



---

# Monitoringplan Natuurverbinding Kennemerland

Advies voor het monitoren van de werking en effectiviteit van een natuurverbinding

E.A. van der Grift



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Monitoringplan Natuurverbinding Kennemerland

Advies voor het monitoren van de werking en effectiviteit van een natuurverbinding

E.A. van der Grift

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door de provincie Noord-Holland (projectnummer 5200044001).

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, februari 2019

---

Rapport 2932  
ISSN 1566-7197


---

Van der Grift, E.A., 2019. *Monitoringplan Natuurverbinding Kennemerland; Advies voor het monitoren van de werking en effectiviteit van een natuurverbinding*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2932. 74 blz.; 12 fig.; 20 tab.; 23 ref.

De provincie Noord-Holland heeft Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd om een monitoringplan op te stellen op basis waarvan het functioneren van Natuurverbinding Kennemerland kan worden onderzocht, inclusief de natuurbruggen Zandpoort, Duinpoort en Zeepoort. Het monitoringplan richt zich op: (1) de vegetatieontwikkeling op en direct rond de natuurbruggen, (2) het gebruik van de natuurbruggen door de verschillende diergroepen en (3) de effectiviteit van de ontsnipperende maatregelen in het terugdringen van de versnipperingsproblemen 'barrièrewerking' en 'sterfte door aanrijdingen'.

Trefwoorden: habitatfragmentatie, versnippering, verstoring, natuurkwaliteit, ontsnippering, mitigatie, faunapassage, ecoduct, natuurbrug, natuurverbinding, Kennemerland, Waterleidingduinen

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/469686> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2019 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2932 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: E.A. van der Grift (Natuurbrug Zeepoort)

---

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
	1.1 Achtergrond	9
	1.2 Probleemstelling	11
	1.3 Doel van het onderzoek	11
	1.4 Aanpak van het onderzoek	11
	1.5 Leeswijzer	12
<b>2</b>	<b>Natuurverbinding Kennemerland</b>	<b>13</b>
	2.1 Inleiding	13
	2.2 Streefbeeld natuurverbinding	13
	2.3 Infrastructurele barrières	13
	2.3.1 Zandvoortselaan (N201)	13
	2.3.2 Spoorlijn Haarlem-Zandvoort	14
	2.3.3 Zeeweg (N200)	14
	2.4 Ontsnipperende maatregelen	16
	2.4.1 Natuurbrug Zandpoort	16
	2.4.2 Natuurbrug Duinpoort	19
	2.4.3 Natuurbrug Zeepoort	20
<b>3</b>	<b>Toetsingskader flora/vegetatie: doelsoorten en doelen</b>	<b>22</b>
	3.1 Inleiding	22
	3.2 Werkwijze	22
	3.2.1 Identificatie doelsoorten	22
	3.2.2 Identificatie doelen	24
	3.3 Doelsoorten	26
	3.4 Doelen	26
	3.4.1 Typische plantensoorten	26
	3.4.2 Kenmerkende vegetatietypen	26
	3.4.3 Kenmerkende vegetatiestructuur	27
<b>4</b>	<b>Toetsingskader fauna: doelsoorten en doelen</b>	<b>28</b>
	4.1 Inleiding	28
	4.2 Werkwijze	28
	4.2.1 Identificatie doelsoorten	28
	4.2.2 Identificatie doelen	29
	4.3 Doelsoorten	35
	4.4 Doelen	38
	4.4.1 Versnipperingsproblemen per doelsoort	38
	4.4.2 Ontsnipperingsdoelen per doelsoort	40
	4.4.3 Doelen voor het gebruik van de natuurverbinding	43
	4.4.4 Doelen voor de effectiviteit van de natuurverbinding	44
<b>5</b>	<b>Onderzoekmodules</b>	<b>47</b>
	5.1 Inleiding	47
	5.2 Onderzoekmodules	47

---

<b>6</b>	<b>Opzet van de monitoring</b>	<b>49</b>
6.1	Inleiding	49
6.2	Monitoring vegetatieontwikkeling	49
6.3	Monitoring gebruik natuurbruggen door fauna	50
6.3.1	Zoogdieren	50
6.3.2	Reptielen	50
6.3.3	Amfibieën	51
6.3.4	Dagvlinders	51
6.3.5	Loopkevers	52
6.3.6	Sprinkhanen	52
6.4	Monitoring effectiviteit: Reductie barrièrewerking	53
6.4.1	Zoogdieren	53
6.4.2	Reptielen	54
6.4.3	Amfibieën	55
6.4.4	Dagvlinders	56
6.4.5	Loopkevers	57
6.5	Monitoring effectiviteit: Reductie aanrijdingen	58
6.5.1	Zoogdieren	58
6.5.2	Reptielen	59
6.5.3	Amfibieën	60
6.6	Advies meten verklarende variabelen	60
<b>7</b>	<b>Globale kostenraming</b>	<b>61</b>
7.1	Inleiding	61
7.2	Werkwijze	61
7.3	Kostenraming per onderzoekmodule	61
7.4	Aandachtspunten	63
<b>8</b>	<b>Advies prioriteitstelling</b>	<b>64</b>
8.1	Inleiding	64
8.2	Selectiecriteria	64
8.3	Prioriteitstelling	64
	<b>Literatuur</b>	<b>67</b>
	<b>Bijlage 1 Beslisregels analyse versnipperingsproblemen</b>	<b>69</b>
	<b>Bijlage 2 Versnipperingsproblemen per doelsoort</b>	<b>70</b>
	<b>Bijlage 3 Ecologische sleutelkenmerken doelsoorten</b>	<b>72</b>
	<b>Bijlage 4 Verspreiding doelsoorten</b>	<b>73</b>

---

# Samenvatting

## Achtergrond

De natuur in Nederland is op veel plaatsen 'versnipperd'. Dit betekent dat veel natuurgebieden relatief klein en in meer of mindere mate van elkaar geïsoleerd zijn. Naast veranderingen in het landgebruik zijn het vooral infrastructurele barrières – zoals verkeerswegen, spoorwegen en kanalen – die deze versnippering veroorzaken. Om deze versnippering als gevolg van infrastructuur tegen te gaan, is in 2004 het *Meerjarenprogramma Ontsnippering* (MJPO) uitgebracht. Een van de knelpuntlocaties waar dit programma zich op richt, ligt in het duingebied nabij Zandvoort, waar drie infrastructurele barrières op relatief korte afstand van elkaar liggen: Zandvoortse laan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Bloemendaalse Zeeweg. Ontsnipperende maatregelen bij deze infrastructuur moeten ertoe leiden dat de hier gelegen duingebieden weer met elkaar worden verbonden, te weten de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) en Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK). Het belangrijkste doel van zo'n natuurverbinding is om de ecologische samenhang van de duingebieden te vergroten. In 2010 is gestart met de uitwerking van specifieke doelen voor de natuurverbinding en het ontwerpen van de benodigde ontsnipperende maatregelen. Voor alle plekken is besloten om een natuurbrug aan te leggen. Deze drie natuurbruggen zijn inmiddels gebouwd. In 2013 is de natuurbrug over de Zandvoortseweg ('Natuurbrug Zandpoort') geopend. De natuurbrug over de Bloemendaalse Zeeweg ('Natuurbrug Zeepoort') volgde in 2017. En in het najaar van 2018 is de natuurbrug over de spoorlijn Haarlem-Zandvoort ('Natuurbrug Duinpoort') gereed gekomen.

## Probleem

De natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen, moet de barrièrewerking van de infrastructuur wegnemen en het mogelijk maken dat diersoorten vrijelijk tussen de verschillende duingebieden kunnen bewegen zonder het risico te lopen om te worden aangereden. Dit vergroot de levensvatbaarheid van de populaties en tevens de veerkracht van het ecosysteem. Het ontwerp en de inrichting van de natuurbruggen zijn op deze doelstelling afgestemd. De vraag die nu rijst, is of dit doel daadwerkelijk wordt bereikt. Komen op de natuurbruggen de habitattypen tot ontwikkeling die men voor ogen heeft? Worden de natuurbruggen gebruikt door de diersoorten die als doelsoorten zijn aangewezen voor de natuurverbinding? Zijn de maatregelen effectief in het wegnemen van de barrièrewerking en reduceren ze het aantal faunaslachtoffers als gevolg van aanrijdingen? Om deze en aanverwante vragen te beantwoorden, wil de provincie Noord-Holland het functioneren van de natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen, onderzoeken. In dit kader is Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd om een monitoringplan op te stellen. Hierbij gaat de aandacht uit naar drie aspecten: (1) de vegetatieontwikkeling op en direct rond de natuurbruggen, (2) het gebruik van de natuurbruggen door de verschillende diergroepen en (3) de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de versnipperingsproblemen 'barrièrewerking' en 'sterfte door aanrijdingen'.

## Doel onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om een monitoringplan op te stellen waarmee kan worden vastgesteld of (1) de vooraf gestelde natuurdoelen voor de natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen, zijn behaald; (2) er inrichtings- en/of beheermaatregelen zijn aan te wijzen die het functioneren van de voorzieningen kunnen optimaliseren. Daarnaast moet het monitoringplan handvatten bieden om meer kennis en inzicht te verwerven over de werking van ontsnipperende maatregelen in het algemeen en natuurbruggen in het bijzonder. Deze kennis kan benut worden in de planvorming en uitvoering van toekomstige ontsnipperingsprojecten. Om tot een dergelijk monitoringplan te komen, zijn hier de volgende concrete vragen beantwoord:

1. Wat zijn de doelsoorten en doelen voor de natuurverbinding?
2. Wat is een praktisch toetsingskader voor de natuurverbinding?
3. Wat moet worden gemeten; wat zijn de meetvariabelen?
4. Wat is het geschiktste ontwerp van de monitoring?
5. Wat is het geschiktste meetplan?
6. Wat zijn de beste meetmethoden?

7. Welke andere factoren ('verklarende variabelen') moeten worden gemeten om de resultaten goed te kunnen duiden?
8. Wat zijn de verwachte kosten van de monitoring?

### **Vegetatie: doeltypen en doelen**

Het streefbeeld voor de natuurverbinding bestaat uit de ontwikkeling van duingraslanden ('grijze duinen'; habitatype H2130) en duindoornstruwelen (habitatype H2160). Binnen natuurverbinding Kennemerland betreft het voor grijs duin het subtype van *kalkrijke* duingraslanden (habitatype H2130-A). Een eerste doel is dat 20 jaar na realisatie van de natuurverbinding respectievelijk 55% en 25% van de natuurverbinding bedekt is met goed ontwikkelde, zelfstandige vegetaties van kalkrijke duingraslanden en duindoornstruwelen. Het overige deel (20%) van de natuurverbinding is dan bedekt met goed ontwikkelde vegetaties van kalkrijke duingraslanden die alleen in mozaïek met de zelfstandige vegetaties van de habitatypen voorkomen. Rompgemeenschappen maken na 20 jaar maximaal 25% van het areaal van het habitatype in de natuurverbinding uit. Voor de kalkrijke duingraslanden geldt verder dat: (1) de vegetatie gemiddeld niet hoger is dan 0,5 m, (2) de minimale bedekking door grassen en kruiden 35% is, (3) de minimale bedekking door mossen korstmossen 35% is, (4) de maximale bedekking door struikvormers 25% is en (5) de maximale omvang van open zand/stuifplekken 10% is. Voor de duindoornstruwelen geldt verder: (1) de vegetatie is gemiddeld niet hoger dan 2 m, (2) de minimale bedekking door grassen en kruiden is 10%, (3) de minimale bedekking door mossen korstmossen is 10%, (4) de maximale bedekking door struikvormers is 90% en (5) de maximale omvang van open zand/stuifplekken is 0%.

### **Flora: doelsoorten en doelen**

Wat de flora betreft, zijn er 25 plantensoorten als typische soort aangewezen voor de genoemde habitatypen. Van deze typische plantensoorten zijn er acht geselecteerd als doelsoort voor de natuurverbinding. Dit betreft Duinviooltje, Echt bitterkruid, Kleverige reigersbek, Ruw vergeet-mijnietje, Walstrobremraap, Welriekende salomonszegel, Zanddoddegras en Egelantier. De overige soorten zijn niet geselecteerd, omdat deze momenteel niet of slechts (zeer) incidenteel voorkomen in de dungebieden van de AWD en/of NPZK. Een eerste floristisch doel is dat 10 jaar na realisatie van de natuurverbinding minimaal 2 typische plantensoorten voorkomen, na 15 jaar minimaal 4 en na 20 jaar minimaal 6. Een tweede doel is dat er geen exotische plantensoorten binnen de natuurverbinding voorkomen.

### **Fauna: doelsoorten en doelen**

Natuurverbinding Kennemerland kent in totaal 18 doelsoorten onder de fauna. Dit betreft drie zoogdieren (Damhert, Ree, Konijn), twee reptielen (Hazelworm, Zandhagedis), een amfibie (Rugstreeppad), een vogel (Nachttegaal), zes dagvlinders (Aardbeivlinder, Bruin blauwtje, Bruine eikenpage, Duinparelmoervlinder, Heivlinder, Kleine parelmoervlinder), twee loopkevers (Basterdzandloopkever, Strandzandloopkever) en drie sprinkhanen (Blauwvleugelsprinkhaan, Duinsabelsprinkhaan, Knosprietje). Twee doelsoorten binnen de groep van dagvlinders – Bruin blauwtje en Kleine parelmoervlinder – lijken niet gevoelig voor de versnipperende werking van wegen en spoorwegen, omdat het relatief mobiele soorten zijn. Dat geldt ook voor de twee loopkeversoorten die als doelsoort voor de natuurverbinding zijn aangewezen. Deze vier doelsoorten zijn verder dan ook niet betrokken in de uitwerking van dit monitoringplan. In geval van de dagvlinders is dit geen groot knelpunt in de ontwikkeling van een evenwichtig monitoringplan, omdat deze diergroep hier vertegenwoordigd blijft door vier doelsoorten. In geval van de loopkevers is dit wel een knelpunt, omdat hierdoor de groep loopkevers niet langer vertegenwoordigd is. Om dit 'gat te dichten', zijn hier vijf andere loopkeversoorten als doelsoort voor de natuurverbinding aangewezen: Korte glimmer, Dwergkruiper, Duinloper, Heidespiegelloopkever en Tweevleksmalkop. Deze loopkevers zijn alle kenmerkend voor de biotoop van open duinen en ervaren naar verwachting versnipperingsproblemen als gevolg van de infrastructuur.

Voor iedere doelsoort is onderzocht of er versnipperingsproblemen kunnen worden verwacht en zo ja, welke dat dan zijn. Dit is gedaan per infrastructuurle barrière. Op basis van deze verkenning zijn vervolgens toetsbare doelen voor ontsnippering geformuleerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen doelen voor het gebruik van de natuurverbinding en doelen die samenhangen met de effectiviteit van de natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen. Duidelijk omschreven doelsoorten en heldere



---

doelen zijn onmisbaar om het gebruik en de effectiviteit van de natuurverbinding te kunnen evalueren. De doelen zijn hier dan ook conform de 'SMART'-methodiek beschreven, waarbij de doelen Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden zijn geformuleerd.

### **Onderzoekmodules**

Dit onderzoeksplan is modulair van opzet. Dit betekent dat het onderzoek in duidelijk afgebakende modules is verdeeld die in principe onafhankelijk van elkaar kunnen worden uitgevoerd. Deze aanpak resulteert in flexibiliteit en de mogelijkheid om keuzes te maken, op basis van bijvoorbeeld ambities en beschikbare middelen. De afbakening van de modules is gebaseerd op: (1) de drie onderzoeklocaties binnen de natuurverbinding, d.w.z. de natuurbruggen bij respectievelijk de Zandvoortselaan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Zeeweg, (2) de scope van de monitoring, waarbij drie onderdelen zijn onderscheiden: (a) de vegetatieontwikkeling op en direct rond de natuurbruggen, (b) het gebruik van de natuurbruggen door de verschillende diergroepen en (c) de effectiviteit van de natuurbruggen in het terugdringen van de versnipperingsproblemen 'barrièrewerking' en 'sterfte door aanrijdingen'; (3) de flora/vegetatie en zeven diergroepen – zoogdieren, reptielen, amfibieën, vogels, dagvlinders, loopkevers en sprinkhanen – waarbinnen doelsoorten voor de natuurverbinding zijn aangewezen. In totaal zijn 42 onderzoekmodules onderscheiden. Het betreft 15 modules bij Natuurbrug Zandpoort, 12 modules bij Natuurbrug Duinpoort en 15 modules bij Natuurbrug Zeepoort. De verdeling van de modules over de onderdelen en soortgroepen is identiek voor de natuurbruggen over de Zandvoortselaan en de Zeeweg. Bij de spoorlijn zijn minder modules onderscheiden, omdat hier voor meer soortgroepen is verondersteld dat de infrastructuur geen barrière is.

### **Opzet van de monitoring**

De aanbevolen aanpak van de monitoring is per onderdeel van de onderzoekscope en per soortgroep beschreven. Hierbij is aandacht voor de onderzoeksoorten, de experimentele opzet van de monitoring, meetvariabelen, meetmethoden, studieduur, meetjaren, meetperiode en meetfrequentie. Tevens zijn aanbevelingen gedaan voor te meten 'verklarende variabelen'. De geïdentificeerde doelen voor ontsnippering zijn hierbij als uitgangspunt genomen.

### **Kostenraming**

Dit monitoringplan bevat een globale raming van de kosten voor uitvoering van de monitoring. De raming is modulair van opzet, zodat direct inzichtelijk wordt wat de selectie van een onderzoekmodule betekent in termen van benodigd budget. Het selecteren van meerdere modules kan leiden tot kostenverlaging, omdat: (1) er overlap zit in de werkzaamheden van sommige modules en (2) de werkzaamheden van twee modules goed kan worden gecombineerd waardoor er minder inzet nodig is.

### **Prioriteitstelling**

Op dit moment is nog niet duidelijk welk budget beschikbaar komt voor de monitoring van natuurverbinding Kennemerland, inclusief de drie natuurbruggen. De kans bestaat dat niet alle onderzoekmodules kunnen worden gefinancierd. In dat geval zal er een keuze moeten worden gemaakt. In dit verband zijn hier de onderzoekmodules geprioriteerd, op basis van enkele criteria. In deze criteria staat de wetenschappelijk relevantie van het in de betreffende module voorgestelde onderzoek centraal. Modules die naar verwachting inzicht verschaffen in de effectiviteit van maatregelen zijn in dit licht hoger gewaardeerd dan modules die zich alleen richten op het gebruik van de natuurbruggen. Ook de kracht van de gevolgtrekkingen die men op basis van het onderzoek in een module kan maken, is essentieel. Modules waarin metingen kunnen worden vergeleken met de situatie vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen en/of de situatie op een vergelijkbare plek waar de mitigatie niet is uitgevoerd, zijn in dit licht hoger gewaardeerd dan modules waar die mogelijkheden er niet zijn. Op basis van de selectiecriteria is aan 29 van de onderzoekmodules een hoge prioriteit gegeven en aan 16 onderzoekmodules een lage. Daarnaast krijgt ook het meten van verklarende variabelen een hoge prioriteit, op alle locaties.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De natuur in Nederland is op veel plaatsen 'versnipperd'. Dit betekent dat veel natuurgebieden relatief klein en in meer of mindere mate van elkaar geïsoleerd zijn. Naast veranderingen in het landgebruik zijn het vooral infrastructurele barrières – zoals verkeerswegen, spoorwegen en kanalen – die deze versnippering veroorzaken. Om deze versnippering als gevolg van infrastructuur tegen te gaan, is in 2004 het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO) uitgebracht door de ministeries V&W, LNV en VROM (Ministerie V&W et al., 2004). Dit programma trad in 2005 in werking en wordt in 2018 afgerond (zie: [www.mjpo.nl](http://www.mjpo.nl)). Het MJPO heeft als doel om 215 knelpunten op te lossen die zijn gesignaleerd in het bestaande netwerk van rijksinfrastructuur. In een aantal situaties omvatten deze knelpunten meerdere infrastructurele barrières. Bijvoorbeeld wanneer diverse infrastructuren op korte afstand van elkaar of zelfs gebundeld liggen en de aanpak van de één niet los kan worden gezien van de aanpak van de ander. In sommige situaties voorziet het MJPO daarom ook in maatregelen bij provinciale of gemeentelijke wegen die samen met de rijksinfrastructuur een knelpunt vormen.

Eén locatie waar sprake is van meerdere infrastructurele barrières op relatief korte afstand van elkaar, is MJPO-knelpunt 12 'Zandvoort' (Ministerie V&W et al., 2004). Aanvankelijk omvatte dit knelpunt de spoorlijn Haarlem-Zandvoort en de provinciale weg Zandvoortselaan. In 2010 is ook de nabijgelegen Bloemendaalse Zeeweg betrokken, omdat deze provinciale weg naar verwachting minimaal een vergelijkbaar versnipperingseffect heeft als de twee andere barrières (figuur 1.1; zie ook Van der Grift et al., 2005). Dit MJPO-knelpunt ligt binnen de grenzen van het Nationaal Natuurnetwerk (NNN). De ontsnipperende maatregelen bij de infrastructuur moeten ertoe leiden dat de hier gelegen duingebieden weer met elkaar worden verbonden, te weten de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) en Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK). Hierdoor ontstaat een aaneengesloten natuurgebied van meer dan 7000 hectare. Het belangrijkste doel van de natuurverbinding is om de ecologische samenhang van de duingebieden te vergroten. Een belangrijk kenmerk hiervan is dat dieren zich veilig en vrijelijk kunnen bewegen tussen de diverse duingebieden en feitelijk één populatie gaan vormen. Dit vergroot de levensvatbaarheid van de populaties en tevens de veerkracht van het ecosysteem.

In 2010 is gestart met de uitwerking van specifieke doelen voor de natuurverbinding en het vervaardigen van een ontwerp voor de maatregelen bij respectievelijk de Zandvoortselaan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Bloemendaalse Zeeweg. Voor al deze plekken is besloten om een natuurbrug aan te leggen. Een natuurbrug is een overgang waarop een grondlaag is aangebracht en waar vegetatie zich kan ontwikkelen. Deze vegetatie sluit bij voorkeur aan op de bestaande vegetatie aan weerszijden van de infrastructurele barrière, zodat er op de natuurbrug een geschikte ecologische corridor of leefgebied ontstaat voor de soorten die er gebruik van moeten maken. De drie natuurbruggen zijn inmiddels gebouwd. In 2013 is de natuurbrug over de Zandvoortseweg ('Natuurbrug Zandpoort') geopend. De natuurbrug over de Bloemendaalse Zeeweg ('Natuurbrug Zeepoort') volgde in 2017. En in het najaar van 2018 is de natuurbrug over de spoorlijn Haarlem-Zandvoort ('Natuurbrug Duinpoort') gereed gekomen.

In 2013 is er een monitoringplan opgesteld voor het monitoren van Natuurbrug Zandpoort (Van der Spek et al., 2013). Deze monitoring betreft de periode 2014-2018 en heeft als doel vast te stellen welke diersoorten inmiddels van de natuurbrug gebruikmaken. De monitoring richt zich op de volgende dier(groep)en: grondgebonden zoogdieren, vleermuizen, reptielen, amfibieën, sprinkhanen, dagvlinders, libellen, loopkevers en de wijngaardslak. Daarnaast is de vegetatieontwikkeling gevolgd, met als doel vast te stellen in hoeverre de vooraf beschreven streefbeelden zijn bereikt. In 2017 is een tussenrapportage uitgebracht met de monitoringresultaten van de eerste drie meetjaren (2014-2016; Van der Spek et al., 2017). Deze rapportage laat zien dat 17 van de 23 onderzochte diersoorten de natuurbrug inmiddels hebben weten te vinden. Ook bleek de vegetatie zich in de zomer van 2015 al

goed ontwikkeld te hebben in de richting van het gewenste kalkrijke duingrasland (zie ook Reijngoudt, 2015). Deze ontwikkeling in de vegetatie heeft zich in 2016 niet doorgezet. Als oorzaak wordt gewezen op de hoge graasdruk door damherten op de natuurbrug en vertrapping van de vegetatie door deze dieren (Reijngoudt, 2015).

Naast deze monitoring van Natuurbrug Zandpoort is er in 2016 voor de diergroep loopkevers en een aantal andere ongewervelde diergroepen een zogenoemde nulmeting uitgevoerd op de plekken van de (toen nog) toekomstige Natuurbrug Duinpoort en Natuurbrug Zeepoort (Boeken, 2017). Op basis van deze tussenresultaten is door Van der Spek et al. (2017) de aanbeveling gedaan om de monitoring breder op te zetten en de monitoring van de drie natuurbruggen binnen één onderzoeksprogramma te laten vallen. Deze monitoring zou zich dan niet alleen moeten richten op het gebruik van de natuurbruggen, maar ook op het vaststellen van de effectiviteit van deze ontsnipperende maatregelen.



