ALTERRA
WAGENINGEN UR

Quick-scan verstoring fauna door laagvliegen

Edgar A. van der Grift
Ruud Foppen
Willy-Bas Loos
Hans de Molenaar
Dries Oomen
Rien Reijnen
Henk Sierdsema
Ruut Wegman

Alterra-rapport 1725, ISSN 1566-7197

SOVON
Vogelonderzoek Nederland

Quick-scan verstoring fauna door laagvliegen

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (Programmanummer BO-02-005)

Quick-scan verstoring fauna door laagvliegen

Edgar A. van der Grift
Ruud Foppen
Willy-Bas Loos
Hans de Molenaar
Dries Oomen
Rien Reijnen
Henk Sierdsema
Ruut Wegman

Alterra-rapport 1725

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Van der Grift, E.A., R. Foppen, W.B. Loos, H. de Molenaar, D. Oomen, R. Reijnen, H. Sierdsema & R. Wegman, 2008. *Quick-scan verstoring fauna door laagvliegen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1725. 134 blz.; 14 fig.; 27 tab.; 112 ref.

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit zijn de effecten van militair laagvliegen binnen de in Nederland daarvoor aangewezen laagvlieggebieden en laagvliegroutes verkend. Na een review van de beschikbare literatuur is onderzocht in welke mate de laagvlieggebieden/-routes voor verstoring gevoelige natuurwaarden omvatten, van nationaal (EHS) of internationaal (Natura 2000) belang. Per laagvlieggebied/-route is een effectkans bepaald. Op basis van de bevindingen zijn algemene aanbevelingen voor mitigatie geformuleerd.

Trefwoorden: Ecologische Hoofdstructuur, effectvoorspelling, helikopter, laagvliegen, militair gebruik, mitigatie, Natura 2000, straaljager

© Foto kaft: Koninklijke Luchtmacht

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2008 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

[Alterra-rapport 1725/juli/2008]

Inhoud

Samenvatting 9

1 Inleiding 13
1.1 Aanleiding onderzoek 13
1.2 Vraagstelling 13
1.3 Werkwijze 14
1.4 Afbakening van het onderzoek 15
1.5 Leeswijzer 16

2 Laagvliegen in Nederland 17
2.1 Ligging van de laagvlieggebieden 17
2.2 Omvang laagvlieggebieden en -routes 18
2.3 Aard van het laagvliegen 18
2.4 Intensiteit van het laagvliegen 19
2.5 Periode in het jaar van laagvliegen 19
2.6 Tijdstip van het laagvliegen 20

3 Literatuuronderzoek 23
3.1 Werkwijze 23
3.2 Zoekresultaat 23

4 Review: Effecten van laagvliegen op vogels 25
4.1 Inleiding 25
4.2 Verstoring van vogels 25
4.3 Sensibilisatie en habituatie 27
4.4 Hiaten in de waarnemingen 27
4.5 Bronnen van verstoring 28
4.5.1 Verstoring veroorzakende stimuli 28
4.5.2 Verstoring en vliegtuigtype 29
4.5.3 Verstoring en gedrag van het vliegtuig 29
4.6 Mitigerende maatregelen 30
4.7 Waargenomen verstoring per vogelgroep 30
4.7.1 Watervogels: zwanen, ganzen en eenden 30
4.7.2 Zeevogels: alken, meeuwen, sterns 31
4.7.3 Wadvogels: steltlopers 31
4.7.4 Roofvogels (inclusief uilen) 32
4.8 Kanttekeningen bij de literatuur 33
4.8.1 Methoden en definities 33
4.8.2 Parameters 33
4.8.3 Effecten 34

5 Review: Effecten van laagvliegen op zoogdieren 35
5.1 Uitgevoerd onderzoek 35
5.2 Effecten van verstoring door laagvliegen 36

5.3 Factoren die effecten beïnvloeden 38
5.4 Factoren die effecten niet beïnvloeden 41
5.5 Habituatie 43
5.6 Mitigerende maatregelen 44

6 Laagvliegen en de EHS 47
6.1 Introductie 47
6.2 Overlap laagvliegen en EHS 47
6.3 Ruimtelijke spreiding EHS 48
6.4 Natuurdoelen in de laagvlieggebieden 48
6.5 Doelsoorten in de laagvlieggebieden 51

7 Laagvliegen en NATURA 2000 57
7.1 Introductie 57
7.2 Overlap laagvliegen en NATURA 2000 57
7.3 Ruimtelijke spreiding NATURA 2000 60
7.4 NATURA 2000 habitattypen in de laagvlieggebieden 61
7.5 NATURA 2000 soorten in de laagvlieggebieden 61

8 Laagvliegen en broedvogels 65
8.1 Inleiding 65
8.2 Lijst met mogelijk gevoelige broedvogelsoorten 65
8.3 Voorkomen van gevoelige soorten in laagvlieggebieden 68
8.4 Verkennende effectanalyse Nachtzwaluw 70
8.4.1 Methode trendanalyse nachtzwaluw 72
8.4.2 Resultaten 72
8.4.3 Discussie 73

9 Laagvliegen en zoogdieren 75
9.1 Inleiding 75
9.2 Lijst met mogelijk gevoelige zoogdiersoorten 75
9.3 Voorkomen van gevoelige soorten in laagvlieggebieden 76
9.4 Effectvoorspelling 76

10 Effectkansen per laagvlieggebied/-route 79
10.1 Inleiding 79
10.2 Kans op effecten per laagvlieggebied en -route 79

11 Aanbevelingen 95

12 Conclusies 97
12.1 Literatuuronderzoek 97
12.2 Laagvliegen en de EHS 98
12.3 Laagvliegen en NATURA 2000 98
12.4 Effecten op broedvogels en zoogdieren 99
12.5 Effectkans en aanbevelingen 99

Literatuur 101

Bijlagen

1 Natuurdoeltypen in de laagvlieggebieden/-routes 111
2 Doelsoorten EHS in de laagvlieggebieden/-routes 113
3 Habitattypen NATURA 2000 in de laagvlieggebieden/-routes 119
4 EU-codering habitattypen NATURA 2000 123
5 Soorten NATURA 2000 in de laagvlieggebieden/-routes 125
6 Tellingen Nachtzwaluw 133

Samenvatting

Een toenemende oppervlakte beschermde natuur valt samen met militaire laagvlieggebieden. Dit betreft natuur waarvoor geldt dat de bescherming van belang is uit nationale overwegingen, zoals de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), of/en uit internationale overwegingen, zoals de gebieden die zijn aangewezen in het kader van de EU Vogel- en Habitatrichtlijn (NATURA 2000). Thans is onduidelijk welke fauna gevoelig is voor verstoring door laagvliegen, bij welke intensiteit van laagvliegen er sprake is van verstoring en wat de lange termijneffecten zijn van deze verstoring op de gevoelige diersoorten. Tevens is niet duidelijk in welke mate er gewenning optreedt, en welke diersoorten dat dan betreft.

Het onderzoek richt zich op de volgende vragen:
1. Welke diersoorten zijn gevoelig voor verstoring door laagvliegen met militaire toestellen?
2. Wat zijn de verwachte negatieve effecten voor de fauna als gevolg van het huidige gebruik van de laagvlieggebieden in Nederland?
3. Hoe zijn de verwachte effecten op de fauna te voorkomen of te mitigeren?

Het doel van het onderzoek is het leveren van de benodigde inzichten in de effecten van laagvliegen op fauna aan het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het Ministerie van Defensie en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu om bij de ontwikkeling van nieuw beleid en de voorbereiding van de besluitvorming de ligging, het moment en de intensiteit van gebruik van de laagvlieggebieden beter af te kunnen stemmen op de aanwezige en/of na te streven natuurwaarden in deze gebieden.

Er is tot op dit moment vooral onderzoek gedaan naar de effecten van verstoring door laagvliegen op vogels en zoogdieren. Voor vogels zijn effecten van laagvliegen vooral onderzocht en vastgesteld voor watervogel, kust- en zeevogels, wadvogels en roofvogels. Voor zoogdieren zijn effecten van laagvliegen vooral onderzocht voor hoefdieren. Het is niet uit te sluiten dat ook sommige niet-hoefdieren gevoelig zijn voor verstoring door laagvliegen.

De literatuur laat zien dat laagvliegen verstorende, negatieve effecten op vogels kan hebben. De meest direct waarneembare en in de literatuur vrijwel uitsluitend beschreven vormen van verstoring van vogels door laag overkomende vliegtuigen zijn veranderingen van gedrag. Deze primaire, zichtbare reacties variëren tussen soorten en hangen binnen een soort af van factoren als leeftijd, geslacht, levenscyclus, conditie, eerdere ervaring met laagvliegen, de fase van de jaarcyclus waarin het individu op dat moment verkeert en ecosysteemkenmerken zowel in de tijd als in de ruimte. De reacties lopen uiteen van indifferentie en onbelangrijke, kortdurende onderbrekingen van het gedrag, tot opvliegen, wegvluchten en extreme paniek. De verstoring kan gevolgen hebben voor de conditie en overlevingskansen van het individu, voor de perspectieven van de voortplanting en uiteindelijk voor de

populatie. Hierover is voor vogels echter weinig bekend omdat daarop specifiek gericht onderzoek lijkt te ontbreken.

De effecten van laagvliegen variëren voor zoogdieren (vooral hoefdieren) van kortdurende gedragsreacties, zoals het onderbreken van foerageren, een verhoogde alertheid of een vluchtrespons, tot meer langdurende veranderingen, zoals het verleggen van de home range en het veranderen van dagelijkse activiteitenpatronen. In een aantal studies is aangetoond dat dit leidt tot een verhoogd energieverbruik, een verlaagde fitness en een verlaagde reproductie. Directe sterfte van dieren als gevolg van laagvliegen is slechts in beperkte mate vastgesteld en is dan een gevolg van vluchtreacties waarbij dieren zich verwonden.

Laagvliegen en de EHS
Er zijn zowel tussen als binnen de laagvlieggebieden/-routes grote verschillen in de kans dat effecten optreden als gevolg van laagvliegen. Hiervoor zijn de volgende oorzaken aan te wijzen:

- De overlap tussen EHS-gebieden en laagvlieggebieden/-routes en de ruimtelijke spreiding van de EHS binnen de laagvlieggebieden/-routes varieert sterk per gebied/route.
- Binnen de laagvlieggebieden en –routes wordt een grote variatie aan natuurdoelen aangetroffen. Het oppervlak van potentieel voor verstoring gevoelige natuurdoelen varieert sterk per laagvlieggebied/-route.
- Het aantal doelsoorten waarmee rekening moet worden gehouden varieert sterk per laagvlieggebied/-route voor zowel vogels als zoogdieren. Ook binnen de laagvlieggebieden en –routes zijn er grote verschillen in aantallen (gevoelige) doelsoorten per plek.

De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de doelsoorten uit de soortgroep vogels groot omdat een groot deel van de doelsoorten, zowel wat betreft broedvogels als pleisteraars, gevoelig is voor verstoring. De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de doelsoorten uit de soortgroep zoogdieren gering omdat weinig soorten die als 'gevoelig' zijn aangemerkt (hoefdieren) als doelsoort zijn aangewezen.

Laagvliegen en NATURA 2000
Voor NATURA 2000 gebieden binnen de laagvlieggebieden/-routes geldt, net als bij de EHS, dat er sprake is van grote verschillen tussen en binnen laagvlieggebieden/-routes wat betreft oppervlak en spreiding NATURA 2000, aantal en typen beschermde habitattypen en aantal en typen beschermde diersoorten. Hierdoor verschillen de kansen dat effecten optreden als gevolg van laagvliegen per gebied/route.

De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de beschermde vogels van NATURA 2000 zeer groot omdat bijna alle soorten, zowel wat betreft broedvogels als pleisteraars, gevoelig zijn voor verstoring. De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de beschermde

zoogdieren van NATURA 2000 gering omdat geen van de soorten als 'gevoelig' zijn aan te merken (hoefdieren).

Effecten op broedvogels en zoogdieren
De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor broedvogels groot doordat duidelijke concentraties van (hoge) aantallen gevoelige soorten zijn aan te wijzen binnen de laagvlieggebieden/-routes. De grootste concentraties gevoelige soorten komen voor in Drenthe, in waterrijke gebieden langs de Randmeren, Maas en Waal en in enkele Peelgebieden.

Rode Lijstsoorten komen in beperkte mate voor in de laagvlieggebieden, nog het meest in een aantal droge heidegebieden in Drenthe en in de Randmeren. Gevoelige broedvogels waarvoor in het kader van de Vogelrichtlijn instandhouding-doelstellingen worden opgesteld komen vooral voor in de zandgebieden: heide en bosgebieden op de Veluwe, in Drenthe en in de Peelgebieden.

De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor zoogdieren gering doordat het aantal gevoelige soorten (hoefdieren) laag is binnen de laagvlieggebieden/-routes. De meeste gevoelige soorten komen voor op de Veluwe. Elders komt alleen het Ree voor en incidenteel zwervende Edelherten en/of Wilde zwijnen.

Er is weinig onderzoek verricht naar de effecten van laagvliegen op de in Nederland voorkomende hoefdiersoorten. De ervaring is dat deze soorten – net als veel hoefdiersoorten elders in de wereld – vluchtgedrag vertonen bij laagvliegen met militaire toestellen. Dit heeft in de huidige situatie wat betreft laagvliegen naar verwachting alleen effect op het individu (o.a. verhoogd energieverbruik, stress, verlaagde fitness, verwonding) en niet op de populaties (o.a. verminderde reproductie, daling populatie omvang/groei), aangezien de populaties groeien en met jaarlijks afschot worden beheerd.

Effectkans en aanbevelingen
De verkenning van de kans op effecten als gevolg van verstoring door laagvliegen laat zien dat er grote verschillen zijn tussen en binnen de laagvlieggebieden. Zowel de kwantiteit als kwaliteit aan voor verstoring gevoelige natuur verschilt sterk per laagvlieggebied/-route en daarmee de geschiktheid van de gebieden als laagvlieg-gebied vanuit ecologisch perspectief. Tevens verschillen hierdoor de mogelijkheden om effecten te kunnen mitigeren.

De kans dat negatieve effecten optreden als gevolg van het gebruik als laagvlieggebied wordt groot geacht in de gebieden GLV-I, GLV-III, GLV-IV en Route 3. De kans dat negatieve effecten optreden als gevolg van het gebruik als laagvlieggebied wordt matig geacht in de gebieden GLV-II, GLV-V, GLV-VI, GLV-VII, GLV-VIII en Route 4. De kans dat negatieve effecten optreden als gevolg van het gebruik als laagvlieggebied wordt klein geacht in de gebieden Maaswaal, Voorne-Putten/Hoekschewaard, Wieringermeerpolder, Route 1 en Route 2.

Op basis van het onderzoek zijn er drie algemene aanbevelingen te formuleren: (1) Heroverweeg het gebruik als laagvlieggebied voor gebieden die relatief klein zijn, maar waarvoor wel een hoge effectkans voor verstoring van gevoelige natuurwaarden geldt; (2) Onderzoek de mogelijkheid om de begrenzingen van het laagvlieggebied of de laagvliegroute aan te passen waardoor natuurkernen met gevoelige natuurwaarden net buiten in plaats van binnen het gebied/de route vallen; (3) Onderzoek of het mogelijk is om ruimtelijke en/of temporele restricties aan de laagvliegactiviteiten te stellen, waarbij kwetsbare plekken en perioden zo veel mogelijk worden gemeden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding onderzoek

In het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen is een evaluatie aangekondigd van het laagvliegen door militaire toestellen. Deze evaluatie is tweeledig: (1) een evaluatie van laagvliegactiviteiten en het klachtenpatroon van burgers, en (2) een evaluatie van de effecten op natuurwaarden. Dit onderzoeksrapport kan gezien worden als een eerste stap voor het evalueren van de effecten van laagvliegen op natuurwaarden.

Een toenemende oppervlakte beschermde natuur valt samen met militaire laagvlieggebieden. Dit betreft natuur waarvoor geldt dat de bescherming van belang is uit nationale overwegingen, zoals de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), of/en uit internationale overwegingen, zoals de gebieden die zijn aangewezen in het kader van de EU Vogel- en Habitatrichtlijn (NATURA 2000). Ook wordt incidenteel laaggevlogen boven overige militaire terreinen in het kader van oefeningen. Sommige natuurbeschermers en terreinbeheerders stellen dat dit gebruik veel verstoring veroorzaakt. Verstoring door laagvliegen met helikopers wordt het meest als een probleem gezien.

Thans is onduidelijk welke fauna gevoelig is voor verstoring door laagvliegen, bij welke intensiteit van laagvliegen er sprake is van verstoring en wat de lange termijneffecten zijn van deze verstoring op de gevoelige diersoorten. Tevens is niet duidelijk in welke mate er gewenning optreedt, en welke diersoorten dat dan betreft. De eigenlijke vraag is wanneer er een mate van verstoring is die buiten de natuurlijke fluctuaties optreedt en die aanwijsbaar kwaliteit en kwantiteit van soorten, populaties of ecosystemen negatief beïnvloedt.

1.2 Vraagstelling

Het onderzoek richt zich op de volgende vragen:

4. Welke diersoorten zijn gevoelig voor verstoring door laagvliegen met militaire toestellen?
5. Wat zijn de verwachte negatieve effecten voor de fauna als gevolg van het huidige gebruik van de laagvlieggebieden in Nederland?
6. Hoe zijn de verwachte effecten op de fauna te voorkomen of te mitigeren?

Het doel van het onderzoek is het leveren van de benodigde inzichten in de effecten van laagvliegen op fauna aan het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het Ministerie van Defensie en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu om bij de ontwikkeling van nieuw beleid en de voorbereiding van de besluitvorming de ligging, het moment en de intensiteit van

gebruik van de laagvlieggebieden beter af te kunnen stemmen op de aanwezige en/of na te streven natuurwaarden in deze gebieden.

1.3 Werkwijze

Het onderzoek heeft het karakter van een quick-scan. Uitgangspunt voor het onderzoek is dat de inschatting van effecten plaatsvindt op basis van beschikbare kennis. Veld- of experimenteel onderzoek maakt geen onderdeel uit van deze studie.

Er zijn zeven stappen in de werkwijze te onderscheiden:

Stap 1: Verkenning laagvliegactiviteiten
In deze eerste stap is het gebruik van de laagvlieggebieden in kaart gebracht op basis van door het Ministerie van Defensie aangereikte gegevens. Behalve de intensiteit van laagvliegen per laagvlieggebied zijn hierbij ook de verdeling van de laagvliegactiviteiten over het jaar en over een etmaal in beeld gebracht.

Stap 2: Literatuuronderzoek
Een tweede stap in het onderzoek is het samenstellen van een breed overzicht van beschikbare kennis van de effecten van verstoring door laagvliegende militaire toestellen op fauna. Welke soortgroepen en soorten zijn gevoelig voor laagvliegen? Wat zijn de effecten van het laagvliegen? En welke mitigerende maatregelen zijn voorgesteld om deze effecten te beperken of geheel weg te nemen? Hierbij is onderscheid gemaakt in de effecten op het gedrag en/of de fysiologie van individuen en de effecten op populatieniveau, zoals wijzigingen in het verspreidingspatroon of de aantalsontwikkelingen van een soort. De nadruk ligt in de literatuurstudie op laagvliegende helikopters. Daarnaast zijn, waar relevant, ook andere vormen van laagvliegen beschouwd, zoals straaljagers, grote militaire fixed-wing vliegtuigen, burger- en recreatieve luchtvaart. In deze onderzoeksstap zijn ook de lacunes in de bestaande kennis expliciet benoemd.

Stap 3: Verkenning knelpunten nationale natuurbescherming
In een derde onderzoeksstap zijn de potentiële knelpunten verkend tussen laagvliegen en het nationale beleid voor natuurbescherming. Dit is gedaan door de overlap in kaart te brengen tussen de laagvlieggebieden/-routes en de als Ecologische Hoofdstructuur (EHS) aangewezen gebieden. Hoeveel oppervlak per laagvlieggebied/-route behoort tot de EHS? Welke natuurdoelen en doelsoorten betreft het? Hoeveel van deze doelsoorten zijn naar verwachting gevoelig voor verstoring door laagvliegen? En hoe is de ruimtelijke spreiding van deze gevoelige doelsoorten over het laagvlieggebied/de laagvliegroute? De verkenning richt zich met deze werkwijze dus primair op toekomstige natuurwaarden, zoals omschreven in de plannen voor de EHS. De uitkomsten van deze analyse zeggen daarom niet of er feitelijk conflicten optreden c.q. effecten zijn van laagvliegen op (doel)soorten, maar wijzen wel op laagvlieggebieden en plekken binnen deze gebieden waar zich mogelijkerwijs problemen (gaan) voordoen.

Stap 4: Verkenning knelpunten internationale natuurbescherming
In deze stap is een vergelijkbare analyse uitgevoerd, maar nu zijn de potentiële knelpunten verkend tussen laagvliegen en internationaal belangrijke natuurwaarden. Dit is gedaan door de overlap in kaart te brengen tussen de laagvlieggebieden/-routes en de in het kader van NATURA 2000 aangewezen en aangemelde gebieden (EU Vogel- en Habitatrichtlijn). Hoeveel oppervlak per laagvlieggebied/-route behoort tot NATURA 2000? Welke op basis van de Europese richtlijnen beschermde habitattypen en diersoorten betreft het? Hoeveel van deze diersoorten zijn naar verwachting gevoelig voor verstoring door laagvliegen? En hoe is de ruimtelijke spreiding van deze gevoelige diersoorten over het laagvlieggebied/de route? Deze verkenning richt zich met deze werkwijze dus primair op actuele natuurwaarden, aangezien de aanwijzing van NATURA 2000 gebieden plaatsvindt op basis van bestaande waarden. De uitkomsten van deze analyse bieden geen inzicht in de precieze effecten van laagvliegen op de internationaal beschermde diersoorten, maar wijzen wel op laagvlieggebieden/-routes en plekken binnen deze gebieden waar zich mogelijkerwijs problemen (gaan) voordoen.

Stap 5: Verkenning effecten broedvogels/zoogdieren
Op basis van de bijeengebrachte kennis uit het literatuuronderzoek, de informatie over de ligging en het gebruik van de laagvlieggebieden/-routes en gegevens over de huidige verspreiding van voor verstoring door laagvliegen gevoelige broedvogels en zoogdieren is een inschatting gemaakt of en in welke mate de huidige laagvliegactiviteiten negatieve effecten heeft op de fauna binnen de laagvlieggebieden/-routes. Aan de hand van de Nachtzwaluw is verkend of, ingeval van broedvogels, meer gekwantificeerde effectvoorspellingen kunnen worden gedaan op basis van trends in de populatieomvang van vogelsoorten binnen en buiten de laagvlieggebieden.

Stap 6: Verkenning probleemgebieden en mitigerende maatregelen
In deze onderzoeksstap is verkend in welke laagvlieggebieden/-routes problemen te verwachten zijn en met welke maatregelen deze problemen kunnen worden weggenomen. Het resultaat zijn enkele algemene aanbevelingen voor mitigerende maatregelen, die tijdens de verdere beleidsvorming per laagvlieggebied/-route op praktische haalbaarheid kunnen worden afgewogen.

Stap 7: Conclusies
In deze stap zijn de conclusies van het onderzoek geformuleerd.

1.4 Afbakening van het onderzoek

Het onderzoek kent de volgende afbakening:
- In dit onderzoek richten we ons primair op de laagvlieggebieden en –routes, zoals aangewezen in het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen, op Nederlands grondgebied. Het laagvlieggebied boven de Noordzee – Navy Area Charlie – valt buiten de scope van deze studie. Dat geldt ook voor de overige

militaire terreinen waar wel laaggevlogen wordt, maar welke niet als laagvlieggebied zijn aangewezen.

- In dit onderzoek richten we ons op de effecten van geluid- en visuele verstoring op fauna als gevolg van laagovervliegende (militaire) vliegtuigen, m.n. helikopters. Geen onderwerp van studie in dit onderzoek zijn: (1) faunaslachtoffers als gevolg van aanvaringen met opstijgende, landende en/of (laag)vliegende vliegtuigen, (2) habitatverlies als gevolg van de aanleg en het gebruik van militaire vliegvelden, en (3) de gevolgen van schiet- en bombardementoefeningen waarbij militaire vliegtuigen zijn betrokken.
- In het onderzoek beperken we ons tot *algemene* aanbevelingen voor het voorkomen en/of mitigeren van de effecten van laagvliegactiviteiten op voor laagvliegen gevoelige natuurwaarden. Meer specifieke aanbevelingen per laagvlieggebied/-route vallen buiten de scope van de studie.
- Het onderzoek loopt parallel aan de evaluatie die het Ministerie van Defensie is gestart en waarin de relatie tussen militair laagvliegen en klachtenpatronen van burgers wordt onderzocht. Deze onderzoeken kunnen niet los van elkaar gezien worden. Immers, het voorkómen van klachten bij burgers mag bij voorkeur niet leiden tot een toename van verstoring van natuurwaarden die voor verstoring gevoelig zijn, en omgekeerd. De feitelijke koppeling tussen de evaluatie van de verstoring van burgers en de verstoring van fauna valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

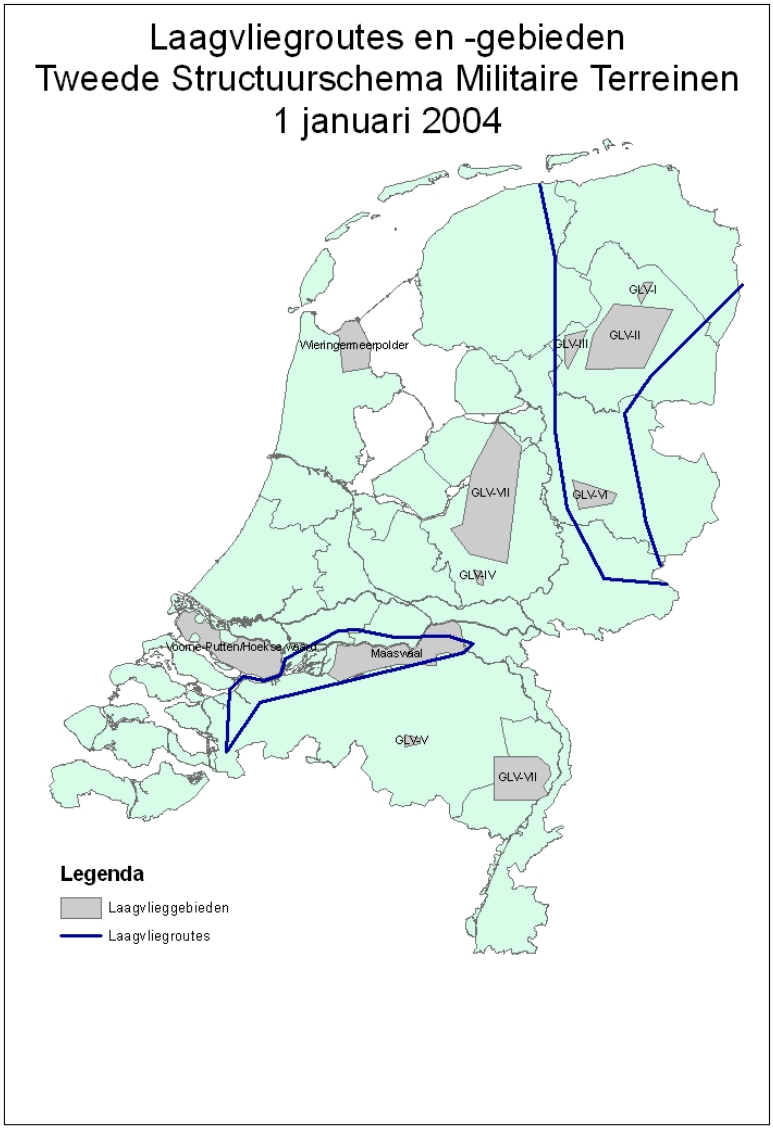
1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de verkenning van de laagvliegactiviteiten in Nederland beschreven. De hoofdstukken 3, 4 en 5 vatten de werkwijze en bevindingen samen van het literatuuronderzoek. Een gedetailleerd overzicht van het literatuuronderzoek is opgenomen als losse bijlage op Cd-rom. In hoofdstuk 6 en 7 zijn de resultaten beschreven van de verkenningen van mogelijke knelpunten tussen laagvlieg-activiteiten en de nationaal/internationaal beschermde gebieden binnen Nederland. Hoofdstuk 8 en 9 presenteren achtereenvolgend de verwachte effecten van het gebruik van de laagvlieggebieden/-routes op broedvogels en zoogdieren. In hoofdstuk 10 zijn de bevindingen van het onderzoek per laagvlieggebied/-route samengevat en zijn de effectkansen per laagvlieggebied/-route geschat. Aan-bevelingen voor mitigerende maatregelen staan in hoofdstuk 11. Hoofdstuk 12 bevat de conclusies van het onderzoek.

2 Laagvliegen in Nederland

2.1 Ligging van de laagvlieggebieden

In Nederland zijn 11 laagvlieggebieden aangewezen boven land en 1 boven zee (Navy Area Charlie). Daarnaast wordt in het kader van oefeningen ook laaggevlogen boven enkele andere militaire terreinen, zoals de Marnewaard en Vliehors. Behalve laagvlieggebieden zijn er ook 4 laagvliegroutes. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de laagvlieggebieden en –routes boven land.



Figuur 2.1. Ligging van de laagvlieggebieden en laagvliegroutes boven land in Nederland (Bron: Ministerie van Defensie).

2.2 Omvang laagvlieggebieden en -routes

De laagvlieggebieden boven land beslaan samen een oppervlak van ruim 300.000 ha. De laagvlieggebieden verschillen onderling sterk in omvang (tabel 2.1). GLV-IV (Ginkelse hei) is het kleinste gebied met een oppervlak van minder dan 1.500 ha. GLV-VII (Veluwe) is het grootste gebied met een omvang van bijna 85.000 ha.

Tabel 2.1. Omvang van de laagvlieggebieden in Nederland.

Laagvlieggebied		Oppervlak (ha)
GLV-I	(Noord-Drenthe)	2.132
GLV-II	(Midden-Drenthe)	57.371
GLV-III	(West-Drenthe)	6.601
GLV-IV	(Ginkelse Hei)	1.315
CLV-V	(Oirschot)	1.770
GLV-VI	(Salland)	10.945
GLV-VII	(Veluwe/Randmeren)	83.880
GLV-VIII	(Peel)	33.451
Maaswaal		51.307
Voorne-Putten/Hoeksewaard		41.098
Wieringermeerpolder		18.787
Totaal		**308.657**

De laagvliegroutes boven land beslaan samen een oppervlak van circa 130.000 ha en variëren in lengte tussen 106 en 234 km (tabel 2.2). De omvang van de routes varieert tussen de circa 21.000 en 47.000 ha.

Tabel 2.2. Lengte en omvang (breedte = 2 km) van de laagvliegroutes in Nederland.

Laagvliegroute	Lengte (km)	Oppervlak (ha)
Route 1 (Achterhoek-Oost Groningen)	129	25.708
Route 2 (Lauwersmeer-Achterhoek)	181	36.241
Route 3 (Betuwe-Biesbosch-West Brabant)	128	25.623
Route 4 (West Brabant-Noordoost Brabant)	106	21.226
Totaal	**544**	**108.798**

2.3 Aard van het laagvliegen

Binnen de laagvlieggebieden wordt laaggevlogen met helikopters. Het laagvliegen gebeurt met verschillende typen helikopters: Apache, Cougar, Lynx en Chinook. In Nederland is de minimale vlieghoogte voor (militaire) helikopters 50 m. Binnen de laagvlieggebieden is vliegen op iedere vlieghoogte toegestaan; dus tot op 0 m hoogte (landen/opstijgen).

2.4 Intensiteit van het laagvliegen

In de periode 2000-2005 is er gemiddeld 605 uur/jaar laaggevlogen binnen de 11 laagvlieggebieden boven land. Het maximum voor deze gebieden is geregistreerd in 2000: 1095 uur laagvliegen. Het minimum is geregistreerd in 2001: 388 uur laagvliegen. De intensiteit van het laagvliegen verschilt sterk per laagvlieggebied. De laagvlieggebieden Maaswaal, GLV VII (Veluwe/Randmeren) en GLV-V (Oirschot) worden het meest gebruikt (tabel 2.3). In deze gebieden is in de periode 2000-2005 gemiddeld 141-221 uur/jaar laaggevlogen met militaire helikopters. In de overige laagvlieggebieden is dat voor dezelfde periode gemiddeld 0-33 uur/jaar.

Tabel 2.3. Gebruik van de laagvlieggebieden (vlieghoogte <50 m) boven land door militaire helikopters in de periode 2000-2005 (bron: Ministerie van Defensie).

Laagvlieggebied	**Intensiteit laagvliegen (uren/jaar)**						
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**Gem.**
GLV I	0	0	0	0	1	1	0
GLV II	12	0	8	24	16	5	11
GLV III	0	0	0	1	1	1	1
GLV IV	2	1	2	29	5	6	8
GLV V	420	54	91	114	102	63	141
GLV VI	2	0	0	2	1	6	2
GLV VII	196	90	139	266	168	182	174
GLV VIII	2	8	1	13	0	2	4
Maaswaal	405	193	156	267	112	195	221
Voorne-Putten/Hoeksewaard	16	17	11	25	9	0	13
Wieringermeerpolder	40	32	57	62	2	2	33
Totaal	**1095**	**388**	**465**	**803**	**417**	**463**	**606**

In de overige militaire terreinen is er in de periode 2000-2005 gemiddeld 100 uur/jaar laaggevlogen in het kader van oefeningen (tabel 2.4). Het maximum bedroeg 198 uur laagvliegen in 2002 en het minimum bedroeg 0 uur laagvliegen in 2004. Ook voor deze gebieden geldt dat de intensiteit van het laagvliegen sterk verschilt per gebied: gemiddeld 65 uur/jaar in oefenterrein Marnewaard met een maximum van 172 uur in 2002, gemiddeld 35 uur/jaar in oefenterrein Vliehors met een maximum van 78 uur in 2001 en gemiddeld <1 uur/jaar in oefenterrein Leusderhei/Vlasakkers.

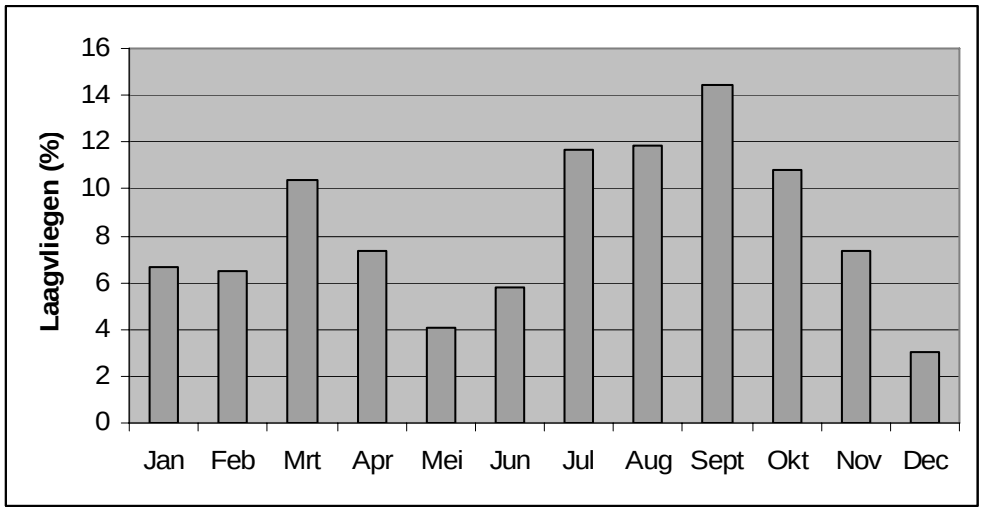
Tabel 2.4. Gebruik van overige militaire terreinen voor laagvliegen (vlieghoogte <50 m) tijdens oefeningen door militaire helikopters in de periode 2000-2005 (bron: Ministerie van Defensie).

Militair oefenterrein	**Intensiteit laagvliegen (uren/jaar)**						
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**Gem.**
Marnewaard	72	72	172	73	0	0	65
Vliehors	73	78	26	0	0	33	35
Leusderhei/Vlasakkers	0	1	0	0	0	0	0
Totaal	**145**	**151**	**198**	**73**	**0**	**33**	**100**

2.5 Periode in het jaar van laagvliegen

Het laagvliegen in de laagvlieggebieden vindt doorgaans verspreid over het hele jaar plaats. Figuur 2.2 geeft ter illustratie de verdeling over het jaar van de laagvlieg-

activiteiten in alle laagvlieggebieden samen (463 uur) in 2005. In iedere maand is er laaggevlogen, hoewel er sprake is van twee 'pieken': in het vroege voorjaar (maart-april) en in de late zomer/vroege herfst (juli-oktober).



Figuur 2.2. Het gebruik van de laagvlieggebieden boven land per maand in 2005.

2.6 Tijdstip van het laagvliegen

Het gebruik van de laagvlieggebieden vindt vooral overdag plaats. Voor de 11 laagvlieggebieden boven land geldt dat in de periode 2000-2005 gemiddeld 78% van de laagvliegbewegingen gedurende de dag (06:00-18:00 uur) plaatsvonden en 22% gedurende de nacht (18:00-06:00 uur) (tabel 2.5). De hoogste percentages voor laagvliegen in de nacht zijn geregistreerd voor de laagvlieggebieden Maaswaal (27%) en GLV-V (30%). In de laagvlieggebieden GLV-I, GLV-III en GLV-VIII is in dezelfde periode in het geheel niet in de nacht laaggevlogen.

Tabel 2.5. Verdeling van het gebruik van de laagvlieggebieden boven land over het etmaal door militaire helikopters in de periode 2000-2005 (bron: Ministerie van Defensie).

Laagvlieggebied	**Verdeling over etmaal (%)**	
	DAG	**NACHT**
GLV-I (Noord-Drenthe)	100	0
GLV-II (Midden-Drenthe)	95	5
GLV-III (West-Drenthe)	100	0
GLV-IV (Ginkelse Hei)	91	9
CLV-V (Oirschot)	70	30
GLV-VI (Salland)	91	9
GLV-VII(Veluwe/Randmeren)	85	15
GLV-VIII (Peel)	100	0
Maaswaal	73	27
Voorne-Putten/Hoeksewaard	83	17
Wieringermeerpolder	99	1
Totaal	**78**	**22**

Het gebruik van de overige militaire terreinen voor laagvliegen is in nog sterkere mate beperkt tot de dag: in de periode 2000-2005 vonden gemiddeld 97% van de laagvliegbewegingen op de dag plaats en 3% van de laagvliegbewegingen in de nacht. Van de drie overige militaire terreinen waarin in deze periode laaggevlogen is, is alleen in gebied Vliehors in de nacht gevlogen (tabel 2.6).

Tabel 2.6. Verdeling van het gebruik van de overige militaire terreinen voor laagvliegen tijdens oefeningen over het etmaal door militaire helikopters in de periode 2000-2005 (bron: Ministerie van Defensie).

Militair oefenterrein	**Verdeling over etmaal (%)**	
	DAG	**NACHT**
Marnewaard	100	0
Vliehors	90	10
Leusderhei/Vlasakkers	100	0
Totaal	**97**	**3**

3 Literatuuronderzoek

3.1 Werkwijze

Tijdens het literatuuronderzoek zijn we als volgt te werk gegaan:

- Met een vaste set aan zoektermen is gezocht in de literatuurdatabases *Biological Abstracts*, *Current Contents* en *Zoological Records*. De zoektermen zijn vermeld in tabel 3.1. De zoektermen in kolom 1 zijn alle gecombineerd met de zoektermen in kolom 2.
- De referentielijsten in de met de literatuurdatabases gevonden publicaties zijn geraadpleegd om publicaties op te sporen die niet via genoemde databases zijn achterhaald.
- De literatuurlijst is aangevuld met publicaties uit persoonlijke databases.

We hebben ons beperkt tot publicaties die zijn verschenen in *peer-reviewed* tijdschriften of boeken. Behalve het argument van vindbaarheid/toegankelijkheid is de toets op de kwaliteit van het onderzoek de belangrijkste motivatie voor deze aanpak. In sommige gevallen is een uitzondering gemaakt en zijn publicaties die behoren tot de zogenoemde "grijze literatuur" wel meegenomen in het onderzoek. Het betreft publicaties die onderzoek naar de effecten van laagvliegen in Nederland presenteren, of publicaties die bestaande literatuur compileren (reviews, bibliografieën e.a.).

Omdat we ons in deze verkenning beperken tot de laagvlieggebieden en –routes boven land en binnenwateren zijn publicaties over de effecten van laagvliegen op zeezoogdieren niet betrokken (zie ook afbakening in paragraaf 1.4).

Tabel 3.1. De bij het literatuuronderzoek gebruikte zoektermen.

Zoekterm 1	Zoekterm 2
Helicopter	Wildlife
Aircraft	Disturbance
Airplane	Response
Jet	Noise
Military activity	Behaviour
	Flushing
	Fleeing

3.2 Zoekresultaat

Volgens de hierboven beschreven werkwijze zijn 81 publicaties achterhaald waarin originele onderzoeksresultaten over laagvliegen in relatie tot de wilde fauna zijn gepresenteerd. Deze publicaties richten zich op vogels (n=44), terrestrische zoogdieren (n=37) en amfibieën (n=1). Voor alle overige diergroepen (reptielen, vissen, ongewervelden) zijn geen publicaties aangetroffen.

Het grote aantal publicaties over de effecten van laagvliegen op vogels en zoogdieren komt overeen met de verwachtingen. Deze diergroepen zijn ook voor andere (antropogene) vormen van verstoring gevoelig gebleken, zoals verstoring door verkeer of recreatie. De afwezigheid van publicaties over effecten van laagvliegen op de overige diergroepen wil niet per definitie zeggen dat de tot deze groepen behorende diersoorten niet gevoelig zijn voor de audiovisuele verstoring van laagvliegende militaire toestellen. Vooral voor amfibieën is nader onderzoek gewenst om effecten van laagvliegen te kunnen uitsluiten. Voor deze diergroep is een effect van vliegtuigen/motoren op het roepgedrag van mannelijke dieren vastgesteld en zijn ook andere vormen van (geluid)verstoring van invloed gebleken op de fitness en het voortplantingssucces (zie o.a. Barrass 1984, 1985, 1986, Sun & Narins 2005, Eigenbrod 2007).

De uitkomst van de literatuurzoektocht heeft bepaald dat we ons bij de review (slechts kunnen) beperken tot het beschrijven van de effecten van laagvliegen op de diergroepen vogels (hoofdstuk 4) en zoogdieren (hoofdstuk 5). Een gedetailleerd overzicht van de bevindingen per gevonden publicatie is opgenomen op de bij dit rapport gevoegde Cd-rom.

4 Review: Effecten van laagvliegen op vogels

4.1 Inleiding

Laag overvliegende vliegtuigen kunnen verstorende, negatieve effecten op vogels in het vrije veld hebben. In de literatuur worden daarvan veel voorbeelden gegeven. Die voorbeelden betreffen vrijwel uitsluitend de primaire reactie in gedrag. Daaruit blijkt dat de mate van verstoring sterk kan variëren, in afhankelijkheid van ondermeer het vliegtuigtype, de beschouwde soort, de fase van zijn jaarcyclus waarin het individu op dat moment verkeert en ecosysteemkenmerken zowel in de tijd als in de ruimte.

De verstoring van het gedrag kan gevolgen hebben voor de conditie en overlevingskansen van het individu, voor de perspectieven van de voortplanting en uiteindelijk voor de populatie. Hierover is echter weinig bekend omdat daarop specifiek gericht onderzoek lijkt te ontbreken. Wat bekend is, berust op extrapolatie van kennis uit ander onderzoek. De specifieke betekenis van de verstoring is hierdoor kwalitatief vrij redelijk, maar kwantitatief slecht bekend.

De publicaties berusten op waarnemingsreeksen die zijn gedaan in gegeven situaties. Inventarisaties van meer anekdotische waarnemingen (o.a. Gladwin et al. 1988, National Park Service 1994) laten vergelijkbare resultaten zien. Gecontroleerde veldexperimenten volgens een BACI-opzet (BACI = Before and After, Control and Impact), met replica('s) en controle(s), blijken afwezig. Het anekdotische karakter van de waarnemingen wordt onder meer geïllustreerd door het feit dat in veel gevallen sprake is van gecombineerde effecten van verschillende, soms zelfs niet eens nader geduide vliegtuigtypen en dat het doel van meer gestructureerd opgezette waarnemingen doorgaans niet wordt geformuleerd.

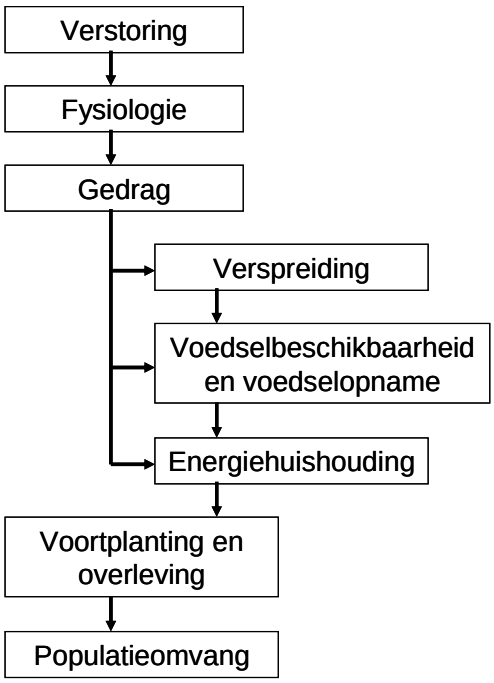
De meerderheid van de publicaties dateert uit de jaren negentig van de vorige eeuw en is voornamelijk van Noord-Amerikaanse herkomst. De publicaties betreffen in hoofdzaak grote en bedreigde roofvogels in de broedtijd, en watervogels (zwanen, ganzen) vooral tijdens pleisteren gedurende de trek en in de broedtijd. Daarnaast betreft de literatuur in beperktere mate kust- en zeevogels zoals steltlopers, pinguïns en meeuwen. Literatuur over de effecten van laagvliegen op andere vogels, zoals bosvogels en graslandvogels, is praktisch nihil.

4.2 Verstoring van vogels

Onder verstoring wordt hier verstaan het onderbreken van het natuurlijke gedrag als gevolg van een niet-natuurlijke oorzaak. De meest direct waarneembare en in de literatuur vrijwel uitsluitend beschreven vormen van verstoring van vogels door laag overkomende vliegtuigen zijn veranderingen van gedrag. Deze primaire, zichtbare reacties variëren tussen soorten en hangen binnen een soort af van een aantal factoren zoals leeftijd, geslacht, levenscyclus, conditie, eerdere ervaring met

blootstelling aan het geluid, e.d. Zij lopen uiteen van indifferentie en onbelangrijke, kortdurende onderbrekingen van het gedrag door bijvoorbeeld even op te kijken, tot opvliegen, wegvluchten en extreme paniek. Zulke reacties zijn uitdrukkingen van stress. Deze stress is niet goed gedocumenteerd.

