



# Natuurbrug Laarderhoogt en woningbouw op Crailo-Zuid

Programma van eisen voor woningbouw nabij de natuurbrug vanuit ecologisch perspectief

E.A. van der Grift & D.R. Lammertsma



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



---

# Natuurbrug Laarderhoogt en woningbouw op Crailo-Zuid

Programma van eisen voor woningbouw nabij de natuurbrug vanuit ecologisch perspectief

E.A. van der Grift & D.R. Lammertsma

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van en gefinancierd door de provincie Noord-Holland (projectnummer 5200043171).

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, maart 2017

---

Rapport 2799  
ISSN 1566-7197

---

Van der Grift, E.A., D.R. Lammertsma, 2017. *Natuurbrug Laarderhoogt en woningbouw op Crailo-Zuid; Programma van eisen voor woningbouw nabij de natuurbrug vanuit ecologisch perspectief*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2799. 32 blz.; 3 fig.; 6 tab.; 53 ref.

In opdracht van de provincie Noord-Holland is onderzocht welke eisen er aan woningbouw binnen Crailo-Zuid moeten worden gesteld om het functioneren van natuurverbinding Laarderhoogt, inclusief natuurbrug, te waarborgen. Ook is onderzocht wat de inrichtingseisen voor de geplande natuurstrook binnen Crailo-Zuid zijn om de natuurverbinding optimaal te laten functioneren.

Trefwoorden: habitat fragmentatie, versnippering, verstoring, natuurkwaliteit, ontsnippering, mitigatie, faunapassage, ecoduct, natuurbrug, natuurverbinding, woningbouw, Laarderhoogt, Crailo

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/411468> 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.

© 2017 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl), [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 2799 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: E.A. van der Grift

---

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Probleemstelling	8
	1.3 Doel van het onderzoek	8
	1.4 Aanpak van het onderzoek	9
	1.5 Leeswijzer	9
<b>2</b>	<b>Doelen en doelsoorten voor de natuurverbinding</b>	<b>10</b>
	2.1 Doel natuurverbinding	10
	2.2 Doelsoorten	10
<b>3</b>	<b>Ecologische eisen voor de ruimtelijke begrenzing van de woningbouwlocatie</b>	<b>11</b>
	3.1 Inleiding	11
	3.2 Werkwijze	11
	3.3 Ruimtelijke eisen voor een ecosysteemverbinding	12
	3.4 Ruimtelijke eisen voor een soortverbinding	12
	3.5 Minimale afstand tot natuurbrug	16
<b>4</b>	<b>Ecologische eisen voor de inrichting van de woningbouwlocatie</b>	<b>17</b>
	4.1 Inleiding	17
	4.2 Werkwijze	17
	4.3 Potentiële verstoringsbronnen	17
	4.4 Gevoeligheid doelsoorten voor verstoring	18
	4.5 Programma van eisen vanuit ecologisch perspectief	21
	4.6 Potentiële mitigerende maatregelen	21
<b>5</b>	<b>Ecologische eisen voor de inrichting van de natuurstrook</b>	<b>24</b>
	5.1 Inleiding	24
	5.2 Werkwijze	24
	5.3 Habitatieisen doelsoorten	24
	5.4 Programma van eisen inrichting natuurverbinding	25
	5.5 Inrichting natuurstrook Crailo-Zuid	26
<b>6</b>	<b>Conclusies</b>	<b>27</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>28</b>





---

# Samenvatting

In februari 2015 is Natuurbrug Laarderhoogt geopend. Deze natuurbrug overspant net ten oosten van Bussum zowel rijksweg A1 als de ten noorden daarvan gelegen Naarderstraat. De natuurbrug maakt deel uit van een in de provinciale structuurvisie opgenomen ecologische verbingszone die als doel heeft de natuurgebieden ten zuiden van de rijksweg (o.a. Bussummerheide, Westerheide, Zuiderheide) te verbinden met die ten noorden daarvan (o.a. Blaricummerheide, Tafelbergheide).

Aan de zuidkant van rijksweg A1, op relatief korte afstand van de natuurverbinding met de natuurbrug, ligt het voormalige defensie terrein Crailo. De provincie Noord-Holland is eigenaar van het terrein en wil het herontwikkelen voor wonen, werken, bijzondere voorzieningen en natuur. In 2011 is er voor dit circa 40 ha grote terrein daarom een gebiedsontwikkelingsproces gestart. Het terrein van het voormalige asielzoekerscentrum (AZC) – in het navolgende Crailo-Zuid genoemd – maakt deel uit van het project. Het Ruimtelijk Kader Crailo, dat door Gedeputeerde Staten van Noord-Holland op 11 februari 2014 is vastgesteld, stelt dat bij het herontwikkelen van Crailo-Zuid het functioneren van de natuurbrug voorop moet staan. Natuur moet hier de hoofdfunctie zijn. Eventuele andere functies op het terrein moeten bijdragen aan de natuur en mogen de natuur niet verstoren.

De provincie Noord-Holland verkent momenteel, in samenspraak met de gemeenten Bussum, Hilversum en Laren en het GNR, welke functies binnen Crailo-Zuid een plek kunnen krijgen naast natuur. Hierbij wordt een aantal ruimtelijke scenario's ontwikkeld. De aandacht gaat niet meer alleen uit naar bedrijvigheid. Ook woningbouw is in beeld, die overigens net als de bedrijvigheid moet voldoen aan de uitgangspunten van het Ruimtelijk Kader Crailo en het functioneren van de natuurverbinding, inclusief natuurbrug, niet mag belemmeren. Onduidelijk is voorsnog welke eisen aan het ontwerp en de landschappelijke inpassing van een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid moeten worden gesteld om de functionaliteit van de ecologische verbinding te waarborgen.

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken welke eisen er aan woningbouw binnen Crailo-Zuid moeten worden gesteld om het functioneren van Natuurbrug Laarderhoogt te waarborgen. Het onderzoek richt zich daarbij op de volgende concrete vragen:

1. Welke eisen moeten er aan de begrenzing van de woningbouwlocatie worden gesteld om voldoende ruimte te laten voor het ontwikkelen van een volwaardige natuurverbinding en welke minimale afstand moet er tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie in acht worden genomen?
2. Welke eisen moeten er aan de inrichting van de woningbouwlocatie worden gesteld om het functioneren van de natuurverbinding niet te verhinderen?
3. Wat zijn de inrichtingseisen voor de natuurstrook binnen Crailo-Zuid om de natuurverbinding optimaal te laten functioneren?

Bevindingen:

- Binnen Crailo-Zuid is een strook van circa 150 m breed beschikbaar voor woningbouw. Hierbij gelden als uitgangspunten: (1) het ambitieniveau is een soortverbinding; (2) de middellijn van de natuurverbinding wordt circa 10 m rechts van de hartlijn van het ecoduct geprojecteerd; (3) de benodigde bos-stapsteen wordt niet compact, maar in een langgerekte vorm aangelegd; (4) er is geen bufferzone nodig tussen de woningbouwlocatie en de natuurverbinding: verstoringseffecten worden volledig voorkomen en/of gemitigeerd.
- De minimale afstand tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie is 150 m.
- Aan de inrichting en het gebruik van een woningbouwlocatie op Crailo-Zuid moeten de volgende eisen worden gesteld: (1) Kunstlicht reikt niet tot in de natuurverbinding en is niet direct zichtbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding; (2) Bebouwing leidt niet tot beschaduwning van de natuurverbinding; (3) Geen zicht-beperkende bebouwing/infrastructuur direct naast de natuurverbinding; (4) Geluidniveaus in de natuurverbinding blijven beneden de drempelwaarde van de gevoeligste diersoort; (5) Mensen en huisdieren op de woningbouwlocatie

- 
- zijn bij voorkeur niet zichtbaar/hoorbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding;
- (6) Betreding van de natuurverbinding door mensen en huisdieren vanuit de woningbouwlocatie moet worden voorkomen; (7) Voertuigen op de woningbouwlocatie zijn bij voorkeur niet zichtbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding; (8) Onnatuurlijke sterfte, bijvoorbeeld door aanrijdingen op de verkeerswegen van de woningbouwlocatie, moet worden voorkomen; (9) Inspoelen of inwaaien van verontreinigende stoffen in de natuurverbinding moet worden voorkomen.
- De natuurstrook binnen Crailo-Zuid bestaat bij voorkeur in zijn geheel uit gemengd bos met zowel loof- als naaldhout en een goed ontwikkelde struiklaag. Het kronendak is niet volledig gesloten, waardoor er plaatselijk open plekken ontstaan met meer variatie in ondergroei. Bij voorkeur zijn er geen (grote) onderbrekingen in de opgaande begroeiing.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In februari 2015 is Natuurbrug Laarderhoogt geopend. Deze natuurbrug overspant net ten oosten van Bussum zowel rijksweg A1 als de ten noorden daarvan gelegen Naarderstraat. De natuurbrug maakt deel uit van een in de provinciale structuurvisie opgenomen ecologische verbindingszone (Provincie Noord-Holland, 2011). Deze natuurverbinding heeft als doel de natuurgebieden ten zuiden van de rijksweg (o.a. Bussummerheide, Westerheide, Zuiderheide) te verbinden met die ten noorden daarvan (o.a. Blaricummerheide, Tafelbergheide) (Veen en Brandjes, 2000). Deze natuurgebieden maken alle deel uit van het Nationale Natuurnetwerk (voorheen: Ecologische Hoofdstructuur) en zijn aangewezen als Beschermd Natuurmonument onder de Natuurbeschermingswet (zie ook Goois Natuurreservaat, 2009). De natuurverbinding, inclusief de natuurbrug, heeft als doel de ruimtelijke samenhang van het natuurnetwerk te versterken en daarmee de overlevingskansen voor plant- en diersoorten te vergroten (Van der Grift et al. 2003).

Aan de zuidkant van rijksweg A1, op relatief korte afstand van de natuurverbinding met de natuurbrug, ligt het voormalige defensie terrein Crailo. De provincie Noord-Holland is eigenaar van het terrein en wil het herontwikkelen voor wonen, werken, bijzondere voorzieningen en natuur. In 2011 is er voor dit circa 40 ha grote terrein daarom een gebiedsontwikkelingsproces gestart (Provincie Noord-Holland, 2012). De provincie heeft, in samenspraak met de gemeenten Bussum, Hilversum en Laren en het Goois Natuurreservaat (GNR), een ambitiedocument opgesteld (Provincie Noord-Holland, 2013a). Dit geeft in hoofdlijnen de eisen en wensen van de publieke partijen en het Goois Natuurreservaat weer. De natuurverbinding, inclusief Natuurbrug Laarderhoogt, is gekenmerkt als een van de autonome ontwikkelingen. Het ambitiedocument signaleert dat de heidegebieden in het Gooi versnipperd zijn geraakt door de stedelijke ontwikkelingen en dat de natuurverbinding een schakel moet gaan vormen in de Ecologische Hoofdstructuur.

