

Effecten van het luchtvaartterrein Hilversum in relatie tot de vigerende natuurwetgeving

Bijdrage in de Beslissing op Bezwaar (BOB)

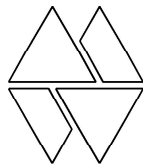


R.M.G. van der Hut
H.A.M. Prinsen
R. Lensink
S. Dirksen

Effecten van het luchtvaartterrein Hilversum in relatie tot de vigerende
natuurwetgeving

Bijdrage in de Beslissing op Bezwaar (BOB)

R.M.G. van der Hut
H.A.M. Prinsen
R. Lensink
S. Dirksen



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Transport en Luchtvaart
foto omslag: Stichting Vliegveld Hilversum

25 januari 2006
rapport nr. 05-094

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 05-094
Datum uitgave: 25 januari 2006
Titel: Effecten van het luchtvaartterrein Hilversum in relatie tot de vigerende natuurwetgeving
Subtitel: Bijdrage in de Beslissing op Bezwaar (BOB)
Samenstellers: drs. R.M.G. van der Hut
drs. H.A.M. Prinsen
drs. ing. R. Lensink
drs. S. Dirksen
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 76
Project nr.: 05-016
Projectleider: drs. S. Dirksen
Naam en adres opdrachtgever: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Transport en Luchtvaart
Postbus 90771, 2509 LT Den Haag
Referentie opdrachtgever: brief met kenmerk DGTL-05.003901, ontvangen 15 april 2005
Akkoord voor uitgave: Hoofd Sector Vogeceleologie
drs. S. Dirksen
Paraaf:

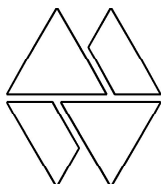


Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Transport en Luchtvaart

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig BRL 9990:2001 / ISO 9001:2001.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

Voor het luchtvaartterrein Hilversum is op 3 mei 2003 een aanwijzingsbesluit met bijbehorende geluidszone van kracht geworden. Tegen dit besluit zijn bezwaren ingediend. In het kader van de nog te nemen Beslissing op Bezwaar (BOB) werd het wenselijk geacht nader onderzoek te doen naar de effecten van het aanwijzingsbesluit op natuurwaarden. Hiertoe zullen de effecten van vliegverkeer moeten worden afgezet tegen de kaders die de vigerende groene wet- en regelgeving stelt.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft Bureau Waardenburg opdracht gegeven een studie te verrichten naar de mogelijke effecten van het gebruik van luchtvaartterrein Hilversum in het licht van de vigerende natuurwetgeving. Hieronder worden verstaan de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn, de Natuurbeschermingswet en de Flora en faunawet. Hiermee zijn alle relevante aspecten uit de natuurwetgeving afgedekt.

Dit project is binnen Bureau Waardenburg uitgevoerd door een projectteam dat bestond uit drs. R. van der Hut, drs. H. Prinsen, drs. ing. R. Lensink (ecologie, ornithologie) en drs. S. Dirksen (projectleiding, ornithologie). Vanuit de opdrachtgever is dit project begeleid door W.A. Smit, D. Bres, N. Arts, E. de Vries en B. Simonis. Allen worden bedankt voor hun constructieve bijdrage en prettige wijze van samenwerken.

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	7
1 Inleiding.....	9
1.1 Algemeen.....	9
1.2 Leeswijzer.....	11
2 Materiaal en methoden.....	13
2.1 Gegevens vliegverkeer.....	13
2.2 Gegevens verstoring van vogels en andere fauna door vliegverkeer.....	13
2.3 Gegevens beschermde status van gebieden en soorten.....	13
3 Inventarisatie vliegverkeer Hilversum.....	15
3.1 Vliegverkeer kleine burgerluchtvaart.....	15
3.2 Route stelsel kleine burgerluchtvaart.....	16
3.3 Vlieghoogtes kleine burgerluchtvaart.....	17
3.4 Verkeer helikopters.....	21
4 Relatie fauna en vliegverkeer.....	23
5 Gebieden en soorten met een beschermde status.....	25
5.1 Inleiding.....	25
5.2 Beschermde gebieden.....	25
5.3 Beschermde soorten.....	28
5.3.1 Vogels.....	28
5.3.2 Zoogdieren.....	29
5.3.3 Amfibieën en reptielen.....	34
6 Effectbeoordeling.....	37
6.1 Beoordelingskader.....	37
6.2 Ecologische uitgangspunten.....	38
6.3 Criteria voor de beoordeling.....	40
6.4 Beoordeling van mogelijke knelpunten.....	41
6.4.1 Gebieden.....	41
6.4.2 Soorten.....	44
7 Conclusies en aanbevelingen.....	47
7.1 Conclusies.....	47
7.2 Aanbevelingen.....	48
8 Literatuur.....	49
Bijlage 1 Wettelijk kader.....	57

Bijlage 2 Literatuurstudie effecten op fauna, in het bijzonder vogels, als gevolg van verstoring door vliegtuigen en helikopters	63
Bijlage 3 Habitattypen Oostelijke Vechtplassen	88

Samenvatting

Ten zuiden van Hilversum ligt het luchtvaartterrein Hilversum. Dit luchtvaartterrein vervult een functie voor de kleine burgerluchtvaart. Gemiddeld over de jaren 1990-2002 werden 67.000 vliegtuigbewegingen per jaar uitgevoerd. Het luchtvaartterrein heeft drie onverharde start- en landingsbanen (gras) en drie zweefvliegbanen. Daarnaast mogen ballonnen en lichte helikopters (volgens de primaire aanwijzing max. 1.500 bewegingen per jaar) gebruik maken van het luchtvaartterrein. In mei 2003 is voor luchtvaartterrein Hilversum een aanwijzingsbesluit met bijbehorende geluidszone van kracht geworden. In het aanwijzingsbesluit is een geluidszone vastgelegd die is gebaseerd op een gebruik van het luchtvaartterrein met 76.000 vliegtuigbewegingen. In het kader van de binnenkort te nemen Beslissing op Bezwaar (BOB) over het Aanwijzingsbesluit was het wenselijk nader onderzoek te doen naar de milieueffecten van het aanwijzingsbesluit. Tevens is verzocht om het effect te beoordelen van een groter aantal vliegtuigbewegingen van lichte helikopters dan in de primaire aanwijzing is opgenomen, namelijk 2.500 per jaar. Hiertoe zullen de effecten van het maximale gebruik van het luchtvaartterrein moeten worden beoordeeld ten opzichte van het huidige gebruik, in de kaders die de vigerende groene wet- en regelgeving stellen. In concreto gaat het om de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn, de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet.

Het luchtvaartterrein Hilversum ligt niet in een Natura 2000-gebied of Beschermd Natuurmonument (voorheen Vogelrichtlijngebied, Habitatrichtlijngebied of Beschermd / Staatnatuurmonument) Het binnenkomende en uitgaande verkeer vliegt wel over gebieden met een beschermde status, en heeft mogelijk een effect op de aldaar aanwezige flora en fauna. De toetsing vindt derhalve plaats in het kader van de externe werking van genoemde wetgeving; dat wil zeggen dat wordt nagegaan of veranderingen buiten de beschermde gebieden een effect hebben op deze gebieden en de daarin voorkomende soorten. Daarnaast komen in de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum beschermde planten en dieren voor. Ook deze kunnen in hun voorkomen beïnvloed worden door vliegverkeer. Dit effect zal getoetst moeten worden aan de Flora- en faunawet.

De aard en omvang van het vliegverkeer op luchtvaartterrein Hilversum zijn beschreven in hoofdstuk 3. Het onderzoek aan verstoring van vogels en nadere fauna door vliegverkeer is samengevat in hoofdstuk 4. Dit hoofdstuk vormt een samenvatting van de huidige kennis over de mogelijke effecten op grond van het thans gepubliceerde (internationale) onderzoek.

Het huidige vliegverkeer rond luchtvaartterrein Hilversum heeft een versturende invloed op een deel van de Speciale Beschermingszone Oostelijke Vechtplassen (Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn), Hilversums Wasmeer, Hoornboegse Heide, Heide Sportpark Hilversum, Zuiderheide en Laarder Wasmeer, Postiljonheide, Bussumer/Westerheide en Moeras-terreinen Loosdrecht (Beschermd Natuurmonumenten). Het gaat hierbij vooral om broedende water- en moerasvogels en niet-broedende watervogels in de Polder Westbroek, Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en het gebied direct ten westen en

zuidwesten van Nieuw Loosdrecht. Verstoringen komen plaatselijk voor. De omvang van het effect van het vliegverkeer op verspreiding en aantallen van soorten met een beschermde status is niet exact bekend, maar wordt op grond van de huidige kennis als beperkt ingeschat. In de huidige situatie komen beschermde soorten voor in de omgeving van het luchtvaartterrein en waarschijnlijk is sprake van een zekere mate van gewenning aan het bestaande gebruik. Het is mogelijk dat bij afwezigheid van vliegverkeer de aantallen vogels hoger zouden liggen. Een kwantificering is – met de huidige kennis - echter niet aan te geven.

het voorkomen van (vogel)soorten in de jaren negentig van de vorige eeuw heeft in 2000 geleid tot de aanwijzing van beschermde gebieden (Vogelrichtlijn of Habitatrichtlijn) in de omgeving van het luchtvaartterrein. Eventuele afnamen in het voorkomen van deze soorten nadien in deze gebieden kunnen niet worden toegeschreven aan het huidige gebruik, noch aan het gebruik dat op grond van het aanwijzingsbesluit is toegestaan. De in het aanwijzingsbesluit opgenomen geluidszone is berekend op 76.000 bewegingen. Dit aantal ligt lager dan de 76.000-91.500 bewegingen in 1989-1995. Deze periode valt samen met de situatie waarop de bijvoorbeeld het aantal vogels in de aanwijzingsbesluiten is gebaseerd. Aangezien geen sprake is van een verhoging van de verstoringdruk ten opzichte van de situatie waaraan getoetst moet worden, kunnen eventuele negatieve veranderingen in de aantallen van soorten, niet worden toegeschreven aan het in werking treden van het aanwijzingsbesluit. Derhalve is geen sprake van een significant negatief effect in de zin van de Vogelrichtlijn. Dit geldt eveneens voor gebieden die beschermd zijn in het kader van de natuurbeschermingswet en soorten die beschermd zijn in het kader van de Flora- en faunawet. Een uitbreiding van het aantal helivluchten van 1.500 naar 2.500 per jaar doet geen afbreuk aan deze conclusies.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Ten zuiden van Hilversum ligt het luchtvaartterrein Hilversum. Dit luchtvaartterrein vervult een functie voor de kleine burgerluchtvaart. Gemiddeld over jaren 1990-2004 werden 64.000 vliegtuigbewegingen per jaar uitgevoerd. Het luchtvaartterrein heeft drie onverharde start- en landingsbanen (gras) en drie zweefvliegbanen. Daarnaast mogen ballonnen en lichte helikopters (volgens de primaire aanwijzing max. 1.500 bewegingen per jaar) gebruik maken van het luchtvaartterrein. In mei 2003 is voor luchtvaartterrein Hilversum een aanwijzingsbesluit met bijbehorende geluidszone van kracht geworden. In het aanwijzingsbesluit is een geluidszone vastgelegd die gebaseerd is op 76.000 vliegtuigbewegingen per jaar. In het kader van de binnenkort te nemen Beslissing op Bezwaar (BOB) over het Aanwijzingsbesluit was het wenselijk nader onderzoek te doen naar de milieueffecten van het aanwijzingsbesluit. Tevens is verzocht om het effect te beoordelen van een groter aantal bewegingen van lichte helikopters dan in de primaire aanwijzing is opgenomen, namelijk 2.500 per jaar. Hiertoe zullen de effecten van de geluidszone op basis van 76.000 bewegingen moeten worden beoordeeld in het licht van de kaders die de vigerende groene wet- en regelgeving stelt. In concreto gaat het om de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn, de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet.

De Vogelrichtlijn is in 1979 door de Europese Commissie vastgesteld en de Habitatrichtlijn in 1992. Beide richtlijnen hebben een dwingend karakter. De lidstaten van de Europese Unie zijn verplicht beide richtlijnen in hun nationale wetgeving te implementeren. In geval van strijdigheid, zijn beide richtlijnen prioritair ('rechtstreekse werking'). Sinds 1 oktober 2005 is de gewijzigde Natuurbeschermingswet van kracht geworden en is genoemde Europese regelgeving in de nationale wetgeving verankerd. In maart 2000 zijn op grond van artikel 27, lid 1, van de Natuurbeschermingswet 1998 een groot aantal gebieden in Nederland aangewezen als speciale beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn. Dergelijke gebieden worden gemakshalve Vogelrichtlijngebieden genoemd; deze zijn per 1 oktober 2005 opgegaan in de Natura 2000-gebieden. Een deel van de Vogelrichtlijngebieden is in het kader van de Ramsar Conventie (1972) in hetzelfde aanwijzingsbesluit tevens aangewezen als 'watergebied van internationale betekenis'.

Voor Nederland zijn verder verschillende gebieden aangemeld als Speciale Beschermingszone in het kader van de Habitatrichtlijn. Deze aanmeldingen zijn door de Europese Commissie gefiatteerd. Deze aanmeldingen worden omgezet in aanwijzingsbesluiten; hangende deze besluiten dienen zij benaderd te worden als ware de aanwijzing geheel afgerond. Deze gebieden worden gemakshalve Habitatrichtlijngebieden genoemd; deze zijn per 1 oktober 2005 opgegaan in de Natura 2000-gebieden. Een aantal aanwijzingen overlappen met die van de Vogelrichtlijn.

De twee voornoemde Europese richtlijnen zijn geïmplementeerd in de Nederlandse wetgeving. De implementatie van de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet is afgerond; in de komende tijd zullen de aanwijzingsbesluiten voor de Natura 2000-gebieden vorm moeten krijgen. Thans zijn alleen concepten van documenten beschikbaar die moeten leiden tot deze besluiten. Vooral nog wordt van de vigerende besluiten en informatie uitgegaan. De soortbescherming is geheel opgenomen in de Flora- en faunawet (2002). In het kader van de Natuurbeschermingswet (1998) zijn, los van Europese richtlijnen, in Nederland gebieden aangewezen als Beschermd Natuurmonument of Staatsnatuurmonument; sinds 1 oktober 2005 is dit verschil vervallen en gaan beide verder als Beschermd Natuurmonument. Analooq hieraan zijn naast de soorten uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn ook andere dier- en planten soorten krachtens de Flora- en faunawet beschermd.

In het kader van de milieueffecten die mogelijk voortkomen uit de vaststelling van de geluidszone, zal getoetst moeten worden aan de voorwaarden die de Vogel- en Habitatrichtlijn stellen. Artikel 6 van de Habitatrichtlijn geeft voor beide richtlijnen het globale afwegingskader. Daarnaast is een toetsing gewenst aan voorwaarden die de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet stellen.

Het luchtvaartterrein Hilversum ligt niet in een Vogelrichtlijngebied, een Habitatrichtlijngebied of een Beschermd Natuurmonument. Het binnenkomende en uitgaande verkeer vliegt over gebieden met een beschermde status, en heeft mogelijk een effect op de aldaar aanwezige flora en fauna. De toetsing vindt derhalve plaats in het kader van de externe werking van genoemde wetgeving; dat wil zeggen dat wordt nagegaan of veranderingen buiten de beschermde gebieden een effect hebben op deze gebieden en de daarin voorkomende soorten. Daarnaast komen in de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum beschermde planten en dieren voor. Ook deze kunnen in hun voorkomen beïnvloed worden door vliegverkeer. Dit effect zal getoetst moeten worden aan de Flora- en faunawet.

Vogel- en Habitatrichtlijn gaan uit van een 'passende beoordeling' van effecten. Hiermee wordt bedoeld dat voor alle relevante gebieden en/of soorten geplande ingrepen op hun interne en externe effecten worden beoordeeld. Het onderhavige rapport kan worden opgevat als een 'passende beoordeling'.

Het eventuele effect van het vliegverkeer van en naar een luchtvaartterrein is samengesteld uit een visuele en een auditieve component. Beide componenten laten zich vertalen in een kritische hoogte en afstand van het vliegtuig tot het organisme. De versturende werking van het gebruik van luchtvaartterrein Hilversum op vogels en andere fauna is niet onderzocht, zodat kwantitatieve gegevens ontbreken. Op grond van literatuurgegevens (hoofdstuk 4) mag echter worden aangenomen dat dergelijke effecten zich voordoen. Om tot een beoordeling van mogelijke milieu effecten van het aanwijzingsbesluit luchtvaartterrein Hilversum te komen, wordt de verstoringstoestand van het luchtvaartterrein en aangewezen geluidszone bepaald. Door de mogelijk versturende effecten af te zetten tegen de ligging van relevante beschermde gebieden of

andere plekken van voorkomen van beschermde soorten, wordt een indicatie van de mogelijke effecten van verstoring gegeven.

1.2 Leeswijzer

Om de geschetste problematiek in kaart te brengen zijn allereerst een aantal gegevensbronnen geordend. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van het vliegverkeer van en naar luchtvaartterrein Hilversum, vliegtuigtypes, relevante vlieghoogtes, vliegroutes en baangebruik. In hoofdstuk 4 wordt de beschikbare kennis over de relatie tussen fauna en verstoring door vliegverkeer besproken. Dit overzicht mondt uit in een duiding van kritische hoogtes en afstanden voor verschillende vormen van luchtvaart. In hoofdstuk 5 worden relevante elementen uit Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn, Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet samengevat. In hoofdstuk 6 worden deze drie gegevenssets in samenhang geanalyseerd. Uit deze analyse volgt een kaartbeeld met daarop de mogelijke ruimtelijke knelpunten in de relatie tussen vliegverkeer en gebieden in de omgeving met een beschermde status. Voorts rolt hieruit een lijst met soorten die mogelijk hinder hebben van het vliegverkeer.

In hoofdstuk 7 volgt een nadere analyse van de knelpunten en “knelsoorten” uit hoofdstuk 6. Deze analyse vindt plaats in het licht van artikel 6 van de Habitatrichtlijn (het afwegingskader voor Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn), de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet. Waar nodig en mogelijk worden bouwstenen voor oplossingsrichtingen aangedragen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Gegevens vliegverkeer

In het aanwijzingsbesluit luchtvaartterrein Hilversum (DG Luchtvaart 2003) wordt informatie verstrekt over vliegpaden, vliegroutes en baangebruik. Deze gegevens zijn benut als uitgangspunt voor het vliegverkeer in de effectbeoordeling op fauna.