**Figuur 1.1** Ligging van de infrastructurele barrières die de duingebieden tussen Haarlem en Zandvoort doorsnijden.

---

## 1.2 Probleemstelling

De natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen, moet de barrièrewerking van de infrastructuur wegnemen en het mogelijk maken dat diersoorten vrijelijk tussen de verschillende duingebieden kunnen bewegen zonder het risico te lopen om te worden aangereden. Het ontwerp en de inrichting van de natuurbruggen zijn op deze doelstelling afgestemd. De vraag die nu rijst, is of dit doel daadwerkelijk wordt bereikt. Komen op de natuurbruggen de habitattypen tot ontwikkeling die men voor ogen heeft? Worden de natuurbruggen gebruikt door de diersoorten die als doelsoorten zijn aangewezen voor de natuurverbinding? Zijn de maatregelen effectief in het wegnemen van de barrièrewerking en reduceren ze het aantal faunaslachtoffers als gevolg van aanrijdingen? Om deze en aanverwante vragen te beantwoorden, wil de provincie Noord-Holland het functioneren van de natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen, onderzoeken. In dit kader is Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd om een monitoringplan op te stellen. Hierbij gaat de aandacht uit naar drie aspecten: (1) de vegetatieontwikkeling op en direct rond de natuurbruggen, (2) het gebruik van de natuurbruggen door de verschillende diergroepen en (3) de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de versnipperingsproblemen 'barrièrewerking' en 'sterfte door aanrijdingen'.

## 1.3 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om een monitoringplan op te stellen waarmee kan worden vastgesteld of (1) de vooraf gestelde natuurdoelen voor de natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen, zijn behaald en (2) er inrichtings- en/of beheermaatregelen zijn aan te wijzen die het functioneren van de voorzieningen kunnen optimaliseren. Daarnaast moet het monitoringplan handvatten bieden om meer kennis en inzicht te verwerven over de werking van ontsnipperende maatregelen in het algemeen en natuurbruggen in het bijzonder. Deze kennis kan benut worden in de planvorming en uitvoering van toekomstige ontsnipperingsprojecten.

Om tot een dergelijk monitoringplan te komen, richten we ons hier op de volgende concrete vragen:

1. Wat zijn de doelsoorten en doelen voor de natuurverbinding?
2. Wat is een praktisch toetsingskader voor de natuurverbinding?
3. Wat moet worden gemeten; wat zijn de meetvariabelen?
4. Wat is het geschiktste ontwerp van de monitoring?
5. Wat is het geschiktste meetplan?
6. Wat zijn de beste meetmethoden?
7. Welke andere factoren ('verklarende variabelen') moeten worden gemeten om de resultaten goed te kunnen duiden?
8. Wat zijn de verwachte kosten van de monitoring?

## 1.4 Aanpak van het onderzoek

Het onderzoek heeft het karakter van een deskstudy en bestaat uit drie onderdelen:

### 1. *Verkenning*

Dit onderdeel omvat een review van alle relevante rapportages waarin de doelsoorten en doelen voor de natuurverbinding zijn beschreven. Tevens is informatie verzameld over het ontwerp en de inrichting van de natuurbruggen. Er is bilateraal overleg gevoerd met enkele experts die betrokken zijn bij de realisatie van de natuurbruggen en de lopende monitoringacties binnen de natuurverbinding. Er is een bezoek gebracht aan het studiegebied om een goed beeld te krijgen van de lokale situatie en om de technische haalbaarheid van verschillende meetmethoden in te schatten.

---

## 2. *Uitwerking van een toetsingskader*

Op basis van de verkenning is een toetsingskader uitgewerkt. In dit toetsingskader zijn de doelen voor de ontsnippering SMART geformuleerd, zodat deze een goede basis vormen voor een evaluatie van de werking en effectiviteit van de faunavoorzieningen. Dit betekent dat de doelen Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden zijn. Het toetsingskader is besproken met de provincie Noord-Holland en vertegenwoordigers van de terreinbeherende organisaties: PWN, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en Waternet. Het toetsingskader is vervolgens vastgesteld en als basis gebruikt voor de verdere uitwerking van het monitoringplan.

## 3. *Opstellen monitoringplan*

Op basis van het toetsingskader en de vastgestelde scope van het onderzoek – monitoring van (1) de vegetatieontwikkeling op en direct rond de natuurbruggen, (2) het gebruik van de natuurbruggen door de verschillende diergroepen en (3) de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de versnipperingsproblemen 'barrièrewerking' en 'sterfte door aanrijdingen' –, is een monitoringplan opgesteld. Hierin zijn adviezen uitgewerkt voor de verschillende onderdelen van de monitoring, met aandacht voor de onderzoeksoorten, de experimentele opzet, meetvariabelen, meetmethoden, meetplan en te meten verklarende variabelen. Hierbij is gebruikgemaakt van de richtlijnen voor monitoring die zijn gepubliceerd in het *Handbook for Road Ecology* (Van der Grift & Van der Ree, 2015; Van der Grift et al., 2015). Ten slotte zijn de kosten van de verschillende onderdelen van de monitoring globaal geraamd, zodat de financiële consequenties kunnen worden betrokken in de besluitvorming over het al dan niet starten van de diverse monitoringacties.

Het monitoringplan is modulair van opzet. De verschillende onderzoekmodules worden onderscheiden op basis van (1) de scope van het onderzoek, (2) de onderzoeksoort(groep) en (3) de onderzoeklocatie. Iedere onderzoekmodule kan gezien worden als een deelproject met een eigen aanpak, planning en begroting. Deze opzet maakt het eenvoudig om de monitoringsactiviteiten te prioriteren en/of te selecteren.

# 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de te overbruggen infrastructurele barrières en de kenmerken van de drie natuurbruggen. Hoofdstuk 3 en 4 vatten de resultaten samen van de verkenning van de doelsoorten en doelen voor de natuurverbinding, respectievelijk voor flora/vegetatie en fauna. Deze hoofdstukken omvatten daarmee de toetsingskaders voor de monitoring. Hoofdstuk 5 geeft vervolgens een overzicht van de onderzoekmodules die zijn onderscheiden. Hoofdstuk 6 beschrijft de gewenste opzet van de monitoring, met aandacht voor de onderzoeksoorten, de experimentele opzet, meetvariabelen, meetmethoden en het meetplan. Daarnaast zijn in dit hoofdstuk de te meten verklarende variabelen beschreven die kunnen helpen bij het duiden van de meetresultaten. In hoofdstuk 7 en 8 zijn ten slotte de kosten van de verschillende onderzoekmodules globaal geraamd en zijn de modules geprioriteerd.

---

## 2 Natuurverbinding Kennemerland

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we allereerst het streefbeeld dat de provincie Noord-Holland en de overige betrokken partijen voor ogen hebben met de realisatie van natuurverbinding Kennemerland. Vervolgens geven we een korte beschrijving van de infrastructurele barrières die het duingebied 'versnipperen' en die de aanleiding zijn geweest voor het plannen en realiseren van de natuurverbinding. Tevens beschrijven we het ontwerp en de inrichting van de drie natuurbruggen die deel uitmaken van de natuurverbinding en die genoemde infrastructurele barrières moeten slechten.

### 2.2 Streefbeeld natuurverbinding

Natuurverbinding Kennemerland moet diverse duingebieden van het NPZK met elkaar verbinden en ook een ecologische verbinding tot stand brengen met de AWD. Het NPZK is een aaneenschakeling van een aantal duingebieden tussen Zandvoort en IJmuiden (o.a. Koningshof, Het Kraansvlak, De Kennemerduinen) met een totale oppervlakte van circa 3800 ha. De AWD ligt tussen Noordwijk en Zandvoort en is 3400 ha groot. De natuurverbinding moet resulteren in grotere, aaneengesloten leefgebieden voor planten en dieren. Hierdoor ontstaan grotere, levensvatbaardere populaties en wordt de kans op het (lokaal) uitsterven van soorten kleiner. Dieren moeten via de natuurverbinding dus gemakkelijk en veilig kunnen uitwisselen tussen de verschillende duingebieden. De natuurbruggen moeten er hierbij voor zorgen dat het aantal aanrijdingen met fauna afneemt. Tevens biedt dit goede kansen voor de (her)kolonisatie van duingebieden waarin een soort nu niet (meer) voorkomt. Goede mogelijkheden voor uitwisseling voorkomen ook dat populaties genetisch geïsoleerd raken en de fitness van individuen achteruitgaat door verschijnselen van inteelt.

Het streefbeeld voor de natuurverbinding bestaat uit de ontwikkeling van duingraslanden ('grijze duinen'; habitatype H2130) en duindoornstruwelen (habitatype H2160) met de bijbehorende kenmerkende flora en fauna. Goed ontwikkelde duingraslanden zijn, op zowel nationale als Europese schaal, zeldzaam en nemen recentelijk in omvang af. Het habitatype 'grijze duinen' heeft dan ook de status van *prioritair habitatype* verkregen binnen het Europese natuurnetwerk van Natura 2000. Om deze reden is ervoor gekozen om binnen de natuurverbinding de ontwikkeling van deze duingraslanden voorop te stellen in plaats van, bijvoorbeeld, minder zeldzame habitatypes van het beboste binnenduin. Duindoornstruwelen zijn niet zeldzaam. Binnen de natuurverbinding is voor dit habitatype gekozen om ook aan diersoorten die meer dekking nodig hebben een functionele ecologische verbinding te bieden. Daarnaast is dit habitatype geselecteerd voor een goede landschappelijke inpassing en afscherming; het struweel moet verstoring door illegale betreding van de natuurverbinding tegengaan.

### 2.3 Infrastructurele barrières

#### 2.3.1 Zandvoortselaan (N201)

De Zandvoortselaan verbindt Heemstede met Zandvoort (figuur 2.1). Het is een tweebaansweg met circa 12.500-15.500 voertuigen (twee rijrichtingen) op een gemiddelde werkdag.<sup>1</sup> In de zomer komen piekdagen voor met meer dan 20.000 voertuigen per dag. Ter hoogte van de natuurbrug – tussen de bebouwing van Bentveld en Zandvoort – is de maximumsnelheid 60 km/uur. De weg is circa 8 m

---

<sup>1</sup> Op basis van verkeerstellingen uit 2004 (bron: Van der Grift et al., 2005) en uitgaande van een autonome groei van 1,5% per jaar.

breed. Aan weerszijden van de weg ligt een circa 2,5 m breed fietspad waarop in één richting kan worden gereden. Direct langs het fietspad aan de noordkant van de weg ligt een circa 2,5 m breed voetpad. De bermen tussen de weg en de fietspaden variëren in breedte. De totale breedte van de weg met fietspaden en wandelpad varieert daarom eveneens en is circa 20-25 m.



**Figuur 2.1** De Zandvoortselaan ter hoogte van Natuurbrug Zandpoort.

### 2.3.2 Spoorlijn Haarlem-Zandvoort

De spoorlijn Haarlem-Zandvoort is tweesporig en geëlektrificeerd (figuur 2.2). De spoorlijn doorsnijdt het NPZK over een lengte van circa 4 kilometer. Buiten het zomerseizoen rijden er 4 treinen per uur van 07:00 uur tot 01:00 uur. In de zomer worden extra treinen ingezet tijdens warme dagen. De gemiddelde snelheid ter hoogte van de natuurbrug is 60 km/uur. De spoorlijn, inclusief bermen, is circa 15 m breed. De hoogteligging van de spoorlijn ten opzichte van het omliggende landschap varieert. Op plaatsen waar het spoor (hoge) duinenrijen doorsnijdt, ligt het spoor verdiept met aan weerszijden keerwanden (km 4.5-5.5). Elders ligt het spoor op een 1 tot 2 m hoog talud, met uitzondering van enkele plekken – ter hoogte van km 3.5 en 4.4 –, waar het spoor min of meer op maaiveldniveau ligt.

### 2.3.3 Zeeweg (N200)

De Bloemendaalse Zeeweg verbindt Overveen met Bloemendaal aan Zee (figuur 2.3). Het is een vierbaansweg met circa 12.500 voertuigen (twee rijrichtingen) op een gemiddelde werkdag.<sup>2</sup> In de zomer komen piekdagen voor met meer dan 20.000 (tot circa 35.000) voertuigen per dag. Vanaf de Brouwerskolkweg in Overveen tot km 20.7 is de maximumsnelheid 50 km/uur. Tussen km 20.7 en Bloemendaal aan Zee is de maximumsnelheid 80 km/uur. De weg is circa 22-25 m breed, inclusief een 6-8 m brede middenberm. Aan weerszijden van de weg ligt een circa 4 m breed fietspad waarop in twee richtingen kan worden gereden. Op korte afstand van deze fietspaden ligt een circa 2,5 m breed voetpad, zowel aan de noord- als zuidzijde van de weg. De bermen tussen de weg en de fietspaden en

<sup>2</sup> Op basis van verkeerstellingen uit 2016 (bron: Provincie Noord-Holland, 2017) en uitgaande van een autonome groei van 1,5% per jaar.



tussen de fietspaden en de voetpaden, variëren in breedte. De totale breedte van de weg met fiets- en wandelpaden varieert daarom eveneens en is circa 40-70 m.



**Figuur 2.2** De spoorlijn Haarlem-Zandvoort ter hoogte van Natuurbrug Duinpoort (in aanbouw).



**Figuur 2.3** De Bloemendaalse Zeeweg (N200) ter hoogte van Natuurbrug Zeepoort.

---

## 2.4 Ontsnipperende maatregelen

### 2.4.1 Natuurbrug Zandpoort

Natuurbrug Zandpoort is eind 2013 geopend (figuur 2.4). Deze natuurbrug overspant de provinciale weg N201 - de Zandvoortselaan – en het circa 70 m ten noorden van de weg gelegen fietspad de Oude Trambaan (figuur 2.5). Feitelijk bestaat de natuurbrug daarom uit twee ecoducten die in het verlengde van elkaar liggen. De natuurbrug ligt tussen de bebouwingskernen van Zandvoort en Bentveld (hectometer 0.9), ter hoogte van het voormalige partycentrum De Manege. Het verbindt de duingebieden van de AWD met die van De Koningshof. De AWD is in eigendom van de gemeente Amsterdam en in beheer bij Waternet. De Koningshof is in eigendom van Natuurmonumenten, die ook het beheer uitvoert, en maakt deel uit van Nationaal Park Zuid-Kennemerland.



**Figuur 2.4** Natuurbrug Zandpoort verbindt de natuurgebieden AWD en De Koningshof.



**Figuur 2.5** Natuurbrug Zandpoort overspant de Zandvoortselaan (links) en de Oude Trambaan – een fietspad tussen Haarlem en Zandvoort (rechts).



---

De natuurbrug is in zijn geheel circa 110 m lang en 40-54 m breed.

Het ecoduct over de Zandvoortselaan is 54 m breed en circa 35 m lang. Exclusief de recreatieve paden die aan de westzijde zijn aangelegd, is de natuurzone op dit ecoduct circa 45 m breed. De rasters op het ecoduct zijn enigszins naar binnen geplaatst. De natuurzones buiten de rasters – aan de oost- en westzijde van het ecoduct – zijn respectievelijk circa 4,5 m (oost) en 6,5 m (west) breed. De natuurzone binnen de rasters is circa 34 m breed. De rasters zijn circa 0,8 m hoog en bevestigd op circa 1,2 m hoge keerwanden. Tegen de buitenkant van deze keerwanden is grond aangebracht – helling 1:5 (oost) en 1:3 (west) – waarop struweel is aangeplant. Keerwanden en rasters zijn samen circa 2 m hoog. De rasters op het ecoduct hebben geen overhang. De maaswijdte is 5x20 cm.

Het ecoduct over de Oude Trambaan is 41 m breed en circa 23 m lang. Op dit ecoduct is geen recreatieve strook aanwezig. De rasters op dit ecoduct zijn identiek aan die op het ecoduct over de Zandvoortselaan. De natuurzones buiten de rasters – aan de oost- en westzijde van het ecoduct – zijn 4,5 m breed. De natuurzone binnen de rasters is circa 29 m breed. De afstand tussen de 2 ecoducten is circa 50 m. In dit tussengebied is aan de westzijde de keerwand met raster doorgezet. Aan de oostzijde is geen keerwand aanwezig en is een circa 2 m hoog draadraster aangelegd die aan weerszijden aansluit op de keerwanden met rasters. Er zijn geen amfibieschermen in dit raster geïntegreerd. De ruimte van de natuurzone tussen de rasters is hier circa 30-35 m breed.

Aan de zuidzijde van de natuurbrug sluiten de rasters aan op de rasters van de Amsterdamse Waterleidingduinen. Deze rasters zijn circa 2 m hoog en hebben een circa 0,4 m hoge overhang richting het natuurgebied. De maaswijdte van het raster is 5x20 cm. Aan de noordzijde van de natuurbrug sluiten de rasters aan op de rasters van natuurgebied De Koningshof. Deze rasters zijn identiek aan die aan de zuidzijde van de natuurbrug. Na circa 100 m verandert het raster in een circa 1,5 m hoog gaasraster. In het midden van de natuurbrug over de Zandvoortselaan is – dwars op het ecoduct – een tijdelijk raster geplaatst. Dit raster is bedoeld om passages van damherten vanuit de AWD richting het NPZK tegen te gaan. Dit raster is circa 2 m hoog met daarop een circa 0,4 m hoge overhang in de richting van het NPZK. Dit raster is niet ingegraven. Het raster zal worden verwijderd als de damhertenstand in de AWD tot een voor alle partijen acceptabel aantal is teruggebracht. Met het terugbrengen van de populatie damherten in de AWD is in 2016 gestart.

Het ecoduct over de Zandvoortselaan is opengesteld voor recreatief medegebruik. Wandelaars, fietsers en ruiters kunnen gebruikmaken van de brug via een circa 6 m brede recreatieve strook (figuur 2.6) met een fietspad (3,5 m breed), wandelpad (1,5 m breed) en ruiterspad (1 m breed). De recreatieve strook is afgeschermd van de rest van de natuurbrug door het raster op de keerwand en de struweelvegetatie in de natuurzone buiten dit raster. Het wandel- en fietspad zijn verhard (klinkerbestrating). Deze sluiten aan de zuidzijde van de natuurbrug aan op het fietspad langs de Zandvoortselaan. Aan de noordzijde sluiten deze paden aan op het wandel- en fietspad langs de Zandvoortselaan en de Oude Trambaan. Daarnaast is er voor wandelaars aan de noordzijde een directe verbinding via een trap met de Blinkertweg – een gecombineerd wandel-/fietspad, dat de Oude Trambaan verbindt met het Visscherspad. Het ruiterspad sluit aan de zuidzijde van de natuurbrug aan op het fietspad langs de Zandvoortselaan. Aan de noordzijde sluit het ruiterspad aan op de ruiterspaden ten noorden van de Oude Trambaan.

Op de natuurbrug is schoon duinzand aangebracht. Hierop is gebiedseigen plagmateriaal van duingrasland uitgestrooid om de vegetatieontwikkeling te stimuleren. Daarnaast zijn duindoorn, meidoorn en zomereik aangeplant. Deze aanplant is (tijdelijk) uitgerasterd tegen vraat door damherten. In de winter van 2015-2016 is een stobbenwal aangelegd, aan de westkant van de natuurzone, om al op korte termijn schuilmogelijkheden te bieden aan kleine diersoorten die gebruik willen maken van de natuurbrug (figuur 2.7).



**Figuur 2.6** Op Natuurbrug Zandpoort maken een voet-, fiets- en ruiterpad medegebruik door recreanten mogelijk.



**Figuur 2.7** Op Natuurbrug Zandpoort biedt een stobbenwal schuilmogelijkheden aan kleine dieren.



## 2.4.2 Natuurbrug Duinpoort

Natuurbrug Duinpoort is eind 2018 geopend (figuur 2.8). Deze natuurbrug overspant de spoorlijn Haarlem-Zandvoort. De natuurbrug ligt op de plek waar aan weerszijden van het spoor de hoogste duinen liggen (hectometer 5.3; zie ook Van der Grift & Aartsen, 1997; figuur 2.9). De natuurbrug vormt een verbinding tussen Het Kraansvlak ten noorden van de spoorlijn en De Koningshof ten zuiden van de spoorlijn. Het Kraansvlak is in eigendom van PWN. De Koningshof is in eigendom van Natuurmonumenten. Beide natuurterreinen maken deel uit van Nationaal Park Zuid-Kennemerland.



**Figuur 2.8** Natuurbrug Duinpoort verbindt de natuurgebieden De Koningshof en Het Kraansvlak. Een artist impression (links) en de natuurbrug in aanbouw (rechts). Artist impression: ProRail.



**Figuur 2.9** Natuurbrug Duinpoort in aanbouw, gezien vanuit het noordoosten; najaar 2017. Foto: ProRail.

De natuurbrug is circa 24 m lang en 40 m breed. Aan de noordzijde sluit de natuurbrug aan op enkele hoge duinen. Hierdoor is sprake van een licht aflopend talud bij nadering van de natuurbrug vanuit het noorden. Aan de zuidzijde van de natuurbrug ligt het maaiveld lager. De toeloop bestaat hier dan ook uit een oplopend talud (helling 1:10) bij nadering van de natuurbrug.

Langs de randen van de natuurbrug zijn 1,80 m hoge rasters geplaatst. Aan de zuidzijde van de natuurbrug sluiten deze rasters aan op (1) de bestaande rasters langs de spoorlijn (draadmathekwerk; 1,8 m hoog, maaswijdte 5x20 cm) en (2) in een V-vorm geplaatste faunarasters (gaasraster; 1,20 m hoog, maaswijdte 12x15 cm) die aansluiten op de rasters van De Koningshof. Aan de noordzijde van de natuurbrug sluiten de rasters aan op de rasters van Het Kraansvlak (gaasraster; 1,20 m hoog, maaswijdte 12x15 cm). Aan de voet van de zuidelijke toeloop, circa 80-90 m vanaf de overgang, ligt een oost-west georiënteerd fietspad (Visscherspad) en een ruiterpad. De natuurbrug over de spoorlijn is niet opengesteld voor recreatief medegebruik.

Op de natuurbrug is een gronddek van circa 1 m aangebracht. Dit gronddek omvat 0,75 m gebiedseigen zand en een 0,25 m toplaag. De toplaag bestaat uit 0,20 m schoon duinzand en 0,05 m gebiedseigen strooisellaag. Op de natuurbrug en de toelopen is pleksgewijs meidoorn aangeplant. Op de zuidelijke toeloop zijn twee stobbenwallen aangelegd om (kleine) dieren naar de natuurbrug te geleiden.

#### 2.4.3 Natuurbrug Zeepoort

Natuurbrug Zeepoort is in 2017 geopend (figuur 2.10). Deze natuurbrug overspant de provinciale weg N200 – de Bloemendaalse Zeeweg – en de naastgelegen fiets- en voetpaden (figuur 2.11). De natuurbrug ligt circa 1,5 km ten westen van Overveen (hectometer 4.8), ter hoogte van het duin Bokkenberg. Het verbindt de duingebieden van De Kennemerduinen met die van Het Kraansvlak, beide onderdeel van Nationaal Park Zuid-Kennemerland. De natuurbrug is circa 52 m lang en circa 40 m breed. Exclusief de beheerpaden aan beide randen van het brugdek is de natuurstrook op dit ecoduct circa 39 m breed. De rasters op de natuurbrug zijn enigszins naar binnen geplaatst. De natuurzones buiten de rasters – aan de oost- en westzijde van het ecoduct – zijn circa 6 m breed. De natuurzone binnen de rasters is circa 27 m breed.