Het 17 hectare grote terrein van het voormalige asielzoekerscentrum (AZC) – in het navolgende Crailo-Zuid genoemd – maakt deel uit van het project. In het ambitiedocument is voor dit gebied als eis meegegeven dat bij de gebiedsontwikkeling rekening moet worden gehouden met *'de invloedssfeer van het ecoduct'*. Dit betekent het creëren van een 'stiltezone' rond de natuurbrug en een goede inrichting van het aanloopgebied naar deze faunapassage. Een tweede eis is dat andere functies dan natuur binnen Crailo-Zuid, *'passend moeten zijn met en versterkend werken voor de natuur'* (Provincie Noord-Holland, 2013a). Het ambitiedocument is door Gedeputeerde Staten (GS) van Noord-Holland op 2 april 2013 vastgesteld en ter instemming voorgelegd aan de gemeenten Bussum, Hilversum en Laren en het GNR.

Het ambitiedocument vormde de basis voor een Concept Ruimtelijk Kader Crailo met een ontwikkelstrategie dat op 10 september 2013 door het college van GS is vastgesteld (Provincie Noord-Holland, 2013b). Dit Concept Ruimtelijk Kader Crailo stelt dat bij het herontwikkelen van Crailo-Zuid het functioneren van de natuurbrug voorop moet staan. Natuur moet hier de hoofdfunctie zijn. Eventuele andere functies op het terrein moeten bijdragen aan de natuur en mogen de natuur niet verstoren. Wat betreft andere functies zijn in het Concept Ruimtelijk Kader Crailo twee ontwikkelvelden opgenomen op Crailo-Zuid, respectievelijk 5 ha (noord) en 2,5 ha (zuid) groot. Deze ontwikkelvelden zijn volgens het plan bedoeld voor bedrijvigheid. Hieraan is wel een aantal stringente eisen gesteld om verstoring te voorkomen in de natuurverbinding. Zo kan alleen bedrijvigheid worden toegestaan dat valt binnen maximaal milieucategorie 3 en geen overlast veroorzaakt op het gebied van geluid, geur en licht. Voor het zuidelijke ontwikkelveld is een bijkomend uitgangspunt dat er alleen ruimte is voor bedrijven die wat betreft visuele uitstraling en terreininrichting aansluiten bij de natuur in de omgeving en deze waar mogelijk versterken. Het moet onmogelijk zijn om direct vanaf deze bedrijfsterreinen de omliggende natuurgebieden te betreden. In dit verband is het voorstel om waar nodig fysieke en visuele barrières met afschermende beplanting aan te leggen.

Op 15 oktober 2013 hebben GS van Noord-Holland besloten om het noordelijke ontwikkelveld op Crailo-Zuid te vergroten naar 6 ha, na overleg met de gemeenten Hilversum, Laren en Bussum en het GNR (Provincie Noord-Holland, 2013c). Een voorwaarde blijft dat de uiteindelijke functies passend en versterkend werken voor de natuur en in overeenstemming te brengen zijn met de ecologische randvoorwaarden. Figuur 1.1 geeft een beeld van het Ruimtelijk Kader Crailo, inclusief de aanpassingen naar aanleiding van de inbreng van gemeenten en GNR. Op 11 februari 2014 is het definitieve Ruimtelijk Kader Crailo door GS van Noord-Holland vastgesteld.



**Figuur 1.1** Ruimtelijk Kader Crailo, 11 februari 2014 (bron: Provincie Noord-Holland).

## 1.2 Probleemstelling

De provincie Noord-Holland verkent momenteel, in samenspraak met de gemeenten Bussum, Hilversum en Laren en het GNR, welke functies binnen Crailo-Zuid een plek kunnen krijgen naast natuur. Hierbij wordt een aantal ruimtelijke scenario's ontwikkeld. De aandacht gaat niet meer alleen uit naar bedrijvigheid. Ook woningbouw is in beeld, die overigens net als de bedrijvigheid moet voldoen aan de uitgangspunten van het Ruimtelijk Kader Crailo en het functioneren van de natuurverbinding, inclusief natuurbrug, niet mag belemmeren. Onduidelijk is voornamelijk welke eisen aan het ontwerp en de landschappelijke inpassing van een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid moeten worden gesteld om de functionaliteit van de ecologische verbinding te waarborgen.

## 1.3 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om te bepalen welke eisen er aan woningbouw binnen Crailo-Zuid moeten worden gesteld om het functioneren van Natuurbrug Laarderhoogt te waarborgen.

---

Het onderzoek richt zich daarbij op de volgende concrete vragen:

- Welke eisen moeten er aan de begrenzing van de woningbouwlocatie worden gesteld om voldoende ruimte te laten voor het ontwikkelen van een volwaardige natuurverbinding en welke minimale afstand moet er tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie in acht worden genomen?
- Welke eisen moeten er aan de inrichting van de woningbouwlocatie worden gesteld om het functioneren van de natuurverbinding niet te verhinderen?
- Wat zijn de inrichtingseisen voor de natuurstrook binnen Crailo-Zuid om de natuurverbinding optimaal te laten functioneren?

## 1.4 Aanpak van het onderzoek

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

1. *Verkenning ecologische eisen t.a.v. ruimtelijke begrenzing woningbouwlocatie*  
Voor dit onderdeel zijn de ruimtelijke eisen (dimensies) onderzocht die de doelsoorten voor de natuurverbinding stellen aan de zuidelijke toeloopzone van de natuurbrug. Dit is gedaan voor twee ambitieniveaus: (1) ecosysteemverbinding en (2) soortverbinding. Vervolgens is verkend wat deze eisen betekenen voor de begrenzing van de woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid.
2. *Verkenning ecologische eisen t.a.v. de inrichting van de woningbouwlocatie*  
Voor dit onderdeel zijn allereerst potentiële, met woningbouw samenhangende verstoringbronnen en -aspecten geïdentificeerd voor de doelsoorten van de verbindingzone. Vervolgens is op basis van expertkennis een kwalitatieve inschatting gemaakt van de verstoringseigenschappen van de afzonderlijke doelsoorten voor deze verstoringaspecten. Vervolgens is verkend welke eisen moeten worden gesteld aan de inrichting van de woningbouwlocatie om verstoringseffecten in de natuurverbinding te voorkomen.
3. *Verkenning ecologische eisen t.a.v. de inrichting van de natuurstrook*  
Voor dit onderdeel zijn allereerst de habitateisen van de individuele doelsoorten onderzocht op basis van de literatuur. In een tweede stap is een programma van eisen opgesteld voor de inrichting van de natuurverbinding op basis van de habitateisen van de individuele doelsoorten. Hierbij is ook aandacht voor de ruimtelijke configuratie van de verschillende habitattypen binnen de natuurverbinding. In een laatste stap is onderzocht wat dit betekent voor de inrichting van de natuurstrook binnen Crailo-Zuid.

In het onderzoek is, waar mogelijk en relevant, gebruikgemaakt van de bevindingen uit drie eerdere Alterra-studies die gericht waren op Natuurbrug Laarderhoogt en het terrein Crailo-Zuid:

- (1) *Natuurbrug Het Gooi – Toetsing plannen voor kantoorbebouwing op voormalig AZC-terrein* (2006; Alterra-rapport 1379); (2) *Natuurbrug Laarderhoogt – Ecologische toetsing van plannen voor een Nationaal Tenniscentrum en crematorium nabij de natuurbrug* (2013; Alterra-rapport 2446); (3) *Natuurbrug Laarderhoogt en Oefencentrum Crailo – Ecologische toetsing van de plannen voor een oefencentrum voor brandbestrijding nabij de natuurbrug* (2014; Alterra-rapport 2553).

## 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 beschrijven we eerst kort de doelen en doelsoorten voor de natuurverbinding. In hoofdstuk 3, 4 en 5 richten we ons vervolgens op de drie onderzoeksvragen. In hoofdstuk 3 presenteren we de ruimtelijke eisen die de doelsoorten stellen aan de natuurverbinding en wat dit betekent voor de begrenzing van de woningbouwlocatie. In hoofdstuk 4 presenteren we de eisen die aan de inrichting van de woningbouwlocatie moeten worden gesteld om verstoringseffecten in de natuurverbinding te voorkomen en het functioneren van deze verbinding, inclusief de natuurbrug, te waarborgen. In hoofdstuk 5 presenteren we vervolgens de eisen die de doelsoorten stellen aan hun habitat en doen we aanbevelingen voor de inrichting van de natuurstrook binnen Crailo-Zuid. Hoofdstuk 6 ten slotte geeft de conclusies van het onderzoek.

## 2 Doelen en doelsoorten voor de natuurverbinding

### 2.1 Doel natuurverbinding

Het doel van de natuurverbinding is het versterken van de ecologische (en recreatieve) samenhang tussen de bos- en heidegebieden van het Gooi (Goois Natuurreservaat et al. 2003; Goois Natuurreservaat, 2009). Of zoals het *Meerjarenprogramma Ontsnippering* (MJPO) het stelt, moet de natuurbrug over de rijksweg 'het noordelijk en zuidelijk deel van het Gooi weer aan elkaar knopen' (Ministerie van V&W et al. 2004). Het streven van het GNR is hierbij om een verbinding op ecosysteemniveau te realiseren. Dit betekent dat de verbindingszone voldoende ruimte zou moeten bieden om alle gewenste biotooptypen van bos en heide, met alle daarbinnen levende plant- en diersoorten, duurzaam een plek te geven en ruimte te bieden aan ecosysteempromessen (zie ook Van der Grift, 2006).

### 2.2 Doelsoorten

Voor de natuurverbinding zijn zeven doelsoorten aangewezen die drie landschapstypen representeren (Bergsma-Eijsackers, 2006):

Landschapstype	Doelsoort
Bos	<i>Boommarter, Hazelworm</i>
Heide	<i>Zandhagedis, Heideblauwtje, Groene zandloopkever</i>
Overgangsgebied	<i>Das, Ree</i>

Deze doelsoorten moeten worden gezien als paraplu- of indicatorsoorten. Als de natuurverbinding functioneel is voor deze soorten, is de verwachting dat de natuurverbinding ook zal werken voor veel andere soorten die in het gebied voorkomen.