2.2 Gegevens verstoring van vogels en andere fauna door vliegverkeer

Voor deze studie is bestaande kennis over de relatie tussen vliegverkeer en (verstoring van) vogels en andere fauna in een literatuurstudie gerangschikt en toegankelijk gemaakt. De basis voor deze literatuurstudie bestond uit de bronnen die gebruikt zijn voor het rapport 'Relaties tussen de vlieghoogte van de kleine burgerluchtvaart en de verstoring van fauna – een overzicht van bestaande kennis' (Lensink & Dirksen 2000) alsmede 'Effecten van het vliegverkeer van en naar Schiphol op vogels en andere fauna in relatie tot de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn en de Natuurbeschermingswet' en een vergelijkbare studie voor de luchtvaartterreinen Lelystad en Maastricht (Lensink *et al.* 2001, Lensink *et al.* 2002). In laatstgenoemde twee studies is meer aandacht besteed aan de mogelijke effecten van geluid. In beide studies is de internationale literatuur vervat tot en met 2002 voor zover deze in de database 'Biological Abstracts' was opgenomen en viel te traceren met trefwoorden die gerelateerd zijn aan verstoring en vliegverkeer. Informatie uit de grijze literatuur (rapporten met een beperkte verspreiding) is ook opgenomen in beide overzichten. Daarnaast is gebruik gemaakt van de inzichten die verwoord zijn in het rapport Verstoringsgevoeligheid van vogels; literatuurstudie naar de reactie van vogels op recreatie (Krijgsveld *et al.* 2004). Hierin is ook alle relevante literatuur aangaande effecten van vliegtuigen verwerkt.

2.3 Gegevens beschermde status van gebieden en soorten

De Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn, de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet vallen in Nederland onder de jurisdictie van het Ministerie van LNV. Aanwijzingsbesluiten in het kader van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn, kaartmateriaal en aanvullende informatie zijn aldaar verkregen. Het kaartmateriaal van de Vogel- en Habitatrichtlijn stamt uit 2000 met aanvullingen uit 2003, en is nog steeds volledig. Kaartmateriaal van de Natura 2000-gebieden is nog niet beschikbaar; op details zou de begrenzing kunnen afwijken van de thans bekende. Het kaartmateriaal van Beschermde Natuurmonumenten en Staatsnatuurmonumenten is in 1996 vervaardigd. Daarnaast is door Swinkels (2000) een recent en volledig overzicht opgesteld van deze beide beschermde gebieden.

Uit hoofde van de Habitatrichtlijn bijlage 4 en de Flora- en faunawet zijn een groot aantal planten- en diersoorten beschermd. Tot deze organismen behoren hogere planten, mossen, paddestoelen, zoogdieren, vogels, amfibieën, reptielen, vissen, vlinders, libellen

en mollusken. Wij gaan er vanuit dat eventuele effecten van vliegverkeer op planten, mossen en paddestoelen zich beperken tot de directe omgeving van de start- en landingsbaan. Effecten zullen hier vooral het gevolg zijn van de uitstoot van milieubelastende stoffen. Ook voor libellen, vlinders en mollusken wordt aangenomen dat effecten beperkt zijn tot de zeer directe omgeving van de start- en landingsbaan en vooral het gevolg zullen zijn van de uitstoot van stoffen. Voor vissen liggen effecten als gevolg van geluid in de rede; hier is echter niets van bekend. Genoemde groepen worden in deze studie verder buiten beschouwing gelaten vanwege de minimale of ontbrekende kennis over effecten van vliegverkeer op deze organismen en de hoogstwaarschijnlijk zeer beperkte reikwijdte van het effect.

Voor zoogdieren, vogels, amfibieën en reptielen zijn effecten die het gevolg zijn van verstoring aannemelijk. Van deze groepen zijn zoveel als mogelijk recente verspreidingsgegevens verzameld. De datavergaring is vooral gebaseerd op gepubliceerde gegevens en andere makkelijk toegankelijke bronnen, alsmede kennis van de relevante gebieden en de daarin voorkomende soorten aanwezig binnen Bureau Waardenburg.

De oorzaak van verstoring van fauna kent een visuele en een auditieve component. Voor reptielen en amfibieën wordt aangenomen dat deze vooral door auditieve componenten worden beïnvloed (zeker als het om vliegtuigen gaat en dit beperkt is tot gebieden waar het geluid intens is). Van deze groepen zijn gegevens tot een straal van 5 km rond het luchtvaartterrein gebruikt. Bij vogels (en deels ook zoogdieren) speelt de visuele component van verstoring zeker een rol. Op grond van bestaande kennis is voor deze groepen de verspreiding, voor zover relevant, tot 10 kilometer rond het luchtvaartterrein in beeld gebracht. Dit rapport gaat in op de specifieke effecten van luchtvaartterrein Hilversum. Buiten het bereik van het circuit en de entry- en exit-points gelden voor overland vluchten de algemene regels voor klein verkeer over Nederland. Effecten die een gevolg zijn van deze regels worden in dit rapport niet beoordeeld; deze zijn immers niet direct te koppelen aan het luchtvaartterrein Hilversum.

3 Inventarisatie vliegverkeer Hilversum

Het luchtvaartterrein Hilversum ligt ten zuiden van Hilversum nabij het dorp Nieuw-Loosdrecht, in de provincie Noord-Holland. Het terrein vervult alleen een functie voor de kleine burgerluchtvaart (startgewicht < 6.000 kg). Een aanzienlijk deel van dit verkeer (ca. 60%) bestaat uit les- en oefenvluchten. De overige ca. 40% bestaat uit vluchten met een zakelijk of bedrijfsmatig doel en uit privé- of recreatieve vluchten. Daarnaast maken (motor)zweefvliegtuigen, ballonnen en lichte helikopters (max. startgewicht 6.000 kg, max. 1.500 vliegtuigbewegingen per jaar) gebruik van het luchtvaartterrein.

Luchtvaartterrein Hilversum heeft drie onverharde banen. De langste baan (18-36) is 700 m lang en loopt in de richting N-Z. De twee andere banen zijn 660 m (13-31) en 540 m (07-25) lang en lopen respectievelijk in de richting WNW-OZO en NO-ZW.

De banen mogen alleen tijdens daglicht worden gebruikt. Voor circuitvliegen, rondvluchten en valschermspringen gelden nadere beperkingen, waarbij o.a. op zondag niet voor 11.00u 's ochtends mag worden gevlogen; op zaterdag en zondag mogen circuitvluchten niet na 16.00u, valschermspringen niet na 18.00u en rondvluchten niet na 19.00u worden uitgevoerd. Uitzonderingen staan verwoord in artikel 7 van het aanwijzingsbesluit (DG Luchtvaart 2003).

3.1 Vliegverkeer kleine burgerluchtvaart

De kleine burgerluchtvaart wordt onderverdeeld in acht categorieën die zijn afgeleid van de geluidsbelasting van de vliegtuigen. De categorieën worden gerepresenteerd door verschillende vliegtuigtypen (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Overzicht van 8 categorieën vliegtuigen uit de kleine burgerluchtvaart en hun geluidsbelasting. Geluidscategorieën conform indeling DG Luchtvaart/-NLR.

categorie	type vliegtuig	geluidsbelasting
1	Cessna 310 R	>78 dB
2	Cessna 182 P	75-78 dB
3	Cessna 172 M	72-75n dB, <75 bij twee motoren,
4	Cessna 100 M	69-72 dB,
5	C 150 M	66-69 dB
6	G 115	63-66 dB
7	C 152	60-63 dB
8	DV20	<60 dB

In het aanwijzingsbesluit is de vaststelling van de geluidszone gebaseerd op 76.000 bewegingen (start en landing) per jaar met vaste vleugelvliegtuigen met schroefaandrijving. Dit aantal vliegtuigbewegingen is gebaseerd op het gebruik van het

luchtvaartterrein in 1994 (DG Luchtvaart 2003). Op basis van gegevens over het baangebruik in de jaren 1998–2002 is berekend dat 55% van de vliegtuigbewegingen gaan om circuitvluchten en 45% om vluchten overland (tussen Hilversum en een ander luchtvaartterrein). In de verdeling over de geluidscategorieën zijn de zwaarste typen ondervertegenwoordigd (tabel 3.2). Daarnaast heeft zich sinds begin jaren negentig, gelijk de algemene trend in Nederland, in de kleine burgerluchtvaart van en naar Hilversum een verschuiving naar minder geluidsbelastende vliegtuigen voorgedaan. In 1994 behoorde 32% van de bewegingen tot de lichtere categorieën (4 t/m 8, tabel 3.1). In 2003 was dit aandeel 92%. Het streven is om in deze lijn verder te gaan; onder andere door tarieven hierop af te stemmen.

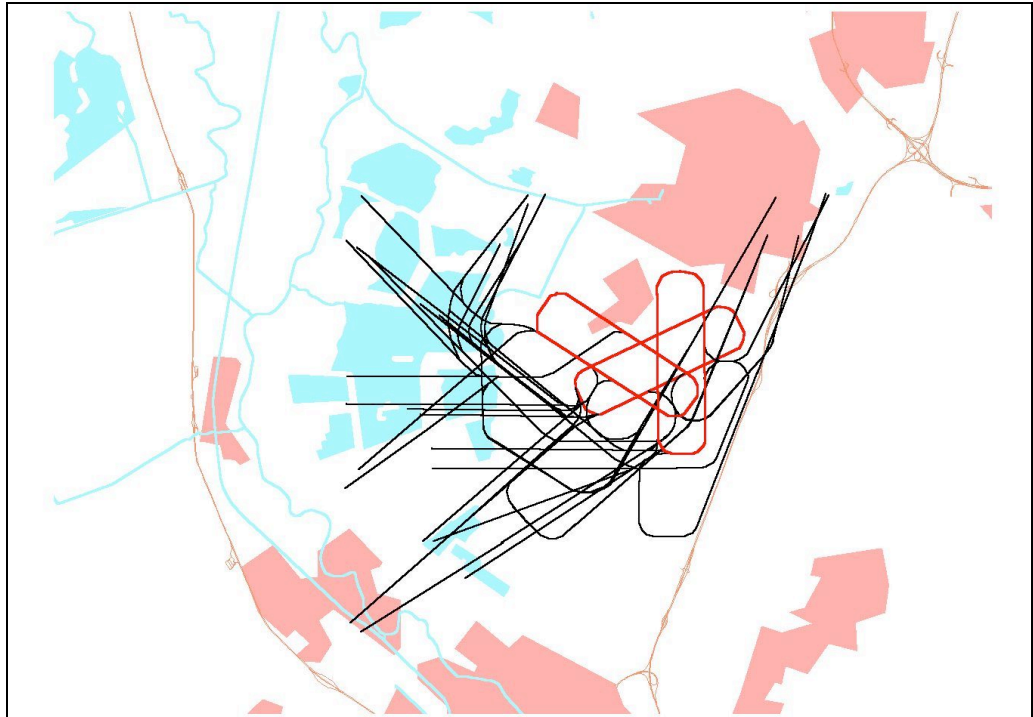
Tabel 32 Aantal vliegtuigbewegingen op luchtvaartterrein Hilversum overeenkomstig de aanwijzing. Verdeling als aandeel van het totaal en als aantal bewegingen voor de categorieën. Zie voor de omschrijving van de geluidscategorieën tabel 3.1. (Bron: DG Luchtvaart 2003).

Categorie	verdeling	starts en landingen overland-verkeer	starts en landingen circuit-vluchten
1	0,5%	172	208
2	2,4%	1.377	416
3	14,7%	6.197	4.989
4	21,7%	6.541	9.977
5	11,4%	4.476	4.157
6	10,1%	3.099	4.573
7	6,4%	1.721	3.118
8	32,9%	10.845	14.134
<i>Totaal</i>	<i>100,0%</i>	<i>34.428</i>	<i>41.572</i>
heli R44		950	1.426
heli R22		50	74

3.2 Route stelsel kleine burgerluchtvaart

Op kaart zijn aangenomen routes weergegeven, waarop de berekening van de geluidszone, opgenomen in het aanwijzingsbesluit, is gebaseerd (figuur 3.1). Deze routes zijn illustratief voor de vaste routes van startende en landende vliegtuigen. Voor de kleine burgerluchtvaart gelden voor de circuits van een luchtvaartterrein vaste *entry*- en *exit-points*, waar de vliegtuigen de circuits binnenkomen dan wel verlaten. In het circuit wordt een vaste vlieghoogte van 700 ft (c. 220 m) aangehouden (conform de AIP. de 'luchtvaartgids'). Ook voor heli's geldt in het circuit een vaste hoogte van 700 ft. Buiten het circuit zijn voor overland-verkeer geen vaste routes voor nadering en verstek voorgeschreven.

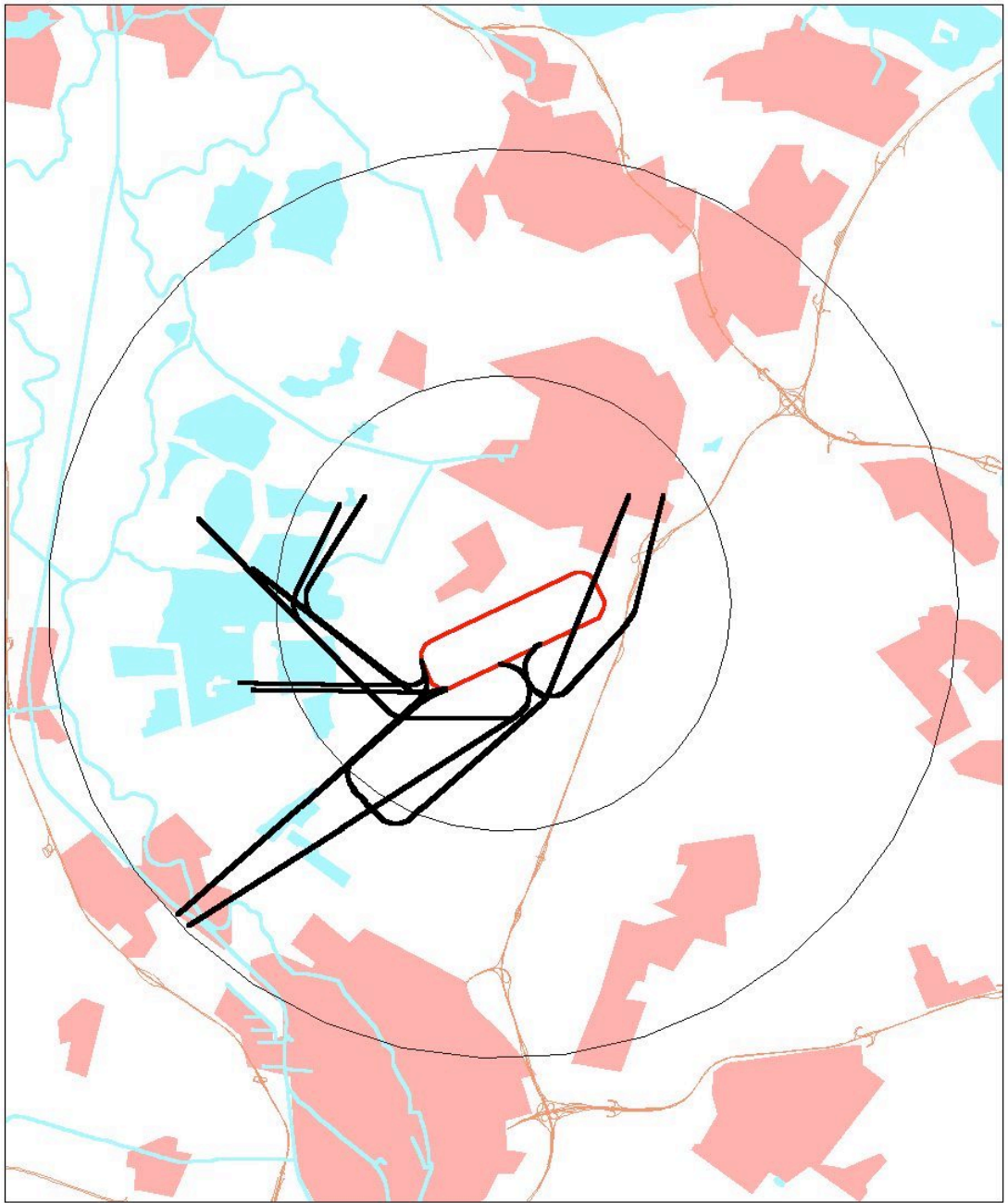
Rond de drie banen van Hilversum liggen drie circuits (figuur 3.2, 3.3, 3.4). Het baangebruik is samengevat in tabel 3.3. De aan- en uitvliegroutes naar c.q. van deze drie circuits lopen vooral ten oosten en zuiden van het luchtvaartterrein over de Loosdrechtse Plassen, Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en Polder Achttienhoven. De aan- en uitvliegroutes in de richting NO gaan over de Hoorneboegse Heide en langs de oostrand van Hilversum.