De reacties en de onderliggende stress kunnen op kortere of langere termijn doorwerken in wijzigingen in ruimtegebruik, toegenomen mortaliteit tijdens de trek als gevolg van beperkte energieopname in pleistergebieden onderweg of effecten op de populatie door afgenomen reproductie als gevolg van mislukte vestiging, legselverlies, ontregeling van de zorg voor de jongen, e.d. (figuur 4.1). Over deze doorwerking is in het vrije veld eigenlijk niets bekend. Zulke lange-termijn effecten zijn door hun aard en de beperkingen van ecologisch onderzoek moeilijk op te sporen.



Figuur 4.1. Keten van effecten van verstoring op de fauna.

De mogelijkheid van voor langere tijd of blijvend vermijden tot opgeven van leefgebied is vooral van groot belang voor soorten waarvan kwalitatief goede leefgebieden (broedgebied, foerageergebied, pleistergebied) al op voorhand relatief schaars zijn. Wat invloed op de voortplanting betreft, wijzen veldstudies erop dat de voortplanting van wilde populaties meer door geluid kan worden verstoord dan die van gedomesticeerde populaties van dezelfde soort (in het bijzonder bij pluimvee). Effecten op de voortplanting zijn in de eerste plaats een gevolg van verstoring van het gedrag van de vogel tijdens de voortplanting.

4.3 Sensibilisatie en habituatie

Herhaalde prikkeling kan toenemende gevoeligheid of sensibilisatie veroorzaken. Herhaalde excessieve prikkeling kan daardoor leiden tot chronische stress. Chronische stress en sensibilisatie lijken echter zelden duidelijk te worden waargenomen. Daarentegen lijkt habituatie – tijdelijke of permanente gewenning – een (vrij) algemeen voorkomend verschijnsel te zijn. Zo lijken wadvogels gewend te raken aan reguliere civiele helikoptervluchten, mits deze via een vaste route worden uitgevoerd en er geen grote veranderingen zijn in type vliegtuig dat wordt gebruikt (Smit et al. 2003, Smit 2004, Holm 1997). Deze resultaten zijn echter niet direct te extrapoleren naar andere (militaire) vliegtuigtypen. Smit (2004) toonde aan dat ongebruikelijk militair vliegverkeer verreweg de belangrijkste verstoringen oplevert, gevolgd door (in volgorde van afnemend belang) militair helikopterverkeer, civiele vaste vleugelvliegtuigen en civiel helikopterverkeer.

Habituatie is ook vastgesteld voor Roodstaartbuizerds tijdens de broedperiode (Andersen et al. 1989). Buizerds die in een gebied leefden waar al lang met helikopters gevlogen werd reageerden veel minder vaak op laagvliegende helikopters dan dieren die in een gebied leefden waar lange tijd geen helikoptervluchten waren geweest. Habituatie kan ook verklaren waarom jonge roofvogels eerder weg lijken te vluchten voor laagvliegende toestellen dan volwassen soortgenoten (Stalmaster & Kaiser 1997). Habituatie wordt echter in de praktijk van het onderzoek veelal verwaarloosd. Soms wordt de situatie bij vliegvelden, waar – als het ergens verwacht mag worden – habituatie het meest geprononceerd zal kunnen optreden, gepresenteerd met een suggestie van algemene geldigheid (Hensen & Grant 1991). In andere gevallen moet gezocht worden naar toevallige zinsneden die een indicatie kunnen bieden voor het veronderstellen van wel, min of meer of niet in het geding kunnen zijn van habituatie.

Het blijkt in elk geval dat vliegtuigen en vliegtuigtypen die onregelmatig en minder frequent overkomen, vaker, sterker en langduriger verstoren dan vliegtuigen en vliegtuigtypen die regelmatig overkomen (Smit 2004). Het gaat hierbij om vast versus variabel vlieggedrag (m.b.t. route, snelheid, hoogte, geluid) en vliegbeeld (m.b.t. vorm, grootte). Omgekeerd zijn de reacties van bijv. Rosse Grutto's en Zilverplevieren in mei sterker dan in andere maanden, waarschijnlijk (mede) omdat deze vogels net zijn gearriveerd uit relatief onverstoorde tropische overwinteringgebieden (Smit 2004). Mogelijk treedt dat ook op als ze in augustus-september net terugkeren uit hun relatief onverstoorde Arctische broedgebieden.

4.4 Hiaten in de waarnemingen

Een cruciale beperking van het onderzoek naar de invloed van laagvliegen op vogels is dat de waarnemingen, min of meer vogelgroepsgewijs, beperkt zijn tot een bepaald deel van het jaar. Wat betreft de meest onderzochte vogelgroepen is dat voor watervogels de broedtijd (zwanen) en de trektijd (ganzen en eenden), voor roofvogels en zeevogels (alken, sterns, meeuwen e.d.) de broedtijd, en voor wadvogels

(steltlopers e.d.) de trektijd en de overwinteringperiode. Dit levert een onvolledig en verbrokkeld beeld op, waarvan de betekenis voor de reproductie en de populatie onduidelijk is. Dit betreft vooral de waarnemingen in de broedtijd, omdat de cruciale en meest voor verstoring gevoelige fase van paarvorming en vestiging buiten al het op die broedtijd concentrerende onderzoek blijkt te vallen. Vogels zijn meer gevoelig voor verstoring als ze rusten of paren, dan gedurende de nestbouw, het broeden of het opvoeden van de jongen wanneer hun neiging om bij hun nest te blijven sterk is.

4.5 Bronnen van verstoring

4.5.1 Verstoring veroorzakende stimuli

De belangrijkste bronnen van verstoring door laagvliegen worden algemeen geacht te zijn: (1) het geluid, en (2) de zichtbaarheid van de vliegtuigen dan wel, afhankelijk van de auteurs, gecombineerd het geluid en de zichtbaarheid van de vliegtuigen. De meeste auteurs stellen dat de aard en mate van verstoring in de eerste plaats gecorreleerd zijn met de karakteristiek van het geluid van het vliegtuig, d.w.z. met de geluidsterkte en – veel minder vaak genoemd – de toonhoogte, en daardoor van het type vliegtuig en het gedrag van het vliegtuig. De aard en mate van verstoring zijn volgens deze auteurs in de tweede plaats gecorreleerd met de afstand tussen vliegtuig en vogel. Vlieghoogten en afstanden van vliegtuigen bepalen echter mede het geluid waaraan een vogel op een bepaalde locatie wordt blootgesteld. Afstand komt dan ook uit verschillende studies naar voren als de belangrijkste voorspeller van de verstoringreactie. Daarnaast is de vliegsnelheid niet alleen van invloed op het visuele aspect van verstoring, maar ook bepalend voor de verstoringduur, een belangrijk aspect van verstoring.

De rangorde van verstoring veroorzakende stimuli is volgens CART-rankings: afstand > zichtbaarheid > aantal > positie > geluid (Grubb & King 1991, Grubb & Bowerman 1997). Geschatte afstand kan echter, zoals opgemerkt, worden beschouwd als surrogaat c.q. substituut voor niet of niet adequaat gemeten geluid. Overigens is het zo dat vogels minder goed kunnen horen dan mensen. De drempelwaarden liggen vooral voor hoge en lage tonen veelal 20 dB boven de gehoorgrens van de mens (Dooling 1982, Dooling 2002). Het is in dit verband niet uitgesloten dat bij vogels eerst de aandacht wordt getrokken door het geluid van een naderend vliegtuig, en dat vervolgens wordt gereageerd op het zien van dat vliegtuig en het gedrag ervan. Dit wordt ook gesuggereerd door de waarnemingen die laten zien dat de effectafstand bij vogels van open terrein aanzienlijk veel groter is dan bij bosvogels. Echter, ook geluid reikt in open gebieden verder. Een combinatie van geluid en visuele stimuli kan daarom niet worden uitgesloten. Loosjes (1974) vermeldt dat grauwe ganzen in een onoverzichtelijk landschap alert werden wanneer ze een sportvliegtuigje hoorden, maar pas opvlogen wanneer ze de geluidsbron konden zien.

Een niet in de literatuur aangetroffen factor is de intensieve luchtwervelingen die op geringe hoogte manoeuvrerende vliegtuigen kunnen veroorzaken. Die kunnen

bijvoorbeeld in het geval van dalende en opstijgende helikopters een vergelijking met zware storm goed doorstaan. Zware stormen kunnen bijvoorbeeld broedsels van rietvogels op aanzienlijk schaal verloren doen gaan (Majoor 2000, Hustings 2005).

4.5.2 Verstoring en vliegtuigtype

De reacties variëren ook met het vliegtuigtype. Naar type vliegtuig neemt de verstorende invloed af volgens de reeks helikopter > straaljager > klein propellervliegtuig/sportvliegtuig > groot straalverkeersvliegtuig > groot propeller-vliegtuig[1] (zie o.a. Gladwin et al. 1988). Dit is echter globaal gesproken. Doorgaans is het gedrag van deze algemene vliegtuigtypen immers verschillend. Grote straalverkeersvliegtuigen en grote propellervliegtuigen, militair en civiel, vliegen buiten de directe omgeving van vliegvelden zelden laag en doorgaans vrij geregeld. Met helikopters, straaljagers en sportvliegtuigen is dit anders. Binnen elk van deze drie groepen is overigens ook sprake van variatie. Niet alleen vanwege het gedrag (zie 4.5.3), maar ook a priori vanwege de aard van de aandrijving. Zo lijkt de hoge, 'jankende' toon van met een straalmotor aangedreven helikopters minder invloed te hebben op broedende roofvogels dan het lage van met een conventionele verbrandingsmotor uitgeruste helikopters (Manci et al. 1988). De vluchtreactie van Canadese ganzen en Pacifische rotganzen bleek in onderzoek van Ward et al. (1999) onafhankelijk van het vliegtuigtype of de geluidproductie af te nemen met de afstand tot de verstoringbron, maar de reactie veroorzaakt door op verschillende hoogtes overkomende vliegtuigen was wel afhankelijk van het vliegtuigtype of de geluidproductie.

4.5.3 Verstoring en gedrag van het vliegtuig

Cirkelende of optrekkende toestellen veroorzaken een relatief sterk effect, passerende toestellen die geen bijzonder gedrag vertonen een relatief gering effect. Dit lijkt te kunnen worden verklaard uit verschillen in de voorspelbaarheid van het vliegtuiggedrag en in de geluidproductie.

Bij het nagaan van de reactie van vogels op laagvliegende vliegtuigen blijkt het moeilijk te zijn om de verhouding te bepalen tussen de invloed van het geluid en die van de zichtbaarheid (o.a. Kempf & Hüppop 1996, Larkin 1996, Ryals et al. 1999, Goudie & Jones 2004). Dat is echter niet voor alle vliegtuigtypen hetzelfde. *"Difficulty separating auditory, visual and other cues complicates interpretation of experiments and observations on responses to military noise, especially when helicopters are used. Cue separation is not usually such a problem in interpreting animal's behavioral responses to military low-level jet aircraft, because they fly so fast that their visual advent almost always presages their sound"* (Harrington & Veitch

[1] Op basis van drempelwaardenmodellen is er volgens Efroymson et al. (2000) geen duidelijk verschil in de gevoeligheid van roofvogels en watervogels voor laag overvliegende militaire hefschroefvliegtuigen en militaire vleugelvliegtuigen, i.e. straaljagers, etc. Dit houdt echter geen rekening met het feit dat verschillen en overeenkomsten in het geluid van verschillende vliegtuigtypen sterk uiteen kunnen lopen.

1992: p.322, in Larkin 1996). Daarbij komt dat vliegtuigen ook sterke luchtwervelingen kunnen veroorzaken die bij vliegen op geringe hoogte invloed op vogels kunnen hebben, een aspect dat in de literatuur wordt verwaarloosd.

4.6 Mitigerende maatregelen

Verschillende publicaties doen aanbevelingen voor mitigerende maatregelen in termen van beperking van luchtverkeer tot een minimum vlieghoogte boven maaiveld of aan te houden minimumafstanden tot nestplaatsen en belangrijke vogelgebieden (broed-, pleister- en ruigebieden) (o.a. Carney & Sydeman 1999, Harris 2005). De maten die daarvoor worden voorgesteld, lopen aanzienlijk uiteen. Veelal liggen ze in de orde van grootte van enkele honderden meters (300-500 m). Soms wordt ook een secundaire zone aanbevolen waarin binnen een afstand van 1000-1200 m alleen korte vluchten toelaatbaar zijn. De onderbouwing van de opgegeven maten is echter vrij zwak. Een citaat uit het Report to Congress van de National Park Service (1994): *"One relationship between aircraft and animals is clear: the closer the aircraft, the greater the probability that an animal will respond… Unfortunately, there is no particular overflight altitude at which all animals are or are not disturbed."* Enkele aanbevelingen betreffen het vermijden van overschrijding van een bepaalde geluidsintensiteit (<80 dBA) en het aanhouden van regelmatige vliegroutes.

4.7 Waargenomen verstoring per vogelgroep

4.7.1 Watervogels: zwanen, ganzen en eenden

De groep van vogels waarvan het vaakst wordt gemeld dat zij door laag overkomende vliegtuigen worden verstoord, in de zin van opvliegen en vluchten, zijn watervogels (en kust- en zeevogels). De beschikbare informatie wijst erop dat watervogels buiten de voortplantingsperiode, in het bijzonder ganzen en eenden, het meest gevoelig zijn. Dit betreft in het bijzonder het vluchtgedrag (Efroymson et al. 2000). Nestelende watervogels blijken (veel) minder gevoelig te zijn voor verstoring door laag overkomende vliegtuigen dan niet-broedende vogels. Op een in de VS gehouden questionnaire reageerden verschillende beheerders met de melding dat sommige watervogelsoorten ten gevolge van laagvliegactiviteiten volledig uit reservaten waren verdreven (National Park Service 1994). Overkomende vliegtuigen kunnen een negatieve invloed hebben op het foerageren (bestede tijd), de voedselopname en de energiehuishouding (gewichtsverlies), en op het terreingebruik is de verspreiding (zie o.a. Bélanger & Bedard 1989, Davis et al. 1974 en Ward & Stehn 1989 in Dahlgren & Korschgen 1992).

Het onderzoek geeft voor pleisterende ganzen en overwinterende eenden een effectafstand die, uitgedrukt in de zogenoemde "Lowest Observed Adverse Effects Level (LOAEL)", uiteenloopt van circa 300 m tot omstreeks 20 km. Een conservatieve effectafstand is 15 km. Een complementaire, betrouwbare "No Oberved Adverse Effect Level (NOAEL)" (b)lijkt niet beschikbaar te zijn

(Efroymson et al. 2000). De range van in de literatuur vermelde vlieghoogtes waarbij bij ganzen reacties (gedragveranderingen) worden waargenomen varieert tussen 140 en 3100 m, en de range wat vliegafstanden betreft tussen 1000 en 3200 m (Berger 1977 en Owen 1973 in Dahlgren & Korschgen 1992). Bijvoorbeeld Ward et al. (1999) melden echter voor ganzen verstoringafstanden tot 8 km.

De publicaties over pleisterende ganzen is bijna uitsluitend afkomstig uit Noord-Amerika. De mate waarin de opgegeven effectafstanden onverkort voor de West-Europese situatie gelden, is niet direct duidelijk. Wat de publicaties over overwinterende eenden betreft is de geografische spreiding in herkomst van de informatie ruimer en lijken de opgegeven effectafstanden ook voor de situatie in West-Europese landen op te gaan. Hoe dan ook speelt, zoals gezegd, de afstand/ geluidsterkte en het type vliegtuig een belangrijke rol.

Habituatie lijkt bij pleisterende watervogels niet of nauwelijks op te treden. Sensibilisatie lijkt eerder te verwachten. Bij overwinterende watervogels is habituatie meer te verwachten, afhankelijk van de regelmaat van optreden van in potentie verstorende vliegactiviteiten, maar dit is niet duidelijk in de literatuur gevonden. Het verschijnsel van habituatie doet zich mogelijk wel duidelijk voor bij enkele gedocumenteerde gevallen van broedende watervogels (zwanen) in de directe omgeving van vliegvelden (Henson & Grant 1991). Dat kan echter ook een andere verklaring hebben (bijv. compensatie of acceptatie i.p.v. habituatie in strikte zin). In elk geval staan er weer andere waarnemingen tegenover die melden dat broedende watervogels zeer gevoelig kunnen zijn.

4.7.2 Zeevogels: alken, meeuwen, sterns

Niet-broedende zeevogels blijken wat vluchtgedrag meer gevoelig te zijn voor verstoring door vliegtuigen (helikopters en vleugelvliegtuigen) dan nestelende vogels (Manci et al. 1988). Samen met watervogels zijn het de soorten waarvan het vaakst wordt gemeld dat zij door laag overkomende vliegtuigen worden verstoord – in het bijzonder in kolonies broedende zeevogels (Brown 1990). Hier lijkt ook weer dat dat afhankelijk is van de regelmaat van optreden en van het gedrag van in potentie verstorende vliegactiviteiten (Fjeld et al. 1988). Habituatie is bij zeevogels o.a. waargenomen bij kolonies van broedende dikbekzeekoeten. In een zelden door vliegtuigen (in dit geval helikopters) aangedane situatie reageerden die zeekoeten echter op een naderende helikopter op een afstand van 6 tot 2,5 kilometers (Olsson & Gabrielsen 1990).

4.7.3 Wadvogels: steltlopers

Wadvogels, in het bijzonder steltlopers, lijken in hun reactie op verstoring nauw aan te sluiten bij watervogels en zeevogels (Nijland 1997, Smit & de Jong 2002, Smit 2004). De literatuur suggereert dat steltlopers het meest gevoelig zijn voor verstoring door overkomende vliegtuigen, althans in termen van vluchtgedrag (Efroymson et al.

2000). Het moment van overvliegen ten opzichte van hoog en laag water bepaalt voor een belangrijk deel welk effect in welke mate optreedt. Een toestel dat overvliegt ten tijde van laag water (wanneer de foeragerende vogels over de wadplaten verspreid zijn), kan een heel ander effect oproepen dan wanneer hetzelfde toestel op dezelfde hoogte overvliegt en de vogels op hoogwatervluchtplaatsen geconcentreerd zijn (Smit 2004).

4.7.4 Roofvogels (inclusief uilen)

Het onderzoek naar de reactie van roofvogels is geconcentreerd op de periode dat ze broeden en/of jongen hebben; dus na de kwetsbare tijd van paarvorming en vestiging. Er wordt voor de vogels in deze situatie een effectafstand opgegeven die, uitgedrukt in de zogenoemde "Lowest Observed Adverse Effects Level (LOAEL)", in de orde van grootte ligt van circa 250-300 m afstand. De complementaire "No Observed Adverse Effect Level NOAEL" loopt uiteen van circa 150 tot 1000 m (Awbrey & Bowles 1989), tot 1390 m (Efroymson et al. 2000). Grubb & King (1991) en Grubb et al. (1992) meldden dat broedende Amerikaanse zeearenden bij een derde van de gevallen van binnen een afstand van 2000 m overkomende vliegtuigen een verstoringreactie vertoonden. De literatuur laat daarbij nogal wat variatie in de reactie zien. Terwijl sommige middelgrote roofvogels voor naderende helikopters wegvluchten, blijven anderen op het nest zitten en ook wel niet of nauwelijks zichtbaar reageren (bijv. Palmet et al. 2003). Grote roofvogels (arenden) vallen soms zelfs helikopters aan, naar wordt aangenomen als verdediging tegen een vliegende indringer (Watson 1993, Larkin 1996).

De mate van de respons op verstoring neemt toe in de loop van de broedtijd, d.w.z. in de periode van broedzorg van het begin van het bebroeden van het legsel tot het uitvliegen van de jongen. Mogelijk is sprake van afnemend onderdrukken van een opgeroepen respons, dus van afnemende stress (o.a. Ellis et al. 1991). Subadulten reageren ook eerder en sterker dan adulten (Stalmaster & Kaiser 1997).

De meeste auteurs geven aan dat de reactie op helikopters het duidelijkst of sterkst is (bijv. Grubb et al. 1992, Grubb & Bowermann 1997). Wanneer alleen naar de afstand en hoogte wordt gekeken, komt uit diverse studies duidelijk naar voren dat sportvliegtuigen ook op grote afstand en grote hoogte kunnen verstoren. Uitgaande van drempelwaardenmodellen blijkt echter geen duidelijk verschil in de gevoeligheid van roofvogels voor helikopters en voor vleugelvliegtuigen.

Wat habituatie en sensibilisatie betreffen, wordt in de literatuur alleen mogelijke habituatie gemeld: voor Noord-Amerikaanse uilen, visarend en roodstaartbuizerds (Delaney et al. 1999, Trimper et al. 1998, Ellis et al. 1991).

4.8 Kanttekeningen bij de literatuur

Het algemene beeld van de invloed van vliegtuigen op vogels is in grove lijnen wel duidelijk. De gepubliceerde waarnemingen en onderzoeken zijn echter zeer uiteenlopend van aard, detail en niveau. Dit roept vragen op, bijvoorbeeld omdat de waarnemingsperioden kort zijn en uiteenlopen wat betreft de tijd van het jaar en de functie van de plek. Daarnaast zijn er onderzoektechnisch kanttekeningen bij te plaatsen. In grote lijnen komen die neer op het volgende.

4.8.1 Methoden en definities

- Niet-gestandaardiseerde waarneming- en analysemethoden en de grote variatie in de definitie van verstoring en van variatie in de reactie van soorten maken vergelijking van de in de publicaties gevonden onderzoeksresultaten vrijwel onmogelijk (zie o.a. Kempf & Hüppop 1996, Larkin 1996, Goudie & Jones 2004).
- De kennisontwikkeling van het onderwerp wordt gehinderd door het overheersen van beperkte, op zichzelf staande, anekdotische of correlatieve studies in plaats van gecontroleerde veldexperimenten (zie o.a. Goudie & Jones 2004).
- Slechts een klein gedeelte van de onderzoeksliteratuur geeft iets van een probleemstelling, duidelijk doel, of hypothese.
- Als regel verwaarlozen de publicaties de mogelijke invloed van de opzet en uitvoering van het onderzoek of de waarnemingen.

4.8.2 Parameters

- De documentatie van het opzet van het onderzoek en de omstandigheden waaronder het is uitgevoerd is veelal beperkt tot gebrekkig.
- De specificatie van het vliegtuigtype is veelal globaal ("helikopter, jet") tot soms zelfs afwezig ("aircraft"); dit geldt ook voor beschrijvingen van de vlieghoogte en/of de afstand vliegtuig – vogel(s).
- Vaak ontbreken indicaties van de aard van het geluid (de variatie bij bijvoorbeeld verschillende typen helikopters) en metingen van de geluidsterkte ter plekke van de receptor.
- De vliegsnelheid wordt zelden vermeld. Deze factor is van invloed op zowel het visuele aspect als het auditieve aspect van verstoring en bepaalt daarnaast de verstoringduur.
- De bestaande literatuur gebruikt bij het bepalen van het effect met een zekere regelmaat surrogaatinformatie, zoals de afstand van de bestudeerde dieren tot de verstoringbron (zie bijvoorbeeld Grubb & King 1991, Grubb et al. 1992, Grubb & Bowerman 1997), om de invloed van het geluid in het veld te evalueren (o.a. Kempf & Hüppop 1996, Larkin 1996, Ryals et al. 1999, Goudie & Jones 2004).
- De afstand vogel – vliegtuig wordt zeker niet altijd vermeld. Waar dit wel gebeurt, betreft de vermelding vaak slechts de horizontale afstand en/of de

verticale afstand. De werkelijke, rechte "line-of-sight" afstand ("slant range") wordt veelal niet vermeld.
- De afstand tot waarop een naderend vliegtuig door de vogel(s) kan worden waargenomen, is niet duidelijk en kan ook niet altijd zelfs maar bij grove benadering uit de beschrijving van de situatie worden opgemaakt.
- Dat bepaalde vliegtuigtypen ook op geringe hoogte sterke luchtwervelingen kunnen oproepen die invloed op vogels kunnen hebben, wordt in de literatuur niet vermeld.

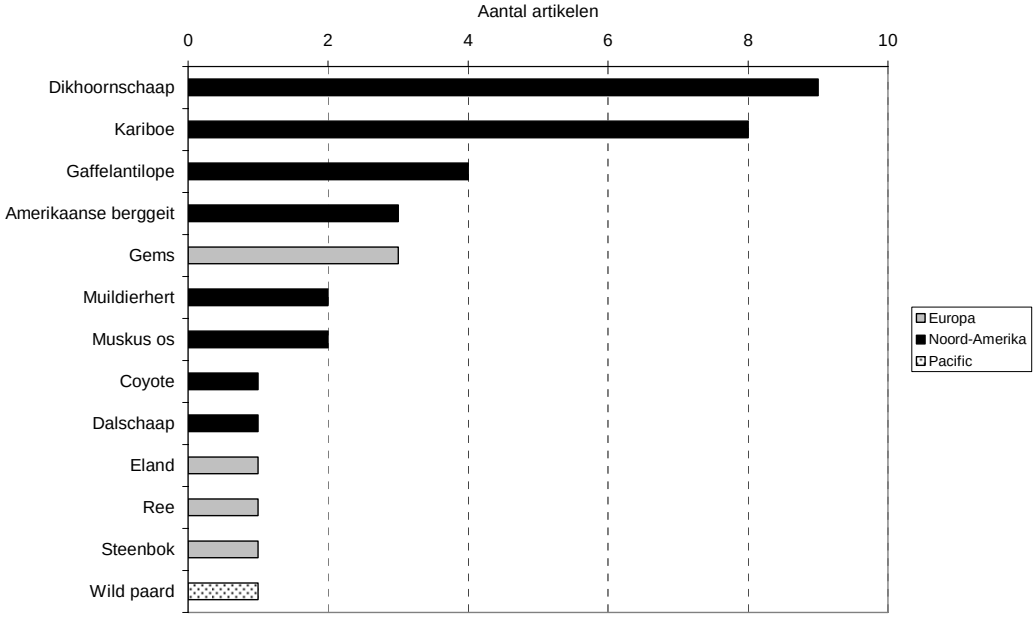
4.8.3 Effecten

- De bestaande literatuur gaat bij het bepalen van het effect uit van een 'alles-of-niets' benadering om de invloed van het geluid in het veld te evalueren (o.a. Kempf & Hüppop 1996, Larkin 1996).
- Weinig studies proberen gekwantificeerde dosis-effectrelaties te geven voor de invloed van geluid op vogels (o.a. Larkin 1996, Ryals et al. 1999, Goudie & Jones 2004).
- Af en toe vermelden de publicaties dat habituatie of sensibilisatie mogelijk als complicatie in het spel zou kunnen zijn, maar dat wordt als regel verder verwaarloosd.
- De invloed van het geluid van vliegtuigen en die van de zichtbaarheid van die vliegtuigen is moeilijk te scheiden. Meningen en feitelijk gestaafde constateringen zijn in de literatuur lastig uit elkaar te houden (zie bijvoorbeeld Kempf & Hüppop 1996: *"Especially the noise of aircraft can scarcely be assessed separately from its optical appearance. Optical or acoustical stimuli taken separately have only minor effect with the optical stimulus evoking the stronger reaction; even soundless paragliders can cause panic flights"*.
- Het gepubliceerde onderzoek concentreert op mogelijke effecten in (een) bepaalde fase(n) in de jaarcyclus, doorgaans die van de voortplanting of van het pleisteren tijdens de trek. De respons tijdens de periode van broedzorg wordt geïnterpreteerd als indicatie voor het reproductiesucces. De respons tijdens de voorafgaande fase van territoriumvestiging, paarvorming, nestplaatskeuze, nestbouw, paring is, zover kon worden nagegaan, nooit onderzocht. Dit is juist een cruciale en uit empirie gebleken voor verstoring relatief gevoelige fase, de basis voor het überhaupt wel of niet kunnen spreken over voortplantingssucces.
- Wat de directe reactie van vogels op laag overkomende vliegtuigen op wat langere termijn kan betekenen is speculatief.

5 Review: Effecten van laagvliegen op zoogdieren

5.1 Uitgevoerd onderzoek

We hebben 37 publicaties gevonden waarin de effecten van laagvliegen op zoogdieren is beschreven (zie voor een volledig overzicht bijgevoegde Cd-rom).[2] Hiervan betreffen 36 publicaties onderzoek naar hoefdieren en 1 publicatie betreft onderzoek naar een carnivoor (zie figuur 5.1). Het merendeel van deze studies (n=30) is uitgevoerd in Noord-Amerika en betreffen soorten die niet in Nederland voorkomen, zoals Dikhoornschapen, Amerikaanse berggeiten en Kariboe. Zes publicaties beschrijven in Europa uitgevoerd onderzoek. Vijf van deze studies betreffen opnieuw soorten die niet in Nederland voorkomen: Eland, Steenbok en Gems. Van de in Nederland voorkomende zoogdiersoorten is alleen onderzoek gepubliceerd over het Ree. Dit betreft slechts 1 studie, uitgevoerd in Tsjechië. Extrapolatie van de onderzoeksresultaten in de gevonden publicaties naar de Nederlandse situatie is door de beperkte literatuur over Nederlandse soorten vooral indicatief (zie ook hoofdstuk 9).



Figuur 5.1. Het aantal publicaties over de effecten van laagvliegen op zoogdieren per soort en continent.

De gevonden publicaties beschrijven de effecten van laagvliegen voor verschillende typen vliegtuigen (tabel 5.1). De meeste studies richten zich op helikopters (n=16) en straaljagers (n=9). In 5 studies zijn verschillende typen vliegtuigen als groep onderzocht – helikopter met respectievelijk straaljager, sportvliegtuig en paraglider – en is er geen onderscheid te maken in de effecten van de afzonderlijke vliegtuigtypen.

[2] Zeezoogdieren niet meegerekend: zie hoofdstuk 3.

Voor de in Nederland voorkomende soort – het Ree – zijn uitsluitend de effecten van laag overvliegende sportvliegtuigen onderzocht. Het totaal aantal "studies" (n=46) is hoger dan het aantal publicaties (n=37) omdat in enkele publicaties meer dan één vliegtuigtype is onderzocht.

Tabel 5.1. Aantal studies naar de effecten van laagvliegen op zoogdieren per soort en type vliegtuig.

Soort	**Type vliegtuig**										**Totaal**
	Helikopter	**Straaljager**	**Sportvliegtuig**	**Helikopter + straaljager**	**Helicopter + sportvliegtuig**	**Helikopter + paraglider**	**Zweefvliegtuig**	**Paraglider**	**Verkeersvliegtuig**	**Niet gespecificeerd**	
Dikhoornschaap	5	3	2						1		11
Kariboe	2	3			1					2	8
Gaffelantilope	1	1								2	4
Amerikaanse berggeit	2				1				1		4
Gems						1		2			3
Muildierhert			1	1							2
Muskus os	2										2
Coyote				1							1
Dalschaap	1		1								2
Eland	1	1									2
Ree			1								1
Steenbok	1	1	1				1	1			5
Wild paard	1										1
Totaal	**6**	**9**	**6**	**2**	**2**	**1**	**1**	**3**	**2**	**4**	**46**

5.2 Effecten van verstoring door laagvliegen

Laagvliegen kan zoogdieren in een verhoogde staat van alertheid en/of activiteit brengen of leiden tot vluchtgedrag. Dit heeft effect op de fitness van de dieren doordat enerzijds het energieverbruik toeneemt en anderzijds de energieopname afneemt, bijvoorbeeld als gevolg van een reductie in de tijd die aan foerageren of zogen wordt besteed en door het verlaten van geprefereerde foerageergebieden of home ranges (Kelly & Allan 2006).

Tabel 5.2 geeft een overzicht van de in de literatuur beschreven effecten van laagvliegen op zoogdieren per vliegtuigtype. In circa de helft van het aantal gevallen dat een effect van laagvliegen is vastgesteld betreft het een verhoogde activiteit/alertheid in de dieren en vlucht- of defensief gedrag (Calef et al. 1976, Luz & Smith 1976, MacArthur et al. 1979, Miller & Gunn 1980, MacArthur et al. 1982, Foster & Rahs 1983, Gunn et al. 1983, Krausman & Hervert 1983, Mrlik 1987, Ingold et al. 1993, Andersen et al. 1994, Côté 1996, Krausman et al. 1998, Szemkus et al. 1998, Schnidrig-Petrig & Ingold 2001, Krausman & Harris 2002, Linklater &

Cameron 2002, Sayre et al. 2002, Frid 2003, Goldstein et al. 2005, Lawler et al. 2005). In circa een kwart van de gevallen betreft het de vaststelling van verschuivingen in home ranges en veranderingen in home range grootte (Foster & Rahs 1983, Krausman & Hervert 1983, Krausman et al. 1986, Gese et al. 1989, Bleich et al. 1990, Andersen et al. 1994, Bleich et al. 1994, Stephenson et al. 1996, Szemkus et al. 1998, Schnidrig-Petrig & Ingold 2001, Landon et al. 2003, Boldt & Ingold 2005).

Tabel 5.2. Vastgestelde effecten van laagvliegen op zoogdieren per vliegtuigtype.

Effect	**Type vliegtuig**										**Totaal**
	Helikopter	**Straaljager**	**Sportvliegtuig**	**Helikopter + straaljager**	**Helicopter + sportvliegtuig**	**Helikopter + paraglider**	**Zweefvliegtuig**	**Paraglider**	**Verkeersvliegtuig**	**Niet gespecificeerd**	
Geen respons			1						2		3
Verhoogde activiteit/alertheid	6	3	2		1			1		1	14
Toename hartslag/ energieverbruik	3	2				1					6
Vlucht/defensie respons	11	5	4		2		1	3			26
Ernstige verwonding/sterfte	1										1
Verminderde overleving jongen/kalveren		1									1
Verandering in habitatgebruik	1	1	1		1			2			6
Verandering in dagelijkse activiteitpatronen	1	1		1	1			1		1	6
Afname efficiëntie foerageren	1										1
Toename/afname grootte home range	1	1		2							4
Verschuiving in home range/verspreiding	4	1	2	1	1	1		2		1	13
Uiteenvallen sociale groepen/verandering in groepsgrootte	2										2
Totaal	**31**	**15**	**10**	**4**	**6**	**2**	**1**	**9**	**2**	**3**	**83**

Minder vaak zijn veranderingen in habitatgebruik, dagelijkse activiteitenpatronen en hartslag/energieverbruik gedocumenteerd (Foster & Rahs 1983, Krausman & Hervert 1983, Gese et al. 1989, Ingold et al. 1993, Andersen et al. 1994, Bleich et al. 1994, Krausman et al. 1998, Schnidrig-Petrig & Ingold 2001, Sayre et al. 2002, Frid 2003, Krausman et al. 2004, Boldt & Ingold 2005). Incidenteel zijn de overleving van

jongen/kalveren, de efficiëntie van foerageren en het uiteenvallen van sociale groepen of verandering in groepsgrootte als gevolg van laagvliegen vastgesteld (Harrington & Veitch 1992, Côté 1996, Stockwell et al. 1991, Linklater & Cameron 2002). In extreme situaties kan vluchtgedrag tot ernstige verwonding of sterfte leiden, zoals beschreven voor een Amerikaanse berggeit door Côté (1996).

Verschillen in aantal keren dat een effect is vastgesteld (tabel 5.2) zegt overigens niet zo veel over de verschillen in het optreden van een effect maar is vooral het resultaat van de keuze die is gemaakt van de te onderzoeken respons: in de meeste studies is – meestal vanwege praktische en budgettaire redenen – het (vlucht)gedrag van de dieren als te onderzoeken variabele gekozen.

In drie gevallen is geen respons waargenomen: tweemaal tijdens observaties van verkeersvliegtuigen die op vele kilometers hoogte respectievelijk Amerikaanse berggeiten en Dikhoornschapen passeerden (MacArthur et al. 1979, Foster & Rahs 1983) en eenmaal tijdens observaties van sportvliegtuigen die op een hoogte van >400 m Dikhoornschapen passeerden (MacArthur et al. 1982).

5.3 Factoren die effecten beïnvloeden

In 31 studies zijn factoren vastgesteld die de mate waarin laagvliegen zoogdieren beïnvloedt bepalen. Het betreft zowel factoren die samenhangen met de activiteit van laagvliegen als factoren die samenhangen met de diersoort. Tabel 5.3 geeft een overzicht.

De meest aangewezen factoren die het effect van laagvliegen op zoogdieren beïnvloeden zijn de vlieghoogte en de (laterale) afstand tussen het vliegtuig en de dieren. Het effect van de vlieghoogte en de afstand tot de dieren is voor respectievelijk 8 en 10 van de 13 onderzochte zoogdiersoorten vastgesteld. Voor beide factoren geldt dat de drempelwaarden voor het optreden van een effect verschillen per soort, vliegtuigtype en studie(gebied). Tabel 5.4 geeft een overzicht van de drempelwaarden voor de factoren vlieghoogte en afstand tot de dieren, zoals deze in de literatuur zijn aangetroffen. Opvallend is dat in veel studies de vlieghoogte en/of afstand tussen vliegtuig en dieren niet is gespecificeerd, terwijl deze factoren wel zijn aangewezen als bepalend voor een effect. Ook voor het Ree zijn genoemde factoren van invloed gebleken op de respons met als drempelwaarden een vlieghoogte van 100 m en vliegafstand tot de dieren van 70 m.

Tabel 5.3. Vliegtuig- en soortgebonden factoren waarvoor is vastgesteld dat deze de respons van zoogdieren op verstoring door laagvliegen beïnvloeden.

Factor	**Soort**													**Totaal**
	Amerikaanse berggeit	**Coyote**	**Dalschaap**	**Dikhoornschaap**	**Eland**	**Gaffelantilope**	**Gems**	**Kariboe**	**Muildierhert**	**Muskus os**	**Ree**	**Steenbok**	**Wild paard**	
Vliegtuiggebonden factoren														
Vliegtuigtype								1						1
Vliegsnelheid								1						1
Vliegrichting (directe vs. indirecte aanvliegroute)			2			1								3
Vlieghoogte			1	4		1	1	2	1		1		1	12
Afstand tot de dieren	3		2	2	1	1	2	1		2	1	5		20
Intensiteit van laagvliegen		1												1
Soortgebonden factoren														
Activiteit van dieren vóór laagvliegen								1						1
Verstoringbewustzijn (anticiperend vs. verrassend)	1													1
Aanwezigheid van jongen/kalveren								1						1
Terrein/beschikbaarheid dekking	2	1	1											4
Seizoen				1				3						4

Tabel 5.4. Vlieghoogte en –afstand waarop respons optreedt per soort en vliegtuigtype. H = helikopter; St = straaljager; Sp = sportvliegtuig; Z = zweefvliegtuig; P = paraglider; V = verkeersvliegtuig; N = vliegtuigtype niet gespecificeerd.

Soort	Vliegtuig-type	Vlieghoogte waarop respons optreedt	Afstand tot de dieren waarop respons optreedt	Referentie
Eland	H	Onbekend	1000-1500 m	Andersen et al. 1994
	St	Onbekend	Onbekend	Andersen et al. 1994
Ree	Sp	50-100 m	50-70 m	Mrlik 1987
Muildierhert	H + St	Onbekend	Onbekend	Stephenson et al. 1996
	Sp	100 m	Onbekend	Krausman et al. 1986
Kariboe	H	Onbekend	Onbekend	Miller & Gunn 1981
	H	Onbekend	Onbekend	Gunn et al. 1983
	St	300 m	1000 m	Harrington & Veitch 1992
	St	Onbekend	Onbekend	Maier et al. 1998
	St	Onbekend	Onbekend	Lawler et al. 2005
	H + Sp	30-150 m	Onbekend	Calef et al. 1976
Steenbok	H	Onbekend	1200 m	Szemkus et al. 1998
	St	Onbekend	1200 m	Szemkus et al. 1998
	Sp	Onbekend	1200 m	Szemkus et al. 1998
	Z	Onbekend	1200 m	Szemkus et al. 1998
	P	Onbekend	1200 m	Szemkus et al. 1998
Gems	H + P	Onbekend	Onbekend	Boldt & Ingold 2005
	P	150-200 m	600-700 m	Ingold et al. 1993
	P	Onbekend	900-1280 m	Schnidrig-Petrig & Ingold 2001
Amerikaanse Berggeit	H	Onbekend	500-1500 m	Côté 1996
	H	Onbekend	991-1730 m	Goldstein et al. 2005
	H + Sp	Onbekend	1600 m	Foster & Rahs 1983
	V	Onbekend	Onbekend	Foster & Rahs 1983
Muskus os	H	Onbekend	3000 m	Miller & Gunn 1980
	H	Onbekend	240-400 m	Miller et al. 1986
Dikhoornschaap	H	150-200 m	Onbekend	MacArthur et al. 1979
	H	90-250 m	Onbekend	MacArthur et al. 1982
	H	50-200 m	Onbekend	Bleich et al. 1990
	H	Onbekend	250-450 m	Stockwell et al. 1991
	H	100 m	Onbekend	Bleich et al. 1994
	St	Onbekend	Onbekend	Weisenberger et al. 1996
	St	Onbekend	Onbekend	Krausman et al. 1998
	Sp	Onbekend	>400 m	MacArthur et al. 1982
	Sp	100 m	1000 m	Krausman & Hervert 1983
	St	Onbekend	200 m	Sayre et al. 2002
	V	Onbekend	Onbekend	MacArthur et al. 1979
Dalschaap	H	Onbekend	100-3000 m	Frid 2003
	Sp	80 m	200-6100 m	Frid 2003
Wild paard	H	60 m	Onbekend	Linklater & Cameron 2002
Gaffelantilope	H	45 m	150 m	Luz & Smith 1976
	St	Onbekend	Onbekend	Krausman & Harris 2002
	N	Onbekend	Onbekend	Landon et al. 2003
	N	Onbekend	Onbekend	Krausman et al. 2004
Coyote	H + St	Onbekend	Onbekend	Gese et al. 1989

Ook de vliegrichting – directe versus indirecte aanvliegroutes – is in sommige studies van belang gebleken voor het optreden en/of de grootte van een effect. Het direct op een groep dieren aanvliegen gaf daarbij altijd een sterkere respons. Vliegsnelheid en vliegintensiteit zijn weinig onderzocht maar in sommige gevallen wel positief gecorreleerd met de sterkte van de respons. Het verschil tussen diverse vliegtuigtypen is in één studie onderzocht en van invloed gebleken op het optreden van een effect.

Van de soortgebonden factoren zijn vooral de terreingesteldheid en het seizoen aangewezen als factoren die het optreden en/of de sterkte van een effect bepalen. Verschillen in de respons van de dieren als gevolg van verschillen in de terreingesteldheid is vastgesteld voor drie soorten: Amerikaanse berggeit, Dalschaap en Coyote. Voor alle soorten bleek de beschikbaarheid van voldoende dekking in het terrein van invloed. Veel dekking in het terrein resulteert in een lagere respons. De landschapskarakteristieken die dergelijke dekking verschaffen zijn soortspecifiek: voor de Amerikaanse berggeiten en Dalschapen werd de dekking gevonden op rotsachtige hellingen terwijl Coyotes de dekking zochten in dichte vegetatie en canyons/heuvels. Verschillen in de respons van de dieren over de seizoenen is vastgesteld voor twee soorten: Kariboe en Dikhoornschaap. Afhankelijk van de soort zijn respectievelijk de periode waarin de jongen/kalveren worden geboren (Kariboe), de periode waarin de jongen/kalveren worden gezoogd (Kariboe), de periode(n) van migratie (Kariboe), de periode met hoge dichtheden aan insecten (Kariboe) en de (late) winterperiode (Dikhoornschaap, Kariboe) aan te wijzen als de momenten dat de dieren een sterkere respons op laagvliegen laten zien.

Voor Kariboes – een van de meest onderzochte soorten – zijn ook de activiteit van de dieren vóór het laag overvliegen en de aanwezigheid van kalveren van invloed gebleken op de sterkte van de respons. Voor Amerikaanse berggeiten speelt ook een rol in welke mate de dieren verrast worden door de vliegtuigen.

5.4 Factoren die effecten niet beïnvloeden

In 13 studies zijn factoren vastgesteld die de mate waarin laagvliegen zoogdieren beïnvloedt niet bepalen. Het betreft zowel factoren die samenhangen met de activiteit van laagvliegen als factoren die samenhangen met de diersoort. Tabel 5.5 geeft een overzicht.

Van de vliegtuiggebonden factoren is voor enkele soorten vastgesteld dat de verticale oriëntatie van de verstoring (vliegtuigen boven, op gelijke hoogte of onder de dieren) en de zichtbaarheid van het vliegtuig de effecten van laagvliegen niet beïnvloeden. Echter, ook het vliegtuigtype en de vlieghoogte blijken in sommige studies niet van invloed op het optreden van een respons en/of de sterkte van de respons, hoewel andere studies aantonen dat deze factoren wel een effect kunnen hebben (zie paragraaf 5.3).

Tabel 5.5. Vliegtuig- en soortgebonden factoren waarvoor is vastgesteld dat deze de respons van zoogdieren op verstoring door laagvliegen niet beïnvloeden.

Factor	**Soort**													**Totaal**
	Amerikaanse berggeit	**Coyote**	**Dalschaap**	**Dikhoornschaap**	**Eland**	**Gaffelantilope**	**Gems**	**Kariboe**	**Muildierhert**	**Muskus os**	**Ree**	**Steenbok**	**Wild paard**	
Vliegtuiggebonden factoren														
Vliegtuigtype				1			1							2
Vlieghoogte	1											1		2
Verticale oriëntatie verstoring (boven, op gelijke hoogte, onder)	1													1
Zichtbaarheid van het vliegtuig	1													1
Soortgebonden factoren														
Sexe				3										3
Leeftijd				2										2
Grootte van de groep	2			2			1	1				1		7
Aanwezigheid van jongen/kalveren	1		2					1						4
Terreingesteldheid / Vegetatietype				1			1	2						4
Activiteit van dieren vóór laagvliegen	1		2			1						1		5
Weer				1										1
Seizoen	1			2										3

Van de soortgebonden factoren is voor sommige soorten vastgesteld dat sexe, leeftijd, grootte van de groep en de weersomstandigheden de effecten van laagvliegen niet beïnvloeden. Echter, ook de aanwezigheid van jongen/kalveren, de terreingesteldheid/vegetatietype, de activiteit van de dieren direct vóór het laagvliegen en het seizoen blijken in meerdere studies niet van invloed op het optreden van een respons en/of de sterkte van de respons, hoewel andere studies aantonen dat deze factoren wel een effect kunnen hebben (zie paragraaf 5.3).

5.5 Habituatie

In 12 van de 46 studies is het optreden van habituatie – gewenning van de dieren aan het laagvliegen met als gevolg een afnemende of geheel verdwijnende respons – onderzocht. In 6 studies, gericht op de soorten Muildierhert, Amerikaanse berggeit, Muskusos, Dikhoornschaap en Ree, is een zekere mate van habituatie vastgesteld en/of verondersteld. In 6 studies is vastgesteld dat habituatie niet optreedt. Dit betreft studies naar de soorten Amerikaanse berggeit, Dikhoornschaap en Dalschaap.

Krausman et al. (1986) stelden vast dat de reactie van Muildierherten op laagovervliegende vliegtuigen gering is. Zij veronderstellen dat dit een gevolg is van gewenning omdat het gebied frequent door vliegtuigen wordt bezocht.