**Figuur 2.10** Natuurbrug Zeepoort verbindt de natuurgebieden Het Kraansvlak en de Kennemerduinen.





**Figuur 2.11** Natuurbrug Zeepoort overspant de Bloemendaalse Zeeweg en de naastgelegen fiets- en voetpaden.

De rasters zijn bevestigd op circa 1,2 m hoge keerwanden. Tegen de buitenkant van deze keerwanden is grond aangebracht, waarop struweel is aangeplant. De keerwanden met rasters zijn circa 2 m hoog. De rasters hebben geen overhang. De maaswijdte is 16x18 cm. De keerwanden eindigen op de rand van het brugdek. Vanaf daar zijn circa 2 m hoge combinatierasters geplaatst, zowel aan de noord- als zuidzijde van de natuurbrug. Deze combinatierasters bestaan uit een 0,5 m hoog amfibiescherm en een 2 m hoog gaasraster. Het gaasraster is tot 1 m hoogte een kleinwildraster (maaswijdte 5x3 cm) en vanaf die hoogte een grofwildraster (maaswijdte varieert van onder tot boven van 16x7 tot 16x18 cm). Het gaasraster is 0,2 m ingegraven en 0,3 m haaks omgezet naar de wildzijde. Het amfibiescherm is circa 0,05 m ingegraven. De gaasrasters zijn tot 250 m vanaf de as van de natuurbrug aangebracht. Het amfibiescherm is tot 100 m vanaf de as van de natuurbrug aangebracht. Aan de zuidzijde van de natuurbrug sluiten de rasters aan op de rasters van Het Kraansvlak. Aan de noordzijde van de natuurbrug sluiten de rasters aan op de rasters van De Kennemerduinen. Deze rasters zijn circa 2 m hoog en hebben een maaswijdte van 16x18 cm. In het raster zijn inspringvoorzieningen voor middelgrote tot grote zoogdieren aangelegd in de vorm van circa 1,5 m hoge aarden wallen. Ook voor kleine zoogdieren, amfibieën en reptielen zijn er terugkeervoorzieningen doordat het amfibiescherm over de hele lengte is aangeaard vanaf de wegzijde.

Op de natuurbrug is een gronddek van gebiedseigen duinzand aangebracht. Hierop moet zich een mozaïek van open zand en grijs duingrasland ontwikkelen. Het duingrasland moet zich vooral ontwikkelen door spontane vestiging van plantensoorten uit de omgeving. Daarnaast zijn zaden aangevoerd door het uitstrooien van maaisel. Aan weerszijden van de keerwand en pleksgewijs elders op de natuurbrug en de toelopen worden duindoornstruwelen en ruigte (tot 2 m rond het struweel) ontwikkeld. Hiervoor zijn onder meer struweelsoorten als wilde liguster, wegedoorn, meidoorn, duinroos en kardinaalsmuts aangeplant. In sommige struwelen zijn stobben aangebracht. Op de taluds aan de wegzijde van de toelopen is helmgras aangeplant om bodemerosie tegen te gaan. Het gronddek is minimaal 0,58 m dik waar duingrasland het streefbeeld is en minimaal 0,83 m dik waar duindoornstruweel wordt ontwikkeld.

---

## 3 Toetsingskader flora/vegetatie: doelsoorten en doelen

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk richten we ons allereerst op de vraag wat de floristische doelsoorten zijn voor natuurverbinding Kennemerland. Vervolgens verkennen we welke concrete, toetsbare doelen kunnen worden gesteld in relatie tot de gewenste vegetatie binnen de natuurverbinding. Deze laatste stap is van belang, omdat duidelijk omschreven doelsoorten en heldere doelen voor de vegetatieontwikkeling nodig zijn om de ontwikkeling van de gewenste habitattypen te kunnen volgen en te toetsen of deze ontwikkeling volgens de verwachtingen verloopt of niet. We beschrijven de doelen hier dan ook conform de 'SMART'-methodiek, waarbij de doelen Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden zijn geformuleerd. De floristische doelsoorten en bijbehorende doelen voor flora en vegetatie vormen samen het toetsingskader voor de vegetatiekundige monitoring van natuurverbinding Kennemerland. Hierdoor zal de monitoring kunnen resulteren in duidelijke uitspraken over de mate waarin de vooraf beschreven doelen voor de natuurverbinding zijn behaald. Tevens maakt dit het mogelijk om (vroegtijdig) bij te sturen in het beheer als de ontwikkelingen achterblijven bij de verwachtingen en/of de doelen maar ten dele lijken te worden bereikt.

### 3.2 Werkwijze

#### 3.2.1 Identificatie doelsoorten

Als beslisregel voor het identificeren van floristische doelsoorten voor natuurverbinding Kennemerland hebben wij hier gehanteerd:

- *Doelsoorten zijn alle plantensoorten die zijn aangewezen als typische soort voor de habitattypen die streefbeeld zijn voor de natuurverbinding en momenteel algemeen of vrij algemeen in het duingebied van de AWD en/of NPZK voorkomen.*

We baseren ons hierbij op de profielen die voor alle beschermde habitattypen zijn opgesteld en de hierin opgenomen lijst met 'typische soorten' (zie: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)). Deze lijst bevat naast een aantal diersoorten vooral plantensoorten die kenmerkend of zelfs exclusief zijn voor het betreffende habitatype.

Tabel 3.1 en 3.2 geven een overzicht van de typische plantensoorten van de habitattypen grijs duin en duindoornstruwelen, of deze plantensoorten kenmerkend dan wel exclusief voor het habitatype zijn, de status van de plantensoort op de (voorlopige) Rode Lijst Vaatplanten (Sparrius et al., 2014), de zeldzaamheid van de plantensoort (Sparrius et al., 2014) en de mate waarin deze plantensoorten momenteel voorkomen in de duingebieden van de AWD en NPZK, gebaseerd op de FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten ([www.verspreidingsatlas.nl](http://www.verspreidingsatlas.nl)).



**Tabel 3.1** Typische plantensoorten van het habitatype H2130-A (grijze duinen), dat als streefbeeld voor natuurverbinding Kennemerland is aangewezen.

Legenda categorie (bron: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl))

K = karakteristieke soort voor het habitatype

E = exclusieve soort voor het habitatype

Legenda status Rode Lijst (bron: Sparrius et al., 2014)

0 = niet bedreigd

1 = gevoelig

2 = kwetsbaar

3 = bedreigd

4 = ernstig bedreigd

5 = verdwenen uit Nederland

Legenda zeldzaamheid in Nederland (bron: Sparrius et al., 2014)

0 = algemeen voorkomend

1 = vrij zeldzaam

2 = zeldzaam

3 = zeer zeldzaam

4 = verdwenen

Legenda voorkomen duinen (bron: FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten)

- = de soort komt momenteel niet voor in de duingebieden van de AWD en NPZK

+ = de soort komt momenteel incidenteel voor in de duingebieden van de AWD en/of NPZK

++ = de soort komt momenteel (vrij) algemeen voor in de duingebieden van de AWD en/of NPZK

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Categorie	Status Rode Lijst	Zeldzaam- heid NL	Voorkomen duinen
Bitterkruidbremraap	<i>Orobancha picridis</i>	E	0	2	+
Blauwe bremraap	<i>Orobancha purpurea</i>	K	2	2	+
Bleek schildzaad	<i>Alyssum alyssoides</i>	K	4	3	-
Duinaveruit	<i>Artemisia campestris ssp. maritima</i>	K	2	2	+
Duinroos	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	K	0	1	+
Duinviooltje	<i>Viola curtisii</i>	K	0	2	++
Echt bitterkruid	<i>Picris hieracioides</i>	K	0	0	++
Gelobde maanvaren	<i>Botrychium lunaria</i>	K	3	2	+
Gevlekt zonneroosje	<i>Tuberaria guttata</i>	E	4	3	-
Glad parelzaad	<i>Lithospermum officinale</i>	K	0	2	+
Hondskruid	<i>Anacamptis pyramidalis</i>	K	0	2	+
Kegelsilene	<i>Silene conica</i>	K	0	2	+
Kleverige reigersbek	<i>Erodium lebelii</i>	K	3	2	++
Kruisbladgentiaan	<i>Gentiana cruciata</i>	E	1	3	+
Liggend bergvlas	<i>Thesium humifusum</i>	E	4	3	-
Liggende asperge	<i>Asparagus officinalis ssp. prostratus</i>	E	2	2	+
Nachtsilene	<i>Silene nutans</i>	E	0	2	+
Oorsilene	<i>Silene otites</i>	E	0	2	+
Ruw gierstgras	<i>Milium vernale</i>	E	0	2	+
Ruw vergeet-mij-nietje	<i>Myosotis ramosissima</i>	K	0	0	++
Walstrobremraap	<i>Orobancha caryophyllacea</i>	K	0	2	++
Welriekende salomonszegel	<i>Polygonatum odoratum</i>	K	0	2	++
Zanddoddegras	<i>Phleum arenarium</i>	K	0	1	++
Zandviooltje	<i>Viola rupestris</i>	E	0	2	+

**Tabel 3.2** Typische plantensoorten van het habitatype H2160 (duindoornstruwelen), dat als streefbeeld voor natuurverbinding Kennemerland is aangewezen. Zie tabel 3.1 voor de legenda.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Categorie	Status Rode Lijst	Zeldzaam- heid	Voorkomen
Egelantier	<i>Rosa rubiginosa</i>	K	0	0	++

### 3.2.2 Identificatie doelen

We identificeren doelen voor flora/vegetatie aan de hand van voor de twee geselecteerde habitattypen (1) typische plantensoorten, (2) kenmerkende vegetatietypen en (3) kenmerkende vegetatiestructuur.

Ad 1: Typische plantensoorten zijn ontleend aan de voor de habitattypen opgestelde profielen (zie: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)). Voor dit aspect zijn op basis van een expertoordeel doelen geformuleerd in termen van het aantal typische plantensoorten dat in de natuurverbinding wordt aangetroffen, respectievelijk 5, 10, 15 en 20 jaar na realisatie. Daarnaast is er een doelstelling uitgewerkt die zich richt op het tegengaan van exotische plantensoorten binnen de natuurverbinding.

Ad 2: Kenmerkende vegetatietypen zijn ontleend aan de voor de habitattypen opgestelde profielen (zie: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)). Er is in deze profielen onderscheid gemaakt tussen plantengemeenschappen die zelfstandige vegetaties van het habitatype zijn en plantengemeenschappen die alleen in mozaïek met deze zelfstandige vegetaties binnen het habitatype voorkomen (tabel 3.3). Dit betreft zowel duidelijk omschreven associaties van plantengemeenschappen als rompgemeenschappen. In geval van de rompgemeenschappen ontbreken er meestal kenmerkende soorten en/of is een algemene soort dominant. Voor dit aspect zijn op basis van een expertoordeel doelen geformuleerd in termen van het percentage oppervlak van de natuurverbinding dat bedekt is met (a) zelfstandige vegetaties van het habitatype, (b) vegetaties die alleen in mozaïek met de zelfstandige vegetaties voorkomen en (c) rompgemeenschappen, respectievelijk 5, 10, 15 en 20 jaar na realisatie.

Ad 3: De kalkrijke duingraslanden worden gekenmerkt door lage, soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Plaatselijk komen stuifplekken voor of zijn hoger opgaande begroeiingen met Duinroos (*Rosa pimpinellifolia*), Wilde liguster (*Ligustrum vulgare*) of Kruipwilg (*Salix repens*) aanwezig. De duindoornstruwelen worden gekenmerkt door hoge, matig soortenrijke begroeiingen met dominantie van struiken. Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) is hier meestal de dominante soort, maar ook andere struweelsoorten kunnen met hoge bedekkingen voorkomen, zoals Gewone vlier (*Sambucus nigra*), Wilde liguster en Eenstijlige meidoorn (*Crataegus monogyna*). Met deze structuurkenmerken voor beide habitattypen als uitgangspunt zijn op basis van een expertoordeel doelen geformuleerd in termen van (a) de gemiddelde hoogte van de vegetatie, (b) de minimale bedekking door grassen en kruiden, (c) de minimale bedekking door mossen korstmossen, (d) de maximale bedekking door struikvormers en (e) de maximale omvang van open zand. Hierbij is gebruikgemaakt van algemene voor de betreffende habitattypen beschreven structuurkenmerken (zie: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)) en meer specifieke structuurkenmerken, die in de duingraslanden en duindoornstruwelen binnen de AWD zijn aangetroffen (zie: Van Til & Mourik, 1999) en die voor natuurverbinding Kennemerland als goede referentie worden gezien.

**Tabel 3.3** Vegetatietypen van de habitattypen die als streefbeeld voor natuurverbinding Kennemerland zijn aangewezen (bron: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)). Codering en naamgeving vegetatietypen conform Schaminée et al. (1996). Legenda: Z = zelfstandige vegetaties van het habitatype; M = alleen in mozaïek met de zelfstandige vegetaties van het habitatype.

Habitatype	Vegetatietype Code	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Categorie
H2130-A	14Bb2b	Duin-Struisgras-associatie (subassociatie met Klaver)	<i>Festuco-Galietum veri trifolietosum</i>	M
	14Ca1	Duinsterretjes-associatie	<i>Phleo-Tortuletum ruraliformis</i>	Z
	14Ca2	Kegelsilene-associatie	<i>Sileno-Tortuletum ruraliformis</i>	Z
	14Ca3	Associatie van Oranjesteeltje en Langkapselsterretje	<i>Tortello-Bryoerythrophylletum</i>	Z
	14Cb1	Duin-Paardenbloem-associatie	<i>Taraxaco-Galietum veri</i>	Z
	14Cb2	Associatie van Wondklaver en Nachtsilene	<i>Anthyllido-Silenetum</i>	Z
	14-RG10- [14Cb]	Rompgemeenschap met Kruipwilg van het Verbond der droge, kalkrijke duingraslanden	<i>RG Salix repens- [Polygalo-Koelerion]</i>	M
	14-RG11- [14Cb]	Rompgemeenschap met Duinroosje van het Verbond der droge, kalkrijke duingraslanden	<i>RG Rosa pimpinellifolia- [Polygalo-Koelerion]</i>	Z
	14-RG3- [14]	Rompgemeenschap met Gewoon gaffeltandmos van de Klasse der droge graslanden op zandgrond	<i>RG Dicranum scoparium- [Koelerio-Corynephoretea]</i>	M
	17Aa2	Associatie van Parelzaad en Salomonszegel	<i>Polygonato-Lithospermetum</i>	Z
	20Ab4	Associatie van Wintergroen en Kruipwilg	<i>Pyrolo-Salicetum</i>	M
	23-RG1- [23/14]	Rompgemeenschap met Helm en Zandzegge van de Helm- klasse/de Klasse der droge graslanden op zandgrond	<i>RG Ammophila arenaria-Carex arenaria- [Ammophiletea/Koelerio- Corynephoretea]</i>	M
	31Ab1c	Associatie van Kleine Brandnetel (subassociatie met Kromhals)	<i>Urtico-Malvetum neglectae lycopsietosum</i>	M
	31Ba1	Slangekruid-associatie	<i>Echio-Verbascetum</i>	M
	SBB-14-h	Rompgemeenschap Bitterkruid- [Klasse der droge graslanden op zandgrond]	<i>RG Picris hieracioides- [Koelerio-Corynephoretea]</i>	Z
H2160	37Ac1	Associatie van Duindoorn en Vlier	<i>Hippophao-Sambucetum</i>	Z
	37Ac2	Associatie van Duindoorn en Liguster	<i>Hippophao-Ligustretum</i>	Z
	37Ac3	Associatie van Wegedoorn en Eenstijlige meidoorn	<i>Rhamno-Crataegetum</i>	Z
	37-RG1- [37Ac/23Ab]	Rompgemeenschap met Duindoorn en Zeemelkdistel van het Liguster-verbond/het Helm- verbond	<i>RG Hippophae rhamnoides- Sonchus arvensis- [Berberidion vulgaris/Ammophilion arenariae]</i>	Z
	37-RG2- [37Ac/14Ca]	Rompgemeenschap met Duindoorn en Korstmos van het Ligusterverbond/het Duinsterretjes-verbond	<i>RG Hippophae rhamnoides- Cladonia- [Berberidion vulgaris/Tortulo- Koelerion]</i>	Z
	37-RG3- [37Ac/14Cb]	Rompgemeenschap met Duindoorn en Duinriet van het Ligusterverbond/het Verbond der droge, kalkrijke duingraslanden	<i>RG Hippophae rhamnoides- Calamagrostis epigejos- [Berberidion vulgaris/Polygalo- Koelerion]</i>	Z

### 3.3 Doelsoorten

Het streefbeeld voor de natuurverbinding bestaat uit de ontwikkeling van duingraslanden ('grijze duinen'; habitatype H2130) en duindoornstruwelen (habitatype H2160). Binnen natuurverbinding Kennemerland betreft het voor grijs duin het subtype van *kalkrijke* duingraslanden (habitatype H2130-A). Wat de flora betreft, zijn er 24 plantensoorten als typische soort aangewezen voor habitatype H2130-A (tabel 3.1) en 1 plantensoort voor habitatype H2160 (tabel 3.2). Van deze typische plantensoorten – 25 in totaal – zijn er 8 geselecteerd als doelsoort voor de natuurverbinding. Dit betreft Duinviooltje, Echt bitterkruid, Kleverige reigersbek, Ruw vergeet-mij-nietje, Walstrobremraap, Welriekende salomonszegel, Zanddoddegras en Egelantier. De overige soorten zijn niet geselecteerd, omdat deze momenteel niet of slechts (zeer) incidenteel voorkomen in de duingebieden van de AWD en/of NPZK.

### 3.4 Doelen

#### 3.4.1 Typische plantensoorten

**Doel 1:** Het aantal typische plantensoorten volgt de volgende trend na realisatie van natuurverbinding Kennemerland:

		na 5 jaar	na 10 jaar	na 15 jaar	na 20 jaar
Habitatype H2130-A	Kalkrijke duingraslanden	0	≥1	≥3	≥5
Habitatype H2160	Duindoornstruwelen	0	1	1	1

**Doel 2:** Er komen geen exotische plantensoorten binnen de natuurverbinding voor, zoals Vaste lupine (*Lupinus polyphyllus*) en Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*).

#### 3.4.2 Kenmerkende vegetatietypen

**Doel 3:** Het percentage oppervlak van de natuurverbinding dat bedekt is met goed ontwikkelde zelfstandige vegetaties van de habitatypen (zie tabel 3.3), volgt de volgende trend na realisatie van natuurverbinding Kennemerland:

		na 5 jaar	na 10 jaar	na 15 jaar	na 20 jaar
Habitatype H2130-A	Kalkrijke duingraslanden	10%	25%	40%	55%
Habitatype H2160	Duindoornstruwelen	10%	15%	20%	25%

**Doel 4:** Het percentage oppervlak van de natuurverbinding dat bedekt is met goed ontwikkelde vegetaties die alleen in mozaïek met de zelfstandige vegetaties van de habitatypen voorkomen (zie tabel 3.3), volgt de volgende trend na realisatie van natuurverbinding Kennemerland:

		na 5 jaar	na 10 jaar	na 15 jaar	na 20 jaar
Habitatype H2130-A	Kalkrijke duingraslanden	5%	10%	15%	20%
Habitatype H2160	Duindoornstruwelen	0%	0%	0%	0%

**Doel 5:** Rompgemeenschappen maken na 20 jaar maximaal 25% van het areaal van het habitatype in de natuurverbinding uit.

---

### 3.4.3 Kenmerkende vegetatiestructuur

Voor de kalkrijke duingraslanden geldt:

Doel 6a: De vegetatie is gemiddeld niet hoger dan 0,5 m.

Doel 7a: De minimale bedekking door grassen en kruiden is 35%.

Doel 8a: De minimale bedekking door mossen korstmossen is 35%.

Doel 9a: De maximale bedekking door struikvormers is 25%

Doel 10a: De maximale omvang van open zand/stuifplekken is 10%.

Voor de duindoornstruwelen geldt:

Doel 6b: De vegetatie is gemiddeld niet hoger dan 2 m.

Doel 7b: De minimale bedekking door grassen en kruiden is 10%.

Doel 8b: De minimale bedekking door mossen korstmossen is 10%.

Doel 9b: De maximale bedekking door struikvormers is 90%.

Doel 10b: De maximale omvang van open zand/stuifplekken is 0%.

---

## 4 Toetsingskader fauna: doelsoorten en doelen

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk richten we ons allereerst op de vraag wat de faunistische doelsoorten zijn voor natuurverbinding Kennemerland. Vervolgens verkennen we welke concrete, toetsbare doelen kunnen worden gesteld, in relatie tot de fauna. Hierbij maken we onderscheid tussen doelen voor het gebruik van de natuurverbinding en doelen die samenhangen met de effectiviteit van de natuurverbinding, inclusief de drie natuurbruggen. Deze laatste stap is van belang, omdat duidelijk omschreven doelsoorten en heldere doelen onmisbaar zijn om het gebruik en de effectiviteit van de natuurverbinding te kunnen evalueren. We beschrijven de doelen hier dan ook conform de 'SMART'-methodiek, waarbij de doelen Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden zijn geformuleerd.

De faunistische doelsoorten en bijbehorende doelen vormen samen het toetsingskader voor de monitoring van de fauna in natuurverbinding Kennemerland. Hierdoor zal de monitoring kunnen resulteren in duidelijke uitspraken over de mate waarin de vooraf beschreven doelen voor de natuurverbinding zijn behaald.

### 4.2 Werkwijze

#### 4.2.1 Identificatie doelsoorten

Voor de identificatie van de faunistische doelsoorten voor de natuurverbinding verkennen we (1) welke diersoorten als 'typische soort' zijn aangeduid voor de habitattypen die zijn geselecteerd als streefbeeld voor de natuurverbinding (bron: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)), (2) welke diersoorten als doelsoort voor de natuurverbinding, of een deel daarvan, zijn aangewezen in de diverse planstudie- en monitoringsrapporten en (3) welke van deze diersoorten actueel voorkomen in het duingebied.

Ad 1: Typische diersoorten zijn ontleend aan de voor de habitattypen opgestelde profielen (zie: [www.synbiosys.alterra.nl](http://www.synbiosys.alterra.nl)).

Ad 2: Concreet richten we ons hier op de volgende rapportages:

- **Natuurbrug Zandpoort – Flora- en faunapassage over de Zandvoortselaan: Nota van Uitgangspunten** (Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort, 2010)

In deze nota zijn de uitgangspunten en een aantal eisen beschreven voor het ontwerp van de natuurbrug over de Zandvoortselaan. Onderdeel daarvan vormde het identificeren van doelsoorten die gebruik moeten kunnen maken van de natuurbrug en waarop het ontwerp van de voorziening is afgestemd. Het gaat hier om diersoorten die leven in de geselecteerde habitattypen kalkrijke duingraslanden en duindoornstruweel. Hierbij zijn primair soorten geselecteerd die een Rode Lijst-status hebben, aangevuld met diersoorten die voorkomen in de soortenlijst van de door het Ministerie van LNV ontwikkelde leefgebiedenbenadering. Ook het huidige voorkomen van de diersoorten is in de analyse betrokken. Naast de doelsoorten zijn ook zogenoemde 'medegebruikers' aangewezen. Dit zijn diersoorten waarmee in het ontwerp van de natuurbrug niet expliciet rekening is gehouden, maar die de natuurbrug naar verwachting wel kunnen gebruiken en dus voordeel zullen hebben van de maatregel. Deze medegebruikers blijven hier verder buiten beschouwing.

- **Planstudie MJPO cluster II – Uitgangspunten variantenstudie knelpunt Zandvoort (NH12)** (Grontmij, 2012)

In deze notitie zijn, in opdracht van ProRail, de uitgangspunten voor een variantenstudie beschreven

voor ontsnipperende maatregelen bij de spoorlijn Haarlem-Zandvoort, i.e. MJPO-knelpunt NH-12. Onderdeel hiervan is de identificatie van de doelsoorten. Hiervoor zijn de voor Natuurbrug Zandpoort aangewezen doelsoorten (zie Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort 2010) als vertrekpunt genomen. Tijdens een locatiebezoek en werksessies met de verschillende stakeholders is vervolgens onderzocht of de spoorlijn een (potentiële) barrière vormt voor deze soorten of dat de verwachting is dat de soorten er geen hinder van ondervinden. Tevens is onderzocht of er nog andere soorten zijn die als doelsoort moeten worden toegevoegd, bijvoorbeeld uit oogpunt van verkeersveiligheid en/of het voorkómen van verstoringen van het treinverkeer.

- **Monitoringplan Natuurbrug Zandpoort 2014-2018** (Van der Spek et al., 2013)

In dit monitoringplan voor Natuurbrug Zandpoort zijn naast de in de Nota van Uitgangspunten (Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort 2010) opgenomen doelsoorten nog enkele andere doelsoorten aangewezen. Dit betreft enerzijds een aantal soorten die karakteristiek zijn geacht voor de na te streven habitattypen (duingraslanden en duindoornstruweel), zoals Kleine parelmoervlinder en Duinsabelsprinkhaan. Anderzijds betreft het soorten die relevant zijn geacht voor het beheer van de duingebieden aan weerszijden van de natuurbrug, zoals Ree. Het plan benadrukt dat de doelsoorten wellicht wel als 'ambassadeurs' moeten worden gezien, maar dat de natuurverbinding de gehele levensgemeenschap, inclusief de minder bekende of minder aabare soorten, moet faciliteren.