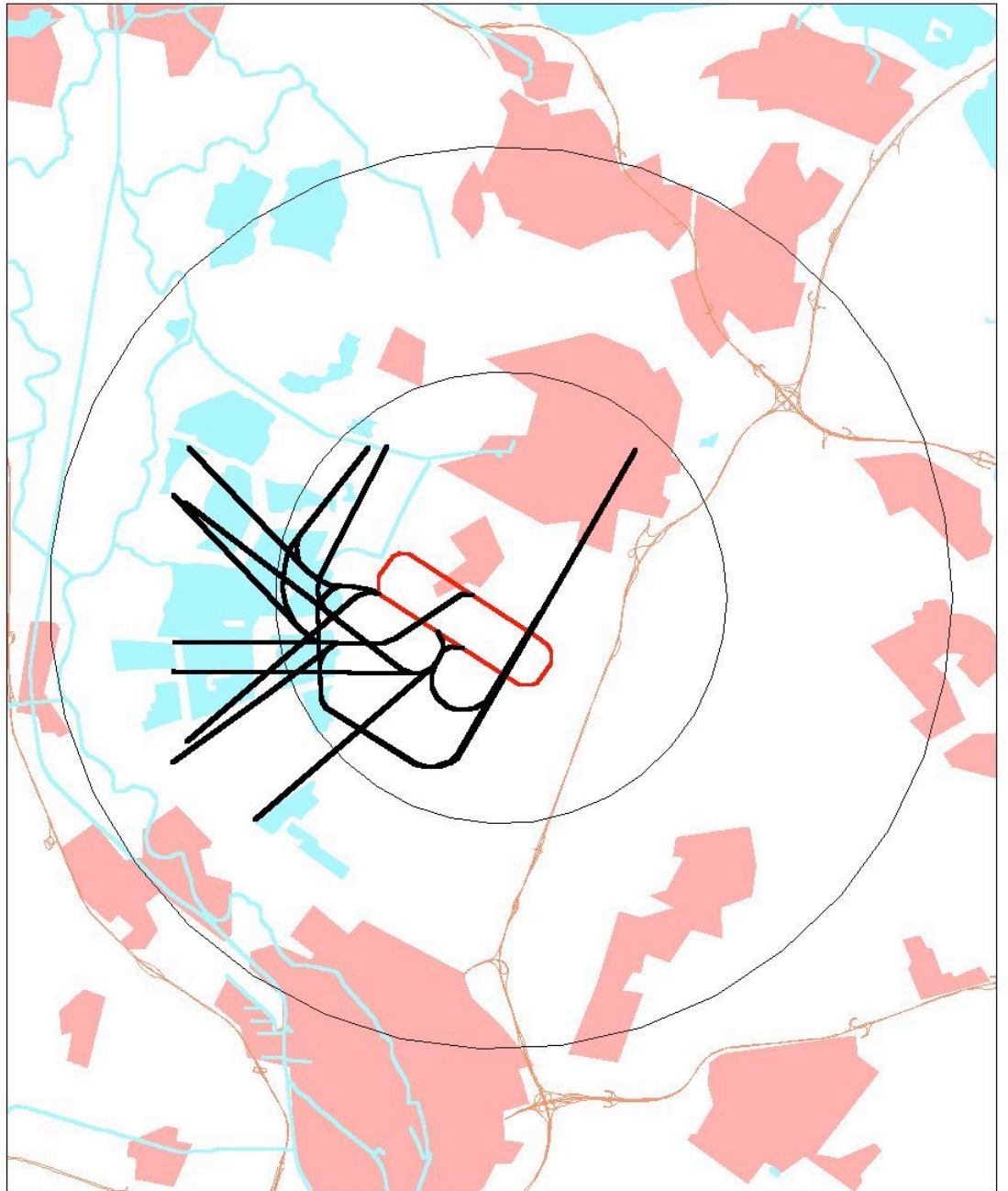
Figuur 3.1 Routestelsel kleine burgerluchtvaart luchtvaartterrein Hilversum.

3.3 Vlieghoogtes kleine burgerluchtvaart

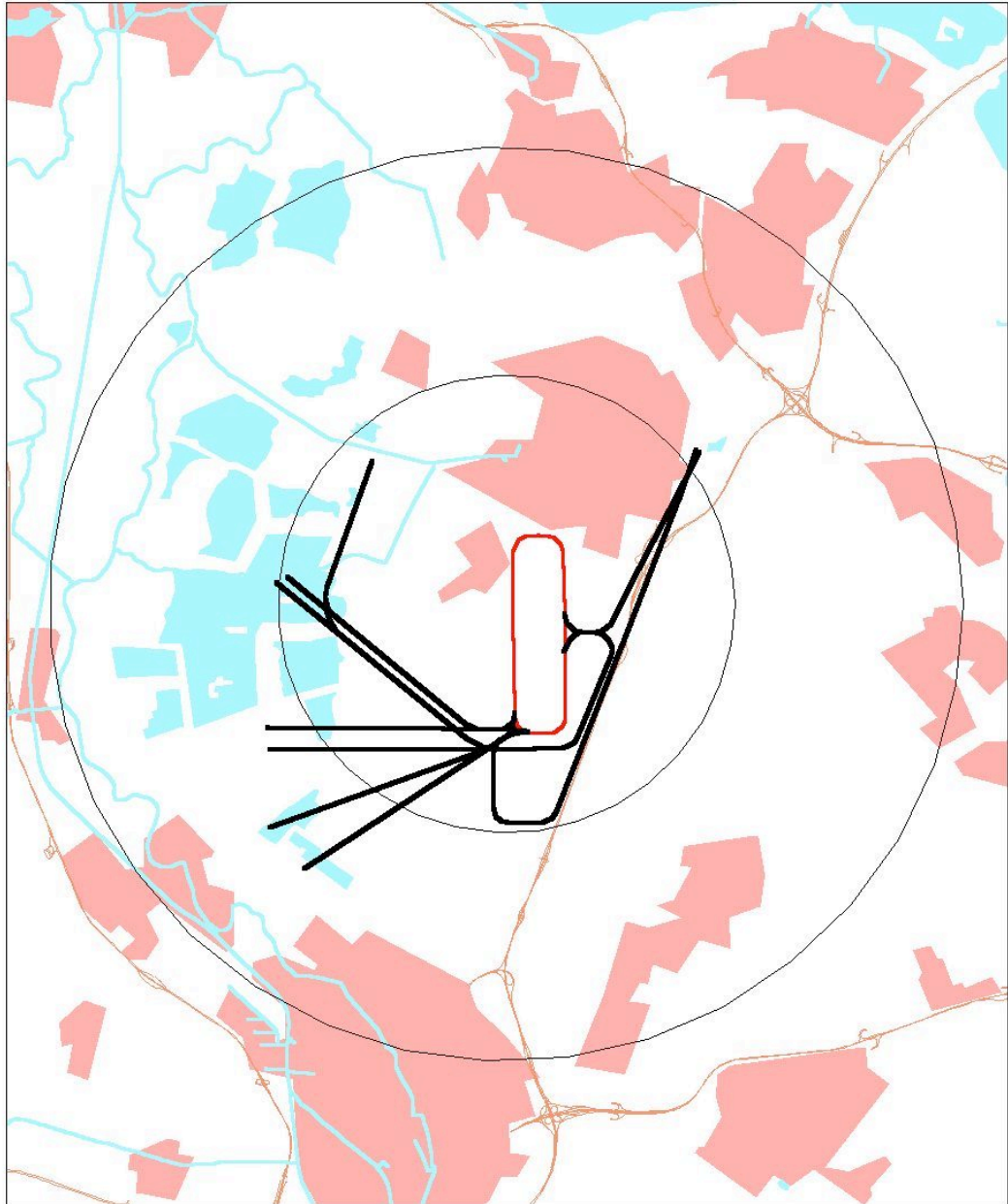
Voor de kleine burgerluchtvaart geldt boven land een minimale vlieghoogte van 500 ft (c. 165 m), boven stedelijk gebied 1.000 ft (c. 330 m). Voor circuitvliegen van en naar het betrokken luchtvaartterrein geldt een vlieghoogte van 700 ft (c. 220 m, zie de AIP, de 'luchtvaartgids'). De voorgeschreven hoogte wordt tijdens de start na ongeveer een kilometer bereikt. Tijdens de landing vliegen de vliegtuigen doorgaans vanaf een kilometer of eerder op genoemde hoogtes.



Figuur 3.2 Routestelsel kleine burgerluchtvaart luchtvaartterrein Hilversum, baan 07-25.



Figuur 3.3 Routestelsel kleine burgerluchtvaart luchtvaarterrein Hilversum, baan 13-31.



Figuur 3.4 Routestelsel kleine burgerluchtvaart luchtvaartterrein Hilversum, baan 18-36.

Tabel 3.3 Gebruik van het banenstelsel op luchtvaartterrein Hilversum door de kleine burgerluchtvaart overeenkomstig het aanwijzingsbesluit. (Bron: DG Luchtvaart 2003)

baan	lengte (m)	richting	gebruik (%)
07-25	540	07	15,4
		25	31,4
13-31	660	13	14,3
		31	19,8
18-36	700	18	26,4
		36	12,8

3.4 Verkeer helikopters

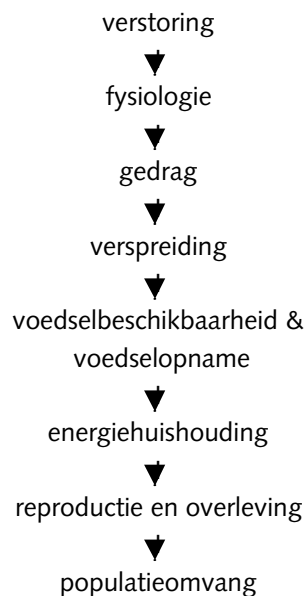
Luchtvaartterrein Hilversum wordt door een klein aantal lichtere helikopters gebruikt. In 2001-2004 ging het om 1.400 tot 1.600 bewegingen per jaar; in 1990-1995 om 400-600 per jaar. Ook heli's gebruiken bij binnenkomst en vertrek het circuit (figuur 3.1 t/m 3.4) waarbij in het circuit een vlieghoogte van 700 ft wordt aangehouden. Daarbuiten is de aanbevolen vlieghoogte 1.000 ft.

4 Relatie fauna en vliegverkeer

In het vervolg wordt ingegaan op mogelijke effecten op vogels en andere fauna als gevolg van verstoring door vliegverkeer. Onder verstoring wordt in dit verband verstaan het onderbreken van het natuurlijke gedrag als gevolg van een niet-natuurlijke oorzaak; bijvoorbeeld vliegverkeer of recreatie. Verstoring door bijvoorbeeld een predator is een *fact-of-life*. Verstoring van fauna kan, via een aantal stappen, een negatief effect hebben op reproductie en/of overleving van een populatie (en dus op de populatieomvang) van soorten. Voor een uitgebreid review wordt verwezen naar Lensink *et al.* (2005)

Vliegverkeer veroorzaakt visuele en auditieve verstoring. In de meeste studies die gewijd zijn aan de effecten van vliegverkeer op dieren is geen onderscheid gemaakt tussen de visuele en auditieve aspecten van de passage van een vliegtuig (Busnel 1978). Vaak is het zeer lastig om visuele en auditieve aspecten van een verstoringbron te scheiden. Vooral nog bestaat het beeld dat verstoring door vliegtuigen een complex van factoren is dat is samengesteld uit visuele en auditieve componenten (Kempf & Hüppop 1996).

Effecten van verstoring hebben verschillende verschijningsvormen. Effecten vooraan in de keten zijn eenvoudiger vast te stellen dan daarop volgende effecten. De meest direct waarneembare effecten zijn veranderingen van gedrag (alarm, opvliegen, vluchten, etc.). Deze primaire reacties kunnen een keten van oorzaak en gevolg in gang zetten, waardoor uiteindelijk de reproductie en de overleving van individuen kunnen afnemen. Dit kan er toe leiden dat de omvang van de populatie daalt (figuur 4.1).



Figuur 4.1 Effecten van verstoring op de fauna in een keten van oorzaak en gevolg.

Het meeste voorliggende onderzoek is uitgevoerd in de eerste stappen van de effectketen. Aan ganzen zijn enkele studies naar de effecten van verstoring verricht waarin is aangetoond dat verstoring kan leiden tot een verminderde voedselopname en daarmee een verminderde vetaanleg en aldus een verminderde overleving of een verminderde reproductie door adulten.

De 'verstoring gevoeligheid' van een vogel kan alleen begrepen worden op basis van kennis van onder andere de voedselbehoefte en alternatieve locaties in relatie tot predatierisico en voedselbeschikbaarheid (Spaans *et al.* 1996). Tolerantie voor een bepaalde verstoring lijkt te worden bevorderd door een constant en voorspelbaar prikkelaanbod (regelmaat in tijd en ruimte). Bovendien moet de verstoring geen daadwerkelijke bedreiging vormen en daar evenmin op gelijken. Als voor het dier daarnaast de voordelen van het onderdrukken van anti-predator gedrag groter zijn dan de nadelen, zal tolerantie voor verstoring in veel gevallen optreden (Nijland 1997). Dit impliceert dat verstoring vooral getolereerd wordt door dieren die langere tijd achtereen in een bepaald gebied verblijven dan wel een bepaalde locatie regelmatig bezoeken. In gebieden waar de dieren slechts korte tijd verblijven (bijvoorbeeld tijdens de trek), is de tolerantie veelal kleiner (Platteeuw 1986).

Geluid is een belangrijke factor in verstoring van fauna. Zo is in Nederlands onderzoek in gebieden rond de Waddenzee aangetoond dat militaire schietoefeningen de verspreiding en aantallen van foeragerende en overtijdende vogels negatief beïnvloeden (van Eerden 1979, Visser 1987). Dat geluid een belangrijke rol speelt wordt ook ondersteund door de vele onderzoeken die gedaan zijn naar het effect van jacht als verstoringfactor (o.a. Owen 1993, Madsen 1993). Ook de negatieve effecten van auto- en treinverkeer op aantallen broedvogels worden mede in verband gebracht met de geluidsbelasting door dit verkeer (Reijnen 1996, Tulp *et al.* 2003)

Een toename in de vliegfrequentie de kans op negatieve effecten op organismen door verstoring. De sterkst verstorende effecten zijn te verwachten van helikopters, gevolg door klein verkeer, straaljagers en groot verkeer. Voorts hebben lawaaige toestellen een sterker effect dan geluidsarme.

Op grond van gepubliceerd onderzoek zijn bij vlieghoogtes lager dan 3000 ft en op afstanden van minder dan 2 km verstorende effecten van vliegverkeer te verwachten. In gebieden met vlieghoogtes tussen 2000 en 3000 ft kan lichte verstoring worden verwacht en in gebieden met vlieghoogtes lager dan 2000 ft ook zwaardere vormen.

Op basis van de huidige inzichten is het aannemelijk dat vogels en andere fauna welke in de omgeving van een vliegveld voorkomen, tolerantie en gewenning ten opzichte van vliegverkeer hebben. Waar de grenzen van de tolerantie in een sterk verstoorde omgeving van een vliegveld feitelijk liggen, is onbekend. Dergelijke kennis is gewenst om verder inzicht te krijgen in het voorkomen van vogels en andere fauna in relatie tot vliegverkeer.

5 Gebieden en soorten met een beschermde status

5.1 Inleiding

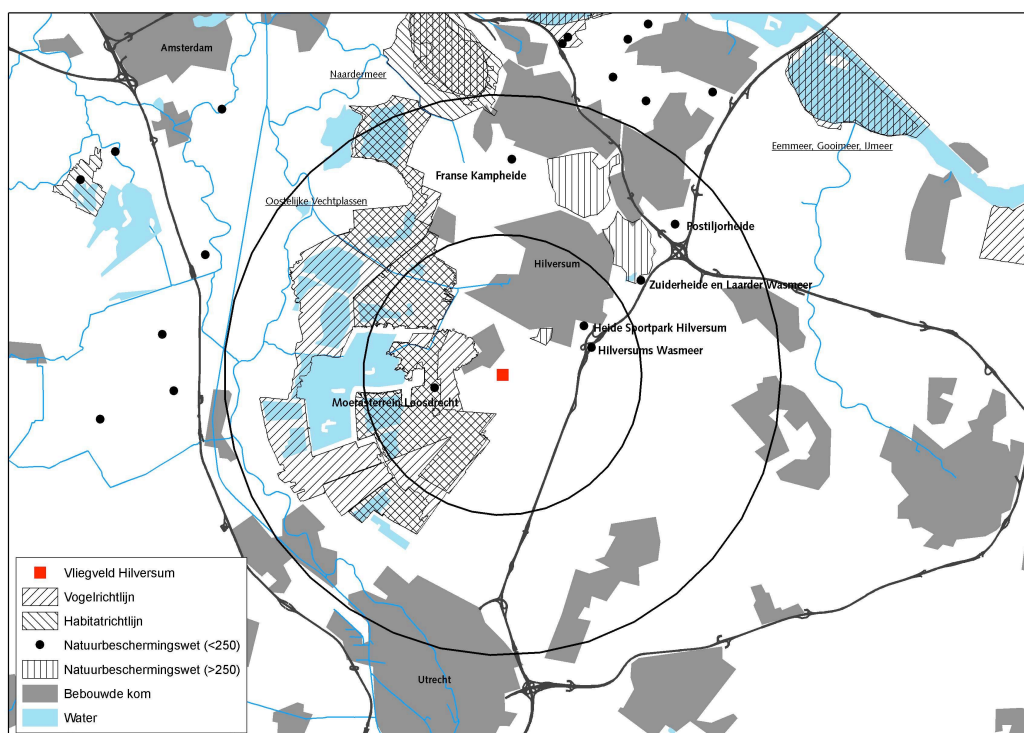
In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van beschermde gebieden en soorten in de directe omgeving van het luchtvaartterrein Hilversum. De kleine burgerluchtvaart kent buiten het bereik van luchtvaartterrein boven Nederland een minimale vlieghoogte van 500 ft. Geringere vlieghoogten zijn beperkt tot starten en landen. Daarnaast kent ieder luchtvaartterrein zijn eigen circuit waarlangs vliegverkeer wordt afgehandeld. De beoordeling van de effecten van de kleine burgerluchtvaart, die gebruik maakt van het luchtvaartterrein Hilversum, beperkt zich daarom tot de gebieden binnen de verstoringszone van het circuit. Gelet op de ligging van start- en landingsbanen komt deze zone overeen met het gebied binnen een straal van 5 km van het luchtvaartterrein. Buiten het circuit gelden de algemene regels voor overland-verkeer die niet specifiek zijn voor Hilversum.

Rekening houdend met eventuele effecten van vliegtuigen over grotere afstand en vanaf grotere hoogte is een overzicht gegeven van beschermde gebieden en soorten binnen een straal van 5 en van 10 km (zie ook § 2.3). De beschermde gebieden hebben betrekking op Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet. Binnen een Vogelrichtlijngebied genieten de vogelsoorten op grond waarvan het gebied is aangewezen een beschermde status. Binnen een Habitatrichtlijngebied geldt dit voor habitattypen op grond waarvan het gebied is aangewezen en voor soorten van bijlage 4. De soortbescherming vanuit de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn is in Nederland geïmplementeerd in de Flora- en faunawet. Daarnaast kunnen soorten beschermd zijn op grond van alleen de Flora- en faunawet. Het overzicht van beschermde soorten in dit rapport is beperkt gehouden tot zoogdieren, amfibieën, reptielen. Voor andere groepen zoals libellen en vlinders is over feitelijke effecten niets bekend en valt over eventuele negatieve effecten van vliegverkeer niets te zeggen. Voor zoogdieren, vogels, amfibieën en reptielen (en ook andere groepen) bestaan in Nederland zogenoemde Rode Lijsten. Op deze lijsten zijn die soorten vermeld die in hun voortbestaan bedreigd, kwetsbaar of gevoelig zijn. In het beleid verdienen deze soorten speciale aandacht. Deze soorten zijn in Nederland ook alle beschermd in het kader van de Flora- en faunawet.