Goldstein et al. (2005) toonde aan dat Amerikaanse berggeiten die eerder zijn blootgesteld aan laagvliegen minder snel verstoord raken: de afstand tussen vliegtuig en dieren die een respons oproept halveert en de kans dat de dieren verstoord raken bij een afstand van zowel 500 als 1000 m neemt af. Foster & Rahs (1983) vinden daarentegen geen teken van habituatie tijdens hun studie van berggeiten in West-Canada. Ook Côté (1996) concludeert dat berggeiten geen (korte-termijn) habituatie vertonen na vergelijking van de respons van de dieren na respectievelijk de eerste en laatste vlucht op een dag.

Miller & Gunn (1980) onderzochten de effecten van laagvliegen op muskusossen. In alle onderzochte kudden (n=3) was sprake van een trend naar een verminderde respons gedurende een serie van vluchten op een dag (korte-termijn habituatie). Voor één kudde werd ook een lange-termijn habituatie vastgesteld met een verlaagde respons aan het eind van het (zomer)seizoen waarin veel gevlogen was.

Weisenberger et al. (1996) onderzochten het effect van (gesimuleerd) vliegtuiggeluid van laagvliegende toestellen op de hartslag van Dikhoornschapen. Zij stelden vast dat alle responses afnamen bij een toename in de blootstelling aan het geluid wat kan duiden op habituatie. Krausman et al. (1998) suggereren eveneens habituatie in Dikhoornschapen. Zij baseren dit op een geringe respons van de dieren op laagovervliegende straaljagers, maar hebben er niet specifiek onderzoek naar verricht. De studies van Bleich et al. (1994) en Sayre et al. (2002) ondersteunen deze bevinding niet: zij stellen vast dat er geen habituatie in Dikhoornschapen optreedt na herhaaldelijk laag overvliegen met respectievelijk helikopters en straaljagers.

Frid (2003) onderzocht de effecten van zowel laagvliegende helikopters als sportvliegtuigen op Dalschapen. Hij concludeert dat de proportie dieren die een respons laten zien niet afneemt tijdens een (langere) periode van laagvliegen.

In de studie naar de effecten van laagvliegende (agrarische) vliegtuigen op het Ree zijn lage responsveroorzakende waarden gevonden voor zowel de vlieghoogte als de afstand tussen vliegtuig en dier. Hoewel niet onderzocht, veronderstelt de auteur dat er sprake is van habituatie van de dieren aan de regelmatige vliegbewegingen (Mrlik 1987).

5.6 Mitigerende maatregelen

In 17 artikelen zijn mitigerende maatregelen voorgesteld voor het voorkomen of beperken van de effecten van laagvliegen op zoogdieren. Er zijn zes typen mitigerende maatregelen te onderscheiden:

1. Restricties in vlieghoogte

In 8 studies is het voorstel een minimale vlieghoogte in te stellen. Voor Kariboe is dit minimum eventueel te variëren, afhankelijk van het seizoen (Calef et al. 1976) of gebruikte vliegtuigtype (Lawler et al. 2005). Tabel 5.6 geeft een overzicht van de in de literatuur voorgestelde vlieghoogten per soort.

Tabel 5.6. Voorgestelde beperkingen in vlieghoogten per soort en vliegtuigtype. H = helikopter; St = straaljager; Sp = sportvliegtuig.

Soort	Vliegtuigtype	Voorgestelde vlieghoogten	Referentie
Kariboe	H + Sp	150 m (voor-/najaar) 300 m (andere perioden)	Calef et al. 1976
Kariboe	St	>457 m (type A-10) >610 m (type F-16)	Lawler et al. 2005
Muskusos	H	200 m	Miller & Gunn 1980
Dikhoornschaap	H	500 m	Stockwell et al. 1991
Dikhoornschaap	St	-	Krausman et al. 1998
Dikhoornschaap	Sp	100 m	Krausman & Hervert 1993
Dalschaap	H	-	Frid 2003
Dalschaap	Sp	-	Frid 2003

2. Restricties in vliegperioden

In 13 studies is het voorstel om perioden in het jaar en/of gedurende de dag aan te wijzen waarin niet c.q. minder gevlogen wordt. De periode waarin de jongen/kalveren geboren worden en de periode van zogen kort daarna worden als meeste genoemd – voor Kariboe, Gems, Dikhoornschaap en Coyote – als periode waarin laagvliegen moet worden vermeden (Gunn et al. 1983, Gese et al. 1989, Harrington & Veitch 1992, Maier et al. 1998, Schnidrig-Petrig & Ingold 2001, Lawler et al. 2005). Voor Dikhoornschapen en Dalschapen is ook de (late) winter een periode die in aanmerking komt voor restricties om de wintersterfte te beperken (Stockwell et al. 1991, Frid 2003).

3. Restricties in vlieggebieden/-paden

In 13 studies is het voorstel om gebieden af te sluiten voor laagvliegen en/of standaard vliegpaden aan te houden. Het advies is om de leefgebieden van Amerikaanse berggeiten en Dikhoornschapen geheel te ontzien door het instellen van een bufferzone van respectievelijk 2000 m en 200 m rond het leefgebied van de dieren waarbinnen niet gevlogen mag worden (Foster & Rahs 1983, Côté 1996, Sayre et al. 2002). Door zorgvuldig vliegpaden te kiezen kan (in geaccidenteerd terrein) het reliëf in het landschap worden benut om vliegtuigen uit het gezichtsveld van de dieren te houden (Frid 2003). Voor Kariboe is de aanbeveling om de gebieden waar de kalveren worden geboren voor laagvliegen af te sluiten (Harrington & Veitch 1992, Maier et al. 1998). Schnidrig-Petrig & Ingold (2001) doen de aanbeveling voor de Gems no-fly zones in te stellen voor paragliders in de Alpen. Ook kunnen standaard vliegpaden en een beperking van het aantal opstijgpunten de effecten van laagvliegen met paragliders beperken.

4. Restricties in vliegtuigtype

In 1 studie is het voorstel gedaan om restricties te stellen aan het type vliegtuig in leefgebieden van Dalschapen (Frid 2003). Het gebruik van sportvliegtuigen wordt aanbevolen boven het gebruik van helikopters in deze gebieden.

5. Restricties in training

In 2 studies is het voorstel gedaan om restricties te stellen aan de vliegtrainingen. Lawler et al. (2005) bevelen aan om hoge snelheden en manoeuvres die een toename in stuwkracht vereisen te vermijden in leefgebied van Kariboe. Miller & Gunn (1980) merken op dat het omcirkelen en/of volgen van de dieren en landingen op korte afstand moeten worden vermeden.

6. Educatie van piloten/vergroten bewustzijn effecten

In 1 studie is het voorstel gedaan om het bewustzijn van piloten (van vooral paragliders) te vergroten wat de effecten zijn op zoogdieren en eventueel een educatieprogramma te starten (Schnidrig-Petrig & Ingold 2001).

7. Aanpassingen habitat

In 2 studies is het voorstel gedaan om door aanpassingen in het landschap de knelpunten tussen laagvliegen en zoogdieren weg te nemen of te verminderen. Landon et al. (2003) pleiten voor een betere plaatsing van wateropvangbekkens – drinkplaatsen voor Gaffelantilopen – in relatie tot de ligging van militaire trainingslocaties. Gese et al. (1989) doen de aanbeveling verstoorde gebieden te herbeplanten om zodoende voldoende dekking voor Coyotes te creëren.

In veel situaties is het combineren van meerdere mitigerende maatregelen de aanbeveling, zoals het sluiten van een deel van een laagvliegterrein voor een deel van het jaar.

6 Laagvliegen en de EHS

6.1 Introductie

De laagvlieggebieden en –routes overlappen voor een deel met de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De mate van overlap verschilt echter sterk per laagvlieggebied en –route. In dit hoofdstuk verkennen we daarom hoe groot de overlap tussen de laagvlieggebieden/-routes en de EHS is en wat de ruimtelijke spreiding van de EHS-gebieden binnen de laagvlieggebieden/-routes is. Tevens is onderzocht welke natuurdoeltypen en doelsoorten het betreft, hoe de spreiding is van de doelsoorten over de laagvlieggebieden/-routes en hoeveel van deze doelsoorten naar verwachting gevoelig zijn voor verstoring door laagvliegen. Bij de analyse van de doelsoorten beperken we ons tot de diergroepen zoogdieren en vogels.

6.2 Overlap laagvliegen en EHS

Bijna 112.000 ha van de laagvlieggebieden en 16.000 ha van de laagvliegroutes (uitgaande van een routebreedte van 2 km) behoort tot de EHS. Dit is 36% van het totale oppervlak laagvlieggebied (tabel 6.1) en 14% van het totale oppervlak laagvliegroute (tabel 6.2).

Tabel 6.1. Overlap tussen de laagvlieggebieden en de EHS.

Laagvlieggebied		Oppervlak overlap met EHS (ha)	Percentage van oppervlak laagvlieggebied
GLV-I	(Noord-Drenthe)	1.316	62%
GLV-II	(Midden-Drenthe)	19.844	35%
GLV-III	(West-Drenthe)	3.256	49%
GLV-IV	(Ginkelse Hei)	1.129	86%
CLV-V	(Oirschot)	1.096	62%
GLV-VI	(Salland)	3.911	36%
GLV-VII	(Veluwe/Randmeren)	55.289	66%
GLV-VIII	(Peel)	9.920	30%
Maaswaal		7.778	15%
Voorne-Putten/Hoeksewaard		6.401	16%
Wieringermeerpolder		1.135	6%
Totaal		**111.074**	**36%**

Tabel 6.2. Overlap tussen de laagvliegroutes en de EHS.

Laagvliegroute		Oppervlak overlap met EHS (ha)	Percentage van oppervlak laagvliegroute
Route 1	(Achterhoek-Oost Groningen)	1.841	7%
Route 2	(Lauwersmeer-Achterhoek)	3.391	9%
Route 3	(Betuwe-Biesbosch-West Brabant)	7.647	30%
Route 4	(West Brabant-Noordoost Brabant)	2.872	14%
Totaal		**15.751**	**14%**

De mate van overlap met de EHS verschilt sterk per laagvlieggebied c.q. laagvliegroute. Het laagvlieggebied Wieringermeerpolder vertoont een overlap van minder dan 10%. De laagvlieggebieden Maaswaal en Voorne-Putten/Hoeksewaard vertonen een overlap van minder dan 20%. Voor de laagvlieggebieden GLV-II, GLV-VI en GLV-VIII geldt dat circa een derde van het oppervlak EHS is. Voor laagvlieggebied GLV-III geldt dat circa de helft van het oppervlak EHS is. Voor de laagvlieggebieden GLV-I, GLV-V en GLV-VII geldt dat circa tweederde van het oppervlak EHS is. Laagvlieggebied GLV-IV vertoont de grootste overlap: bijna 90% van het laagvlieggebied behoort tot de EHS. Laagvliegroute 1 en 2 vertonen weinig overlap (tot 10%) met de EHS. De mate van overlap met de EHS in laagvliegroute 3 en 4 is respectievelijk 30% en 14%.

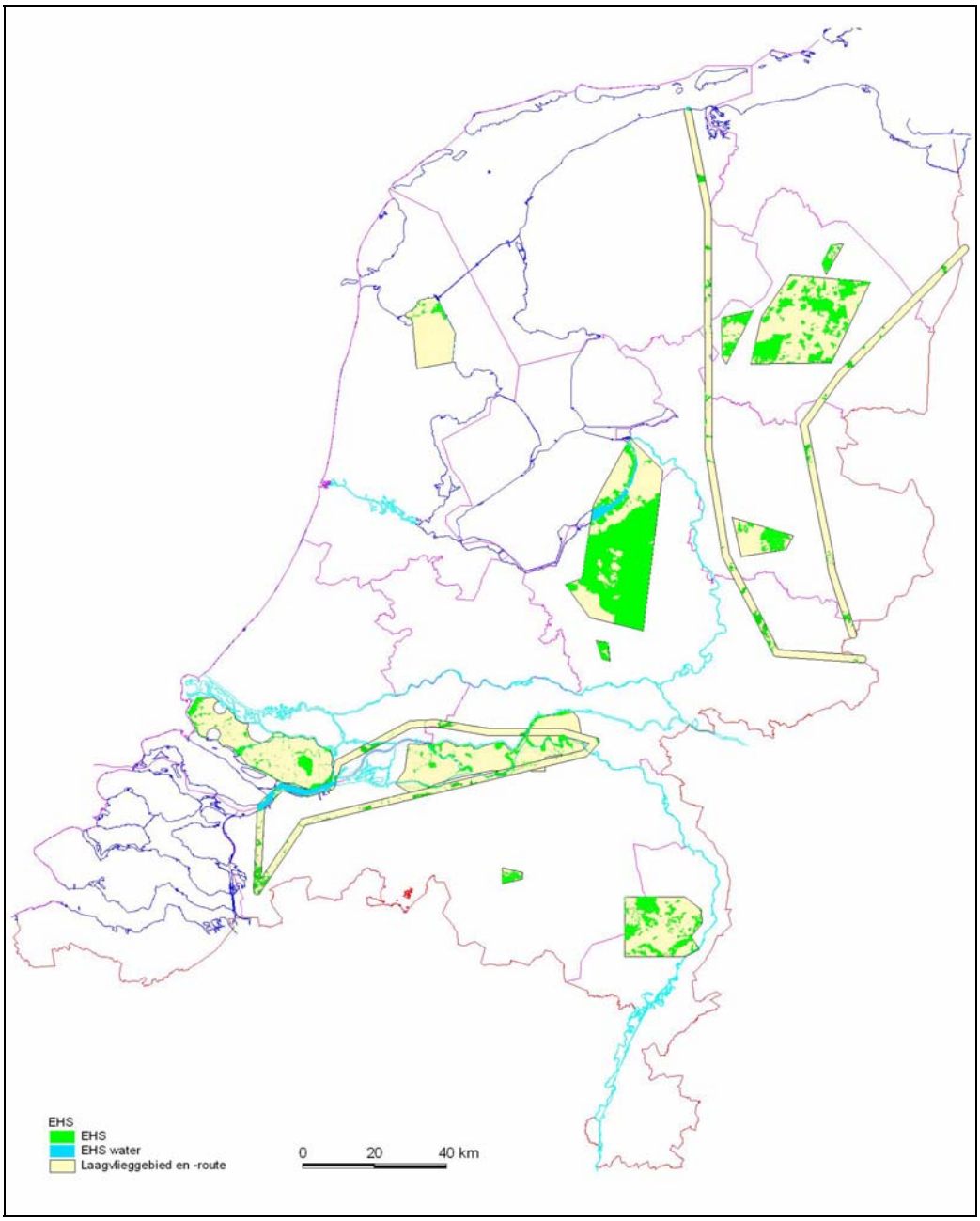
6.3 Ruimtelijke spreiding EHS

De ruimtelijke spreiding van de EHS binnen de laagvlieggebieden varieert. Figuur 6.1 geeft een overzicht van de ligging van de EHS-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes. Terwijl in sommige laagvlieggebieden vooral sprake is van een min of meer aaneengesloten EHS-gebied (o.a. GLV-VII) is in andere laagvlieggebieden sprake van meerdere kleinere en verspreid gelegen EHS-gebieden (o.a. GLV-II). Ook binnen de laagvliegroutes zijn er verschillen met vooral in route 3 een cluster van (natte) EHS-gebieden (Hollands Diep en oeverlanden, Krammer-Volkerak en uiterwaarden van de Waal) die de hele breedte van de laagvliegroute omvatten.

6.4 Natuurdoelen in de laagvlieggebieden

Niet alle natuur is verondersteld even gevoelig voor verstoring door laagvliegen te zijn. Behalve de ruimtelijke spreiding van de EHS-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes (zie paragraaf 6.2 en 6.3) is daarom ook de ruimtelijke spreiding van de verschillende typen natuur binnen de EHS een aanknopingspunt om potentiële effecten van laagvliegen te traceren.

Binnen de laagvlieggebieden en –routes worden 28 natuurdoelen aangetroffen (bron: Natuurdoelenkaart d.d. 2007). Binnen de laagvlieggebieden en laagvliegroutes afzonderlijk zijn dit respectievelijk 26 en 25 natuurdoelen (tabel 6.3). Het aantal natuurdoelen varieert per laagvlieggebied en –route, mede vanwege de verschillen in omvang van de gebieden/-routes.



Figuur 6.1. De ligging van de EHS binnen de laagvlieggebieden en laagvliegroutes.

Voor 16 natuurdoelen geldt dat zij minder dan 1% van het totale oppervlak aan laagvlieggebied beslaan. Negen natuurdoelen beslaan een oppervlak tussen 1 en 4% van het totale oppervlak laagvlieggebied. Het grootste oppervlak wordt ingenomen door het natuurdoel *Multifunctioneel bos*: 10% van het totale oppervlak laagvlieggebied.

Voor 22 natuurdoelen geldt dat zij minder dan 1% van het totale oppervlak aan laagvliegroute beslaan. Drie natuurdoelen beslaan een oppervlak tussen 1 en 3% van het totale oppervlak laagvliegroute. Het grootste oppervlak (3%) wordt ook hier ingenomen door het natuurdoel *Multifunctioneel bos*.

*Tabel 6.3. Het %-oppervlak van de natuurdoelen per laagvlieggebied en –route en voor alle gebieden respectievelijk routes samen. De met een * aangemerkte natuurdoelen zijn als "potentieel gevoelig voor verstoring" aan te merken (zie ook Henkens 1998, Henkens et al. 2003, Sierdsema 1999).*

	Beek	Beek- en zandboslandschap	Bloemrijk grasland*	Bos van arme gronden	Bos van bron en beek	Bos van laagveen en klei	Bos van rijke gronden	Brak water*	Droge heide*	Droog schraalgrasland*	Duinlandschap*	Getijdengebied en Zee*	Meer*	Middenbos	Moeras*	Multifunctioneel bos	Multifunctioneel grasland	Multifunctionele grote wateren	Nat schraalland*	Natte heide en hoogveen*	Overig stromend en stilstaand water*	Overige natuur	Reservaatsakker	Rivierenlandschap*	Veen- en zeekleilandschap*	Ven en duinplas*	Zandverstuiving*	Zilt grasland*	Zoekgebied	Totaal
Laagvlieggebied																														
GLV-I	<1		6	8	<1		<1		17	10						5	2		10	6		6				<1				71
GLV-II	<1		3	4	<1		<1		2	2					<1	12	2		2	8	<1	2	<1			<1	<1		<1	40
GLV-III	<1	<1	<1	17	<1				14	2					<1	4	2		10	3	<1	3				<1			<1	58
GLV-IV		<1			<1				64							19													7	92
GLV-V			1						1							58					1								2	64
GLV-VI			<1	22	<1	<1	2		8	<1				<1	<1	<1			<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1		3	38
GLV-VII	<1	12	<1	6	<1	<1	8		8	<1			3	<1	<1	21	3		1	<1	<1	<1	<1			<1			4	70
GLV-VIII	<1	4	<1	4	<1	<1	<1		<1	<1						10	3		3	6	<1	<1				<1	<1			32
Maaswaal			1			2								<1	1	1	3		2		8	<1		<1					1	20
Voorne/Putten			1			<1	<1	<1		<1	3		<1		<1	1	2		<1		2	<1						<1	<1	11
Wieringermeer			2			4						<1	<1		<1				<1		<1									6
Alle gebieden	**<1**	**4**	**1**	**4**	**<1**	**<1**	**2**	**<1**	**4**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**10**	**2**	**0**	**2**	**3**	**2**	**<1**	**<1**	**<1**	**0**	**<1**	**<1**	**<1**	**1**	**39**
Laagvliegroute																														
Route 1	<1		<1	2	<1	<1	<1		<1	<1				<1	<1	1	<1		<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1		<1	6
Route 2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1		<1		<1	<1	4	<1		<1	<1	<1	<1	<1			<1			6	15
Route 3			<1	<1		<1	<1		<1	<1			6	<1	<1	2	2	7	<1		<1	<1	<1		<1	<1		<1	1	22
Route 4			<1	<1	<1	2	<1		<1						<1	2	<1		3		1	<1				<1	<1		<1	9
Alle routes	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**0**	**<1**	**<1**	**0**	**<1**	**1**	**<1**	**<1**	**3**	**<1**	**2**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**0**	**<1**	**<1**	**<1**	**<1**	**3**	**13**

Hoewel de oppervlaktepercentages op het totale oppervlak aan laagvlieggebied en laagvliegroute relatief gering zijn, kan er binnen individuele laagvlieggebieden en laagvliegroutes toch sprake zijn van relatief hoge oppervlaktepercentages. Zo beslaat het natuurdoel *Droge heide* slechts 4% van het totale oppervlak aan laagvlieggebied, maar binnen laagvlieggebied GLV-I en GLV-IV beslaat dit natuurdoel respectievelijke 17% en 64% van het oppervlak.

De in tabel 6.3 met een * aangemerkte natuurdoelen zijn als "potentieel gevoelig voor verstoring" aan te merken (zie ook Henkens 1998, Henkens et al. 2003, Sierdsema 1999). Dit wil zeggen dat in deze habitats soorten leven die naar verwachting last ondervinden van verstorende activiteiten, zoals laagvliegen. Het betreft vooral open landschapstypen met primair een natuurfunctie. Binnen twee laagvlieggebieden – GLV-I en GLV-IV – wordt de helft of meer van het oppervlak EHS ingenomen door voor verstoring gevoelige natuurdoelen (tabel 6.4). Laagvlieggebied GLV-III en GLV-II nemen met respectievelijk 30% en 18% een middenpositie in. In de overige laagvlieggebieden is het oppervlak met voor verstoring gevoelige natuurdoelen minder dan 15% van het oppervlak van het laagvlieggebied. Binnen de laagvliegroutes is het oppervlak met voor verstoring gevoelige natuurdoelen altijd lager dan 10%.

Tabel 6.4. De mate van overlap tussen de laagvlieggebieden en –routes met de EHS en de binnen de EHS aan te wijzen voor verstoring gevoelige natuurdoelen.

Gebied		**Percentage van het oppervlak met EHS**	**Percentage van het oppervlak met voor verstoring gevoelige natuurdoelen**
Laagvlieggebied			
GLV-I	(Noord-Drenthe)	71%	50%
GLV-II	(Midden-Drenthe)	40%	18%
GLV-III	(West-Drenthe)	58%	30%
GLV-IV	(Ginkelse Hei)	92%	64%
CLV-V	(Oirschot)	64%	3%
GLV-VI	(Salland)	38%	10%
GLV-VII	(Veluwe/Randmeren)	70%	13%
GLV-VIII	(Peel)	32%	10%
Maaswaal		20%	12%
Voorne-Putten/Hoekse waard		11%	7%
Wieringermeerpolder		6%	4%
Laagvliegroute			
Route 1	(Achterhoek-Oost Groningen)	6%	2%
Route 2	(Lauwersmeer-Achterhoek)	15%	2%
Route 3	(Betuwe-Biesbosch-West Brabant)	22%	9%
Route 4	(West Brabant-Noordoost Brabant)	9%	5%

6.5 Doelsoorten in de laagvlieggebieden

Een inschatting van mogelijke effecten van verstoring door laagvliegen via een verkenning van natuurdoelen is generaliserend en feitelijk een indirecte methode omdat doorgaans niet een "habitat", maar de soorten in dat habitat gevoelig zijn voor

verstoring. Een meer directe methode voor het inschatten van potentiële effecten van verstoring door laagvliegen is daarom het verkennen van het voorkomen van de doelsoorten binnen de laagvlieggebieden en -routes.

We richten ons hier op de doelsoorten van de EHS omdat hiermee de beleidsdoelstellingen voor een gebied kunnen worden betrokken. Een analyse van de huidige verspreiding van soorten kent dit voordeel niet: er kan "geen probleem" worden geconstateerd op basis van de waarneming dat een soort er simpelweg niet meer voorkomt, terwijl dat wel het beleidsdoel is.

Om de doelsoorten voor de EHS-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes te bepalen is gebruik gemaakt van de Natuurdoeltypenkaart. Aan ieder natuurdoeltype is immers een lijst van doelsoorten gekoppeld. Een analyse van welke natuurdoeltypen binnen de laagvlieggebieden/-routes voorkomen leidt dan ook direct tot een lijst van doelsoorten. We beperken ons daarbij tot de diergroepen vogels en zoogdieren.

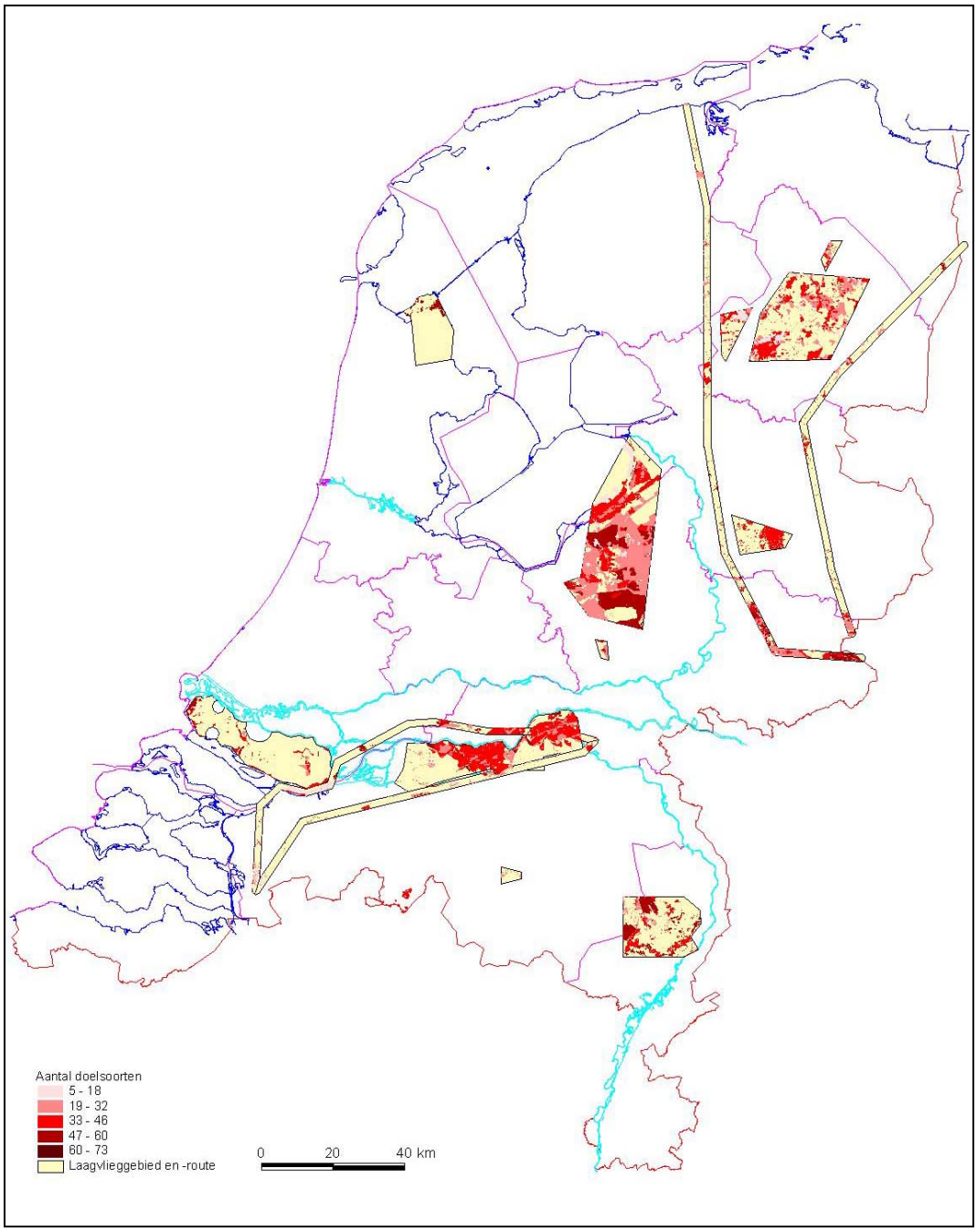
Binnen de laagvlieggebieden worden 136 natuurdoeltypen aangetroffen (zie bijlage 1). Binnen de laagvliegroutes zijn dit er 102 (zie bijlage 1). Het aantal natuurdoeltypen varieert sterk per laagvlieggebied en –route, mede vanwege de verschillen in omvang van de gebieden/-routes.

De EHS-gebieden binnen de laagvlieggebieden zijn van belang voor 149 doelsoorten: 30 soorten zoogdieren en 119 soorten vogels (zie bijlage 2). Het aantal doelsoorten waarmee rekening moet worden gehouden varieert per laagvlieggebied van 5 tot 26 voor de zoogdieren en 33 tot 109 voor de vogels. In geval van de zoogdieren is gecorrigeerd voor de areaalgrenzen van de soorten. Hierdoor is een aantal soorten die wel doelsoort zijn voor een natuurdoeltype binnen een laagvlieggebied weggelaten omdat het natuurlijk areaal van de soort buiten het laagvlieggebied ligt.[3]

De EHS-gebieden binnen de laagvliegroutes zijn van belang voor 144 doelsoorten: 27 soorten zoogdieren en 117 soorten vogels (zie bijlage 2). Het aantal doelsoorten waarmee rekening moet worden gehouden varieert per laagvliegroute van 9 tot 27 voor de zoogdieren en 61 tot 117 voor de vogels. In geval van de zoogdieren is gecorrigeerd voor de areaalgrenzen van de soorten. Hierdoor is een aantal soorten die wel doelsoort zijn voor een natuurdoeltype binnen een laagvlieggebied weggelaten omdat het natuurlijk areaal van de soort buiten het laagvlieggebied ligt.[3]

Behalve tussen zijn er ook *binnen* de laagvlieggebieden en –routes grote verschillen in aantallen doelsoorten. Figuur 6.2 geeft een overzicht van de ruimtelijke spreiding van de doelsoorten over de laagvlieggebieden en –routes.

[3] De correctie betreft zes zoogdiersoorten: Bruinvis, Gewone zeehond, Hamster, Eikelmuis, Hazelmuis en Grote bosmuis.



Figuur 6.2 De spreiding van het aantal doelsoorten (zoogdieren en vogels) over de laagvlieggebieden en –routes.

De EHS-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes zijn voor een groot aantal vogelsoorten van belang als broedgebied. In de laagvlieggebieden en -routes is 50% tot 86% van de broedvogels gevoelig voor verstoring door laagvliegen (tabel 6.5 en 6.6; zie ook hoofdstuk 8). De review van literatuur heeft laten zien dat de effecten van laagvliegen vooral zijn onderzocht en vastgesteld bij watervogels, kust- en zeevogels, wadvogels en roofvogels (zie hoofdstuk 5). Deze groepen omvatten samen tussen de 24% en 46% van de EHS-vogelsoorten binnen de laagvlieggebieden en -routes (tabel 6.5 en 6.6).

De review van literatuur heeft laten zien dat binnen de groep zoogdieren de effecten van laagvliegen vooral zijn onderzocht en vastgesteld bij hoefdieren (zie hoofdstuk 5). In de lijst met doelsoorten valt alleen het Damhert, doelsoort binnen laagvlieggebied GLV-VI en GLV-VII, en binnen laagvliegroute 1, tot deze groep. De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de doelsoorten uit de soortgroep zoogdieren dus gering op basis van een verkenning van gevoelige soorten. Het is echter niet uit te sluiten dat ook sommige niet-hoefdieren gevoelig zijn voor verstoring door laagvliegen. Daarnaast zijn er behalve de doelsoorten wellicht ook andere soorten in een laagvlieggebied aanwezig die gevoelig zijn voor verstoring door laagvliegen (zie ook hoofdstuk 9).

*Tabel 6.5. Het aantal EHS vogelsoorten (doelsoorten) per laagvlieggebied, het aantal voor verstoring door laagvliegen gevoelige broedvogels en het aantal soorten per vogelgroep. * = vogelgroep waarvoor effecten van verstoring door laagvliegen zijn onderzocht en vastgesteld.*

Laagvlieggebied	Aantal vogelsoorten										
	Totaal	Gevoelige broed-vogels	*Water-vogels	*Kust- en zeevogels	*Wad-vogels	*Roof-vogels	Moeras-vogels	Grasland-vogels	Heide- en hoogveen vogels	Struweel- en bosvogels	Beek-vogels
GLV-I	48	34	6	2	0	7	10	4	9	8	2
GLV-II	52	38	6	2	1	7	13	4	9	8	2
GLV-III	51	37	6	2	0	7	13	4	9	8	2
GLV-IV	52	38	6	2	1	7	13	4	9	8	2
CLV-V	33	19	0	1	0	7	3	4	9	8	1
GLV-VI	109	54	18	5	7	16	19	10	12	19	3
GLV-VII	106	58	19	6	8	16	20	10	10	14	3
GLV-VIII	57	42	6	4	2	7	15	4	9	8	2
Maaswaal	48	40	6	4	2	6	16	3	5	4	2
Voorne-Putten/Hoeksewaard	58	47	9	6	5	6	16	3	6	5	2
Wieringermeer-polder	51	44	8	5	4	6	16	3	4	3	2

*Tabel 6.6. Het aantal EHS vogelsoorten (doelsoorten) per laagvliegroute, het aantal voor verstoring door laagvliegen gevoelige broedvogels en het aantal soorten per vogelgroep. * = vogelgroep waarvoor effecten van verstoring door laagvliegen zijn onderzocht en vastgesteld.*

Laagvliegroute	Aantal vogelsoorten										
	Totaal	Gevoelige broed-vogels	*Water-vogels	*Kust- en zeevogels	*Wad-vogels	*Roof-vogels	Moeras-vogels	Grasland-vogels	Heide- en hoogveen vogels	Struweel- en bosvogels	Beek-vogels
Route 1	117	62	19	8	8	16	20	10	11	22	3
Route 2	117	62	19	8	8	16	20	10	11	22	3
Route 3	61	46	7	4	4	7	16	4	9	8	2
Route 4	61	46	7	4	4	7	16	4	9	8	2

7 Laagvliegen en NATURA 2000

7.1 Introductie

De laagvlieggebieden en –routes overlappen voor een deel met de gebieden die in het kader van NATURA 2000 zijn aangewezen. De mate van overlap verschilt echter sterk per laagvlieggebied en –route. In dit hoofdstuk verkennen we daarom hoe groot de overlap tussen de laagvlieggebieden/-routes en de NATURA 2000-gebieden is, wat de ruimtelijke spreiding van de NATURA 2000-gebieden binnen de laagvlieggebieden/-routes is en welke NATURA 2000-gebieden het dan betreft. Tevens is onderzocht welke habitattypen en vogel- en zoogdiersoorten de aanleiding vormden voor het aanwijzen van de NATURA 2000-gebieden die (deels) binnen de contouren van de laagvlieggebieden/-routes vallen, hoe de spreiding is van de soorten over de laagvlieggebieden/-routes en hoeveel van deze soorten naar verwachting gevoelig zijn voor verstoring door laagvliegen.

7.2 Overlap laagvliegen en NATURA 2000

Ruim 71.500 ha van de laagvlieggebieden en 7.300 ha van de laagvliegroutes (uitgaande van een routebreedte van 2 km) behoort tot het Europese ecologische netwerk NATURA 2000. Dit is 23% van het totale oppervlak laagvlieggebied (tabel 7.1) en 7% van het totale oppervlak laagvliegroute (tabel 7.2).

De mate van overlap met NATURA 2000 verschilt sterk per laagvlieggebied c.q. laagvliegroute. Laagvlieggebied GLV-V vertoont geen enkele overlap met NATURA 2000. De laagvlieggebieden GLV-VIII, Maaswaal, Voorne-Putten/Hoeksewaard en Wieringermeerpolder vertonen een overlap van minder dan 10%. De laagvlieggebieden GLV-II en GLV-VI vertonen een overlap van minder dan 20%. Voor de laagvlieggebieden GLV-I, GLV-III en GLV-VII geldt dat circa de helft van het oppervlak NATURA 2000-gebied is. Laagvlieggebied GLV-IV vertoont de grootste overlap: bijna 90% van het laagvlieggebied is aangewezen als NATURA 2000. Laagvliegroute 1, 2 en 4 vertonen zeer weinig overlap (tot 3%) met NATURA 2000. De mate van overlap in laagvliegroute 3 is hoger: 24% van de route is NATURA 2000.

Tabel 7.1. Overlap tussen de laagvlieggebieden en NATURA 2000.

Laagvlieggebied	Overlap met NATURA 2000	Oppervlak overlap (ha)	Percentage van oppervlak laagvlieg-gebied
GLV-I	Drentsche Aa	1031.3	
	Subtotaal	**1031.3**	**48%**
GLV-II	Drentsche Aa	636.3	
	Witterveld	467.0	
	Drouwenerzand	213.9	
	Elperstroom	130.3	
	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	344.1	
	Dwingelderveld	3685.4	
	Mantingerbos	47.2	
	Mantingerzand	663.4	
	Subtotaal	**6187.5**	**11%**
GLV-III	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	1633.7	
	Havelte	1294.1	
	Subtotaal	**2927.7**	**44%**
GLV-IV	Veluwe	1129.0	
	Subtotaal	**1129.0**	**86%**
GLV-V	Geen	0.0	
	Subtotaal	**0.0**	**0%**
GLV-VI	Boetelerveld	172.5	
	Sallandse Heuvelrug	1731.0	
	Subtotaal	**1903.5**	**17%**
GLV-VII	Uiterwaarden IJssel	30.9	
	Veluwe	46105.4	
	Veluwerandmeren	2625.3	
	Ketelmeer en Vossemeer	212.1	
	Subtotaal	**48973.7**	**58%**
GLV-VIII	Mariapeel en Deurnsche Peel	2082.5	
	Groote Peel	1146.7	
	Subtotaal	**3229.1**	**10%**
Maaswaal	Uiterwaarden Waal	1556.3	
	Boezem van Brakel, Pompveld en Kornsche Boezem	699.3	
	Subtotaal	**2255.6**	**4%**

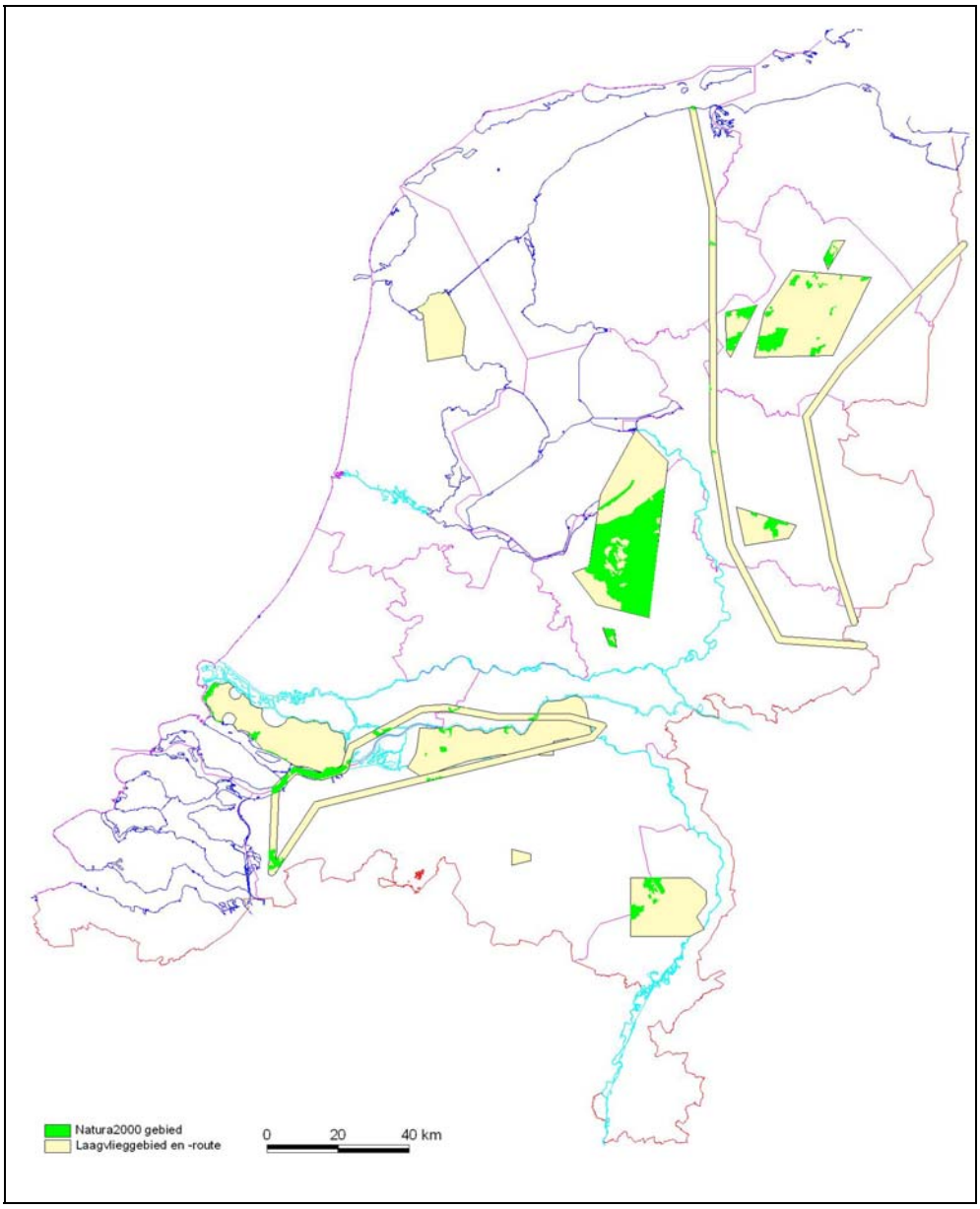
Laagvlieggebied	Overlap met NATURA 2000	Oppervlak overlap (ha)	Percentage van oppervlak laagvlieg-gebied
Voorne-Putten/Hoekse-waard	Voornes Duin	1028.1	
	Haringvliet	719.2	
	Oude Maas	117.5	
	Hollands Diep en oeverlanden	352.2	
	Oudeland van Strijen	1577.9	
	Subtotaal	**3794.9**	**9%**
Wieringermeerpolder	Waddenzee	32.0	
	IJsselmeer	50.2	
	Subtotaal	**82.2**	**<1%**
Totaal		**71.515**	**23%**

Tabel 7.2. Overlap tussen de laagvliegroutes en NATURA 2000.

Laagvliegroute	Overlap met NATURA 2000	Oppervlak (ha)	Percentage van oppervlak laagvlieg-route
Route 1	Vecht en Beneden-Regge	4.7	
	Subtotaal	**4.7**	**<1%**
Route 2	Waddenzee	131.4	
	Wijnjeterper Schar en Terwispeler Grootschar	140.7	
	Wieden	83.9	
	Olde Maten en Veerslootlanden	4.5	
	Uiterwaarden Zwarte Water en Overijsselse Vecht	78.1	
	Subtotaal	**438.6**	**1%**
Route 3	Zuiderlingedijk - Diefdijk zuid	218.5	
	Biesbosch	648.4	
	Hollands Diep en oeverlanden	3068.8	
	Krammer-Volkerak	1149.0	
	Uiterwaarden Waal	256.0	
	Brabantse wal	804.7	
	Subtotaal	**6145.3**	**24%**
Route 4	Langstraat bij Sprang-Capelle	176.3	
	Brabantse wal	546.1	
	Subtotaal	**722.4**	**3%**
Totaal		**7311**	**7%**

7.3 Ruimtelijke spreiding NATURA 2000

De ruimtelijke spreiding van de NATURA 2000-gebieden binnen de laagvlieggebieden varieert. Figuur 7.1 geeft een overzicht van de ligging van de NATURA 2000-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes. Terwijl in sommige laagvlieggebieden vooral sprake is van een min of meer aaneengesloten NATURA 2000-gebied (o.a. GLV-VII) is in andere laagvlieggebieden sprake van meerdere kleinere en verspreid gelegen NATURA 2000-gebieden (o.a. GLV-II). Ook binnen de laagvliegroutes zijn er verschillen met vooral in route 3 een cluster van NATURA 2000-gebieden (Hollands Diep en oeverlanden, Krammer-Volkerak en uiterwaarden van de Waal) die de hele breedte van de laagvliegroute omvatten.



Figuur 7.1. De ligging van de NATURA 2000-gebieden binnen de laagvlieggebieden en laagvliegroutes.

7.4 NATURA 2000 habitattypen in de laagvlieggebieden

Binnen de laagvlieggebieden en laagvliegroutes worden 39 habitattypen van NATURA 2000 aangetroffen. Binnen de laagvlieggebieden en laagvliegroutes afzonderlijk zijn dit respectievelijk 35 en 23 habitattypen (zie bijlage 3 en 4). Het aantal NATURA 2000 habitattypen varieert sterk per laagvlieggebied en –route, mede vanwege de verschillen in omvang van de gebieden/-routes. Twee laagvlieggebieden kennen geen beschermde NATURA 2000 habitattypen (GLV-V en Wieringermeerpolder). In de overige gebieden en -routes varieert het aantal NATURA 2000 habitattypen tussen 3 en 21.

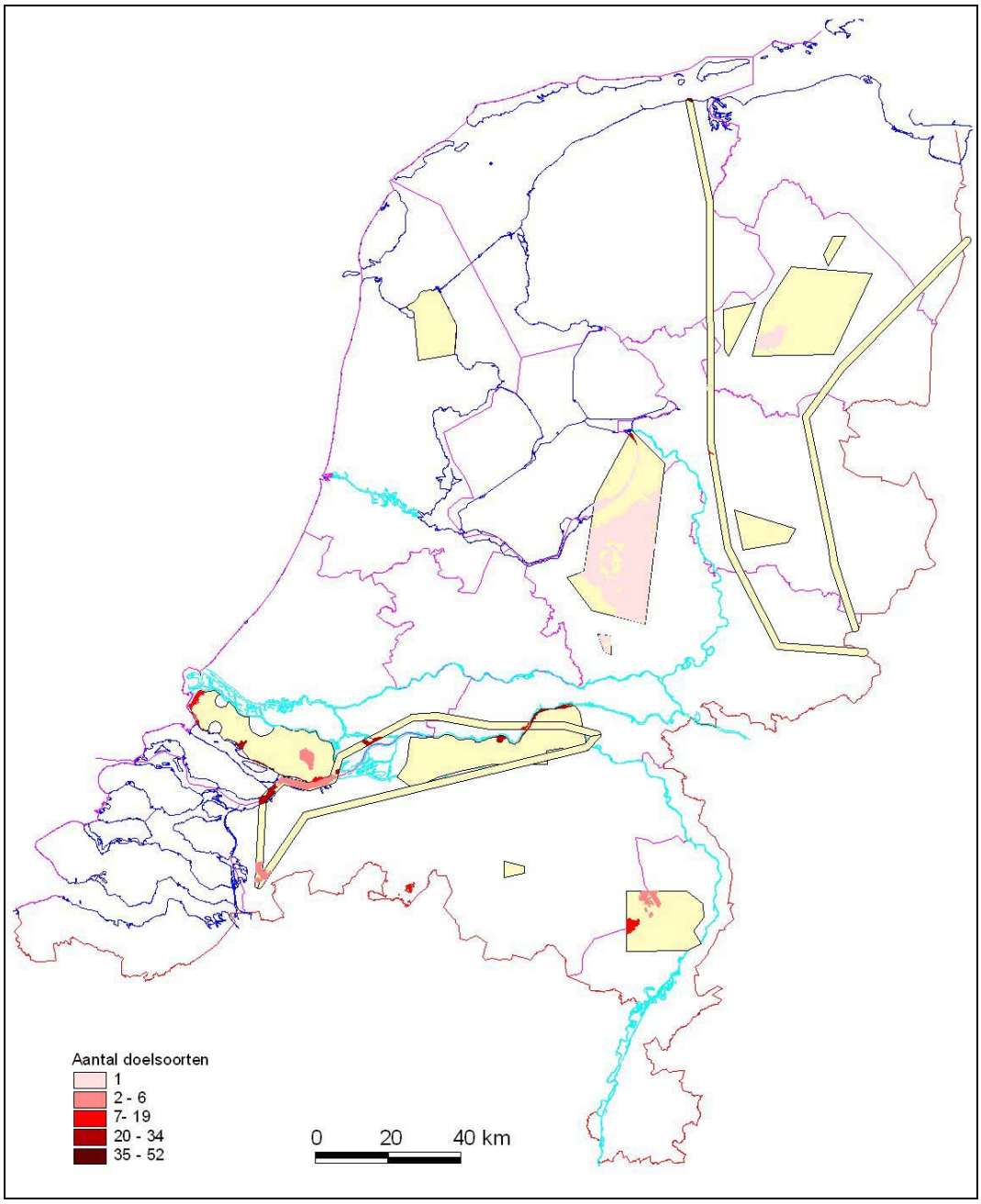
7.5 NATURA 2000 soorten in de laagvlieggebieden

De laagvlieggebieden overlappen met NATURA 2000 gebieden die gezamenlijk voor 2 zoogdiersoorten en 76 vogelsoorten zijn geselecteerd en/of begrensd (bijlage 5). Het aantal NATURA 2000 soorten waarmee rekening moet worden gehouden varieert per laagvlieggebied van 0 tot 2 voor de zoogdieren en 0 tot 62 voor de vogels (figuur 7.2). In vier laagvlieggebieden is geen sprake van beschermde NATURA 2000 soorten: GLV-I, GLV-III, GLV-V, en GLV-VI. Met uitzondering van GLV-V, waarbinnen geen NATURA 2000 gebieden liggen, zijn in deze laagvlieggebieden uitsluitend NATURA 2000 habitattypen aangewezen (zie paragraaf 7.4).