In bovengenoemde rapportages verschilt de gebruikte methodiek voor het aanwijzen van doelsoorten enigszins en daarmee ook de uitkomst. Er is geen aparte rapportage opgesteld met doelsoorten voor Natuurbrug Zeepoort. In de planfase is als uitgangspunt genomen dat de doelsoorten voor deze natuurbrug identiek zijn aan die van Natuurbrug Zandpoort (D. Groenendijk, PWN, persoonlijke communicatie).

Ad 3: Het actueel voorkomen van de diersoorten in de duingebieden van de AWD en NPZK is verkend op basis van de bij [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl) geregistreerde waarnemingen in de periode 1-1 2008 t/m 1-3 2018.

Om tot een definitieve lijst van doelsoorten voor de natuurverbinding als geheel te komen, is hier als beslisregel gebruikt:

- *Doelsoorten voor de natuurverbinding zijn alle diersoorten die als typische soort voor de habitattypen van de natuurverbinding zijn aangemerkt of die in minimaal één beleids-, onderzoeks- of monitoringsrapport als doelsoort voor de natuurverbinding zijn aangewezen, en de soort momenteel in het duingebied van de AWD en/of de NPZK voorkomt.*

#### 4.2.2 Identificatie doelen

Bij de identificatie van concrete doelen voor de geselecteerde doelsoorten voor de natuurverbinding zijn de volgende stappen gevolgd:

##### **Stap 1: Vaststellen welke versnipperingsproblemen de doelsoorten ervaren**

Om per doelsoort voor de natuurverbinding doelen voor ontsnippering te kunnen stellen, is het nodig om eerst de problemen die de doelsoorten als gevolg van de drie infrastructurele barrières naar verwachting ervaren, in beeld te brengen. Omdat empirisch onderzoek naar de effecten van de Zandvoortselaan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Bloemendaalse Zeeweg op de fauna van de omliggende natuurgebieden ontbreekt, kiezen we hier voor een generieke methode, zoals beschreven door Van der Grift et al. (2009). Gezien de scope van dit onderzoek beperken we ons daarbij tot de problemen die met ontsnipperende maatregelen kunnen worden weggenomen, dus: (1) sterfte van fauna als gevolg van aanrijdingen en (2) de barrièrewerking van de infrastructuur. Indirect gaat de aandacht daarmee ook uit naar het tegengaan van verlies aan levensvatbaarheid van de populaties, omdat dit gerelateerd is aan onnatuurlijke sterfte in het verkeer en de mogelijkheden voor dieren om vrijelijk door het landschap te bewegen.

Door Van der Grift et al. (2009) is per versnipperingprobleem en per type infrastructuur aan de hand van een vaste set beslisregels vastgesteld of een soort een versnipperingsprobleem ervaart of niet (zie

bijlage 1 en 2). De beslisregels zijn daarbij gerangschikt van een sterke naar zwakke bewijsvoering dat de soort het probleem daadwerkelijk ervaart. Zo is bijvoorbeeld bewijs uit empirisch onderzoek sterker geacht dan bewijs in de vorm van een expertinschatting. Per soort kunnen meer beslisregels van toepassing zijn. Zo kan het probleem van aanrijdingen zowel in Nederland als in het buitenland zijn vastgesteld. Dit maakt de bewijskracht dat de soort het specifieke versnipperingprobleem ervaart, sterker. Wanneer op basis van de literatuur en databestanden geen bewijzen zijn gevonden dat een soort een versnipperingprobleem ondervindt of geen bewijzen zijn gevonden dat een soort een versnipperingprobleem *niet* ondervindt, is hier door de onderzoekers een expertinschatting gemaakt van de kans dat de betreffende soort het probleem ervaart. Deze beslisregels op basis van een expertinschatting staan onder aan de rangschikking en zijn dan ook als zwakste bewijsvoering gezien (Van der Grift et al., 2009).

In deze generieke analyse is uitgegaan van een 'standaard' dwarsprofiel voor de infrastructuur, i.e. geen fauna-kerende rasters, geluidschermen of andere bijzondere obstakels. De situatie bij de drie barrières in natuurverbinding Kennemerland kan hiervan echter verschillen, of juist als gevolg van de uitgevoerde ontsnipperende maatregelen van dit standaard dwarsprofiel afwijken. Bijvoorbeeld als de aanleg van fauna-kerende rasters deel uitmaakt van de ontsnippering, wat binnen natuurverbinding Kennemerland het geval is. De eerder gemaakte generieke inschattingen welke versnipperingsproblemen de doelsoorten ervaren zijn hier daarom getoetst aan de lokale situatie en zo nodig aangepast. Voor doelsoorten die niet in de studie van Van der Grift et al. (2009) zijn betrokken, is op vergelijkbare wijze een expertoordeel gebruikt om in te schatten of deze soorten de versnipperingsproblemen 'sterfte door aanrijdingen' en 'barrièrewerking' ervaren of niet.

## **Stap 2: Identificatie doelen voor ontsnippering per versnipperingsprobleem**

Per versnipperingsprobleem zijn een of meer doelen te onderscheiden die aangrijpen op een specifieke ecologische functie die natuurverbindingen in potentie kunnen vervullen. Of deze doelen ook binnen natuurverbinding Kennemerland een rol spelen, hangt af van de doelsoorten en de lokale situatie. De potentiële ecologische doelen, per versnipperingsprobleem, zijn:

### *Versnipperingsprobleem: Sterfte als gevolg van aanrijdingen*

- **Doel S1: Reduceren onnatuurlijke sterfte als gevolg van aanrijdingen**

De natuurverbinding reduceert het aantal faunaslachtoffers als gevolg van aanrijdingen met het weg- of treinverkeer. Dit vergroot de kans op een duurzaam voortbestaan van vooral kwetsbare (relatief kleine) populaties. Ook neemt de verkeersveiligheid toe en kan economische schade (o.a. schade aan voertuigen/treinen) en persoonlijk letsel worden voorkomen.

### *Versnipperingsprobleem: Barrièrewerking van de infrastructuur*

- **Doel B1: Vergroten geschiktheid bestaande leefgebieden**

De natuurverbinding versterkt de kwaliteit van het leefgebied doordat na aanleg beter aan de eisen van een doelsoort kan worden voldaan. Die eisen kunnen te maken hebben met de beschikbaarheid van voedsel, water, rust, beschutting, ruimte etc. Wanneer aan die eisen in toenemende mate wordt voldaan, neemt de fitness van de individuen toe, wat kan leiden tot een toename van de populatieomvang.

- **Doel B2: Faciliteren kolonisatie nieuwe leefgebieden**

De natuurverbinding bevordert de kolonisatie van nieuwe leefgebieden. Soorten die nu aan slechts één kant van een infrastructurele barrière voorkomen, worden door de maatregelen in staat gesteld om geschikte leefgebieden aan de andere kant te bereiken.

- **Doel B3: Herstellen natuurlijke processen**

De natuurverbinding vergroot de kansen voor het herstel van natuurlijke processen en ecosystemen. Natuurlijke processen die samenhangen met bewegingen van dieren door het landschap, zoals begrazing en zaadverspreiding (zoöchorie), zijn veelal verstoord door de geïsoleerde ligging van veel natuurgebieden en de aanwezigheid van infrastructurele barrières. Door het koppelen van geschikte leefgebieden ontstaat weer meer ruimte voor heterogeniteit in terreingebruik. Dit leidt op termijn tot



---

een grotere ecologische differentiatie in een gebied. Tevens ontbreken in veel natuurgebieden soorten als gevolg van de versnippering, waardoor ecosystemen 'incompleet' zijn. Dit kan ecosystemen doen degraderen of verdwijnen, vooral wanneer het soorten betreft die in sterke mate bepalend zijn voor de vorming en het voortbestaan van het ecosysteem.

- *Doel B4: Vergroten levensvatbaarheid populaties*

De natuurverbinding vergroot de omvang van bestaande (lokale) populaties. Dit is een gevolg van de kolonisatie van nieuwe leefgebieden of doordat van elkaar gescheiden populaties aan weerszijden van de infrastructurele barrière één (meta)populatie gaan vormen. Dit vergroot de kans op het duurzaam voortbestaan van populaties, omdat aantalsfluctuaties in de populaties als gevolg van milieufactoren (droogte, extreme neerslag, ziekte) en/of als gevolg van toevallige schommelingen in de populatiegrootte beter kunnen worden gebufferd.

- *Doel B5: Faciliteren genetische uitwisseling*

De natuurverbinding brengt uitwisseling van individuen tussen de (lokale) populaties aan weerszijden van de infrastructurele barrière tot stand, waardoor genetische uitwisseling plaatsvindt. Dit vergroot de genetische variatie in de populatie en verkleint de kans op inteeltverschijnselen. Hierdoor nemen de fitness en het adaptatievermogen van populaties toe, met als gevolg dat populaties (sneller) in omvang toenemen en beter kunnen reageren op veranderingen in hun omgeving.

- *Doel B6: Faciliteren verschuivingen in areaalgrenzen van soorten*

De natuurverbinding faciliteert potentiële verschuivingen in areaalgrenzen van soorten als gevolg van klimaatverandering of andere (grootschalige) calamiteiten, zoals brand en plantenziekten. Individen en lokale populaties kunnen dan dus 'ontsnappen', waarmee de overlevingskansen toenemen.

### **Stap 3: Toekennen van de doelen aan de doelsoorten**

De bij stap 2 geïdentificeerde potentiële doelen zijn op basis van een set beslisregels al dan niet toegekend aan de doelsoorten. Dit is voor iedere infrastructurele barrière apart uitgewerkt. Het betreft de volgende beslisregels:

#### *Versnipperingsprobleem: Sterfte als gevolg van aanrijdingen*

Voor alle doelsoorten die naar verwachting het versnipperingsprobleem 'sterfte door aanrijdingen' ervaren (zie stap 1), geldt:

- Doel S1; ongeacht of er voor de betreffende infrastructurele barrière bestaande registraties van faunaslachtoffers van de doelsoort zijn.

#### *Versnipperingsprobleem: Barrièrewerking van de infrastructuur*

Voor alle doelsoorten die naar verwachting het versnipperingsprobleem 'barrièrewerking' ervaren (zie stap 1) – of dit gaan ervaren nadat maatregelen om onnatuurlijke sterfte te voorkomen zijn genomen –, geldt:

- Doel B1; indien de doelsoort een oppervlaktebehoefte heeft van >1 ha per reproductieve eenheid (RE)<sup>3</sup>.
- Doel B2; indien de doelsoort momenteel aan slechts één kant van de infrastructurele barrière voorkomt of momenteel aan weerszijden van de infrastructurele barrière ontbreekt.
- Doel B3; indien de doelsoort in sterke mate bepalend is voor de vorming en het voortbestaan van het ecosysteem door begrazing (herbivoren) of predatie (carnivoren).
- Doel B4; indien de omvang van het (potentieel) leefgebied van de doelsoort ten noorden en/of ten zuiden van de infrastructurele barrière onvoldoende groot is voor een levensvatbare populatie.<sup>4</sup>
- Doel B5; indien de populaties van de doelsoort ten noorden en zuiden van de infrastructurele barrière momenteel naar verwachting genetische verschillen vertonen en/of genetisch verarmd zijn als gevolg van de duur van isolatie.

---

<sup>3</sup> Een 'reproductieve eenheid' is het minimum aantal dieren dat voor voortplanting kan zorgen; in veel gevallen is dat een mannelijk en vrouwelijk dier (een paar), maar in sommige gevallen is het een sociale groep van meer dan twee dieren.

<sup>4</sup> Hierbij is uitgegaan van de volgende oppervlakten duingrasland/duindoornstruweel: Kennemerduinen, circa 400/200 ha; Het Kraansvlak e.o., circa 250/100 ha, De Koningshof e.o., circa 50/50 ha, AWD, circa 540/550 ha.

- Doel B6: indien de doelsoort weinig mobiel is (dispersiecapaciteit  $\leq 5$  km) en relatief sterk gebonden aan zijn voorkeurs habitat.

De homerange-groottes (doel B1), drempelwaarden voor de grootte van een leefgebied waarin plaats is voor een levensvatbare populatie (doel B4) en dispersiecapaciteit van de doelsoorten (doel B6), zijn ontleend aan de LARCH-database (Alterra, ongepubliceerde gegevens; zie bijlage 3). Gegevens over de verspreiding van soorten (doel B2) zijn ontleend aan Van der Grift et al. (2009), aangevuld met gegevens van [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl) (d.d. 1-1 2008 t/m 1-3 2018; zie bijlage 4). Verwachtingen met betrekking tot genetische verschillen (doel B5) betreffen een expertinschatting.

#### Stap 4: Het SMART maken van de doelen voor het gebruik van de natuurverbinding

De manier waarop de diersoorten een natuurverbinding gebruiken, verschilt. Wat dit betreft, kunnen de doelsoorten grofweg in twee groepen worden ingedeeld: (1) soorten die de natuurverbinding gebruiken als *migratie-corridor* en (2) soorten die de natuurverbinding gebruiken als *leefgebied-corridor*.

##### Migratie-corridor

Ingeval de natuurverbinding een *migratie-corridor* is, is de soort in staat om de natuurverbinding binnen korte tijd in één keer te passeren, bijvoorbeeld tijdens dagelijkse bewegingen binnen het territorium, tijdens seizoenmigraties tussen verschillende delen van het leefgebied of tijdens dispersie (verbreiding) naar andere leefgebieden. Het zijn vooral de (mobiele) middelgrote en grote zoogdieren die natuurverbindingen gebruiken als migratie-corridor. Maar ook amfibieën tijdens de voorjaars trek vallen in deze groep. De eisen die deze soorten stellen aan een natuurverbinding, hangen vooral samen met de fysieke ruimte die nodig is om te passeren en het gedrag van de soort.

De SMART-doelen voor deze soorten zijn geformuleerd in termen van *passagefrequenties* ter plekke van de 'flessenhalzen' in de natuurverbinding: de natuurbruggen (zie ook Van der Grift & Van der Ree, 2015). De gewenste passagefrequentie van een doelsoort op een natuurbrug is ontleend aan de doelen die samenhangen met het opheffen van de barrièrewerking van de infrastructuur (doelen B1-B6) die aan de doelsoort zijn toegekend. In een eerste stap zijn deze doelen op basis van een expertoordeel 'vertaald' naar gewenste passagefrequenties (tabel 4.1). Ingeval aan een doelsoort één doel is toegekend, is de bij dit doel horende passagefrequentie gebruikt voor het formuleren van een SMART-doel. Ingeval aan een doelsoort meer dan één doel is toegekend, is de meest kritische passagefrequentie gebruikt voor het formuleren van een SMART-doel. De gewenste passagefrequenties zijn gemiddelden voor de periode van het jaar dat de soort actief is. Indien er grote verschillen zijn in gewenste passagefrequenties tussen verschillende perioden in het jaar, bijvoorbeeld als gevolg van seizoensgebonden migratie, dan is dit betrokken in de formulering van het doel. Omdat het hier mobiele soorten betreft die minder afhankelijk zijn van een goed ontwikkelde habitat, is als tijdschijf voor het bereiken van het gewenste gebruik drie jaar na realisatie van de natuurverbinding genomen.

**Tabel 4.1** Gewenste passagefrequenties per doel voor ontsnippering dat samenhangt met het opheffen van de barrièrewerking van de infrastructuur. Legenda: I = incidenteel (enkele keren per jaar); R = regelmatig (enkele keren per week); F = frequent (nagenoeg dagelijks).

Doel	Gewenste passagefrequentie
B1: Vergroten geschiktheid bestaande leefgebieden	F
B2: Faciliteren kolonisatie nieuwe leefgebieden	I
B3: Herstellen natuurlijke processen	R
B4: Vergroten levensvatbaarheid populaties	R
B5: Faciliteren genetische uitwisseling	I
B6: Faciliteren verschuivingen in arealgrenzen van soorten	I

##### Leefgebied-corridor

Ingeval de natuurverbinding een *leefgebied-corridor* is, is de soort niet in staat de natuurverbinding binnen korte tijd helemaal te passeren. De natuurverbinding moet de soort geschikt leefgebied bieden,

---

omdat een passage langere tijd in beslag neemt en zich soms zelfs over meerdere generaties kan uitstrekken. Het zijn vooral de (weinig mobiele) kleine zoogdieren, reptielen, amfibieën en bodembewonende insecten en andere ongewervelden die een natuurverbinding gebruiken als leefgebied-corridor. De eisen die deze soorten stellen aan de natuurverbinding hangen vooral samen met de fysieke ruimte die nodig is om de gewenste biotoop te creëren en deze duurzaam binnen de natuurverbinding te kunnen handhaven.

De SMART-doelen voor deze soorten zijn geformuleerd in termen van *relatieve dichtheden* ter plekke van de 'flessenhalzen' in de natuurverbinding: de natuurbruggen (zie ook Van der Grift & Van der Ree, 2015). De gewenste relatieve dichtheid van de doelsoort op een natuurbrug wordt daarbij afgezet tegen de relatieve dichtheid van de soort op referentieplekken in de duingebieden rondom de natuurverbinding (zie voor meer details hoofdstuk 6). De gewenste relatieve dichtheden zijn gemiddelden voor de periode van het jaar dat de soort actief is. Er zijn hier alleen ontsnipperingsdoelen geformuleerd voor doelsoorten die naar verwachting het versnipperingsprobleem 'barrièrewerking' ervaren. Omdat het hier soorten betreft die een goed ontwikkelde habitat nodig hebben, is als tijdshorizon voor het bereiken van het gewenste gebruik tien jaar na realisatie van de natuurverbinding genomen.

### **Stap 5: Het SMART maken van de doelen voor de effectiviteit van de natuurverbinding**

De monitoring van de natuurbruggen richt zich hier op het kwantificeren van de mate waarin de door de infrastructurele barrières veroorzaakte versnipperingsproblemen zijn gemitigeerd. Wanneer deze gekwantificeerde effecten worden afgezet tegen vooraf vastgestelde doelen kan de effectiviteit van de maatregelen – hoe succesvol is de mitigatie – worden bepaald (zie ook Van der Grift et al., 2015). Deze monitoring richt zich binnen de scope van dit onderzoek op twee problemen van versnippering: (1) sterfte door aanrijdingen en (2) barrièrewerking.

#### *Sterfte door aanrijdingen*

De SMART-doelen voor dit aspect zijn geformuleerd in termen van *percentage reductie van het aantal faunaslachtoffers*.

- *We gebruiken hier een streefpercentage voor de reductie van het aantal faunaslachtoffers van minimaal 90%. Hoewel bij voorkeur 100% van de aanrijdingen met fauna wordt voorkomen, achten wij dat geen realistisch doel. Er blijft immers altijd een kans dat dieren een raster weten te passeren en op de infrastructuur terecht komen.*

Bij het SMART maken van de doelen zijn twee typen referenties gebruikt: (1) het gemiddeld aantal faunaslachtoffers per jaar voordat de mitigatie was geïnstalleerd en (2) het gemiddeld aantal faunaslachtoffers per jaar op vergelijkbare, maar nog niet gemitigeerde plekken langs dezelfde infrastructuur. Het eerste type referentie heeft de voorkeur. Hierbij wordt immers de situatie op dezelfde plek, voor en na de ingreep, vergeleken. In geval van het tweede type referentie bestaat de kans dat de niet-gemitigeerde plek toch enigszins afwijkt van de gemitigeerde plek. Het gebruik van het eerste type referentie is afhankelijk van de beschikbaarheid van historische gegevens van faunaslachtoffers. De natuurbruggen zijn immers inmiddels gerealiseerd en monitoring van de ongemitigeerde situatie is nu dus niet meer mogelijk. Het gebruik van het tweede type referentie is afhankelijk van de beschikbaarheid van nog niet gemitigeerde plekken. Ingeval beide typen referenties voor een soort ontbreken, is op basis van een expertoordeel het SMART-doel geformuleerd in termen van *maximaal aantal faunaslachtoffers per jaar*.

Sommige doelsoorten hebben naar verwachting geen baat bij de gerealiseerde mitigerende maatregelen wat betreft het reduceren van aanrijdingen. Dit betreft soorten die niet door de fauna-kerende rasters worden tegengehouden. Voor deze doelsoorten zijn geen doelen voor het reduceren van sterfte door aanrijdingen geformuleerd. Omdat de mitigerende maatregelen naar verwachting snel effect hebben op het aantal faunaslachtoffers, is hier als tijdshorizon voor het bereiken van de gewenste effectiviteit twee jaar na realisatie van de natuurverbinding genomen.

### *Doelsoorten die de natuurverbinding als migratie-corridor gebruiken*

De SMART-doelen voor het aspect barrièrewerking zijn voor doelsoorten die de natuurverbinding als migratie-corridor gebruiken, geformuleerd in termen van gewenste *passagefrequenties*. Idealiter wordt hierbij de situatie vóór de aanleg van de infrastructurele barrière als referentie gebruikt. Dat is hier echter niet mogelijk, omdat de drie barrières er al vele jaren liggen. We maken daarom gebruik van twee alternatieve referenties, hoewel deze wel hun beperkingen kennen in het kwantificeren van de mate waarin de barrièrewerking is opgeheven.

Het eerste alternatief zijn referentiemetingen op vergelijkbare, maar nog niet gemitigeerde plekken langs dezelfde infrastructuur. Met dergelijke referentiemetingen kan worden bepaald hoeveel beter – in termen van passagefrequentie – de gemitigeerde situatie is ten opzichte van de situatie zonder maatregelen. Er kan echter niet worden vastgesteld of deze verbetering vergelijkbaar is met de situatie voordat de infrastructuur was aangelegd. Om tot een SMART-doel voor een doelsoort te komen, is per doelsoort op basis van een expertoordeel de mate van barrièrewerking door de infrastructuur geschat. Hierbij is het gedrag van de diersoorten in aanmerking genomen, dus in welke mate wordt verwacht dat een soort de infrastructuur wel of niet nadert en betreedt. De SMART-doelen zijn vervolgens bepaald door het omzetten van deze schattingen in een *percentage toename van de passagefrequenties*.

Het tweede alternatief zijn referentiemetingen in de duingebieden rondom de natuurverbinding. Deze referentiemetingen kunnen worden gezien als een 'reconstructie' van de situatie vóór de aanleg van de infrastructuur. Precies vergelijkbaar met de situatie vóór de aanleg van de infrastructuur zijn deze referenties echter nooit, omdat de infrastructuur en ook de mitigatie in veel gevallen invloed hebben op de populatiedichtheden en het habitatgebruik van de doelsoorten. Bij gebruik van dit type referentie kan de *minimaal verwachte passagefrequentie* (MVPF) worden bepaald, conform de methode van Van der Grift & Van der Ree (2015).

Er is sprake van 'stuwing' als een soort vaker passeert dan de MVPF; de soort passeert in dat geval de natuurbrug gemiddeld vaker dan een willekeurige plek in vergelijkbaar habitat rondom de natuurverbinding. Er is sprake van 'vermijding' als een soort minder vaak passeert dan de MVPF; de soort passeert in dat geval de natuurbrug gemiddeld minder vaak dan een willekeurige plek in een vergelijkbare habitat rondom de natuurverbinding. Een natuurbrug heeft nooit als doel om alleen de barrièrewerking op te heffen voor de breedte van de brug; het streven is om ook soorten die op enige afstand van de natuurbrug de infrastructuur bereiken naar de natuurbrug te geleiden en daar veilig te laten oversteken. Om tot een SMART-doel voor een doelsoort te komen, is daarom per doelsoort een gewenste mate van stuwing bepaald. Deze stuwing is uitgedrukt in een stuwingsfactor (SF), welke is berekend op basis van de lengte (L) van de infrastructurele barrière dat is gemitigeerd door de natuurbrug en bijbehorende geleidende rasters, binnen de geselecteerde habitattypen, en de functionele breedte (B) van de natuurbrug, volgens:  $SF = L / B$  (tabel 4.2).

Omdat het hier mobiele doelsoorten betreft die minder afhankelijk zijn van een goed ontwikkelde habitat, is hier als tijdshorizon voor het bereiken van de gewenste effectiviteit drie jaar na realisatie van de mitigatie genomen.

**Tabel 4.2** Berekening van de gewenste stuwingsfactor (SF) per infrastructurele barrière. Legenda: L = lengte van de infrastructurele barrière die is gemitigeerd door de natuurbrug en bijbehorende geleidende rasters, binnen de geselecteerde habitattypen; B = functionele breedte van de natuurbrug.

Infrastructurele barrière	L (m)	B (m)	SF	Toelichting
Zandvoortselaan	800	40	20	L: Begrensd door het Boogkanaal in het westen en de bebouwing van Bentveld in het oosten. B: De natuurbrug varieert in breedte; hier is de breedte van het smalste deel van de natuurbrug gebruikt.
Spoorlijn Haarlem-Zandvoort	600	40	15	L: Begrensd door het hekwerk rond de golfbaan in het westen en de bosvegetaties van De Koningshof in het oosten.
Zeeweg	500	40	12,5	L: Begrensd door de lengte van de fauna kerende rasters die voor geleiding naar de natuurbrug moeten zorgen.