Aanvankelijk was het de bedoeling dat de natuurverbinding op termijn ook de uitwisseling van Edelherten mogelijk zou maken, vooruitlopend op de verwachte terugkomst van deze hoefdiersoort op de Heuvelrug en in het Gooi en in overeenstemming met het beleid van het Goois Natuurreservaat: "Het is niet uitgesloten dat in de toekomst het edelhert op natuurlijke wijze de Utrechtse Heuvelrug weer zal bereiken en op den duur mogelijk ook het Gooi. Deze ontwikkeling wordt afgewacht. Bij de dimensionering van ecologische verbindingszones wordt zo mogelijk met de eisen van deze soort rekening gehouden" (Goois Natuurreservaat, 2009). Deze doelsoort is echter komen te vervallen, omdat tijdens vooronderzoek bleek dat de beschikbare ruimte voor een natuurverbinding voor deze soort te beperkt was (zie ook ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).

## 3 Ecologische eisen voor de ruimtelijke begrenzing van de woningbouwlocatie

### 3.1 Inleiding

Een natuurverbinding vraagt om ruimte. Het moet diersoorten voldoende plek bieden om zich vrijelijk en ongestoord door het landschap te kunnen bewegen. Voor de kleinere diersoorten betekent dit dat er voldoende ruimte moet zijn voor het ontwikkelen van habitat van goede kwaliteit. Ook moet er ruimte zijn voor het bufferen van verstoringsbronnen die (net) buiten de natuurverbinding liggen. In dit hoofdstuk richten we ons op de vraag welke eisen er aan de begrenzing van de woningbouwlocatie op Crailo-Zuid moeten worden gesteld – vanuit ecologisch perspectief – om voldoende ruimte te laten voor het ontwikkelen van een volwaardige natuurverbinding. Tevens verkennen we welke minimale afstand er tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie in acht moet worden genomen om het functioneren van de natuurbrug niet te verhinderen.

### 3.2 Werkwijze

In een eerste stap is onderzocht welke ruimtelijke eisen (dimensies) de doelsoorten voor de natuurverbinding stellen aan de zuidelijke toeloopzone van de natuurbrug. Dit is gedaan voor twee ambitieniveaus: (1) ecosysteemverbinding en (2) soortverbinding (zie kader *Ecosysteem- en Soortverbindingen*). In een tweede stap is verkend wat deze eisen betekenen voor de begrenzing van de woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid. Hiervoor zijn de ruimtelijke eisen van alle doelsoorten gecombineerd op kaart weergegeven en is onderzocht welke ontwerpruimte er dan nog is voor de woningbouwlocatie. In een derde stap is middels een review van de literatuur onderzocht welke richtlijnen gelden voor de minimale afstand tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie.

#### Ecosysteem- en Soortverbindingen

Een ecosysteemverbinding biedt ruimte aan een of meer ecosysteemttypen en is erop gericht om zowel dieren als planten tijdens hun 'bewegingen' door het landschap zo min mogelijk weerstand te laten ondervinden. Dit kan worden bereikt door de juiste milieuocondities voor de gewenste soorten over een voldoende groot oppervlak en in een bij de soort passende ruimtelijke configuratie te creëren. Een verbinding op ecosysteemniveau faciliteert de uitwisseling van alle tot het ecosysteemttype behorende plant- en diersoorten. Op deze manier kan ook rekening worden gehouden met soorten die minder in het oog springen of waar we (nog) niet zo veel van weten als het gaat om de effecten van habitatfragmentatie en/of het belang van verbindingen.

Een soortverbinding – in het handboek *ecoprofielverbinding* genoemd – is erop gericht om de uitwisseling van een of meerdere specifiek aangewezen plant- of diersoorten te faciliteren. Dergelijke soortverbindingen kunnen ook voor soorten die niet als doelsoort zijn aangewezen functioneel blijken, mits die soorten sterk overeenkomen wat betreft hun biotoopkeuze, oppervlaktebehoefte en dispersiecapaciteit. Een verbinding op soortniveau is meestal eenvoudiger te realiseren, omdat met minder eisen rekening gehouden hoeft te worden. Soortverbindingen hebben hierdoor meestal ook een geringer ruimtebeslag.

De ruimtelijke eisen die de doelsoorten stellen, zijn ontleend aan het *Handboek Robuuste Verbindingen* (Alterra, 2001) en de in het bijbehorende expertmodel TOVER (*Toetsing en Ontwerp Verbindingszones*) gepresenteerde richtlijnen voor het ontwerp van effectieve ecologische verbindingen. Voor het ambitieniveau ecosysteemverbinding is hiervoor eerst bepaald tot welke ecosysteemttypen van het handboek de doelsoorten worden gerekend en welke ambities hier volgens het handboek bij horen (zie tabel 3.1). Met TOVER is vervolgens nagegaan welke richtlijnen gelden

wanneer er in de natuurverbinding aan alle ecosysteemtypen plek moet worden geboden. Voor het ambitieniveau soortverbinding is een koppeling van de doelsoorten aan ecosysteemtypen niet nodig; TOVER presenteert de richtlijnen per doelsoort.

**Tabel 3.1** Vertaling van het streefbeeld voor Natuurbrug Laarderhoogt naar de ecosysteemtypen en ambities volgens het Handboek Robuuste Verbindingen (Alterra, 2001). Ambities: B1 = Behoud van biodiversiteit op nationale schaal; B2 = Behoud van biodiversiteit op nationale en regionale schaal; B3 = Behoud van biodiversiteit op nationale schaal, regionale schaal en bij onvoorziene risico's.

Streefbeeld Natuurbrug Laarderhoogt		Handboek Robuuste Verbindingen	
Landschapstype	Doelsoort	Ecosysteemtype	Ambitie
Bos	Boommarter	Bos van arme en (matig) rijke zandgrond	B1
	Hazelworm	Bos van arme en (matig) rijke zandgrond	B3
Heide	Zandhagedis	Droge heide	B3
	Heideblauwtje	Natte heide met ven	B3
	Groene zandloopkever <sup>1</sup>	-	-
Overgangsg gebied	Das	Struweel en zoomvegetatie zandgrond	B1
	Ree <sup>2</sup>	-	-

1 Niet opgenomen in het Handboek Robuuste Verbindingen, maar de eisen die de soort stelt, zijn min of meer vergelijkbaar met de eisen die door de Zandhagedis aan de natuurverbinding worden gesteld.

2 Niet opgenomen in het Handboek Robuuste Verbindingen, maar de eisen die de soort stelt, zijn min of meer vergelijkbaar met de eisen die door de Das aan de natuurverbinding worden gesteld.

### 3.3 Ruimtelijke eisen voor een ecosysteemverbinding

Voor het creëren van een ecosysteemverbinding is relatief veel ruimte nodig. De breedte van een ecosysteemverbinding hangt nauw samen met het aantal ecosysteemtypen dat men wil realiseren, de afstand die men moet overbruggen en het gekozen ambitieniveau (zie tabel 3.1). Van der Grift (2006) concludeerde al dat er in de zuidelijke toeloop van Natuurbrug Laarderhoogt onvoldoende ruimte is voor een optimale ecosysteemverbinding. Een dergelijke verbinding vraagt voor de hier gekozen doelen en doelsoorten idealiter om een zone met een breedte van minimaal 1200 m. Die ruimte is er nu niet. De breedte van de zuidelijke toeloop naar Natuurbrug Laarderhoogt is minder dan 600 m ter hoogte van Crailo-Zuid, ingeval dit terrein in zijn geheel als natuur wordt bestemd. Dit betekent in de praktijk dat de vier ecosysteemtypen, afgeleid van de voor de natuurverbinding aangewezen doelsoorten, alleen in combinatie en volwaardig binnen de natuurverbinding kunnen worden gerealiseerd als (1) Crailo-Zuid in zijn geheel de bestemming natuur krijgt en (2) er ook buiten Crailo-Zuid nog naar extra ruimte wordt gezocht voor de natuurverbinding.

### 3.4 Ruimtelijke eisen voor een soortverbinding

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de ruimtelijke eisen die de doelsoorten stellen aan een soortverbinding. Dit betreft ontwerprichtlijnen voor de breedte van de corridor, de omvang van ecologische stapstenen en de afstand tussen deze stapstenen. De Groene zandloopkever en het Ree zijn niet genoemd in het handboek, maar de eisen die deze soorten stellen aan een natuurverbinding komen naar verwachting overeen met die van respectievelijk de Zandhagedis en de Das.

De mobiele soorten – Boommarter, Das en Ree – hebben binnen natuurverbinding Laarderhoogt een corridor van 100 m breed nodig. Deze soorten verschillen wel in ecosysteemtype. De Boommarter vraagt om bos en Das en Ree om struweel/zoomvegetatie, hoewel beide soorten ook gebruikmaken van bos. Samen vragen ze dus om een corridor van 200 m breed. Voor deze soorten zijn ecologische stapstenen pas na 7,5 km nodig. Binnen de natuurverbinding – die een lengte heeft van circa

1.250 m, gerekend vanaf het zuidwestelijk raster van het voormalige AZC-terrein tot aan de Blaricummerheide – zijn er dus geen stapstenen nodig voor deze soorten.

De weinig mobiele soorten – Hazelworm, Zandhagedis, Groene zandloopkever en Heideblauwtje – hebben binnen natuurverbinding Laarderhoogt ieder een corridor van 25 m breed nodig. Deze soorten verschillen wel in ecosysteemtype. De Hazelworm vraagt om bos, de Zandhagedis en Groene zandloopkever om droge heide en het Heideblauwtje om natte heide<sup>1</sup>. Samen vragen ze dus om een corridor van 75 m breed. Voor deze soorten zijn ecologische stapstenen al na 0,5 km nodig. Binnen de 1.250 m lange natuurverbinding zijn er dus meerdere stapstenen nodig voor deze soorten.