De laagvliegroutes overlappen met NATURA 2000 gebieden die gezamenlijk voor 3 zoogdiersoorten en 70 vogelsoorten zijn geselecteerd en/of begrensd (bijlage 5). Het aantal NATURA 2000 soorten waarmee rekening moet worden gehouden varieert per laagvliegroute van 0 tot 2 voor de zoogdieren en 0 tot 56 voor de vogels.

De NATURA 2000-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes zijn voor 33 vogelsoorten van belang als broedgebied. 30 van deze soorten (91%) zijn als voor verstoring door laagvliegen gevoelige broedvogelsoort te karakteriseren (tabel 7.3 en 7.4; zie ook hoofdstuk 8). De NATURA 2000-gebieden zijn voor 53 vogelsoorten van belang als pleisterplaats. De review van literatuur heeft laten zien dat binnen deze groep de effecten van laagvliegen vooral zijn onderzocht en vastgesteld bij watervogels, kust- en zeevogels, wadvogels en roofvogels (zie hoofdstuk 4). Deze groepen omvatten circa 75% van de NATURA 2000 vogelsoorten binnen de laagvlieggebieden en -routes (tabel 7.3 en 7.4).

De NATURA 2000-gebieden binnen de laagvlieggebieden en –routes zijn voor 3 zoogdiersoorten van belang als leefgebied. Er zijn geen studies bekend waarin de gevoeligheid voor verstoring door laagvliegen is onderzocht van de relevante NATURA 2000 zoogdiersoorten – Meervleermuis, Noordse woelmuis en Bever (zie ook hoofdstuk 5). De verwachting is dat deze soorten niet tot weinig gevoelig zijn voor deze vorm van verstoring (zie ook hoofdstuk 9). Binnen de laagvlieggebieden en –routes is dus geen sprake van NATURA 2000 soorten uit zoogdiergroepen waarvan bekend is dat deze een zekere mate van gevoeligheid hebben voor verstoring door laagvliegen (hoefdieren, zeezoogdieren).



Figuur 7.2 De spreiding van het aantal NATURA 2000 soorten (zoogdieren en vogels) over de laagvlieggebieden en –routes.

*Tabel 7.3. Het aantal NATURA 2000 vogelsoorten per laagvlieggebied, het aantal voor verstoring door laagvliegen gevoelige broedvogels en het aantal soorten per vogelgroep. * = vogelgroep waarvoor effecten van verstoring door laagvliegen zijn onderzocht en vastgesteld.*

Laagvlieggebied	Aantal vogelsoorten										
	Totaal	Gevoelige broed-vogels	*Water-vogels	*Kust- en zeevogels	*Wad-vogels	*Roof-vogels	Moeras-vogels	Grasland-vogels	Heide- en hoogveen vogels	Struweel- en bosvogels	Beek-vogels
GLV-I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLV-II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLV-III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLV-IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CLV-V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLV-VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLV-VII	19	3	13	1	0	0	4	1	0	0	0
GLV-VIII	10	5	2	0	0	0	1	0	3	0	0
Maaswaal	21	2	14	0	0	1	3	3	0	0	0
Voorne-Putten/Hoeksewaard	35	10	17	4	3	4	5	3	0	0	0
Wieringermeer-polder	62	20	24	6	13	4	8	6	1	0	0

*Tabel 7.4. Het aantal NATURA 2000 vogelsoorten per laagvliegroute, het aantal voor verstoring door laagvliegen gevoelige broedvogels en het aantal soorten per vogelgroep. * = vogelgroep waarvoor effecten van verstoring door laagvliegen zijn onderzocht en vastgesteld.*

Laagvliegroute	Aantal vogelsoorten										
	Totaal	Gevoelige broed-vogels	*Water-vogels	*Kust- en zeevogels	*Wad-vogels	*Roof-vogels	Moeras-vogels	Grasland-vogels	Heide- en hoogveen vogels	Struweel- en bosvogels	Beek-vogels
Route 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Route 2	56	20	21	5	13	4	7	5	1	0	0
Route 3	49	16	24	4	4	4	6	3	2	1	1
Route 4	6	4	2	0	0	0	0	0	3	1	0

8 Laagvliegen en broedvogels

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de effecten verkend van militaire laagvliegoefeningen op broedvogelpopulaties. Op grond van literatuur en expert judgement is een lijst opgesteld van mogelijk gevoelige broedvogelsoorten. Het voorkomen van deze soorten is geconfronteerd met de gebieden waar laagvliegoefeningen plaatsvinden zodat een eerste schatting kan worden gedaan van de mogelijke effecten. Tevens is verkend of de gegevens die SOVON heeft over het voorkomen van de Nachtzwaluw kunnen worden ingezet voor een verkennende effectanalyse.

8.2 Lijst met mogelijk gevoelige broedvogelsoorten

Om te komen tot een lijst met mogelijk gevoelige broedvogelsoorten was het niet mogelijk om rechtstreeks gebruik te maken van de resultaten van het literatuuronderzoek naar de effecten van vliegverkeer op vogels (hoofdstuk 4), want voor de meeste vogelsoorten zijn geen effectenstudies uitgevoerd. Daarom is besloten om de inschatting te baseren op een expertmening over de meest gevoelige soorten. Deze expertmening gaat uit van de ecologie en de habitateisen van de soort. Het resultaat is dat bepaalde kenmerken hiervan aan soorten worden toegekend en dat soortgroepen ontstaan waaraan een bepaalde gevoeligheid wordt toegekend. Deze toekenning wordt gevalideerd door de resultaten van studies naar andere verstoringeffecten per soortgroep te vergelijken.

Om tot de soortgroepen te komen zijn drie ingangen gekozen:
1. Taxonomische groep: (1) zangvogels; (2) watervogels (eenden, ganzen); (3) andere niet-zangvogels.
2. Nestplek: (1) bodem- of struweelbroeder; (2) open nest in bos; (3) holtebroeder.
3. Habitat: volgens de lijst van Sierdsema (1999).

Voor 209 soorten is informatie op een rij gezet en daaruit zijn 27 soortgroepen onderscheiden. Daarna is voor alle soorten informatie over verstoring gescoord. Voor een tiental soorten betrof dit informatie over studies naar effecten van vliegverkeer (zie hoofdstuk 4). Completer zijn twee lijsten met scores voor de gevoeligheid van soorten voor verstoring door recreatie: de lijst van Henkens et al. (2003) en de lijst van Krijgsveld et al. (2004). Per soort zijn 4 scores toegekend (1=*niet gevoelig* tot 4=*zeer gevoelig*) en het gemiddelde is genomen als uiteindelijke score. Alle soorten met een score >2 zijn als gevoelig te beschouwen. Ook voor de effecten van verkeer(lawaai) op broedvogels zijn voor veel soorten gegevens beschikbaar (Reijnen et al. 1992, Foppen et al. 2002). Per soort is gescoord of een soort *ja* dan *nee* als gevoelig wordt beschouwd. Uiteindelijk worden per soort aldus drie mogelijke scores verkregen over gevoeligheid. Per soortgroep is vervolgens het percentage berekend van de scores die gevoeligheid aantonen van het totaal aantal beschikbare

scores. Indien de score voor een bepaalde soortgroep boven de 50% uitkomt, is besloten om alle soorten die tot die soortgroep behoren als gevoelig te betitelen. In tabel 8.1 staan de scores voor de soortgroepen aangegeven.

Tabel 8.1. Overzicht van de soortgroepen, gerangschikt naar gevoeligheid. Gevoeligheid is afgeleid van het percentage van indicaties per soort met een negatief effect voor de aspecten wegverkeer-recreatie en vliegbewegingen.

Habitat	Taxonomische groep	Nestpositie	Aantal soorten	Percentage gevoelige score
Ongevoelige soorten				
Vogels agrarisch cultuurlandschap	Overige niet-zangvogels	Divers	3	14
Moerasvogels	Zangvogels	Holtebroeder	3	20
Bosvogels	Zangvogels	Holtebroeder	19	21
Bosvogels	Overige niet-zangvogels	Holtebroeder	13	23
Bosvogels	Zangvogels	Grondbroeder	2	25
Bosvogels	Zangvogels	Open nest	26	27
Vogels agrarisch cultuurlandschap	Zangvogels	Divers	7	33
Bosvogels	Overige niet-zangvogels	Open nest	16	38
Struweelvogels	Zangvogels	Open nest	20	39
Stadsvogels	Zangvogels	Divers	9	41
Stadsvogels	Overige niet-zangvogels	Divers	4	43
Totaal			**122**	
Gevoelige soorten				
Moerasvogels	Zangvogels	Open nest	7	50
Zoetwatervogels	Watervogels	Grondbroeder	17	62
Beekvogels	Alle soorten	Holtebroeder	2	67
Pioniervogels	Overige niet-zangvogels	Grondbroeder	4	67
Heidevogels	Zangvogels	Grondbroeder	4	71
Heidevogels	Zangvogels	Holtebroeder	2	75
Weidevogels	Watervogels	Grondbroeder	2	75
Weidevogels	Overige niet-zangvogels	Grondbroeder	11	76
Moerasvogels	Watervogels	Open nest	3	80
Heidevogels	Overige niet-zangvogels	Grondbroeder	5	86
Moerasvogels	Overige niet-zangvogels	Open nest	11	86
Weidevogels	Zangvogels	Grondbroeder	5	89
Heidevogels	Zangvogels	Open nest	2	100
Heidevogels	Watervogels	Open nest	1	100
Kustvogels	Overige niet-zangvogels	Grondbroeder	11	100
Totaal			**87**	

De conclusie kan zijn dat vooral de soorten van open gebieden gevoelig blijken. In totaal betreft het 87 soorten. Deze 87 soorten staan vermeld in tabel 8.2 met daarbij een aanduiding of het een Rode Lijst soort betreft dan wel een soort die van belang is in het kader van NATURA 2000.

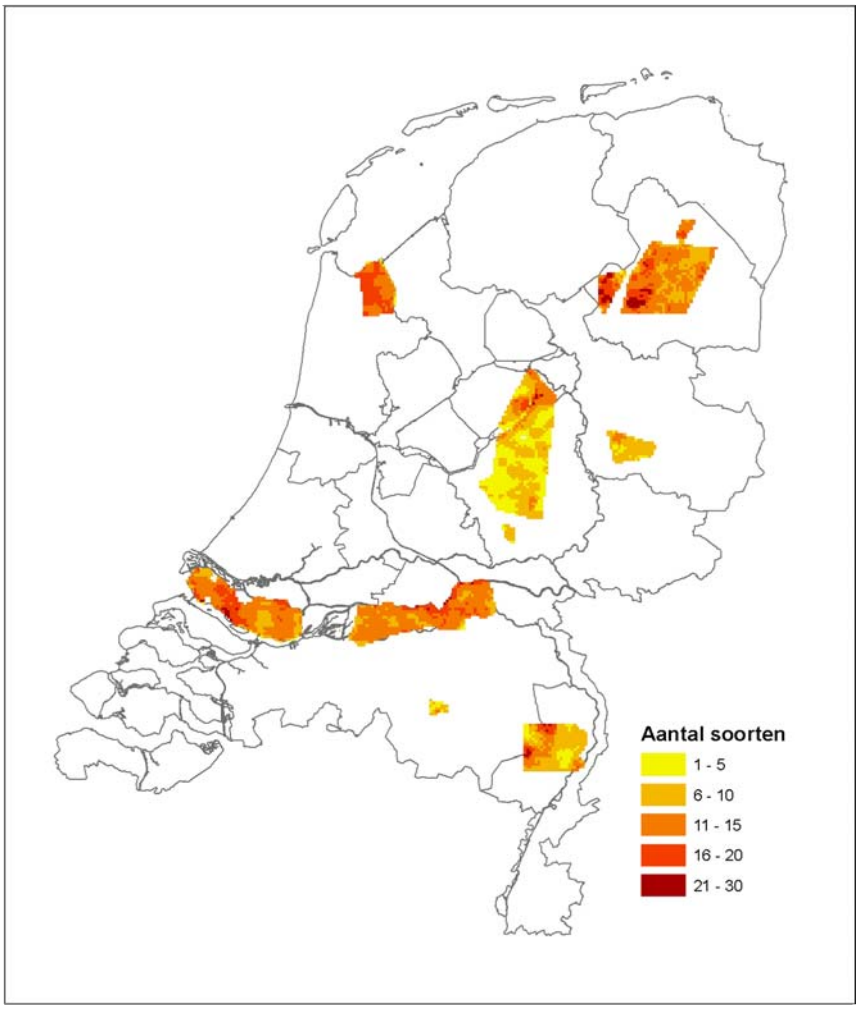
Tabel 8.2. Overzicht van de mogelijk gevoelige broedvogelsoorten voor de effecten van laagvliegbewegingen (VRL=Vogelrichtlijnsoort, RL=Rode Lijstsoort).

EURING	Naam	VRL	RL	EURING	Naam	VRL	RL
10190	Grote Gele Kwikstaart			1240	Purperreiger	1	1
8310	IJsvogel	1		1610	Grauwe Gans		
10090	Boompieper			70	Dodaars	1	
9740	Boomleeuwerik	1		1840	Wintertaling		
9760	Veldleeuwerik			9810	Oeverzwaluw	1	
10050	Duinpieper	1	1	4690	Kleine Plevier		
11390	Roodborsttapuit	1		6150	Visdief	1	1
18570	Geelgors			4560	Kluut	1	
11220	Gekraagde Roodstaart			1730	Bergeend		
11460	Tapuit	1	1	11370	Paapje	1	1
2610	Blauwe Kiekendief	1	1	10171	Gele Kwikstaart		
7680	Velduil	1	1	10110	Graspieper		
7780	Nachtzwaluw	1	1	10172	Engelse Kwikstaart		
3320	Korhoen	1	1	18820	Grauwe Gors		1
8480	Draaihals	1	1	5320	Grutto		1
120	Geoorde Fuut	1		3670	Patrijs		1
4700	Bontbekplevier	1	1	3700	Kwartel		
5900	Stormmeeuw			5410	Wulp		
4770	Strandplevier	1	1	5190	Watersnip		1
6110	Grote Stern	1	1	4500	Scholekster		
6240	Dwergstern	1	1	5460	Tureluur		1
6000	Grote Mantelmeeuw			4210	Kwartelkoning	1	1
5910	Kleine Mantelmeeuw	1		4930	Kievit		
6160	Noordse Stern	1	1	1340	Ooievaar		
5920	Zilvermeeuw			5170	Kemphaan	1	1
2210	Middelste Zaagbek		1	1910	Zomertaling		1
2060	Eider	1		1940	Slobeend		1
12510	Kleine Karekiet			5820	Kokmeeuw		
18770	Rietgors			4290	Meerkoet		
12380	Snor	1	1	4240	Waterhoen		
12530	Grote Karekiet	1	1	5780	Dwergmeeuw		1
12360	Sprinkhaanzanger			90	Fuut		
12430	Rietzanger	1		2030	Kuifeend		
13640	Baardman			1860	Wilde Eend		
4080	Porseleinhoen	1	1	1980	Tafeleend		
4070	Waterral			1520	Knobbelzwaan		
950	Roerdomp	1	1	1820	Krakeend		
2600	Bruine Kiekendief	1		720	Aalscholver	1	
6270	Zwarte Stern	1	1	1670	Brandgans		
980	Woudaap	1	1	1960	Krooneend		
2630	Grauwe Kiekendief	1	1	1790	Smient		
1210	Grote Zilverreiger	1	1	1890	Pijlstaart		
1190	Kleine Zilverreiger		1	5750	Zwartkopmeeuw	1	
1440	Lepelaar	1					

8.3 Voorkomen van gevoelige soorten in laagvlieggebieden

Om te komen tot een beeld van het voorkomen van de gevoelige soorten in de laagvlieggebieden is met behulp van GIS een overlay gemaakt van de ligging van de laagvlieggebieden met de zogenaamde hotspots-database van SOVON (Van Turnhout et al. 2006). In deze database staat aangegeven per 1x1 kilometercel of een soort aanwezig is of niet.

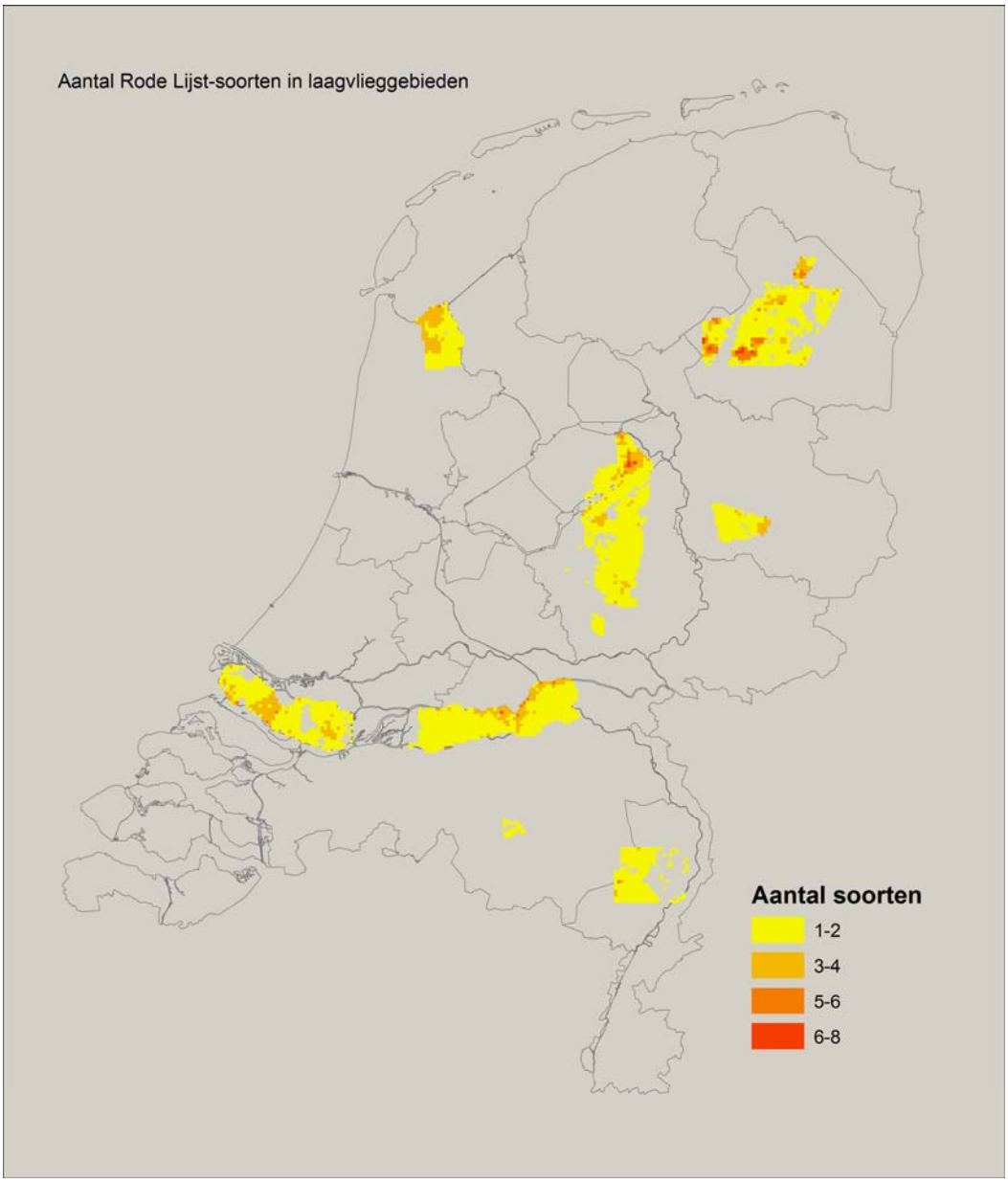
Uit figuur 8.1 kan worden afgeleid dat het maximaal aantal aangetroffen soorten in de laagvliegzones 30 is (van de in totaal 87 gevoelige broedvogelsoorten). Grotere concentraties gevoelige soorten komen voor in Drenthe, in waterrijke gebieden langs de Randmeren, Maas en Waal en in enkele Peelgebieden.



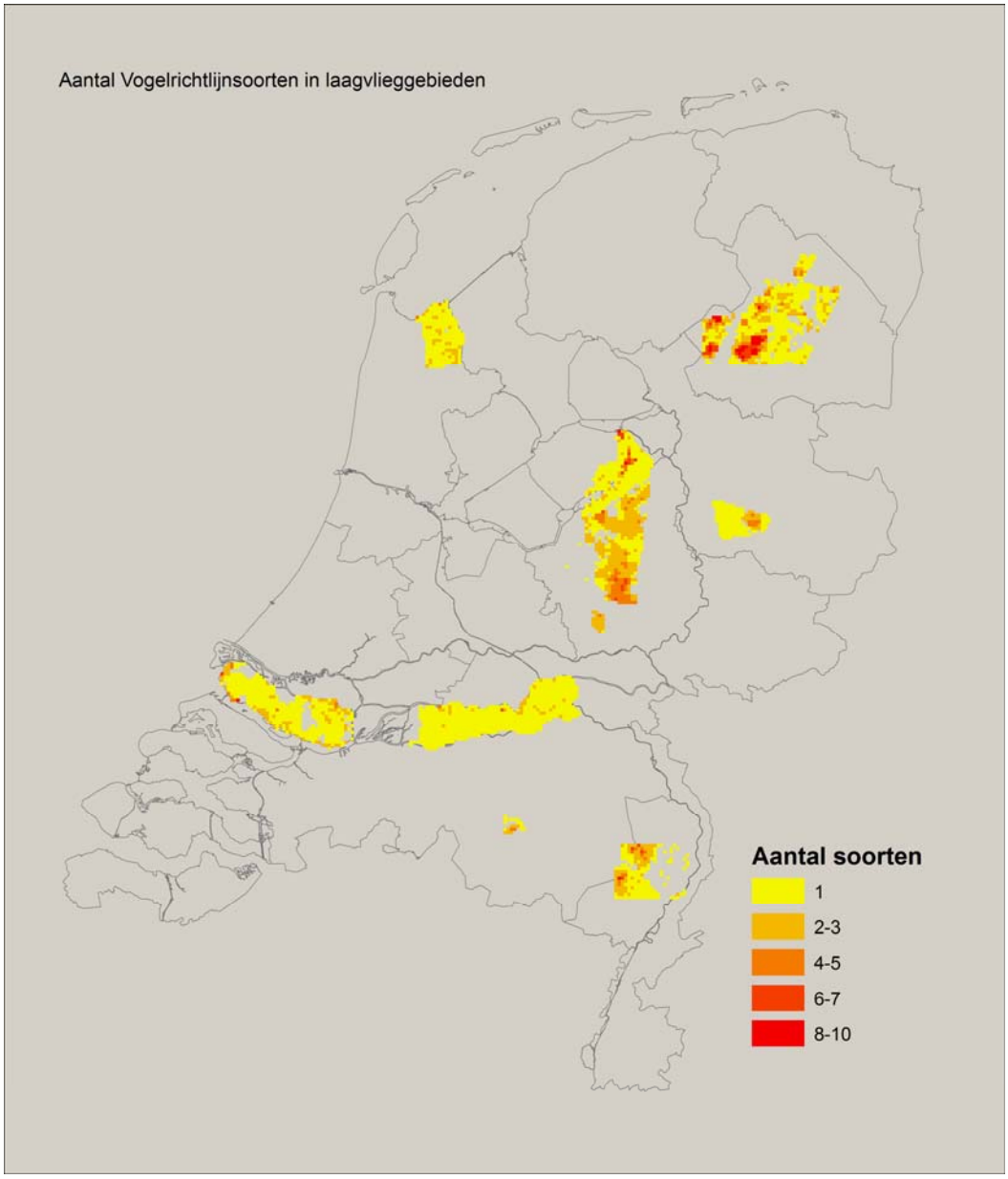
Figuur 8.1. Het aantal aanwezige soorten uit de geselecteerde groep van gevoelige vogelsoorten (n=87) per 1x1 kilometerhokcel.

Kijken we naar het aantal Rode Lijstsoorten en de soorten waarvoor instandhoudingdoelstellingen vanuit de Vogelrichtlijn gelden, dan wordt het beeld iets genuanceerder (figuur 8.2 en 8.3). Rode Lijstsoorten blijken in beperkte mate (maximaal 8) voor te komen in laagvlieggebieden, nog het meest in een aantal droge

heidegebieden in Drenthe en in de Randmeren. Gevoelige broedvogels waarvoor in het kader van de Vogelrichtlijn instandhoudingdoelstellingen worden opgesteld komen vooral voor in de zandgebieden: heide en bosgebieden op de Veluwe, in Drenthe en in de Peel van oostelijk Nederland.



Figuur 8.2. Voorkomen van Rode Lijstsoorten uit de selectie van gevoelige broedvogelsoorten in de laagvlieggebieden.



Figuur 8.3. Voorkomen van broedvogelsoorten met instandhoudingdoelstellingen Vogelrichtlijn uit de selectie van gevoelige broedvogelsoorten in de laagvlieggebieden.

8.4 Verkennende effectanalyse Nachtzwaluw

Om na te gaan of het zin heeft een analyse uit te voeren naar eventuele effecten van laagvliegoefeningen op de Nachtzwaluw zijn de gegevens over Nachtzwaluwen in Nederland op een rij gezet en is nagegaan hoeveel gegevens betrekking hebben op laagvlieggebieden.

Kader 1. Voorspellingskaart huidig voorkomen Nachtzwaluw

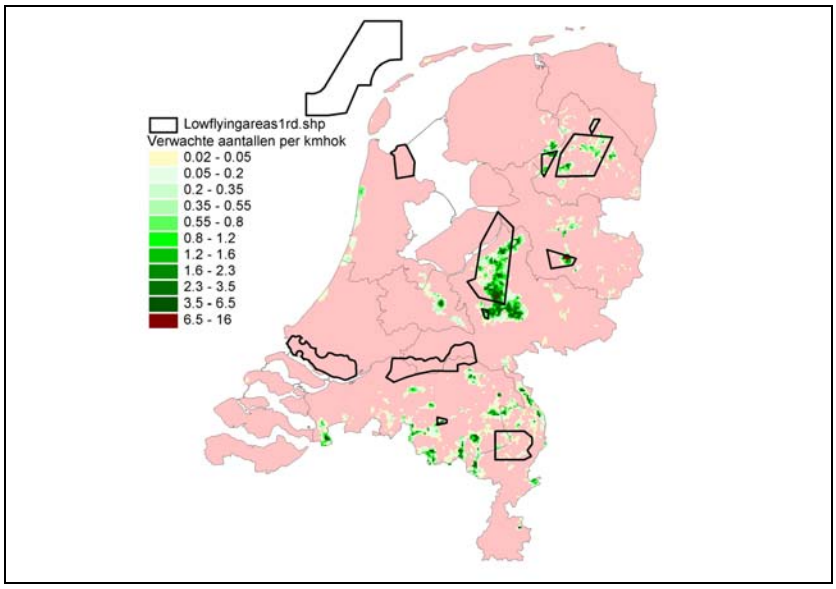
De kaart is gebaseerd op een loglineaire poisson regressie analyse die de kans op voorkomen van de Nachtzwaluw beschrijft op kilometerhokniveau aan de hand van de volgende verklarende variabelen:

1. oppervlakte naaldbos in het atlasblok, waarin het betreffende kilometerhok is gelegen;
2. oppervlakte heide, in een unimodale (optimum) curve (hoogste aantallen Nachtzwaluwen verwacht bij 50% heide);
3. oppervlakte naaldbos in kilometerhok in interactie met het aandeel duinvaaggrond en het percentage natuurgebied;
4. oppervlakte van het grootste aaneengesloten bos- en heidegebied in het kilometerhok (NB: veel van deze gebieden strekken zich tot ver buiten het km-hok uit).

Bovendien zijn de relatieve dichtheden van twee soorten met een met de Nachtzwaluw overeenkomstige biotoopvoorkeur, Boomleeuwerik en Boompieper, opgenomen als verklarende variabelen in het regressiemodel. Deze relatieve dichtheden zijn gebaseerd op het kilometerhok-onderzoek, dat is uitgevoerd voor het broedvogelatlasproject 1998-2000 (SOVON 2002). De regressieanalyses zijn uitgevoerd met het statistiekprogramma GENSTAT.

Figuur 8.4 geeft een beeld van de ligging van de laagvlieggebieden en de schatting van het aantal Nachtzwaluwterritoria per kilometerhok. Hieruit valt af te leiden dat in 8 van de 11 laagvlieggebieden boven het vaste land Nachtzwaluwen aanwezig zijn en dat vooral op de Veluwe, in Drenthe en Overijssel de kerngebieden van de Nachtzwaluw overlappen met de laagvliegzones.

Uit de telgegevens (zie bijlage 6) blijkt dat het vanaf 1990 mogelijk is om de gemiddelde populatietrends van de Nachtzwaluw in gebieden binnen en buiten laagvlieggebieden te vergelijken. Daarbij is echter nog niet bekend in welke mate verstoring zou kunnen optreden en hoe deze tussen de diverse laagvlieggebieden verschilt.



Figuur 8.4. Laagvlieggebieden (zwart omlijnd) en het voorkomen van de Nachtzwaluw in Nederland (zie legenda): aantallen per kilometerhok (zie kader 1 voor methode).

8.4.1 Methode trendanalyse nachtzwaluw

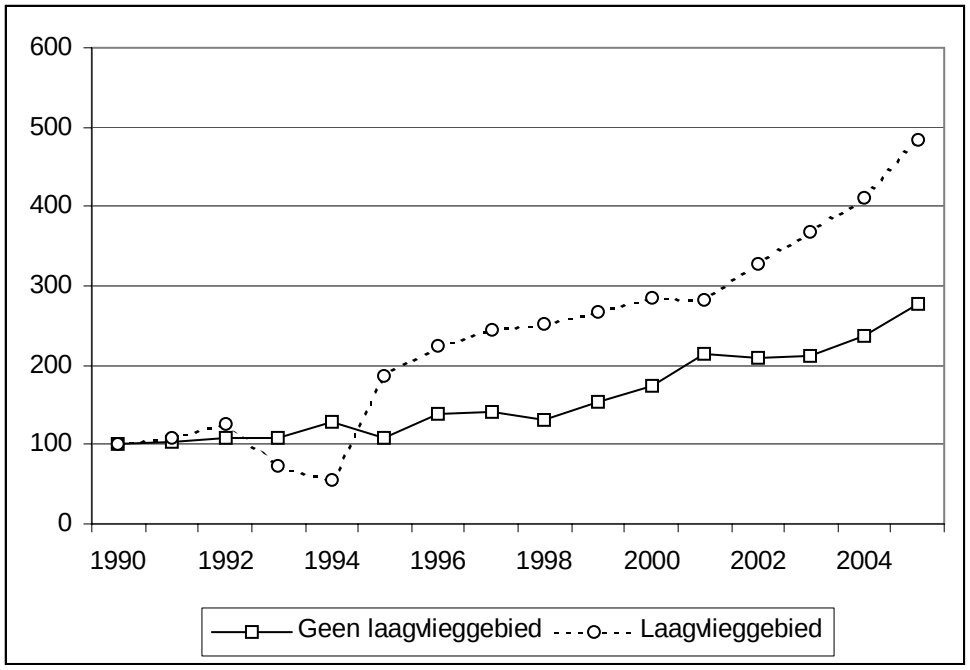
Er zijn drie verschillende deelsets gemaakt op basis van plot/projecttype: BMP-proefvlakken, Kerngebieden en overige LSB-gebieden. Hoewel er enige overlap is tussen de datasets hebben de BMP-plots vooral betrekking op kleinere gebieden en de kerngebieden op grote gebieden. Vervolgens is een trendanalyse uitgevoerd voor elke afzonderlijke combinatie van plot/projecttype en vlieghoogte (tabel 8.3: analyses 1-3 en 5-7). Ook is voor alle telgebieden samen de trend in laagvliegzones en daarbuiten berekend (tabel 8.3: analyses 4 en 8). Om te bepalen of er significante verschillen in trends zijn tussen laagvlieggebieden en daarbuiten zijn de analyses tevens uitgevoerd met laagvlieggebied als co-variaat (tabel 8.3: analyses 9-11). Alle trendanalyse zijn uitgevoerd met het programma TRIM (versie 3.53).

8.4.2 Resultaten

Voor vier combinaties was te weinig informatie beschikbaar voor een trendanalyse (tabel 8.3). In alle overige gevallen neemt de Nachtzwaluw significant toe. De jaarlijkse toename (de 'slope') in laagvlieggebieden is groter dan daarbuiten: 10-12% per jaar in laagvlieggebieden en 7% per jaar daarbuiten (figuur 8.5). Dit verschil in trends is echter niet significant (P=0,8176 voor de kerngebieden en P=0,7126 voor alle telgebieden samen).

Tabel 8.3. Overzicht van uitgevoerde trendanalyse.

Analyse-nummer	Laagvlieggebied	Plot/projecttype	Voldoende informatie voor analyse
1	nee	BMP	ja
2	nee	Kerngebied	ja
3	nee	Overig	nee
4	nee	Alles	ja
5	ja	BMP	nee
6	ja	Kerngebied	ja
7	ja	Overig	nee
8	ja	Alles	ja
9	covariaat	BMP	nee
10	covariaat	Kerngebied	ja
11	covariaat	Alles	ja



Figuur 8.5. Trends van Nachtzwaluwen in laagvlieggebieden en daarbuiten (indexen, 1990=100, kerngebieden).

8.4.3 Discussie

Op basis van de uitgevoerde trendanalyse is er geen reden om aan te nemen dat de trends van Nachtzwaluwen in laagvlieggebieden significant afwijken van gebieden daarbuiten. Het lijkt er zelfs op dat in laagvlieggebieden de soort sterker toeneemt dan daarbuiten. In hoeverre verschillen in habitatkwaliteit hieraan ten grondslag liggen is niet onderzocht. Daarnaast wordt in één van de gebieden (Sallandse Heuvelrug) met een sterke toename – welke daarom zwaar meeweegt in de trend voor laagvlieggebieden – momenteel nauwelijks laag gevlogen.

9 Laagvliegen en zoogdieren

9.1 Inleiding

Het literatuuronderzoek heeft laten zien dat vooral onderzoek is gedaan naar de effecten van verstoring door laagvliegen op hoefdieren. Eén studie presenteerde de effecten van laagvliegen op een grote predator: de Coyote (zie hoofdstuk 5). Dit betekent niet per definitie dat andere zoogdiergroepen niet gevoelig zijn voor laagvliegen, maar de kans dat effecten optreden lijkt wel kleiner omdat er blijkbaar nergens voldoende aanwijzingen zijn geweest om een effect bij de andere zoogdiergroepen te vermoeden en te onderzoeken.

In tegenstelling tot de hoefdieren en grote predatoren zijn veel van de overige zoogdiersoorten in staat om zich te onttrekken aan de verstoring door hun nest(holte) of grondhol/burcht op te zoeken. Dit kan betekenen dat ze minder gevoeligheid vertonen voor de effecten van laagvliegen. Deze gedachte wordt ondersteund door de studies die hebben aangetoond dat de mate van respons van zoogdieren - zoals Coyote, maar ook hoefdieren als bergschapen en –geiten – afneemt als de dieren in staat zijn om dekking te zoeken (Foster & Rahs 1983, Gese et al. 1989, Frid 2003). In theorie zijn er dus twee mogelijkheden:

Hypothese 1: De overige zoogdiergroepen (geen hoefdieren en grote predatoren) zijn niet gevoelig voor verstoring door laagvliegen omdat zij in staat zijn zich aan de verstoring te onttrekken.

Hypothese 2: De overige zoogdiergroepen zijn gevoelig voor verstoring door laagvliegen, maar omdat zij in staat zijn zich aan het zicht te onttrekken zijn de reacties en eventuele effecten minder evident.

In deze verkenning gaan we uit van hypothese 1 en richten we ons bij de beschrijving van mogelijke effecten van laagvliegen in dit hoofdstuk op de wilde hoefdiersoorten in Nederland. Grote predatoren (Wolf, Beer, Lynx, Coyote e.d.) komen in Nederland niet voor en blijven daarom verder buiten beschouwing.

9.2 Lijst met mogelijk gevoelige zoogdiersoorten

In Nederland komen vijf wilde hoefdiersoorten voor die als inheems worden beschouwd: Edelhert, Damhert, Ree, Wild zwijn en Wisent. Laatstgenoemde soort is recent geïntroduceerd in het duingebied. De introductie bevindt zich nog in een experimentele fase en de uitgezette dieren bevinden zich nog in een omrasterd gebied (Kivit et al. 2006). Andere in Nederland voorkomende wilde hoefdiersoorten zijn Moeflon, Japans Sikahert en Muntjak/Blafhert. Deze soorten zijn uitgezet en/of ontsnapt en kunnen worden gezien als exoten (Broekhuizen et al. 1992). Deze soorten blijven hier daarom verder buiten beschouwing.

In steeds meer natuurgebieden worden grote grazers ingezet (paarden en runderen) als beheersmaatregel (Kuiters et al. 2003). In sommige situaties leven deze dieren jaarrond in een gebied en hebben een grote mate van zelfredzaamheid, zoals de Konikpaarden en Heckrunderen in de Oostvaardersplassen of de Schotse Hooglanders op de Veluwezoom. Deze grote grazers ondervinden mogelijk hinder van laagvliegen. Deze soorten hoefdieren behoren echter niet tot de wilde inheemse fauna, maar worden vooral uit beheersoverwegingen uitgezet. Deze soorten blijven in deze verkenning daarom verder buiten beschouwing.

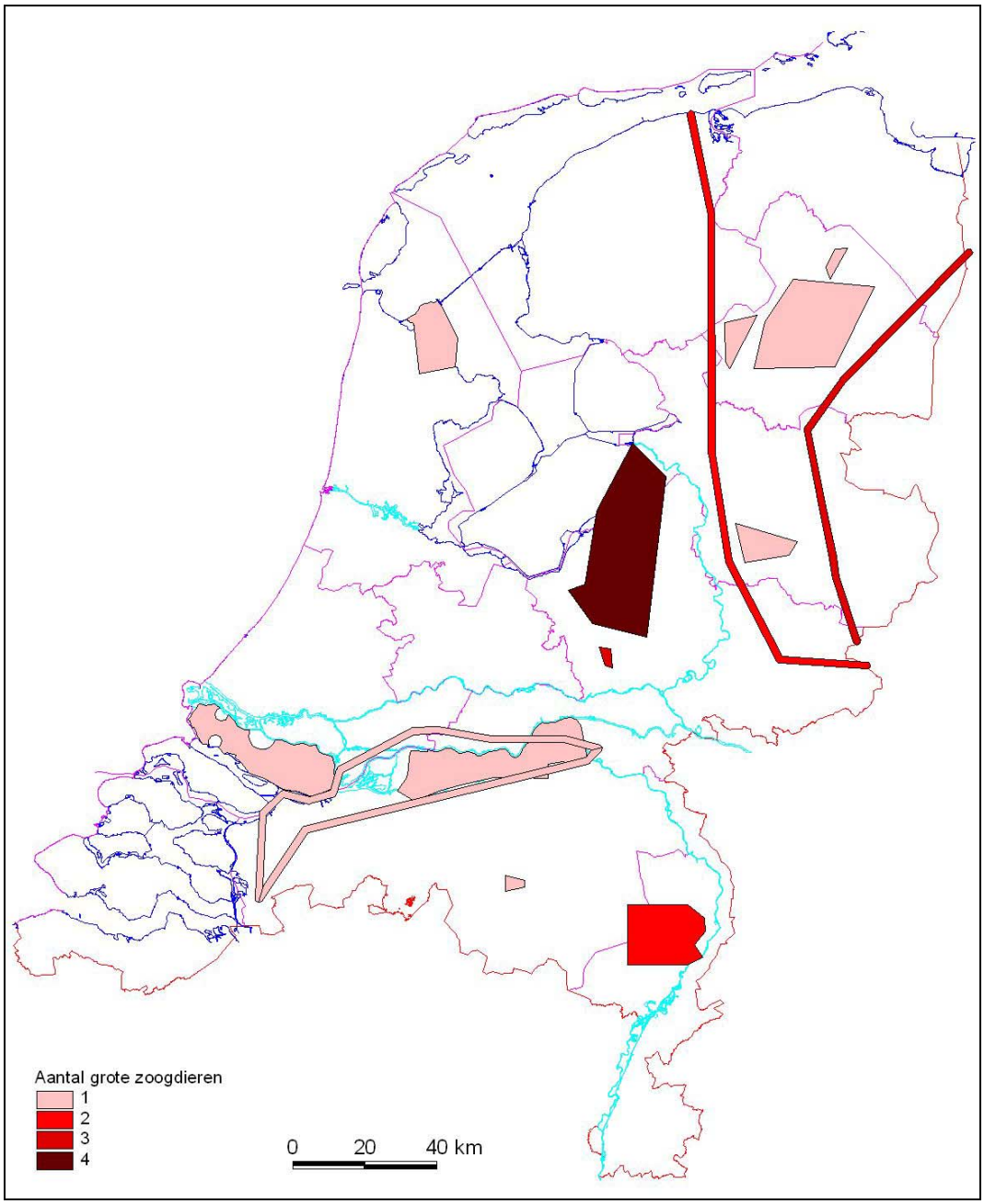
9.3 Voorkomen van gevoelige soorten in laagvlieggebieden

Figuur 9.1 geeft het aantal voor verstoring door laagvliegen gevoelige soorten (wilde inheemse hoefdieren) per laagvlieggebied en –route. In laagvlieggebied GLV-VII (Veluwe/Randmeren) komen 4 soorten voor (Edelhert, Damhert, Ree en Wild zwijn). In laagvlieggebied GLV-IV (Ginkelse heide) en laagvliegroute 1 (Achterhoek-Oost Groningen) komen 3 soorten voor (Edelhert, Ree en Wild zwijn). Ingeval van laagvliegroute 1 betreft het voor Edelhert en Wild zwijn incidentele maar wel recente waarnemingen (mondelinge mededeling: G. Groot Bruinderink). In laagvlieggebied GLV-VIII (Peel) en laagvliegroute 2 (Lauwersmeer-Achterhoek) komen 2 soorten voor (Ree en Wild zwijn). Ingeval van zowel laagvlieggebied als -route betreft het hier voor Wild zwijn incidentele maar wel recente waarnemingen (mondelinge mededeling: G. Groot Bruinderink). In alle overige laagvlieggebieden en –routes komt 1 soort voor: het Ree. De Wisent wordt niet binnen de laagvlieggebieden/-routes aangetroffen. Deze soort komt vooralsnog uitsluitend voor in Nationaal Park Zuid-Kennemerland.

9.4 Effectvoorspelling

Hoe de wilde inheemse hoefdiersoorten reageren op laagvliegen van militaire vliegtuigen is vooralsnog voor geen van de soorten onderzocht. Er kan hier dus uitsluitend een (voorzichtige) inschatting gemaakt worden van de mogelijke effecten van laagvliegen op basis van expertkennis over de betreffende soorten.

Van de in Nederland voorkomende hoefdiersoorten is alleen een onderzoek naar het effect van laagvliegen op reeën bekend (Mrlik 1987). Dit betrof een studie naar de (vlucht)reacties van reeën bij nadering van een klein (agrarisch) propellervliegtuig. De dieren reageerden door een toename in alertheid en vluchtgedrag. Als het tot vluchten kwam renden de dieren gemiddeld 250 m. De afstand tussen het vliegtuig en de dieren op het moment dat de dieren tot vluchtgedrag overgingen was relatief beperkt: 50-70 m bij een vlieghoogte van 50-100 m. De auteur suggereert dat de dieren aan de vliegtuigen gewend zijn (habituatie) en daarom pas laat vluchten.



Figuur 9.1. Het aantal voor verstoring door laagvliegen gevoelige soorten (wilde inheemse hoefdieren) per laagvlieggebied en –route.

Het ligt in de lijn der verwachting dat reeën – maar ook de andere hoefdiersoorten – ook vluchtgedrag zullen vertonen bij laagvliegen met militaire toestellen, zeker wanneer dit incidenteel gebeurt en habituatie hierdoor niet plaatsvindt. Incidentele waarnemingen van terreinbeheerders en natuurbeschermers bevestigen deze verwachting. Zo is meerdere malen gerapporteerd dat edelherten hun activiteiten onderbreken en op de vlucht slaan bij laag overvliegende toestellen (bron: Vereniging tot behoud van het Veluws hert). De stress die de dieren ervaren als gevolg van het

laagvliegen, evenals de energie die dergelijke vluchtacties kost, kan de conditie van de dieren negatief beïnvloeden. Dit hoeft niet per definitie permanente gevolgen te hebben, maar kan in extreme situaties naar verwachting wel de fitness, het activiteitenpatroon en de sociale interacties van het dier dusdanig beïnvloeden dat de reproductie afneemt. Dit effect is naar verwachting het grootst wanneer de verstoring tijdens de voortplantingsperiode plaatsvindt. Het vluchtgedrag kan ook leiden tot verwonding en/of sterfte doordat dieren in stress tegen rasters oprennen of (drukke) verkeerswegen oversteken. De kans hierop neemt toe in relatief kleine en/of sterk gefragmenteerde leefgebieden, waar de ruimte om aan de verstoringbron te "ontsnappen" beperkt is.