5.2 Beschermde gebieden

Binnen het onderzoeksgebied zijn de Oostelijke Vechtplassen aangewezen als Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Europese Vogelrichtlijn en in het kader van de Habitatrichtlijn. De begrenzing van deze gebieden is echter verschillend (figuur 5.1). De voor dit onderzoek relevante gebieden binnen beide SBZ's en binnen 10 km afstand van het luchtvaartterrein zijn: Ankeveense Plassen, Breukeleveenseplas, Kortenhoefse Plassen, Tienhovense Plassen, Polder Westbroek, Oostelijke Binnepolder van Tienhoven, Polder Maarsseveen en de polders ten westen van Nieuw-Loosdrecht. Zie voor de details uit de aanwijzing van dit gebied in het kader van de habitatrichtlijn bijlage 1. Daarnaast

ligt de Hilversumse Bovenmeent, als onderdeel van de SBZ Naardermeer, binnen 10 km afstand. Het Vogelrichtlijngebied komt voor een deel met de begrenzing van het Habitatrichtlijngebied overeen, maar omvat een groter gebied. Hiertoe behoren de westelijke deelgebieden van de Loosdrechtse Plassen (o.m. Kievitsbuurt), Bethunepolder, Loenderveensche Plas en Wijde Blik. Het Oostelijk Vechtplasseengebied is ook aangewezen voor opname in de lijst van wetlands van internationale betekenis voor watervogels in het kader van de Wetlands Conventie, omdat er geregeld meer dan 20.000 watervogels verblijven. Diverse heideterreinen en vennen zijn aangewezen als Beschermd Natuurmonument in het kader van de Natuurbeschermingswet: Franse Kamphelde, Bussumer/Westeheide, Postiljonheide, Hoornboegse Heide, Heide Sportpark Hilversum, Zuiderheide – Laarder Wasmeer en Hilversums Wasmeer. Het Beschermd Natuurmonument Moerasterreinen Loosdrecht overlapt met het Habitat- en Vogelrichtlijngebied.



Figuur 5.1 Beschermd gebieden binnen een straal van 5 en 10 km van Luchtvaartterrein Hilversum (rood vierkant). Weergegevens zijn gebieden beschermd in het kader van de Vogelrichtlijn (rechts gearceerd), Habitatrichtlijn (links gearceerd) en natuurbeschermingswet (verticaal gearceerd en stippen).

De Oostelijke Vechtplassen kwalificeert als SBZ onder de Vogelrichtlijn omdat het behoort tot één van de vijf belangrijkste broedgebieden voor woudaap, purperreiger, zwarte stern en ijsvogel in Nederland. Andere broedvogelsoorten waarvoor het gebied van betekenis is, zijn roerdomp, porseleinhoen, snor, rietzanger en grote karekiet. Niet-broedvogelsoorten waarvoor het gebied van betekenis is als overwinteringsgebied en/of

rustplaats zijn kolgans, grauwe gans, krakeend, smient, slobeend, tafeleend, nonnetje en wulp. De biotopen van deze vogels hebben mede de begrenzing van dit gebied bepaald.

Tabel 5.1 Overzicht van deelgebieden in de Oostelijke Vechtplassen en het Naardermeer, die zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn of Habitatrichtlijn (deels overlappend, figuur 5.1) die relevant zijn in deze studie en gebieden die zijn aangewezen in het kader van de Natuurbeschermingswet. Onderscheid in afstand tot 5 km en 5-10 km afstand van het luchtvaartterrein Hilversum.

VR: Vogelrichtlijn, HR: Habitatrichtlijn, BN: Beschermd Natuurmonument.

naam gebied	status	oppervlakte
<i>0-5 km van luchtvaartterrein Hilversum</i>		
Kortenhoefsche Plassen (oostelijk)	HR	
Loosdrechtse Plassen (oostelijk)	HR	
Oostelijke Binnenpolder	HR	
Breukeleveensche plas	HR	
Polder Westbroek	HR	
Tienhovensche Plassen	HR	
Oostelijke vechtplassen (6 voornoemde gebieden)	VR, HR	4.500 ha
Hilversums Wasmeer	BN	45 ha
Hoorneboegse Heide	BN	425 ha
Heide Sportpark Hilversum	BN	20 ha
Moerasterrein Loosdrecht	BN	80 ha
<i>5-10 km van luchtvaartterrein Hilversum</i>		
Naardermeer (Hilversumse Bovenmeent)	HR, VR	1.142 ha
Ankeveense Plassen	VR, HR	
Kortenhoefsche Plassen (west)	VR, HR	
Loosdrechtse Plassen (west; Kievitsbuurt)	VR	
Bethune Polder	VR	
Maarsseveense Plassen	VR, HR	
Molenpolder	VR, HR	
Loenderveensche Plas, Wijde Blik	VR	
Oostelijke vechtplassen (7 voornoemde gebieden)	VR, HR	4.500 ha
Bussumer/Wester/Zuiderheide	BN	400 ha
Fransche Kampheide	BN	35 ha
Postiljonheide	BN	40 ha
Zuiderheide en Laarder Wasmeer	BN	300 ha

5.3 Beschermd soorten

5.3.1 Vogels

Alle vogelsoorten zijn beschermd krachtens de Flora- en faunawet. Over het voorkomen van vogels rond Luchtvaartterrein Hilversum is vrij veel informatie beschikbaar. Om een indruk te geven van het relatieve belang van de gebieden rond de luchtvaartterrein is het voorkomen van selecterende soorten in het kader van de Vogelrichtlijn (tabel 5.2) en soorten van de Rode Lijst op een rij gezet (tabel 5.3). Hieruit volgt dat de meeste bedreigde of kwetsbare soorten in de Oostelijke Vechtplassen voorkomen. De betekenis van dit gebied komt tot uitdrukking in de aanwijzing als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn en/of de Habitatrichtlijn.

Broedvogels

Gelet op broedvogelsoorten, die selecterend zijn voor het Vogelrichtlijngebied (tabel 5.2) zijn binnen een zone van 5 km de belangrijkste gebieden de Tienhovense Plassen (woudaap) en de Breukeleveense Plas (purperreiger). Binnen 5-10 km afstand zijn de Ankeveense Plassen (purperreiger, woudaap, zwarte stern, grote karekiet) en de

Tabel 5.2 Overzicht van soorten en aantallen op grond waarvan het Oostelijk Vechtplassengebied is aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn. Het gemiddelde seizoensmaximum betreft het aantal vogels waarop de aanwijzing van de SBZ is gebaseerd (Van Roomen et al. 2000). Kwalificerende soorten zijn vet weergegeven; overige soorten hebben de begrenzing van de SBZ mede bepaald.

soort	aantal (1993-1997)
<i>broedvogels (paren)</i>	
roerdomp	2
woudaap	5
purperreiger	28
porseleinhoen	4
zwarte stern	82
ijsvogel	3
snor	50
rietzanger	500
grote karekiet	47
<i>niet-broedvogels (individuen)</i>	
kolgans	2.362
grauwe gans	1.322
smient	4.487
krakeend	43
slobeend	49
tafeleend	510
nonnetje	38
wulp	648

Loosdrechtse Plassen (zwarte stern, grote karekiet) van betekenis voor broedvogels met een beschermde status in het kader van de Vogelrichtlijn. Voor snor en rietzanger zijn al deze gebieden van belang.

De Rode Lijst bestaat voor een belangrijk deel uit water- en moerasvogels, die in de genoemde gebieden voorkomen (tabel 5.3). Daarnaast telt de lijst een aantal vogelsoorten van extensief beheerde en structuurrijke graslanden met hoge grondwaterstand (grutto, tureluur, watersnip, veldleeuwerik, graspieper). Binnen een afstand van 5 km betreft dit

vooral de Polder Achttienhoven met de aangrenzende polders van Tienhoven, Maarsseveen en Westbroek. De overige Rode Lijst soorten komen min of meer verspreid voor in groot- en/of kleinschalig bos (nachttegaal, wielewaal, matkop, spotvogel, ransuil, boomvalk, zomertortel, grauwe vliegenvanger, groene specht), voor een deel in de directe omgeving van bebouwing (kerkuil, steenuil, huismus). Karakteristieke heidevogels van de Rode Lijst komen in de heideterreinen rond Bussum en Hilversum, die aangewezen zijn als Beschermd Natuurmonument, nauwelijks of niet voor, met uitzondering van dodaars en geoorde fuut in het Hilversumse Wasmeer.

Niet-broedvogels

Gelet op niet-broedvogelsoorten, die selecterend zijn voor het Vogelrichtlijngebied (tabel 5.2) zijn binnen een zone van 5 km geen pleisterplaatsen aanwezig. Dit is wel het geval in de zone van 5-10 km. De Spiegelplas en met name de Wijde Blik / Loenderveense plas vormen slaappleats voor enkele duizenden kolganzen, enkele duizenden grauwe ganzen en enkele duizenden smienten; de Loosdrechtse Plassen voor honderden tot een duizendtal tafeleenden (Van Roomen *et al.* 2004, Voslamber *et al.* 2004). De ganzen en smienten foerageren verspreid in de aangrenzende Vechtpolders (tabel 5.4). In het winterseizoen 2000/2001 verbleven hier maximaal 3.600 kolganzen (Van Roomen *et al.* 2002). De graslandgebieden binnen de 5 km zone bij Nieuw Loosdrecht en polders van Westbroek, Maarsseveen en Tienhoven vormen in het winterhalfjaar een belangrijk foerageergebied voor enkele duizenden kolganzen en grauwe ganzen (Van Roomen *et al.* 2004)

5.3.2 Zoogdieren

Uit het uurhok (5x5 km) waarin het luchtvaartterrein Hilversum ligt zijn wat betreft grondgebonden zoogdieren met beschermde status waarnemingen bekend van egel, bosspitsmuis, dwergspitsmuis, waterspitsmuis, huisspitsmuis, mol, vos, das, bunzing, hermelijn, eekhoorn, bosmuis, noordse woelmuis, dwergmuis, rosse woelmuis, aardmuis, veldmuis, huismus, woelrat, konijn en haas (tabel 5.5). Binnen de 5-10 km zone is daarnaast de boommarter waargenomen .

Tabel 5.3 *Overzicht van het voorkomen van beschermde broedvogelsoorten van de Rode Lijst binnen een straal van 10 km rond luchtvaartterrein Hilversum (10 km zone, figuur 5.1). Vechtplassen 1989-94: plassengebieden binnen het zoekgebied alsmede Naardermeer, Botshol en Vinkeveense plassen (Van der Winden & Morel 2002). Aantal rond 1998: gebaseerd op verspreiding per 5x5 km blokken en aantallen in klassen, gesommeerd en afgerond (SOVON 2002).*

- aantallen op grond van overzichten van zeldzame broedvogels in Nederland 1996-1998, 2002 (Van Dijk et al. 1998, 1999, 2000, 2004, SOVON Nieuwsbrieven).
- + algemeen verspreid voorkomend, niet gekwantificeerd.

Soort	verspreiding binnen 10 km zone	aantal Vecht plassen 1989-94	aantal 10 km zone 1996-2002
dodaars	mn. Hilversumse Wasmeer	2	5-13*
geoorde fuut	Ankeveense Plassen, Hilversumse Wasmeer	1	1-3*
roerdomp	Tienhovense Plassen	4-6	0-1*
woudaap	Tienhovense plassen)	5-15	3-4*
purperreiger	Breukeleveense Plas	42-70	35-120
zomertaling	Vechtplassen zuid	10-20	5-13
wintertaling	Vechtplassengebied	15-20	10-25
slobeend	Vechtplassen zuid.	40-70	15-35
boomvalk	Verspreid	15-20	20-50
patrijs	Bethunepolder e.o		1-3
porseleinhoen	Vechtplassen	6-10	4-12
kleinst waterhoen	Polder Achteraf (1997)	1-3	0-1*
watersnip	Hilversumse Bovenmeent, Bethunepolder	5-10	5-13
grutto	Vechtpolders, verspreid		50-125
tureluur	Vechtpolders, verspreid		50-150
visdief	Vechtplassen	30-60	20-40
zwarte stern	Vechtplassen (Ankeveense, Tienhovense plassen)	70-150	30-100
ransuil	wijd verspreid	20-40	35-85
kerkuil	enkele locaties		2-6
steenuil	diverse locaties		10-25
ijsvogel	enkele locaties	0-3	4-12
groene specht	verspreid		30-70
koekoek	algemeen verspreid		+
zomertortel	hoofdz. omgeving Loosdrecht		7-13
oeverzwaluw	enkele locaties		20-50
veldleeuwerik	verspreid		+
graspieper	verspreid		+
huiszwaluw	algemeen verspreid		+
boerenzwaluw	algemeen verspreid		+
gele kwikstaart	hoofdz. Polder Achttienhoven		enkele

Tabel 5.3 Vervolg

Soort	verspreiding binnen 10 km zone	aantal Vecht plassen 1989-94	aantal 10 km zone 1996-2002
nachtegaal	diverse locaties	5-10	10-25
grauwe vliegenvanger	algemeen verspreid		+
snor	Vechtplassen	150-190	60-175
grote karekiet	Loosdrechtse Plassen	50-75	47-52
spotvogel	algemeen verspreid		+
matkop	algemeen verspreid		+
wielewaal	enkele locaties	15-20	2-6
ringmus	algemeen verspreid		+
huismus	algemeen verspreid		+
kneu	algemeen verspreid		+

Tabel 5.4 Overzicht van het gemiddeld aantal zwanen en ganzen, pleisterend in de Vechtpolders (Heintjesrak- en Broekerpolder, Horstermeerpolder, Hilversumse Meent, Nieuwe Keverdijkse Polder, Noordpolder beoosten Muiden, Bloemendaler Polder) en Polders Ronde Hoep en Groot-Mijdrecht (slaapplaats Botshol, Loosdrechtse Plassen), 1985-1994; slaapplaatsen zijn gelegen in de Ankeveense plassen, het Gooimeer en het Naardermeer. Bron: Koffijberg et al. 1997.

Soort	Vechtpolders	Ronde Hoep / Groot Mijdrecht
knobbelzwaan	297	418
kleine zwaan	420	79
wilde zwaan	21	41
taigarietgans	205	-
toendrarietgans	2.415	979
kleine rietgans	25	24
kolgans	13.968	11.101
grauwe gans	1.786	939
brandgans	140	124
rotgans	95	2

Tabel 5.5 Overzicht van waargenomen grondgebonden zoogdieren per uurhok (5x5 km), 1970-1988. Opgenomen zijn uurhokken, waarvan minimaal 25% van de oppervlakte binnen een straal van 10 km rond het luchtvaartterrein van Hilversum (uurhok 31-28) is gelegen. Vet weergegeven hokken: minimaal 25% binnen een straal van 5 km van het luchtvaartterrein. Bron: Broekhuizen et al. 1992.

soort	25-58	26-51	31-17	31-18	32-11	32-12	31-26	31-27	31-28	32-21	32-22	31-37	31-38	32-31	32-32	31-48	32-41
egel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
bosspitsmuis spec.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x
gewone bosspitsmuis	x																
tweekleur. bosspitsmuis				x													
dwerfspitsmuis	x	x		x					x	x	x		x				
waterspitsmuis	x			x					x	x			x				
huisspitsmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
mol	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
vos				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
bunzing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
hermelijn	x		x	x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	x
wezel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
boomarter		x															
das	x					x			x	x	x		x	x			x
ree	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
eekhoorn	x	x		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
bosmuis	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
noordse woelmuis									x								
dwergmuis	x	x	x	x	x				x	x	x		x	x		x	x
rosse woelmuis	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
aardmuis	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x			
veldmuis	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
woelrat	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x		x	x
konijn	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
haas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 5.6 De binnen een straal van 5 km rond Luchtvaartterrein Hilversum te verwachten beschermde zoogdieren en hun habitat.
 ++ voorkeurs habitat, + habitat wordt ook gebruikt.

Soort	gebouwen	bospercelen	lijnvormige opstanden	ruigte	weiland	oevers	heide
egel		+	++	++			
gewone bosspitsmuis		+	+	++		+	
tweekleurige bosspitsmuis		++	+	++			
dwergspitsmuis		+	+	++		+	++
waterspitsmuis						++	
huisspitsmuis	++		+	++			
mol		+	+	+	++		
vos		+	++	+			
bunzing	+	+	++	+		++	+
hermelijn		+	+	++		++	++
wezel		+	+	++	+	+	+
das							
ree		++	++	+	+		
bosmuis	+	+	++	+			
dwergmuis							
eekhoorn		++	+				
noordse woelmuis						++	
rosse woelmuis		+	++	+			
aardmuis			+	++		++	
veldmuis			+	+	++	+	
woelrat						++	
konijn		+	++	+			
haas			+	++	++	+	

Waarnemingen van vleermuizen in het uurhok, waarin Luchtvaartterrein Hilversum ligt, zijn bekend van franjestaart, watervleermuis, gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis, laatvlieger en baardvleermuis. Binnen de 5 km zone zijn daarnaast waarnemingen gedaan van meervleermuis en gewone grootoorvleermuis (tabel 5.7).