**Tabel 3.2** Ontwerprichtlijnen voor de natuurverbinding per doelsoort en voor alle doelsoorten samen.

Doelsoort	Ontwerprichtlijnen		
	Minimale breedte corridor (m)	Minimale grootte stapstenen (ha)	Maximale afstand tussen stapstenen (km)
<i>Mobiele soorten</i>			
Boommarter	100	300	7,5
Das (Ree)	100	300	7,5
<i>Weinig mobiele soorten</i>			
Hazelworm	25	5,5	0,5
Zandhagedis (Groene zandloopkever)	25	5,5	0,5
Heideblauwtje	25	1	0,5
<i>Natuurverbinding Laarderhoogt</i>			
Alle doelsoorten	250	12	0,5

Combineren we de ruimtelijke eisen van alle doelsoorten, dan is er voor een natuurverbinding op soortniveau een corridor van circa 250 m breed nodig, met circa 12 ha grote stapstenen op een onderlinge afstand van maximaal 500 m. Dit betekent, gezien de lengte van de natuurverbinding, dat er zowel even ten noorden als even ten zuiden van de infrastructurele bundel A1/Naarderstraat ruimte moet zijn voor de ontwikkeling van een ecologische stapsteen (5,5 ha bos, 5,5 ha droge heide, 1 ha natte heide) en een minimaal 100 m brede corridor met struweel en zoomvegetatie (overgangsbiootoop). Ten noorden en ten zuiden van de ecologische stapsteen is de corridor 250 m breed, omdat er daar ook rekening moet worden gehouden met een strook van 100 m bos en een strook van 50 m heide (25 m droge heide, 25 m natte heide). Deze ruimtelijke eisen zijn schematisch weergegeven in figuur 3.1. Als uitgangspunten voor de positionering van de ecologische stapsteen in deze figuur zijn gebruikt: (a) de afstand tussen het ecoduct over de A1 en de stapsteen ten zuiden hiervan is net zo groot als de afstand tussen het ecoduct over de Naarderstraatweg en de stapsteen ten noorden hiervan; (b) de ecologische corridor (250 m breed) ligt precies voor het ecoduct over de A1, dus reikt 125 m naar het oosten respectievelijk westen vanuit de hartlijn van het ecoduct; (c) de stapstenen voor bos en heide overlappen met de corridor van hetzelfde biotooptype; (d) de droge en natte heidestapstenen zijn hier samengenomen (samen 6,5 ha), omdat ervan wordt uitgegaan dat deze in een mozaïek worden gerealiseerd; (e) de stapstenen worden bij voorkeur compact aangelegd en hebben hier daarom de vorm van een vierkant. Aan de zuidzijde van de rijksweg is in totaal dus minimaal 22,5 ha nodig voor de natuurverbinding, bestaande uit de corridor en ecologische stapsteen.

<sup>1</sup> Het over grotere oppervlakten ontwikkelen van natte heide lijkt binnen natuurverbinding Laarderhoogt een lastige opgave door de diepte van het grondwater en het ontbreken van ondoorlatende lagen waardoor regenwater stagneert. Hoewel lokaal door het aanbrengen van leemlagen wellicht natte heidevegetaties wel een plek kunnen krijgen, is de verwachting dat de doelsoort Heideblauwtje hier vooral van droge heide gebruik zal moeten gaan maken. Dit is op zich geen groot probleem, omdat bekend is dat de soort ook in droge heide voorkomt (zie ook Van der Grift et al. 2010a). In dat geval is er in principe minder ruimte voor de natuurverbinding nodig, omdat het Heideblauwtje dan (mede) gebruik kan maken van de heidecorridor voor de Zandhagedis. Voor onze berekening van de minimaal benodigde ruimte voor de natuurverbinding houden we hier echter geen rekening mee, dus we gaan ervan uit dat er ruimte nodig is voor een aparte corridor 'natte heide' voor het Heideblauwtje.





**Figuur 3.1** Schematische weergave van het ruimtebeslag van de natuurverbinding op basis van de richtlijnen die gelden voor het ambitieniveau 'soortverbinding'.

Het ruimtebeslag voor de natuurverbinding is in figuur 3.1, zoals gezegd, *schematisch* weergegeven. Dit betekent dat er nog wel enige ontwerpruimte is om de natuurverbinding vorm te geven. Zo kan de 250 m brede corridor ook iets rechts of links van de hartlijn van het ecoduct worden gepositioneerd. Of kunnen de stapstenen een minder compacte, langgerektere vorm krijgen. Als vuistregel hierbij geldt dat een stapsteen tot maximaal 1,5 maal de lengte van de zijde van het vierkant kan worden 'platgedrukt'. Dergelijke aanpassingen in de ruimtelijke configuratie van de natuurverbinding moeten worden gekarakteriseerd als suboptimaal, omdat de kans op randeffecten in de stapsteen toeneemt, maar dit betekent niet dat de natuurverbinding dan direct niet meer functioneert. Concreet betekent dit dat er binnen Crailo-Zuid een strook van circa 150 m breed beschikbaar is voor woningbouw. Hierbij gelden als uitgangspunten: (1) het ambitieniveau is een soortverbinding; (2) de middellijn van de natuurverbinding wordt circa 10 m rechts van de hartlijn van het ecoduct geprojecteerd; (3) de bos-stapsteen wordt 'platgedrukt' tot een formaat van 352 \* 156 m; (4) de heide-stapsteen wordt 'platgedrukt' tot een formaat van 382 \* 170 m; (5) er is geen bufferzone nodig tussen de woningbouwlocatie en de natuurverbinding: verstoringseffecten worden volledig voorkomen en/of gemitigeerd (zie ook hoofdstuk 4). Figuur 3.2 visualiseert het ruimtebeslag van de natuurverbinding op basis van deze uitgangspunten.



**Figuur 3.2** Schematische weergave van het ruimtebeslag van de natuurverbinding op basis van de richtlijnen die gelden voor het ambitieniveau 'soortverbinding', waarbij de stapstenen zijn 'platgedrukt' en de natuurverbinding 10 m uit de hartlijn van het ecoduct is verschoven.

#### Kanttekening bij de ambitieniveaus

Tijdens het gebiedsontwikkelingsproces is er nooit expliciet een besluit genomen over het ambitieniveau voor de natuurverbinding. De invulling van het Ruimtelijk Kader Crailo – met een circa 8,5 ha groot ontwikkelveld binnen Crailo-Zuid – laat zien dat de provincie er impliciet van uitgaat dat een soortverbinding het hoogst haalbare is. Men kan echter ook kiezen voor een gefaseerde aanpak, waarbij een ecosysteemverbinding wel de ambitie blijft, maar men accepteert dat deze niet direct en/of niet helemaal kan worden gerealiseerd. Een dergelijke aanpak betekent dat er op Crailo-Zuid geen andere functies dan natuur worden gerealiseerd en dat er aan weerszijden aanvullende ruimte voor de natuurverbinding wordt gezocht door uitplaatsing van bestaande functies.

---

## 3.5 Minimale afstand tot natuurbrug

Hoewel recreatief medegebruik onder voorwaarden mogelijk blijkt (Van der Grift et al. 2010b), geldt in het algemeen dat hoe meer rust er rond een natuurbrug gecreëerd kan worden, hoe beter (Iuell et al. 2003). De instelling van bufferzones (rustgebieden) rond een natuurbrug is daarom het advies.

Bufferzones zijn gebieden waarbinnen alle vormen van permanente verstoring (o.a. woonbebouwing, bedrijven, wegen, recreatieterreinen) moeten worden tegengegaan. Deze maatregel is vooral gericht op het optimaliseren van de faunavoorziening voor zoogdieren en dan in het bijzonder hoefdieren, omdat deze soorten gevoelig zijn gebleken voor verstoring rond faunapassages (Groot Bruinderink et al. 2001). Wetenschappelijk onderbouwde richtlijnen voor de omvang van dergelijke bufferzones zijn niet voorhanden. Bufferzones met een radius van 500 m worden gezien als optimaal. Een radius van 150 m wordt gezien als minimaal (Van der Grift, 2004). Figuur 3.1 geeft de reikwijdte van de bufferzone wanneer de minimale afmeting wordt gebruikt.



---

## 4 Ecologische eisen voor de inrichting van de woningbouwlocatie

### 4.1 Inleiding

Een woningbouwlocatie kan verstorend werken op een naastgelegen natuurverbinding. Hierdoor kan de natuurverbinding, of een deel daarvan, aan functionaliteit verliezen voor de doelsoorten. Het optreden van verstoringseffecten en de mate waarin, hangt echter nauw samen met de inrichting van de woningbouwlocatie. In dit hoofdstuk richten we ons op de vraag welke eisen er aan de inrichting van de woningbouwlocatie op Crailo-Zuid moeten worden gesteld – vanuit ecologisch perspectief – om verstoringseffecten in de natuurverbinding te voorkomen en zodoende het functioneren van de natuurverbinding, inclusief natuurbrug, niet te belemmeren. Ook identificeren we enkele concrete mitigerende maatregelen die helpen om aan de gestelde eisen te voldoen.

### 4.2 Werkwijze

In een eerste stap zijn alle potentiële verstoringsbronnen geïdentificeerd die met de plannen voor realisatie van een woningbouwlocatie samenhangen. In een tweede stap is per verstoringsbron bepaald welke aspecten van deze verstoringsbronnen naar verwachting tot verstoring in de natuurverbinding leiden. In een derde stap is vastgesteld voor welke doelsoorten de geïdentificeerde verstoringsaspecten een potentieel probleem vormen en voor welke niet. Vervolgens zijn op basis van dit inzicht een aantal eisen voor de inrichting van de woningbouwlocatie geformuleerd om verlies aan functionaliteit in de natuurverbinding door verstoringseffecten te voorkomen. In een laatste stap is een aantal concrete maatregelen geïdentificeerd die eventuele verstoringseffecten kunnen voorkomen of mitigeren. Bij het opstellen van deze maatregelenlijst is niet gestreefd naar volledigheid; de lijst is vooral bedoeld ter illustratie en inspiratie voor de nadere uitwerkingen van een woningbouwlocatie op Crailo-Zuid.

### 4.3 Potentiële verstoringsbronnen

Een woningbouwlocatie kent globaal twee mogelijke verstoringsbronnen die het functioneren van de natuurverbinding en natuurbrug kunnen beïnvloeden:

1. Verstoring door woonbebouwing;
2. Verstoring door infrastructuur (wegen en parkeerterreinen).

Per verstoringsbron zijn er meestal meerdere aspecten aan te wijzen die leiden tot de verstorende werking. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de belangrijkste (potentiële) verstoringsaspecten per verstoringsbron die relevant worden geacht voor een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid.

**Tabel 4.1** Potentiële verstoringaspecten per verstoringbron die het functioneren van de natuurverbinding kunnen aantasten in geval van de realisatie van een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid.