In Nederland zijn de betreffende hoefdierpopulaties zwaar beheerde populaties: het aantal dieren van deze soorten wordt jaarlijks door afschot gereguleerd. De effecten van verstoring door laagvliegen zijn in de huidige situatie daarom voor deze soorten vooral op het individuniveau. Dieren verliezen energie, raken gewond of sterven zelfs als gevolg van vluchtreacties. Als de effecten op populatieniveau er al zijn – een verminderde reproductie en verhoogde sterfte binnen populaties waardoor de populatiegrootte afneemt – dan is dit effect naar verwachting zeer gering en wordt volledig teniet gedaan door factoren die een positieve uitwerking hebben op de populatiegrootte en levensvatbaarheid. De populaties van zowel Edelhert, Damhert, Ree en Wild zwijn groeien immers en de hoogte van de jaarlijkse afschotcijfers suggereren niet dat er een probleem is met de levensvatbaarheid van de populaties.

10 Effectkansen per laagvlieggebied/-route

10.1 Inleiding

De kans op negatieve effecten als gevolg van verstoring door laagvliegen verschilt per laagvlieggebied en –route. Op basis van de verkenningen in dit onderzoek zijn er gebieden/routes aan te wijzen die naar verwachting meer problemen oproepen dan andere. In dit hoofdstuk presenteren we de effectkansen per laagvlieggebied en –route. Daarbij is eerst een korte samenvatting gegeven van de bevindingen uit dit onderzoek per laagvlieggebied/-route. Vervolgens is voor ieder laagvlieggebied/-route een kwalitatieve inschatting gemaakt van de kansen op negatieve effecten van verstoring door laagvliegen. De inschattingen van de effectkansen betreffen een expertoordeel. Hierbij zijn vier klassen onderscheiden:

0 = geen kans op negatieve effecten van laagvliegen op fauna;
* = kans op negatieve effecten van laagvliegen op fauna is klein;
** = kans op negatieve effecten van laagvliegen op fauna is matig;
*** = kans op negatieve effecten van laagvliegen op fauna is groot.

10.2 Kans op effecten per laagvlieggebied en -route

De samenvattingen van de bevindingen, conclusies en effectkansen, uitgewerkt per laagvlieggebied en –route, zijn op navolgende pagina's gepresenteerd.

GLV-I	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief klein (2.132 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer laag (tot 1 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 35% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke en noordwestelijke helft van het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 71% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 50% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 15 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 48 vogelsoorten en 7 zoogdiersoorten. - Er zijn 34 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 8 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het centrale, noordwestelijk en zuidoostelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 48% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke helft van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 10 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is niet van belang voor beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het zuidelijk deel van het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het centrale en noordelijke deel van het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is relatief klein en wordt voor een groot deel ingenomen door natuurgebied met voor verstoring gevoelige soorten dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn hierdoor weinig mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: ***	

GLV-II	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief groot (57.371 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief laag (tot 24 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 35% uit EHS. - Het EHS-gebied ligt verspreid over het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 40% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 18% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 22 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 52 vogelsoorten en 7 zoogdiersoorten. - Er zijn 38 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 9 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten liggen verspreid over het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 11% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in het zuidwestelijk deel van het laagvlieggebied. In de overige delen is het verspreid gelegen. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 19 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 0 en 1 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het zuidwestelijk deel van het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het zuidoostelijke, centrale en noordelijke deel van het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is relatief groot en wordt voor bijna de helft ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. De natuurwaarden liggen verspreid over het gebied waardoor er mogelijkheden zijn om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: **	

GLV-III	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief klein (6.601 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer laag (tot 1 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 49% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke en noordelijke helft van het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 58% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 30% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 17 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 51 vogelsoorten en 7 zoogdiersoorten. - Er zijn 37 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 8 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het noordwestelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 44% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in het noordoostelijk en zuidelijk deel van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 10 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is niet van belang voor beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het westelijk deel van het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het oostelijk en zuidelijk deel van het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is relatief klein en wordt voor een groot deel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn hierdoor weinig mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: ***	

GLV-IV	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief klein (1.315 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief laag (tot 29 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 86% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten en beslaat nagenoeg het gehele laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 92% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 64% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 9 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 52 vogelsoorten en 7 zoogdiersoorten. - Er zijn 38 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 9 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het centrale en noordelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 86% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in bijna het gehele laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 13 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 0 en 1 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen niet voor in het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen vrijwel overal voor in het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komen 3 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoorten voor binnen het laagvlieggebied (Edelhert, Ree, Wild zwijn).
Conclusie: Het gebied is relatief klein en wordt bijna geheel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn hierdoor geen mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: ***	

GLV-V	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief klein (1.770 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer hoog (tot 420 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 62% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke helft van het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 64% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 3% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 6 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 33 vogelsoorten en 7 zoogdiersoorten. - Er zijn 19 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er is 1 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoort (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - Er worden geen hoge concentraties aan doelsoorten gevonden in het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 0% uit NATURA 2000. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden geen beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is niet van belang voor beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen niet voor in het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het zuidelijk deel van het laagvlieggebied. - Op de meeste plaatsen is er sprake van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is relatief klein en wordt voor een groot deel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS. Het betreft echter natuur die weinig gevoelig is voor verstoring door laagvliegen, zoals multifunctioneel bos.	
Kans op effecten: **	

GLV-VI	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief klein (10.945 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer laag (tot 6 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 36% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de oostelijke helft van het laagvlieggebied. In het westen ligt het EHS-gebied meer verspreid. *Natuurdoelen* - Voor 38% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 10% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 26 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 109 vogelsoorten en 26 zoogdiersoorten. - Er zijn 54 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 30 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 16 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er is een voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort als doelsoort aangewezen (Damhert). - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het noordwestelijk en oostelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 17% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in de oostelijke helft van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 6 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is niet van belang voor beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen niet voor in het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen vrijwel overal voor in het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is relatief klein en wordt voor minder dan de helft ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn hierdoor mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: **	

GLV-VII	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief zeer groot (83.880 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer hoog (tot 266 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 66% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten rond de Randmeren, in het centrale en in het zuidelijke deel van het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 70% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 13% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 53 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 106 vogelsoorten en 25 zoogdiersoorten. - Er zijn 58 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 33 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 16 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er is een voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort als doelsoort aangewezen (Damhert). - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden rond de randmeren en in het centrale en zuidelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 58% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in het centrale en zuidelijk deel van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 21 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 19 en 1 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het noordelijk deel van het laagvlieggebied (Randmeren). - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen verspreid voor in het centrale/zuidelijk deel van het laagvlieggebied. - Lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen verspreid voor in het centrale en zuidelijk deel van het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komen 4 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoorten voor binnen het laagvlieggebied (Edelhert, Damhert, Ree, Wild zwijn).
Conclusie: Het gebied is zeer groot en wordt voor meer dan de helft ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Gevoelige vogelsoorten bevinden zich vooral rondom de Randmeren. Gevoelige zoogdiersoorten komen voor op de Veluwe. Er zijn mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: **	

GLV-VIII	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief groot (33451 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer laag (tot 13 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 30% uit EHS. - Het EHS-gebied ligt verspreid over het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 32% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 10% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 33 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 57 vogelsoorten en 8 zoogdiersoorten. - Er zijn 42 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 12 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het noordwestelijk en zuidelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 10% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in het noordwestelijk deel van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 3 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 10 en 0 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het noordelijk en westelijk deel van het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het centrale, noordoostelijk en zuidelijk deel van het laagvlieggebied. - Lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het zuidoostelijk en noordwestelijk deel van het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komen 3 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoorten voor binnen het laagvlieggebied (Edelhert, Ree, Wild zwijn).
Conclusie: Het gebied is groot en wordt voor een groot deel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn goede mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: **	

Maaswaal	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief zeer groot (51.307 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief zeer hoog (tot 405 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 15% uit EHS. - Het EHS-gebied ligt vooral geconcentreerd langs de rivieren in het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 20% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 12% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 24 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 48 vogelsoorten en 7 zoogdiersoorten. - Er zijn 40 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 12 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 6 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het centrale en oostelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 4% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is min of meer aaneengesloten langs de rivier de Waal in het noordelijk deel van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 3 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 21 en 0 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het noordelijk deel van het laagvlieggebied, lang de Waal. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen vrijwel overal voor in het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is groot en wordt slechts voor een klein deel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn goede mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: *	

Voorne-Putten / Hoeksewaard	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief groot (41.098 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief laag (<25 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 16% uit EHS. - Het EHS-gebied ligt verspreid in het laagvlieggebied met grotere kernen in de duinen en het centrale deel van de Hoeksche Waard. *Natuurdoelen* - Voor 11% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 7% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 47 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 58 vogelsoorten en 8 zoogdiersoorten. - Er zijn 47 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 20 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 6 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het meest westelijke deel (duinen) en verspreid langs de binnenwateren in het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 9% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in het meest westelijk deel (duinen) van het laagvlieggebied. *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 9 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 36 en 1 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen vooral voor in het centrale deel van het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen vrijwel overal voor in het. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is groot en wordt voor slechts een klein deel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn goede mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: *	

Wieringermeerpolder	
Algemeen	- Het laagvlieggebied is relatief groot (18.787 ha). - De intensiteit van het laagvliegen is relatief laag (tot 62 uur/jaar).
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 6% uit EHS. - Het EHS-gebied is geconcentreerd in het noordoostelijk deel van het laagvlieggebied. *Natuurdoelen* - Voor 6% van het oppervlak van het laagvlieggebied zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 4% van het oppervlak van het laagvlieggebied wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen het laagvlieggebied worden 13 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor 51 vogelsoorten en 5 zoogdiersoorten. - Er zijn 44 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 17 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 6 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het noordoostelijk deel van het laagvlieggebied.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor <1% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied bevindt zich in het uiterste noorden van het laagvlieggebied (Waddenzeekust). *Beschermde habitattypen* - Binnen het laagvlieggebied worden geen beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - Het laagvlieggebied is van belang voor respectievelijk 62 en 0 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Hoge concentraties (16-30 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het centrale en westelijke deel van het laagvlieggebied. - Gemiddelde concentraties (6-15 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten komen voor in het noordelijk, oostelijk en zuidelijk deel van het laagvlieggebied. - Er zijn maar weinig plekken waar sprake is van lage concentraties (1-5 soorten) van gevoelige broedvogelsoorten binnen het laagvlieggebied.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen het laagvlieggebied (Ree).
Conclusie: Het gebied is groot maar wordt voor slechts een klein deel ingenomen door natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Er zijn goede mogelijkheden om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: *	

Route 1 (Achterhoek-Oost Groningen)	
Algemeen	- De laagvliegroute beslaat een oppervlak van 25.708 ha. - De intensiteit van het laagvliegen is onbekend.
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor 7% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke en noordwestelijke helft van de laagvliegroute. *Natuurdoelen* - Voor 6% van het oppervlak van de laagvliegroute zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 2% van het oppervlak van de laagvliegroute wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen de laagvliegroute worden 44 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - De laagvliegroute is van belang voor 117 vogelsoorten en 27 zoogdiersoorten. - Er zijn 62 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 35 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 16 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het zuidelijk deel van de laagvliegroute.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor <1% uit NATURA 2000. *Beschermde habitattypen* - Binnen de laagvliegroute worden 10 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - De laagvliegroute is van belang voor respectievelijk 0 en 1 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Onbekend.
Zoogdieren	- Er komen 3 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoorten voor binnen de laagvliegroute (Edelhert, Ree, Wild zwijn).
Conclusie: De laagvliegzone kent relatief weinig oppervlakten natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Deze strekken zich veelal uit over de gehele breedte van de zone waardoor er weinig mogelijkheden zijn om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: *	

Route 2 (Lauwersmeer-Achterhoek)	
Algemeen	- De laagvliegroute beslaat een oppervlak van 36.241 ha. - De intensiteit van het laagvliegen is onbekend.
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor 9% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke en noordwestelijke helft van de laagvliegroute. *Natuurdoelen* - Voor 15% van het oppervlak van de laagvliegroute zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 2% van het oppervlak van de laagvliegroute wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen de laagvliegroute worden 61 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - De laagvliegroute is van belang voor 117 vogelsoorten en 27 zoogdiersoorten. - Er zijn 62 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 35 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 16 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het zuidelijk deel van de laagvliegroute.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor 1% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied ligt op twee plaatsen in Overijssel en op twee plaatsen in Friesland, waarvan één op de grens met de Waddenzee. *Beschermde habitattypen* - Binnen de laagvliegroute worden 12 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - De laagvliegroute is van belang voor respectievelijk 56 en 1 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Onbekend.
Zoogdieren	- Er komen 3 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoorten voor binnen de laagvliegroute (Edelhert, Ree, Wild zwijn).
Conclusie: De laagvliegzone kent relatief weinig oppervlakten natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Deze strekken zich veelal uit over de gehele breedte van de zone waardoor er weinig mogelijkheden zijn om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: *	

Route 3 (Betuwe-Biesbosch-West Brabant)	
Algemeen	- De laagvliegroute beslaat een oppervlak van 25.623 ha. - De intensiteit van het laagvliegen is onbekend.
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor 30% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke en noordwestelijke helft van de laagvliegroute. *Natuurdoelen* - Voor 22% van het oppervlak van de laagvliegroute zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 9% van het oppervlak van de laagvliegroute wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen de laagvliegroute worden 53 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - De laagvliegroute is van belang voor 61 vogelsoorten en 9 zoogdiersoorten. - Er zijn 46 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 15 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden gevonden in het oostelijk deel van de laagvliegroute.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor 24% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten ten westen van de Biesbosch en nabij de zuidpunt van de laagvliegroute. *Beschermde habitattypen* - Binnen de laagvliegroute worden 8 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - De laagvliegroute is van belang voor respectievelijk 49 en 2 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Onbekend.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen de laagvliegroute (Ree).
Conclusie: De laagvliegzone kent relatief grote oppervlakten natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Deze strekken zich uit over de gehele breedte van de zone waardoor er weinig mogelijkheden zijn om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: ***	

Route 4 (West Brabant-Noordoost Brabant)	
Algemeen	- De laagvliegroute beslaat een oppervlak van 21.226 ha. - De intensiteit van het laagvliegen is onbekend.
EHS	*Ruimtelijke configuratie* - De laagvliegroute bestaat voor 14% uit EHS. - Het EHS-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidelijke en noordwestelijke helft van de laagvliegroute. *Natuurdoelen* - Voor 9% van het oppervlak van de laagvliegroute zijn natuurdoelen aangewezen. - Circa 5% van het oppervlak van de laagvliegroute wordt ingenomen door natuurdoelen die als potentieel gevoelig voor verstoring zijn aan te duiden. *Natuurdoeltypen* - Binnen de laagvliegroute worden 41 natuurdoeltypen aangetroffen. *Doelsoorten* - De laagvliegroute is van belang voor 61 vogelsoorten en 9 zoogdiersoorten. - Er zijn 46 voor laagvliegen gevoelige broedvogelsoorten als doelsoort aangewezen. - Er zijn 15 voor laagvliegen gevoelige watervogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn 7 voor laagvliegen gevoelige roofvogelsoorten (broedvogels en pleisteraars) als doelsoort aangewezen. - Er zijn geen voor laagvliegen gevoelige zoogdieren als doelsoort aangewezen. - De hoogste concentraties aan doelsoorten worden verspreid over de laagvliegroute gevonden.
NATURA 2000	*Ruimtelijke configuratie* - Het laagvlieggebied bestaat voor 3% uit NATURA 2000. - Het NATURA 2000-gebied is sterk aaneengesloten in de zuidpunt van de laagvliegroute. *Beschermde habitattypen* - Binnen de laagvliegroute worden 3 beschermde habitattypen aangetroffen. *Beschermde soorten* - De laagvliegroute is van belang voor respectievelijk 6 en 0 beschermde vogel- en zoogdiersoorten van NATURA 2000.
Broedvogels	- Onbekend.
Zoogdieren	- Er komt 1 voor laagvliegen gevoelige zoogdiersoort voor binnen de laagvliegroute (Ree).
Conclusie: De laagvliegzone kent relatief geringe oppervlakten natuurgebied dat is aangewezen als EHS en/of NATURA 2000. Deze strekken zich meestal niet uit over de gehele breedte van de zone waardoor er mogelijkheden zijn om het laagvliegen binnen het gebied te zoneren.	
Kans op effecten: **	

11 Aanbevelingen

In dit hoofdstuk doen we enkele algemene aanbevelingen om mogelijke knelpunten tussen laagvliegen en de huidige/toekomstige natuurwaarden in Nederland te voorkomen c.q. te beperken. Het betreft "mono-disciplinaire" aanbevelingen, alleen gebaseerd op de ecologische inzichten die dit onderzoek heeft geleverd. Andere aspecten, zoals geluidhinder voor mensen, verstoring van landbouwhuisdieren of militaire belangen, zijn niet betrokken. Na integratie van alle aspecten kan daarom een ander "eindplaatje" ontstaan. Doel van de aanbevelingen is om een handvat te bieden bij de verdere beleid- en besluitvorming om de mogelijke effecten van verstoring door laagvliegen in de laagvlieggebieden/-routes te voorkomen of te beperken.

Voor het vermijden van mogelijke effecten op voor laagvliegen gevoelige vogels gelden de volgende aanbevelingen:
- Onderzoek de mogelijkheid om het laagvliegen geografisch te zoneren, waarbij de binnen het laagvlieggebied gelegen EHS- en NATURA 2000-gebieden met hoge dichtheden aan voor laagvliegen gevoelige vogelsoorten zo veel mogelijk worden ontzien. Aandachtsgebieden zijn de relatief grote laagvlieggebieden, waarbij er binnen de gebieden grote oppervlakten "wit gebied" aanwezig zijn.
- Onderzoek de mogelijkheid om het laagvliegen in tijd te faseren, waarbij het paar- en broedseizoen zo veel mogelijk worden ontzien.
- Onderzoek de mogelijkheid om een minimale vlieghoogte in te stellen op locaties binnen de laagvlieggebieden/-routes waar hoge dichtheden aan voor laagvliegen gevoelige vogelsoorten voorkomen.

Voor het vermijden van mogelijke effecten op voor laagvliegen gevoelige zoogdieren gelden de volgende aanbevelingen:
- Onderzoek de mogelijkheid om de laagvliegactiviteiten te concentreren in gebieden met relatief weinig gevoelige zoogdiersoorten.
- Onderzoek de mogelijkheid om laagvliegen boven relatief kleine leefgebieden waar de mogelijkheden voor de dieren om te "ontsnappen" aan de verstoring gering zijn en het aantal barrières (rasters, wegen) groot zo veel mogelijk te vermijden.
- Onderzoek de mogelijkheid om binnen de grotere laagvlieggebieden robuuste "rustgebieden" aan te wijzen waar niet of zeer beperkt gevlogen wordt of waar mogelijk restricties aan de vlieghoogte kunnen worden gesteld.
- Onderzoek de mogelijkheid om het laagvliegen in de voortplantingstijd en de periode dat de jongen worden geboren zo veel mogelijk te vermijden.

Algemene aanbevelingen ten aanzien van ligging en omvang van de laagvlieggebieden/-routes:
- Onderzoek of de functie als laagvlieggebied kan worden opgeheven voor de laagvlieggebieden met een hoge effectkans en weinig tot geen mogelijkheden om het laagvliegen te zoneren of temporiseren. Dit betreft dus vooral de relatief

kleine laagvlieggebieden met een hoge dichtheid aan voor laagvliegen gevoelige soorten.

- Onderzoek de mogelijkheid om de begrenzing van het laagvlieggebied aan te passen waardoor gebiedsdelen met een hoge dichtheid aan voor laagvliegen gevoelige soorten verder buiten de laagvliegzone komen te liggen.

12 Conclusies

12.1 Literatuuronderzoek

- Er is vooral onderzoek gedaan naar de effecten van verstoring door laagvliegen op vogels en zoogdieren. Voor vogels zijn effecten van laagvliegen vooral onderzocht en vastgesteld voor watervogel, kust- en zeevogels, wadvogels en roofvogels. Voor zoogdieren zijn effecten van laagvliegen vooral onderzocht voor hoefdieren. Het is niet uit te sluiten dat ook sommige niet-hoefdieren gevoelig zijn voor verstoring door laagvliegen.
- Laagvliegen kan verstorende, negatieve effecten op vogels hebben. De meest direct waarneembare en in de literatuur vrijwel uitsluitend beschreven vormen van verstoring van vogels door laag overkomende vliegtuigen zijn veranderingen van gedrag. Deze primaire, zichtbare reacties variëren tussen soorten en hangen binnen een soort af van factoren als leeftijd, geslacht, levenscyclus, conditie, eerdere ervaring met laagvliegen, de fase van de jaarcyclus waarin het individu op dat moment verkeert en ecosysteemkenmerken zowel in de tijd als in de ruimte. De reacties lopen uiteen van indifferentie en onbelangrijke, kortdurende onderbrekingen van het gedrag, tot opvliegen, wegvluchten en extreme paniek. De verstoring kan gevolgen hebben voor de conditie en overlevingskansen van het individu, voor de perspectieven van de voortplanting en uiteindelijk voor de populatie. Hierover is voor vogels echter weinig bekend omdat daarop specifiek gericht onderzoek lijkt te ontbreken.
- De effecten van laagvliegen variëren voor hoefdieren van kortdurende gedragsreacties, zoals het onderbreken van foerageren, een verhoogde alertheid of een vluchtrespons, tot meer langdurende veranderingen, zoals het verleggen van de home range en het veranderen van dagelijkse activiteitenpatronen. In een aantal studies is aangetoond dat dit leidt tot een verhoogd energieverbruik, een verlaagde fitness en een verlaagde reproductie. Directe sterfte van dieren als gevolg van laagvliegen is slechts in beperkte mate vastgesteld en is dan een gevolg van vluchtreacties waarbij dieren zich verwonden.
- Weinig studies besteden aandacht aan eventuele habituatie van de dieren aan de verstorende werking van laagvliegen. Waar habituatie wel is onderzocht zijn de uitkomsten soms tegenovergesteld. Habituatie lijkt daarmee niet alleen afhankelijk van de soort maar ook van de lokale omstandigheden zoals de aard en frequentie van laagvliegen en de habitat. In meerdere studies wordt habituatie verondersteld, maar ontbreken de gegevens die dit kunnen onderbouwen.
- In de literatuur zijn het stellen van restricties in ruimte, tijd, vlieghoogte, vliegtuigtype en trainingsmanoeuvres gesuggereerd als mitigerende maatregel. Ook educatie van piloten, inclusief het vergroten van de kennis en het bewustzijn over de effecten van laagvliegen op natuurwaarden, is als maatregel voorgesteld. Daarnaast zijn maatregelen in de habitat van de dieren een optie, waarmee verspreiding- en bewegingspatronen van dieren preventief kunnen worden aangepast waardoor het contact met laagvliegactiviteiten afneemt.

- De kwaliteit van bestaande studies verschilt sterk. Experimenteel opgezet onderzoek is een uitzondering. De extrapoleerbaarheid van veel resultaten is hierdoor laag. Vergelijkingen tussen studies zijn moeilijk te maken door verschillen in aanpak en meetvariabelen.

12.2 Laagvliegen en de EHS

- Er zijn zowel tussen als binnen de laagvlieggebieden/-routes grote verschillen in de kans dat effecten optreden als gevolg van laagvliegen. Hiervoor zijn de volgende oorzaken aan te wijzen:
  - De overlap tussen EHS-gebieden en laagvlieggebieden/-routes en de ruimtelijke spreiding van de EHS binnen de laagvlieggebieden/-routes varieert sterk per gebied/route.
  - Binnen de laagvlieggebieden en –routes wordt een grote variatie aan natuurdoelen aangetroffen. Het oppervlak van potentieel voor verstoring gevoelige natuurdoelen varieert sterk per laagvlieggebied/-route.
  - Het aantal doelsoorten waarmee rekening moet worden gehouden varieert sterk per laagvlieggebied/-route voor zowel vogels als zoogdieren. Ook binnen de laagvlieggebieden en –routes zijn er grote verschillen in aantallen (gevoelige) doelsoorten per plek.
- De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de doelsoorten uit de soortgroep vogels groot omdat een groot deel van de doelsoorten, zowel wat betreft broedvogels als pleisteraars, gevoelig is voor verstoring.
- De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de doelsoorten uit de soortgroep zoogdieren gering omdat weinig soorten die als 'gevoelig' zijn aangemerkt (hoefdieren) als doelsoort zijn aangewezen.
- De grote verschillen in de kans op effecten van laagvliegen maken dat de verschillende vormen van mitigatie, zoals het reguleren van laagvliegen in ruimte en tijd, niet overal even effectief en/of haalbaar zijn.

12.3 Laagvliegen en NATURA 2000

- Voor NATURA 2000 gebieden binnen de laagvlieggebieden/-routes geldt, net als bij de EHS, dat er sprake is van grote verschillen tussen en binnen laagvlieggebieden/-routes wat betreft oppervlak en spreiding NATURA 2000, aantal en typen beschermde habitattypen en aantal en typen beschermde diersoorten. Hierdoor verschillen de kansen dat effecten optreden als gevolg van laagvliegen per gebied/route.
- De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de beschermde vogels van NATURA 2000 zeer groot omdat bijna alle soorten, zowel wat betreft broedvogels als pleisteraars, gevoelig zijn voor verstoring.
- De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor de beschermde zoogdieren van NATURA 2000 gering omdat geen van de soorten als 'gevoelig' zijn aan te merken (hoefdieren).

- Het oppervlak NATURA 2000 binnen de laagvlieggebieden/-routes is kleiner dan het oppervlak EHS. Ook zijn de gebieden meestal meer aaneengesloten. Dit maakt dat er betere mogelijkheden zijn voor mitigatie in de vorm van ruimtelijke zonering.

12.4 Effecten op broedvogels en zoogdieren

- De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor broedvogels groot doordat duidelijke concentraties van (hoge) aantallen gevoelige soorten zijn aan te wijzen binnen de laagvlieggebieden/-routes. De grootste concentraties gevoelige soorten komen voor in Drenthe, in waterrijke gebieden langs de Randmeren, Maas en Waal en in enkele Peelgebieden.
- Rode Lijstsoorten komen in beperkte mate voor in de laagvlieggebieden, nog het meest in een aantal droge heidegebieden in Drenthe en in de Randmeren. Gevoelige broedvogels waarvoor in het kader van de Vogelrichtlijn instandhoudingdoelstellingen worden opgesteld komen vooral voor in de zandgebieden: heide en bosgebieden op de Veluwe, in Drenthe en in de Peelgebieden.
- De kansen op significante effecten van verstoring door laagvliegen lijkt voor zoogdieren gering doordat het aantal gevoelige soorten (hoefdieren) laag is binnen de laagvlieggebieden/-routes. De meeste gevoelige soorten komen voor op de Veluwe. Elders komt alleen het Ree voor en incidenteel zwervende Edelherten en/of Wilde zwijnen.
- Er is weinig onderzoek verricht naar de effecten van laagvliegen op de in Nederland voorkomende hoefdiersoorten. De ervaring is dat deze soorten – net als veel hoefdiersoorten elders in de wereld – vluchtgedrag vertonen bij laagvliegen met militaire toestellen. Dit heeft in de huidige situatie wat betreft laagvliegen naar verwachting alleen effect op het individu (o.a. verhoogd energieverbruik, stress, verlaagde fitness, verwonding) en niet op de populaties (o.a. verminderde reproductie, daling populatie omvang/groei), aangezien de populaties groeien en met jaarlijks afschot worden beheerd.

12.5 Effectkans en aanbevelingen

- De verkenning van de kans op effecten als gevolg van verstoring door laagvliegen laat zien dat er grote verschillen zijn tussen en binnen de laagvlieggebieden. Zowel de kwantiteit als kwaliteit aan voor verstoring gevoelige natuur verschilt sterk per laagvlieggebied/-route en daarmee de geschiktheid van de gebieden als laagvlieggebied vanuit ecologisch perspectief. Tevens verschillen hierdoor de mogelijkheden om effecten te kunnen mitigeren.
- De kans dat negatieve effecten optreden als gevolg van het gebruik als laagvlieggebied wordt groot geacht in de gebieden GLV-I, GLV-III, GLV-IV en Route 3. De kans dat negatieve effecten optreden als gevolg van het gebruik als laagvlieggebied wordt matig geacht in de gebieden GLV-II, GLV-V, GLV-VI, GLV-VII, GLV-VIII en Route 4. De kans dat negatieve effecten optreden als

gevolg van het gebruik als laagvlieggebied wordt klein geacht in de gebieden Maaswaal, Voorne-Putten/Hoekschewaard, Wieringermeerpolder, Route 1 en Route 2.

- Op basis van het onderzoek zijn er drie algemene aanbevelingen te formuleren: (1) Heroverweeg het gebruik als laagvlieggebied voor gebieden die relatief klein zijn, maar waarvoor wel een hoge effectkans voor verstoring van gevoelige natuurwaarden geldt; (2) Onderzoek de mogelijkheid om de begrenzingen van het laagvlieggebied of de laagvliegroute aan te passen waardoor natuurkernen met gevoelige natuurwaarden net buiten in plaats van binnen het gebied/de route vallen; (3) Onderzoek of het mogelijk is om ruimtelijke en/of temporele restricties aan de laagvliegactiviteiten te stellen, waarbij kwetsbare plekken en perioden zo veel mogelijk worden gemeden.

Literatuur

Andersen, D.E., O.J. Rongstad & W.R. Mytton, 1989. Response of nesting red-tailed hawks to helicopter overflights. The Condor 91: 296-299.

Andersen, R., J.D.C. Linnell & R. Langvatn, 1994. Short term behavioural and physiological response of moose *Alces alces* to military disturbance in Norway. Biological Conservation 77: 169-176.

Awbrey, F.T. & A.E. Bowles, 1989. The effects of aircraft noise and sonic booms on raptors: A preliminary model and a synthesis of the literature on disturbance. NSBIT Technical Operating Report No. 12. US Air Force, Air Force Systems Command, Wright-Patterson Air Force Base, VS. (niet gezien; referentie in Efroymson et al. 2000).

Bal, D., H.M. Beije & Y.R. Hoogeveen, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, IKC Natuurbeheer, Wageningen, Nederland.

Bal, D., H.M. Beije, M. Fellinger, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek natuurdoeltypen. Tweede editie. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Expertisecentrum LNV, Wageningen, Nederland.

Barrass, A. & L. Cohn, 1984. Variation of the spacing of calling male *Bufo woodhousii* and *Hyla cinerea* near highway noise. American Zoologist 24 (3): 15A.

Barrass, A.N., 1985. The effects of highway traffic noise on the phonotactic and associated reproductive behaviour of selected anurans. PhD thesis. VanderBilt University, VS.

Barrass, A., 1986. The effects of highway traffic noise on the photonotactic and associated reproductive behavior of selected anurans. Dissertation Abstracts International Sciences and Engineering 46 (8): 2609.

Bélanger, L. & J. Bédard, 1989. Responses of staging greater snow geese to human disturbance. Journal of Wildlife Management 53 (3): 713-719.

Bleich, V.C., R.T. Bowyer, A.M. Pauli, R.L. Vernoy & R.W. Anthes, 1990. Responses of mountain sheep to helicopter surveys. California Fish and Game 76 (4): 197-204.

Bleich, V.C., R.T. Bowyer, A.M. Pauli, M.C. Nicholson & R.W. Anthes, 1994. Mountain sheep *Ovis canadensis* and helicopter surveys: ramifications for the conservation of large mammals. Biological Conservation 70: 1-7.

Boldt, A. & P. Ingold, 2005. Effects of air traffic, snow cover and wheather on altitudinal short-term and medium-term movements of female Alpine chamois *Rupicapra rupicapra* in winter. Wildlife Biology 11 (4): 351-362.

Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen, 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, Nederland.

Brown, A.L., 1990. Measuring the effect of aircraft noise on sea birds. Environmental International 16: 587-592.

Burger, J., 1981. Behavioural responses of herring gulls *Larus argentatus* to aircraft noise. Environmental Pollution (series A) 24: 177-184.

Carney, K.M. & W.J. Sydeman, 1999. A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. Waterbirds 22 (1): 68-79.

Conomy, J.T., J.A. Dubovsky, J.A. Collazo & W.J. Fleming, 1998. Do black ducks and wood ducks habituate to aircraft disturbance? Journal of Wildlife Management 62 (3): 1135-1142.

Cooper, J., N.L. Avenant & P.W. Lafite, 1994. Airdrops and king penguins: a potential conservation problem at sub-Antarctic Marion Island. Polar Record 30 (175): 277-282.

Calef, G.W., E.A. DeBock & G.M. Lortie, 1976. The reaction of barren-ground caribou to aircraft. Arctic 29 (4): 201-212.

Canaday, C. & J. Rivadeneyra, 2001. Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivores retreat. Biodiversity and Conservation 10: 567-595.

Côté, S.D., 1996. Mountain goat responses to helicopter disturbance. Wildlife Society Bulletin 24 (4): 681-685.

Dahlgren, R.B. & C.E. Korschgen, 1992. Human disturbances to waterfowl: an annotated bibliography. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 188.

Delaney, D.K., T.G. Grubb, P. Beier, L.L. Pater & M.H. Reiser, 1999. Effects of helicopter noise on Mexican spotted owls. Journal of Wildlife Management 63 (1): 60-76.

Dunnet, G.M., 1977. Observations on the effects of low-flying aircraft at seabird colonies on the coast of Aberdeenshire, Scotland. Biological Conservation 12: 55-63.

Efroymson, R.A., W. Hodge Rose & G.W. Suter, 2000. Ecological risk assessment framework for low-altitude overflights by fixed-wing and rotary-wing military aircraft. ORNL/TM-2000/289, ES-5048. Publication No. 51010, Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, VS.

Eigenbrod, F., S. Hecnar & L. Fahrig, 2007. Species level differences in the road effect zone of a major motorway for anuran populations in Ontario, Canada. In: R.G.H. Bunce, R.H.G. Jongman, L. Hojas & S. Weel (eds). 25 Years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice. Proceedings of the 7th IALE World Congress: p. 153-154. IALE Publication Series 4, Wageningen, Nederland.

Ellis, D.H., C.H. Ellis & D.P. Mindell, 1991. Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms. Environmental Pollution 74: 53-83.

Fjeld, P.E., G.W. Gabrielsen & J.B. Orbek, 1988. Noise from helicopters and its effect on a colony of Brunnich's Guillemots (*Uria lomvia*) on Svalbard. Rapportserie 41. Norsk Polarinstitutt, Tromsö, Noorwegen.

Foppen, R., A. van Kleunen, W.B. Loos, J. Nienhuis & H. Sierdsema, 2002. Broedvogels en de invloed van hoofdwegen, een nationaal perspectief. Een analyse van de gevolgen van wegverkeer voor broedvogels aan de hand van landelijke aantals- en verspreidingsgegevens. Onderzoeksrapport 2002/8. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen / Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, Nederland.

Fraser, J.D., L.D. Frenzel & J.E. Mathisen, 1985. The impact of human activities on breeding bald eagles in north-central Minnesota. Journal of Wildlife Management 49 (3): 585-592.

Frid, A., 2003. Dall's sheep responses to overflights by helicopter and fixed-wing aircraft. Biological Conservation 110: 387-399.

Foster, B.R. & E.Y. Rahs, 1983. Mountain goat response to hydroelectric exploration in northwest British Columbia. Environmental Management 7 (2): 189-197.

Gese, E.M., O.J. Rongstad & W.R. Mytton, 1989. Changes in coyote movements due to military activity. Journal of Wildlife Management 53 (2): 334-339.

Giese, M. & M. Riddle, 1999. Disturbance of emperor penguin *Aptenodytes forsteri* chicks by helicopters. Polar Biology 22: 366-371.

Gladwin, D.N., D.A. Asherin & K.M. Manci, 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: results of a survey of U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species and Ecological Services Field Offices, Refuges, Hatcheries, and Research Centers. NERC-88/30. U.S Fish and Wildlife Service, National Ecology Research Center, Fort Collins, VS.

Goldstein, M.I., A.J. Poe, E. Cooper, D. Youkey, B.A. Brown & T.L. McDonald, 2005. Mountain goat response to helicopter overflights in Alaska. Wildlife Society Bulletin 33 (2): 688-699.

Goudie, R.I. & I.L. Jones, 2004. Dose-response relationships of harlequin duck bahaviour to noise from low-level military jet over-flights in central Labrador. Environmental Conservation 31 (4): 289-298.

Grubb, T.G. & R.M. King, 1991. Assessing human disturbance of breeding bald eagles with classification tree models. Journal of Wildlife Management 55 (3): 500-511.

Grubb, T.G., W.W. Bowerman, J.P. Giesy & G.A. Dawson, 1992. Responses of breeding bald eagles, *Haliaeetus leucocephalis*, to human activities in northcentral Michigan. Canadian Field-Naturalist 106 (4): 443-453.

Grubb, T.G. & W.W. Bowerman, 1997. Variations in breeding bald eagle responses to jets, light planes and helicopters. Journal of Raptor Research 31 (3): 213-222.

Harms, C.A., W.J. Fleming & M.K. Stoskopf, 1997. A technique for dorsal subcutaneous implantation of heart rate biotelemetry transmitters in black ducks: application in an aircraft noise response study. The Condor 99: 231-237.

Harrington, F.H. & A.M. Veitch,1992. Calving success of woodland caribou exposed to low-level jet fighter overflights. Arctic 45 (3): 213-218.

Harris, C.M., 2005. Aircraft operations near concentrations of birds in Antarctica: The development of practical guidelines. Biological Conservation 125: 309-322.

Heinen, F., 1986. Untersuchungen über den Einfluss des Flugverkehrs auf brütende und rastende Küstenvögel an ausgewahlten Stellen des niedersächsischen Wattenmeergebietes. Diplomarbiet Universität Essen (unpubl. report).

Henkens, R.J.H.G., 1998. Ecologische capaciteit natuurdoeltypen. I. Methode voor bepaling effect recreatie op broedvogels. IBN-rapport 363. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, Nederland.

Henkens, R.J.H.G., R. Jochem, D.A. Jonkers, J.G. de Molenaar, R. Pouwels, M.J.S.M. Reijnen, P.A.M. Visschedijk & S. de Vries, 2003. Verkenning van het effect van recreatie op broedvogels. Literatuurstudie en koppeling modellen FORVISITS en LARCH. Reeks 'Planbureau-werk in uitvoering'. Werkdocument 2003/29. Natuurplanbureau, Wageningen, Nederland.

Henson, P. & T.A. Grant, 1991. The effects of human disturbance on trumpeter swan breeding behavior. Wildlife Society Bulletin 19: 248-257.

Hilgerloh, G., 1990. Ungewohnliches Verhalten von Zugvogeln in Gibraltar: Storung durch Flugzeuge. Journal of Ornithology 131: 311-316.

Holm, C., 1997. Disturbance of dark-bellied brent geese by helicopters in a spring staging area. Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 91: 69-73.

Hustings, F., 2005. Broedprestaties van kleine karekieten in de wisselvallige zomer van 2004. Limosa 78: 39-42.

Ingold, P., B. Huber, P. Neuhaus, B. Mainini, H. Marbacher, R. Schnidrig-Petrig & R. Zeller, 1993. Tourism and sport in the alps: a serious problem for wildlife? Revue Suisse de Zoologie 100 (3): 529-545. [in Duits]

Johnson, S.R., D.R. Herter & M.S.W. Bradstreet, 1987. Habitat use and reproductive success of Pacific eiders *Somateria mollissima v-nigra* during a period of industrial activity. Biological Conservation 41: 77-89.

Johnson, C.L. & R.T. Reynolds, 2002. Responses of Mexican Spotted Owls to low-flying military aircraft. USDA Forest Service Research Note RMRS-RN-12.

Kelly, T. & J. Allan, 2006. Ecological effects of aviation. In: J. Davenport & J. Davenport (eds). The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment: 5-24. Springer, Dordrecht, Nederland.

Kempf, N. & O. Hüppop, 1996. Auswirkungen von Fluglärm auf wildtiere: ein kommentierter Überblick. Journal für Ornithologie 137: 101-113.

Kivit, H., J. Cromsigt & H. van Kleef, 2006. Op zoek naar de rol van de wisent: het wisentonderzoek in het Kraansvlak. Nieuwe wildernis: het avontuur van de natuur 11 (39-40): 17-20.

Komenda-Zehnder, S,, M. Cevallos & B. Bruderer, 2003. Effects of disturbance by aircraft overflight on waterbirds – an experimental approach. International Bird Strike Committee IBSC26/WP-LE2, Warsaw 5-9 May 2003.

Krausman, P.R. & J.J. Hervert, 1983. Mountain sheep responses to aerial surveys. Wildlife Society Bulletin 11 (4): 372-375.

Krausman, P.R., B.D. Leopold & D.L. Scarbrough, 1986. Desert mule deer responses to aircraft. Wildlife Society Bulletin 14: 68-70.

Krausman, P.R. & L.K. Harris, 2002. Military jet activity and Sonoran pronghorn. Zeitschrift fur Jagdwissenschaft 48: 140-147.

Krausman, P.R., M.C. Wallace, C.L. Hayes & D.W. DeYoung, 1998. Effects of jet aircraft on mountain sheep. Journal of Wildlife Management 62 (4): 1246-1254.

Krausman, P.R., L.K. Harris, C.L. Blasch, K.K.G. Koenen & J. Francine, 2004. Effects of military operations on behaviour and hearing of endangered Sonoran pronghorn. Wildlife Monographs 157: 1-41.

Krausman, P.R., L. Harris, S.K. Haas, K.K.G. Koenen, P. Devers, D. Bunting & M. Barb, 2005. Sonoran pronghorn habitat use on landscapes disturbed by military activities. Wildlife Society Bulletin 33 (1): 16-23.

Krijgsveld, K.L., S.M.J. van Lieshout, J. van der Winden & S. Dirksen, 2004. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 03-187. Bureau Waardenburg, Culemborg, Nederland.

Kuiters, A.T., E. Hazebroek & S.M. Hennekens, 2003. Geactualiseerd overzicht van begraasde natuurterreinen in Nederland. Vakblad Natuurbeheer 42 (6): 79-82.

Landon, D.M., P.R. Krausman, K.K.G. Koenen & L.K. Harris, 2003. Pronghorn use of areas with varying sound pressure levels. The Southwestern Naturalist 48 (4): 725-728.

Larkin, R.P., J.R. Torre-Bueno, D.R. Griffin & C. Walcott, 1975. Reactions of migrating birds to lights and aircraft. Proceedings of the National Academy of Science 72 (6): 1994-1996.

Larkin, R.P., 1996. Effects of military noise on wildlife: a literature review. USA CERL Techn. Report, January 1996.

Lawler, J.P., A.J. Magoun, C.T. Seaton, C.L. Gardner, R.D. Boertje, J.M. Ver Hoef & P.A. Del Vecchio, 2005. Short-term impacts of military overflights on caribou during calving season. Journal of Wildlife Management 69 (3): 1133-1146.

Linklater, W.L. & E.Z. Cameron, 2002. Escape behaviour of feral horses during a helicopter count. Wildlife Research 29: 221-224.

Luz, G.A. & J.B. Smith, 1976. Reactions of pronghorn antelope to helicopter overflight. Journal of the Acoustic Society of America 59 (6): 1514-1515.

Lynch, T.E. & D.W. Speake, 1978. Eastern wild turkey behavioral responses induced by sonic boom. In: J.L. Fletcher & R.G. Busnel (eds). Effects of noise on wildlife. Academic Press, New York, VS.

MacArthur, R.A., R.H. Johnston & V. Geist, 1979. Factors influencing heart rate in free-ranging bighorn sheep: a physiological approach to the study of wildlife harassment. Canadian Journal of Zoology 57: 2010-2021.

MacArthur, R.A., V. Geist & R.H. Johnston, 1982. Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbance. Journal of Wildlife Management 46 (2): 351-358.

Maier, J.A.K., S.M. Murphy, R.G. White & M.D. Smith, 1998. Responses of caribou to overflights by low-altitude jet aircraft. Journal of Wildlife Management 62 (2): 752-766.

Majoor, F., 2000. 2000: een wisselvallig broedseizoen. Broednieuws 11: 1-2.

Manci, K.M., D.N. Gladwin, R. Villella & M.G. Cavendish, 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: a literature synthesis.

NERC-88/29. U.S Fish and Wildlife Service, National Ecology Research Center, Fort Collins, VS.

Miller, F.L. & A. Gunn ,1980. Behavioral responses of muskox herds to simulation of cargo slinging by helicopter, Northwest Territories. Canadian Field-Naturalist 94 (1): 52-60.

Miller, F.L. & A. Gunn, 1981. Play by Peary caribou calves before, during and after helicopter harassment. Canadian Journal of Zoology 59: 823-827.

Miller, F.L., A. Gunn & S.J. Barry, 1986. Nursing by muskox calves before, during, and after helicopter overflights. Arctic 41 (3): 231-235.

Miller, M.W., 1994. Route selection to minimize helicopter disturbance of molting Pacific black brant: A simulation. Arctic 47 (4): 341-349.

Miller, M.W., K.C. Jensen, W.E. Grant & M.W. Weller, 1994. A simulation model of helicopter disturbance of molting Pacific black brant. Ecological Modelling 73: 293-309.

Mosbech, A. & D. Boertmann, 1999. Distribution, abundance and reaction to aerial surveys of post-breeding king eiders (*Somateria spectabilis*) in western Greenland. Arctic 52 (2): 188-203.

National Park Service, 1994. Report on effects of aircraft overflights on the National Park system. Chapter 5: Effects of overflights on wildlife. U.S Fish and Wildlife Service Report to Congress.

Nijland, G., 1997. Verkenning van de effecten van de kleine luchtvaart op de fauna. AD.ECO Ecologische onderzoeks- en adviesbureau, Beemte, Nederland.

Olsson, O. & G.W. Gabrielsen, 1990. Effects of helicopters on a large and remote colony of Brunnich's Guillemots (*Uria lomvia*) on Svalbard. Rapportserie 64. Norsk Polarinstitutt, Tromsö, Noorwegen.

Otto, R.D., N.P.P. Simon, S. Couturier & I. Schmelzer, 2003. Evaluation of satellite collar sample size requirements for mitigation of low-level military jet disturbance of the George River caribou herd. Rangifer 14: 297-302.

Palmer, A.G., D.L. Nordmeyer & D.D. Roby, 2003. Effects of jet aircraft overflights on parental care of peregrine falcons. Wildlife Society Bulletin 31 (2): 499-509.

Rees, E.C., J.H. Bruce & G.T. White, 2005. Factors affecting the behavioural responses of whooper swans (*Cygnus c. cygnus*) to various human activities. Biological Conservation 121: 369-382.

Reijnen, M.J.S.M., G. Veenbaas & R.P.B. Foppen, 1992. Het voorspellen van het effect van snelverkeer op broedvogelpopulaties. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en

Waterbouwkunde, Delft/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, Nederland.

Riddington, R., M. Hassall, S.J. Lane, P.A. Turner & R. Walters, 1996. The impact of disturbance on the behaviour and energy budget of Brent Geese *Branta b. bernicla*. Bird Study 43: 269-279.

Robinson, J.A. & M.S. Pollitt, 2002. Sources and extent of human disturbance to waterbirds in the UK: an analysis of Wetland Bird Survey Data, 1995/96 to 1998/99. Bird Study 49: 205-211.

Rozell, K.B., 2003. Effects of military overflights on nesting neotropical migrant birds. Alaska Bird Observatory, Fairbanks, VS.