#### *Doelsoorten die de natuurverbinding als leefgebied-corridor gebruiken*

SMART-doelen voor het aspect barrièrewerking zijn voor doelsoorten die de natuurverbinding als leefgebied-corridor gebruiken bijna uitsluitend te formuleren als er gegevens beschikbaar zijn van de situatie (1) vóór de aanleg van de infrastructurele barrière en/of (2) vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen. In dat geval kan de gemitigeerde situatie immers vergeleken worden met de niet-gefragmenteerde of niet-gemitigeerde situatie, bijvoorbeeld op basis van trends in de populatiegrootte, populatiedichtheden of reproductief succes (zie ook Van der Grift et al. 2015).

Omdat die referenties al in het verleden liggen, is deze vergelijking in geval van natuurverbinding Kennemerland voor veel kenmerken van de populaties nu echter niet meer te maken. Een uitzondering vormen genetische kenmerken van de populaties, zoals genetische differentiatie en genetische variatie. Deze kenmerken verdwijnen niet direct uit een populatie nadat mitigerende maatregelen zijn genomen. Daarvoor is tijd nodig. Dit gegeven biedt hier dan ook de mogelijkheid om voor een aantal doelsoorten de effectiviteit van de ontsnipperende maatregelen in het reduceren van de barrièrewerking van de infrastructuur met behulp van genetische technieken te onderzoeken. Dergelijk onderzoek is alleen zinvol als de genetische uitgangssituatie verschilt, i.e. er duidelijke genetische verschillen zijn tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructurele barrière. Dan kunnen immers veranderingen in de genetische kenmerken van de populaties worden verwacht (en gemeten) als gevolg van genetische uitwisseling via de mitigerende maatregel.

We formuleren hier dus uitsluitend SMART-doelen voor het aspect barrièrewerking voor doelsoorten (1) die het probleem van barrièrewerking ervaren en (2) die naar verwachting genetische verschillen laten zien tussen populaties als gevolg van de infrastructuur. Omdat genetische veranderingen in populaties pas op de langere termijn zichtbaar worden, is hier als tijdshorizon voor het bereiken van de gewenste effectiviteit tien jaar na realisatie van de mitigatie genomen.

## 4.3 Doelsoorten

Natuurverbinding Kennemerland kent in totaal 18 doelsoorten (tabel 4.3). Dit betreft 3 zoogdieren, 2 reptielen, 1 amfibie, 1 vogel, 6 dagvlinders, 2 loopkevers en 3 sprinkhanen.

Er zijn 11 typische soorten voor de 2 geselecteerde habitattypen beschreven. 7 van deze soorten zijn in eerdere rapportages als doelsoort geïdentificeerd voor 1 of meer van de 3 natuurbruggen. 2 van de soorten die dat niet zijn, komen momenteel niet (meer) voor in de duingebieden van de AWD en/of NPZK. Deze zijn dan ook niet aangewezen als doelsoort. Dit betreft de Tapuit en de Kommavlinder. De Tapuit is de laatste jaren snel achteruitgegaan in het hele land en verdwenen als broedvogel in de duingebieden van de AWD en NPZK. De dichtstbijzijnde populatie van de Kommavlinder bevindt zich in de duingebieden ten noorden van het Noordzeekanaal. De twee andere typische soorten die in eerdere

---

rapportages niet als doelsoort zijn genoemd, zijn hier wel als doelsoort voor de natuurverbinding als geheel aangewezen. Het betreft de Nachtegaal en het Knopsprietje. Wij zien onvoldoende argumenten om deze soorten hier niet als doelsoort mee te nemen:

- Hoewel vogels niet grondgebonden zijn en natuurbruggen meestal niet primair voor deze diergroep worden gerealiseerd, ondervinden vogels in veel gevallen wel hinder van wegen en spoorwegen. Dit kan zijn in de vorm van het verlies van habitatkwaliteit door verstoring, onnatuurlijke sterfte als gevolg van aanrijdingen of verminderde uitwisseling tussen populaties of leefgebieden als gevolg van barrièrewerking. Diverse studies hebben laten zien dat natuurbruggen ook voor vogels een verbindende functie kunnen hebben (o.a. Keller et al., 1996; Jones & Bond, 2010; Pell & Jones, 2015). In deze studies is aangetoond dat sommige versnipperingsgevoelige vogelsoorten infrastructuur frequenter passeren via een natuurbrug dan via plekken waar geen natuurbrug is.
- In geen van de eerdergenoemde rapportages is vermeld waarom het Knopsprietje niet als doelsoort is aangemerkt. Zowel de AWD als het NPZK is actueel leefgebied van de soort. In de duinen is de soort sterk gebonden aan de (droge) duingraslanden en daarmee een geschikte soort om het functioneren van een natuurverbinding in dat habitattype te evalueren.

Er zijn kleine verschillen tussen de doelsoortenlijsten voor Natuurbrug Zandpoort/Zeepoort (17 doelsoorten) en Natuurbrug Duinpoort (14 doelsoorten). Voor de natuurbrug over de spoorlijn is het Damhert toegevoegd aan de lijst, uit oogpunt van verkeersveiligheid en het terugdringen van ontregelingen van het treinverkeer. Anderzijds ontbreken er 2 vlindersoorten en 2 sprinkhaansoorten als doelsoort bij de spoorlijn, die wel bij de verkeerswegen als doelsoort zijn aangewezen. Dit betreft soorten die aanvankelijk niet als doelsoort in de *Nota van Uitgangspunten* zijn genoemd (Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort, 2010), maar wel die status hebben gekregen in het monitoringplan (Van der Spek et al., 2013).

Van de diersoorten die op basis van de eerdere rapportages als doelsoort zijn aangewezen voor een of meer van de natuurbruggen, komen er twee momenteel niet voor in de duingebieden van de AWD en/of NPZK. Dit betreft de Groene zandloopkever en de Nauwe korfslak.

- De Groene zandloopkever is een soort die vooral voorkomt op zandgebieden (droge heide) en stuifduinen in het binnenland. De soort is al zeker 50 jaar niet meer in de Hollandse duinen aangetroffen (Michiel Boeken, BIO, persoonlijke communicatie).
- De Nauwe korfslak is in de periode 2008-2018 eenmaal in het duingebied waargenomen. Dit betreft een waarneming uit 2015, toen drie dode individuen zijn gemeld.

Deze twee soorten zijn om deze reden niet aangewezen als doelsoort voor de natuurverbinding.

**Tabel 4.3** Doelsoorten voor natuurverbinding Kennemerland.

Soortgroep	Diersoort	Typische soort voor de habitat	Doelsoort natuurbrug			Actueel voorkomen	Doelsoort natuur- verbinding
			Zandpoort	Duinpoort	Zeepoort		
Zoogdieren	Damhert <i>Dama dama</i>	-	-	X	-	X	X
	Konijn <i>Oryctolagus cuniculus</i>	X	X	X	X	X	X
	Ree <i>Capreolus capreolus</i>	-	X	X	X	X	X
Reptielen	Hazelworm <i>Anguis fragilis</i>	-	X	X	X	X	X
	Zandhagedis <i>Lacerta agilis</i>	-	X	X <sup>3</sup>	X	X	X
Amfibieën	Rugstreeppad <i>Epidalea calamita</i>	-	X	X	X	X	X
Vogels	Nachtegaal <i>Luscinia megarhynchos</i>	X	-	-	-	X	X
	Tapuit <i>Oenanthe oenanthe</i>	X	-	-	-	-	-
Dagvlinders	Aardbeivlinder <i>Pyrgus malvae</i>	-	X	X <sup>3</sup>	X	X	X
	Bruin blauwtje <i>Aricia agestis</i>	X	X <sup>1</sup>	-	X	X	X
	Bruine eikenpage <i>Satyrus ilicis</i>	-	X	X <sup>3</sup>	X	X	X
	Duinparelmoervlinder <i>Argynnis niobe</i>	X	X	X <sup>3</sup>	X	X	X
	Heivlinder <i>Hipparchia semele</i>	X	X	X <sup>3</sup>	X	X	X
	Kleine parelmoervlinder <i>Issora lathonia</i>	X	X <sup>1</sup>	-	X	X	X
	Kommavlinder <i>Hesperia comma</i>	X	-	-	-	-	-
Loopkevers	Basterdzandloopkever <i>Cicindela hybrida</i>	-	X	X	X	X	X
	Groene zandloopkever <i>Cicindela campestris</i>	-	X <sup>2</sup>	X	X	-	-
	Strandzandloopkever <i>Cicindela maritima</i>	-	X <sup>2</sup>	X	X	X	X
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan <i>Oedipoda caerulea</i>	X	X <sup>1</sup>	-	X	X	X
	Duinsabelsprinkhaan <i>Platycleis albopunctata</i>	X	X <sup>1</sup>	-	X	X	X
	Knopsrietje <i>Myrmeleotettix maculatus</i>	X	-	-	-	X	X
Overig	Nauwe korfslak <i>Vertigo angustior</i>	-	X	X	X	-	-

<sup>1</sup> De soort is niet genoemd als doelsoort in de Nota van Uitgangspunten (Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort, 2010), maar wel in het Monitoringplan Natuurbrug Zandpoort 2014-2018 (Van der Spek et al., 2013).

<sup>2</sup> De soort is genoemd als doelsoort in de Nota van Uitgangspunten (Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort, 2010), maar niet in het Monitoringplan Natuurbrug Zandpoort 2014-2018 (Van der Spek et al., 2013).

<sup>3</sup> De soort is genoemd als doelsoort in de Planstudie MJPO cluster II – Uitgangspunten variantenstudie knelpunt Zandvoort (NH12) (Grontmij, 2012), maar er is tevens opgemerkt dat onduidelijk is in hoeverre de spoorlijn een barrière voor de soort vormt.

## 4.4 Doelen

### 4.4.1 Versnipperingsproblemen per doelsoort

Tabel 4.4a presenteert de verwachte versnipperingsproblemen per infrastructurele barrière en per doelsoort.

**Tabel 4.4a** *Verwachte versnipperingsproblemen per infrastructurele barrière en per doelsoort. Legenda: M = mortaliteit door aanrijdingen; B = barrièrewerking; 1 = er zijn concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem op dit type infrastructuur ondervindt; 0 = er zijn vooralsnog geen concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem op dit type infrastructuur ondervindt.*

Soortgroep	Diersoort	Zandvoortselaan (N201)		Spoorlijn Haarlem-Zandvoort		Zeeweg (N200)	
		M	B	M	B	M	B
Zoogdieren	Damhert	1	1 <sup>1</sup>	1	1 <sup>1</sup>	1	1 <sup>1</sup>
	Konijn	1	1	1	1	1	1
	Ree	1	1 <sup>1</sup>	1	1 <sup>1</sup>	1	1 <sup>1</sup>
Reptielen	Hazelworm	1	1	1	1	1	1
	Zandhagedis	1	1	1	1	1	1
Amfibieën	Rugstreeppad	1	1	1	1	1	1
Vogels	Nachtegaal <sup>2</sup>	1	0	0	0	1	0
Dagvlinders	Aardbeivlinder	1	1	0	0	1	1
	Bruin blauwtje <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0
	Bruine eikenpage <sup>3</sup>	1	1	0	0	1	1
	Duinparelmoervlinder <sup>3</sup>	1	1	0	0	1	1
	Heivlinder <sup>3</sup>	1	1	0	0	1	1
	Kleine parelmoervlinder <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0
Loopkevers	Basterdzandloopkever <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0
	Strandzandloopkever <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan <sup>2</sup>	0	1	0	0	0	1
	Duinsabelsprinkhaan <sup>2</sup>	0	1	0	0	0	1
	Knopsrietje <sup>2</sup>	0	1	0	0	0	1

<sup>1</sup> De infrastructuur is naar verwachting op zichzelf geen barrière voor de soort (zie Van der Grift et al., 2009), maar de plaatsing van fauna-kerende rasters resulteert wel in barrièrewerking.

<sup>2</sup> Op basis van een expertoordeel, want de soort is niet opgenomen in de studie van Van der Grift et al. (2009).

<sup>3</sup> Niet opgenomen in de studie van Van der Grift et al. (2009); inschattingen hier op basis van de studie van Wallis de Vries (2010).

De doelsoorten van de diergroepen zoogdieren, reptielen en amfibieën ervaren naar verwachting bij alle barrières zowel het versnipperingsprobleem 'sterfte door aanrijdingen' als 'barrièrewerking'. Voor de soorten Damhert en Ree vormen de spoorlijn en verkeerswegen in principe geen barrière (zie bijlage 2), maar na plaatsing van fauna-kerende rasters om aanrijdingen te voorkomen is die barrièrewerking er nu wel.

De Nachtegaal ervaart naar verwachting bij de provinciale verkeerswegen alleen het versnipperingsprobleem 'sterfte door aanrijdingen'. De spoorlijn is voor deze doelsoort naar verwachting geen probleem wat betreft kans op aanrijdingen. De soort komt voor in (half)open terreinen, wat maakt dat de soort naar verwachting weinig hinder ondervindt van de openheid die veroorzaakt wordt door de infrastructuur. Daarbij komt dat de te overbruggen afstand bij de drie barrières relatief gering is voor deze goed vliegende vogelsoort. Bij de Zeeweg wordt een eventuele barrièrewerking naar verwachting nog verder verlaagd door de aanwezigheid van brede, goed begroeide middenbermen.



De dagvlinders die als doelsoort zijn aangewezen, ervaren naar verwachting bij de provinciale wegen zowel het versnipperingsprobleem 'sterfte door aanrijdingen' als 'barrièrewerking' (tabel 4.4a). De spoorlijn is voor de doelsoorten onder de dagvlinders naar verwachting geen probleem. Binnen de groep van dagvlinders zijn hierop twee uitzonderingen: Bruin blauwtje en Kleine parelmoervlinder. Beide soorten zijn door Van der Grift et al. (2009) niet aangewezen als 'versnipperingsgevoelig' – voor zowel wegen als spoorwegen –, omdat het relatief mobiele soorten zijn. Deze soorten zijn ook niet aangewezen als potentiële aandachtsoorten voor de inrichting van faunapassages door Wallis de Vries (2010), waarbij beschermde status, mate van bedreiging, mobiliteit en ecologische kenmerken van de soorten zijn gewogen. Deze twee doelsoorten in de groep dagvlinders blijven verder dan ook buiten beschouwing in dit monitoringplan. Dit is geen groot knelpunt in de ontwikkeling van een evenwichtig monitoringplan, omdat de groep dagvlinders hier – zonder deze twee soorten – vertegenwoordigd blijft door vier doelsoorten.

De loopkevers die als doelsoort zijn aangewezen, ervaren naar verwachting bij de twee provinciale wegen en de spoorlijn geen versnipperingsproblemen. Hoewel enige sterfte door aanrijdingen zeker zal optreden, schatten we dit niet in als een significant effect. De doelsoorten in deze groep zijn beide goede vliegers, zodat de verwachting is dat de infrastructuur geen barrière vormt voor deze soorten. Daarbij komt dat de Strandzandloopkever een soort is van stuifzand en in het duingebied vooral voorkomt in de zeereep en op het strand, niet in de duingraslanden. De Basterdzandloopkever wordt wel in het hele duingebied aangetroffen, maar altijd op plekken waar droog, open zand aanwezig is (stuifplekken, zandpaden, omgewerkte grond). Omdat het streefbeeld voor de natuurverbinding duingrasland en duindoornstruweel is, is te verwachten dat deze soort alleen kort na aanleg op de natuurbruggen aanwezig is (Michiel Boeken, BIO, persoonlijke communicatie). Op termijn verdwijnt de soort naar verwachting weer als de vegetatie zich ontwikkelt. Dit maakt deze soort als doelsoort op langere termijn dus ongeschikt. Beide als doelsoort aangewezen loopkeversoorten blijven verder dan ook buiten beschouwing in dit monitoringplan.

Dit is een knelpunt in de ontwikkeling van een evenwichtig monitoringplan, omdat hierdoor de groep loopkevers niet langer vertegenwoordigd is. Terwijl deze groep juist een hoge indicatieve waarde heeft voor veel grondgebonden ongewervelden. Om dit 'gat te dichten', zijn hier – in aanvulling op de in tabel 4.3 gepresenteerde lijst met doelsoorten – vijf andere loopkeversoorten als doelsoort voor de natuurverbinding aangewezen. Dit betreft: Korte glimmer, Dwergkruiper, Duinloper, Heidespiegelloopkever en Tweevleksmalkop. Deze loopkevers zijn alle kenmerkend voor de biotoop van open duinen en ervaren naar verwachting het versnipperingsprobleem 'sterfte door aanrijding' en/of 'barrièrewerking' (zie kader *Identificatie doelsoorten onder loopkevers*). Vervolgens is voor deze loopkeversoorten – op vergelijkbare wijze als voor alle overige doelsoorten – ingeschat welke versnipperingsproblemen kunnen worden verwacht bij de drie infrastructurele barrières binnen natuurverbinding Kennemerland (tabel 4.4b). Op basis hiervan zijn deze aanvullende doelsoorten in de verdere uitwerking van het monitoringplan betrokken.

#### Identificatie doelsoorten onder loopkevers

Voor de identificatie van aanvullende doelsoorten onder loopkevers zijn de volgende selectiecriteria gebruikt:

1. De soort behoort tot de ecologische soortgroep 'soorten van duinen en vegetaties met buntgras' (B1), volgens Turin (2000). Dit betreft soorten die behoren tot de ecologische hoofdgroep 'Duinen en stuifzanden' volgens de habitatclassificatie van Turin (2000).
2. De soort heeft geen vliegvermogen of vliegvermogen is nooit vastgesteld volgens Turin (2000). Dit betreft soorten die (1) kortvleugelig (brachypteer) zijn, (2) ongevleugeld of gevleugeld (dimorf) zijn, maar waarvoor vliegvermogen nooit is vastgesteld en (3) gevleugeld (macropteer) zijn, maar waarvoor vliegvermogen nooit is vastgesteld.

De soort komt actueel voor in de duingebieden van de AWD en de NPZK volgens Boeken (2017).

**Tabel 4.4b** Verwachte versnipperingsproblemen per infrastructurele barrière en per – aanvullende – doelsoort in de groep van loopkevers. Nederlandse naamgeving op basis van het Nederlands Soortenregister (zie: [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl)). Legenda: M = mortaliteit door aanrijdingen; B = barrièrewerking; 1 = er zijn concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem op dit type infrastructuur ondervindt; 0 = er zijn vooralsnog geen concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem op dit type infrastructuur ondervindt.

Soortgroep	Diersoort	Zandvoortselaan (N201)		Spoorlijn Haarlem-Zandvoort		Zeeweg (N200)	
		M	B	M	B	M	B
Loopkevers	Korte glimmer <i>Amara curta</i>	0	1	0	1	0	1
	Dwergkruiper <i>Harpalus pumilus</i>	0	1	0	1	0	1
	Duinloper <i>Masoreus wetterhallii</i>	0	1	0	1	0	1
	Heidespiegelloopkever <i>Notiophilus germinyi</i>	0	1	0	1	0	1
	Tweevleksmalkop <i>Panagaeus bipustulatus</i>	0	1	0	1	0	1

De sprinkhanen die als doelsoort zijn aangewezen, ervaren naar verwachting bij de provinciale wegen alleen het versnipperingsprobleem 'barrièrewerking'. De Blauwvleugelsprinkhaan maakt korte vluchten, maar het is niet bekend of de soort ook grotere afstanden kan overbruggen (Kleukers et al., 1997). Het vliegvermogen van de Duinsabelsprinkhaan is beperkt (Kleukers et al., 1997). Het Knosprietje is nooit vliegend waargenomen. Toch lijkt de soort zich over korte afstanden goed te kunnen verbreiden, zoals blijkt uit snelle kolonisaties van onder meer de Maasvlakte. Anderen betwisten dat en geven aan dat de soort een slecht verbreidingsvermogen heeft (Kleukers et al., 1997). Hoewel enige sterfte door aanrijdingen bij deze drie soorten sprinkhanen zeker zal optreden, schatten we dit niet in als een significant effect. Door hun beperkte vlieg- en/of verbreidingsvermogen en gebondenheid aan hun voorkeursbiotoop, vormen de verkeerswegen voor deze doelsoorten naar verwachting echter wel een barrière. De inschatting is dat dit niet geldt voor de spoorlijn, die relatief smal is en een lage verkeersintensiteit kent.

#### 4.4.2 Ontsnipperingsdoelen per doelsoort

Tabel 4.5, 4.6 en 4.7 geven de doelen voor ontsnippering per doelsoort voor respectievelijk de Zandvoortselaan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Zeeweg. Tabel 4.8 geeft een overzicht van het percentage doelsoorten waaraan de verschillende doelen voor ontsnippering zijn toegekend per infrastructurele barrière.

**Tabel 4.5** Per doelsoort de doelen voor ontsnippering voor de natuurbrug over de Zandvoortselaan. Legenda: S1 = Reduceren onnatuurlijke sterfte als gevolg van aanrijdingen; B1 = Vergroten geschiktheid bestaande leefgebieden; B2 = Faciliteren kolonisatie nieuwe leefgebieden; B3 = Herstellen natuurlijke processen; B4 = Vergroten levensvatbaarheid populaties; B5 = Faciliteren genetische uitwisseling; B6 = Faciliteren verschuivingen in areaalgrenzen van soorten; 1 = het doel geldt voor de doelsoort; 0 = het doel geldt niet voor de doelsoort; - = niet van toepassing, omdat de soort het versnipperingsprobleem naar verwachting niet ervaart (zie tabel 4.4a en 4.4b).

Soortgroep	Diersoort	Doelen voor ontsnippering						
		S1	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Zoogdieren	Damhert	1	1	0	1	1	0	0
	Konijn	1	1	0	1	1	0	1
	Ree	1	1	0	1	1	0	0
Reptielen	Hazelworm	1	0	1	0	1	1	1
	Zandhagedis	1	0	0	0	1	1	1
Amfibieën	Rugstreeppad	1	0	1	0	1	0	1
Vogels	Nachtegaal	1	-	-	-	-	-	-
Dagvlinders	Aardbeivlinder	1	0	1	0	1	1	1
	Bruine eikenpage	1	0	1	0	1	0	1
	Duinparelmoervlinder	1	0	1	0	1	0	1
	Heivlinder	1	0	1	0	1	0	1
Loopkevers	Korte glimmer	-	0	0	0	0	1	1
	Dwergkruiper	-	0	1	0	0	1	1
	Duinloper	-	0	1	0	0	1	1
	Heidespiegelloopkever	-	0	0	0	0	1	1
	Tweevleksmalkop	-	0	1	0	0	1	1
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	-	0	0	0	0	0	1
	Duinsabelsprinkhaan	-	0	0	0	0	0	1
	Knosprietje	-	0	0	0	0	0	1

**Tabel 4.6** Per doelsoort de doelen voor ontsnippering voor de natuurbrug over de spoorlijn Haarlem-Zandvoort. Legenda: Zie tabel 4.5.