Tabel 5.7 Overzicht van waargenomen vleermuizen per uurhok (5x5 km), 1970-1988. Opgenomen zijn uurhokken, waarvan minimaal 25% van de oppervlakte binnen een straal van 10 km rond het luchtvaartterrein van Hilversum (uurhok 31-28) is gelegen. Vet weergegeven hokken: minimaal 25% binnen een straal van 5 km van het luchtvaartterrein. Bron: Broekhuizen et al. 1992.

soort	25-58	26-51	31-17	31-18	32-11	32-12	31-26	31-27	31-28	32-21	32-22	31-37	31-38	32-31	32-32	31-48	32-41
franjestaat	x								x	x						x	x
watervleermuis	x	x		x			x		x	x	x	x					x
meervleermuis				x												x	
gewone dwergvleermuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x
ruige dwergvleermuis	x	x		x			x		x	x		x				x	x
rosse vleermuis		x		x			x		x	x	x					x	x
laatvlieger	x		x	x	x				x		x	x				x	
gewone grootoorvleermuis	x	x		x	x		x				x			x			x
baardvleermuis	x			x			x	x	x	x	x	x					x

Tabel 5.8 De binnen een straal van 5 km rond Luchtvaartterrein Hilversum te verwachten beschermde vleermuizen en hun habitat.

Soort	verblijf		foerageergebied/vliegroutes				
	gebouwen	bomen	lantaarnpalen	open gebied	lijnvormige houtoostanden	bossen	wateren
franjestaart		x				x	x
watervleermuis	x	x			x	x	x
meervleermuis	x						x
gewone dwergvleermuis	x		x		x	x	x
ruige dwergvleermuis	x	x			x	x	x
rosse vleermuis		x	x	x			x
laatvlieger	x		x	x	x		x
gewone grootoortvleermuis	x	x			x	x	
baardvleermuis	x	x			x	x	

5.3.3 Amfibieën en reptielen

In het uurhok (vak van 5 x 5 km) waarin het luchtvaartterrein Hilversum ligt zijn de volgende soorten amfibieën waargenomen: kleine watersalamander, kamsalamander, gewone pad, rugstreeppad, bruine kikker, heikikker en groene kikker complex (tabel 5.9). De verschillende groene kikker-soorten zijn verspreid gemeld uit de 5 en 10 km zone. De volgende reptielen zijn uit het uurhok gemeld: gladde slang, ringslang, hazelworm en zandhagedis. De genoemde soorten zijn ook uit de 5-10 km zone gemeld. Daarbuiten binnen de 5 km zone zijn ook adder en levendbarende hagedis waargenomen.

Tabel 5.9 Overzicht van waargenomen amfibieën en reptielen per uurhok (5x5 km) in 1990. Opgenomen zijn uurhokken, waarvan minimaal 25% van de oppervlakte binnen een straal van 10 km rond het luchtvaartterrein van Hilversum (uurhok 31-28) is gelegen. Vet weergegeven hokken: minimaal 25% binnen een straal van 5 km van het luchtvaartterrein. Bron: RAVON 1991, Bergmans & Zuiderwijk 1986 (waarnemingen na 1970), Zuiderwijk et al. 1998.

soort	25-58	26-51	31-17	31-18	32-11	32-12	31-26	31-27	31-28	32-21	32-22	31-37	31-38	32-31	32-32	31-48	32-41
<i>Amfibieën</i>																	
kleine watersalamander	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
kamsalamander			x	x				x	x			x	x	x			
gewone pad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
rugstreepad	x	x	x	x	x				x	x		x	x	x	x	x	x
bruine kikker	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
heikikker	x	x	x	x	x			x	x				x	x	x	x	
grote groene kikker	x																
groene kikker complex	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
poelkikker		x	x	x									x				
meerkikker			x	x				x				x	x				
middelste groene kikker																x	x
<i>Reptielen</i>																	
gladde slang				x					x								
ringslang	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
adder										x							
hazelworm	x		x			x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
zandhagedis		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
levendbarende hagedis		x	x	x		x	x							x	x		x

Tabel 5.10 De binnen een straal van 5 km rond Luchtvaartterrein Hilversum waargenomen amfibieën en reptielen en hun habitat.

++ voorkeurshabitat
+ habitat wordt ook gebruikt

soort	bospercelen	lijnvormige opstanden	ruigte	weiland	oevers	heide
<i>Amfibieën</i>						
kleine watersalamander	++	++	+		+	
kamsalamander	++			+		++
gewone pad	++	++	++		+	
rugstreepad						++
bruine kikker	++	++	++	+	+	
heikikker	+	+	+		+	++
groene kikker complex					++	
<i>Reptielen</i>						
gladde slang						++
adder						++
ringslang		+	+		++	+
levendbarende hagedis		++	+			++
zandhagedis						++

6 Effectbeoordeling

6.1 Beoordelingskader

De effecten van het vliegverkeer van en naar Hilversum worden getoetst aan de voorwaarden die de Vogel- en Habitatrichtlijn stelt. Artikel 6 van de Habitatrichtlijn geeft het globale afwegingskader. Op basis van dit beoordelingskader kan worden aangegeven of sprake is van significante effecten. Onder significante effecten wordt in dit verband verstaan:

veranderingen in abiotische situatie en de ruimtelijke structuur, die de natuurlijke dynamiek te boven gaan en het leefmilieu van planten- en/of diersoorten zodanig beïnvloeden dat er letterlijk unieke situaties verloren dreigen te gaan of ecologische processen blijvend worden verstoord, of het voortbestaan van populaties van nationaal zeldzame soorten of voor dat systeem kenmerkende soorten op termijn niet meer op hetzelfde niveau verzekerd is, dan wel de betekenis van een gebied voor soorten aanmerkelijk afneemt (naar EU 2000).

Hierin zijn de begrippen 'verloren dreigen te gaan' en 'blijvend verstoord' relatief eenduidig en ook relatief eenvoudig vast te stellen. Voor gebieden die niet zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogel- of Habitatrichtlijn, maar wel zijn aangewezen als Beschermd Natuurmonument, kan hetzelfde afwegingskader worden gebruikt. Ook voor deze gebieden zal worden nagegaan of sprake is van *significante effecten*. Indien in de beoordeling in het kader van de Vogelrichtlijn en/of Habitatrichtlijn sprake is van significante effecten, komen mitigerende en zonodig ook compenserende maatregelen in beeld. De Natuurbeschermingswet is hierin minder stringent en vraagt bijvoorbeeld geen mitigerende of compenserende maatregelen.

Voor de beoordeling van effecten van de Flora- en faunawet worden drie categorieën van beschermde soorten onderscheiden:

1. Algemene beschermde soorten: hiervoor geldt ten aanzien van activiteiten in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en bestendig gebruik en beheer een vrijstelling zonder nadere voorwaarden. Ontheffing ten behoeve van andere activiteiten kan worden verleend voor het verjagen, verontrusten, verstoren en onopzettelijk doden van deze groep soorten, mits de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is. De zorgplicht blijft van kracht.
2. Minder algemene soorten: voor een aantal bedreigde plant- en diersoorten, geldt een 'minder strikt beschermingsregime' (dan categorie 3). Hieronder valt ook het verontrusten van vogels (artikel 10).
Vrijstelling geldt als op basis van een goedgekeurde gedragscode wordt gewerkt. Ontheffing kan worden verleend als geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de soort.
3. De 'strikt' beschermde soorten: alle vogelsoorten alsmede plant- en diersoorten die vermeld staan in Bijlage IV van de Habitatrichtlijn of bij Algemene Maatregel van Bestuur zijn aangewezen als bedreigde soorten (genoemd in Bijlage 1 van het desbetreffende besluit).

Voor het overtreden van verbodsbepalingen bij ruimtelijke ingrepen is voor deze soorten altijd een ontheffing op grond van artikel 75 van de Flora- en faunawet noodzakelijk. Die kan alleen worden verleend als er geen andere bevredigende oplossing voorhanden is, er sprake is van een in de wet genoemde reden van openbaar belang en er geen afbreuk worden gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de soort. Een compensatieplan, waarin wordt aangegeven hoe schade aan een soort wordt voorkomen, dan wel wordt gecompenseerd, kan vereist zijn.

Categorieën 1 en 2 gelden als 'niet strikt beschermde' soorten, categorie 3 geldt als 'strikt beschermd'.

Het belangrijkste criterium is 'de gunstige staat van instandhouding'. Dat wil zeggen dat voor de betrokken soorten voldoende levensmogelijkheden (functioneel aspect) aanwezig blijven waarbij de aantallen niet substantieel afnemen (aantal-aspect) en uitwisseling met aangrenzende delen van het verspreidingsgebied mogelijk blijft (populatie aspect). Voor de soorten van Bijlage 4 van de Habitatrichtlijn zijn nog twee aanvullende criteria geldig die ingaan op de noodzaak van de ingreep en de mogelijk alternatieve oplossingen voor de gewenste ingrepen, inclusief realisatie op andere locaties.

6.2 Ecologische uitgangspunten

Op grond van gegevens uit gepubliceerd onderzoek (hoofdstuk 4) wordt aangenomen dat rond luchtvaartterrein Hilversum verstoring van fauna optreedt. In de huidige situatie komen, ondanks de mogelijke verstoring door vliegtuigen, op en rond het vliegveld vogels en andere (beschermde) diersoorten voor. Aangenomen wordt dat het niet om steeds andere individuen gaat, maar om min of meer vaste "bewoners" van Hilversum en omgeving. Vooral tijdens de trek, kunnen uiteraard ook andere individuen verschijnen. Het is daarnaast ook aannemelijk dat deze dieren in de broed- of paartijd tot reproductie komen. De organismen tolereren het mogelijk verstorende effect van vliegtuigen. Blijkbaar worden de negatieve effecten van verstoring door het vliegverkeer gecompenseerd door andere aspecten die een verblijf op of in de omgeving van het luchtvaartterrein opleveren. Daarmee valt de kosten-baten analyse voor de aanwezige dieren (nog) positief uit, ondanks de mogelijk hogere energie-uitgaven en verminderde mogelijkheden voor communicatie als gevolg van akoestische verstoring.

In hoeverre de huidige situatie afwijkt van de voor vogels en andere fauna meest ideale situatie valt niet aan te geven. Daarnaast wordt de aantrekkelijkheid van gebieden rond het luchtvaartterrein Hilversum niet alleen bepaald door het vliegverkeer. Ook andere vormen van landgebruik, bijvoorbeeld landbouw, verkeer en recreatie met ieder mogelijke verstorende effecten, hebben hierop hun invloed.

In de gebieden die nu in uit- en aanvliegroutes van vliegtuigen liggen, is sprake van geluidsbelasting. Hierdoor worden de communicatiemogelijkheden tussen individuen van

een soort mogelijk beperkt. Men kan hierbij denken aan verminderde communicatie tussen ouder en jong waardoor de overlevingskans van het jong afneemt. Verstoring van de communicatie in de paartijd door vervuiling van het akoestisch milieu, waardoor bijvoorbeeld geen partner wordt gevonden (Reijnen 1995) of aan verminderde communicatie tussen individuen waardoor een waargenomen predator minder snel bij andere bekend wordt. Dit laatste speelt zowel in de broedtijd als daarbuiten. Over de wijze waarop verminderde mogelijkheden voor communicatie gevolgen kunnen hebben voor de reproductie en overleving van een soort, is weinig informatie beschikbaar.

Naast effecten op communicatie heeft vliegverkeer en de daaraan gerelateerde verstoring, waarschijnlijk energetische consequenties voor fauna. Verstoring door vliegtuigen kan onder meer leiden tot een verhoogde hartslag, vaker opvliegen of vaker van verblijfplaats wisselen (zie hoofdstuk 4). Hierdoor nemen de energie uitgaven toe. Deze kunnen alleen worden gecompenseerd door een verhoogde voedselopname. Indien het compenserende gedrag ontoereikend is, kan dit leiden tot een verminderde conditie. Zo toonde Miller (1994) modelmatig aan dat, door het frequenter overvliegen van toestellen, ganzen meer gewicht zouden verliezen. Een verminderde conditie kan effect hebben op het succesvol volbrengen van een trekvlucht, de grootte van het legsel, of het vinden van een partner van hoge kwaliteit. Over effecten op het populatie niveau zijn nauwelijks gegevens bekend en bovendien is dit aspect moeilijk te onderzoeken.

Een toename in energetische kosten en beïnvloeding van de communicatie verminderen de aantrekkelijkheid van een gebied voor vogels en andere fauna. Hierdoor kunnen individuen het gebied verlaten. In het meest extreme geval verlaten alle individuen van een soort het gebied en is sprake van lokaal uitsterven.

De opsommingen in de twee voorgaande alinea's zijn niet limitatief. Ze vormen een illustratie van de processen die zich naar verwachting kunnen afspelen in gebieden waar veelvuldig vliegtuigen op lage hoogte overheen gaan. In deze gebieden zullen de mogelijkheden voor vogels en andere fauna beperkt worden; in welke mate is vooralsnog niet aan te geven.

Tussen soorten bestaan verschillen in de mate waarin ze gevoelig zijn voor verstoring (zie hoofdstuk 4). Hierdoor zal het effect van het gebruik van het luchtruim boven een gebied niet voor iedere soort hetzelfde effect hebben. De meest gevoelige zullen het sterkst reageren terwijl de minst gevoelige misschien in het geheel geen (zichtbare) reactie vertonen.

De kans dat een organisme door vliegverkeer wordt verstoord is afhankelijk van de afstand tussen het organisme en het vliegtuig. Deze afstand kan worden vertaald in een vlieghoogte en een vliegafstand. Op kortere afstand en op lagere hoogte is de kans op verstoring groter. Hierdoor zal de toename in het vliegverkeer nabij een luchtvaartterrein eerder zijn weerslag hebben op de mogelijkheden voor vogels en andere fauna, dan in verderaf gelegen gebieden.

Op luchtvaartterrein Hilversum broeden thans vogelsoorten en buiten het broedseizoen verblijven er ook vogels. Ondanks de mogelijke belasting door vliegtuigen, is het luchtvaartterrein voor de betrokken soorten een aantrekkelijke locatie. De vogels die regelmatig op het luchtvaartterrein verblijven, lijken in meer of mindere mate gewend aan het vliegverkeer. Hierdoor liggen hun tolerantiegrenzen hoger dan van soortgenoten die verder van het luchtvaartterrein af verblijven; de mate waarin de grens is verschoven, is een maat voor de gewenning.

Een van de factoren die een rol speelt in gewenning, is de voorspelbaarheid van relevante gebeurtenissen. In dit verband zijn de landingen van vliegtuigen voor vogels beter voorspelbaar; vanaf een hoogte van 700 ft (c. 220 m, conform de AIP, de 'luchtvaartgids') wordt binnen het circuit volgens een vaste route de landing gemaakt (kleine burgerluchtvaart). De kleine burgerluchtvaart start via vaste routes langs een circuit tot 700 ft hoogte. Vanaf de exit-punten valt de vlucht buiten de routes en protocollen van het luchtvaartterrein, al kan de verstoring van vliegverkeer op deze hoogte nog serieuze vormen hebben.

6.3 Criteria voor de beoordeling

Het eventuele effect van het vliegverkeer van en naar een vliegveld is samengesteld uit een visuele en een auditieve component. Beide componenten laten zich vertalen in een kritische hoogte en afstand van het vliegtuig tot het organisme. Op grond van het uitgevoerde literatuuronderzoek (hoofdstuk 4) zijn binnen een afstand van 2 km en een hoogte van 1 km (3.000 ft) van passerende vliegtuigen verstoringen te verwachten. Voor kleine zoogdieren, amfibieën en reptielen zijn de afstanden waarop nog effecten kunnen optreden waarschijnlijk veel kleiner; nadere uitspraken zijn hierover door gebrek aan onderzoeksgegevens niet over te doen. Daarnaast mag worden aangenomen dat onder soorten die in besloten landschappen leven visuele effecten van vliegverkeer kleiner zijn dan onder soorten van open landschappen.

De verstoringen van de kleine burgerluchtvaart hebben in deze beoordeling alleen betrekking op de effecten binnen en langs het circuit, waarbij van de start meer effecten worden verwacht vanwege de grotere geluidsproductie. Gelet op een kritische afstand van 2 km is beoordeeld welke beschermde gebieden en soorten binnen een zone van 2 km van het circuit voorkomen en verstoring kunnen ondervinden.

Onder vogels, zoogdieren en ander fauna wordt onderscheid gemaakt in dagactieve en nachtactieve soorten. Op luchtvaartterrein Hilversum vindt het gros van de vliegtuigbewegingen overdag plaats. In de avond is de intensiteit van de bewegingen aanzienlijk minder dan overdag en 's nachts is en blijft het luchtvaartterrein gesloten. We gaan er in deze studie vanuit dat eventuele effecten van het vliegverkeer vooral overdag tot uiting komen, veel minder in de avond en niet in de nacht. In de beoordeling van effecten zijn daarom vooral de dagactieve soorten van belang. Nachtactieve soorten vertonen overdag nauwelijks activiteiten waarin ze gestoord kunnen worden, dan wel ze bevinden

zich in een schuilplaats waar de effecten van vliegverkeer niet of veel minder merkbaar zijn (bijvoorbeeld in een hol onder de grond).

6.4 Beoordeling van mogelijke knelpunten

6.4.1 Gebieden

Het circuitgebied van Luchtvaartterrein Hilversum kent 3 circuits. Uitgaande van een zone van 2 km rond de circuits (maximale effectafstand, zie hoofdstuk 4.8) kan verstoring in verschillende beschermde (deel)gebieden optreden (figuur 6.1) .

Vogelrichtlijn

In- en uitvliegend verkeer passeert via de banen 7, 13, 25 en 31 ten zuiden en ten zuidwesten van Nieuw Loosdrecht de volgende deelgebieden van het Vogelrichtlijn-gebied de 'Oostelijke Vechtplassen' :

- graslandgebied en laagveenmoeras ten westen, zuidwesten en zuiden van Nieuw-Loosdrecht;
- Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven;
- Polder Westbroek en de Westbroekse Zodden

Het in- en uitgaande vliegverkeer passeert op grotere hoogte de Loosdrechtse plassen in/uit noordwestelijke en noordoostelijke richting, de Bethunepolder, Polder Maarsseveen en Polder Westbroek in/uit westelijke richting en de Maarsseveense Plassen, Molenpolder en Polder Westbroek in/uit zuidwestelijke richting. Een concentratie van vliegtuigbewegingen bevindt zich ten zuidwesten van het circuit boven de Polder Westbroek, Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en het veenplassen-graslandgebied tussen Breukeleveen en Nieuw-Loosdrecht. Verstoring van fauna in beschermd gebied kan zich met name in dit gebied voordoen.