Schnidrig-Petrig, R. & P. Ingold, 2001. Effects of paragliding on alpine chamois *Rupicapra rupicapra rupicapra*. Wildlife Biology 7 (4): 285-294.

Sierdsema, H., 1999. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. Tweede druk. Staatsbosbeheer, Driebergen / SOVON, Beek-Ubbergen, Nederland.

Smit, C.J., 2004. Vervolgonderzoek naar de gevolgen van de uitbreiding van het aantal vliegbewegingen van Den Helder Airport. Alterra-rapport 1025. Alterra, Wageningen, Nederland.

Smit, C.J. & M.L. de Jong, 2002. Effects of missile launching on waders and other waterbirds in the Meldorfer Bucht, Germany. Altera-rapport 497. Alterra, Wageningen, Nederland.

Smit, C.J., H. Capelle & F.H. Kistenkas, 2003. Voortoets naar de gevolgen van de uitbreiding van het aantal vliegbewegingen van civiele helicopters boven de Waddenzee. Alterra-rapport 721. Alterra, Wageningen, Nederland.

Southwell, C., 2005. Response behaviour of seals and penguins to helicopter surveys over the pack ice off East Antarctica. Antarctic Science 17 (3): 328-334.

Stalmaster, M.V. & J.J. Kaiser, 1997. Flushing responses of wintering bald eagles to military activity. Journal of Wildlife Management 61 (4): 1307-1313.

Stephenson, T.R., M.R. Vaughan & D.E. Andersen, 1996. Mule deer movements in response to military activity in southeast Colorado. Journal of Wildlife Management 60 (4): 777-787.

Stockwell, C.A., G.C. Bateman & J. Berger, 1991. Conflicts in National Parks: A case study of helicopters and bighorn sheep time budgets at the Grand Canyon. Biological Conservation 56: 317-328.

Sun, J.W.C. & P.M. Narins, 2005. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. Biological Conservation 121: 419-427.

Szemkus, B., P. Ingold & U. Pfister, 1998. Bahaviour of Alpine ibex (*Capra ibex ibex*) under the influence of paragliders and other air traffic. International Journal of Mammalian Biology 63: 84-89.

Trimper, P.G., N.M. Standen, L.M. Lye, D. Lemon, T.E. Chubbs & G.W. Humphries, 1998. Effects of low-level jet aircraft noise on the behaviour of nesting osprey. The Journal of Applied Ecology 35 (1): 122-130.

Trimper, P.G. & T.E. Chubbs, 2003. Effectiveness of spatial mitigation for the George River caribou herd within the military training area of Labrador and Québec. Rangifer 14: 65-72.

Van Turnhout, C., W.-B. Loos, R. Foppen & R. Reijnen, 2006. Hotspots van biodiversiteit in Nederland op basis van broedvogelgegevens. SOVON-rapport 2006/01. SOVON, Beek-Ubbergen, Nederland.

Ward, D.H., R.A. Stehn & D.V. Derksen, 1994. Response of staging brant to disturbance at the Izembek Lagoon, Alaska. Wildlife Society Bulletin 22: 220-228.

Ward, D.H., R.A. Stehn, W.P. Erickson & D.V. Derksen, 1999. Response of fall-staging brant and Canada geese to aircraft overflights in southwestern Alaska. Journal of Wildlife Management 63 (1): 373-381.

Watson, J.W., 1993. Responses of nesting bald eagles to helicopter surveys. Wildlife Society Bulletin 21 (2): 171-177.

Weisenberger, M.E., P.R. Krausman, M.C. Wallace, D.W. DeYoung & O.E. Maughan, 1996. Effects of simulated jet aircraft noise on heart rate and behavior of desert ungulates. Journal of Wildlife Management 60 (1): 52-61.

Wilson, R.P., B. Culik, R. Danfeld & D. Adelung, 1991. People in Antarctica – how much do Adélie penguins *Pygoscelis adeliae* care? Polar Biology 11: 363-370.

Bijlage 1 Natuurdoeltypen in de laagvlieggebieden/-routes

Tabel A: Natuurdoeltypen per laagvlieggebied. Zie Bal et al. 1995/2001 voor verklaring codes natuurdoeltypen.

Laagvlieggebied	Aantal natuur-doeltypen	Code natuurdoeltypen EHS					
GLV-I	15	hz-3.1	hz-3.4	hz-3.5	hz-3.6	hz-3.7	hz-3.9
		hz-3.10	hz-3.11	hz-3.13	hz-3.14	hz-3.15	hz-4.1
		hz-4.2	hz-4B.3	hz-4B.4			
GLV-II	22	hz-3.1	hz-3.2	hz-3.3	hz-3.4	hz-3.5	hz-3.6
		hz-3.7	hz-3.8	hz-3.9	hz-3.10	hz-3.11	hz-3.13
		hz-3.14	hz-3.15	hz-3.16	hz-3.19	hz-4.1	hz-4.2
		hz-4B.3	hz-4B.4	hz-4.1res	hz-4B(3.2)		
GLV-III	17	hz-2.3	hz-3.1	hz-3.3	hz-3.4	hz-3.5	hz-3.6
		hz-3.7	hz-3.9	hz-3.10	hz-3.11	hz-3.13	hz-3.15
		hz-4.1	hz-4.2	hz-4B.3	hz-4B.4	hz-4B(3.2)	
GLV-IV	9	hz-2.1	hz-3.3	hz-3.4	hz-3.9	hz-3.13	hz-3.15
		hz-4.1	hz-4.2	hz-4B.bos			
CLV-V	6	hz-3.6	hz-3.9	hz-3.11	hz-4B.3	hz-4B.4	hz-4B.bos
GLV-VI	26	3.14	3.19	3.21	3.22	3.23	3.24
		3.25	3.29	3.3	3.33	3.38	3.39
		3.42	3.44	3.45	3.47	3.51	3.52
		3.55	3.56	3.57	3.62	3.63	3.64
		3.65	3.67				
GLV-VII	53	3.14	3.24	3.31	3.32	3.38	3.39
		3.61	3.66	az-2.1	az-3.2	az-3.brak	az-3.3
		az-3.4	az-3.5	az-3.5nmvg	az-3.5nsg	az-3.6	az-3.8
		az-3.zoet	az-4B.bos	az-4.1	hz-2.1	hz-3.1	hz-3.2
		hz-3.3	hz-3.4	hz-3.5	hz-3.6	hz-3.7	hz-3.8
		hz-3.9	hz-3.10	hz-3.12	hz-3.13	hz-3.14	hz-3.15
		hz-3.16	hz-4.1	hz-4.2	hz-4B.bos	hz-4B(3.2)	lv-3.3
		lv-3.4	lv-4.2	zk-3.1	zk-3.3	zk-3.4	zk-3.5
		zk-3.6	zk-3.10	zk-3.12	zk-4.2	zk-4B.bos	
GLV-VIII	33	hz-2.1	hz-3.1	hz-3.2	hz-3.3	hz-3.4	hz-3.5
		hz-3.6	hz-3.7	hz-3.8	hz-3.9	hz-3.10	hz-3.11
		hz-3.12	hz-3.13	hz-3.14	hz-3.15	hz-3.16	hz-4.2
		hz-4B.3	hz-4B.bos	hz-4B(3.2)	ri-3.2	ri-3.3	ri-3.4
		ri-3.5	ri-3.6	ri-3.7	ri-3.8	ri-3.9	ri-3.10
		ri-4.1beh	ri-4B.bos	ri-4.2			
Maaswaal	24	ri-2.1	ri-3.1	ri-3.2	ri-3.3	ri-3.4	ri-3.5
		ri-3.6	ri-3.7	ri-3.8	ri-3.10	ri-3.11	ri-4.1beh
		ri-4.2	ri-4B.bos	ri-4B(3.1)	ri-4B.4	zk-3.1	zk-3.4
		zk-3.5	zk-3.6	zk-3.8	zk-3.10	zk-4B(3.1)	zk-4B.bos
Voorne-Putten/ Hoekse waard	47	az-2.1	az-3.4	az-3.5	az-3.5nmvg	az3.6	az3.8
		az-3.zoet	az-4.1	az-4B	az-4B.3	du-2.1	du-3.1
		du-3.2zoet	du3.4	du-3.5	du-3.6	du-3.7gras	du3.7stuif
		du-3.9jong	du-3.10	du-3.11	du-3.12	du-3.13	du-3.14
		du-3.16	du-4.2	du-4B(3.1)	gg-1.1	gg-2.2	lv-4.2
		zk-2.1	zk-3.1	zk-3.2	zk-3.3	zk-3.4	zk-3.5nmvg
		zk-3.6	zk-3.8	zk-3.9	zk-3.10	zk-3.11	zk-4.2
		zk-4B	zk-4B.3	zk-4B.4	zk-4B.5	zk-4B(3.1)	
Wieringermeerpolder	13	gg-1.1	zk-3.1	zk-3.2	zk-3.3	zk-3.4	zk-3.5
		zk-3.6	zk-3.8	zk-3.10	zk-4.2	zk-4B.3	zk-4B.4
		zk-4B.5					
Alle gebieden	**136**						

Tabel B: Natuurdoeltypen per laagvliegroute. Zie Bal et al. 1995/2001 voor verklaring codes natuurdoeltypen.

Laagvliegroute	**Aantal natuur-doeltypen**	**Code natuurdoeltypen EHS**					
Route 1	44	3.22	3.23	3.24	3.25	3.3	3.32
		3.33	3.38	3.39	3.42	3.44	3.45
		3.47	3.51	3.52	3.55	3.56	3.57
		3.62	3.63	3.64	3.65	3.67	hz-3.1
		hz-3.2	hz-3.3	hz-3.4	hz-3.5	hz-3.6	hz-3.7
		hz-3.9	hz-3.10	hz-3.11	hz-3.13	hz-3.14	hz-3.15
		hz-3.16hv	hz-4.1beh	hz-4.1res	hz-4.2	hz-4B.3	hz-4B.4
		hz-4B(3.1)	hz-4B.bos				
Route 2	61	3.14	3.19	3.24	3.25	3.29	3.3
		3.31	3.32	3.33	3.38	3.39	3.42
		3.51	3.52	3.55	3.56	3.57	3.61
		3.62	3.63	3.64	3.65	3.66	3.67
		gg-1.1	hz-2.1	hz-2.3	hz-3.1	hz-3.2	hz-3.3
		hz-3.4	hz-3.5	hz-3.6	hz-3.7	hz-3.7nmvg	hz-3.9
		hz-3.10	hz-3.12	hz-3.13	hz-3.14	hz-3.15	hz-3.16hv
		hz-3.19	hz-4.1beh	hz-4.1res	hz-4.2	hz-4B.3	hz-4B.4
		hz-4B(3.1)	hz-4B(3.2)	hz-4B.bos	lv-3.3	lv-3.4	lv-3.4nmvg
		zk-3.1	zk-3.5nmvg	zk-3.6	zk-4.2	zk-4B(3.1)	zk-4B.3
		zk-4B.4					
Route 3	53	az-2.1	az-3.2	az-3.3	az-3.4	az-3.5	az-3.5nmvg
		az-3.6	az-3.8	az-3.zoet	hz-3.2	hz-3.3	hz-3.4
		hz-3.5	hz-3.6	hz-3.7	hz-3.9	hz-3.11	hz-3.12
		hz-3.13	hz-3.14	hz-3.16hv	hz-3.16lv	hz-4.1beh	hz-4.2
		hz-4B(3.1)	hz-4B.bos	lv-3.4	ri-3.1	ri-3.2	ri-3.3
		ri-3.4	ri-3.4nmvg	ri-3.5	ri-3.10	ri-3.11	ri-4.1beh
		ri-4.2	ri.4B(3.1)	ri-4B(3.2)	ri-4B.bos	zk-2.1	zk-3.1
		zk-3.3	zk-3.4	zk-3.5	zk-3.6	zk-3.8	zk-3.9
		zk-3.10	zk-3.11	zk-4.2	zk-4B(3.1)	zk-4B.4	
Route 4	41	hz-3.2	hz-3.3	hz-3.4	hz-3.6	hz-3.7	hz-3.8
		hz-3.9	hz-3.13	hz-3.14	hz-3.15	hz-3.16hv	hz-3.16lv
		hz-4B.3	hz-4B.4	hz-4B(3.1)	hz-4B(3.2)	hz-4B.bos	ri-3.1
		ri-3.2	ri-3.3	ri-3.4	ri-3.4nmvg	ri-3.5	ri-3.6
		ri-3.7	ri-3.10	ri-3.11	ri-4.1beh	ri-4.2	ri.4B(3.1)
		ri-4B(3.2)	ri-4B.bos	zk-3.1	zk-3.4	zk-3.5	zk-3.6
		zk-3.8	zk-3.10	zk-3.11	zk-4B(3.1)	zk-4B.bos	
Alle routes	**102**						

Bijlage 2 Doelsoorten EHS in de laagvlieggebieden/-routes

Tabel A: De zoogdieren die als doelsoort zijn aangewezen voor de EHS per laagvlieggebied.

Laagvlieggebied	Aantal doelsoorten	Soorten[4] [gevoelige soorten vetgedrukt]
GLV-I	7	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
GLV-II	7	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
GLV-III	7	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
GLV-IV	7	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
GLV-V	7	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
GLV-VI	26	Bechsteins vleermuis, Bever, Boommarter, Bosvleermuis, **Damhert**, Das, Dwergmuis, Eekhoorn, Franjestaart, Gewone Baardvleermuis, Gewone dwergvleermuis, Gewone grootoorvleermuis, Grijze Grootoorvleermuis, Ingekorven vleermuis, Kleine hoefijzerneus, Laatvlieger, Meervleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Rosse vleermuis, Ruige dwergvleermuis, Tweekleurige vleermuis, Vale vleermuis, Veldspitsmuis, Waterspitsmuis, Watervleermuis
GLV-VII	25	Bever, Boommarter, Bosvleermuis, **Damhert**, Das, Dwergmuis, Eekhoorn, Franjestaart, Gewone baardvleermuis, Gewone Dwergvleermuis, Gewone grootoorvleermuis, Grijze grootoorvleermuis, Ingekorven vleermuis, Kleine hoefijzerneus, Laatvlieger, Mopsvleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Rosse vleermuis, Ruige dwergvleermuis, Tweekleurige vleermuis, Vale vleermuis, Veldspitsmuis, Waterspitsmuis, Watervleermuis
GLV-VIII	8	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Otter, Vale vleermuis, Veldspitsmuis, Waterspitsmuis
Maaswaal	7	Das, Franjestaart, Mopsvleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
Voorne-Putten/Hoekse waard	8	Boommarter, Franjestaart, Gewone baardvleermuis, Mopsvleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Waterspitsmuis, Watervleermuis
Wieringermeer-polder	5	Franjestaart, Mopsvleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Waterspitsmuis
Alle gebieden	**30**	

[4] De doelsoortenlijst is gecorrigeerd voor de areaalsgrenzen van soorten.

Tabel B: De zoogdieren die als doelsoort zijn aangewezen voor de EHS per laagvliegroute.

Laagvliegroute	Aantal doelsoorten	Soorten[4] [gevoelige soorten vetgedrukt]
Route 1	27	Bechsteins vleermuis, Bever, Boommarter, Bosvleermuis, **Damhert**, Das, Dwergmuis, Eekhoorn, Franjestaart, Gewone baardvleermuis, Gewone dwergvleermuis, Gewone Grootoorvleermuis, Grijze grootoorvleermuis, Ingekorven vleermuis, Kleine hoefijzerneus, Laatvlieger, Meervleermuis, Mopsvleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Rosse vleermuis, Ruige dwergvleermuis, Tweekleurige vleermuis, Vale vleermuis, Veldspitsmuis, Waterspitsmuis, Watervleermuis
Route 2	27	Idem route 1
Route 3	9	Boommarter, Das, Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Mopsvleermuis, Noordse woelmuis, Otter, Vale vleermuis, Waterspitsmuis
Route 4	9	Idem route 3
Alle routes	**27**	

Tabel C: De vogels die als doelsoort zijn aangewezen voor de EHS per laagvlieggebied.

Laagvlieggebied	Aantal doelsoorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
GLV-I	48	Blauwborst, **Blauwe Kiekendief**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Korhoen**, Kuifleeuwerik, **Kwartelkoning**, **Nachtzwaluw**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, Raaf, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, **Slobeend**, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
GLV-II	52	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe Kiekendief**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote karekiet**, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Kleine plevier**, **Korhoen**, Kuifleeuwerik, **Kwartelkoning**, **Nachtzwaluw**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, Raaf, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
GLV-III	51	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe Kiekendief**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote karekiet**, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Korhoen**, Kuifleeuwerik, **Kwartelkoning**, **Nachtzwaluw**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, Raaf, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
GLV-IV	52	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe Kiekendief**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe**

Laagvlieggebied	Aantal doelsoorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
		gans, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote karekiet**, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Kleine plevier**, **Korhoen**, Kuifleeuwerik, **Kwartelkoning**, **Nachtzwaluw**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, Raaf, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
GLV-V	33	Blauwborst, **Blauwe Kiekendief**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Geelgors**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grutto**, Hop, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Korhoen**, Kuifleeuwerik, **Nachtzwaluw**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, Raaf, Rode wouw, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, Wielewaal, **Zwarte stern**
GLV-VI	109	**Aalscholver**, **Baardman**, **Bergeend**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, Boerenzwaluw, Bonte vliegenvanger, Boomklever, **Boomleeuwerik**, Bosruiter, **Brandgans**, Britse putter, **Bruine kiekendief**, Buizerd, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, Europese kanarie, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, Glanskop, Goudplevier, Grasmus, Grauwe franjepoot, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote gele kwikstaart**, **Grote karekiet**, Grote zaagbek, **Grote zilverreiger**, **Grutto**, Havik, Hop, Huiszwaluw, IJslandse tureluur, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, Kleine barmsijs, Kleine rietgans, **Kleine zilverreiger**, Kleine zwaan, **Kluut**, Kneu, Kolgans, **Korhoen**, Kraanvogel, **Krooneend**, Kuifleeuwerik, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, Midden-Europese goudvink, **Nachtzwaluw**, Nonnetje, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, Putter, Raaf, Reuzenstern, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, Rosse grutto, Rotgans, **Scholekster**, Slechtvalk, Smelleken, **Snor**, **Sprinkhaanzanger**, Steenuil, **Stormmeeuw**, **Strandplevier**, Taigarietgans, **Tapuit**, Toendrarietgans, Torenvalk, **Tureluur**, Veenpatrijs, **Veldleeuwerik**, **Velduil**, Visarend, **Visdief**, Vuurgoudhaan, **Watersnip**, Wespendief, Wilde zwaan, **Woudaap**, **Wulp**, Zanglijster, Zeearend, **Zomertaling**, Zwarte ooievaar, Zwarte specht, **Zwarte stern**, Zwarte wouw, **Zwartkopmeeuw**
GLV-VII	106	**Aalscholver**, **Baardman**, **Bergeend**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, Boerenzwaluw, **Bontbekplevier**, Boomklever, Bosruiter, **Brandgans**, Britse putter, **Bruine kiekendief**, Buizerd, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, Glanskop, Goudplevier, Grauwe franjepoot, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote gele kwikstaart**, **Grote karekiet**, Grote zaagbek, **Grote zilverreiger**, **Grutto**, Havik, Hop, Huiszwaluw, IJslandse tureluur, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Kleine plevier**, Kleine rietgans, **Kleine zilverreiger**, Kleine zwaan, **Kluut**, Kneu, Kolgans, **Korhoen**, **Krooneend**, Kuifleeuwerik, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, **Nachtzwaluw**, Nonnetje, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, Putter, Raaf, Reuzenstern, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, Rosse grutto, Rotgans,

Laagvlieggebied	Aantal doelsoorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
		Scholekster, Slechtvalk, **Slobeend**, Smelleken, **Snor**, **Sprinkhaanzanger**, Steenuil, **Stormmeeuw**, **Strandplevier**, Taigarietgans, **Tapuit**, Toendrarietgans, Torenvalk, **Tureluur**, Veenpatrijs, **Veldleeuwerik**, **Velduil**, Visarend, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wespendief, Wielewaal, Wilde zwaan, **Woudaap**, **Wulp**, Zanglijster, Zeearend, **Zomertaling**, Zwarte ooievaar, **Zwarte stern**, Zwarte wouw, **Zwartkopmeeuw**
GLV-VIII	57	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Dwergstern**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote karekiet**, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Kleine plevier**, **Kluut**, **Korhoen**, Kuifleeuwerik, Kwak, **Kwartelkoning**, **Nachtzwaluw**, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, Raaf, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdiefje**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
Maaswaal	48	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Dwergstern**, **Geelgors**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote karekiet**, **Grutto**, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, **Kleine plevier**, **Kluut**, **Krooneend**, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, **Rietzanger**, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdiefje**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
Voorne-Putten/Hoekse waard	58	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, **Bontbekplevier**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Dwergstern**, **Eidereend**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Griel, **Grote karekiet**, **Grote stern**, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, **Kleine plevier**, **Kluut**, **Krooneend**, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, **Nachtzwaluw**, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, Putter, **Rietzanger**, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Stormmeeuw**, **Strandplevier**, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, Wilde zwaan, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
Wieringermeer-polder	51	**Baardmannetje**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, **Bontbekplevier**, **Dodaars**, **Dwergstern**, **Eidereend**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, **Grote karekiet**, **Grote stern**, **Grutto**, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, **Kleine plevier**, **Kluut**, **Krooneend**, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, **Rietzanger**, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Strandplevier**, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaapje**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
Alle gebieden	**119**	

Tabel D: De vogels die als doelsoort zijn aangewezen voor de EHS per laagvliegroute.

Laagvliegroute	**Aantal doelsoorten**	**Soorten [gevoelige soorten vetgedrukt]**
Route 1	117	**Aalscholver**, **Baardman**, **Bergeend**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, Boerenzwaluw, **Bontbekplevier**, Bonte vliegenvanger, Boomklever, **Boomleeuwerik**, Bosruiter, **Brandgans**, Britse putter, **Bruine kiekendief**, Buizerd, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Dwergstern**, **Eidereend**, Europese kanarie, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, Glanskop, Goudplevier, Grasmus, Grauwe franjepoot, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote gele kwikstaart**, **Grote karekiet**, **Grote stern**, Grote zaagbek, **Grote zilverreiger**, **Grutto**, Havik, Hop, Huiszwaluw, IJslandse tureluur, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, Kleine barmsijs, **Kleine plevier**, Kleine rietgans, **Kleine zilverreiger**, Kleine zwaan, **Kluut**, Kneu, Kolgans, **Korhoen**, Kraanvogel, **Krooneend**, Kuifleeuwerik, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, Midden-Europese goudvink, **Nachtzwaluw**, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, Putter, Raaf, Reuzenstern, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, Rosse grutto, Rotgans, **Scholekster**, Slechtvalk, **Slobeend**, Smelleken, **Snor**, **Sprinkhaanzanger**, Steenuil, **Stormmeeuw**, **Strandplevier**, Taigarietgans, **Tapuit**, Toendrarietgans, Torenvalk, **Tureluur**, Veenpatrijs, **Veldleeuwerik**, **Velduil**, Visarend, **Visdief**, Vuurgoudhaan, **Waterral**, **Watersnip**, Wespendief, Wielewaal, Wilde zwaan, **Woudaap**, **Wulp**, Zanglijster, Zeearend, **Zomertaling**, Zwarte ooievaar, Zwarte specht, **Zwarte stern**, Zwarte wouw, **Zwartkopmeeuw**
Route 2	117	Idem route 1
Route 3	61	**Baardman**, Blauwborst, **Blauwe kiekendief**, **Bontbekplevier**, **Dodaars**, **Draaihals**, **Duinpieper**, **Dwergstern**, **Geelgors**, **Geoorde fuut**, **Grauwe gans**, **Grauwe gors**, **Grauwe kiekendief**, Grauwe klauwier, Groene specht, **Grote karekiet**, **Grutto**, Hop, **IJsvogel**, **Kemphaan**, Kerkuil, Klapekster, **Kleine plevier**, **Kluut**, **Korhoen**, **Krooneend**, Kuifleeuwerik, Kwak, **Kwartelkoning**, **Lepelaar**, **Nachtzwaluw**, **Noordse stern**, **Oeverzwaluw**, **Ooievaar**, Ortolaan, **Paapje**, **Patrijs**, **Pijlstaart**, **Porseleinhoen**, **Purperreiger**, Raaf, **Rietzanger**, Rode wouw, **Roerdomp**, **Roodborsttapuit**, Roodkopklauwier, **Slobeend**, **Snor**, Steenuil, **Strandplevier**, **Tapuit**, Torenvalk, **Tureluur**, **Velduil**, **Visdief**, **Waterral**, **Watersnip**, Wielewaal, **Woudaap**, **Zomertaling**, **Zwarte stern**
Route 4	61	Idem route 3
Alle routes	**117**	

Bijlage 3 Habitattypen NATURA 2000 in de laagvlieggebieden/-routes

Tabel A. Beschermde habitattypen van NATURA 2000 per laagvlieggebied. Zie bijlage 4 voor verklaring EU-codes habitattypen.

Laagvlieg-gebied	NATURA 2000	Aantal habitat-typen	EU-code habitattype
GLV-I	Drentsche Aa	10	2310, 2320, 2330, 3130, 4010, 6230, 6410, 9160, 9190, 91E0
	Subtotaal	**10**	
GLV-II	Drentsche Aa	10	2310, 2320, 2330, 3130, 4010, 6230, 6410, 9160, 9190, 91E0
	Witterveld	8	2310, 2320, 3160, 4010, 7110. 7120, 7150, 91D0
	Drouwenerzand	6	2310, 2320, 2330, 4010, 5130, 9190
	Elperstroom	2	6230, 7230
	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	10	2310, 2320, 2330, 3110, 3130, 4010, 5130, 6230, 7150, 9190
	Dwingelderveld	8	2310, 2320, 3130, 3160, 4010, 5130, 7150, 9190
	Mantingerbos	1	9120
	Mantingerzand	5	2310, 2320, 2330, 4010, 5130
	Subtotaal	**19**	
GLV-III	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	10	2310, 2320, 2330, 3110, 3130, 4010, 5130, 6230, 7150, 9190
	Havelte	7	2310, 2320, 2330, 4010, 6230, 7150, 9190
	Subtotaal	**10**	
GLV-IV	Veluwe	13	2310, 2320, 2330, 3130, 3160, 4010, 4030, 5130, 6230, 7150, 9120, 9190, 91E0
	Subtotaal	**13**	
GLV-V	-	0	-
	Subtotaal	**0**	
GLV-VI	Boetelerveld	6	3130, 4010, 4030, 5130, 6230, 6410
	Sallandse Heuvelrug	1	4030
	Subtotaal	**6**	
GLV-VII	Uiterwaarden IJssel	7	3260, 3270, 6120, 6430, 6510, 91E0, 91F0
	Veluwe	13	2310, 2320, 2330, 3130, 3160, 4010, 4030, 5130, 6230, 7150, 9120, 9190, 91E0
	Veluwerandmeren	2	3140, 3150
	Ketelmeer en Vossemeer	0	-
	Subtotaal	**21**	
GLV-VIII	Maria- en Deurnsche Peel	3	2310, 4010, 7120
	Groote Peel	3	2310, 4010, 7120
	Subtotaal	**3**	

Laagvlieg-gebied	NATURA 2000	Aantal habitat-typen	EU-code habitattype
Maaswaal	Uiterwaarden Waal	0	-
	Boezem van Brakel, Pompveld en Kornsche Boezem	3	3150, 6120, 6510
	Subtotaal	**3**	
Voorne-Putten/ Hoekse waard	Voornes Duin	7	2120, 2130, 2150, 2160, 2170, 2180, 2190
	Haringvliet	1	6430
	Oude Maas	2	6430, 91E0
	Hollands Diep en oevers	1	91E0
	Oudeland van Strijen	0	-
	Subtotaal	**9**	
Wieringermeer-polder	Waddenzee	0	-
	IJsselmeer	0	-
	Subtotaal	**0**	
Totaal		**35**	

Tabel B. Beschermde habitattypen van NATURA 2000 per laagvliegroute.

Laagvliegroute	NATURA 2000	Aantal habitat-typen	EU-code habitattype
Route 1	Vecht en Beneden-Regge	10	2130, 2330, 4010, 4030, 5130, 6230, 6430, 7150, 9190, 91E0
	Subtotaal	**10**	
Route 2	Waddenzee	0	-
	Wijnjeterper Schar en Terwispeler Grootschar	4	4010, 4030, 6230, 6410
	Wieden	8	3140, 3150, 4010, 6410, 6430, 7140, 7210, 91D0
	Olde Maten en Veerslootlanden	3	3150, 6410, 7140
	Uiterwaarden Zwarte Water en Overijsselse Vecht	4	3150, 6430, 6510, 91F0
	Subtotaal	**12**	
Route 3	Zuiderlingedijk - Diefdijk zuid	2	6430, 91E0
	Biesbosch	6	3260, 3270, 6120, 6430, 6510, 91E0
	Hollands Diep en oeverlanden	1	91E0
	Krammer-Volkerak	3	1310, 1330, 6430
	Uiterwaarden Waal	0	-
	Brabantse wal	0	-
	Subtotaal	**8**	
Route 4	Langstraat bij Sprang-Capelle	3	3140, 3150, 7140
	Brabantse wal	0	-
	Subtotaal	**3**	
Totaal		**23**	

Bijlage 4 EU-codering habitattypen NATURA 2000

In deze bijlage zijn de habitattypen van NATURA 2000 gegeven welke binnen de laagvlieggebieden en –routes in Nederland worden aangetroffen.

EU-code	Naam
1310	Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia ssp. en andere zoutminnende soorten
1330	Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae)
2120	Wandelende duinen op de strandwal met Ammophila arenaria ('witte duinen')
2130	*Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen')
2150	*Atlantisch vastgelegde ontkalkte duinen (Calluno-Ulicetea)
2160	Duinen met Hippophae rhamnoides
2170	Duinen met Salix repens ssp. argentea (Salicion arenariae)
2180	Beboste duinen van het Atlantische, continentale en boreale gebied
2190	Vochtige duinvalleien
2310	Psammofiele heide met Calluna en Genista
2320	Psammofiele heide met Calluna en Empetrum nigrum
2330	Open grasland met Corynephorus- en Agrostis-soorten op landduinen
3110	Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten (Littorelletalia uniflorae)
3130	Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot de Littorelletalia uniflorae en/of Isoeto-Nanojuncetea
3140	Kalkhoudende oligo-mesotrofe wateren met benthische Chara spp. vegetaties
3150	Van nature eutrofe meren met vegetatie van het type Magnopotamion of Hydrocharition
3160	Dystrofe natuurlijke poelen en meren
3260	Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorend tot het Ranunculion fluitantis en het Callitricho-Batrachion
3270	Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het Chenopodietum rubri p.p. en Bidention p.p.
4010	Noord-Atlantische vochtige heide met *Erica tetralix*
4030	Droge Europese heide
5130	Juniperus communis-formaties in heide of kalkgrasland
6120	*Kalkminnend grasland op dorre zandbodem
6230	*Soortenrijke heischrale graslanden, op arme bodems van berggebieden (en van submontane gebieden in het binnenland van Europa)
6410	Grasland met Molinia op kalkhoudende, venige, of lemige kleibodem (Eu-Molinion)
6430	Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones
6510	Laaggelegen schraal hooiland (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)
7110	*Actief hoogveen
7120	Aangetast hoogveen waar natuurlijke regeneratie nog mogelijk is
7140	Overgangs- en trilveen
7150	Slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het Rhynchosporion
7210	*Kalkhoudende moerassen met *Cladium mariscus* en soorten van het Caricion davallianae
7230	Alkalisch laagveen
9120	Zuurminnende Atlantische beukenbossen met ondergroei van Ilex of soms Taxus (Quercion robori-petraea of Ilici-Fagion)
9160	Sub-Atlantische en midden-Europese wintereikenbossen of eiken-haagbeukenbossen

EU-code	Naam
	behorend tot het Carpinion betuli
9190	Oude zuurminnende eikenbossen op zandvlakten met *Quercus robur*
91D0	*Veenbossen
91E0	*Alluviale bossen met *Alnus glutinosa* en *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
91F0	Gemengde bossen langs grote rivieren met *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Fraxinus excelsior* of *Fraxinus angustifolia* (Ulmenion minoris)

Bijlage 5 Soorten NATURA 2000 in de laagvlieggebieden/-routes

Tabel A. De NATURA 2000 zoogdiersoorten per laagvlieggebied.

Laagvlieg-gebied	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten (*=prioritaire soort)
GLV-I	Drentsche Aa	0	
	Subtotaal	**0**	
GLV-II	Drentsche Aa	0	
	Witterveld	0	
	Drouwenerzand	0	
	Elperstroom	0	
	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	0	
	Dwingelderveld	1	Meervleermuis
	Mantingerbos	0	
	Mantingerzand	0	
	Subtotaal	**1**	
GLV-III	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	0	
	Havelte	0	
	Subtotaal	**0**	
GLV-IV	Veluwe	1	Meervleermuis
	Subtotaal	**1**	
CLV-V	-	0	
	Subtotaal	**0**	
GLV-VI	Boetelerveld	0	
	Sallandse Heuvelrug	0	
	Subtotaal	**0**	
GLV-VII	Uiterwaarden IJssel	0	
	Veluwe	1	Meervleermuis
	Veluwerandmeren	1	Meervleermuis
	Ketelmeer en Vossemeer	0	
	Subtotaal	**1**	
GLV-VIII	Mariapeel en Deurnsche Peel	0	
	Groote Peel	0	
	Subtotaal	**0**	
Maaswaal	Uiterwaarden Waal	0	
	Boezem van Brakel en Pompveld	0	
	Subtotaal	**0**	
Voorne-Putten/ Hoekse waard	Voornes Duin	1	*Noordse woelmuis
	Haringvliet	1	*Noordse woelmuis
	Oude Maas	1	*Noordse woelmuis
	Hollands Diep en oeverlanden	1	*Noordse woelmuis
	Oudeland van Strijen	0	
	Subtotaal	**1**	
Wieringermeer-polder	Waddenzee	0	
	IJsselmeer	0	
	Subtotaal	**0**	
Totaal		**2**	

Tabel B. De NATURA 2000 zoogdiersoorten per laagvliegroute.

Laagvliegroute	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten (*=prioritaire soort)
Route 1	Vecht en Beneden-Regge	1	Meervleermuis
	Subtotaal	**1**	
Route 2	Waddenzee	0	
	Wijnjeterper Schar en Terwispeler Grootschar	0	
	Wieden	1	Meervleermuis
	Olde Maten en Veerslootlanden	0	
	Uiterwaarden Zwarte Water en Overijsselse Vecht	0	
	Subtotaal	**1**	
Route 3	Zuiderlingedijk - Diefdijk zuid	0	
	Biesbosch	2	Bever *Noordse woelmuis
	Hollands Diep en oeverlanden	1	*Noordse woelmuis
	Krammer-Volkerak	1	*Noordse woelmuis
	Uiterwaarden Waal	0	
	Brabantse wal	0	
	Subtotaal	**2**	
Route 4	Langstraat bij Sprang-Capelle	0	
	Brabantse wal	0	
	Subtotaal	**0**	
Totaal		**3**	

Tabel C. De NATURA 2000 vogelsoorten per laagvlieggebied.

Laagvlieg-gebied	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
GLV-I	Drentsche Aa	0	-
	Subtotaal	**0**	
GLV-II	Drentsche Aa	0	-
	Witterveld	0	-
	Drouwenerzand	0	-
	Elperstroom	0	-
	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	0	-
	Dwingelderveld	0	-
	Mantingerbos	0	-
	Mantingerzand	0	-
	Subtotaal	**0**	
GLV-III	Drents-Friese Wold en Leggelderveld	0	-
	Havelte	0	-
	Subtotaal	**0**	
GLV-IV	Veluwe	0	-
	Subtotaal	**0**	
CLV-V	-	0	-
	Subtotaal	**0**	
GLV-VI	Boetelerveld	0	-
	Sallandse Heuvelrug	0	-
	Subtotaal	**0**	
GLV-VII	Uiterwaarden IJssel	0	-
	Veluwe	0	-
	Veluwerandmeren	0	-
	Ketelmeer en Vossemeer	19	meerkoet, grutto, nonnetje, grote zaagbek, aalscholver, lepelaar, fuut, **porseleinhoen** (broedvogel),

Laagvlieg-gebied	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
			reuzenstern, **grote karekiet** (broedvogel), pijlstaart, wintertaling, krakeend, kolgans, grauwe gans, tafeleend, kuifeend, **roerdomp** (broedvogel), kleine zwaan
	Subtotaal	**19**	
GLV-VIII	Mariapeel en Deurnsche Peel	5	blauwborst (broedvogel), **roodborsttapuit** (broedvogel), **dodaars** (broedvogel), toendrarietgans, **nachtzwaluw** (broedvogel)
	Groote Peel	9	kraanvogel, blauwborst (broedvogel), **geoorde fuut** (broedvogel), **porseleinhoen** (broedvogel), **roodborsttapuit** (broedvogel), **dodaars** (broedvogel), kolgans, taigarietgans, toendrarietgans
	Subtotaal	**10**	
Maaswaal	Uiterwaarden Waal	21	Meerkoet, Grutto, Nonnetje, Wulp, Aalscholver, Fuut, **Porseleinhoen** (broedvogel), Kievit, Pijlstaart, Slobeend, Smient*, Krakeend, Kolgans*, Grauwe Gans*, Tafeleend, Kuifeend, Brandgans, **Kwartelkoning** (broedvogel)*, Kleine Zwaan*, Kleine Zilverreiger, Slechtvalk
	Boezem van Brakel, Pompveld en Kornsche Boezem	0	-
	Subtotaal	**21**	
Voorne-Putten/Hoeksewaard	Voornes Duin	6	Visarend, **Aalscholver** (broedvogel)*, **Lepelaar** (broedvogel)*, Lepelaar, **Geoorde fuut** (broedvogel), Grote zilverreiger, Kleine zilverreiger
	Haringvliet	33	Meerkoet, **Zwartkopmeeuw** (broedvogel), Dwergmeeuw, Grutto, Blauwborst (broedvogel)*, Wulp, Visarend, **Aalscholver** (broedvogel), Aalscholver, Lepelaar*, Goudplevier, Fuut, **Kluut** (broedvogel), Kluut, **Dwergstern** (broedvogel), **Visdief,** (broedvogel)*, Bergeend, Kievit, **Rietzanger** (broedvogel), Pijlstaart, Slobeend, Wintertaling, Smient*, Wilde eend, Krakeend*, Kolgans, Grauwe Gans*, Kuifeend, Toppereend, Brandgans***, Strandplevier** (broedvogel), **Bruine Kiekendief** (broedvogel), Kleine Zwaan, Kleine Zilverreiger*, Slechtvalk
	Oude Maas	0	-
	Hollands Diep en oeverlanden	8	Lepelaar, Smient, Wilde eend, Krakeend, Kolgans, Grauwe Gans*, Kuifeend, Brandgans
	Oudeland van Strijen	4	Smient, Kolgans*, Brandgans*, Slechtvalk
	Subtotaal	**36**	
Wieringermeer-polder	Waddenzee	52	Meerkoet, Scholekster, **Kleine Mantelmeeuw** (broedvogel), Rosse grutto, Grutto, Nonnetje, Grote Zaagbek, Middelste Zaagbek, Wulp, **Tapuit** (broedvogel), **Aalscholver** (broedvogel), Aalscholver,

Laagvlieg-gebied	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
			Lepelaar (broedvogel), Lepelaar, Goudplevier, Zilverplevier, Fuut, **Kluut** (broedvogel), Kluut, **Eider** (broedvogel), Eider, **Dwergstern** (broedvogel), **Visdief** (broedvogel), **Noordse Stern** (broedvogel), **Grote stern** (broedvogel), Bergeend, Zwarte ruiter, Groenpootruiter, Tureluur, Kievit, Pijlstaart, Slobeend, Wintertaling, Smient, Wilde eend, Krakeend, Kolgans, Grauwe Gans, Toendrarietgans, Steenloper, **Velduil** (broedvogel), Toppereend, Rotgans, Brandgans, Brilduiker, Drieteenstrandloper, Bonte strandloper, Kanoet, Krombekstrandloper, **Strandplevier** (broedvogel), **Bontbekplevier** (broedvogel), Bontbekplevier, Zwarte Stern, **Bruine Kiekendief** (broedvogel), **Blauwe Kiekendief** (broedvogel), Kleine Zwaan, Slechtvalk
	IJsselmeer	38	Meerkoet, Scholekster, Dwergmeeuw, Grutto*, **Snor** (broedvogel), Nonnetje*, Grote Zaagbek*, Wulp*, **Aalscholver** (broedvogel), Aalscholver*, **Kemphaan** (broedvogel), Kemphaan*, Lepelaar, Fuut*, **Porseleinhoen** (broedvogel)*, Kluut, **Visdief** (broedvogel), Bergeend, **Rietzanger** (broedvogel), Pijlstaart, Slobeend*, Wintertaling, Smient*, Wilde eend, Krakeend*, Kolgans*, Grauwe Gans*, Kleine Rietgans*, Tafeleend*, Kuifeend*, Toppereend*, **Roerdomp** (broedvogel), Brandgans*, Brilduiker, **Bontbekplevier** (broedvogel), Zwarte Stern*, **Bruine Kiekendief** (broedvogel), Kleine Zwaan*, Kleine Zilverreiger, Slechtvalk
	Subtotaal	**62**	
Totaal		**76**	

Tabel D. De NATURA 2000 vogelsoorten per laagvliegroute.

Laagvliegroute	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
Route 1	Vecht en Beneden-Regge	0	-
	Subtotaal	**0**	
Route 2	Waddenzee	52	Meerkoet, Scholekster, **Kleine Mantelmeeuw** (broedvogel), Rosse grutto, Grutto, Nonnetje, Grote Zaagbek, Middelste Zaagbek, Wulp, **Tapuit** (broedvogel), **Aalscholver** (broedvogel), Aalscholver, **Lepelaar** (broedvogel), Lepelaar, Goudplevier, Zilverplevier, Fuut, **Kluut** (broedvogel), Kluut, **Eider** (broedvogel), Eider, **Dwergstern** (broedvogel), **Visdief** (broedvogel), **Noordse Stern** (broedvogel), **Grote stern** (broedvogel), Bergeend, Zwarte ruiter, Groenpootruiter, Tureluur, Kievit, Pijlstaart, Slobeend, Wintertaling, Smient, Wilde eend, Krakeend, Kolgans, Grauwe Gans, Toendrarietgans,

Laagvliegroute	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
			Steenloper, **Velduil** (broedvogel), Toppereend, Rotgans, Brandgans, Brilduiker, Drieteenstrandloper, Bonte strandloper, Kanoet, Krombekstrandloper, **Strandplevier** (broedvogel), **Bontbekplevier** (broedvogel), Bontbekplevier, Zwarte Stern, **Bruine Kiekendief** (broedvogel), **Blauwe Kiekendief** (broedvogel), Kleine Zwaan, Slechtvalk
	Wijnjeterper Schar en Terwispeler Grootschar	0	
	Wieden	0	
	Olde Maten en Veerslootlanden	0	
	Uiterwaarden Zwarte Water en Overijsselse Vecht	12	Meerkoet, Grutto, **Porseleinhoen** (broedvogel), **Grote karekiet** (broedvogel), Pijlstaart, Slobeend, Smient, Kolgans*, **Roerdomp** (broedvogel), **Zwarte Stern** (broedvogel), **Kwartelkoning** (broedvogel), Kleine Zwaan*
	Subtotaal	**56**	
Route 3	Zuiderlingedijk - Diefdijk zuid	0	
	Biesbosch	24	Meerkoet, Grutto, **Snor** (broedvogel), Blauwborst (broedvogel), Nonnetje, Grote Zaagbek, Visarend, **Aalscholver** (broedvogel), Aalscholver, Lepelaar, Fuut, **Porseleinhoen** (broedvogel), **IJsvogel** (broedvogel), Pijlstaart, Slobeend, Wintertaling, Smient, Krakeend, Kolgans, Grauwe Gans, Tafeleend, Kuifeend, Brandgans, **Bruine Kiekendief** (broedvogel), Kleine Zwaan
	Hollands Diep en oeverlanden	8	Lepelaar, Smient, Wilde eend, Krakeend, Kolgans, Grauwe Gans*, Kuifeend, Brandgans
	Krammer-Volkerak	33	Meerkoet, **Kleine Mantelmeeuw** (broedvogel), **Zwartkopmeeuw** (broedvogel), Grutto, Middelste Zaagbek, Visarend, Aalscholver, Lepelaar, Kuifduiker, Fuut, **Kluut** (broedvogel), Kluut, **Dwergstern** (broedvogel), **Visdief** (broedvogel), Bergeend, Tureluur, Pijlstaart, Slobeend, Wintertaling, Smient, Krakeend, Kolgans, Grauwe Gans, Tafeleend, Kuifeend, Rotgans, Brandgans, Brilduiker, **Strandplevier** (broedvogel), **Bontbekplevier** (broedvogel), Bontbekplevier, **Bruine Kiekendief** (broedvogel), Kleine Zwaan, Kleine Zilverreiger, Slechtvalk
	Uiterwaarden Waal	21	Meerkoet, Grutto, Nonnetje, Wulp, Aalscholver, Fuut, **Porseleinhoen** (broedvogel), Kievit, Pijlstaart, Slobeend, Smient*, Krakeend, Kolgans*, Grauwe Gans*, Tafeleend, Kuifeend, Brandgans, **Kwartelkoning** (broedvogel)*, Kleine Zwaan*, Kleine Zilverreiger, Slechtvalk
	Brabantse wal	6	**Boomleeuwerik** (broedvogel)*, Wespendief (broedvogel)*, **Geoorde fuut** (broedvogel), **Dodaars** (broedvogel), **Nachtzwaluw** (broedvogel)*, Zwarte Specht (broedvogel)*
	Subtotaal	**49**	

Laagvliegroute	NATURA 2000	Aantal soorten	Soorten [gevoelige broedvogelsoorten vetgedrukt]
Route 4	Langstraat bij Sprang-Capelle	0	
	Brabantse wal	6	**Boomleeuwerik** (broedvogel)*, Wespendief (broedvogel)*, **Geoorde fuut** (broedvogel), **Dodaars** (broedvogel), **Nachtzwaluw** (broedvogel)*, Zwarte Specht (broedvogel)*
	Subtotaal	**6**	
Totaal		**70**	

Bijlage 6 Tellingen Nachtzwaluw

Overzicht van de tellingen van Nachtzwaluwen in gebieden binnen en buiten laagvlieggebieden. Bron: SOVON Vogelonderzoek Nederland.