Soortgroep	Diersoort	Doelen voor ontsnippering						
		S1	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Zoogdieren	Damhert	1	1	0	1	1	0	0
	Konijn	1	1	0	1	1	0	1
	Ree	1	1	0	1	1	0	0
Reptielen	Hazelworm	1	0	1	0	1	1	1
	Zandhagedis	1	0	0	0	1	1	1
Amfibieën	Rugstreeppad	1	0	1	0	1	0	1
Vogels	Nachtegaal	-	-	-	-	-	-	-
Dagvlinders	Aardbeivlinder	-	-	-	-	-	-	-
	Bruine eikenpage	-	-	-	-	-	-	-
	Duinparelmoervlinder	-	-	-	-	-	-	-
	Heivlinder	-	-	-	-	-	-	-
Loopkevers	Korte glimmer	-	0	0	0	0	1	1
	Dwergkruiper	-	0	0	0	0	1	1
	Duinloper	-	0	0	0	0	1	1
	Heidespiegelloopkever	-	0	1	0	0	1	1
	Tweevleksmalkop	-	0	0	0	0	1	1
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	-	-	-	-	-	-	-
	Duinsabelsprinkhaan	-	-	-	-	-	-	-
	Knosprietje	-	-	-	-	-	-	-

**Tabel 4.7** Per doelsoort de doelen voor ontsnippering voor de natuurbrug over de Zeeweg.  
Legenda: Zie tabel 4.5.

Soortgroep	Diersoort	Doelen voor ontsnippering						
		S1	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Zoogdieren	Damhert	1	1	0	1	1	0	0
	Konijn	1	1	0	1	0	0	1
	Ree	1	1	0	1	1	0	0
Reptielen	Hazelworm	1	0	0	0	0	1	1
	Zandhagedis	1	0	0	0	0	1	1
Amfibieën	Rugstreeppad	1	0	0	0	0	0	1
Vogels	Nachtegaal	1	-	-	-	-	-	-
Dagvlinders	Aardbeivlinder	1	0	1	0	0	1	1
	Bruine eikenpage	1	0	0	0	0	0	1
	Duinparelmoervlinder	1	0	0	0	1	0	1
	Heivlinder	1	0	0	0	0	0	1
Loopkevers	Korte glimmer	-	0	0	0	0	1	1
	Dwergkruiper	-	0	0	0	0	1	1
	Duinloper	-	0	1	0	0	1	1
	Heidespiegelloopkever	-	0	1	0	0	1	1
	Tweevleksmalkop	-	0	0	0	0	1	1
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	-	0	0	0	0	0	1
	Duinsabelsprinkhaan	-	0	0	0	0	0	1
	Knopsprietje	-	0	0	0	0	0	1

**Tabel 4.8** Het percentage doelsoorten waaraan de verschillende doelen voor ontsnippering zijn toegekend per infrastructurele barrière. Legenda: S1 = Reduceren onnatuurlijke sterfte als gevolg van aanrijdingen; B1 = Vergroten geschiktheid bestaande leefgebieden; B2 = Faciliteren kolonisatie nieuwe leefgebieden; B3 = Herstellen natuurlijke processen; B4 = Vergroten levensvatbaarheid populaties; B5 = Faciliteren genetische uitwisseling; B6 = Faciliteren verschuivingen in areaalgrenzen van soorten.

Infrastructuur	Doelen voor ontsnippering						
	S1	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Zandvoortselaan	58%	16%	47%	16%	53%	42%	84%
Spoorlijn Haarlem-Zandvoort	32%	16%	16%	16%	32%	37%	47%
Zeeweg	58%	16%	16%	16%	16%	42%	84%
Gemiddeld voor de drie barrières	49%	16%	26%	16%	33%	40%	72%

---

#### 4.4.3 Doelen voor het gebruik van de natuurverbinding

##### 4.4.3.1 Doelen gebruik migratie-corridor

###### Zoogdieren

Voor de doelsoorten Damhert, Ree en Konijn is het volgende doel geformuleerd voor het gebruik van de natuurverbinding:

- *Uiterlijk drie jaar na realisatie van de mitigatie passeert de soort de natuurbrug over de Zandvoortselaan, spoorlijn en Zeeweg (nagenoeg) dagelijks.*

###### Amfibieën

Voor de doelsoort Rugstreeppad zijn de volgende doelen geformuleerd voor het gebruik van de natuurverbinding:

- *Uiterlijk drie jaar na realisatie van de mitigatie passeert de soort de natuurbruggen over de Zandvoortselaan en spoorlijn gemiddeld enkele keren per week in de maanden dat de soort actief is.*
- *Uiterlijk drie jaar na realisatie van de mitigatie passeert de soort de natuurbrug over de Zeeweg gemiddeld enkele keren per jaar in de maanden dat de soort actief is.*

##### 4.4.3.2 Doelen gebruik leefgebied-corridor

###### Reptielen

Voor de doelsoorten Hazelworm en Zandhagedis is het volgende doel geformuleerd voor het gebruik van de natuurverbinding:

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie komt de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt op de natuurbruggen over de Zandvoortselaan, spoorlijn en Zeeweg minimaal overeen met de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt binnen een goed ontwikkelde habitat in de omliggende duingebieden.*

###### Dagvlinders

Voor de doelsoorten Aardbeivlinder, Bruine eikenpage, Duinparelmoervlinder en Heivlinder is het volgende doel geformuleerd voor het gebruik van de natuurverbinding:

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie komt de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt op de natuurbruggen over de Zandvoortselaan en Zeeweg minimaal overeen met de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt binnen een goed ontwikkelde habitat in de omliggende duingebieden.*

###### Loopkevers

Voor de doelsoorten Korte glimmer, Dwergkruiper, Duinloper, Heidespiegelloopkever en Tweevleksmalkop is het volgende doel geformuleerd voor het gebruik van de natuurverbinding:

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie komt de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt op de natuurbruggen over de Zandvoortselaan, spoorlijn en Zeeweg minimaal overeen met de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt binnen een goed ontwikkelde habitat in de omliggende duingebieden.*

###### Sprinkhanen

Voor de doelsoorten Blauwvleugelsprinkhaan, Duinsabelsprinkhaan en Knopsrietje is het volgende doel geformuleerd voor het gebruik van de natuurverbinding:

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie komt de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt op de natuurbruggen over de Zandvoortselaan en Zeeweg minimaal overeen met de relatieve dichtheid waarin de soort voorkomt binnen een goed ontwikkelde habitat in de omliggende duingebieden.*

---

#### 4.4.4 Doelen voor de effectiviteit van de natuurverbinding

##### 4.4.4.1 Doelen reductie mortaliteit

We stellen vast:

- Voor de doelsoorten Damhert en Ree zijn historische gegevens beschikbaar van faunaslachtoffers bij zowel de Zandvoortselaan, spoorlijn als Zeeweg, hoewel deze niet systematisch zijn verzameld. Voor de overige doelsoorten ontbreken dergelijke gegevens geheel of zijn slechts zeer incidenteel faunaslachtoffers geregistreerd. We gebruiken daarom alleen voor de twee hoefdiersoorten historische referenties in de formulering van de doelen.
- Er zijn bij de Zandvoortselaan en spoorlijn geen vergelijkbare, maar nog niet gemitigeerde plekken aanwezig; deze barrières zijn na de mitigatie volledig voorzien van fauna-kerende rasters. Bij de Zeeweg zijn nog wel niet-gemitigeerde plekken aanwezig nadat de mitigatie is gerealiseerd. We gebruiken daarom alleen voor deze verkeersweg een niet-gemitigeerde plek op dezelfde weg als referentie in de formulering van de doelen.
- De vogel en vlinders die als doelsoort zijn aangewezen, hebben naar verwachting geen baat bij de gerealiseerde mitigerende maatregelen wat betreft het reduceren van aanrijdingen. Voor deze doelsoorten zijn hier daarom geen doelen voor het reduceren van sterfte door aanrijdingen geformuleerd.

##### Zoogdieren

Voor de doelsoorten Damhert en Ree zijn de volgende doelen geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van sterfte door aanrijdingen:

- *Zandvoortselaan, spoorlijn, Zeeweg: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen met minimaal 90% afgenomen ten opzichte van de situatie voordat de mitigatie was geïnstalleerd.*
- *Zeeweg: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen met minimaal 90% afgenomen ten opzichte van de situatie op plekken waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.*

Voor de doelsoort Konijn zijn de volgende doelen geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van sterfte door aanrijdingen:

- *Zandvoortselaan, spoorlijn: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen maximaal tien per jaar.*
- *Zeeweg: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen met minimaal 90% afgenomen ten opzichte van de situatie op plekken waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.*

##### Reptielen

Voor de doelsoorten Hazelworm en Zandhagedis zijn de volgende doelen geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van sterfte door aanrijdingen:

- *Zandvoortselaan, spoorlijn: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen maximaal tien per jaar.*
- *Zeeweg: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen met minimaal 90% afgenomen ten opzichte van de situatie op plekken waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.*

##### Amfibieën

Voor de doelsoort Rugstreeppad zijn de volgende doelen geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van sterfte door aanrijdingen:

- *Zandvoortselaan, spoorlijn: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen maximaal tien per jaar.*

- 
- *Zeeweg: Uiterlijk twee jaar na realisatie van de mitigatie is het aantal faunaslachtoffers door aanrijdingen met minimaal 90% afgenomen ten opzichte van de situatie op plekken waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.*

#### **4.4.4.2 Doelen reductie barrièrewerking**

We stellen vast dat:

- In geval van natuurverbinding Kennemerland zijn referentieplekken in de vorm van nog niet gemitigeerde plekken langs dezelfde infrastructuur alleen nog bij de Zeeweg beschikbaar.
- Van de doelsoorten die het probleem van barrièrewerking ervaren, schatten wij in dat er acht soorten zijn die naar verwachting genetische verschillen laten zien tussen populaties als gevolg van de infrastructuur. Dit betreft de doelsoorten Hazelworm, Zandhagedis, Aardbeivlinder en de vijf loopkeversoorten.

##### Zoogdieren

Voor de doelsoorten Damhert, Ree en Konijn zijn de volgende doelen geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de barrièrewerking:

- *Zandvoortselaan: Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 20 keer de minimaal verwachte passagefrequentie op basis van referentiemetingen in de omliggende duingebieden.*
- *Spoorlijn: Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 15 keer de minimaal verwachte passagefrequentie op basis van referentiemetingen in de omliggende duingebieden.*
- *Zeeweg: Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 12,5 keer de minimaal verwachte passagefrequentie op basis van referentiemetingen in de omliggende duingebieden.*

Daarnaast is in dit kader voor de Zeeweg het volgende doel geformuleerd:

- *Uiterlijk drie jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 150% (Damhert en Ree) of 200% (Konijn) ten opzichte van de situatie op plekken elders op de Zeeweg waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.*

##### Reptielen

Voor de doelsoorten Hazelworm en Zandhagedis is het volgende doel geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de barrièrewerking, met als uitgangspunt dat de deelpopulaties aan weerszijden van de infrastructuur genetisch van elkaar verschillen in de 'nulsituatie':

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie zijn de genetische verschillen verdwenen tussen de deelpopulaties die aan weerszijden van de infrastructuur direct grenzen aan de natuurbrug.*

Voor de doelsoort Hazelworm geldt dit doel alleen bij de natuurbrug over de Zeeweg. Voor de doelsoorten Zandhagedis geldt dit doel bij de natuurbrug over de Zandvoortselaan, spoorlijn en Zeeweg.

##### Amfibieën

Voor de doelsoort Rugstreeppad zijn de volgende doelen geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de barrièrewerking:

- *Zandvoortselaan: Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 20 keer de minimaal verwachte passagefrequentie op basis van referentiemetingen in de omliggende duingebieden.*

- 
- *Spoorlijn: Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 15 keer de minimaal verwachte passagefrequentie op basis van referentiemetingen in de omliggende duingebieden.*
  - *Zeeweg: Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 12,5 keer de minimaal verwachte passagefrequentie op basis van referentiemetingen in de omliggende duingebieden.*

Daarnaast is in dit kader voor de Zeeweg het volgende doel geformuleerd:

- *Uiterlijk 3 jaar na realisatie van de mitigatie is de passagefrequentie op de natuurbrug minimaal 200% ten opzichte van de situatie op plekken elders op de Zeeweg waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.*

#### Dagvlinders

Voor de doelsoort Aardbeivlinder is het volgende doel geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de barrièrewerking, met als uitgangspunt dat de deelpopulaties aan weerszijden van de infrastructuur genetisch van elkaar verschillen in de 'nulsituatie':

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie zijn de genetische verschillen verdwenen tussen de deelpopulaties die aan weerszijden van de infrastructuur direct grenzen aan de natuurbrug.*

Voor de doelsoort Aardbeivlinder geldt dit doel bij de natuurbrug over de Zandvoortselaan en de Zeeweg.

#### Loopkevers

Voor de vijf doelsoorten onder de loopkevers is het volgende doel geformuleerd voor de effectiviteit van de maatregelen in het terugdringen van de barrièrewerking, met als uitgangspunt dat de deelpopulaties aan weerszijden van de infrastructuur genetisch van elkaar verschillen in de 'nulsituatie':

- *Uiterlijk tien jaar na realisatie van de mitigatie zijn de genetische verschillen verdwenen tussen de deelpopulaties die aan weerszijden van de infrastructuur direct grenzen aan de natuurbrug.*

Voor de doelsoorten onder de loopkevers geldt dit doel bij de natuurbrug over de Zandvoortselaan, spoorlijn en de Zeeweg.



---

## 5 Onderzoekmodules

### 5.1 Inleiding

Dit onderzoeksplan is modulair van opzet. Dit betekent dat het onderzoek in duidelijk afgebakende modules is verdeeld die in principe onafhankelijk van elkaar kunnen worden uitgevoerd. Deze aanpak resulteert in flexibiliteit en de mogelijkheid om keuzes te maken op basis van bijvoorbeeld ambities en beschikbare middelen.

De afbakening van de modules is gebaseerd op:

- De drie onderzoeklocaties binnen de natuurverbinding, d.w.z. de natuurbruggen bij respectievelijk de Zandvoortselaan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Zeeweg;
- De scope van de monitoring, waarbij drie onderdelen zijn onderscheiden: (1) de vegetatieontwikkeling op en direct rond de natuurbruggen, (2) het gebruik van de natuurbruggen door de verschillende diergroepen en (3) de effectiviteit van de natuurbruggen in het terugdringen van de versnipperingsproblemen 'barrièrewerking' en 'sterfte door aanrijdingen'.
- De flora/vegetatie en zeven diergroepen – zoogdieren, reptielen, amfibieën, vogels, dagvlinders, loopkevers en sprinkhanen – waarbinnen doelsoorten voor de natuurverbinding zijn aangewezen.

Er zijn alleen modules onderscheiden voor onderdelen waarvoor concrete doelen zijn geformuleerd (zie hoofdstuk 3 en 4).

### 5.2 Onderzoekmodules

In totaal onderscheiden we 42 onderzoekmodules, zoals schematisch weergegeven in tabel 5.1, 5.2 en 5.3. Het betreft 15 modules bij Natuurbrug Zandpoort, 12 modules bij Natuurbrug Duinpoort en 15 modules bij Natuurbrug Zeepoort. De verdeling van de modules over de onderdelen en soortgroepen is identiek voor de twee natuurbruggen over de Zandvoortselaan en Zeeweg. Bij de spoorlijn zijn minder modules onderscheiden, omdat hier voor meer soortgroepen is verondersteld dat de infrastructuur geen barrière is (zie hoofdstuk 4).

**Tabel 5.1** De onderzoekmodules voor de monitoring van Natuurbrug Zandpoort.

Soortgroep	Onderdeel			
	Vegetatie-ontwikkeling	Gebruik natuurbrug	Effectiviteit natuurbrug	
			Barrière	Mortaliteit
Flora/vegetatie	M1.1.1			
Zoogdieren		M1.2.2	M1.3.2a	M1.3.2b
Reptielen		M1.2.3	M1.3.3a	M1.3.3b
Amfibieën		M1.2.4	M1.3.4a	M1.3.4b
Vogels				
Dagvlinders		M1.2.6	M1.3.6a	
Loopkevers		M1.2.7	M1.3.7a	
Sprinkhanen		M1.2.8		

**Tabel 5.2** De onderzoekmodules voor de monitoring van Natuurbrug Duinpoort.

Soortgroep	Onderdeel			
	Vegetatie-ontwikkeling	Gebruik natuurbrug	Effectiviteit natuurbrug	
			Barrière	Mortaliteit
Flora/vegetatie	M2.1.1			
Zoogdieren		M2.2.2	M2.3.2a	M2.3.2b
Reptielen		M2.2.3	M2.3.3a	M2.3.3b
Amfibieën		M2.2.4	M2.3.4a	M2.3.4b
Vogels				
Dagvlinders				
Loopkevers		M2.2.7	M2.3.7a	
Sprinkhanen				

**Tabel 5.3** De onderzoekmodules voor de monitoring van Natuurbrug Zeepoort.

Soortgroep	Onderdeel			
	Vegetatie-ontwikkeling	Gebruik natuurbrug	Effectiviteit natuurbrug	
			Barrière	Mortaliteit
Flora/vegetatie	M3.1.1			
Zoogdieren		M3.2.2	M3.3.2a	M3.3.2b
Reptielen		M3.2.3	M3.3.3a	M3.3.3b
Amfibieën		M3.2.4	M3.3.4a	M3.3.4b
Vogels				
Dagvlinders		M3.2.6	M3.3.6a	
Loopkevers		M3.2.7	M3.3.7a	
Sprinkhanen		M3.2.8		

## 6 Opzet van de monitoring

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk werken we de aanpak van de monitoring uit, per onderdeel en per soortgroep. Hierbij is aandacht voor de onderzoeksoorten, de experimentele opzet van de monitoring, meetvariabelen, meetmethoden, studieduur, meetjaren, meetperiode en meetfrequentie. Tevens zijn hier aanbevelingen gedaan voor te meten 'verklarende variabelen'. De in hoofdstuk 3 en 4 geïdentificeerde doelen zijn als uitgangspunt genomen. De aanpak van de monitoring is in sommige gevallen identiek voor verschillende onderzoekmodules. Daarom zijn steeds de modules genoemd waarvoor de betreffende uitwerking geldt.

Het aantal meetjaren dat is gegeven voor enkele modules – of onderdelen daarvan – die samenhangen met het monitoren van de effectiviteit van de mitigatie (paragraaf 6.3) is indicatief. De aanbeveling is om het hier geadviseerde aantal meetjaren voorafgaand aan de start van deze modules te toetsen met behulp van een poweranalyse. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van bestaande gegevens – zoals databestanden van faunaslachtoffers – of gegevens die tijdens een pilotstudie worden verzameld. Indien nodig kan het aantal meetjaren op basis van deze poweranalyses worden aangepast.

### 6.2 Monitoring vegetatieontwikkeling

Modules: M1.1.1, M2.1.1, M3.1.1

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Op de natuurbrug en toelopen: (1) inventarisatie van typische plantensoorten; (2) vegetatiekartering; (3) inventarisatie vegetatiestructuur binnen de verschillende habitattypen.
Meetvariabelen	Aantal typische plantensoorten, percentage oppervlak kenmerkende vegetatietypen, gemiddelde vegetatiehoogte, bedekkingsgraad per plantengroep.
Meetmethoden	Typische plantensoorten: vlakdekkende inventarisatie. Vegetatiekartering: vegetatieopnamen in niet-permanente proefvlakken. Vegetatiestructuur: hoogtemetingen, metingen bedekkingen m.b.v. point quadrat-methode.
Studieduur	20 jaar
Meetjaren	Jaar 5, 10, 15 en 20
Meetperiode	Mei/juni en augustus/september
Meetfrequentie	Eenmaal in het voorjaar, met een tweede (aanvullende) inventarisatie in de late zomer i.v.m. laatbloeiende plantensoorten.

## 6.3 Monitoring gebruik natuurbruggen door fauna

### 6.3.1 Zoogdieren

Modules: M1.2.2, M2.2.2, M3.2.2

Onderzoeksoorten: Damhert, Ree, Konijn

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Alleen metingen op de natuurbrug.
Meetvariabelen	Passagefrequentie
Meetmethoden	Cameravallen die de gehele breedte van de natuurbrug bestrijken.
Studieduur	3 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 2 en 3*
Meetperiode	Januari-december
Meetfrequentie	Dagelijks, 24 uur

\* De start van het onderzoek moet worden afgestemd op de lokale situatie. Zo is onderzoek naar het gebruik van Natuurbrug Zandpoort door Ree en Damhert pas relevant als het tijdelijke raster is verwijderd. Tevens kan men ervoor kiezen om pas te starten met het onderzoek naar het gebruik door Ree als de populatie weer (enigszins) hersteld is.

### 6.3.2 Reptielen

Modules: M1.2.3, M2.2.3, M3.2.3

Onderzoeksoorten: Hazelworm, Zandhagedis

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Metingen op de natuurbrug en metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. De metingen betreffen herhaalde inventarisaties van 150 m lange, permanente transecten. Op ieder transect zijn 16 kunstmatige schuilplekken uitgelegd, met een onderlinge afstand van 10 m. Op de natuurbrug worden 4 transecten geplaatst, parallel aan elkaar. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden 12 transecten geplaatst. Deze referentie-transecten worden random geplaatst en georiënteerd binnen goed ontwikkeld duingrasland (6 transecten) en goed ontwikkeld duindoornstruweel (6 transecten).
Meetvariabelen	Relatieve dichtheid en Species performance-index.
Meetmethoden	De transecten worden op zicht geïnventariseerd tot circa 3 m naar weerszijden. Hierbij worden ook de kunstmatige schuilplekken geïnspecteerd. Na telling worden alle dieren achtergelaten waar ze zijn aangetroffen.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 2, 6 en 10
Meetperiode	April-september
Meetfrequentie	De transecten worden eenmaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

### 6.3.3 Amfibieën

Modules: M1.2.4, M2.2.4, M3.2.4

Onderzoeksoorten: Rugstreeppad

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Alleen metingen op de natuurbrug.
Meetvariabelen	Passagefrequentie
Meetmethoden	Amfibieschermen in combinatie met valemms; de schermen worden in een lichte zigzaglijn over de hele breedte van de natuurbrug geplaatst. In iedere punt van het scherm, dus aan weerszijden van het scherm, wordt een valemmer geplaatst. Hierdoor worden dieren die passeren vanuit beide richtingen gevangen. Na telling worden de dieren weer vrijgelaten aan de andere kant van het scherm dan waar ze gevangen zijn.
Studieduur	3 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 2 en 3
Meetperiode	Mei-september
Meetfrequentie	Schermen en valemms worden tienmaal een periode van 5 dagen geïnstalleerd, systematisch verspreid over de meetperiode. Tijdens deze 5-daagse perioden worden de valemms tweemaal per dag gecontroleerd.

### 6.3.4 Dagvlinders

Modules: M1.2.6, M3.2.6

Onderzoeksoorten: Aardbeivlinder, Bruine eikenpage, Duinparelmoervlinder, Heivlinder

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Metingen op de natuurbrug en metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. De metingen betreffen herhaalde inventarisaties van 50 m lange, permanente transecten. Op de natuurbrug worden 3 transecten geplaatst: 1 bovenop, 1 op de noordelijke toeloop en 1 op de zuidelijke toeloop. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden nog eens 12 transecten uitgezet. Deze referentie-transecten worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland.
Meetvariabelen	Relatieve dichtheid en Species performance index.
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde worden de transecten rustig langsgelopen, waarbij alle individuen van de doelsoorten worden genoteerd. Wanneer het nodig is voor identificatie worden de vlinders gevangen met een vangnet. Deze dieren worden weer vrijgelaten op de plek waar ze zijn gevangen. Tijdens de inventarisaties worden de richtlijnen voor het monitoren van dagvlinders gevolgd, zoals opgenomen in de <i>Handleiding landelijke meetnetten vlinders en libellen</i> (Van Swaay et al., 2011).
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 2, 6 en 10
Meetperiode	Mei-augustus
Meetfrequentie	De transecten worden eenmaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

### 6.3.5 Loopkevers

Modules: M1.2.7, M2.2.7, M3.2.7

Onderzoeksoorten: Korte glimmer, Dwergkruiper, Duinloper, Heidespiegelloopkever, Tweevleksmalkop

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Metingen op de natuurbrug en metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. De metingen betreffen herhaalde inventarisaties van permanente transecten met vangpotten. Een transect is 20 m lang en bestaat uit 5 vangpotten op een onderlinge afstand van 5 m. Op de natuurbrug worden 9 transecten uitgezet: 3 bovenop, 3 op de noordelijke toeloop en 3 op de zuidelijke toeloop. Deze transecten worden dwars over de natuurbrug uitgezet. In de omgeving – binnen een straal van 500 m vanaf de natuurbrug – worden nog eens 12 transecten uitgezet: 6 aan de noordzijde en 6 aan de zuidzijde van de natuurbrug. Deze referentie-transecten worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland en duindoornstruweel.
Meetvariabelen	Relatieve dichtheid en Species performance-index.
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde worden de vangpotten geleegd en de alcohol (ethanol) of formaline in de vangpotten bijgevuld.* Het aantal individuen per doelsoort wordt geteld.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 2, 6 en 10
Meetperiode	Maart-oktober
Meetfrequentie	De transecten worden eenmaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

\* Het advies is om ethanol te gebruiken, zodat de gevangen dieren gebruikt kunnen worden voor genetische analyse (zie paragraaf 6.4.5). Omdat ethanol sneller verdampt, is regelmatig controleren en bijvullen vereist. De frequentie hiervan hangt mede af van de weersomstandigheden. Wanneer er in een jaar voldoende DNA-monsters zijn verkregen voor een robuuste genetische analyse, kan om praktische redenen overgestapt worden op het gebruik van formaline.