Verstoringaspect	Verstoringbron	
	Woonbebouwing	Infrastructuur
Verstoring door kunstlicht	+	+
Verstoring door beschaduwning	+	
Verstoring door zichtbeperking	+	
Verstoring door geluid	+	+
Verstoring door aanwezigheid mensen/huisdieren	+	
Verstoring door betreding	+	
Verstoring door beweging voertuigen		+
Verstoring door onnatuurlijke sterfte		+
Verstoring door verontreiniging		+

We onderscheiden negen verstoringaspecten die kunnen optreden bij uitvoering van de plannen voor een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid. Een korte toelichting per aspect:

- **Kunstlicht:** Het gebruik van kunstlicht (wegverlichting, verlichting gebouwen, autolichten e.d.) kan het functioneren van de natuurverbinding aantasten voor diersoorten die licht bij voorkeur mijden.
- **Beschaduwning:** Bebouwing kan op korte afstand leiden tot beschaduwning van de natuurverbinding, met eventuele effecten op voor beschaduwning gevoelige biotopen.
- **Zichtbeperking:** Bebouwing kan leiden tot zichtbeperking – d.w.z. verdichting van het landschap – waardoor het gebied voor hiervoor gevoelige soorten aan geschiktheid inlevert.
- **Geluid:** Geluidemissies (gebruik (elektrisch) gereedschap, verkeer e.d.), vooral wanneer deze een onregelmatig patroon hebben, kunnen dieren verstoren en (een deel) van de natuurverbinding ongeschikt maken.
- **Mensen/huisdieren:** De fysieke aanwezigheid van mensen (beweging, stemmen, geur) of huisdieren kan tot vluchtreacties van diersoorten leiden of veroorzaken dat de soorten (delen van) de natuurverbinding niet gebruiken (vermijding).
- **Betreding:** Kwetsbare biotopen in de natuurverbinding kunnen beschadigd raken door betreding.
- **Beweging voertuigen:** Verkeersbewegingen kunnen leiden tot vluchtreacties van diersoorten of veroorzaken dat de soorten (delen van) de natuurverbinding niet gebruiken (vermijding).
- **Onnatuurlijke sterfte:** Verkeersbewegingen op de verkeerswegen en parkeerterreinen kunnen leiden tot onnatuurlijke sterfte van dieren als gevolg van aanrijdingen.
- **Verontreiniging:** Het gebruik of beheer van de infrastructuur kan leiden tot verontreinigingen in de aangrenzende delen van de natuurverbinding, bijvoorbeeld door het gebruik van herbiciden en strooizout.

## 4.4 Gevoeligheid doelsoorten voor verstoring

Tabel 4.2 geeft per doelsoort aan of de soort al dan niet gevoelig wordt geacht voor de verschillende verstoringaspecten die kunnen optreden bij uitvoering van de plannen voor een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid. Het betreft een expertinschatting.

**Tabel 4.2** Verstoring gevoeligheid van de doelsoorten per relevant geacht verstoringaspect.  
 Legenda: + = gevoelig; - = niet gevoelig; (+) = gevoeligheid onzeker.

Verstoringaspect	Boommarter	Hazelworm	Zandhagedis	Heideblauwtje	Groene Zandloopkever	Das	Ree
Verstoring door kunstlicht	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+	-
Verstoring door beschaduwing	-	-	+	+	+	-	-
Verstoring door zichtbeperking	-	-	-	-	-	-	+
Verstoring door geluid	+	-	-	-	-	+	+
Verstoring door aanwezigheid mensen/huisdieren	+	-	-	-	-	+	+
Verstoring door betreding	-	+	+	+	-	-	-
Verstoring door beweging voertuigen	+	-	-	-	-	+	+
Verstoring door onnatuurlijke sterfte	+	+	+	-	-	+	+
Verstoring door verontreiniging	-	+	+	+	+	+	-

**Kunstlicht** blijkt dieren te kunnen beïnvloeden. De Molenaar et al. (1997) stellen vast dat de invloed van kunstlicht ingrijpend is voor veel diersoorten. Verlichting beïnvloedt zowel dagelijkse als jaarlijkse activiteiten, zoals voortplanting, trek, rui, winterslaap en foerageren. Daarnaast vindt aantrekking of afstoting door kunstlicht plaats. Dit kan het gedrag en habitatgebruik beïnvloeden en daarmee de fitness en overlevingskansen van het dier. De Boommarter en de Das zijn nachtdieren, waarvoor het aannemelijk lijkt dat kunstlicht hun gedrag beïnvloedt. Onderzoek hiernaar ontbreekt vooralsnog. Voor de doelsoort Ree baseren we ons hier op onderzoek van De Molenaar et al. (2003). In dit onderzoek werd geen significant effect aangetoond van wegverlichting op deze soort. Ree beoordelen we hier daarom als niet gevoelig voor kunstlicht. Voor de overige doelsoorten ontbreekt onderzoek en stellen we de gevoeligheid op onzeker.

**Beschaduwing** verandert de licht- en vochtshouding en daarmee de samenstelling en structuur van de vegetatie. Daarnaast beperkt het de mogelijkheden voor koudbloedige dieren om op te warmen en/of geschikte plekken te vinden voor de voortplanting. De doelsoorten van bossen en bosranden (Boommarter en Hazelworm), waarvoor schaduw een natuurlijk en gewenst aspect is, zijn naar verwachting niet gevoelig voor beschaduwing door antropogene bouwwerken. Datzelfde geldt voor (mobiele) soorten als Das en Ree die van meerdere biotooptypen gebruikmaken, inclusief bos en struweel. Wij verwachten wel een gevoeligheid voor beschaduwing bij warmteminnende soorten van open (heide)vegetaties, zoals de doelsoorten Zandhagedis, Heideblauwtje en Groene zandloopkever. De beschaduwing werkt hierbij zowel direct (minder zonuren voor opwarming) als indirect (verandering in vegetatieontwikkeling).

Gevoeligheid voor **zichtbeperking** is vooral bekend van weide- en watervogels (o.a. Helzer en Jelinski, 1999). Deze dieren vermijden (sterk) verdichte landschappen, waarschijnlijk vooral om predatoren vroegtijdig te kunnen waarnemen. Enige openheid in het landschap is ook van belang verondersteld voor hoefdieren, bijvoorbeeld wanneer deze dieren relatief smalle (fauna)passages moeten passeren (Iuell et al., 2003). In dit verband veronderstellen we een (lichte) gevoeligheid van de doelsoort Ree voor zichtbeperking. Voor de andere doelsoorten achten we een dergelijke gevoeligheid onwaarschijnlijk.

Gevoeligheid voor verstoring door **geluid** is vooral bekend van vogels (zie o.a. Reijnen, 1995). Daarnaast zijn ook effecten op zoogdieren (o.a. Forman et al. 2003; Van der Grift et al. 2008) en amfibieën (o.a. Sun en Narins, 2005; Eigenbrod et al. 2009) bekend. Op basis hiervan achten we de doelsoorten Boommarter, Das en Ree gevoelig voor dit verstoringaspect. Er zijn vooralsnog geen aanwijzingen dat reptielen, dagvlinders of loopkevers hinder ondervinden van geluid. Voor de doelsoorten binnen deze diergroepen schatten we hier dan ook in dat deze niet gevoelig zijn voor geluidverstoring vanaf woningbouwlocatie Crailo-Zuid.

De aanwezigheid van **mensen en huisdieren** op de woningbouwlocatie kan diersoorten verstoren. Het meest directe effect van dergelijke verstoring is misschien wel het initiëren van een vluchtreactie bij de dieren. Deze vluchtreactie is afhankelijk van de afstand tussen mens/huisdier en dier en kent vaak een drempelwaarde, ook wel vluchtinitiatieafstand (VIA) genoemd. De VIA is de afstand waarbij een dier zich van een naderende bedreiging, zoals een voetganger, begint af te bewegen (Bentrup, 2008). De VIA is vastgesteld voor een variatie aan diersoorten, vooral vogels en (grote) zoogdieren. Van de doelsoorten voor natuurverbinding Laarderhoogt zijn alleen voor het Ree schattingen van de VIA gedaan. Uittenbogaard (1970, in Van den Ham en Peltzer, 1995) geeft voor het Ree een VIA van 100, 40 en 30 m in respectievelijk open, halfopen en gesloten terrein. De Boer et al. (2004) geven voor het Ree een VIA van 45-110 en 25-85 m in respectievelijk open en gesloten terrein<sup>2</sup>. Deze afstanden zijn gebaseerd op de nadering van één persoon te voet. Bij nadering door meerdere personen of door een persoon met een hond neemt de VIA naar verwachting toe (Bentrup, 2008). Daarnaast is er voor hoefdieren vastgesteld dat de dieren gebieden mijden die (intensief) recreatief worden gebruikt, zelfs als dat gebruik zich beperkt tot de dag en de dieren vooral actief zijn gedurende de nacht (zie ook Ten Hoedt, 2001). Andere diergroepen, zoals kleine zoogdieren, reptielen, amfibieën en insecten, blijken minder gevoelig voor verstoring door de nabijheid van mensen (zie ook Smit, 2001). De VIA's van deze soorten beperken zich in veel gevallen tot slechts enkele meters en de aanwezigheid van mensen/huisdieren op de woningbouwlocatie heeft naar verwachting dan ook geen verstorend effect op deze doelsoorten. Hoewel schattingen van een VIA voor Boommarter en Das in de literatuur ontbreken, laten ook deze doelsoorten een vluchtreactie zien bij benadering door mensen en achten wij deze soorten dus gevoelig voor het verstoringsaspect *mensen/huisdieren*.

Een woningbouwlocatie direct naast een natuurverbinding kan leiden tot (intensieve) **betreding** van de kwetsbare biotopen. Dit is vooral een risico wanneer huiskavels direct grenzen aan het natuurgebied. Naar verwachting is dit vooral een probleem voor de doelsoorten die sterk aan een goed ontwikkeld biotoop zijn gebonden, zoals Hazelworm, Zandhagedis en Heideblauwtje. De Groene Zandloopkever is naar verwachting juist gebaat bij (enige) betreding, omdat deze soort open, zandige plekken prefereert voor foerageren. Mobiele soorten als Boommarter, Das en Ree ondervinden naar verwachting weinig hinder van (lokale) betreding.

De aanwezigheid van **bewegende voertuigen** op de woningbouwlocatie kan diersoorten verstoren. Onderzoek hiernaar ontbreekt vooralsnog. De verwachting is dat het vooral de zoogdieren zijn die hier hinder van ondervinden.

Verkeersbewegingen kunnen leiden tot **onnatuurlijke sterfte** door aanrijdingen met dieren (zie o.a. Forman et al. 2003). Van de meeste doelsoorten voor natuurverbinding Laarderhoogt is bekend dat ze slachtoffer worden in het verkeer. Alleen voor het Heideblauwtje en de Groene Zandloopkever zijn er geen meldingen van slachtoffers. Voor deze twee doelsoorten nemen we hier dan ook het uitgangspunt dat ze niet gevoelig zijn voor onnatuurlijke sterfte door aanrijdingen.