In de jaren 1990-2004 is het aantal vliegtuigbewegingen op het luchtvaartterrein Hilversum afgenomen van meer dan 80.000 naar ongeveer 50.000 per jaar (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2003). Daarnaast heeft een verschuiving naar geluidsarmere vliegtuigen plaatsgevonden. De aanwijzing van de SBZ in het kader van de Vogelrichtlijn dateert van 1998 en is gebaseerd op het voorkomen van vogels in de jaren 1993-1997. Gezien de genoemde afname van het aantal vliegtuigbewegingen is het waarschijnlijk dat na aanwijzing van de genoemde beschermde gebieden het verstoringsrisico is verminderd.

In de periode na de aanwijzing zijn de aantallen van broedvogelsoorten, selecterend in het kader van de Vogelrichtlijn, min of meer stabiel gebleven (zie hoofdstuk 5.3, tabel 5.2 en 5.3; vergelijking 1993-1997 met 1996-2002). Een uitzondering vormen de roerdomp en de grote karekiet. Deze achteruitgang is toe te schrijven aan autonome ontwikkeling, namelijk de achteruitgang van de kwaliteit van het leefgebied in de vorm van in water staande rietvegetaties (Van der Winden & Morel 2002). De aantallen van selecterende niet-broedvogels, met name ganzen en eenden, zijn min of meer stabiel gebleven of toegenomen. Dit laatste geldt voor de grauwe gans en betreft een

autonome ontwikkeling, die zich heeft voorgedaan in grote delen van Nederland (Van Roomen *et al.* 2004).

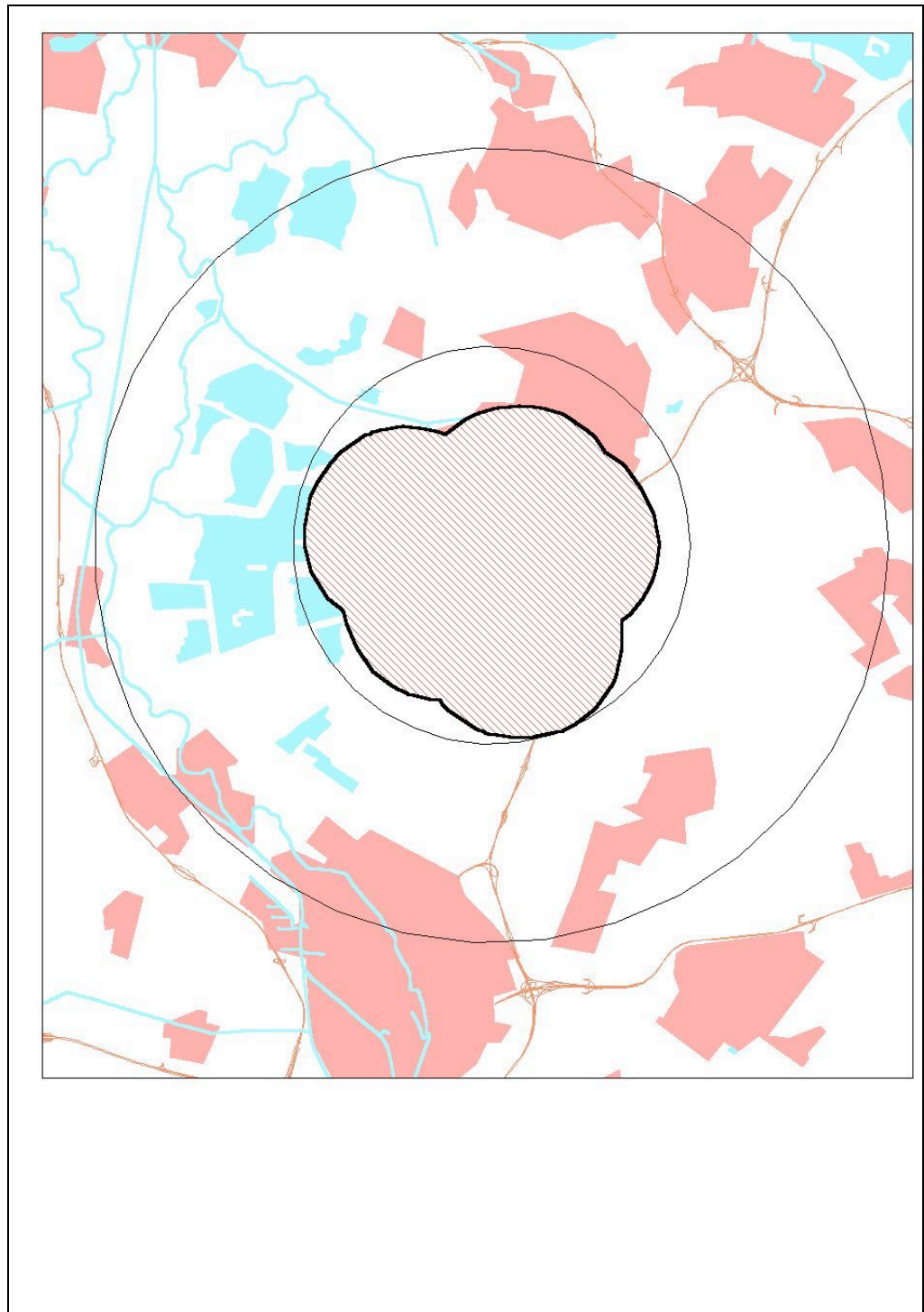
Het aantal vliegtuigbewegingen dat ten grondslag ligt aan de geluidszone van het luchtvaartterrein (76.000) is lager dan het aantal uit de jaren negentig (gemiddeld 82.000). Het (numerieke) voorkomen van soorten in de jaren negentig heeft ten grondslag gelegen aan de aanwijzing van speciale beschermingszones in het kader van de Vogelrichtlijn. Een eventuele afname in het aantal van vogelsoorten in Vogelrichtlijn-gebieden (thans Natura 2000 gebied) kan daarom niet toegeschreven worden aan het huidige gebruik met 76.000 bewegingen. Derhalve is geen sprake van een significant negatief effect in de zin van de Vogelrichtlijn.

Habitatrichtlijn

In- en uitvliegend verkeer passeert via de banen 7, 13, 25 en 31 ten zuiden en ten zuidwesten van Nieuw Loosdrecht de volgende deelgebieden van het Habitatrichtlijngebied de 'Oostelijke Vechtplassen' :

- graslandgebied en laagveenmoeras ten westen, zuidwesten en zuiden van Nieuw-Loosdrecht;
- Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven;
- Polder Westbroek en Westbroekse Zodden;

Binnen de grenzen van deze gebieden komen habitattypen voor die behoren tot typen vermeld in bijlage 1 van deze richtlijn. Op grond van de beschikbare kennis wordt aangenomen dat van deze levensgemeenschappen de abiotische component geen hinder van het vliegverkeer ondervindt en van de biotische alleen de fauna. Derhalve is geen sprake van een significant negatief effect in de zin van de Habitatrichtlijn.



Figuur 6.1 Verstoringszone rond luchtvaartterrein Hilversum. Weergegeven is een zone van 2 km rond de circuits van luchtvaartterrein Hilversum waarbinnen vogels verstoring kunnen ondervinden, en een straal van 5 en 10 km rond het luchtvaartterrein.

Natuurbeschermingswet

In- en uitvliegend verkeer passeert via de verschillende aan- en uitvliegroutes de volgende Beschermde Natuurmonumenten:

- Hilversums Wasmeer;
- Heide Sportpark Hilversum;
- Hoornbergse Heide;
- Zuiderheide en Laarder Wasmeer;
- Postiljonheide;
- Moerasterreinen Loosdrecht.

Het gaat hierbij om de aan- en uitvliegroutes van

- baan 7, 18, 25 en 36 in/uit noordoostelijke richting langs de oostrand van Hilversum over het Hilversums Wasmeer, Zuiderheide en Laarder Wasmeer en Postiljonheide;
- baan 7 en 25 over de Hoornebergse Heide, Heide sportpark Hilversum;
- baan 13 over Moerasterreinen Loosdrecht.

Deze gebieden liggen binnen 2 km afstand van de circuits, zodat fauna ter plaatse verstoring kan ondervinden.

Zoals reeds vermeld is in de jaren 1990-2004 het aantal vliegtuigbewegingen op het luchtvaartterrein Hilversum afgenomen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2003). Het is dan ook niet waarschijnlijk dat in de periode na aanwijzing van de genoemde beschermde gebieden het verstoringsrisico voor soorten met een beschermde status in het kader van de Habitatrichtlijn, in het bijzonder de genoemde soorten zoogdieren, reptielen en amfibieën, als gevolg van vliegverkeer is toegenomen. Daarom is geen sprake van een significant effect in de zin van de Vogelrichtlijn c.q. Habitatrichtlijn.

6.4.2 Soorten

Vogels

In de zone met verstoringsrisico komen broedvogelsoorten van de Rode Lijst voor. Dit betreft water- en moerasvogels in enerzijds het Hilversumse Wasmeer, en anderzijds laagveenplassen en petgatgebieden in de Polder Westbroek (Westbroekse Zodden), Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en ten westen en zuidwesten van Nieuw-Loosdrecht. Hier broeden dodaars en geoorde fuut in het Hilversumse Wasmeer en wintertaling, porseleinhoen en grote karekiet in de laagveenmoerassen. De gebieden waar purperreigers (Breukeleveense Plassen) en woudaap (oostelijke Vechtplassen) broeden, zijn net buiten de 2 km zone van de circuits gelegen. In de graslandgebieden, grenzend aan de genoemde laagveenmoerassen komen watervogels en weidevogels van de Rode Lijst voor, zoals zomertaling, slobend, watersnip, grutto en tureluur. De overige soorten van bos en landelijk gebied komen sterk verspreid voor en ondervinden geringere verstoringsrisico's, omdat ze meer besloten landschapstypen bewonen. Binnen de zone met verstoringsrisico's komen slaapplaatsen van watervogels beperkt voor. Slaapplaatsen van kolgans en smient bevinden zich op relatief grote afstand. Wel is een slaapplaats van aalscholver en grote zilverreiger aanwezig in de Oostelijke Binnenpolder

van Tienhoven, juist ter hoogte van het exit-punt van baan 25. In de graslandgebieden in de verstoringszone foerageren overdag kolgans en grauwe gans.

Het vliegverkeer van de kleine burgerluchtvaart op het circuit kan serieuze versturende effecten hebben, vooral omdat de vlieghoogte op het circuit 700 ft bedraagt. De verstoring blijft in het geval van luchtvaartterrein Hilversum beperkt tot soorten die in Nederland (vrij) algemeen voorkomen zodat de gunstige staat van instandhouding, zoals genoemd in de Flora- en faunawet als voorwaarde voor uitvoeren van activiteiten bij het voorkomen van strikt beschermde soorten, niet in het geding is.

Zoogdieren

In de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum komen met name algemene zoogdieren voor. Een uitzondering geldt hierbij voor de Rode Lijst-soorten boomarter, waterspitsmuis, noordse woelmuis en franjestaart (Broekhuizen *et al.* 1992, Limpens *et al.* 1997). Waterspitsmuis en franjestaart vertonen een binding met wateren waarbij de waterspitsmuis de oeverzone bewoont en de franjestaart een voorkeur heeft voor vochtige loofbossen met wateren. Hoewel ze niet als bedreigd worden beschouwd zijn de overige vleermuizen die binnen het gebied voorkomen wel strikt beschermd krachtens de Habitatrichtlijn. Er wordt een lichte verstoring verwacht op de aanwezige zoogdieren. Vleermuizen zijn alle nachtactief, hetgeen impliceert dat ze vooral actief zijn als het luchtvaartterrein gesloten is. Buiten het midden van de zomer, bij langere nachten, zou in de avond nog een effect van het vliegverkeer verwacht kunnen worden. Concrete gegevens over eventueel versturende effecten van vliegverkeer op deze soorten zijn niet bekend. In elk geval is een belangrijk deel van de activiteitenperiode vrij van vliegverkeer en is de intensiteit in de avond klein, zodat voor deze groep soorten geen wezenlijk effect van het vliegverkeer verwacht wordt. Derhalve is geen sprake van aantasting van de gunstige staat van instandhouding van zoogdiersoorten, die in het kader van de Flora- en faunawet beschermd zijn, in de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum.

Reptielen

Binnen vijf kilometer van luchtvaartterrein Hilversum komen ringslang, gladde slang, adder, hazelworm, levendbarende hagedis en zandhagedis voor. Twee soorten zijn beschermd in het kader van de Habitatrichtlijn (bijlage 4 soorten): gladde slang en zandhagedis. Voor ringslang is habitat met name aanwezig in het Vechtplassengebied. Dit habitat bestaat uit de oevers van laagveenplassen. Levendbarende hagedis, zandhagedis en hazelworm kunnen zich mogelijk handhaven op de heideterreintjes, langs bosranden en lijnvormige houtopstanden. Deze zijn met name ten oosten van het luchtvaartterrein aanwezig. Van deze soorten lijkt hazelworm het meest gevoelig te zijn voor versnippering. Hierdoor zal deze soort op de kleine heideterreintjes waarschijnlijk ontbreken. Er worden lichte effecten van verstoring verwacht op reptielen. Er is echter geen sprake van aantasting van de gunstige staat van instandhouding van reptielensoorten, die in het kader van de Flora- en faunawet beschermd zijn, in de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum.

Amfibieën

Rond Luchtvaartterrein Hilversum zijn de amfibieën kleine watersalamander, kamsalamander, gewone pad, rugstreepad, bruine kikker, heikikker en groene kikker *spec* waargenomen. De krachtens de Habitatrichtlijn beschermde boomkikker, kamsalamander, heikikker en rugstreepad zullen beperkt zijn tot natte terreintjes waar veel plasdras gedeelten aanwezig zijn. De overige soorten die alleen onder de bescherming van de Flora- en faunawet vallen kunnen overal rond de aanwezige wateren worden aangetroffen. Er worden lichte effecten van verstoring verwacht op roepende kikkers en padden. Deze effecten zullen echter vermoedelijk zeer beperkt zijn. Op de vliegbasissen Gilze-Rijen en Woensdrecht komen in de buurt van de landingsbanen goede populaties roepende amfibieën en salamanders voor. Dit geeft aan dat de effecten van vliegtuigen geen absolute beperking vormen voor het voorkomen van amfibieën. Er is geen sprake van aantasting van de gunstige staat van instandhouding van amfibieënsoorten, die in het kader van de Flora- en faunawet beschermd zijn, in de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

In deze studie is een beoordeling gemaakt van het huidige gebruik van luchtvaartterrein Hilversum, dat is vastgelegd in het aanwijzingsbesluit d.d. 3 mei 2003. Het huidige vliegverkeer rond luchtvaartterrein Hilversum heeft een versturende invloed op de een deel van de Speciale Beschermingszone Oostelijke Vechtplassen (Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn), Hilversums Wasmeer, Hoornboegse Heide, Heide Sportpark Hilversum, Zuiderheide en Laarder Wasmeer, Postiljonheide, Bussumer/Westerheide en Moerasterreinen Loosdrecht (Beschermd Natuurmonumenten). Het gaat hierbij vooral om broedende water- en moerasvogels en niet-broedende watervogels in de Polder Westbroek, Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en het gebied direct ten westen en zuidwesten van Nieuw Loosdrecht. Verstoringen komen plaatselijk voor. De omvang van het effect van het vliegverkeer op verspreiding en aantallen van soorten met een beschermde status is niet exact bekend, maar wordt op grond van de huidige kennis als beperkt ingeschat. In de huidige situatie komen beschermde soorten voor in de omgeving van het luchtvaartterrein en waarschijnlijk is sprake van een zekere mate van gewenning aan het bestaande gebruik. Het is mogelijk dat bij afwezigheid van vliegverkeer de aantallen vogels hoger zouden liggen. Een kwantificering is – met de huidige kennis - echter niet aan te geven.

Naast vliegverkeer spelen andere bronnen van verstoring een rol in de gebieden in de omgeving van luchtvaartterrein Hilversum. Ook andere vormen van transport via wegen en spoorlijnen (oa. Reijnen 1996, Tulp *et al.* 2001), verstedelijking en recreatie (Van der Zande 1984) kunnen negatief uitwerken op de geschiktheid van een gebied voor vogels. In dit opzicht hebben vogels in het verstedelijkte Nederland veel te verduren, maar ook blijken veel soorten zich tot op zekere hoogte te kunnen aanpassen. Hierdoor is het inschatten van effecten van het vliegverkeer van en naar Hilversum niet eenvoudig; effecten van andere factoren kunnen het beeld vertroebelen.

Het aantal vliegtuigbewegingen dat ten grondslag ligt aan de geluidszone van het luchtvaartterrein (76.000) is lager dan het aantal uit de jaren negentig (gemiddeld 82.000). Het (numerieke) voorkomen van soorten in de jaren negentig heeft ten grondslag gelegen aan de aanwijzing van speciale beschermingszones in het kader van de Vogelrichtlijn. Een eventuele afname in het aantal van vogelsoorten in Vogelrichtlijn-gebieden (thans Natura 2000 gebied) kan daarom niet toegeschreven worden aan het huidige gebruik met 76.000 bewegingen. Derhalve is geen sprake van een significant negatief effect in de zin van de Vogelrichtlijn. Dit geldt eveneens voor gebieden die beschermd zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet als Beschermd Natuurmonument en voor soorten die beschermd zijn krachtens de Flora- en faunawet. Een uitbreiding van het aantal helivluchten van 1.500 naar 2.500 per jaar doet geen afbreuk aan deze conclusies.

7.2 Aanbevelingen

Binnen een zone van 2 km rond de circuits zijn aan de westelijke zijde open, waterrijke gebieden en graslandgebieden gelegen, waar in het bijzonder watervogels verstoord kunnen worden door vliegverkeer. De gebieden zijn veelal beschermd in het kader van de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn en/of de Natuurbeschermingswet. Het verdient daarom aanbeveling om de gedragscode voor recreatief klein verkeer actief uit te dragen zodat deze kwetsbare gebieden zoveel als mogelijk worden ontzien. Dit impliceert aan- en uitvliegen zo veel als mogelijk buiten deze gebieden, snel hoogte winnen, etc.