### 6.3.6 Sprinkhanen

Modules: M1.2.8, M3.2.8

Onderzoeksoorten: Blauwvleugelsprinkhaan, Duinsabelsprinkhaan, Knosprietje

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Metingen op de natuurbrug en metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. De metingen betreffen herhaalde inventarisaties van permanente telplots (10x10 m). Op de natuurbrug worden 9 telplots uitgezet: 3 bovenop, 3 op de noordelijke toeloop en 3 op de zuidelijke toeloop. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden nog eens 18 telplots (10x10 m) uitgezet: 9 aan de noordzijde en 9 aan de zuidzijde van de natuurbrug. Deze referentie-telplots worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland.
Meetvariabelen	Relatieve dichtheid en Species performance-index.
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde worden de telplots rustig afgezocht en alle aangetroffen doelsoorten genoteerd. Dit gebeurt op zicht, geluid en, indien nodig voor de determinatie, door vangst met behulp van een vangnet. Het aantal individuen per soort wordt geteld (voor soorten die in lage dichtheden voorkomen) of geschat (voor soorten die in hoge dichtheden voorkomen).
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 2, 6 en 10
Meetperiode	Juni-september
Meetfrequentie	De transecten worden eenmaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

## 6.4 Monitoring effectiviteit: Reductie barrièrewerking

### 6.4.1 Zoogdieren

Modules: M1.3.2a, M2.3.2a, M3.3.2a

Onderzoeksoorten: Damhert, Ree, Konijn

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	<p><u>Zandvoortselaan, spoorlijn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Metingen op de natuurbrug worden vergeleken met metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden minimaal 12 referentielocaties uitgezet. Deze referenties worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland en duindoornstruweel.</li></ul> <p><u>Zeeweg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Metingen op de natuurbrug worden vergeleken met metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden minimaal 12 referentielocaties uitgezet. Deze referenties worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland en duindoornstruweel.</li><li>• Metingen op de natuurbrug worden vergeleken met metingen op minimaal 12 controleplekken elders op de Zeeweg, waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen. De controleplekken worden random geplaatst in de middenberm.</li></ul>
Meetvariabelen	Passagefrequentie, Species performance-index.
Meetmethoden	De metingen betreffen registraties van passerende dieren met behulp van cameravallen.
Studieduur	5 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 3 en 5
Meetperiode	Januari-december
Meetfrequentie	Dagelijks, 24 uur

## 6.4.2 Reptielen

Modules: M1.3.3a, M2.3.3a, M3.3.3a

Onderzoeksoorten: Hazelworm, Zandhagedis

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Inzet van genetische technieken om de uitwisseling tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructurele barrière te onderzoeken. Hierbij wordt aan beide zijden van de infrastructuur en op de natuurbrug zelf DNA-materiaal verzameld. Op basis van twee metingen – een 'nulmeting' en een meting na tien jaar – wordt onderzocht of er sprake is van een reductie in de genetische differentiatie tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur. Voor deze doelsoorten zijn merkers beschikbaar.
Meetvariabelen	Genetische differentiatie
Meetmethoden	Dieren worden gevangen met behulp van kunstmatige refugia die binnen voorkeurs habitat van de soorten zijn uitgelegd. DNA-monsters worden in het veld afgenomen, conform een hiervoor opgesteld en goedgekeurd DEC-protocol. Het DNA-materiaal wordt vervolgens op twee manieren geanalyseerd: (1) analyse van eventuele veranderingen in de genetische differentiatie tussen de populaties en (2) analyse van de afkomst van individuele dieren. Als er sprake is van genetische differentiatie van de populaties aan weerszijden van de infrastructuur tijdens het eerste meetjaar – dus de populaties zijn genetisch verschillend – is de verwachting dat deze differentiatie na enkele jaren vermindert of zelfs verdwijnt als er dieren uitwisselen via de natuurbrug en aan de andere zijde aan de voortplanting deelnemen. Deze verandering wordt gemeten en geeft inzicht in de mate waarin de populaties door de natuurverbinding verbonden zijn. De tweede analyse richt zich op het vaststellen of een individueel dier afkomstig is van de populatie aan de andere kant van de infrastructuur. Wanneer (nagenoeg) de hele populatie van een soort wordt bemonsterd, kan ook worden vastgesteld hoeveel individuen de natuurverbinding hebben gebruikt.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 1 en 10
Meetperiode	April-september
Meetfrequentie	De kunstmatige refugia worden vanaf april driemaal per week gecontroleerd, totdat van de populaties aan weerszijden van de infrastructuur voldoende monsters (>25 per plek) zijn verzameld om de analyses te kunnen uitvoeren.



### 6.4.3 Amfibieën

Modules: M1.3.4a, M2.3.4a, M3.3.4a

Onderzoeksoorten: Rugstreeppad

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	<p><u>Zandvoortselaan, spoorlijn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Metingen op de natuurbrug worden vergeleken met metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden minimaal 12 referentielocaties uitgezet. Deze referenties worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland en duindoornstruweel.</li></ul> <p><u>Zeeweg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Metingen op de natuurbrug worden vergeleken met metingen op referentielocaties in de duingebieden rondom de natuurbrug. In de omgeving – binnen een straal van 2 km vanaf de natuurbrug – worden minimaal 12 referentielocaties uitgezet. Deze referenties worden alle – wat betreft locatie en oriëntatie – random geplaatst, binnen goed ontwikkeld duingrasland en duindoornstruweel.</li><li>Metingen op de natuurbrug worden vergeleken met metingen op minimaal 12 controleplekken elders op de Zeeweg, waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen. De controleplekken worden random geplaatst in de middenberm.</li></ul>
Meetvariabelen	Passagefrequentie, Species performance-index.
Meetmethoden	Amfibieschermen in combinatie met valemms; de schermen worden in een lichte zigzaglijn over de hele breedte van de natuurbrug geplaatst. In iedere punt van het scherm, dus aan weerszijden van het scherm, wordt een valemmer geplaatst. Hierdoor worden dieren die passeren vanuit beide richtingen gevangen. Na telling worden de dieren weer vrijgelaten aan de andere kant van het scherm dan waar ze gevangen zijn. Op de referentielocaties in de omgeving (alle infra) en de controleplekken in de middenberm (Zeeweg) worden dezelfde opstellingen van schermen en valemms gebruikt, elk met een lengte van 40 m.
Studieduur	5 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 3 en 5
Meetperiode	Mei-september
Meetfrequentie	Schermen en valemms worden tienmaal een periode van vijf dagen geïnstalleerd, systematisch verspreid over de meetperiode. Tijdens deze vijfdaagse perioden worden de valemms tweemaal per dag gecontroleerd.

#### 6.4.4 Dagvlinders

Modules: M1.3.6a, M3.3.6a

Onderzoeksoorten: Aardbeivlinder

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Inzet van genetische technieken om de uitwisseling tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructurele barrière te onderzoeken. Hierbij wordt aan beide zijden van de infrastructuur en op de natuurbrug zelf DNA-materiaal verzameld. Op basis van twee metingen – een ‘nulmeting’ en een meting na tien jaar – wordt onderzocht of er sprake is van een reductie in de genetische differentiatie tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur. Voor deze doelsoort zijn vooralsnog geen merkers beschikbaar. De ontwikkeling hiervan is daarom onderdeel van deze module. Hiervoor wordt DNA-materiaal uit het onderzoeksgebied gebruikt, maar ook van andere populaties van de soort in Nederland.
Meetvariabelen	Genetische differentiatie
Meetmethoden	Dieren worden gevangen met behulp van een vangnet. DNA-monsters worden in het veld afgenomen. Het DNA-materiaal wordt vervolgens op twee manieren geanalyseerd: (1) analyse van eventuele veranderingen in de genetische differentiatie tussen de populaties en (2) analyse van de afkomst van individuele dieren. Als er sprake is van genetische differentiatie van de populaties aan weerszijden van de infrastructuur tijdens het eerste meetjaar – dus de populaties zijn genetisch verschillend –, is de verwachting dat deze differentiatie na enkele jaren vermindert of zelfs verdwijnt als er dieren uitwisselen via de natuurbrug en aan de andere zijde aan de voortplanting deelnemen. Deze verandering wordt gemeten en geeft inzicht in de mate waarin de populaties door de natuurverbinding verbonden zijn. De tweede analyse richt zich op het vaststellen of een individueel dier afkomstig is van de populatie aan de andere kant van de infrastructuur. Wanneer (nagenoeg) de hele populatie van een soort wordt bemonsterd, kan ook worden vastgesteld hoeveel individuen de natuurverbinding hebben gebruikt.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 1 en 10
Meetperiode	Mei-juni
Meetfrequentie	Er wordt vanaf begin mei op iedere geschikte dag – wat betreft weersomstandigheden – gevangen, totdat van de populaties aan weerszijden van de infrastructuur voldoende monsters (>25 per plek) zijn verzameld om de analyses te kunnen uitvoeren.

## 6.4.5 Loopkevers

Modules: M1.3.7a, M2.3.7a, M3.3.7a

Onderzoeksoorten: Korte glimmer, Dwergkruiper, Duinloper, Heidespiegelloopkever, Tweevleksmalkop

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Inzet van genetische technieken om de uitwisseling tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructurele barrière te onderzoeken. Hierbij wordt aan beide zijden van de infrastructuur en op de natuurbrug zelf DNA-materiaal verzameld. Op basis van twee metingen – een ‘nulmeting’ en een meting na tien jaar – wordt onderzocht of er sprake is van een reductie in de genetische differentiatie tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur. Voor deze doelsoorten zijn vooralsnog geen merkers beschikbaar. De ontwikkeling hiervan is daarom onderdeel van deze module. Hiervoor wordt DNA-materiaal uit het onderzoeksgebied gebruikt, maar ook van andere populaties van de soort in Nederland.
Meetvariabelen	Genetische differentiatie
Meetmethoden	Dieren worden gevangen met behulp van op transecten uitgezette vangpotten. Het aantal en de ruimtelijke spreiding van deze transecten zijn identiek aan die van de modules voor de monitoring van het gebruik van de natuurbruggen (zie paragraaf 6.3.5). DNA-monsters worden in het laboratorium afgenomen. Het DNA-materiaal wordt vervolgens op twee manieren geanalyseerd: (1) analyse van eventuele veranderingen in de genetische differentiatie tussen de populaties en (2) analyse van de afkomst van individuele dieren. Als er sprake is van genetische differentiatie van de populaties aan weerszijden van de infrastructuur tijdens het eerste meetjaar – dus de populaties zijn genetisch verschillend –, is de verwachting dat deze differentiatie na enkele jaren vermindert of zelfs verdwijnt als er dieren uitwisselen via de natuurbrug en aan de andere zijde aan de voortplanting deelnemen. Deze verandering wordt gemeten en geeft inzicht in de mate waarin de populaties door de natuurverbinding verbonden zijn. De tweede analyse richt zich op het vaststellen of een individueel dier afkomstig is van de populatie aan de andere kant van de infrastructuur. Wanneer (nagenoeg) de hele populatie van een soort wordt bemonsterd, kan ook worden vastgesteld hoeveel individuen de natuurverbinding hebben gebruikt.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 1 en 10
Meetperiode	Maart-oktober
Meetfrequentie	Er wordt vanaf begin maart wekelijks gevangen, totdat van de populaties aan weerszijden van de infrastructuur voldoende monsters (>25 per plek) zijn verzameld om de analyses te kunnen uitvoeren.

## 6.5 Monitoring effectiviteit: Reductie aanrijdingen

### 6.5.1 Zoogdieren

Modules: M1.3.2b, M2.3.2b, M3.3.2b

Onderzoeksoorten: Damhert, Ree

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	<p>Herhaalde tellingen van het aantal faunaslachtoffers over de gehele lengte van de infrastructurele barrière dat is gemitigeerd (zie tabel 4.2).</p> <p><u>Zandvoortselaan:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 'Before-After' (BA) studie. Vergelijking tellingen slachtoffers op het gemitigeerde traject met slachtoffergegevens van hetzelfde traject van vóór de aanleg van de mitigatie.</li></ul> <p><u>Spoorlijn Haarlem-Zandvoort:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 'Before-After' (BA) studie. Vergelijking tellingen van (1) slachtoffers en (2) treinontregelingen als gevolg van hoefdieren in de spoorberm op het gemitigeerde traject met gegevens van hetzelfde traject van vóór de aanleg van de mitigatie (bron gegevens: Prorail).</li></ul> <p><u>Zeeweg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 'Before-After-Control-Impact' (BACI) studie. Vergelijking tellingen van het gemitigeerde traject met slachtoffergegevens van (1) hetzelfde traject, vóór de aanleg van de mitigatie en (2) drie 500 m lange referentietrajecten westelijk van de natuurbrug, waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.</li></ul>
Meetvariabelen	Aantal faunaslachtoffers (alle infra), aantal treinontregelingen door hoefdieren (spoorlijn).
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde wordt het onderzoekstraject en eventuele referentietrajecten per auto (Zandvoortselaan, Zeeweg) of per trein (spoorlijn) afgezocht en alle aangetroffen slachtoffers van de doelsoorten genoteerd. Uitgangspunt hierbij is dat dit in samenwerking met de wegbeheerder/spoorwegbeheerder kan worden uitgevoerd. Van ieder aangetroffen faunaslachtoffer worden in ieder geval de volgende aspecten geregistreerd: datum vondst, tijd vondst, soort, geslacht, leeftijdsgroep (kalf, jaarling, adult), gps-coördinaten, type vindplek (zijberm, middenberm, rijbaan, vluchtstrook etc.) en naam waarnemer. De karkassen worden meegenomen (Zandvoortselaan, Zeeweg) of later op de dag opgehaald (spoorlijn).
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 10
Meetperiode	Januari-december
Meetfrequentie	De trajecten worden dagelijks geïnventariseerd in de meetperiode.

Modules: M1.3.2b, M2.3.2b, M3.3.2b

Onderzoeksoorten: Konijn

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Herhaalde tellingen van het aantal faunaslachtoffers over de gehele lengte van de infrastructurale barrière dat is gemitigeerd (zie tabel 4.2). <u>Zandvoortselaan, spoorlijn:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>'After' (A) studie. Vergelijking tellingen slachtoffers op het gemitigeerde traject met een vooraf gestelde norm voor het maximaal aantal slachtoffers dat op het betreffende traject wordt geaccepteerd.</li></ul> <u>Zeeweg:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>'Control-Impact' (CI) studie. Vergelijking tellingen van het gemitigeerde traject met slachtoffergegevens van drie 500 m lange referentietrajecten westelijk van de natuurbrug, waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.</li></ul>
Meetvariabelen	Aantal faunaslachtoffers
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde worden het onderzoekstraject en eventuele referentietrajecten per auto (Zandvoortselaan, Zeeweg) of te voet (spoorlijn) afgezocht en alle aangetroffen slachtoffers van de doelsoort genoteerd. Van ieder aangetroffen faunaslachtoffer worden in ieder geval de volgende aspecten geregistreerd: datum vondst, tijd vondst, soort, geslacht, leeftijdsgroep (kalf, jaarling, adult), gps-coördinaten, type vindplek (zijberm, middenberm, rijbaan, vluchstrook etc.) en naam waarnemer. De karkassen worden verwijderd.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 10
Meetperiode	Januari-december
Meetfrequentie	De trajecten worden eenmaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

## 6.5.2 Reptielen

Modules: M1.3.3b, M2.3.3b, M3.3.3b

Onderzoeksoorten: Hazelworm, Zandhagedis

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Herhaalde tellingen van het aantal faunaslachtoffers over de gehele lengte van de infrastructurale barrière dat is gemitigeerd (zie tabel 4.2). <u>Zandvoortselaan, spoorlijn:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>'After' (A) studie. Vergelijking tellingen slachtoffers op het gemitigeerde traject met een vooraf gestelde norm voor het maximaal aantal slachtoffers dat op het betreffende traject wordt geaccepteerd.</li></ul> <u>Zeeweg:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>'Control-Impact' (CI) studie. Vergelijking tellingen van het gemitigeerde traject met slachtoffergegevens van drie 500 m lange referentietrajecten westelijk van de natuurbrug, waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.</li></ul>
Meetvariabelen	Aantal faunaslachtoffers
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde worden het onderzoekstraject en eventuele referentietrajecten te voet (alle infra) afgezocht en alle aangetroffen slachtoffers van de doelsoort genoteerd. Van ieder aangetroffen faunaslachtoffer worden in ieder geval de volgende aspecten geregistreerd: datum vondst, tijd vondst, soort, geslacht, leeftijdsgroep (juveniel, subadult, adult), gps-coördinaten, type vindplek (zijberm, middenberm, rijbaan, vluchstrook etc.) en naam waarnemer. De karkassen worden verwijderd.
Studieduur	10 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 10
Meetperiode	April-september
Meetfrequentie	De trajecten worden driemaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

### 6.5.3 Amfibieën

Modules: M1.3.4b, M2.3.4b, M3.3.4b

Onderzoeksoorten: Rugstreeppad

Kenmerk monitoring	Beschrijving
Experimentele opzet	Herhaalde tellingen van het aantal faunaslachtoffers over de gehele lengte van de infrastructurele barrière dat is gemitigeerd (zie tabel 4.2). <u>Zandvoortselaan, spoorlijn:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>'After' (A) studie. Vergelijking tellingen slachtoffers op het gemitigeerde traject met een vooraf gestelde norm voor het maximumaantal slachtoffers dat op het betreffende traject wordt geaccepteerd.</li></ul> <u>Zeeweg:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>'Control-Impact' (CI) studie. Vergelijking tellingen van het gemitigeerde traject met slachtoffergegevens van drie 500 m lange referentietrajecten westelijk van de natuurbrug, waar geen mitigerende maatregelen zijn genomen.</li></ul>
Meetvariabelen	Aantal faunaslachtoffers
Meetmethoden	Tijdens iedere inventarisatieronde worden het onderzoekstraject en eventuele referentietrajecten te voet (alle infra) afgezocht en alle aangetroffen slachtoffers van de doelsoort genoteerd. Van ieder aangetroffen faunaslachtoffer worden in ieder geval de volgende aspecten geregistreerd: datum vondst, tijd vondst, soort, geslacht, leeftijdsgroep (juveniel, subadult, adult), gps-coördinaten, type vindplek (zijberm, middenberm, rijbaan, vluchtstrook etc.) en naam waarnemer. De karkassen worden verwijderd.
Studieduur	5 jaar
Meetjaren	Jaar 1, 2, 3, 4 en 5
Meetperiode	Mei-september
Meetfrequentie	De trajecten worden driemaal per week geïnventariseerd in de meetperiode.

## 6.6 Advies meten verklarende variabelen

In aanvulling op het meten van de in de voorgaande paragrafen geadviseerde meetvariabelen, is het aan te bevelen om daarnaast een aantal andere variabelen te meten die kunnen helpen bij de interpretatie van de meetresultaten. Dergelijke 'verklarende variabelen' maken het mogelijk om studies beter onderling te vergelijken, de resultaten van de monitoring te extrapoleren naar andere situaties en kunnen mogelijk licht werpen op de oorzaken van gemeten verschillen in de meetvariabelen in ruimte en tijd.

Het advies is om in de monitoring van natuurverbinding Kennemerland in ieder geval de volgende verklarende variabelen te meten gedurende de hele looptijd van de monitoring:

- Kenmerken van het wegontwerp, o.a. breedte, hoogteligging, verharding, verlichting, rasters, geluidschermen, (midden)bermen;
- Verkeersvolume, rijsnelheid en verdeling verkeer over het etmaal;
- Ontwerp en inrichting van de mitigerende maatregelen;
- Type en frequentie van beheer van de mitigerende maatregelen;
- Gebruik van de natuurbruggen door predatoren;
- Gebruik van de natuurbruggen door grote grazers;
- Gebruik van de natuurbruggen door huisdieren;
- Gebruik van de recreatieve zone op Natuurbrug Zandpoort door mensen;
- Aanwezigheid van mensen (legaal dan wel illegaal) op het natuurgebied van de natuurbruggen;
- Kenmerken van het omliggende landschap, o.a. landgebruik, vegetatie, landschapselementen;
- Opmerkelijke gebeurtenissen in het omliggende landschap, o.a. natuurbrand, grootschalige schade door een plaagsoort;
- Weersomstandigheden tijdens de monitoring, o.a. luchttemperatuur, luchtvochtigheid, mate van bewolking, neerslag, windsnelheid.

---

## 7 Globale kostenraming

### 7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we een globale raming van de kosten voor uitvoering van de monitoring. De raming is modulair van opzet, zodat direct inzichtelijk wordt wat de selectie van een onderzoekmodule betekent in termen van benodigd budget.

### 7.2 Werkwijze

In een eerste stap zijn voor iedere onderzoekmodule alle benodigde acties in beeld gebracht. Vervolgens is er een inschatting gemaakt hoeveel personele inzet (in uren) er nodig is, onderscheiden naar functiegroep: senior-onderzoeker, onderzoeker en assistent-onderzoeker. De in hoofdstuk 6 gepresenteerde uitwerkingen van de onderzoekmodules vormen hierbij het uitgangspunt. De personele kosten zijn vervolgens geraamd met behulp van een standaard uurtarief per functiegroep:

- Senior-onderzoeker: € 150/uur
- Onderzoeker: € 125/uur
- Assistent-onderzoeker € 100/uur

Daarnaast zijn ook de materiële kosten verkend. Dit is gedaan door het opstellen van een lijst met alle benodigde materialen en aantallen per module. Na vermenigvuldiging met een geschatte eenheidsprijs zijn de kostenindicaties voor de benodigde materialen verkregen.

Niet meegenomen in de kostenindicaties zijn:

- Reiskosten; deze zijn in dit stadium niet te voorspellen, omdat niet bekend is welke afstand de onderzoekers moeten reizen naar het onderzoeksgebied en in welke mate lokale partijen (terreinbeheerders, vrijwilligers etc.) kunnen worden ingezet voor de diverse werkzaamheden.
- Kosten voor veiligheidsmaatregelen die wellicht nodig zijn voor de uitvoering van het onderzoek langs de verkeerswegen en spoorlijn.
- Kosten voor communicatie met derden (website, nieuwsbrieven, voorlichtingsbijeenkomsten etc.).

### 7.3 Kostenraming per onderzoekmodule

In onderstaande tabellen zijn de kostenindicaties per onderzoekmodule – zoals beschreven in hoofdstuk 6 – gepresenteerd voor respectievelijk Natuurbrug Zandpoort (tabel 7.1), Natuurbrug Duinpoort (tabel 7.2) en Natuurbrug Zeepoort (tabel 7.3). In tabel 7.4 zijn de kostenindicaties gegeven voor het meten van de verklarende variabelen per natuurbrug. Dit betreffen kostenindicaties voor één onderzoekjaar. De totale kosten kunnen worden geschat door vermenigvuldiging van deze bedragen met het aantal onderzoekjaren. Het aantal onderzoekjaren verschilt per onderzoekmodule. De kosten van het meten van verklarende variabelen zijn dus direct afhankelijk van welke onderzoekmodules er worden uitgevoerd.

**Tabel 7.1** Kostenindicatie (in euro's, excl. btw) per onderzoekmodule voor de monitoring van Natuurbrug Zandpoort (zie ook tabel 5.1 en de bijbehorende beschrijvingen in hoofdstuk 6).

Soortgroep	Onderdeel			
	Vegetatie-ontwikkeling	Gebruik natuurbrug	Effectiviteit natuurbrug	
			Barrière	Mortaliteit
Flora/vegetatie	68.000			
Zoogdieren		67.000	104.000	40.000
Reptielen		110.000	130.000	195.000
Amfibieën		96.000	121.000	111.000
Vogels				
Dagvlinders		70.000	97.000	
Loopkevers		167.750	270.000	
Sprinkhanen		91.000		

**Tabel 7.2** Kostenindicatie (in euro's, excl. btw) per onderzoekmodule voor de monitoring van Natuurbrug Duinpoort (zie ook tabel 5.2 en de bijbehorende beschrijvingen in hoofdstuk 6).

Soortgroep	Onderdeel			
	Vegetatie-ontwikkeling	Gebruik natuurbrug	Effectiviteit natuurbrug	
			Barrière	Mortaliteit
Flora/vegetatie	68.000			
Zoogdieren		67.000	104.000	142.000
Reptielen		110.000	130.000	195.000
Amfibieën		96.000	121.000	111.000
Vogels				
Dagvlinders				
Loopkevers		167.750	270.000	
Sprinkhanen				

**Tabel 7.3** Kostenindicatie (in euro's, excl. btw) per onderzoekmodule voor de monitoring van Natuurbrug Zeepoort (zie ook tabel 5.3 en de bijbehorende beschrijvingen in hoofdstuk 6).