Verkeersbewegingen of het beheer van de infrastructuur kunnen in potentie leiden tot de instroom van **verontreinigingen** in de natuurverbinding. Naar verwachting zijn vooral de soorten die sterk gebonden zijn aan hun (voorkeurs)biotoop hiervoor gevoelig, vooral wanneer de verontreinigingen direct de samenstelling en structuur van de vegetatie aantasten (herbiciden, strooizout) of de dieren zelf en/of hun prooidieren doden (pesticiden). Het gaat hier om de Hazelworm, Zandhagedis, Heideblauwtje en Groene zandloopkever. Ook de Das is gevoelig voor verontreinigingen (Van den Brink en Ma, 1998). Het stapelvoedsel van de Das bestaat uit regenwormen. Verontreinigingen (o.a. zware metalen) hopen zich gemakkelijk op in deze prooidieren en cumuleren vervolgens in de Das als predator met mogelijk gevolgen voor de reproductie. In de Boommarter (ook een predator) en Ree zijn dergelijke effecten vooralsnog niet vastgesteld.

---

<sup>2</sup> Afhankelijk van wel of geen jacht; zie De Boer et al. (2004).



---

## 4.5 Programma van eisen vanuit ecologisch perspectief

Tabel 4.3 geeft een overzicht van de eisen die aan de inrichting en het gebruik van een woningbouwlocatie op Crailo-Zuid moeten worden gesteld om aantasting van het functioneren van de natuurverbinding te voorkomen. Deze eisen zijn generiek, dus toepasbaar bij iedere natuurverbinding, en gebaseerd op het principe geen nettoverlies. Volgens dit principe mag het functioneren van de natuurverbinding niet verslechteren door ontwikkelingen/ingrepen op omliggende terreinen. Dit betekent niet altijd dat (potentiële) verstoringsbronnen geheel moeten worden weggenomen, maar wel dat deze zodanig gemitigeerd worden dat er geen effecten op het functioneren van de natuurverbinding voor de doelsoorten te verwachten zijn. Zo zou het kunnen zijn dat er na mitigatie nog steeds geluid doordringt in de natuurverbinding, maar dat dit van een niveau is dat er geen verstoringseffecten meer optreden. Vooralsnog ontbreken voor veel verstoringsaspecten en doelsoorten dosis-effectrelaties en/of drempelwaarden op basis waarvan specifiekere eisen kunnen worden geformuleerd. Een positieve uitzondering is wellicht het aspect geluid, hoewel ook hiervoor geldt dat het aantal vastgestelde drempelwaarden beperkt is. Dit programma van eisen moet dan ook gezien worden als een eerste versie, die op basis van nieuw onderzoek specifiekere kan worden gemaakt en/of kan worden aangevuld.

## 4.6 Potentiële mitigerende maatregelen

Tabel 4.4 geeft een overzicht van maatregelen, per verstoringsaspect, die eventuele verstoringseffecten in de natuurverbinding kunnen voorkomen of mitigeren. De lijst pretendeert niet volledig te zijn en is vooral bedoeld als 'ideeënlister' bij de verdere planvorming van de woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid. Per verstoringsaspect zijn vaak meerdere opties voor mitigatie te geven. In sommige situaties zal een van deze opties kunnen worden gekozen om de verstoringseffecten volledig te mitigeren. In andere situaties zijn wellicht twee of meer maatregelen in combinatie gewenst.

**Tabel 4.3** *Programma van eisen vanuit ecologisch perspectief voor de inrichting en het gebruik van een woningbouwlocatie binnen Crailo-Zuid.*

Verstoringsaspect	Programma van eisen
Verstoring door kunstlicht	Kunstlicht reikt niet tot in de natuurverbinding en is niet direct zichtbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding.
Verstoring door beschaduwing	Bebouwing leidt niet tot beschaduwing van de natuurverbinding.
Verstoring door zichtbeperking	Geen zicht-beperkende bebouwing/infrastructuur direct naast de natuurverbinding.
Verstoring door geluid	Geluidniveaus in de natuurverbinding blijven beneden de drempelwaarde <sup>1</sup> van de gevoeligste diersoort.
Verstoring door aanwezigheid mensen/huisdieren	Mensen en huisdieren op de woningbouwlocatie zijn bij voorkeur niet zichtbaar/hoorbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding.
Verstoring door betreding	Betreding van de natuurverbinding door mensen en huisdieren vanuit de woningbouwlocatie moet worden voorkomen.
Verstoring door beweging voertuigen	Voertuigen op de woningbouwlocatie zijn bij voorkeur niet zichtbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding.
Verstoring door onnatuurlijke sterfte	Onnatuurlijke sterfte, bijvoorbeeld door aanrijdingen op de verkeerswegen van de woningbouwlocatie, moet worden voorkomen.
Verstoring door verontreiniging	Voorkom inspoelen of inwaaien van verontreinigende stoffen in de natuurverbinding.

1 Onderzoek naar drempelwaarden voor geluidverstoring in relatie tot wilde fauna is beperkt. Barber et al. (2011) geven een overzicht van enkele drempelwaarden in de literatuur: weidevogels 47 dBA (Reijnen en Foppen, 2006), bosvogels 42-52 dBA (Reijnen en Foppen, 2006), graslandvogels gemiddeld 38.3 dBA (Forman et al. 2002), kikkers gemiddeld 43.6 dBA (Eigenbrod et al. 2009). Voor andere soorten/diergroepen ontbreken vooralsnog concrete cijfers over drempelwaarden.

2 Onderzoek naar drempelwaarden voor geurverstoring in relatie tot wilde fauna ontbreekt vooralsnog.

**Tabel 4.4** Voorbeelden van maatregelen, per verstoringaspect, die de verstoringseffecten van een woningbouwlocatie in de natuurverbinding kunnen voorkomen of mitigeren.

Verstoringsaspect	Maatregelen
Verstoring door kunstlicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleg van een hoge, begroeide grondwal langs de grens met de natuurverbinding.</li> <li>• Aangepaste straatverlichting met minimale uitstraling naar de omgeving.</li> </ul>
Verstoring door beschaduwing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woonbebouwing niet tot op de grens met de natuurverbinding plannen.</li> </ul>
Verstoring door zichtbeperking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woonbebouwing niet tot op de grens met de natuurverbinding plannen.</li> </ul>
Verstoring door geluid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleg van een hoge, begroeide grondwal langs de grens met de natuurverbinding.</li> </ul>
Verstoring door aanwezigheid mensen/huisdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleg van een hoge, begroeide grondwal langs de grens met de natuurverbinding.</li> </ul>
Verstoring door betreding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Woonkavels niet direct laten grenzen aan de natuurverbinding.</li> <li>• Plaatsen van een afrastering die directe toegang tot de natuurverbinding vanuit de woningbouwlocatie verhindert.</li> </ul>
Verstoring door beweging voertuigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleg van een hoge, begroeide grondwal langs de grens met de natuurverbinding.</li> </ul>
Verstoring door onnatuurlijke sterfte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleg fysieke barrières, zoals faunakerende rasters en schermen en geleidende grondwallen/beplanting.</li> <li>• Aanleg faunapassages, in aanvulling op fysieke barrières, om faunabewegingen mogelijk te maken.</li> </ul>
Verstoring door verontreiniging	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleg beplantingsstroken binnen de woningbouwlocatie voor de afvang van verontreinigende stoffen.</li> <li>• Geen gebruik van pesticiden of herbiciden nabij de corridor (bufferzone minimaal 10 m).</li> </ul>

---

## 5 Ecologische eisen voor de inrichting van de natuurstrook

### 5.1 Inleiding

Het Ruimtelijke Kader Crailo voorziet in een natuurstrook in het oostelijk deel van Crailo-Zuid. Deze natuurstrook moet een integraal onderdeel gaan vormen van de natuurverbinding en wat betreft inrichting dan ook aansluiten op de doelen en doelsoorten van de natuurverbinding. In dit hoofdstuk richten we ons op de vraag wat de inrichtingseisen voor de natuurstrook binnen Crailo-Zuid zijn om de natuurverbinding optimaal te laten functioneren.

### 5.2 Werkwijze

In een eerste stap zijn de habitateisen van de individuele doelsoorten onderzocht op basis van de literatuur. In een tweede stap is een programma van eisen opgesteld voor de inrichting van de natuurverbinding op basis van de habitateisen van de individuele doelsoorten. Hierbij is ook aandacht voor de ruimtelijke configuratie van de verschillende habitattypen binnen de natuurverbinding. In een laatste stap is onderzocht wat dit betekent voor de inrichting van de natuurstrook binnen Crailo-Zuid.

### 5.3 Habitatieisen doelsoorten

#### **Boommarter**

De Boommarter komt vooral voor in grote boscomplexen en kleinere bossen in de directe omgeving van grotere boscomplexen. De soort heeft een voorkeur voor oud bos waarin boomholtes beschikbaar zijn als schuil- en nestplaats (Mergey et al. 2011; Broekhuizen et al. 2016). Voor foerageren zijn ook jongere, structuurrijke bos- en struikvegetaties geschikt, bij voorkeur met vrucht- en bes-dragende planten. Ook agrarisch gebied met voldoende bosfragmenten wordt bewoond, waarbij dieren soms, net als de verwante Steenmarter, in menselijke bebouwing onderdak kunnen vinden. Gebieden zonder dekking worden vermeden, maar open gebied (akkers, grasland, e.d.) vormt geen absolute barrière voor de Boommarter (Pereboom et al. 2008). De kwaliteit van het leefgebied wordt vooral bepaald door de aanwezigheid van geschikte schuil- en nestplaatsen en het voedselaanbod.

#### **Das**

De Das komt vooral voor in (kleinschalige) cultuurlandschappen met een variatie aan biotopen, waaronder akkers, weilanden, heggen, houtwallen en loof- of gemengd bos. Ook heideterreinen worden door de Das benut. De soort mijdt eenvormige naaldbossen en grote, aaneengesloten loofbossen zonder open terreinen. De aanwezigheid van hogere zand- of lössgronden is van belang voor het graven van de burcht (La Haye en Vink, 2016). Burchten liggen meestal in bosjes, begroeide holle wegen of houtwallen, maar kunnen ook in meer open gebieden worden aangelegd. Lagere, vochtigere gronden, waaronder bemest grasland en akkers, worden gebruikt als foerageergebied. Houtwallen met veel dekking in de vorm van een goed ontwikkelde struiklaag worden gebruikt om langere afstanden door het landschap af te leggen.