In deze rapportage is aangegeven dat het aantonen van effecten van verstoring door vliegverkeer uitgebreid en inventief onderzoek vraagt. Vooral uit de eerste schakels van oorzaak en gevolg van verstoring is kennis aanwezig. Deze kennis (hoofdstuk 4) lijkt in eerste instantie in tegenspraak met de huidige situatie rond het luchtvaartterrein omdat in de directe omgeving beschermde soorten voorkomen. Daarnaast zijn in het Vogel- en Habitatrichtlijngebied in de omgeving geen directe negatieve effecten zichtbaar. Deze ogenschijnlijk tegenspraak wordt hoogstwaarschijnlijk ingegeven door gewenning en tolerantie. Het meeste gepubliceerde onderzoek is verricht in gebieden die ver verwijderd liggen van luchtvaartterreinen. Daarnaast is een belangrijk deel van dit onderzoek uitgevoerd in gebieden die nauwelijks door mensen worden bewoond. De tolerantiegrenzen voor verstoring lijken daar aanzienlijk lager te liggen. In welke mate rond het luchtvaartterrein sprake is van gewenning en tolerantie is onbekend; dat het zich voordoet leidt echter geen twijfel. Gezien het voorkomen van schaarse en zeldzame soorten nabij het luchtvaartterrein lijken tolerantie en gewenning in het voorkomen van vogels en andere fauna rond luchtvaartterreinen een belangrijke factor.

8 Literatuur

- Altman R.L. & R.D. Gano 1984. Least Terns nest along side harrier jet pad. *J. Field Orn.* 55: 108-109.
- Arts F. 2000. Literatuuronderzoek naar de effecten van recreatie en vegetatiesuccessie op kustbroedvogels. Rapport OS-2000.822X, Rikz, Middelburg.
- Anderson D.W. & J.O. Keith 1980. The human influence on seabird nesting success: conservation implications. *Biol. Cons.* 18: 65-80.
- Anthony R.M., W.H. Anderson, J.S. Sedinger & L.L. McDonald 1995. Estimating populations of nesting Brant using aerial videography. *Wildl. Soc. Bull.* 23: 80-87.
- Backes, C.W., P.J.J. van Buuren & A.A. Freriks (2004). Hoofdlijnen natuurbeschermingsrecht. Sdu Uitgevers, Den Haag.
- Baptist H.J.M. & P.L. Meiningner 1996. Vogels van de Voordelta 1975-95. Rapport RIKZ-96.018. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg
- Belanger L. & J. Bedard 1989. Responses of staging Greater Snow Geese to human disturbance. *J. Wildl. Manag.* 53: 713-719.
- Bergen F. & M. Abs 1997. Etho-ecological study of the singing activity of the Blue Tit *Parus caeruleus*, Great Tit *Parus major* and Chaffinch *Fringilla coelebs*. *Journal fur Ornithologie* 138 (4): 451-467.
- Bergmans M. & A. Zuiderwijk 1986. Atlas van de Nederlandse Amfibieën en reptielen. KNNV, Utrecht.
- Born E.W., F.F. Rigit, R. Dietz & D. Andriashek 1999. Escape responses of hauled Ringed Seals *Phoca hispida* to aircraft disturbance. *Polar Biol.* 21: 171-178.
- Broekhuizen S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. KNNV, Utrecht.
- Brown A.L. 1990. Measuring the effect of aircraft noise on sea birds. *Environm. Int.* 16: 587-592.
- Bunnell F.L., D. Dunbar, L. Koza & G. Ryder 1981. Effects of disturbance on the productivity and numbers of White Pelicans in British Columbia - observations and models. *Col. Waterbirds* 4: 2-11.
- Burger J. 1981a. Behavioural responses of Herring Gulls *Larus argentatus* to aircraft noise. *Env. Poll. ser. A ecol biol* 24: 177-184.
- Burger J. 1981b. The effect of human activity on birds at a coastal bay. *Biol. Cons* 21: 231-241.
- Burger J. 1983. Jet aircraft noise and bird strikes: why more birds are being hit. *Env. Poll. ser. A ecol biol* 30: 143-152.
- Busnel R. G. 1978. Introduction. In Fletcher J.L. & R.G. Busnel (eds.) *Effects of noise on wildlife*, p 7-22. New York.
- Cayford J.T. 1993. Wader disturbance: a theoretical overview. *WSG Bulletin* 68: 3-5.
- Carney K.M. & W.J. Sydeman 1999. A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. *Col. Waterbirds* 22: 68-79.
- Coleman R.A., N.A. Salmon & S.J. Hawkins 2003. Sub-dispersive human disturbance of foraging Oystercatchers *Haemantopus ostralegus*. *Ardea* 91: 263-268.
- Conomy J.T., J.A. Collazo, J.A. Dubovsky & W.A. Flemming 1998. Dabbling duck behaviour and aircraft activity in coastal North Carolina. *J. Wildl. Manag.* 62: 1127-1134.
- Conomy J.T., J.A. Dubovsky, J.A. Collazo & W.J. Lemming 1998. Do Black Ducks and Wood Ducks habituate to aircraft disturbance. *J. Wildl. Manag.* 62: 1135-1142.

- Counter S.A., 1985. Brain-stem evoked potentials and noise effects in seagulls. *Comp Biochem. Physiol.* 81A: 837-845
- Culik B., D. Adelung & A.J. Woakes 1990. The effect of disturbance on the heart-rate and behaviour of Adelie Pinguins *Pygoscelis adeliae* during the breeding season. *In* K.R. Kerry & G. Hempel (eds.) *Antarctic ecosystems, ecological change and conservation*, p. 177-182. Springer, Berlin.
- Davidson N.C. & P.I. Rothwell (eds.) 1993a. Disturbance to waterfowl on estuaries. *WSG Bulletin* 68: 1-106.
- Derksen D.V. M.W. Weller & W.D. Eldridge 1979. Distributional ecology of geese molting near Teshekpuk Lake, National Petroleum Reserve-Alaska. *In* R.L. Jarvis & J.C. Bartonek (eds.) *Management and biology of Pacific Flyway Geese*, p. 189-207. Oregon State Univ. Book Stores, Corvallis Oregon.
- 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.
- DG Luchtvaart, 2003. Besluit als bedoeld in artikel 27 juncto 24 van de Luchtvaartwet, houdende wijziging van de aanwijzing luchtvaartterrein Hilversum, alsmede vaststelling van de geluidszone. DGL/03.U01036. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Luchtvaart.
- Dunnet G.M. 1977. Observations on the effects of low-flying aircraft at seabird colonies on the coast of Aberdeenshire, Scotland. *Biol. Cons.* 12: 55-63.
- Forshaw W.D. 1983. Numbers, distribution and behaviour of Pink-footed Geese in Lancashire. *Wildfowl* 34: 64-76.
- Gabrielsen G. W. 1987. Reaksjoner på menneskelige forstyrrelser hos aerflug, svalbard rype og krykke I egg/ungeperioden. *Vår Fuglefauna* 10: 153-158.
- Geelhoed S., H. Groot, E. van Huijssteeden, G. van Leeuwen & P. de Nobel 1998. Vogels in het landschap van Zuid-Kennermerland en de Haarlemmermeer. VWG Zuid-Kennermerland/KNNV, Utrecht.
- Goss-Gustard J.D. 1980. Competition for food and interference among waders. *Ardea* 68: 31-52.
- Goss-Gustard J.D. & M.E. Moser 1988. Rates of change in the numbers of Dunlin *Calidris alpina* wintering in British estuaries in relation to the spread of *Spartina anglica*. *J. Appl. Ecol.* 25: 95-109.
- Goss-Gustard J.D., R.W.G. Caldow, R.T. Clarke, S.E.A. le V. dit Durell, J. Urfi & D. West 1994. Consequences of habitat loss and change to populations of wintering migratory birds: predicting the local and global effects from studies of individuals. *Ibis* 137 (suppl.): 56-66.
- Groen N. M., J.J. Frieswijk & J. Bouwmeester 1995. Waarom broeden Visdieven *Sterna hirundo* op daken? *Limosa* 68: 65-72.
- 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. *Can. Field Nat.* 106: 443-453.
- Grubb T.G. & R.M. King 1991. Assessing human disturbance of breeding Bald Eagles with classification tree models. *J. Wildl. Manag.* 55: 500-511.
- Gunn W.W.H. & J.A. Livingston 1974. Disturbance to birds by gas compressor noise simulators, aircraft, and human activity in the Mackinzie Valley on the Northern Slope, 1972. *Arctic Gas Biol. Rep. Series* 14: 1-280.
- Harvey J.M. 1971. Factors affecting Blue Goose nesting success. *Can J. Zool.* 49: 223-234.
- Harrington F.H. & A. M. Veitch 1991. Calving success of Woodland Caribou exposed to low-level jet overflights. *Arctic* 45: 213-218.

- Hüppop O. & K. Hagen 1990. Der Einfluss von Störungen auf wildtiere am Beispiel der Herzschrage brütender Austernfischer *Haematopus ostralegus*. *Vogelwarte* 35: 301-310.
- Henny C.J., L.J. Blus, S.P. Thomson & U.W. Wilson 1989. Environmental contaminants, human disturbance and nesting of Double-crested Cormorants in North-western Washington. *Col. Waterbirds* 12: 198-206.
- Inglis I.R. 1977. The breeding behaviour of the Pink-Footed goose: behavioural correlates of nesting success. *Anim. Behav.* 25: 747-764.
- Jensen K.C. 1990. Responses of molting Pacific Black Brent to experimental disturbance in the Teshekpuk Lake Special Area, Alaska. Ph. D. Thesis, Texas A&M Univ. College Station Texas.
- Jungius H. & U. Hirsch 1979. Herzfrequenzänderungen bei Brutvögeln in Galapagos als Folge von Störungen durch Besucher. *J. Orn.* 120: 299-310.
- Katti M. & Warren P.S. 2004. Tits, noise and urban bioacoustics. *TREE* ???: ?-?.
- Kempf N. & O. Hüppop 1995. Behaviour of meadow birds towards aircraft close to an airport. *WSG bulletin* 76: 21.
- Kempf N. & O. Hüppop 1996. Auswirkung von Fluglärm auf Wildtiere: ein kommentierter Überblick. *J. Orn.* 137: 101-113.
- Koffijberg K., B. Voslamber & E. van Winden 1997. Ganzen- en zwanen pleisterplaten in Nederland 1985-1994. SOVON-vogelonderzoek, Beek-Ubbergen.
- Komenda-Zehnder S., M. Cevallos & B. Bruderer 2003. Effects of disturbance by aircraft overflight on waterbirds – an experimental approach. Proceedings International Bird Strike Committee May 2003, Warsaw, Poland.
- Koolhaas A., A. Dekinga & T. Piersma 1993. Disturbance of foraging Knots by aircraft in the Dutch Waddensea in August-October 1992. *WSG Bulletin* 68-20-22.
- Kraan S. & Y. van Etten 1995. De onderkant van de Waddenzee - effecten van onderwater geluiden op het gedrag en functioneren van marine organismen in de Waddenzee. Waddenvereniging, Harlingen.
- Krausman P.R., M.C. Wallace, C.L. Hayes & D.W. DeYoung 1998. Effects of jet aircraft on Mountain Sheep. *J. Wildl. Manag.* 62: 1246-1251.
- Krebs J.R. & A. Kacelnik 1993. Decision-making. *In* J.R. Krebs & N.B. Davies (eds.) 1993. Behavioural ecology, p. 105-136, third edition. Blackwell Science, London.
- Krebs J. R. & N.B. Davies 1993. An introduction to Behavioral Ecology, 3rd ed. The Alden Press, Oxford.
- 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 Bureau Waardenburg 03-187, Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Lensink R. & S. Dirksen 2000. Relaties tussen de vlieghoogte van de kleine burgerluchtvaart en de verstoring van fauna -een overzicht van bestaande kennis. *In* . U. van Rijn, R. Lensink, S. Dirksen, M. Goossen & A. van Elteren. Onderzoek verstoring fauna en recreatie door de kleine burgerluchtvaart , bouwstenen voor toekomstig beleid. Rapp. nr 00-31 Bureau Waardenburg BV, Culemborg.
- Lensink R., S.M.J. van Lieshout & S. Dirksen, 2001 Effecten van het vliegverkeer van en naar Schiphol op vogels en andere fauna in relatie tot Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn en de natuurbeschermingswet; een bijdrage in MER Schiphol 2003. Rapport 01-033, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lensink R., R. van Eekelen & S.M.J. van Lieshout 2002. Effecten van veranderingen in het vliegverkeer van en naar de vliegvelden Maastricht en Lelystad in relatie tot de vigerende natuurwetgeving; Een bijdrage in het MER PKB luchtvaartterreinen Maastricht en Lelystad Rapport 02-124, Bureau Waardenburg, Culemborg..

- Lensink, R., J. Reitsma, S. Dirksen & J. van der Winden, 2001. Ecologische effecten van het structuurmodel Kust (gemeente Lelystad). Rapport 01-019, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- LNV, 1993. Structuurschema Groene Ruimte: het landelijk gebied de moeite waard. Ministerie van LNV, Den Haag.
- LNV, 2004. Besluit Rode lijsten flora en fauna. Ministerie van LNV, Den Haag.
- LNV, 2005a. Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten! Ministerie van LNV, Den Haag.
- LNV, 2005b. Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Loosjes M. 1974. Over terreingebruik, verstoringen en voedel van Grauwe Ganzen *Anser anser* in een brak getijdengebied. *Limosa* 47: 121-143.
- Maier J. A., 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.
- MacKenzie J.G., T.M. Foster & W. Temple 1993. Sound avoidance by hens. *Behavioural Processes*, 30:143-156.
- Madsen J. 1984. Study of the possible impact of oil exploration on goose populations in Jameson Land, East Greenland: a progress report. *Norsk Polarinst. Skr.* 181: 141-151.
- Madsen J. 1985. Impact of disturbance on field utilization of Pink-Footed geese in West Jutland, Denmark. *Biol. Cons.* 33: 53-64.
- Madsen J. 1988. Autumn feeding ecology of herbivorous wildfowl in the Danish Wadden Sea, and impact of food supplies and shooting on movements. *Dan. Rev. Game Biol.* 9: 1-206.
- Madsen J. 1993. Experimental wildlife reserves in Denmark: a summary of results. *WSG Bulletin* 68: 23-28.
- Madsen J. 1994. Impacts of disturbance on migratory waterfowl. *Ibis* 137: 67-74.
- Madsen J., T. Bregnballe & F. Mehlum 1989. Study of the breeding ecology and behaviour of the Svalbard population of Light-bellied Brent Goose *Branta bernicla hrota*. *Polar Res.* 7: 1-21.
- Manning A. 1967. An introduction to Animal Behavior. E. Arnold Ltd., London.
- Mathers R.G., S. Watson, R. Stone & W.I. Montgomery 2001. A study of the impact of human disturbance on Wigeon *Anas penelope* and Brent Geese *Branta bernicla hrota* on an Irish sea loch. *Wildfowl* 51: 67-81.
- Miller M.W., K.C. Jensen, W.E. Grant & M.W. Weller 1994. A simulation model of helicopter disturbance of moulting Pacific Black Brant. *Ecol. Model.* 73: 293-309.
- Mrlik V. 1990. Disturbance of the roe deer (*capreolus capreolus* of southern Moravia. *Folia Zoologica* 39 (1): 25-35.
- Mitchell J. R., M.E. Moser & J.S. Kirby, 1988. Declines in midwinter counts of waders roosting in the Dee estuary. *Bird Study* 35:191-198.
- Mooij J.H. 1993. Development and management of wintering geese in the Lower Rhine area of North Rhine-Westphalia/Germany. *Vogelwarte* 37: 55-77.
- Mosler-Berger C. 1994. Störungen von Wildtieren: Umfrageergebnisse und literaturauswertung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Dokumentationsdienst, Bern.
- Nettleship D.N. 1975. A recent decline of Gannets *Morus bassanus* on Bonaventura Island, Quebec. *Can. Field Nat.* 89: 125-133.
- Nijland G. 1997. Verkenning van de effecten van de kleine luchtvaart op de fauna. Rapport AD.ECO, Ecologisch onderzoeks- en adviesbureau, Beemte.

- Nisbet I.C.T., 2000. Disturbance, habituation and management of waterbirds colonies. *Waterbirds* 23 (2): 312-332.
- Oost L., D.A. Jonkers & J.G. de Molenaar 1998. Literatuurstudie naar versterking van natuur door luchtvaart, IBN rapport 379. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Owen M. 1993. The UK shooting and wildfowl disturbance project. *WSG Bulletin* 68: 6-19.
- Owens N.W. 1973. The management of grassland areas for wintering geese. *Wildfowl* 24: 124-130.
- Owens N.W. 1977. Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. *Wildfowl* 28: 5-14.
- Page G.W. 1990. Nesting success of Snowy Plovers in central coastal California in 1989 and 1990. Report, Point Reyes Bird Observatory, Stinson Beach, California.
- Platteeuw M. 1986. Effecten van geluidhinder door militaire activiteiten op gedrag en ecologie van wadvogels. RIN-rapport 86/13, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.
- Platteeuw M., R.J.H.G. Henkens 1997. Possible impacts of disturbance to waterbirds: individuals, carrying capacity and populations. *Wildfowl* 48:225-236.
- Platteeuw M., R.J.H.G. Henkens 1997. Waterbirds and aquatic recreation at lake IJsselmeer, the Netherlands: the potential for conflict. *Wildfowl* 48: 210-224.
- Prevett J.P. & C.D. MacInnes 1980. Family and other social groups in Snow Geese. *Wildl. Monogr.* 71: 1-45.
- Powell A. 1998. Western snowy plovers and Californian Least Terns. *In* M.J. Mac, P.A. Opler, C.E. Puckett, J. Haecker & P.D. Doran (eds.). Status and trends of the nation's biological resources, p. 629-631. U.S. Department of the Interior, Reston, VA.
- Reijnen M.J.S.M. & J.B.M. Thissen 1987. Effects from road traffic on breeding-bird populations in woodland. Annual report RIN 1986: 121-132.
- Reijnen M.J.S.M., G. Veenbaas & R.P. B. Foppen 1992. Het voorspellen van het effect van snelverkeer op broedvogelpopulaties. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat, Delft
- Richardson W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme & D.H. Thomson 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, New York.
- Riddington R., M. Hassels, S.J. Lane, P.A. Turner & R. Walters 1996. The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent Geese *Branta b. bernicla*. *Bird Study* 43: 269-279.
- Roberts E.L. 1966. Movements and flock behaviour of Barnacle Geese on the Solway Firth. *Wildfowl* 17: 36-45.
- Roomen, M. W.J. van, E. A.J. van Winden, K. Koffijberg, R. Kleefstra, G. Ottens, B. Voslamber & SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep 2003. Watervogels in Nederland in 2001/2002. SOVON-monitoringsrapport 2004/01, RIZA-rapport BM04/01, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Ruitenbeek W., C.J. Scharringa & P.J. Zomerdiijk 1990. Broedvogels van Noord-Holland. SSV Noord-Holland/Provinciaal Bestuur Noord-Holland, Haarlem.
- Rutter S.M., G.B. Scott & P. Moran 1993. Aversiveness of mechanical conveying to laying hens. *British Poultry Science* 34: 279-285.
- Ryden O. 1978. Differential responsiveness of Great Tit nestlings, *Parus major*, to natural auditory stimuli. *Z. Tierpsychol.* 46: 236-253.
- Ryden O. 1978. The significance of antecedent auditory experiences on later reactions to the 'seeet' alarm-call in Great Tit nestlings. *Z. Tierpsychol.* 47: 396-409.
- Saul S.M. 1982. Clam diggers and Snowy Plovers. *Washington Wildlife* 32: 28-30.