Soortgroep	Onderdeel			
	Vegetatie-ontwikkeling	Gebruik natuurbrug	Effectiviteit natuurbrug	
			Barrière	Mortaliteit
Flora/vegetatie	68.000			
Zoogdieren		67.000	160.000	52.000
Reptielen		110.000	130.000	195.000
Amfibieën		96.000	194.000	111.000
Vogels				
Dagvlinders		70.000	97.000	
Loopkevers		167.750	270.000	
Sprinkhanen		91.000		

**Tabel 7.4** Kostenindicatie (in euro's, excl. btw) voor het meten van verklarende variabelen per onderzoeklocatie. Het betreffen kostenindicaties per onderzoekjaar (zie ook paragraaf 6.6).

Onderzoeklocatie	Kosten
Zandvoortselaan, Natuurbrug Zandpoort e.o.	25.000
Spoorlijn Haarlem-Zandvoort, Natuurbrug Duinpoort e.o.	20.000
Bloemendaalse Zeeweg, Natuurbrug Zeepoort e.o.	20.000



---

## 7.4 Aandachtspunten

De in tabel 7.1, 7.2 en 7.3 gepresenteerde kostenindicaties betreffen de kosten per module, onafhankelijk van de uitvoering van een of meer andere modules. Het selecteren van meerdere modules kan echter leiden tot kostenverlaging, doordat:

- Er overlap zit in de werkzaamheden van sommige modules;
- De werkzaamheden van twee modules goed kan worden gecombineerd waardoor er minder uren nodig zijn.

Voorbeeld 1: De modules waarin de barrièrewerking wordt onderzocht voor zoogdieren en amfibieën omvatten werkzaamheden die ook nodig zijn voor de modules waarin het gebruik van de natuurbruggen voor deze soortgroepen wordt onderzocht.

Voorbeeld 2: De modules waarin de mortaliteit van reptielen en amfibieën wordt onderzocht, vragen om dezelfde werkzaamheden in het veld. Selectie van beide modules leidt dus tot een halvering van de kosten van het veldwerk.

In deze kostenraming is vooralsnog als uitgangspunt genomen dat de werkzaamheden door professionals worden uitgevoerd. Een aantal werkzaamheden is echter goed uit te voeren in samenwerking met bijvoorbeeld terreinbeheerders, vrijwilligers en studenten. Indien deze partijen kunnen worden ingezet, leidt dit in veel gevallen tot een significante verlaging van de kosten.

---

## 8 Advies prioriteitstelling

### 8.1 Inleiding

Op dit moment is nog niet duidelijk welk budget beschikbaar komt voor de monitoring van het natuurverbinding Kennemerland, inclusief de drie natuurbruggen. De kans bestaat dat niet alle onderzoekmodules kunnen worden gefinancierd. In dat geval zal er een keuze moeten worden gemaakt. In dit verband prioriteren we hier de onderzoekmodules op basis van enkele criteria. In deze criteria staat de wetenschappelijk relevantie van het in de betreffende module voorgestelde onderzoek centraal. Modules die naar verwachting inzicht verschaffen in de effectiviteit van maatregelen, zijn in dit licht hoger gewaardeerd dan modules die zich alleen richten op het gebruik van de natuurbruggen. Ook de kracht van de gevolgtrekkingen die men op basis van het onderzoek in een module kan maken, is essentieel. Modules waarin metingen kunnen worden vergeleken met de situatie vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen en/of de situatie op een vergelijkbare plek waar de mitigatie niet is uitgevoerd, zijn in dit licht hoger gewaardeerd dan modules waar die mogelijkheden er niet zijn.

### 8.2 Selectiecriteria

We onderscheiden hier twee prioriteitsklassen: modules met een *hoge prioriteit* en modules met een *lage prioriteit*. Voor de selectie van modules met een hoge prioriteit zijn de volgende twee criteria gebruikt:

- **Criterium 1:** De module is gericht op het meten van de effectiviteit van de mitigerende maatregelen en heeft als experimentele opzet:
  - Before-After-Control-Impact (BACI), waarbij metingen worden verricht vóór en na de aanleg van de mitigatie, op zowel de plek waar de mitigatie plaatsvindt als op een controleplek waar niet is gemitigeerd;
  - Before-After (BA), waarbij alleen metingen worden verricht vóór en na de aanleg van de mitigatie, op de plek die is gemitigeerd;
  - Control-Impact (CI); waarbij alleen metingen worden verricht na de aanleg van de mitigatie, op zowel de plek die is gemitigeerd als op een controleplek waar niet is gemitigeerd.
- **Criterium 2:** De module is van belang als kennisbasis om bevindingen van de bij Criterium 1 geselecteerde onderzoekmodules beter te kunnen duiden.

### 8.3 Prioriteitstelling

Op basis van de twee selectiecriteria is aan 29 van de in totaal 45 onderzoekmodules<sup>5</sup> een hoge prioriteit gegeven en aan 16 onderzoekmodules een lage prioriteit (tabel 8.1). Daarnaast krijgt ook het meten van verklarende variabelen een hoge prioriteit, op alle locaties.

---

<sup>5</sup> Aanvankelijk zijn er 42 onderzoekmodules onderscheiden (zie paragraaf 5.2), maar omdat de onderzoeksoort Konijn om een andere aanpak vraagt dan de onderzoeksoorten Damhert en Ree in de modules M1.3.2b, M2.3.2b en M3.3.2b, zijn hier drie aanvullende modules voor uitgewerkt (zie paragraaf 6.5.1).

**Tabel 8.1** Prioriteitstelling van de onderzoekmodules op basis van de selectiecriteria.

Legenda studieopzet:

BACI = Before-After-Control-Impact  
 BA = Before-After  
 CI = Control-Impact  
 A = After

Legenda scores:

0 = Module voldoet aan het criterium  
 1 = Module voldoet niet aan het criterium  
 nvt = Het criterium is niet van toepassing op de module

Legenda prioriteit:

	= hoge prioriteit
	= lage prioriteit

Soortgroep	Locatie	Module	Studie opzet	Crit 1	Crit 2	Prioriteit
<b>Vegetatieontwikkeling</b>						
Flora/vegetatie	Zandpoort	M1.1.1	A	0	1	
	Duinpoort	M2.1.1	A	0	1	
	Zeepoort	M3.1.1	A	0	1	
<b>Gebruik natuurbrug</b>						
Zoogdieren	Zandpoort	M1.2.2	A	0	0	
	Duinpoort	M2.2.2	A	0	0	
	Zeepoort	M3.2.2	A	0	1	
Reptielen	Zandpoort	M1.2.3	A	0	1	
	Duinpoort	M2.2.3	A	0	1	
	Zeepoort	M3.2.3	A	0	1	
Amfibieën	Zandpoort	M1.2.4	A	0	0	
	Duinpoort	M2.2.4	A	0	0	
	Zeepoort	M3.2.4	A	0	1	
Vogels	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					
Dagvlinders	Zandpoort	M1.2.6	A	0	1	
	Duinpoort					
	Zeepoort	M3.2.6	A	0	1	
Loopkevers	Zandpoort	M1.2.7	A	0	1	
	Duinpoort	M2.2.7	A	0	1	
	Zeepoort	M3.2.7	A	0	1	
Sprinkhanen	Zandpoort	M1.2.8	A	0	0	
	Duinpoort					
	Zeepoort	M3.2.8	A	0	0	
<b>Effectiviteit mitigatie – Barrièrewerking</b>						
Zoogdieren	Zandpoort	M1.3.2a	A	0	nvt	
	Duinpoort	M2.3.2a	A	0	nvt	
	Zeepoort	M3.3.2a	CI	1	nvt	
Reptielen	Zandpoort	M1.3.3a	BA	1	nvt	
	Duinpoort	M2.3.3a	BA	1	nvt	
	Zeepoort	M3.3.3a	BA	1	nvt	

Soortgroep	Locatie	Module	Studie opzet	Crit 1	Crit 2	Prioriteit
Amfibieën	Zandpoort	M1.3.4a	A	0	nvt	
	Duinpoort	M2.3.4a	A	0	nvt	
	Zeepoort	M3.3.4a	CI	1	nvt	
Vogels	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					
Dagvlinders	Zandpoort	M1.3.6a	BA	1	nvt	
	Duinpoort					
	Zeepoort	M3.3.6a	BA	1	nvt	
Loopkevers	Zandpoort	M1.3.7a	BA	1	nvt	
	Duinpoort	M2.3.7a	BA	1	nvt	
	Zeepoort	M3.3.7a	BA	1	nvt	
Sprinkhanen	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					

#### **Effectiviteit mitigatie – Sterfte door aanrijdingen**

Damhert, Ree	Zandpoort	M1.3.2b	BA	1	nvt	
	Duinpoort	M2.3.2b	BA	1	nvt	
	Zeepoort	M3.3.2b	BACI	1	nvt	
Konijn	Zandpoort	M1.3.2b	A	0	nvt	
	Duinpoort	M2.3.2b	A	0	nvt	
	Zeepoort	M3.3.2b	CI	1	nvt	
Reptielen	Zandpoort	M1.3.3b	A	0	nvt	
	Duinpoort	M2.3.3b	A	0	nvt	
	Zeepoort	M3.3.3b	CI	1	nvt	
Amfibieën	Zandpoort	M1.3.4b	A	0	nvt	
	Duinpoort	M2.3.4b	A	0	nvt	
	Zeepoort	M3.3.4b	CI	1	nvt	
Vogels	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					
Dagvlinders	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					
Loopkevers	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					
Sprinkhanen	Zandpoort					
	Duinpoort					
	Zeepoort					

#### **Meten verklarende variabelen**

Alle groepen	Zandpoort	nvt	nvt	0	1	
	Duinpoort	nvt	nvt	0	1	
	Zeepoort	nvt	nvt	0	1	

---

# Literatuur

- Boeken, M. 2017. Loopkevers en andere bodemfauna bij natuurbruggen in Nationaal Park Zuid-Kennemerland. Rapportage nulmeting 2016. Boeken Interim & Onderzoek, Haarlem.
- Grontmij 2012. Planstudie MJPO cluster II - Uitgangspunten variantenstudie knelpunt Zandvoort (NH12). Interne notitie. Grontmij, De Bilt.
- Jones, D.N. & A.R.F. Bond. 2010. Road barrier effect on small birds removed by vegetated overpass in South East Queensland. *Ecological Management and Restoration* 11(1): 64-66.
- Keller, V., H.G. Bauer, H.W. Ley & H.P. Pfister. 1996. Bedeutung von Grünbrücken über Autobahnen für Vögel. *Der Ornithologische Beobachter* 93: 249-258.
- Kleukers, R.M.J.C., E.J. van Nieukerken, B. Odé, L.P.M. Willemse & W.K.R.E. van Wingerden. 1997. De sprinkhanen en krekels van Nederland (Orthoptera). *Nederlandse Fauna I*. Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey, Leiden.
- Ministerie V&W et al. 2004. MJPO: Meerjarenprogramma Ontsnippering. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Pell, S. & D. Jones. 2015. Are wildlife overpasses of conservation value for birds? A study in Australian sub-tropical forest, with wider implications. *Biological Conservation* 184: 300-309.
- Provincie Noord-Holland 2017. Noord-Holland in cijfers – Thema Verkeer en Vervoer. URL: <https://data.noord-holland.nl>
- Reijngoudt, F. 2015. Vegetatie- en floraonderzoek op de natuurbrug Zandpoort. Ontwikkelt de vegetatie op de natuurbrug zich tot het gewenste habitatype grijze duinen? CAH Vilentum, Almere / Waternet, Amsterdam.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda. 1996. De vegetatie van Nederland. Deel 3 – Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Leiden.
- Sparrius, L.B., B. Odé & R. Beringen. 2014. Basisrapport Rode Lijst Vaatplanten 2012 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. FLORON-rapport 57. FLORON, Nijmegen.
- Stuurgroep Natuurbrug Zandpoort 2010. Natuurbrug Zandpoort – Flora- en faunapassage over de Zandvoortselaan: Nota van Uitgangspunten. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Turin, H. 2000. De Nederlandse loopkevers, verspreiding en oecologie (Coleoptera, Carabidae). *Nederlandse Fauna 3*. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV-Uitgeverij & European Invertebrate Survey, Leiden.
- Van der Grift, E.A. & A.F. Aartsen. 1997. Versnippering van de natuur door railinfrastructuur in de Randstad. Een studie naar knelpunten en ontsnipperingsmaatregelen in de Ecologische Hoofdstructuur. Rapport PC/VA/96.152561. Holland Railconsult, Utrecht.
- Van der Grift, E.A., G.W.T.A. Groot Bruinderink & M. Goossen. 2005. Ontsnippering Zuid-Kennemerland. Nut en noodzaak van faunapassages bij de Zandvoortselaan, spoorlijn Haarlem-Zandvoort en Zeeweg. Alterra-rapport 1198. Alterra, Wageningen.

- 
- Van der Grift, E.A., J. Dirksen, H. Kuijpers & R. Wegman. 2009. Actualisering doelsoorten en doelen Meerjarenprogramma Ontsnippering. Alterra-rapport 1941. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A. & R. van der Ree. 2015. Guidelines for evaluating use of wildlife crossing structures. In: R. van der Ree, D.J. Smith & C. Grilo (eds.). Handbook of Road Ecology, First Edition: 119-128. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, UK.
- Van der Grift, E.A., R. van der Ree & J.A.G. Jaeger. 2015. Guidelines for evaluating the effectiveness of road mitigation measures. In: R. van der Ree, D.J. Smith & C. Grilo (eds.). Handbook of Road Ecology, First Edition: 129-137. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, UK.
- Van der Spek, V., D. Groenendijk, L. Geelen, K. Lever & R. Luntz. 2013. Monitoringplan Natuurbrug Zandpoort 2014-2018. Gezamenlijke uitgave van Nationaal Park Zuid-Kennemerland / Natuurmonumenten, 's-Graveland / PWN, Haarlem / Waternet, Amsterdam.
- Van der Spek, V., D. Groenendijk, K. Lever & R. Luntz. 2017. Natuurburg Zandpoort 2014-2016: Wat weten we na drie jaar monitoring? Gezamenlijke uitgave van Waternet, Amsterdam / PWN, Haarlem / Provincie Noord-Holland, Haarlem / Natuurmonumenten, 's-Graveland.
- Van Swaay, C.A.M., T. Termaat & C.L. Plate. 2011. Handleiding landelijke meetnetten vlinders en libellen. Rapport VS2011.001. De Vlinderstichting, Wageningen & Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Van Til, M. & J. Mourik. 1999. Hiëroglyfen van het zand. Vegetatie en landschap van de Amsterdamse Waterleidingduinen. Gemeentewaterleidingen Amsterdam, Amsterdam.
- Wallis de Vries, M.F. 2010. Achtergrond vlinders voor de herziening van de Leidraad Faunavoorzieningen langs Wegen. Rapport VS2010.013. De Vlinderstichting, Wageningen.

# Bijlage 1    Beslisregels analyse versnipperingsproblemen

**Tabel B1.1** *Beslisregels op basis waarvan bepaald is of een doelsoort het versnipperingprobleem 'Mortaliteit door aanrijdingen' ervaart.*

Code	Beslisregel
M1	Soorten die als slachtoffer zijn gemeld in bestaande slachtoffer-registratiebestanden.
M2	Soorten waarvoor in Nederlands empirisch onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur een oorzaak van mortaliteit is.
M3	Soorten waarvoor in buitenlands empirisch onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur een oorzaak van mortaliteit is.
M4	Soorten waarvoor in de literatuur op basis van een expertoordeel is vastgesteld dat infrastructuur een oorzaak van mortaliteit is.
M5	Soorten die een risico vormen vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid.
E	Soorten waarvoor op basis van een expertoordeel in onderhavig onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur een oorzaak van mortaliteit is.

**Tabel B1.2** *Beslisregels op basis waarvan bepaald is of een doelsoort het versnipperingprobleem 'Barrièrewerking infrastructuur' ervaart.*

Code	Beslisregel
B1	Soorten waarvoor in Nederlands empirisch onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur een barrière vormt.
B2	Soorten waarvoor in buitenlands empirisch onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur een barrière vormt.
B3	Soorten waarvoor in de literatuur op basis van een expertoordeel is vastgesteld dat infrastructuur een barrière vormt.
E	Soorten waarvoor op basis van een expertoordeel in onderhavig onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur een barrière vormt.

**Tabel B1.3** *Beslisregels op basis waarvan bepaald is of een doelsoort het versnipperingprobleem 'Verlies levensvatbaarheid populaties' ervaart.*

Code	Beslisregel
L1	Soorten waarvoor in Nederlands empirisch onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur de levensvatbaarheid van populaties aantast.
L2	Soorten waarvoor in buitenlands empirisch onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur de levensvatbaarheid van populaties aantast.
L3	Soorten waarvoor in modelonderzoek is vastgesteld dat infrastructuur de levensvatbaarheid van populaties aantast.
L4	Soorten waarvoor in de literatuur op basis van een expertoordeel is vastgesteld dat infrastructuur de levensvatbaarheid van populaties aantast.
L5	Soorten die op de Rode Lijst staan als Gevoelig, Kwetsbaar, Bedreigd of Ernstig bedreigd, onder voorwaarde dat de soort scoort voor het versnipperingprobleem mortaliteit en/of barrièrewerking.
E	Soorten waarvoor op basis van een expertoordeel in onderhavig onderzoek is vastgesteld dat infrastructuur de levensvatbaarheid van populaties aantast.

## Bijlage 2 Versnipperingsproblemen per doelsoort

**Tabel B2.1** Versnipperingsproblemen die de doelsoorten ervaren in geval van een provinciale weg en de beslisregels op basis waarvan dit is bepaald. Bron: Van der Grift et al. (2009).

Legenda:

*P* = Aanwijzingen voor het versnipperingsprobleem; 0 = Er zijn vooralsnog geen concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem ondervindt; 1 = Er zijn concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem ondervindt; - = de soort is niet onderzocht door Van der Grift et al. (2009).

*BR* = Beslisregel op basis waarvan de relevantie van het betreffende versnipperingsprobleem is bepaald. Zie bijlage 1 voor een verklaring van de codes voor de beslisregels.

Soortgroep	Doelsoort	Mortaliteit		Barrièrewerking	
		<i>P</i>	<i>BR</i>	<i>P</i>	<i>BR</i>
Zoogdieren	Damhart	1	M1, M4, M5	0	E
	Konijn	1	M1, M2	1	E
	Ree	1	M1, M2, M4, M5	0	E
Reptielen	Hazelworm	1	M2	1	B2
	Zandhagedis	1	M2	1	B2
Amfibieën	Rugstreeppad	1	M2	1	B2
Vogels	Nachtegaal	-	-	-	-
Dagvlinders	Aardbeivlinder	1	E	1	E
	Bruin blauwtje	-	-	-	-
	Bruine eikenpage	-	-	-	-
	Duinparelmoervlinder	-	-	-	-
	Heivlinder	-	-	-	-
	Kleine parelmoervlinder	-	-	-	-
Loopkevers	Basterdzandloopkever	-	-	-	-
	Strandzandloopkever	-	-	-	-
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	-	-	-	-
	Duinsabelsprinkhaan	-	-	-	-
	Knopsprietje	-	-	-	-



**Tabel B2.2** Versnipperingsproblemen die de doelsoorten ervaren in geval van een spoorweg en de beslisregels op basis waarvan dit is bepaald. Bron: Van der Grift et al. (2009).

Legenda:

*P* = Aanwijzingen voor het versnipperingsprobleem; 0 = Er zijn vooralsnog geen concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem ondervindt; 1 = Er zijn concrete aanwijzingen dat de doelsoort het versnipperingsprobleem ondervindt; - = de soort is niet onderzocht door Van der Grift et al. (2009).

*BR* = Beslisregel op basis waarvan de relevantie van het betreffende versnipperingsprobleem is bepaald. Zie bijlage 1 voor een verklaring van de codes voor de beslisregels.

Soortgroep	Doelsoort	Mortaliteit		Barrièrewerking	
		<i>P</i>	<i>BR</i>	<i>P</i>	<i>BR</i>
Zoogdieren	Damhert	1	M3, M4, M5	0	B3
	Konijn	1	M1, M2, M3	1	E
	Ree	1	M1, M2, M3	0	E
Reptielen	Hazelworm	1	M4	1	B3
	Zandhagedis	1	M4	1	B3
Amfibieën	Rugstreeppad	1	M4	1	B3
Vogels	Nachtegaal	-	-	-	-
Dagvlinders	Aardbeivlinder	0	E	0	E
	Bruin blauwtje	-	-	-	-
	Bruine eikenpage	-	-	-	-
	Duinparelmoervlinder	-	-	-	-
	Heivlinder	-	-	-	-
	Kleine parelmoervlinder	-	-	-	-
Loopkevers	Basterdzandloopkever	-	-	-	-
	Strandzandloopkever	-	-	-	-
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	-	-	-	-
	Duinsabelsprinkhaan	-	-	-	-
	Knopsprietje	-	-	-	-

## Bijlage 3 Ecologische sleutelkenmerken doelsoorten

**Tabel B3.1** Oppervlaktebehoefte van een reproductieve eenheid (RE), oppervlaktebehoefte van een levensvatbare populatie en dispersiecapaciteit per doelsoort.

Soortgroep	Diersoort	Ecologische sleutelkenmerken		
		Oppervlaktebehoefte 1 RE (ha)	Oppervlaktebehoefte levensvatbare populatie (ha) <sup>1</sup>	Dispersiecapaciteit (km)
Zoogdieren	Damhert	7,5	3000	25
	Konijn	1,25	75	5
	Ree	3	1200	25
Reptielen	Hazelworm	0,5	125	2
	Zandhagedis	0,5	125	2
Amfibieën	Rugstreeppad	0,1	125	2
Vogels	Nachtegaal	3	450	20
Dagvlinders	Aardbeivlinder	0,1	125	2
	Bruine eikenpage	0,1	125	2
	Duinparelmoervlinder	0,6	750	1
	Heivlinder	0,1	125	5
Loopkevers	Korte glimmer	0,01	12,5	1
	Dwergkruiper	0,01	12,5	1
	Duinloper	0,01	12,5	1
	Heidespiegelloopkever	0,01	12,5	1
	Tweevleksmalkop	0,01	12,5	1
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	0,01	12,5	2
	Duinsabelsprinkhaan	0,01	12,5	2
	Knopsprietje	0,01	12,5	2

<sup>1</sup> De cijfers zijn gebaseerd op de normen die gelden voor een netwerkpopulatie met daarin een sleutelpopulatie. Een sleutelpopulatie is een relatief grote populatie die levensvatbaar is onder de conditie dat er één immigrant per generatie is.

Bron: LARCH database (Alterra, ongepubliceerde gegevens). De loopkevers ontbreken in deze database; de hier gepresenteerde cijfers voor de soorten uit deze soortgroep zijn een expertinschatting.

## Bijlage 4    Verspreiding doelsoorten

**Tabel B4.1** De verspreiding van de doelsoorten in de duingebieden rond de geplande natuurverbinding Kennemerland in de periode 2008-2018.

Legenda:

A = duingebieden ten zuiden van de Zandvoortselaan (AWD e.o.)

B = duingebieden tussen de Zandvoortselaan en de spoorlijn Haarlem-Zandvoort (De Koningshof e.o.)

C = duingebieden tussen de spoorlijn Haarlem-Zandvoort en de Zeeweg (Het Kraansvlak e.o.)

D = duingebieden ten noorden van de Zeeweg (Kennemerduinen e.o.)

1 = de doelsoort is in de periode 2008-2018 in het gebied waargenomen

0 = de doelsoort is in de periode 2008-2018 niet in het gebied waargenomen

Soortgroep	Diersoort	Actuele verspreiding			
		A	B	C	D
Zoogdieren	Damhert	1	1	1	1
	Konijn	1	1	1	1
	Ree	1	1	1	1
Reptielen	Hazelworm	0	0	1	1
	Zandhagedis	1	1	1	1
Amfibieën	Rugstreeppad	1	0	1	1
Vogels	Nachtegaal	1	1	1	1
Dagvlinders	Aardbeivlinder	1	0	0	1
	Bruine eikenpage	0	0	1	1
	Duinparelmoervlinder	1	0	1	1
	Heivlinder	1	0	1	1
Loopkevers	Korte glimmer	1	1	1	1
	Dwergkruiper	0	1	1	1
	Duinloper	0	1	1	0
	Heidespiegelloopkever	1	1	0	0
	Tweevleksmalkop	0	1	1	1
Sprinkhanen	Blauwvleugelsprinkhaan	1	1	1	1
	Duinsabelsprinkhaan	1	1	1	1
	Knopsprietje	1	1	1	1

Bron loopkevers: Boeken (2017)

Bron overige diergroepen: [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl); gegevens van de periode 1-1 2008 t/m 1-3 2018

---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 2932  
ISSN 1566-7197

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AB Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Rapport 2932  
ISSN 1566-7197

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