#### **Ree**

Reeën komen voor in verschillende landschappen, waaronder bossen, kleinschalig cultuurlandschap en open agrarisch gebied (Groot Bruinderink, 2016). Reeën zijn browsers die goed verteerbare plantendelen selecteren, zoals jonge knoppen en loten van struikheide en bomen. Hierdoor hebben ze een voorkeur voor overgangsbiotopen, zoals open plekken in bossen en bosranden. Reeën kunnen door open terrein trekken zolang er maar enige dekking aanwezig is (Loro et al. 2016).

---

### Hazelworm

Hazelwormen komen voor in biotopen met halfopen vegetatie en voldoende dekking zoals halfopen bossen (geen gesloten kronendak), bosranden, heide en soms tuinen en parken (Stumpel, 2004; Geiser et al. 2013). Overgangsmilieus en open, door de zon beschenen plekken zijn van belang voor de thermoregulatie en foerageren. De hoogste dichtheden zijn aangetroffen in vegetaties met een duidelijke mozaïekstructuur van de ondergroei met veel randen.

### Zandhagedis

Zandhagedissen komen voor in terreinen met een open vegetatie op droge zandgrond, zoals heidegebieden, duingebieden en wegbermen (Stumpel, 2004). Vooral oude, structuurrijke (heide)vegetatie is waardevol habitat met plaatselijk droge ruigte, schrale graslandvegetaties, struweel en open, door de zon beschenen zandige plekken voor de ei-afzet. Randen in de vegetatie en geïsoleerde bomen en struiken zijn van belang voor de thermoregulatie en foerageren. De soort is gevoelig voor verstoring en beheersmaatregelen dienen dan ook alleen kleinschalig en gefaseerd te worden uitgevoerd (Corbett, 1988).

### Heideblauwtje

Het heideblauwtje komt vooral voor op droge en vochtige heide (Bink, 1992; Fernandez et al. 2016). De rupsen leven vooral van struikheide, soms van dopheide en vlinderbloemigen (o.a. rolklaver) (Van Swaay, 2000). De soort heeft één, zelden twee generaties per jaar en vliegt van begin juni tot eind augustus. De eieren overwinteren dicht bij de grond op houtige delen van de voedselplant. De rupsen ontwikkelen zich het best op planten met een stikstofgehalte in de groeipunten van 2-2,5%. Deze gehalten worden vooral bereikt in de voorzomer op het moment dat waardplanten beginnen te groeien, vooral bij jonge planten in open vegetatie met veel kale grond. Deze plekken zorgen ook voor de aanwezigheid van nesten van Zwarte wegmier (*Lasius niger*) of Akkermier (*Lasius alienus*) die noodzakelijk zijn voor een deel van de rupsen als opgroeiplace. De soort is dus gebonden aan vrij jonge successiestadia die optreden na branden, maaien of plaggen.

### Groene zandloopkever

De Groene zandloopkever komt vooral voor op de hogere zandgronden (Turin, 2000). De soort heeft een voorkeur voor min of meer open mozaïek vegetatie, zoals met heide begroeide hoogvenen, natte en droge heide en onbegroeide plekken in lichte bossen op zand en veengrond (Cameron en Leather, 2012). Zowel wegbermen, zandpaden als lineaire kapvlaktes met onbegroeide plekken kunnen functioneren als natuurverbinding (Noordijk et al. 2011). Zonder geschikt maai- en kapbeheer zal een corridor door successie ongeschikt worden voor zandloopkevers.

## 5.4 Programma van eisen inrichting natuurverbinding

Op basis van de habitateisen die de doelsoorten stellen, gelden de volgende inrichtingseisen voor de natuurverbinding aan de zuidzijde van Natuurbrug Laarderhoogt:

- Binnen de natuurverbinding zijn drie biotopen aanwezig: (1) bos, (2) struweel/ruigte en (3) heide.
- De biotopen vormen drie duidelijk te onderscheiden zones in de natuurverbinding met het bos aan de noordwestzijde en de heide aan de zuidoostzijde.
- Op de overgangen tussen de zones is sprake van een mozaïekstructuur van de betreffende biotopen.
- De zone met bos bestaat uit zowel loof- als naaldbout met een goed ontwikkelde struiklaag. Het kronendak is niet volledig gesloten, waardoor er plaatselijk open plekken ontstaan met meer variatie in ondergroei. Bij voorkeur zijn er geen (grote) onderbrekingen in de opgaande begroeiing. Op de overgang naar de zone met struweel/ruigte is een structuurrijke mantel- en zoomvegetatie aanwezig.
- De zone met struweel en ruigte bestaat uit een afwisseling van solitaire bomen, plekken met struweel, droge ruigten en schrale, open graslandvegetaties met her en der plekken met heide.
- De zone met heide bestaat bij voorkeur uit een afwisseling van droge en natte heide, met plaatselijk schrale graslandvegetaties en open zandige plekken met een goede zonexpositie. Binnen de heidevegetaties zijn alle groeistadia – van jong tot oud – aanwezig. In deze zone zijn geen opgaande begroeiingen aanwezig.

---

Voor de doelsoorten waarvoor de natuurverbinding zelf leefgebied is (Hazelworm, Zandhagedis, Heideblauwtje en Groene Zandloopkever), dus waar de soorten alle stadia van hun leven doormaken, is de structuur van de vegetatie van groot belang. Na ontwikkeling van deze gewenste vegetatiestructuur is deze alleen te behouden door zorgvuldig beheer. Dit beheer is bij voorkeur kleinschalig en gefaseerd in ruimte en tijd. Grootschalige beheeringrepen dienen te worden voorkomen, omdat bepaalde immobiele levensstadia (zoals overwinterende reptielen en larven van de zandloopkever in de bodem, eieren van het heideblauwtje op de vegetatie) daarmee worden gedood of verwijderd, waardoor populaties kunnen worden gedecimeerd.

## 5.5 Inrichting natuurstrook Crailo-Zuid

In het programma van eisen voor de inrichting van de natuurverbinding is gesteld dat de zone met opgaande bosbegroeiing aan de noordwestzijde moet worden geprojecteerd. Hierdoor is de schaduwwerking van het bos op de naastgelegen zones met struweel/ruigte en heide het geringst. Dit is van belang, omdat een groot deel van de doelsoorten plekken met veel zonexpositie nodig hebben tijdens de verschillende levensstadia die zij doormaken. Deze eis betekent dat de natuurstrook binnen Crailo-Zuid in zijn geheel uit gemengd bos zou moeten bestaan met een goed ontwikkelde ondergroei.

---

## 6 Conclusies

Op basis van het onderzoek is het volgende te concluderen, per onderzoeksvraag:

- *Welke eisen moeten er aan de begrenzing van de woningbouwlocatie worden gesteld om voldoende ruimte te laten voor het ontwikkelen van een volwaardige natuurverbinding en welke minimale afstand moet er tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie in acht worden genomen?*

Binnen Crailo-Zuid is een strook van circa 150 m breed beschikbaar voor woningbouw. Hierbij gelden als uitgangspunten: (1) het ambitieniveau is een soortverbinding; (2) de middellijn van de natuurverbinding wordt circa 10 m rechts van de hartlijn van het ecoduct geprojecteerd; (3) de benodigde bos-stapsteen wordt niet compact, maar in een langgerekte vorm aangelegd; (4) er is geen bufferzone nodig tussen de woningbouwlocatie en de natuurverbinding: verstoringseffecten worden volledig voorkomen en/of gemitigeerd. De minimale afstand tussen de natuurbrug en de woningbouwlocatie is 150 m.

- *Welke eisen moeten er aan de inrichting van de woningbouwlocatie worden gesteld om het functioneren van de natuurverbinding niet te verhinderen?*

Aan de inrichting en het gebruik van een woningbouwlocatie op Crailo-Zuid moeten de volgende eisen worden gesteld: (1) Kunstlicht reikt niet tot in de natuurverbinding en is niet direct zichtbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding; (2) Bebouwing leidt niet tot beschaduwning van de natuurverbinding; (3) Geen zicht-beperkende bebouwing/infrastructuur direct naast de natuurverbinding; (4) Geluidniveaus in de natuurverbinding blijven beneden de drempelwaarde van de gevoeligste diersoort; (5) Mensen en huisdieren op de woningbouwlocatie zijn bij voorkeur niet zichtbaar/hoorbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding; (6) Betreding van de natuurverbinding door mensen en huisdieren vanuit de woningbouwlocatie moet worden voorkomen; (7) Voertuigen op de woningbouwlocatie zijn bij voorkeur niet zichtbaar voor de dieren die gebruikmaken van de natuurverbinding; (8) Onnatuurlijke sterfte, bijvoorbeeld door aanrijdingen op de verkeerswegen van de woningbouwlocatie, moet worden voorkomen; (9) Inspoelen of inwaaien van verontreinigende stoffen in de natuurverbinding moet worden voorkomen.

- *Wat zijn de inrichtingseisen voor de natuurstrook binnen Crailo-Zuid om de natuurverbinding optimaal te laten functioneren?*

De natuurstrook binnen Crailo-Zuid bestaat bij voorkeur in zijn geheel uit gemengd bos met zowel loof- als naalddhout en een goed ontwikkelde struiklaag. Het kronendak is niet volledig gesloten, waardoor er plaatselijk open plekken ontstaan met meer variatie in ondergroei. Bij voorkeur zijn er geen (grote) onderbrekingen in de opgaande begroeiing.