LNV-nr	Gebied	gebiednr	1950	1959	1960	1963	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
LAAGVLIEGGEBIEDEN MET NACHTZWALUWTELLINGEN																																																
7000	Dwingelderveld	GLV-II							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
112	Westerzand	GLVIII	geen data																																													
20100	Drents-Friese Wold	GLV-III				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			
33065	Holtinger-Havelterberg	GLV-III																																					x	x	x	x	x	x	x	x		
33028	Oirschotse Heide	GLV-V																													x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x				
20300	Sallandse Heuvelrug	GLV-VI																													x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
20207	Doornspijkse Heide (Veluwe)	GLV-VII																													x				x								x					
20208	Harskampse Zand (Veluwe)	GLV-VII																			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
20212	Kootwijkerzand (Veluwe)	GLV-VII																												x						x			x	x			x				
7300	Mariapeel & Deurnese Peel	GLV-VIII																													x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7308	Deurnese Peel	GLV-VIII																																			x											
7400	Groote Peel	GLV-VIII																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		aantal jaren	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	5	8	6	6	4	5	7	8	7	8	9	8	8	10	8	7	5
OVERIGE GEBIEDEN MET NACHTZWALUWTELLINGEN																																																
6900	Fochteloërveen																	x			x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
7100	Bargerveen																			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7200	Engbertsdijkvenen								x	x					x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x								x		x	x	x	x	
7500	Strabrechtse Heide & Beuven									x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
10400	Schoorlsche Duinen											x			x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
20211	Hoge Veluwe																					x					x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20214	Oldenbroek (Veluwe)																																x	x										x				
20215	Otterlose Zand (Hoge Veluwe)																															x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				
20216	Planken Wambuis															x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
20218	ZO-Veluwe															x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20400	Loonse en Drunense Duinen																		x	x													x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	
20700	De Hamert / Maasduinen																													x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
20800	De Utrecht																															x										x	x	x	x	x	x	
20900	Weerter- en Budelerbergen																															x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
21000	Leudal																																	x										x	x	x		
21100	Leenderbos & Groote Heide														x								x						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21109	Groote Heide																																x					x	x		x	x						
21200	Meinweg																													x	x	x	x	x		x			x		x			x	x	x	x
21300	Brabantse Wal																	x		x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Brabantse Wal-zuid																																															
30100	Kampina					x	x					x				x	x	x													x								x	x	x	x		x				
32016	Utrechtse Heuvelrug																																			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33008	Cartierheide																		x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					x	x		x	x	x	
33012	Drentse Aa																				x	x	x	x	x	x	x											x	x	x	x	x	x	x	x	x		
33024	Malpie																																									x	x					
33041	Stippelbergen		x	x	x								x																									x										
		aantal jaren met tellingen														4	3	6	4	7	8	11	10	6	7	8	9	6	8	11	12	16	16	17	11	13	14	14	17	16	18	21	18	21	17	16	12

Quick-scan: Effects of low-flying aircraft on wildlife

Appendix: Literature Review

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (Programmanummer BO-02-005)

Quick-scan: Effects of low-flying aircraft on wildlife

Appendix: Literature Review

Edgar A. van der Grift
Hans de Molenaar

Alterra-Rapport 1725 Appendix-CD

Alterra, Wageningen, 2008

ABSTRACT

Van der Grift, E.A. & H. de Molenaar, 2008. *Effects of low-flying aircraft on wildlife. Literature review.* Alterra, Wageningen, The Netherlands.

An Appendix to the report: 1725

Van der Grift, E.A., R. Foppen, W.B. Loos, H. de Molenaar, D. Oomen, R. Reijnen, H. Sierdsema & R. Wegman, 2008. *Quick-scan verstoring fauna door laagvliegen.* Alterra-report 1725, Alterra, Wageningen.

ISSN 1566-7197

This report is available in digital format at www.alterra.wur.nl.
A printed version of the report, like all other Alterra publications, is available from Cereales Publishers in Wageningen (tel: +31 (0) 317 466666). For information about, conditions, prices and the quickest way of ordering see www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2008 Alterra
P.O. Box 47; 6700 AA Wageningen; The Netherlands
Phone: + 31 317 484700; fax: +31 317 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

No part of this publication may be reproduced or published in any form or by any means, or stored in a database or retrieval system without the written permission of Alterra.

Alterra assumes no liability for any losses resulting from the use of the research results or recommendations in this report.

[Alterra-Rapport 1725 Appendix-CD/July/2008]

Contents

1 Review: Birds and low-flying (military) aircraft 7

1.1 Birds of Prey 7
1.2 Owls 16
1.3 Waterfowl 18
1.4 Shorebirds and seabirds 30
1.5 Songbirds 36
1.6 Penguins and albatrosses 38
1.7 Pheasants 42
1.8 Different bird groups 43

2 Review: Mammals and low-flying (militairy) aircraft 47

2.1 Ungulates 47
2.2 Carnivores 71

1 Review: Birds and low-flying (military) aircraft

1.1 Birds of Prey

Table 1.1. Effects of low-flying (military) aircraft on Bald eagle (Haliaeetus leucocephalus).

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Stalmaster et al. 1997 [USA/Washington]	*Objective: assessment of flushing responses of wintering Bald eagles to military firing activity, helicopter overflights, and boating on river and a creek on the Fort Lewis Army Reservation.* • The birds in the Fort Lewis Army Reservation are regularly exposed to disturbance and might be expected to have become used to this. • The helicopters used were UH-1 Huey and OH-58 Bell, flying at 60-120 m altitude and 35-55 km/h speed.	• It is recommended to restrict air traffic to a minimum 300 m above ground level.
	• 47% of 919 Bald eagles flushed in response to 48 **helicopter** overflights, 37% on the river (n=14) and 53% on the narrower creek (n=34). • Subadults flushed more often than adults (43% and 54%, respectively). • Eagles feeding or standing on the ground flushed more often than those perching in trees. • Few eagles were observed flushing to high-altitude (>330 m) helicopter traffic in the same area.	
Watson 1993 [USA/Washington]	*Objective: to determine nest success, including assessment of responses of nesting Bald eagles to helicopter overflights.* • The birds were regularly exposed to aircraft activities (military aircraft and float planes) throughout the area and might be expected to have become used to this. • The **helicopters** used were turbine-engine Hiller/Soloy UH-12E and Bell 206-BIII (which are quieter than comparable piston-driven helicopters).	• Helicopter surveys should maintain a flight approach distances of ≥60 m from nests. • Hovering rather than moving approaches may increase agitation responses but adults

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Eagles were disturbed in 53% of the encounters (n=142). • Disturbed eagles either flushed (68%) or were agitated but did not flush (32%). • Disturbance rates and flush distances from survey helicopters were affected by encounter distance and nest tenacity. • Disturbance rates varied significantly with encounter distance. • Eagles were disturbed at higher rates when there were no young in the nest, when they were perched <60 m from the nest, or when the helicopter hovered rather than moved towards the nest. • Flushed eagles (n=97) circled and soared (56%), evaded the helicopter (21%), returned to their nests (12%), or approached the helicopter to attack (11%). • Agitated eagles (n=45) vocalized (57%), crouched (25%), or perched at flight-attention (18%). • Nestlings rarely displayed behavioral changes on approach of the helicopter; none were flushed, trampled by adults, or known to have been bumped from nests by flushing adults. • Flush distance was on average 102 m (SE=7.7, n=97).	may allow closer approaches before flushing.
Grubb & King 1991 [USA/Arizona]	*Objective: to present a hierarchical classification tree model (CART) for evaluating human activities potentially disturbing breeding Bald eagle.* • Level of overflights above ground are not mentioned.	• Exclusion of aircraft within 625 m and permitting only short duration flights within 1,100 m

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Parameter ranking in CART ranks distance as the most important classifier or splitting variable for determining if aircraft overflights (n=2,849) were disturbing. • The overall ranking was: distance > duration > visibility > number > position > sound. • Aircraft had a response frequency of 42% within 625 m distance, what increased to 65% within 172 m distance. • A response was observed in 33% of the events of potentially disturbing aircraft activity (n=2,849) within 2000 m of breeding Bald eagles; i.e. alert 29%, flight 3%, departure 1%; median distance 550 m. • For light planes the response was 27% (n=1,543; alert, flight, departure: 25%, 1% and 1%), median distance 700 m. • For helicopters the response was 47% (n=718; alert, flight, departure: 36%, 9% and 2%), median distance 400 m. • For jets (Grubb & Bowerman 1997: = military jet fighters) the response was 30% (n=588; alert, flight, departure: 28%, 1% and 1%), median distance 500 m.	should minimize disturbance of breeding Bald eagles. To be most effecttive, management of bald eagle breeding areas should also address habitat and behaviour for each site specifically.
Grubb et al. 1992 [USA/Michigan]	*Objective: to evaluate human–breeding Bald eagle interacttions by applying the parameter ranking in CART classification tree model.* • Level of overflights above ground are not mentioned.	• Management of human activities for the protection of breeding Bald eagles should begin with a no-activity primary zone at 500-600 m from nest sites, followed by a secondary zone at 1000-1200 m.
	• Adults responded (alert and/or flight) more frequently than nestlings. • Adults responded (alert and/or flight) at greater distances-to-disturbance when perched away from the nest. • Distance from eagle to aircraft, duration of overflight and number of aircraft and/or passes were the most important characterristics influencing eagle responses. • A response of breeding eagles was observed in 29 % of the events of potentially disturbing **aircraft** activity within 2000 m of breeding Bald eagles (n=341); median distance 500 m. • For **light planes** the response was 15% (n=52), median response distance 800 m. • For **helicopters** the response was 29% (n=48), median distance 700 m.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• For **jets** (Grubb & Bowerman 1997: = **military jet fighters**) the response was 31% (n=241), median distance 500 m.	
Grubb & Bowerman 1997 [USA/Arizona & Michigan]	*Objective: to evaluate the combined results of Grubb & King 1991/Grubb et al. 1992.* • Level of overflights above ground are not mentioned. • **Helicopters** elicited the geatest frequency of response (47%), followed by **military jet fighters** (31%) and **light fixed-wing planes** (26%). • Frequency of response (23-61%) and frequency of flight (2-13%) both increased through the nesting season from February to June. • The analysis indicates a categorical exclusion of aircraft within 600 m of nest sites would limit bald eagle response frequency to 19%. • CART modeling verified distance as the most critical determinant between response and no-response associated with aircraft. Duration-of-overflight was a consistent second and number-of-units-per-event third.	• Management plans for Bald eagles should categorically exclude aircraft from within 600 m of nest sites and key habitat areas during the breeding season.
Fraser et al. 1985 [USA/Minnesota]	*Objective: to document the effect of disturbance on the behaviour of breeding Bald eagle.* • **Fixed-wing aircraft** (Cessna) passing 20-200 m from the nests for weekly observations did not flush incubating or brooding eagles.	• None.

Table 1.2. Effects of low-flying (military) aircraft on Osprey (Pandion haliaetus).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Trimper et al. 1998 [Canada/Labrador]	*Objective: to examine the 2.5 nautical miles (nm) radius exclusion area of active nest sites of osprey from low-level overflights (defined as 100-500 ft, or 30-150 m above ground) for the duration of the breeding season.* • Military CF-18 Hornet **fighter**, flying near five nests at distances ranging from 2.5 nm to directly overhead (as low as 30 m above ground) at speeds of 400-440 knots. Experimental design: seven nesting pairs (five treatment; two control). • Osprey in the study area may have habituated to overflights during exposures in previous years.	• None.
	• Osprey behaviour did not differ significantly between pre- and post-overflight periods. Adult ospreys did not appear agitated from overflights at 0.75, 1.25 or 2.5 nm. • The reaction of adults varied from alertness, focused observation of the aircraft, to adjustment in incubation posture. Adult ospreys often stared in the direction of the approaching aircraft before it was audible (to the observers). • No observed Adverse Effects Levels: 1.39 km horizontal distance, 30 m altitude, 100 dB maximum sound pressure levels.	

Table 1.3. Effects of low-flying (military) aircraft on Peregrine falcon (Falco peregrinus).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Palmer et al. 2003 [USA/Alaska]	*Objective: to examine the hypothesis that low-altitude* **jet aircraft** *overflights affect parental care, i.e. nest attendance, time-activity budgets and provisioning rates, by Peregrine falcons.* • Previous exposure of nesting Peregrine falcons to overflights was not known, though some exposure was likely.	• None.
	• Subtle effects of low-altitude jet aircraft overflights (at or below 150 m) on parental behaviour were detected, but no evidence was found that overall parental attendance patterns differed depending on exposure to overflights. • Differences depended on stage of the nesting cycle and gender. • During incubation and brooding stages, males attended the nest ledge significantly less when overflights occurred than did males from reference nests. Females attended the nest ledge significantly more during overflown periods compared to females from reference nests. • While females were still brooding nestlings, they were less likely to be absent from the nest area during periods when overflights occurred than females from reference nests. • There were differences in nest attendance and time-activity budgets between overflown and reference nests, but no differrences between periods with overflights and periods without overflights at the same nests. • There was no significant relationship between nest attendance and the number of overflights occurring within a given time period, the cumulative number of above-threshold noise events at each nest, or the average sound-exposure level of overflights. • There was no evidence that nestling provisioning rates were affected by overflights.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Ellis et al. 1991 [USA/Arizona]	*Objective: to determine which, if any, of the possible adverse responses listed below were operative in the case of raptors: (1) interruption of parental behaviour (leading to exposure of eggs or young to inclement weather), (2) physiological stress of parents or young (leading to reduced reproductive performance), (3) eyrie abandonment (immediate and long term), (4) accidental death due to premature fledging or startled young, and (5) loss of eggs or small chicks from the eyrie by startled adults (as observed in response to gunshots).* • About 1100 exposures to aircraft (F-4s, F-7s, F-10s, F-104s) passes within 500 m from the birds or nests, and sonic booms (real and simulated: 118).	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Responses to **(military) jet aircraft**: 1. Small (downy) nestlings did not respond noticeably. 2. Large nestlings in exposed nests (e.g. stick nests in trees) were alerted by, and sometimes cowered below, the closest aircraft (100 m or less). 3. Large nestlings in cavity nests often fled into the cavity and cowered in response to the closest aircraft. 4. Large nestlings were alerted by distant aircraft (>500 m), but showed no alarm. 5. Adults ignored or casually watched craft >500 m distant. 6. Adults were normally alerted or alarmed by craft <300 m. Occasionally, adults ignored but some fled from the closest aircraft. 7. Non-breeding or pre-breeding prairie falcons were more likely to flush and/or flee in response to test stimuli than pairs attending eggs or nestlings. 8. Adult behaviour suggesting that site abandonment was imminent was not observed. 9. Nestling behaviour suggesting that premature fledging was imminent was not observed. • Responses to **booms**: 1. Small nestlings did not respond noticeably. 2. Large nestlings were alerted or alarmed or, less often, they cowered. 3. Adults were frequently alerted or alarmed by extreme booms. Occasionally, adults gave no apparent response to very loud booms, however, some birds briefly fled in response to loud booms. 4. Adult behaviour indicative of offspring endangerment or site abandonment was not observed. • Long term behavioral responses: 1. The reproductive rates for test eyries in 1980 and 1981 were at or above normal. 2. The reoccupancy rates for sites experimentally disturbed in 1980 were at or above normal.	

Table 1.4. Effects of low-flying (military) aircraft on Red-tailed hawk (Buteo jamaicensis).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Andersen et al. 1989 [USA/Colorado]	• Hawks nesting where low-level air traffic was non-existent prior to the study period exhibited stronger avoidance behavior than did hawks nesting where helicopter activity had occurred since long. • 53% of the birds in the first area flushed from the nest while 8% flushed in the second area. • Age of nestlings did not influence avoidance behavior. • Overflights did not appear to influence nesting success. • The results suggest the hawks habituate to low-level overflights of helicopters during the nesting period.	• None.

1.2 Owls

Table 1.5. Effects of low-flying (military) aircraft on Mexican spotted owl (Strix occidentalis lucida).

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Delaney et al. 1999 [USA/New Mexico]	*Objective: (1) record, characterize, and quantify* ***helicopter*** *overflights at Spotted owl roost sites during a post- or non-nesting season and at active nest sites during the nesting season, (2) develop a dose-response threshold relation for quantifying Spotted owl behavioral responses to variation in noise levels and stimulus distances, (3) determine if helicopter overflights affect Spotted owl reproductive success (successful nests) or productivity (young fledged), and (4) develop disturbance-specific management guidelines to minimize potential effects from helicopter overflights on the Lincoln National Forest.* • 161 manipulations = overflights of helicopters (Sikorski HH-60G, Pave Hawk, twin-jet helicopters), 15, 30 and 60 m above ground level, speed 150-170 km/h.	• A 105 m radius, hemispherical protection zone should eliminate Spotted owl flush response to helicopter overflights in the study area. • Helicopter overflights between 3 hours past sunset and 3 hours preceding dawn should minimize effects on Spotted owl behaviour.
	• Manipulated and non-manipulated nest sites did not differ in reproductive success or the number of young fledged. • As the distance from helicopters to owls decreased, the severity of owl responses increased. • The proportion of owls flushing in response to a manipulation was negatively related to stimulus. • The proportion of owls flushing in response to a manipulation was positively related to noise level. • Flush responses were minimal when the helicopters were >105 m away. Spotted owls did not flush when helicopter SEL (sound exposure level) noise levels were ≤102 dBO (92 dBA). • Adult owls were more likely to flush in response to manipulations later in the reproductive season. Female owls only flushed after their chicks had left the nest. • Spotted owls exhibited alert responses when helicopters were an average of 304 ± 148 m away, but showed no response when helicopters were >660 m distant.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Prey delivery rates were highly and positively correlated with stimulus distance. Thus, manipulations in close proximity to owl territories may affect delivery rates. • The estimated threshold for detrimentally affecting prey deliveries (96 m) indicates a subflushing response. • The results suggest that Spotted owls may have been habituating to manipulation testing. • Distance was a better predictor of Spotted owl flush response to helicopter flights than noise levels as the helicopter noise varies with a series of conditions of use, topography, weather.	
Johnson & Reynolds 2002 [USA/Colorado]	*Objective: to investigate the effects of military fixed-wing aircraft training on the behavior of the endangered Mexican spotted owl during breeding.* • Fixed-wing **military jet aircraft (F-16)** overflights near or at a minimum height of 660 to 760 m (i.e. minimum height of 460 m for training flights + 200-300 m distance from owl roost site in canyon to canyon rim).	• None.
	• Five (23.8%) of the 21 fly-bys produced no response, nine (42.8%) produced low responses (slow head turn), and seven (33.3%) produced intermediate responses (sudden head turn towards origin of the sound); none produced high responses (flush). • The behavior of the owls during the pre- and post-flyby periods of the sequentially louder fly-bys, showed that the birds that responded at the second or third levels all very quickly returned to normal day-roosting behavior.	

1.3 Waterfowl

Table 1.6. Effects of low-flying (military) aircraft on Whooper swan (Cygnus c. cygnus).

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Rees et al. 2005 [Scotland]	*Objective: analysis of the current variation in the behaviour of wintering Whooper swans to determine whether their susceptibility to human activity changes with time, location and the type of disturbance.* • The birds in the area are regularly exposed to disturbance and might be expected to have become used to this.	• None.
	• **Helicopters** and **other aircraft** alerted the swans at a mean distance of 1355 ± 227 m. • The birds were alert for disturbance by aircraft for 1.71 ± 0.31 min (n=53). The length of time that the birds remained alert was much shorter than for disturbances by other sources. • Disturbance levels are higher for smaller flocks than for larger flocks. • The negative correlation between field size and disturbance distance suggests that the openness of the landscape may be important. • Evidence for habituation to human activity was avoided by a negative correlation between disturbance distance and the number of previous disturbances recorded in the day, but any increase in tolerance did not appear to be maintained over longer periods.	

Table 1.7. Effects of low-flying (military) aircraft on Trumpeter swan (Cygnus buccinators).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Henson & Grant 1991 [USA/Alaska]	*Objective: attempt to quantify effects of human disturbance, including* **air traffic** *when passing below 615 m above the ground, on breeding Trumpeter swans.* • There is regular air traffic over much of the Copper River Delta consisting primarily of small, fixed-wing airplanes, with smaller numbers of helicopters and large commercial jets. The birds might be expected to have become used to this disturbance.	• Restrict use of sources of loud noises on or near Trumpeter swan breeding grounds during the breeding season.
	• .No differences in response to **helicopters**, **small single propeller airplanes** or **large commercial jets** were noted. • Birds frequently reacted to the sound of the approaching aircraft before it became visible. • Regular aircraft overflights alerted birds but did not cause incubating females to leave the nest. • The typical response was for a bird to cease its current activity, assume a head-up (HU) posture for a few seconds to several minutes, and then to resume previous behaviour once the disturbance was no longer heard or seen. • One or both adult swans at 4 nesting territories reacted to aircraft on 19 of 21 overflights (commercial airliner 4, fixed-wing 10, helicopter 5). • There was little difference in the response-no response ratio between male and female swans, but the response time for females was almost double the response time of males. • Incubating females on two occasions took disturbance recess when the nest were circled in a **survey plane** at an altitude of about 60 m. On another occasion a male assumed a hiding posture as a fixed-wing plane passed directly over the wetland. One swan pair nesting within 1.3 km of the main runway of the Cordova Airport were not disturbed by airport traffic.	

Table 1.8. Effects of low-flying (military) aircraft on Brant goose (Branta bernicla nigricans).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Ward et al. 1994 [USA/Alaska]	*Objective: to measure current disturbance levels and to determine the extent to which disturbance affects the behavior of Brant at the Izembek Lagoon when over 90% of their Pacific Flyway population stages there for 4 to 10 weeks.* • The birds in the lagoon are regularly exposed to disturbance and might be expected to have become used to this.	• None.
	• In response to **helicopters** (n=6), 83% of the flocks left the study area. • Helicopters elicited a mean response of ≥3.4 minutes/disturbance. • Flocks of Brant were disturbed by 49% of **fixed-wing aircraft** overflights and took flight in response to 26% of them. • The proportion of Brant flocks that flew in response to overflight varied with aircraft altitude and lateral distance to the flock. One half of 279 flocks took flight when lateral distance to the aircraft was ≤0.8 km but only 13% of the flocks took flight in response to more distant aircraft. • Within a lateral distance of 0.8 km to the aircraft, Brant flocks were >2 times more likely to respond to fixed-wing aircraft at an altitude of ≤610 m (68%; n=142) than to overflights at >610 m (33%; n=137). • Brant first became alert in response to aircraft at a mean distance of 2.6 km (n=346).	
Miller et al. 1994 [USA/Alaska]	*Objective: Description of a simulation model designed to study the effects of* **helicopter** *disturbance on moulting Pacific brant near Teshepuk Lake, Alaska. The model determined the behavioral and energetic response of every bird encountered by the aircraft during an overflight, then calculating the weight of these birds at the end of wing moult The effects were classified into five risk categories.*	• Weight loss along a given flight line can be reduced by (1) flying at altitudes greater than 1,065 m, (2) flying only when most brants are in their second week of moult, (3) minimizing flight frequency, (4) avoiding use of the larger Bell 412 (instead of the Bell 206) when possible.
	• Model: route/flight line + flock location → lateral distance, lateral distance + altitude → position of helicopter relative to birds, position of helicopter relative to birds + flock size + helicopter type → behaviour, behaviour + productive energy + maintainance energy → total energy → weight/weight loss. • The model can reveal slight changes that result in significant decreases in disturbance.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Application of model results in recommendations for mitigation of helicopter disturbance on moulting Pacific brant near Teshepuk Lake, Alaska.	
Ward et al. 1999 [USA/Alaska]	*Objective: to measure behavioral response of staging Brant [and Canada geese] to* **fixed- and rotary-wing aircraft***, using planned aircraft overflights with control of aircraft type, noise, altitude, and lateral distance to flock, to develop predictive models of the relation between aircraft type, noise, altitude, and lateral distance and the response of geese, and to determine if response declines with sequential cumulative days of exposure to aircraft overflights.*	• Managers of areas with large concentrations of waterfowl should consider lateral distance from the birds as the primary criterion for establishing local flight restrictions, especially for helicopters.
	• Overall, 75% of Brant flocks flew in response to overflights at 30 to 1,219 m altitude and 0.0 to 8.0 km lateral distance. • Tests of accommodation to helicopter* overflights were inconclusive, although there was some evidence for a reduction in response of Brant. • Mean flight and alert responses were greater for fixed-wing aircraft than for rotary-wing aircraft** and for high noise than for low-noise aircraft***. • Increased lateral distance between an aircraft and a flock was the most consistent predictive parameter associated with lower probability of a response by geese. • Altitude was a less reliable predictor because of interaction with aircraft type and noise. • Although mean response of Brant goose generally was inversely proportional to aircraft altitude, greatest response occurred at intermediate (305-760 m) altitudes. • More flocks flew in response to rotary-wing (51%) than fixed-wing (33%) aircraft, and to high-noise (49%) than low-noise (40%) aircraft. • Responses to overflights occurred up to 1,219 m altitude and 4.8 km lateral distance. • Mean flight response decreased with increasing lateral distances, regardless of aircraft type or noise. • Flight response to aircraft at different altitudes was inconsistent: response generally decreased with increased altitude of fixed-wing and low noise aircraft but tended to remain the same or increase with rotary-wing and high noise aircraft. • There was weak evidence for a reduction in mean flight response to rotary-wing aircraft over the 3-6-day exposure period.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	* Bell 205, Bell 206-B, Hughes 500-D, Sikorsky HH-3F ** Fixed-wing aircraft = Arctic Tern, Piper 150, Cessna 180, Cessna 206, Piper Navajo, Grumman Goose, Twin Otter; Rotary-wing aircraft = Hughes 500-D, Bell 206-B, Bell 205, Sikorsky HH-3F. *** High noise aircraft = Cessna 206, Piper Navajo, Grumman Goose, Twin Otter, Bell 205, Sikorsky HH-3F, low-noise aircraft = Arctic Tern, Piper 150, Cessna 180, Hughes 500-D, Bell 206-B.	

Table 1.9. Effects of low-flying (military) aircraft on Dark-bellied brent goose (Branta b. Bernicla).

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Holm 1997 [Denmark]	*Objective: to descripe reactions of Brent geese to* **helicopter** *traffic during spring staging.* • The island was since the early 1980s exposed to overflights of helicopters (Super Puma MK1 and Bell 212) at a speed of ca. 250 km/h and 185 km/h, respectively, following one or two fixed routes at 300 to 650 m elevation 4-6 times a day on working days and Saturdays. In addition, nonscheduled, pilot training flights and military traffic occurred.	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Low flying helicopters disturbed the geese more often and caused greater alertness in flocks than helicopters at normal flying height. • There was no statistical significant correlation between uplift or vigilance and flock size. • Overflights following the most frequently used route evoked relatively little disturbance. • Low overflights caused comparatively frequent disturbance. • Overflights following unusual routes caused comparatively frequent disturbance. • In 25 (21%) out of 120 occurrences, helicopters put almost two thirds of the Brent goose flocks to flight. On average, 62% (SE=7.3%, n=25) of the flock took flight in these cases. • When helicopters did not cause upflights, they caused increased vigilance with 66%, about twice as many geese to be vigilant as in undisturbed situations. • During all helicopter flights, an average of 23% of the Brent flock (SE=2.6%, n=111) assumed the vigilance posture, significantly more than the average vigilance posture of 10.3% (SE=0.26%, n=1526) in undisturbed flocks.	
Riddington et al. 1996 [UK]	*Objective: identification of the sources of current disturbance of wintering Brent geese in a coastal area and assessment of their effects.* • The birds in the area are regularly exposed to disturbance and might be expected to have become used to this.	• On goose refuges, regulating disturbance from high-impact sources, not only within the refuge but also on adjacent areas, may be far more effective in providing an undisturbed site than restricting human access well away from grazing areas. • Imposing a minimum height for aircraft, possibly no lower than 500 m.
	• A total of 160 disturbance events were observed on pastures, the most frequent source being pedestrians (31.9%), followed by **not specified aircraft** (19.4%). • Flight duration in response to aircraft and gunshots was much higher than that in response to other human sources (pedestrians, vehicles)	

Table 1.10. Effects of low-flying (military) aircraft on Canada goose (Branta canadensis tavereri).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Ward et al. 1999 [USA/Alaska]	*Objective: to measure behavioral response of staging [Brant] and Canada geese to* **fixed- and rotary-wing aircraft***, using planned aircraft overflights with control of aircraft type, noise, altitude, and lateral distance to flock, to develop predictive models of the relation between aircraft type, noise, altitude, and lateral distance and the response of geese, and to determine if response declines with sequential cumulative days of exposure to aircraft overflights*	• Managers of areas with large concentrations of waterfowl should consider lateral distance from the birds as the primary criterion for establishing local flight restrictions, especially for helicopters.
	• Overall, 9% of Canada goose flocks flew in response to overflights at 30 to 1,219 m altitude and 0.0 to 8.0 km lateral distance. • Tests of accommodation to helicopter* overflights were inconclusive. • Mean flight and alert responses were greater for fixed-wing aircraft than for rotary-wing aircraft** and for high noise than for low-noise aircraft**. • Increased lateral distance between an aircraft and a flock was the most consistent predictive parameter associated with lower probability of a response by geese. • Altitude was a less reliable predictor because of interaction with aircraft type and noise. • Although mean response of Canada goose generally was inversely proportional to aircraft altitude, greatest response occurred at intermediate (305-760 m) altitudes. • The mean percentage of flocks that responded was greater for rotary-wing (41%) than fixed-wing (20%) aircraft, and for high noise (43%) than low noise (31%) aircraft. • Mean flight response decreased with increasing lateral distances, regardless of aircraft type or noise. • Flocks rarely flew in response to fixed-wing (5% of flocks responded) or rotary-wing (11% of flocks responded) aircraft. • Mean response decreased or remained the same as altitude increased for fixed-wing aircraft and high-noise and low-noise aircraft, but mean response increased for rotary-wing aircraft. * Bell 205, Bell 206-B, Hughes 500-D, Sikorsky HH-3F	

	** Fixed-wing aircraft = Arctic Tern, Piper 150, Cessna 180, Cessna 206, Piper Navajo, Grumman Goose, Twin Otter; Rotary-wing aircraft = Hughes 500-D, Bell 206-B, Bell 205, Sikorsky HH-3F. *** High noise aircraft = Cessna 206, Piper Navajo, Grumman Goose, Twin Otter, Bell 205, Sikorsky HH-3F, low-noise aircraft = Arctic Tern, Piper 150, Cessna 180, Hughes 500-D, Bell 206-B.	

Table 1.11. Effects of low-flying (military) aircraft on Greater snow goose (Chen caerulescens atlantica).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Bélanger & Bédard 1989 [Canada/Quebec]	*Objective: establish the effects of current human disturbance on staging Greater snow geese during spring and fall in the Montmagny bird sanctuary.* • Non-specified, transport related activities, particularly low-flying aircraft (e.g., **planes, helicopters**), caused ≥45% of all human disturbances (652) in spring and fall on staging geese. • Study recorded only disturbances severe enough to cause geese to take flight. • Geese spent more time flying after transport-related disturbances than they did after any other type of disturbance. • Geese often stopped feeding following overflights at an unquantified slant distance. Loss of feeding time was always at least 15 min per disturbance. • Time to resume feeding was not influenced by the type of human disturbance but was generally greater in fall than in spring and that, for most disturbance types, mainly for aircraft. • When the mean hourly disturbance rate was greater than 2 per hour, the numbers of geese were lower the next day.	• Flights below 500 m should be prohibited.

Table 1.12. Effects of low-flying (military) aircraft on King eider (Somateria spectabilis) and Pacific eider (Somateria mollisima v-nigra).

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Mosbech & Boertmann 1999 [Greenland]	*Objective: to identify locations and numbers of moulting and post-breeding King eiders by aerial survey. Secondary to this aim, the King eider response to the approaching* ***survey plane*** *was studied.*	• None.
	• King eiders exhibit avoidance behavior in response to an approaching aircraft. • Flocks of King eiders dispersed by diving in different directions when the plane was still a kilometer away. This behavior was more pronounced in areas with more disturbance (hunting), and also when the survey aircraft was flying at high altitudes (2000 feet). In remote areas, avoidance diving was reduced. • Flocks began responding to the approaching aircraft by either alert behaviour or swimming away from the coast at distances between 500 m and 5 km. • For mid-day overflights, the reaction distance for the first reaction was found to be significantly greater at 400 feet than at 250 feet altitude. For approaches at 400-1800 feet, however, the distance for the first reaction was found to be negatively correlated with flying altitude. • The intermediate reaction of avoidance swimming and spreading out started up to 3 km from the approaching airplane. This was not observed in all flocks or in approaches at an altitude of 250 feet. • The strongest reaction of avoidance diving was observed approximately 1 km from the approaching plane, at an altitude of 250 feet, but not at approaches at higher altitudes. • Avoidance reaction was less in the morning when King eiders forage, than at mid-day when most King eiders rest.	
Johnson et al. 1987 [USA/Alaska]	*Objective: To test the hypothesis that industrial activities on Thetis Island in 1983 would have no measurable negative effect on the number of nests or the of Pacific eiders on either island during the 1983 breeding season, as compared to historical data.* • Potential sources of disturbance included all **aircraft** flights in the vicinity, with special attention being given to the two twin-engine helicopters (Bell 212 and Messerschmitt Bolkov BO-105CBS).	• None.
	• Pacific eiders did not appear to react to the routine flights of the **helicopters** as they flew to and from Thetis Island outside the 1.8 km buffer zone.	

*Table 1.13. Effects of low-flying (military) aircraft on American black duck (Anas rubripes) and Wood duck (Aix sponsa) and Harlequin duck (*Histrionicus histrionicus*).*

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Conomy et al. 1998 [USA/North Carolina]	• In experiments, initial exposure to **jet aircraft** noise elicits behavioral responses from Black ducks and wood ducks. • With continued exposure to aircraft noise, Black ducks may become habituated, but Wood ducks did not exhibit the same pattern of response. • The results suggest that the ability of waterfowl to habituate to jet aircraft noise may be species specific. • In the experiment, the proportion of times Black ducks reacted to visual and auditory aircraft activity decreased from 38 to 6% during the first 17 days of confinement. • Response rates remained stable at 5.8% thereafter. • The proportion of times Black ducks reacted to exposure to 6 different recordings of jet noise decreased significantly from first day of exposure (25%) to last (i.e., day 4; 8%). • Wood duck responses to jet noise did not significantly decrease uniformly among experimental groups following initial exposure to noise.	• None.
Harms et al. 1997 [USA]	*Objective: Development of a technique for heart rate biotelemetry transmitter implantation to monitor heart rate fluctuations of Black ducks in response to simulated aircraft noise in a large outdoor enclosure. Aircraft noise was computer generated, replicating an* **FB-111 jet** *flying 70 m above ground level.* • Acute responses to noise events were not evident consistently. • When present, heart rate increases in response to noise events were short-lived and only evident during the first day of the noise events. Habituation to frequent loud aircraft noises occurred rapidly in a few days. • A behavioral response often accompanied a heart rate response. • Outside disturbances sometimes influenced heart rates when a programmed noise did not. • A light single-engine (fixed-wing) plane that happened to fly over the flight pen less than 1 min prior to a noise event caused the ducks to raise their heads and to track the plane visually, while spiking a brief increase in heart rate, where after the ducks showed neither	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	behavioral nor heart rate response to the ensuing noise broadcast.	
Goudie & Jones 2004 [Canada/Labrador]	*Objective: to experimentally quantify the dose-response relationship between* ***military jet*** *noise and avian behaviour, i.e. on behaviour of breeding pairs of Harlequin ducks.* • Design of the experiment: before-after-control-impact (BACI). • Low-level passes (30-100 m above ground level), noise generated >100 dBA, background sound levels 40-70 dBA.	• A precautionary approach to mitigation and, in Labrador, military aircraft overflights should be modified to reduce the exposure of habitats used by Harlequin ducks to aircraft noise levels >80 dBA. This could, for example, involve avoiding river valleys or defining minimum altitudes for overflights that assure noise levels remain below this threshold, or is less sudden in onset.
	• Harlequin ducks reacted to noise from military jets with alert behavior, showing a positive dose-response that especially intensified when noise exceeded 80 dBA. • Direct behavioural responses to military jet overflights were of short duration (generally <1 min), and were unlikely to affect critical behaviors such as feeding and resting in the overall time-activity budgets of breeding pairs. • Residual effects, in other words, deviations from normal behavior patterns after initial responses, were decreased courtship behavior for up to 1.5 h after, and increased agonistic behavior for up to 2 h after military jet overflights. The presence of residual effects on behavior implied whole-body stress response that is potentially more serious.	

Table 1.14. Effects of low-flying (military) aircraft on a variety of waterfowl.

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Robinson & Pollitt 2002 [UK]	*Objective: Wetland Bird Survey (WeBS) data were reviewed to investigate the sources and scale of current potential disturbances to waterbirds in the UK.*	• None.
	• The birds in the WeBS-areas are regularly exposed to disturbance and might be expected to have become used to this. • Coastal waterbirds were more likely to be disturbed by walkers, shooters and **large aircraft** whereas those inland were more likely to be disturbed by motor-driven machines and unpowered boats.	
Komenda-Zehnder et al. 2003 [Switzerland]	*Objective: to analyse at which minimum crossing altitude waterbirds do not show any visible reaction to overflying aircraft (**small fixed-wing** and **helicopters**), and in addition to examine the differences in the bird's behaviour depending on the type of aircraft and the amount of noise.* • Variety of wintering waterfowl, in concentrations between appr. 50 to 1000 birds. Mainly: Tufted duck (*Aythia fuligula*), Coot (*Fulica atra*) and Pochard (*Aythia ferina*). • 326 experimental overflights at lakes situated in three different areas of the Swiss lowland, with Small fixed-wing aircraft (Bonanza (F33A, A36) and Robin (DR400/500, DR400-180R)) and small helicopters (Ecureuil (AS-350B2) and Alouette 3 (SA-316B)). • Aircraft made one series of overflights per site per half-day, each series consisting of four to six overflights in 15 min intervals at successively decreasing altitudes (600-450-300-150-80 m, or 450-300-150-80 m) or at varying altitudes (150 or 80 m).	• None.
	• The proportion of birds showing stressed behaviours depended significantly on the type of aircraft (helicopter or fixed-wing plane) and the flight altitude. • No other variable (noise level, type of fixed-wing plane and type of helicopter) could explain further variance. • The proportion of birds with stressed behaviours was significantly higher during the overflights below 300 m for fixed-wing planes and below 450 m for helicopters, than on days without flights. • There was no statistical evidence for short term habituation, nor sensibilisation.	

1.4 Shorebirds and seabirds

Table 1.15. Effects of low-flying (military) aircraft on shorebirds and seabirds.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Dunnet 1977 [Scotland]	*Objective: to obtain data on which to base advice on the risks to seabird colonies of overflying commercial* ***helicopters*** *and* ***twin-engine fixed-wing aircraft****.* • Mixed colony of: Fulmar *(Fulmarus glacialis),* Shag *(Phalacrocorax aristotelis),* Herring gull *(Larus argentatus),* Kittiwake *(Rissa tridactyla),* Guillemot *(Uria aalge),* Razorbill *(Alca torda),* Puffin *(Fratercula arcti).* • Two sets (days) of observations, with a Sikorsky S61 passing once at 150 m and a Piper Aztec passing five times at 150 m. • The bird cliffs are on the normal route of helicopters flying from Aberdeen to rigs and platforms in the North Sea, and it may be that the birds have become accustomed to the passage of these aircraft.	• None.
	• No evidence was found to suggest that aircraft (helicopters and fixed-wing aircraft) flying at heights of about 150 m (= 100 m above the cliff-top) affected the attendance of incubating and brooding birds.	
Burger 1981 [USA/New York]	*Objective: to examine the effects of airplane noise on incubating and brooding Herring gulls (Larus argentatus) within 2 km of Kennedy Int. Airport.* • Supersonic (Concorde) vs subsonic(Boeing 707, 727, 747) vs average ambient background noise in Herring gull colony.	• None.
	• No effects of subsonic aircraft, passing over every 2-3 min, on nesting gulls were noted. • When supersonic transport flew over once a day, significantly more nesting gulls flew from their nests, and they engaged in more fights when they landed compared with the other conditions. Many eggs were broken during these fights, and subsequently eggs were eaten by intruders. • At the end of the incubation period there were lower mean clutch sizes in dense sections (more potential for fights) of the colony compared with solitary nesting pairs of gulls.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• For loafing gulls, significantly more birds flushed when planes flew over compared with immediately before and after such plane noises.	
Heinen 1986 [Germany]	*Objective: not specified.* • Aircraft: small fixed-wing aircraft, military jet aircraft, helicopters. • Note: no overflight altitudes given.	• None.
	• Redshank reacted comparatively strong (disturbance in 74% of the overflights). • Oystercatcher reacted comparatively weak (disturbance in 32% of the overflights). • Shelduck and lapwing were intermediate (disturbance in 37-42% and 46% of the overflights, respectively). • Brent goose, Shelduck and Oystercatcher reacted significant to the intensity of the sound of the airplanes.	
Fjeld et al. 1988 Olsson & Gabriel-sen 1990 [Spitsbergen]	*Objective: to obtain data on the risks to remote seabird colonies, especially breeding Brunnich's guillemot (Uria lomvia), of overflying* ***helicopters****.*	• None.
	• In colonies where aircraft overflights are frequent, guillemots do not usually react to them, which is attributed to habituation. • In an ambitious experiment, in colonies where aircraft overflights were virtually absent, guillemots sometimes responded to an approaching helicopter (Bell 212) at a distance of 6 km and always by a distance of 2.5 km. Reactions were correlated primarily with the sound levels from the helicopter, only secondarily with its distance. • In an ambitious experiment, in colonies where aircraft overflights were virtually absent, eggs or chicks were not lost as a result of the flybys. • In an ambitious experiment, in colonies where aircraft overflights were virtually absent, no indication of habituation to the helicopter was seen in these infrequently-repeated experiments.	
Brown 1990 [Australia]	*Objective: to quantify the responses of nesting sea birds in the wild to acoustic stimuli simulating aircraft overflights by exposure to tape recordings of a* ***small fixed-wing aircraft*** *(DHC-2 Beaver floatplane).* • The colonies had no chronic exposure to aircraft overflights or to other human disturbance. • Mixed colony of breeding Crested tern (*Sterna bergii*) and Bridled tern (*Sterna naethetus*).	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Maximum responses observed, preparing to fly or flying off, were restricted to exposures greater than 85 dB(A). • The minimum response, i.e. a scanning behavior involving head-turning, or a more intense response, was observed in nearly all birds at all levels of exposure (peak fly-over levels at 5 dB intervals from 65 dB(A) to 95 dB(A)). • An intermediate response, an alert behavior, demonstrated a strong positive relationship with increasing exposure. • Short to medium term habituation/sensibilisation (within one day, and over successive days up to four days) did not occur in the observed responses. • For Bridled tern escape behaviors (flying up) were observed at much lower noise exposures than were observed for Crested tern. • A preliminary observation of responses of the colonies to balloon overflights suggests that visual stimulus is likely to be an important component of aircraft disturbance.	
Nijland 1997 [Netherlands]	*Objective: to present a survey of all present knowledge, from literature as well as from unpublished sources, on the effects of* ***aircraft*** *on wildlife, and to recommend on mitigating measures and on further research.* • General: 1. The visual appearance of aircraft is an important stimulus generally inducing flight response in birds. 2. Bird species differ greatly in vulnerability for disturbance by small aircraft. 3. Habituation may develop if aircraft passes by regularly along the same route at the same height. 4. Staging areas, where migrating birds stop over for a shorter or longer period, are very vulnerable. 5. Birds are often very vulnerable for disturbance in the stage of nest site choice. Breeding birds are generally less easily disturbed than birds in other conditions. 6. Geese and spoonbills are very vulnerable. 7. Overflights at <600 m AGL causes disturbance (flight reaction) in >80% of the incidences.	• Aircraft should avoid concentration-areas altogether. • The minimum flight altitude of small aircraft should be raised from 150 m to 300 m AGL.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Small fixed-wing aircraft: 1. Disturbance (flushing response) of shore birds by low-flying aircraft >500 m AGL, disturbance decreases above appr. 350 m AGL (n=366, Rottummerplaat 1986-1996). 2. Disturbance (flushing response) of shore birds by low-flying aircraft >450 m altitude, disturbance decreases above appr. 300 m AGL (n=2756, Boschplaat 1992-1996). • Motorgliders and ULVs: elicits relatively much disturbance, 50% of the overflights caused disturbance (flushing reaction). • Helicopters: Cause little disturbance (flushing response) at >500 m AGL and when flying over the beach. Otherwise very disturbing (flushing, flight response). • Military jets: Overflights at <600 m AGL caused disturbance (flushing reaction) in >80% of the incidences. Sonic booms always caused mass panic-flight reaction.	
Smit & De Jong 2002 [Germany]	*Objective: not specified.* • During several flights with **helicopters** at ca. 300 m AGL, 81% of the birds responded by flushing; usually over short distance.	• None.
Smit 2004 [Netherlands]	*Objective: not specified.* Resting and foraging shorebirds; Waddenzee. • Responses to noise aircraft are (somewhat) larger than those to less noise aircraft. • Aircraft types that fly over incidentally, disturb more, stronger and longer than aircraft types that pass over regularly (habituation). • Unussual military air traffic results in most disturbance, followed by (in decreasing order) militairy helicopter flights, civil fixed-wing aircraft flights and civil helicopter traffic. • The behavior of the passing aircrafts determines to a great extent the responses of the birds. Circling or accelerating aircraft cause a relatively high response, passing aircraft without any special maneouvers a relative low response. • The time of overflight in relation to high or low tide determines to a great extent the	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	response of birds. Over-flights during low tide, when birds are spread out over the tidal sands may have a significant different response than when the birds are concentrated on a few high tide tidal sand. • Responses of Bar-tailed godwit (*Limosa lapponica*) and Grey plover (*Pluvialis squatarola*) are stronger in May than in other months, probably as a result of their recent arrival from undisturbed tropical wintering areas. This possibly also occurs when they return from their relative undisturbed Arctic breeding areas in August-September. • If the number of over-flights increases the number of responses decreases: many disturbances result in relatively low number of responses, little disturbances result in relatively high number of responses (habituation).	
	Resting and foraging shorebirds; Balgzand, Van Ewijcksluis. • Over-flights of civil helicopters (n=5) and militairy helicopters (mainly Lynx)(n=3) at >200 m AGL (usually around 300 m AGL) caused in 40% and 67% respectively a light response. • About 50% of over-flights is estimated to be disturbing for birds.	
	Foraging geese, shorebirds, gulls; Texel, Mokbaai. • 2.3% of all over-flights of militairy and civil helicopters (n=2,322) caused disturbance of birds. 1.8% was due to low-flying militairy helicopters. • Habituation is assumed. • No relation was found between season and the frequency of responses in birds. • Note: Flight altitudes are not specifically mentioned but assumed to be usually around 300 m AGL.	
	Foraging shorebirds and gulls; Balgzand – Kooijhoekschor. • Over-flights (<200 m AGL) of civil helicopters and militairy helicopters (mainly Lynx) caused a response in, respectively, 0% (n=2) and 8% (n=25) of the cases. • Over-flights (>200 m AGL, usually 300 m AGL) of civil helicopters and militairy helicopters (mainly Lynx) caused a response in, respectively, 0% (n=17) and 8% (n=8) of the cases.	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• About 25% of all over-flights with civil helicopters is believed to cause low to reasonable disturbance.	
	Resting and foraging geese and shorebirds. Balgzand – Kuitje. • Over-flights (<200 m AGL) of civil helicopters and militairy helicopters (mainly Lynx) caused a response in, respectively, 21% (n=39) and 27% (n=11) of the cases.	