---

# Literatuur

- Alterra, 2001. Handboek Robuuste Verbindingen – Ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen.
- Barber, J.R., C.L. Burdett, S.E. Reed, K.A. Warner, C. Formichella, K.R. Crooks, D.M. Theobald en K.M. Fristrup, 2011. Anthropogenic noise exposure in protected natural areas: estimating the scale of ecological consequences. *Landscape Ecology* 26 (9): 1281-1295.
- Bentrup, G., 2008. Conservation buffers - Design guidelines for buffers, corridors and greenways. General Technical Report SRS-109. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, Asheville, NC, VS.
- Bergsma-Eijsackers, A., 2006. Onderbouwing natuurverbinding Het Gooi. Grontmij Nederland BV, Alkmaar.
- Bink, F.A., 1992. Ecologische atlas van de dagvlinders van Noordwest-Europa. Schuyt & Co, Haarlem.
- Broekhuizen, S., G.J.D.M. Müskens en H.J.W. Wijsman, 2016. In: S. Broekhuizen et al. (eds). *De Nederlandse zoogdieren: 250-253. Natuur van Nederland 12*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden.
- Cameron, K.H. en S.R. Leather, 2012. Heathland management effects on carabid beetle communities: the relationship between bare ground patch size and carabid biodiversity. *Journal of Insect Conservation* 16(4): 523-535.
- Corbett, K., 1988. Conservation strategy for the sand lizard (*Lacerta agilis*) in Britain. *Mertensiella* 1:101-109.
- De Boer, H.Y., L. van Breukelen, M.J.M. Hootsmans en S.E. van Wieren, 2004. Flight distance in roe deer *Capreolus capreolus* and fallow deer *Dama dama* as related to hunting and other factors. *Wildlife Biology* 10: 35-41.
- De Molenaar, J.G., D.A. Jonkers en R.J.H.G. Henkens, 1997. Wegverlichting en natuur I. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. DWW-Ontsnipperingsreeks deel 34. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft / Alterra, Wageningen.
- De Molenaar, J.G., R.J.H.G. Henkens, C. ter Braak, C. van Duyne, G. Hoefsloot en D.A. Jonkers, 2003. Wegverlichting en natuur IV. Effecten van wegverlichting op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren. DWW-Ontsnipperingsreeks deel 44. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft / Alterra, Wageningen.
- Eigenbrod, F., S.J. Hecnar en L. Fahrig, 2009. Quantifying the road effect zone: threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. *Ecology and Society* 14 (1): 24.
- Fernandez, P., A. Rodriguez, R. Obregon, S. de Haro, D. Jordani en J. Fernandez- Haeger, 2016. Fine scale movements of the butterfly *Plebejus argus* in a heterogeneous natural landscape as revealed by GPS tracking. *Journal of Insect Behaviour* 29: 80-98.
- Forman, R.T.T., B. Reineking en A.M. Hersperger, 2002. Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. *Environmental Management* 29: 782-800.

- 
- Forman, R.T.T., D. Sperling, J.A. Bissonette, A.P. Clevenger, C.D. Cutshall, V.H. Dale, L. Fahrig, R. France, C.R. Goldman, K. Haenue, J.A. Jones, F.J. Swanson, T. Turrentine en T.C. Winter, 2003. Road ecology – Science and solutions. Island Press, Washington DC, VS.
- Geiser, C., N. Ray, A. Lehmann en S. Ursenbacher, 2013. Unravelling landscape variables with multiple approaches to overcome scarce species knowledge: a landscape genetic study of the slow worm. *Conservation Genetics* 14:783–794.
- Goois Natuurreservaat, Stichting Het Utrechts Landschap, Vereniging Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer, 2003. Uitvoeringsprogramma noordelijke Heuvelrug. Stichting Gooisch Natuurreservaat, Hilversum.
- Goois Natuurreservaat, 2009. Beheervisie en beheerplan 2010-2019. Met hierin opgenomen het beheerplan ex. art. 17 Natuurbeschermingswet voor beschermde natuurmonumenten. Goois Natuurreservaat, Hilversum.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., F.J.J. Niewold, C.C. Vos, D.R. Lammertsma en A.T. Kuiters, 2001. Advies faunapassages Oostvariant A73 – Een expert view. Alterra-rapport 412. Alterra, Wageningen.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., 2016. Ree *Capreolus capreolus*. In: S. Broekhuizen et al. (eds.). De Nederlandse zoogdieren: 244-246. Natuur van Nederland 12. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden.
- Helzer, C.J. en D.E. Jelinski, 1999. The relative importance of patch area and perimeter area ratio to grassland breeding birds. *Ecological Applications* 9:1448–1458.
- Iuell, B., G.J. Bekker, R. Cuperus, J. Dufek, G. Fry, C. Hicks, V. Hlaváč, V. Keller, C. Rosell, T. Sangwine, N. Trøsløv en B. le Maire Wandall (eds.), 2003. Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. KNNV Publishers, Utrecht.
- La Haye, M. en H. Vink, 2016. Das *Meles meles*. In: S. Broekhuizen et al. (eds.). De Nederlandse zoogdieren: 244-246. Natuur van Nederland 12. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden.
- Loro, M., E. Ortega, R.M. Arce en D. Geneletti, 2016. Assessing landscape resistance to roe deer dispersal using fuzzy set theory and multicriteria analysis: a case study in Central Spain. *Landscape Ecological Engineering* 12: 41–60.
- Mergey, M., R. Helder en J.J. Roeder, 2011. Effect of forest fragmentation on space-use patterns in the European pine marten (*Martes martes*). *Journal of Mammalogy* 92(2): 328–335.
- Ministerie van V&W, Ministerie van LNV en Ministerie van VROM, 2004. MJPO Meerjarenprogramma Ontsnippering. Ministerie van Verkeer en Waterstaat / Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit / Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012. Natuurbrug Laarderhoogt. Zaaknummer 31022791. Vraagspecificatie Eisen (1). Systeemspecificatie. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Informatie Dienst Noord-Holland, Haarlem.
- Noordijk, J., A.P. Schaffers, T. Heijerman en K. Sykora, 2011. Using movement and habitat corridors to improve the connectivity for heathland carabid beetles. *Journal for Nature Conservation* 19: 276– 284.
- Pereboom, V., M. Mergey, N. Villerette, R. Helder, J.F. Gerard en T. Lode, 2008. Movement patterns, habitat selection, and corridor use of a typical woodland-dweller species, the European pine marten (*Martes martes*), in fragmented landscape. *Canadian Journal of Zoology* 86: 983-991.

- 
- Provincie Noord-Holland, 2011. Structuurvisie Noord-Holland 2040. Kwaliteit door veelzijdigheid. Vastgesteld door PS - 21 juni 2010. Inclusief 1<sup>e</sup> herziening, vastgesteld door PS - 23 mei 2011. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Provincie Noord-Holland, 2012. Crailo - Ambities gebiedsontwikkeling. Concept d.d. juni 2012. Provincie Noord-Holland, Haarlem, in coproductie met de gemeente Bussum, gemeente Hilversum, gemeente Laren en het Goois Natuurreservaat.
- Provincie Noord-Holland, 2013a. Ambitiedocument gebiedsontwikkeling Crailo. Provincie Noord-Holland, Haarlem, in coproductie met de gemeente Bussum, gemeente Hilversum, gemeente Laren en het Goois Natuurreservaat.
- Provincie Noord-Holland, 2013b. Concept Ruimtelijk Kader Crailo. Ontwerpend onderzoek, d.d. augustus 2013. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Provincie Noord-Holland, 2013c. Invulling concept Ruimtelijk Kader Crailo. Brief Gedeputeerde Staten van Noord-Holland aan gemeenten Bussum, Hilversum en Laren en Goois Natuurreservaat, d.d. 15 oktober 2013, kenmerk 257323/257326.
- Reijnen, R., 1995. Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in The Netherlands. PhD thesis. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Reijnen, R. en R. Foppen, 2006. Impact of road traffic on breeding bird populations. In: J. Davenport en J.L. Davenport (red.). The ecology of transportation: managing mobility for the environment: 255-274. Springer, Dordrecht.
- Smit, C., 2001. Effecten van militair gebruik en recreatie op flora en fauna. Een literatuuronderzoek. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Expertisecentrum LNV, Ede/Wageningen.
- Sun, J.W.C. en P.M. Narins, 2005. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. *Biological Conservation* 121: 419-427.
- Stumpel, A.H.P., 2004. Reptiles and amphibians as targets for nature management. PhD thesis. Wageningen University, Wageningen.
- Ten Hoedt, A., 2001. Effecten van de afsluiting van natuurgebieden op het gedrag van grote zoogdieren. *De Levende Natuur* 102 (6): 270-272.
- Turin, H., 2000. De Nederlandse loopkevers. Verspreiding en oecologie (Coleoptera; Carabidae). Nederlandse Fauna 3, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV uitgeverij & EIS Nederland, Leiden.
- Uittenbogaard, M., 1970. Recreatiegevoeligheid van enkele fauna-elementen in het nationale park De Hoge Veluwe. Studentenrapport 62. Afdeling Natuurbeheer. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Van den Brink, N.W. en W.C. Ma, 1998. Spatial and temporal trends in levels of trace metals and PCBs in the European badger *Meles meles* (L., 1758) in The Netherlands: Implications for reproduction. *Science of the Total Environment* 222 (1-2): 107-118.
- Van den Ham, M.H.A. en R.H.M. Peltzer, 1995. Dosis-effect-relatieonderzoek en ecologische verbindingszones; evaluatie van het dosis-effect-relatieonderzoek en onderzoek naar de mogelijkheden voor recreatie en natuur binnen de ecologische verbindingszones van de hogere zandgronden. IBN-DLO rapport 169. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Van der Grift, E.A., R. Pouwels en R. Reijnen, 2003. Meerjarenprogramma Ontsnippering – Knelpuntenanalyse. Alterra-rapport 768. Alterra, Wageningen.

- 
- Van der Grift, E.A., 2004. Corridor Leusderheide. Nut en noodzaak van de verbindingzone en advies voor de dimensionering en positionering van een ecoduct over de N237. Alterra-rapport 912. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., 2006. Natuurbrug Het Gooi - Toetsing plannen voor kantoorbebouwing op voormalig AZC-terrein. Alterra-rapport 1379. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., R. Foppen, W-B Loos, H. de Molenaar, D. Oomen, R. Reijnen, H. Sierdsema en R. Wegman, 2008. Quickscan verstoring fauna door laagvliegen. Alterra-rapport 1725. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., F.W.G.A. Ottburg en R.P.H. Snep, 2010a. Toetsing ecologisch functioneren noordelijke toeloop Natuurbrug Laarderhoogt. Alterra-notitie d.d. 26 augustus 2010. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., J. Dirksen, F.G.W.A. Ottburg en R. Pouwels, 2010b. Recreatief medegebruik van ecoducten: Effecten op het functioneren als faunapassage. Alterra-rapport 2097. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A. en F.W.G.A. Ottburg, 2013. Natuurbrug Laarderhoogt. Ecologische toetsing van plannen voor een Nationaal Tenniscentrum en crematorium nabij de natuurbrug. Alterra-rapport 2446. Alterra, Wageningen.
- Van Swaay, C., 2000. Soortprofiel heideblauwtje (*Plebeius argus*). Rapport 2000.30. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Veen, P.J. en G.J. Brandjes, 2000. Ecologische verbindingzone A1 Laren. Visie en aanbevelingen. Rapport 00-064. Bureau Waardenburg, Culemborg.

---

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 2799  
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 2799  
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.