1.5 Songbirds

Table 1.16. Effects of low-flying (military) aircraft on songbirds.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Canaday & Rivadeneyra 2001 [Ecuador]	*Objective: to evaluate the impacts on terrestrial insectivorous songbirds that have taken place during a petroleum operation by comparing the avifauna of sites at different distances from roads and oil wells, and to test the usefulness of species richness within foraging guilds as an index of impact.* • The birds in the study area were by and large not seriously exposed to other sources of disturbance. • Responses to road traffic and **helicopter** over-flights are not separately treated.	• None.
	• Significantly more species of terrestrial insectivores were registered at interior forest sites than at road-edge sites. Arboreal granivores (i.e. parrots) constituted the next most important group. The responses of other guilds were much more variable. • The statistics indicate that the terrestrial insectivores as a group tended to increase in frequency with distance from roads, to beyond 1.5 km. • The degree to which each species was affected by the construction of roads was significantly correlated to body mass. • Noise appears to be the factor that most affected terrestrial insectivorous birds.	
Larkin et al. 1975 [USA]	*Objective: In relation to the risk of bird-aircraft collisions, to establish the response of nocturnal migrants to approaching* ***small fixed-wing aircraft****.*	• None.
	• Birds often react, by taking evasive maneuvres, to the approach of aircraft. • Small fixed-wing twin-engine aircraft (Piper Commanche) with its landing lights on was observed to encounter four birds, which took evasive maneuvers at 70, 100, 280 and 360 m distance. • The bird with the shortest response distance was approached from below and behind, the two birds with the longest response distance were approached from the front flying at roughly the same altitude as the aircraft.	
Hilgerloh 1990	*Objective: none - unexpected observation during the radar observation of spring migration of nocturnal*	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
[Gibraltar]	*songbids.*	
	• An unusual behaviour of passerine migrants could be observed during spring migration in Gibraltar. Birds having rested during the day on the rock of Gilbraltar, at dawn did not start to migrate towards northerly directions, but at first flew from the rocks towards all directions and then turned south. This was interpreted as escape behavior, attributed to the much intensified frequency of flight of **military jet planes** around the rock which occurred in the course of preparations of international military training exercises.	

1.6 Penguins and albatrosses

*Table 1.17. Effects of low-flying (*military*) aircraft on Emperor penguin (*Aptenodytes forsteri*), King penguin (*Aptenodytes patagonicus*), Gentoo penguin (*Pygoscelis papua*), Adélie penguin (*Pygoscelis adeliae*) and Wandering albatross (*Diomedea exulans*).*

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Giese & Riddle 1999 [Antarctica]	*Objective: quantitative assessment of the effects of* ***helicopter*** *overflights on the behaviour of creching Emperor penguin chicks.* • Chicks were exposed to two overflights, on the same day, by a Sikorski S76 (twin-engine helicopter) at 1000 m.	• None other than stressing the importance of operational guidelines based on rigorous experimental studies which exercise careful control over disturbance stimuli.
	• There were no significant differences in the way the chicks responded between the morning and the afternoon flight, in spite of different wind conditions. • All chicks (n=81) became more vigilant when the helicopter approached and 85% maintained this higher level of vigilance for the 5 min of post-flight recordings. • 69% of the chicks either walked or ran, generally moving less than 10 m towards other chicks (i.e. not scattering). • Most chicks (83%) displayed flipper-flapping, probably indicating nervous apprehension. This behaviour was seldom displayed in the absence of disturbance (i.e. by less than 2%). • All effects were relatively transitory, lasting as long as the helicopter was in the range of the birds.	
Cooper et al. 1994 [Antarctica]	*Objective: observation of responses in penguins.*	• All visits by fixed-wing aircraft not for the purpose of airdrops should not approach closer than appr. 5 km and/or should not fly lower than approximately 1000 m while in the island's vicinity. • Every attempt should be made to
	Lockheed C-130 Hercules passing twice at 100 to 300 m above ground level, between 0 to 500 m from the colonies at Archway Bay. • King penguin adults and post-brood chicks were alerted by the sound of the approaching aircraft. As the plane passed by, the birds commenced to run to the back of the colony, where some accumulated against a steep cliff. Some birds moved up to 10 m. Each time the aircraft had passed by, the birds moved back into the colony and	

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	spaced themselves out. The period of panic lasted less than a minute on each pass. • A small group (appr. 10 individuals) of non-breeding Gentoo penguins showed signs of being alerted during the first pass, and fled inland in different directions during the second pass. These birds had left the area before the third overflight. • A nearby group of breeding Gentoo penguins guarding large chicks did not flee, remaining at their nest sites.	avoid airdrops in the period December to March, when King penguins are incubating or brooding small chicks. • Flights should not pass within 2 km of King penguin breeding colonies. • All passes in which no airdrops are made, should not be lower than 500 m. • Helicopters should not fly at low altitudes in the vicinity of, or approach or land within 500 m of King penguin breeding colonies.
	Lockheed C-130 Hercules passing twice at 100 to 300 m above ground level, between 250 to 500 m from the colonies at King Penguin Bay. • Birds were first alerted by the aircraft noise, then ran inland with some birds packing against colony banks, but no pile-ups or mortalities occurred, and after the panic, which lasted no more than a minute, moved back into the colony.	
	Lockheed C-130 Hercules passing appr. 300 m out to sea and at an altitude of 300 m. • One-quarter of the King penguins present moved inland a short distance as the aircraft passed by, but none was seen to stumble or fall over. • Five low-level fly pasts by Lockheed C-130 Hercules caused no discernible reactions from brooding and guarding Wandering albatrosses and their chicks. • Wandering albatrosses seem to take very little notice of helicopters: in several years a pair has bred successfully within 50 m of the helicopter platform at Marion Island, brooding adults and chicks being wind-blasted without apparent deleterious effects during aircraft movements.	
	Puma helicopter over-flights. • King penguins at two breeding colonies were alerted by the sound of an approaching Aerospatiale Puma helicopter before it came into view. As it came into view and passed at least 500 m out to sea, adults and chicks milled around for less than a minute but no panicked rushes occurred and the colonies soon quietened down.	
Wilson et al. 1991 [Antarctica]	*Objective: to document the effect of disturbance by (humans and)* ***aircraft*** *on the behaviour and physiology of breeding Adélie penguins.* • Penguins in the area are regularly (about once every two weeks) exposed to aircraft	• Any work conducted during the austral summer that is likely to disturb penguins should be

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	flights in the vicinity during the summer. The birds might be expected to have become used to this disturbance. Helicopter: • Penguins commuting between the sea and the colonies did not react to the Super Puma helicopter until it was closer than 600 m. By the time it was 400 m away, all birds were moving away. • Reaction stopped quickly with 90% of all birds still moving away when the helicopter had flown to 1.25 km distance, but virtually all fleeing had stopped by the time it was at 1.5 km. • There is no evidence of habituation of the commuting birds. On the contrary, the number of commuters increasingly dropped during three days of intensive helicopter flying to 49%, to raise afterwards again to 106%. • The number of birds arriving or departing was directly related to local helicopter activity. • Three days of helicopter flights caused numbers of birds to decrease by 12%, but former numbers were regained 24 h after the flights were stopped. • During the three days of helicopter flights, the total number of active nests in all 11 surveyed colonies dropped from 505 to 466, a nest mortality of 8%. • Implanted birds brooding chicks did not desert their nests even when approached by a helicopter to 25 m. • Heart rate values of birds brooding chicks rose significantly from pre-helicopter mean resting values of 83.4 bpm (SD 6.7, n=10 from 4 birds) to a maximum value of 286 bpm, and were accompanied by 'Head Waving'. • Heart rate was inversely proportional to helicopter-penguin distance. • Heart rate decreased as a function of exposure time. Penguins showed no change in heart rate when approached by the helicopter to 200 m after an exposure time of 300 min, although birds still reacted with less vigorous 'Head Waving'.	carried out after chicks have fledged, otherwise when birds are incubating and have been incubating for at least 10 days. • Potentially disturbing work should be carried out around mid-day. • Aircraft should use the same flight path for serial drops and Super Puma helicopters should not approach a colony closer than 1,000 m horizontally and 200 m vertically.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	Hercules airplane: • First reaction to Hercules occurred when the aircraft was 1.1 km away. • By the time the plane had approached to 500 m, all birds were moving away and when it was 350 m away 75% of all birds were tobogganing. • When the aircraft receded, 50% of the birds were still moving away when the distance was 2.3 km. Completely normal activity had resumed by the time the Hercules was 2.8 km away. Twin Otter: • First reaction to Twin Otter occurred when the aircraft was 1 km away. • Most birds stopped all movement until the Twin Otter was at a distance of ca 500 m, when they began moving away; 10% tobogganed. • By the time the aircraft had retreated to 600 m, all unusual behavior had ceased.	
Southwell 2005 [Antarctica]	*Objective: to assess the extent of response behaviour by [seals and] Adélie penguin (Pygoscelis adeliae) and Emperor penguin (Aptenodytes forsteri) observed in aerial survey and their implications of such behaviour on survey assumptions.* • Sikorski S76 (twin-engine **helicopter**) flying at 130 m altitude and 90 knots speed along straight-line transects.	• None.
	• Close to the flight path (101-200 m), 64% of the penguin groups (n=1148) moved, 6% displayed alertness, and 30% remained still. • At distances >400 m, the percentages dropped to <25% of the penguin groups moving. • Distance moved was ≤20 m, mean distance was ≤3 m.	

1.7 Pheasants

Table 1.18. Effects of low-flying (military) aircraft on Eastern wild turkey (Meleagris gallopavo silvestris).

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Lynch & Speake 1978 [USA/Alabama]	*Objective: to establish the effect of sonic boom on brooding hens and hens with chickens.*	• None.
	• The results of the study indicate that sonic booms do not initiate abnormal behaviour in wild turkey that would result in decreased productivity.	

1.8 Different bird groups

Table 1.19. Effects of low-flying (military) aircraft on birds: surveys/reviews/annotate bibliographies.

Reference	Subject	Responses to low-flying aircraft
Gladwin et al. 1988	Inventory of observed incidents, especially in U.S. Fish and Wildlife Service refuges.	• Helicopters caused disturbance at 70% of the installations (U.S. F&WS refuges), small jets at 59%, small propeller aircraft at 50% and large jets at 31%. • Helicopters engender a greater flight/fright response than other, fixed-wing aircraft. • Waterfowl are by far the most frequently reported animal group disturbed by aircraft – especially colonial nesting species. Several installations reported that some species of waterfowl were completely driven off refuges by frequent aircraft activity. • Impacts to all wildlife range from minor behavioral responses to severe changes in the use of an area. • Stresses e.g. the need for better relations with the FAA, airport operators, and military bases such that discussions of the effects of aircraft operations on wildlife could be openly and productively pursued.
Manci et al. 1988	Broad literature study concerning wildlife.	• Behavioral responses depend on the characteristics of the noise and vary between species and within a species due to a variety of factors such as age, sex, natural history, health at the time, prior exposure, etc. • Field studies indicate that the reproduction of wild populations may be more affected by noise disturbance than domestic populations (particularly poultry). The reproductive effects have primarily been the result of disturbance of the animal's behavior during the reproduction cycle. • Aircraft can be particularly disturbing to waterfowl, particularly geese. • Geese tend to flush at greater distances [than ducks] when the aircraft is under 1,000 ft above ground level. After severe disturbance Snow goose flock sizes reduce, with a consequent increase in the number of flocks. • Nonbreeding waterfowl and seabirds appear to be more susceptible to disturbance by aircraft (fixed-wing and helicopter) than are nesting birds. Birds are more susceptible to disturbance while they are roosting or courting, than during nets-building, incubation, or rearing young,

Reference	Subject	Responses to low-flying aircraft
		when their tendency to remain at their nest site is strong. • Behavioral responses of wading bird colonies to low overflights by military jets and helicopters are limited and short lasting. • The high-frequency whine made by some of the jet-engine helicopters seems to be much less disturbing to nesting raptors than the low-frequency piston-powered helicopters.
National Park Service 1994 (Report to Congress 1994, Chapter 5)	Broad literature study concerning wildlife.	• Behavioral responses depend on the characteristics of the noise and vary between species and within a species due to a variety of factors such as age, sex, natural history, health at the time, prior exposure, etc. • Behavioral responses reflect a variety of states, from indifference and mild annoyance to escape behavior and extreme panic. • Such responses are manifestations of stress, but the effects of stress from overflights are not well documented. • Excessive stimulation of the nervous system can amount to chronic stress, and continuous exposure to aircraft overflights can be harmful for the health, growth, and reproductive fitness. • Of high concern is the possibility of habitat avoidance and abandonment by species whose high-quality habitat is already scarce. • Problems with detecting long-term effects of aircraft disturbance is due both to the limitations of ecological research and to the nature of long-term responses. • Such long-term responses may include permanent changes in habitat use, increased mortality of birds during migration (due to lower weight gains during staging), or population effects due to reduced reproductive success (due to egg loss, altered patterns of attendance to yound, etc.). • Recommends to develop impact criteria meant to help agencies in determining the severity of impacts.
Kempf & Hüppop 1996	Effects of airplane noise on wildlife.	• Especially the noise of aircraft can scarcely be assessed separately from its optical appearance. Optical or acoustical stimuli taken separately have only minor effect with the optical stimulus evoking the stronger reaction; even soundless paragliders can cause panic flights.
Larkin 1996	Effects on wildlife of noise associated with military training activities, esp. vehicle	• General: Several studies report on the effects of aircraft noise/overflights on reproduction in various birds. The observed effects varied from none to fleeing from the nest. • Raptors: Literature reveals variability of response by raptors to disturbance. Whereas some

Reference	Subject	Responses to low-flying aircraft
	noise, artillery, small-arms and other blast noise, and helicopter noise.	medium-sized diurnal raptors flee from approaching helicopters, others refuse to be flushed from the nest, and larger ones sometimes attack helicopters, presumably in defense against a flying intruder. • Seabirds (mainly Brunnich's Guillemot): In colonies where helicopter overflights are frequent, guillemots do not usually react to them, which is attributed to habituation. No indication of habituation was observed in colonies where helicopter overflights were infrequent.
Efroymson et al. 2000	Ecological risk assess-ment framework for low-altitude overflights by fixed-wing and rotary-wing military aircraft	• Major stressors are (1) sound, and (2) sound and visual stressors, combined. Raptors: • "Lowest Observed Adverse Effects Level LOAEL": Mean slant distance associated with flight is between 250 and 300 m (Awbrey & Bowles 1989). • The sound level associated with flight is 97 dBA. • Threshold distance for a negative impact on prey delivery in owls is 69 m (Delaney et al. 1999). • "No Observed Adverse Effect Level NOAEL" ranges from about 150 to 1000 m slant distance. • Based on the threshold models, there is no apparent difference in raptor sensitivity to rotary-wing or fixed-wing aircraft. • Habituation of raptors has been observed in owls and red-tailed hawks. Waterfowl: • "Lowest Observed Adverse Effects Level LOAEL" ranges from about 300 m to about 20 km. A conservative distance effects level is 15 km. • The compiled information suggests that shorebirds and other waterfowl are the most sensitive endpoints to overflights, at least in terms of flight behavior. • "No Observed Adverse Effect Level NOAEL": few are available for waterfowl. NOAELs that have been measured at 2 km are shorter slant distances than some of the LOAELs, which suggests that a reliable NOAEL for waterfowl in general is not available. • Evidence regarding the habituation of waterfowl is mixed.
Krijgsveld et al. 2004	Vulnerability of birds related to recreational activities.	• Flight altitude and slant distance determine, among others, the level of noise a bird is exposed to. • Distance bird-aircraft is the most important predictor of responses in birds, as shown in a

Reference	Subject	Responses to low-flying aircraft
		variety of studies. • Flight speed affects the visual part of the disturbance but also determines the duration of the disturbance, which can be considered an essential part of the disturbance. • Small fixed-wing aircraft can disturb birds even at large distances and flight levels. Maximum distance at which responses were recorded in literature is 3200 m. Maximum flight level at which responses were recorded in literature is 3100 m.
Harris 2005	Vulnerability of birds in Antarctica.	• Development of practical guidelines for aircraft operations near concentrations of birds (mainly penguins) in Antarctica.

2 Review: Mammals and low-flying (militairy) aircraft

2.1 Ungulates

Table 2.1. Effects of low-flying (military) aircraft on Moose (Alces alces).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Andersen et al. 1996 [Norway]	• During military maneuvers (including helicopter overflights) home range size of moose (n = 9) increased. • One of the moose made a significant home range shift. • No flight response was recorded when helicopters were >400 m away from the moose (n = 4). • When helicopters approached the moose a flush distance was recorded of 40-50 m (n = 2). The flight distance in these cases was 1000-1500 m. Heart rates went up from 80 (before disturbance) to 205 beats/min (during disturbance). The time needed for heart rates to return to normal was 8-11 min.	• None.

Military jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Andersen et al. 1996 [Norway]	• During military maneuvers (including jet overflights) home range size of moose (n = 9) increased. • One of the moose made a significant home range shift. • No flight response or change in heart rate was recorded when a jet passed at 150 m from the moose (n = 1).	• None.

Table 2.2. Effects of low-flying (military) aircraft on Roe deer (Capreolus capreolus).

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Mrlik 1987 [Czech Republic]	• Aircraft overflights (50-100 m above ground level) induced flight of deer in 25% of observations (n=63). In 5% of observations deer responded by taking an alerted posture. • Flight distance was 50-70 m. • Mean distance ran by disturbed deer was ~250 m. • The deer were believed to be habituated to the frequent disturbances by low-flying agriculture aircraft.	• None.

Table 2.3. Effects of low-flying (military) aircraft on Mule deer (Odocoileus hemionus) and Desert mule deer (Odocoileus hemionus crooki).

Militairy helicopter & jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Stephenson et al. 1996 [USA/Colorado]	• Mule deer increased their home range size in response to military training activity, including helicopter and jet fighter overflights.	• None.

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Krausman et al. 1986 [USA, Arizona]	• Fixed-wing overflights <100 m above ground level rarely (3% of observations; n=70) caused desert mule deer to change habitats. • Of the adult deer that changed habitats they did so only during the first overflight. • The mule deer appear to have habituated to low-flying aircraft in the area as it receives regular air traffic.	• None.

Table 2.4. Effects of low-flying (military) aircraft on Barren-ground caribou (Rangifer tarandus), Woodland caribou (Rangifer tarandus caribou), Peary caribou (Rangifer tarandus pearyi), and Grant's caribou (Rangifer tarandus granti).

Helicopter

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Calef et al. 1976 [Canada/Yukon] [USA/Alaska]	• During spring and fall migration about 80% of the barren-ground caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of less than 30 m. • During spring and fall migration about 20% of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of 30-60 m. • During spring and fall migration 10-20% of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of 60-150 m. • During spring and fall migration none of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes above 150 m. • During spring and fall migration 10-30% of the caribou groups (n = 736) exhibited mild escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes above 150 m. • During calving and in early winter 50-85% of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of less than 150 m. • The activity of caribou at the time of overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) influenced their response. Caribou at river crossings were most reactive. Resting caribou were least reactive. Travelling and feeding caribou took an intermediary position in their level of response. • The size of the group of caribou did not affect their response to aircraft (fixed-wing aircraft and helicopter combined). • The terrain and vegetation type in which caribou were observed did not affect their	• Minimum aircraft altitude of 150 m during spring and fall migrations. • Minimum aircraft altitude of 300 m at other periods.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	response to aircraft (fixed-wing aircraft and helicopter combined). • Aircraft overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) did not cause cows to abandon calves (n = 5). • Cows with calves were no more sensitive to aircraft (fixed-wing aircraft and helicopter combined) than other caribou in fall.	
Miller & Gunn 1981 [Canada/North-west Territories]	• Play in Peary caribou calves was proportionately most frequent during helicopter overflights (harassment phase), least frequent before helicopter overflights (undisturbed phase), and occurred slightly less than expected after helicopter overflights (recovery phase). • It is hypothesized that calves become more excited because of helicopter overflight (overhead passes, 200-400 m altitude), this higher excitement led to a general readiness to be active, and in the absence of social signals from adults, the readiness of the calves to be active was released as play. Play should therefore not be used as an indication of well-being.	• None.
Gunn et al. 1983*	• Helicopter overflights, followed by landings up to 2 km from post-calving aggregations of barren-ground caribou elicited behavioral responses leading to displacements of at least 1-3 km.	• None.

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Calef et al. 1976 [Canada/Yukon] [USA/Alaska]	• During spring and fall migration about 80% of the barren-ground caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of less than 30 m. • During spring and fall migration about 20% of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of 30-60 m. • During spring and fall migration 10-20% of the caribou groups (n = 736) exhibited	• Minimum aircraft altitude of 150 m during spring and fall migrations. • Minimum aircraft altitude of 300 m at other periods.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of 60-150 m. • During spring and fall migration none of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes above 150 m. • During spring and fall migration 10-30% of the caribou groups (n = 736) exhibited mild escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes above 150 m. • During calving and in early winter 50-85% of the caribou groups (n = 736) exhibited panic or strong escape responses during overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) at altitudes of less than 150 m. • The activity of caribou at the time of overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) influenced their response. Caribou at river crossings were most reactive. Resting caribou were least reactive. Travelling and feeding caribou took an intermediary position in their level of response. • The size of the group of caribou did not affect their response to aircraft (fixed-wing aircraft and helicopter combined). • The terrain and vegetation type in which caribou were observed did not affect their response to aircraft (fixed-wing aircraft and helicopter combined). • Aircraft overflights (fixed-wing aircraft and helicopter combined) did not cause cows to abandon calves (n = 5). • Cows with calves were no more sensitive to aircraft (fixed-wing aircraft and helicopter combined) than other caribou in fall.	

Military jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Harrington & Veitch 1991* [Canada/Labrador]	• Sound rather than the appearance of the low-flying aircraft was responsible for startling of woodland caribou.	• None.
Harrington & Veitch 1992 [Canada/Labrador]	• Woodland caribou calf survival was negatively correlated with the female's (n=9 in 1987; n=8 in 1988) exposure to low-level jet overflights (overflight at altitudes below 300 m, within 1 km of caribou location) during the calving and immediate post-calving period (end May-half June). • Calf survival was negatively correlated with the female's exposure to low-level jet overflights during the period of insect harassment during summer (early July-half September). • No significant relationship between calf survival and exposure to low-level jet overflights was seen during the pre-calving period (half April-end May), during the late post-calving period prior to insect harassment (end June-early July) and during fall (half September-end October).	• No low-level overflights in caribou calving range during the last week of May and the first three weeks of June.
Maier et al. 1998 [USA/Alaska]	• Barren-ground caribou subjected to low-level overflights (<33 m above ground) in late winter interrupted resting bouts more often than caribou not subjected to overflights. • Caribou subjected to low-level overflights (<33 m above ground) during postcalving were more active and moved farther than caribou not subjected to overflights. • Caribou subjected to low-level overflights (<33 m above ground) during the insect season were more active than caribou not subjected to overflights. • Responses of caribou to aircraft were mild in late winter, intermediate in the insect season, and strongest during postcalving. • Females with young exhibited the most sensitive response.	• Training activities should be curtailed in areas where caribou are concentrated during calving and postcalving (May-June). • Nutritional aspects should be included in decisions upon mitigation strategies.
Trimper & Chubbs 2003 [Canada/Labrador, Québec]	• -	• Spatial separation of military training aircraft from woodland caribou, by (1) reconfiguration of the boundaries of low-level

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
		military training area, (2) implementation of a monitoring program of satellite collared caribou to indicate herd movements and distribution, and (3) establishment of (temporary) closure areas based on the actual locations of the collared caribou. • Closure areas based on the location of satellite collars and directions of movement, were found to enclose the majority of caribou within the low-level military training area. This was done by correlating collar presence with visual observations of groups of animals.
Otto et al. 2003 [Canada/Labrador]	• -	• Providing a sample of woodland caribou with satellite collars for spatial and temporal avoidance by low-level jet fighter training activities. • Assessment (per season) of number of collars required for different probability levels to ensure adequate mitigation.
Lawler et al. 2005 [USA/Alaska]	• Military jet overflights did not cause deaths of Grant's caribou calves during the calving period.	• A-10s can operate as low as 457 m above ground level during the

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Caribou responses to overflights were variable, with greater responses as slant distances decreased and jet speeds increased. • Differences in responses were found between jet type, with A-10 jets causing less reaction than F-15s and F-16s.	calving period if the jets maintain low speed and avoid maneuvers that require changes to higher power settings. • F-16s should be restricted to elevations >610 m above ground level during the calving period.

Table 2.5. Effects of low-flying (military) aircraft on Alpine ibex (Capra ibex ibex).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Szemkus et al. 1998 [Switzerland]	• In ~15% (n = 5) of all helicopter overflights (n = 35) within a range up to 1200 m ibex showed a flight response. • Median flight distance of ibex to helicopter overflights was 20 m (n = 5). • Covered median difference of altitude by ibex in response to helicopter overflights was 0 m (n = 5).	• None.

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Szemkus et al. 1998 [Switzerland]	• In ~3.5% (n = 3) of all fixed-wing aircraft overflights (n = 85) within a range up to 1200 m ibex showed a flight response. • Median flight distance of ibex to fixed-wing aircraft overflights was 20 m (n = 3). • Covered median difference of altitude by ibex in response to fixed-wing aircraft overflights was 0 m (n = 3).	• None.

Military jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Szemkus et al. 1998 [Switzerland]	• In ~5.5% (n = 1) of all jet overflights (n = 18) within a range up to 1200 m ibex showed a flight response. • Median flight distance of ibex to jet overflights was 20 m (n = 1). • Covered median difference of altitude by ibex in response to jet overflights was 0 m (n = 1).	• None.

Sailplane

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Szemkus et al. 1998 [Switzerland]	• In ~17% (n = 3) of all sailplane overflights (n = 18) within a range up to 1200 m ibex showed a flight response. • Median flight distance of ibex to sailplane overflights was 200 m (n = 3). • Covered median difference of altitude by ibex in response to sailplane overflights was 50 m (n = 3).	• None.

Paraglider

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Szemkus et al. 1998 [Switzerland]	• In 100% of paraglider overflights (n = 13) within a range up to 1200 m ibex showed a flight response. • Median flight distance of ibex to paraglider overflights was 650 m (n = 13; range 30-1200 m). • Covered median difference of altitude by ibex in response to paraglider overflights was 200 m (n = 13; range 20-500 m). • On days with encounters with paragliders groups of ibex walked significantly further (median 1600 m) and covered more altitude (475 m) than on days without paragliders	• Regulation of paragliding.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	(800 m/110 m). • Many escape flights went out of the home range normally used by the observed male ibexes. • Flight altitude of the paraglider, activity of the group members before the encounter, and group size showed no significant effect on the flight response of ibex to paragliders.	

Table 2.6. Effects of low-flying (military) aircraft on Alpine chamois (Rupicapra rupicapra).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Boldt & Ingold 2005 [Switzerland]	• The first aircraft of the day (low-flying paragliders and helicopters combined) induced a downward movement of chamois. • A high intensity of aircraft affected the altitudinal difference that was covered during the whole day. • Additional altitudinal movement was 7.5 m with mean intensity of air traffic, 122 m with high intensity of air traffic. • Daily energy costs of altitudinal locomotion were not considerably increased: 0.1% of the field metabolic rate (FMR) with mean intensity of air traffic, 1.2% of FMR with high intensity of air traffic.	• None.

Paraglider

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Ingold et al. 1993 [Switzerland]	• Experimental paraglider overflights (150-200 m above ground level) provoked strong reactions in chamois. The animals started a flight reaction towards the woods (800 m) when the paragliders were at distance of 600-700 m.	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• It is unknown whether habituation occurs as paragliding is a relative novel outdoor activity.	
Schnidrig-Petrig & Ingold 2001 [Switzerland]	• Female chamois showed strong reactions to paragliders, becoming alert at distances of up to 1280 m and taking flight at distances of up to 900 m. • Chamois sought refuge within forest cover after paragliders appeared. • Escape distances were larger when paragliders appeared over the animals than when they appeared at about the same height. • Escape distances were shorter when the animals were closer to forest cover than when they were in open alpine meadows above the timberline. • Colour of the paragliders, distance to rocks, and group size did not affect the reactions of chamois. • In areas with regular paragliding, chamois moved away from the air traffic and eventually disappeared into the forest, and did so earlier with increasing flying activity. • Chamois stayed within forest cover longer wth increased duration of paragliding off the normal flight path. • In an area with only sporadic paragliding, chamois sought refuge within the forest for up to four hours after single paraglider fly-overs.	• Paragliding should be controlled, including the designation of no-fly zones, standard flight paths and limitation of the number of take-off points. • No-fly zones can be permanent or temporarily, e.g. during calving season. • Paragliding pilots should be educated about the effects on wildlife.
Boldt & Ingold 2005 [Switzerland]	• The first aircraft of the day (low-flying paragliders and helicopters combined) induced a downward movement of chamois. • A high intensity of aircraft affected the altitudinal difference that was covered during the whole day. • Additional altitudinal movement was 7.5 m with mean intensity of air traffic, 122 m with high intensity of air traffic. • Daily energy costs of altitudinal locomotion were not considerably increased: 0.1% of the field metabolic rate (FMR) with mean intensity of air traffic, 1.2% of FMR with high intensity of air traffic.	• None.

Table 2.7. Effects of low-flying (military) aircraft on Mountain goat (Oreamnos americanus).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Foster & Rahs 1983 [Canada/British Columbia]	• Mountain goats were equally nervous and as highly excitable in response to helicopter, airplane, and other human activity (e.g. drilling). • More than 80% (n = 667) of observed goats elicited some form of behavioral stress-response, with 33% (n = 265) displaying a severe flight response to local rock or plant cover, 16% (n = 129) displaying a moderate alarm, and 34% (n = 273) displaying increased alertness. • Goat responses were independent of the time of year, type of disturbance (including helicopters and fixed-wing aircraft), vertical orientation of disturbance (above, level, below) and group size. • Goat responses were dependent of the distance of disturbance, geographic area, cover availability (exposed versus protected), and degree of disturbance awareness (anticipated versus surprised). • At a disturbance distance of >1600 m 43% of the goat display no-response, 57% display increased alertness, 0% display a moderate flight response, and 0% display a severe flight response. • At a disturbance distance of 400-1600 m 38% of the goat display no-response, 40% display increased alertness, 10% display a moderate flight response, and 12% display a severe flight response. • At a disturbance distance of 100-400 m 14% of the goat display no-response, 34% display increased alertness, 24% display a moderate flight response, and 28% display a severe flight response. • At a disturbance distance of <100 m 3% of the goat display no-response, 29% display increased alertness, 11% display a moderate flight response, and 57% display a severe flight response. • Disturbances resulted in temporary range abandonment.	• Appointment of buffer areas around mountain goat habitat with a minimum radius of 2 km.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Disturbances resulted in changes in habitat use and activity patterns. • Mountain goats did not habituate to the disturbance.	
Côté 1996 [Canada/Alberta]	• Mountain goats were disturbed by 58% of all helicopter overflights (n = 81; range >500 to >1500 m). • Overflights <500 m from the goats caused 85% of the goats to move >100 m. • Overflights 500-1500 m from the goats caused 57% of the goats to move >100 m. • Overflights >1500 m from the goats caused 9% of the goats to move >100 m. • Only in case of overflights at >1500 m distance a part of the goats (63% of all responses) were classified as not or lightly disturbed. • Helicopter visibility, height above ground, group size, group type (bachelor or nursery), and behavior of groups just prior to helicopter overflights did not appear to influence reactions of goats to helicopters. • Helicopters caused the disintegration of social groups on 5 occasions (7%). • Helicopter flights caused severe injury to an adult female on 1 occasion. • There was no difference between goat reaction to the first flight of the day and subsequent flights.	• Restriction of helicopter flights within 2 km of alpine areas and cliffs that support mountain goat populations.
Goldstein et al. 2005 [USA/Alaska]	• The probability of a mountain goat group being disturbed was inversely related to distance of the helicopter from the group. • The probability of a mountain goat group being disturbed increased by a factor 1.25 for every 100-m reduction in approach distance. • Where mountain goats had received more prior exposure to helicopters approach distances resulting in >90% probability of no response were significantly smaller: >991 m versus >1730 m in the areas with most and least helicopter traffic respectively. • The probability of any mountain goat in a group becoming disturbed at 500 m was 25-62%, depending on prior exposure to helicopters. • The probability of any mountain goat in a group becoming disturbed at 1000 m was 10-45%, depending on prior exposure to helicopters.	• Defining no-fly zones. • Developing guidelines for the minimum distance between aircraft and mountain goats.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• The length of time that a goat remained in a disturbed state following overflight did not depend upon the distance of the helicopter: mountain goats remained in a disturbed state for an average of 31 seconds.	

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Foster & Rahs 1983 [Canada/British Columbia]	• Mountain goats were equally nervous and as highly excitable in response to helicopter, airplane, and other human activity (e.g. drilling). • More than 80% (n = 667) of observed goats elicited some form of behavioral stress-response, with 33% (n = 265) displaying a severe flight response to local rock or plant cover, 16% (n = 129) displaying a moderate alarm, and 34% (n = 273) displaying increased alertness. • Goat responses were independent of the time of year, type of disturbance (including helicopters and fixed-wing aircraft), vertical orientation of disturbance (above, level, below) and group size. • Goat responses were dependent of the distance of disturbance, geographic area, cover availability (exposed versus protected), and degree of disturbance awareness (anticipated versus surprised). • At a disturbance distance of >1600 m 43% of the goat display no-response, 57% display increased alertness, 0% display a moderate flight response, and 0% display a severe flight response. • At a disturbance distance of 400-1600 m 38% of the goat display no-response, 40% display increased alertness, 10% display a moderate flight response, and 12% display a severe flight response. • At a disturbance distance of 100-400 m 14% of the goat display no-response, 34% display increased alertness, 24% display a moderate flight response, and 28% display a severe flight response.	• Appointment of buffer areas around mountain goat habitat with a minimum radius of 2 km.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• At a disturbance distance of <100 m 3% of the goat display no-response, 29% display increased alertness, 11% display a moderate flight response, and 57% display a severe flight response. • Disturbances resulted in temporary range abandonment. • Disturbances resulted in changes in habitat use and activity patterns. • Mountain goats did not habituate to the disturbance.	

Commercial jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Foster & Rahs 1983 [Canada/British Columbia]	• No overt reactions were displayed by the goats to daily noise levels from overhead flights of Boeing 747 aircraft (altitude: 9 km).	• None.

Table 2.8. Effects of low-flying (military) aircraft on Muskox (Ovibos moschatus).

Helicopter

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
Miller & Gunn 1980 [Canada/North-west Territories]	• Of all observed responses (n = 2626) to helicopter overflights (>180 m) in three muskox herds 54-80% remained bedded or foraging; 13-23% alerted or walked; and 7-24% cantered or galloped or formed group defense formations., • Flight distance differed from about 3000 m during the first pass to a few metres during the last pass within one set of passes. • There was a trend towards decreasing responsiveness within a series of overflights on one day (short-term habituation). • One of the three studied herds exhibited also a long-term habituation response (overflights at beginning and end of summer compared). • The helicopter overflights did not cause injuries, splinter herds or force the herds to abandon the range.	• Adaptation of helicopter operating schedules. • Avoidance of low-level (<200 m) flights overhead muskox herds, circling or following the animals, and landings closeby the animals with on-foot approaches.
Miller et al. 1986 [Canada/North-west Territories]	• The frequency of suckling by young calves increased in response to helicopter overflights (240-400 m). • Observations of nursing, however, cannot easily be employed with any confidence as a monitoring indicator of muskox response to helicopters due to variation within and between muskox herds.	• None.

*Table 2.9. Effects of low-flying (*military*) aircraft on Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*), Desert bighorn sheep (*Ovis canadensis nelsoni*), Mexican bighorn sheep (*Ovis Canadensis Mexicana*) and California bighorn sheep (*Ovis canadensis californiana*).*

Helicopter

Reference [Country/State]	**Responses to low-flying aircraft**	**Proposed mitigation**
MacArthur et al. 1979 [Canada/Alberta]	• A low overflight (150-200 m above ground level) of a helicopter over one Rocky Mountain bighorn ewe caused running and resulted in a 3.5-fold rise in heart rate. • No behavioural reactions or changes in heart rates to helicopter overflights (n=4) were observed at distances 500-1500 m from sheep (n=2).	• None.
MacArthur et al. 1982 [Canada/Alberta]	• Low overflights (90-250 m above ground level) of helicopters (n=5) caused fleeing of Rocky Mountain bighorn sheep and increased sheep heart rate 2-3.5 times, with recovery times of 20-65 s. • No reactions to helicopters were observed at distances exceeding 400 m from sheep.	• None.
Bleich et al. 1990 [USA/California]	• Helicopters (50-200 m above ground) affect distribution and movements of California bighorn sheep. • Adult sheep (males/females) moved about 2.5 times farther the day following helicopter surveys (April and June) than on the day before such surveys. • 35-52% of the sheep changed polygons (i.e. subdivisions of the study area, delimited by roads and natural breaks in topography) following sampling from a helicopter, whereas only 11% did so on the day prior to the survey. • Sampling intensity (0.8 min/km2 vs. 2.0 min/km2) and terrain type (steep vs. rolling) had little effect on sheep movements.	• None.
Stockwell et al. 1991 [USA/Arizona]	• Reduction in foraging efficiency in Desert bighorn sheep during winter. • No reduction in foraging efficiency in spring, probably because of larger distances between helicopters and sheep after spring migration of sheep to lower elevations in the canyon. • No difference in response between the sexes and age classes • No differences in response with group size. • No difference in response due to differences in weather conditions (precipitation).	• Restricting number of flights in seasons with high responses in bighorn sheep. • Restricting flights to specified periods of the day. • Regulating flight altitudes: a minimum distance to bighorn

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	• Disturbance distance threshold of 250-450 m.	habitat of 500 m.
Bleich et al. 1994 [USA/California]	• Habitat shifts for California bighorn sheep in all seasons with flight altitude of ~100 m. • Change in vegetation type in spring. • Sheep continued to move during the day. • No difference in response between the sexes. • No habituation to repeated helicopter overflights.	• None.

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
MacArthur et al. 1982 [Canada/Alberta]	• No reactions to fixed-wing aircraft were observed at distances exceeding 400 m from Rocky Mountain bighorn sheep.	• None.
Krausman & Hervert 1983 [USA/Arizona]	• 41% of sheep were disturbed by overflights (n=32; 30-300 m agl) and >19% of the sheep moved >100 m into different habitats. • At a flight level of <50 m agl all responses were extreme, involving habitat shifts of >1 km from the areas of observation. • At a flight level of 50-100 m agl responses were mixed, some (13%) extreme, more (27%) mild, and most (60%) sheep showed no overt reaction. • At a flight level of >100 m agl responses ranged from mild (23%) to no overt reaction (77%). • Different sex and age classes reacted similarly. • Airplanes flying at >100 m above ground cause minimal disturbance.	• Flight altitude should be >100 m agl to minimize disturbance.

Military jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Weisenberger et al. 1996 [USA/Arizona]	• Heart rates of Desert bighorn sheep (n=5) increased related to dB levels during simulated overflights. Heart rates returned to pre-disturbance levels in 60-180 seconds. • Sheep behavior changed during simulated overflights (i.e. alerted and alarmed responses). Behavior returned to pre-disturbance conditions in <252 seconds. • All responses decreased with increased exposure suggesting that the sheep habituated to simulated sound levels of low-altitude aircraft.	• None.
Krausman et al. 1998 [USA/Nevada]	• F-16 aircraft overflights (n=149; 125 m above ground level) did not alter use of habitat of semi free-ranging Desert bighorn sheep (n=3), or increase heart rates. • Limited responses in behavior were observed, e.g. an increase in foraging and decrease in bedding after overflights. • On 54 occasions (12% of overflights), overflights caused animals to run. Sheep ran short distances (<10 m) in all cases but one (40 m). • The study suggests sheep habituated to aircraft and the noise they created.	• None.
Sayre et al. 2002 [USA/North Dakota]	• Responses occurred more frequently when jets passed within 200 m of California bighorn sheep compared to more than 200 m away. • Sheep fled marginally further in response to jets within 200 m compared to more than 200 m away. • Bighorn sheep shifted habitats more frequently when jets approached within 200 m compared to more than 200 m away. • Response duration was not different when jets approached within 200 m compared to more than 200 m away. • Season (post-lambing, fall) and group size did not affect distances fled by bighorn sheep. • The disturbance from military jets did not result in a shift to escape terrain. • No difference in frequency of strong responses in bighorn sheep to bomber and fighter jets. • Bighorn sheep did not appear to habituate to jets that flew within 200 m.	• Alteration of flight routes: >200 m away from areas frequently used by bighorn sheep. • Alteration of flight altitude.

Commercial jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
MacArthur et al. 1979 [Canada/Alberta]	• No reactions were observed in Rocky Mountain bighorn sheep to the sound of high-flying commercial jet aircraft.	• None.

Table 2.10. Effects of low-flying (military) aircraft on Dall sheep (Ovis dalli dalli).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Frid 2003 [Canada/Yukon]	• Sheep groups fled during 77% of all overflights. • Sheep ran dring 86% of all fleeing events. • Most group members fled synchronously. • Fleeing probability decreased as minimum distance from aircraft trajectory increased. • Fleeing probability decreased at a higher rate when sheep were on rocky slopes than when sheep were 5-20 m from rocky slopes. Sheep >20 m from rocky slopes always fled, regardless of minimum distance to from trajectory (within a 2-km range). • Distance fled ranged from 15 m to 1.5 km (median: 100 m). Distance fled increased as distance to rocky slopes increased. • Flight initiation distance ranged from 100 m to 3 km (median: 900 m). • More direct approaches were likely to elicit fleeing or to disrupt resting. • No differences in response between female-young groups and male groups. • No difference in the proportion of groups fleeing between groups in which all sheep were resting and groups in which some to all sheep were active. • Sheep far from rocky slopes were much more likely to flee than sheep on rocky slopes during indirect approaches. • Sheep that had been resting prior to overflights tended to switch to feeding after they	• Spatial restrictions to aircraft: Defining setback distances and elevations that limit or even eliminate direct approaches. Design flying pathways which use ridges to block the line of sight between aircraft and areas of high sheep density. • Temporal restrictions to aircraft: Seasonal and diurnal restrictions that correspond with (predictive) variability in sheep's fleeing probability. • Encouragement of the use of fixed-wing aircraft rather than helicopters in roadless sheep ranges.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	stopped fleeing. Sheep that had been feeding prior to overflights tended to resume feeding shortly after settling down. • The proportion of sheep fleeing did not decrease with the number of cumulative weeks of disturbance.	

(Light/small) Fixed-wing aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Frid 2003 [Canada/Yukon]	• Active sheep fled during 37% of all overflights. • Resting sheep interrupted resting during 47% of all overflights. • Active Sheep ran during 84% of all fleeing events. • Fleeing probability of active sheep decreased as minimum distance from aircraft trajectory increased. Fleeing probability was 50% when the aircraft flew directly to the sheep (minimum distance = 0). No animals fled when minimal distance from trajectory was >700 m. • The probability of interrupting rest decreased as minimum distance from aircraft trajectory and relative elevation increased. The probability of interrupting rest was >80% when the aircraft was ≤80 m above the sheep and approached directly. • Flight initiation distance for active sheep ranged from 0.2 to 4.6 km (median: 1.2 km). • The distance at which sheep interrupt rest ranged from 0.4 to 6.1 km (median: 1.6 km). • More direct approaches extended latency to resume feeding or begin resting in active sheep. Sheep that interrupted resting during overflights took an almost three times longer period to begin feeding or resume resting than active sheep. • No differences in the proportion of active sheep fleeing during overflights between females with young and adult females without young. • No differences in the proportion of resting sheep interrupting rest during overflights between females with young and adult females without young. • Sheep that had been resting prior to overflights tended to switch to feeding after they	• Spatial restrictions to aircraft: Defining setback distances and elevations that limit or even eliminate direct approaches. Design flying pathways which use ridges to block the line of sight between aircraft and areas of high sheep density. • Temporal restrictions to aircraft: Seasonal and diurnal restrictions that correspond with (predictive) variability in sheep's fleeing probability. • Encouragement of the use of fixed-wing aircraft rather than helicopters in roadless sheep ranges.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
	stopped fleeing. Sheep that had been feeding prior to overflights tended to resume feeding shortly after settling down. • The proportion of sheep fleeing did not decrease with the number of cumulative weeks of disturbance.	

Table 2.11. Effects of low-flying (military) aircraft on horse (Equus caballus).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Linklater & Cameron 2002 [New Zealand]	• Helicopter overflights (~60 m above the ground) induced running and changes in group size and composition in all observed horse groups (n=17). • Fleeing horse groups ran from 0.1 to 2.75 km before leaving the observers view.	• None.

Table 2.12. Effects of low-flying (military) aircraft on Pronghorn (Antilocapra americana) and Sonoran pronghorn (Antilocapra americana sonoriensis).

Helicopter

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Luz & Smith 1976 [USA/New Mexico]	• No reactions in pronghorn when the helicopter was at an altitude of 120 m and a slant range from the herd (17 individuals) of 900 m (noise level ~66 dBA) (n = 1). • Strong reactions (running) when the helicopter was at an altitude of 45 m and a slant range from the herd (17 individuals) of 150 m (noise level ~77 dBA) (n = 1).	• None.

Military jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Krausman & Harris 2002 [USA/Arizona]	• Military jet aircraft overflights (n = 363, of which 109 were direct overflights, i.e. <100 m to side of animal, but only 6 were <305 m above ground level) did not cause significant changes on Sonoran pronghorn behaviour. • During direct overflights, 3.7% of all observed behaviour changes (n = 45; 41% of overflights) was from any other activity to trotting or running. • During indirect overflights, 1.6% of all observed behaviour changes (n = 105; 34% of overflights) was from any other activity to trotting or running.	• None.

"Military aircraft"

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Landon et al. 2003 [USA/Arizona]	• Sonoron pronghorn used areas with lower levels of noise (<45 dB) more than expected and areas with high levels (>55 dB) less than expected.	• Planning military activities in time and space. • Better placement of water catchments in relation to military (training) sites.
Krausman et al.	• Sonoran pronghorn exposed to military activity bedded the same amount of time,	• None.

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
2004 [USA/Arizona]	foraged less and stood and traveled more than pronghorn not exposed to military activity. • Pronghorn rarely responded to military aircraft. • Note: the study focused on a variety of military activities, including overflights of military and non-military aircraft. Military overflights occurred 363 times and non-military overflights occurred 77 times. Of these only 6 military and 7 non-military overflights occurred at <300 m above ground level.	

2.2 Carnivores

Table 2.13. Effects of low-flying (military) aircraft on Coyote (Canis latrans).

Military helicopter/jet aircraft

Reference [Country/State]	Responses to low-flying aircraft	Proposed mitigation
Gese et al. 1989 [USA/Colorado]	• Coyotes altered their behavior in response to military activity. • Coyotes responded to military activity, including helicopter and jet fighter overflights, by expanding, contracting, abandoning, or not changing their home range during militairy maneuvers compared to before and after maneuvers. • Of the 16 studied coyotes 2 abandoned their home range permanently and 1 abandonded its home range temporarily. • Responses were related to the amount of available cover, topography and intensity of military activity. • Animals contracting their home range typically contracted their activity into dense vegetation, canyons and hills: places too rough for military maneuvers. • Coyote activity patterns during the day increased.	• Restricting activities during critical time periods (i.e. denning). • Revegetation of disturbed areas to provide cover.