- Schilperoord L. & M. Schilperoord-Huisman 1981. De invloed van verstoring op gedrag en dagindeling van de Kleine Rietganzen in Zuidwest-Friesland. Doctoraalverslag R.U.G, Groningen.
- Schulz R. & M. Stock 1993. Kentish Plovers and tourists: competitors on sandy coasts. WSG Bulletin 68: 83-91.
- Slabbekoorn H. & M. Peet. 2003. Birds sings at a higher pitch in urban noise. Nature 424: 267.
- Sladen W.L. & R.E. Leresche 1970. New and developing techniques in Antarctic ornithology. Antarctic Ecol. 1: 585-596.
- Smit C.J. 1986. Oriënterend onderzoek naar veranderingen in gedrag en aantallen wadvogels onder invloed van schietoefeningen. RIN-rapport 86/18, RIN, Texel.
- Smit C.J. & G. J.M. Visser 1989. Verstoring van vogels door vliegverkeer, met name door ultra-lichte vliegtuigen. RIN-rapport 89/11, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.
- Sovon 1987. Atlas van de Nederlandse vogels. Sovon, Arnhem.
- SOVON, 2002. Atlas van de Nederlandse Broedvogels 1998-2002. Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Spaans B., L. Bruinzeel & C.J. Smit, 1996. Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. IBN-rapport 202, Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Spanier E. 1980. The use of distress calls to repel night herons *Nycticorax nycticorax* from fish ponds. J. of App. Ecology 17: 287-294.
- Stichting RAVON, 1991. Waarnemingen van amfibieën en reptielen in Nederland 1990. Publikatiebureau Stichting RAVON, Nijmegen.
- Stock M. 1992. Effects of man-induced disturbance on staging Brent Geese. Neth. Inst. Sea. Res. Publ. Ser. no. 20: 289-293.
- Stock M. 1993. Studies on the effects of disturbance on staging Brent Geese: a progress report. WSG Bulletin 68: 29-34.
- Stockwell C.A., G.C. Bateman & J. Berger 1991. Conflicts in National Parks: a case study of helicopters a Bighorn Sheep time budgets at the Grand Canyon. Biol. Cons. 56: 317-328.
- Storch S., D. Grémillet & B.M. Culik 1999. The telltale heart: a non-invasive method to determine the energy expenditure of incubating Great Cormorants *Phalacrocorax carbo carbo*. Ardea 87: 207-215.
- 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. Journal of Applied Ecology 35: 122-130.
- Tulp I, M.J.S.J. Reijnen, C. ter Braak, E. Waterman, P.J.M. Bergers, S. Dirksen, R.P.H. Snep & W. Nieuwenhuizen 2001. Verstoring van broedende weidevogels door treinverkeer. Rapport 02-034, Bureau Waardenburg-Alterra-dBvision-Biometris, Culemborg.
- Van de Kam J., T. Pierma, L. Zwartz & B.J. Ens 2001. Ecologische atlas van de wadvogels. Schuyt & Co., Haarlem.
- Van der Zande A.N. 1984. Outdoor recreation and birds: conflict or symbiosis. Thesis, Universiteit Leiden, Leiden.
- Van Dijk A.J., F. Hustings & T. Verstrael 1994. Sovon broedvogelverslag 1992. Rapport 1994/03, Sovon, Beek-Ubbergen.
- Van Dijk A.J., F. Hustings, H. Sierdsema & T. Verstrael 1996a. Sovon broedvogelverslag 1993. Rapport 1996/02, Sovon, Beek-Ubbergen.
- Van Dijk A.J., F. Hustings, H. Sierdsema & T. Verstrael 1996b. Sovon broedvogelverslag 1994. Rapport 1996/06, Sovon, Beek-Ubbergen.

- Van Dijk A.J., F. Hustings, H. Sierdsema & R. Meijer 1997. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in 1995. Rapport 1997/06, Sovon, Beek-Ubbergen.
- Van Dijk A.J., A. Boele, D. Zoetebier & R. Meijer 1998. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in 1996. Rapport 1998/07, Sovon, Beek-Ubbergen.
- Van Dijk A.J., R. Kleefstra, D. Zoetebier & R. Meijer 1999. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in 1997. Rapport 1999/09, Sovon, Beek-Ubbergen.
- Van Dijk A.J., M.J.T. van der Weide, D. Zoetebier & C. Plate 2000. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in 1998. Rapport 2000/04, Sovon, Beek-Ubbergen.
- Van Eerden M.R. & C.J. Smit 1979. Het effect van schietoefeningen in het Lauwersmeergebied op het gedrag van watervogels. RIN-rapport 79/3, RIN, Texel.
- Van Tooren B., J. Dewyspelaere, R. de Wijs, K. Decler, M. de Wilde & J. Thissen 1998. Beschermde habitats en soorten in Nederland en Vlaanderen. DLN 99: 212-217.
- Van Veen R. 1987. Ultra-lichte vliegtuigen en vogels. Rapport 87-63, Wetenschaps-winkel Biologie, Utrecht.
- Verhulst S., K. Oosterbeek & B.J. Ens 2001. Experimental evidence for effects of human disturbance on foraging and parental care in oystercatchers. *Biol. Cons.* 101: 375-380.
- Visser G.J.M. 1986. Verstoringen en reacties van overtijdende vogels op de Noordsvaarder (Terschelling) in samenhang met de omgeving. RIN-rapport 86/17, RIN, Texel.
- de Vries W. & N.J. Bakker 2003. Ecologisch onderzoek en verkenning flora- en faunawet op de locatie van een baanverlenging op de luchthaven Eelde. Rapport, Buro Bakker, Assen.
- Voslamber, B., E. van Winden & K. Koffijberg, 2004. Atlas van ganzen, zwanen en smienten in Nederland. SOVON-onderzoeksrapport 2004/08. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Waterman E. 2000. http://utopia.knoware.nl/users/mier/faq_geluid.htm#composers
- Ward D.H., R.A. Stehn & D.V. Derksen 1994. Response of staging Brant to disturbance at the Izembek Lagoon, Alaska. *Wildl. Soc. Bull.* 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. *J. Wildl. Manag.* 63: 373-381.
- Watson J.W. 1993. Responses of nesting Bald Eagles to helicopter surveys. *Wildl. Soc. Bull.* 21: 171-178.
- 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 behaviour of desert ungulates. *J. of Wildl. Manag.* 60:52-61.
- White-Robinson R. 1982. Inland and saltmarsh feeding of wintering Brent Geese in Essex. *Wildfowl* 33: 113-118.
- Wilson R.P., B. Culik, R. Danfeld & D. Adelung 1991. People in Antarctica – how much do Adelie Pinguins *Pygoscelis adeliae* care. *Polar Biology* 11: 363-370.
- Witte R.H, S.M.J van Lieshout & S. Dirksen 2004. Effecten van windturbines, een literatuur review. Rapport 04-???, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Woldendorp. H.E., 2005. Wetgeving natuurbescherming. teksten en toelichting. Editie 2005. Sdu Uitgevers. Den Haag.
- Young D.D. & T.R. McCabe 1997. Grizzly Bear predation rates on caribou calves in Northeastern Alaska. *J. Wildl. Manag.* 61: 1056-1066.
- Zuiderwijk, A., A. Groenveld & G. Smit, 1998. Amfibieën en reptielen van Noord-Holland. Kartering en analyse van waarnemingen sinds 1980. RAVON Werkgroep Monitoring, Nijmegen.
- Zwarts L. 1980. Intra- and inter-specific competition for space in estuarine birds in a one-prey situation. *Proc. 17th Int. Ornithological Congress, Berlin 1978*, p. 145-150.

Bijlage 1 Wettelijk kader

1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden in het kort het wettelijk kader en de toepassing op ruimtelijke ingrepen en beheer beschreven. Het geeft weer hoe de wettelijke toetsingskaders door Bureau Waardenburg worden gehanteerd bij het opstellen van ecologische beoordelingen.

De bescherming van natuur in Nederland is vastgelegd in Europese en nationale wet- en regelgeving, waarin een onderscheid wordt gemaakt tussen soortenbescherming en gebiedsbescherming. De soortenbescherming is in Nederland verankerd in de Flora- en faunawet (§ 2.2), de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet 1998 (§ 2.3). Tevens wordt kort ingegaan op de betekenis van Rode lijsten (§ 2.4) en de Ecologische Hoofdstructuur (§ 2.5) bij ecologische toetsingen.

2 Flora- en faunawet¹

Het doel van de Flora- en faunawet is het instandhouden en beschermen van in het wild voorkomende planten- en diersoorten. De Flora- en faunawet kent zowel een zorgplicht als verbodsbepalingen. De zorgplicht geldt te allen tijde voor alle in het wild levende dieren en planten en hun leefomgeving, voor iedereen en in alle gevallen.

De verbodsbepalingen zijn gebaseerd op het 'nee, tenzij' principe. Dat betekent dat alle schadelijke handelingen ten aanzien van beschermde planten- en diersoorten in principe verboden zijn (zie kader).

Verbodsbepalingen in de Flora- en faunawet (verkort)

Artikel 8:	Het plukken, verzamelen, afsnijden, vernielen, beschadigen, ontwortelen of op een andere manier van de groeiplaats verwijderen van beschermde planten.
Artikel 9:	Het doden, verwonden, vangen of bemachtigen of met het oog daarop opsporen van beschermde dieren.
Artikel 10:	Het opzettelijk verontrusten van beschermde dieren.
Artikel 11:	Het beschadigen, vernielen, uithalen, wegnemen of verstoren van nesten, hollen of andere voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van beschermde dieren.
Artikel 12:	Het zoeken, beschadigen of uit het nest halen van eieren van beschermde dieren.
Artikel 13:	Het vervoeren en onder zich hebben (in verband met verplaatsen) van beschermde planten en dieren.

Artikel 75 bepaalt dat vrijstellingen en ontheffingen van deze verbodsbepalingen kunnen worden verleend. Het toetsingskader is begin 2005 gewijzigd door middel van een Algemene Maatregel van Bestuur, doorgaans aangeduid als de AMvB artikel 75. Er gelden verschillende regels voor werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ingrepen

¹ Deze paragraaf is in belangrijke mate gestoeld op de brochure 'Buiten aan het werk?' (LNV, 2005a).

en die in het kader van bestendig gebruik en beheer.

Er bestaan drie beschermingsregimes corresponderend met drie verschillende groepen beschermde soorten, opgenomen in drie bijbehorende tabellen in de LNV- brochure.

Tabel 1. De algemene beschermde soorten

Voor deze soorten geldt een vrijstelling voor ruimtelijke ingrepen en bestendig gebruik en beheer. Ontheffing ten behoeve van andere activiteiten kan worden verleend, mits de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is ('lichte toetsing').

Tabel 2. De overige beschermde soorten

Voor deze soorten geldt een vrijstelling voor werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en van bestendig gebruik en beheer, als op basis van een door de minister van LNV goedgekeurde gedragscode wordt gewerkt. Anders is ontheffing noodzakelijk, na lichte toetsing.

Tabel 3. De strikt beschermde soorten

Dit zijn alle vogelsoorten en de planten- en diersoorten vermeld in Bijlage 4 van de Habitatrichtlijn of in Bijlage 1 van de AMvB artikel 75. Voor bestendig gebruik en beheer geldt ook voor deze soorten een vrijstelling, mits men werkt op basis van een door de minister van LNV goedgekeurde gedragscode. Voor verstoring (met wezenlijke invloed) van deze soorten kan geen vrijstelling of ontheffing worden verkregen. Voor ruimtelijke ingrepen is altijd een ontheffing op grond van artikel 75 van de Flora- en faunawet noodzakelijk. Deze kan worden verleend na een uitgebreide toetsing.

De uitgebreide toetsing houdt in dat ontheffing alleen kan worden verleend als:

1. Er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de soort;
2. Er geen andere bevredigende oplossing voorhanden is;
3. Er sprake is van een in de wet genoemde reden van openbaar belang;
4. Er zorgvuldig wordt gehandeld.

Bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud in de bosbouw en landbouw en uitvoering in het kader van ruimtelijke inrichting of ontwikkeling worden genoemd als openbaar belang. Zorgvuldig handelen betekent het actief optreden om alle mogelijke schade aan een soort te voorkomen, zodanig dat geen wezenlijke negatieve invloed op de relevante populatie van de soort optreedt. Mitigatie (het vermijden of verzachten van negatieve effecten) en compensatie (het aanbieden van vervangend leefgebied) kunnen deel uitmaken van het zorgvuldig handelen.

Samenvatting toetsingskader Flora- en faunawet

Het toetsingskader van de Flora- en faunawet voor werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en bestendig gebruik en beheer luidt dus:

1. Komen er soorten uit Tabel 1 voor? Hiervoor geldt een vrijstelling. Alleen de zorgplicht is van toepassing.
2. Komen er soorten uit Tabel 2 voor? Dan geldt een vrijstelling (mits gedragscode) of moet ontheffing worden aangevraagd (lichte toetsing).

3. Komen er soorten uit Tabel 3 voor? Er geldt een vrijstelling voor bestendig gebruik en beheer (mits gedragscode; niet voor art. 10). In overige gevallen is altijd ontheffing nodig (uitgebreide toetsing).

3 Natuurbeschermingswet 1998²

De Natuurbeschermingswet 1998 (kortweg: Nbwet 1998) heeft als doel het beschermen en instandhouden van bijzondere gebieden in Nederland. In de wet zijn vier categorieën beschermde gebieden te onderscheiden. De belangrijkste zijn de Natura 2000-gebieden (oftewel Vogel- en Habitatrichtlijngebieden oftewel Speciale Beschermingszones), aangewezen op grond van artikel 10a en de beschermde natuurmonumenten, aangewezen op grond van artikel 10. Een gebied kan niet tegelijkertijd Natura 2000-gebied en beschermd natuurmonument zijn. Voor reeds aangewezen beschermde natuurmonumenten die geheel of gedeeltelijk in een Natura 2000-gebied liggen, vervalt (te zijner tijd) de aanwijzing als beschermd natuurmonument voor dat deel dat in het Natura 2000-gebied ligt.

Aanwijzingsbesluiten van deze gebieden bevatten tenminste een kaart en een toelichting, waarin (voor Natura 2000-gebieden) de instandhoudingsdoelstellingen staan verwoord.

Voor Natura 2000-gebieden dient een beheersplan te worden opgesteld (artikel 19a). Hierin staat tenminste aangegeven wat de beoogde resultaten zijn met betrekking tot de beschermde natuurwaarden en welke maatregelen daarvoor in hoofdlijnen zullen worden genomen. Voor beschermde natuurmonumenten is een beheersplan mogelijk, maar niet verplicht.

Projecten en handelingen, die negatieve effecten op Natura 2000-gebieden kunnen hebben en die niet nodig zijn voor of verband houden met het beheer, zijn verboden. Hiervoor kan door Gedeputeerde Staten (of in uitzonderingsgevallen door de minister van LNV) vergunning worden verleend op grond van artikel 19d. Voor plannen (bij voorbeeld bestemmingsplannen, streekplannen, waterhuishoudingsplannen) geldt dat goedkeuring van het bevoegd gezag op grond van artikel 19j nodig is. Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als er negatieve effecten door 'externe werking' kunnen optreden.

De vergunning of goedkeuring kan pas worden afgegeven nadat een zogenaamde 'habitattoets' het bevoegd gezag de zekerheid heeft gegeven dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast en de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van de soorten niet verslechtert en dat er geen verstoring van soorten optreedt.

Habitattoets

² Hierbij is in belangrijke mate gebruik gemaakt van de brochure 'Algemene handreiking natuurbeschermingswet 1998' (LNV, 2005b)

Onder deze noemer valt de beoordelingsprocedure voor plannen, projecten en handelingen zoals genoemd in artikelen 19 d t/m 19j. De Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998 (LNV 2005b) onderscheidt een aantal stappen, die hieronder worden weergegeven. Sommige termen en stappen staan echter niet in de wet genoemd en komen ook niet in alle gevallen overeen met de tot dusverre gevolgde werkwijze.

In de 'oriëntatiefase' – voorheen ook wel 'voortoets' genoemd – wordt onderzocht of een plan, project of handeling (samen kortweg aangeduid als 'activiteit'), gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, mogelijk schadelijke gevolgen heeft voor een Natura 2000-gebied en zo ja of deze gevolgen significant kunnen zijn. De gevolgen moeten worden beoordeeld in samenhang met die van andere plannen en projecten ('cumulatieve effecten').

De oriëntatiefase kan drie uitkomsten hebben:

- Er zijn geen schadelijke gevolgen te verwachten. Er is geen vergunningsaanvraag, goedkeuringsverzoek of andere vervolgstap noodzakelijk.
- Er zijn mogelijk schadelijke effecten, maar deze zijn zeker niet significant. Er dient een vergunning of goedkeuring te worden (aan)gevraagd, na het uitvoeren van een 'verslechterings- en verstoringstoets' (zie onder).
- Het optreden van significant negatieve effecten kan niet worden uitgesloten. Er dient een vergunning of goedkeuring te worden (aan)gevraagd, na het uitvoeren van een 'passende beoordeling' (zie onder).

De verslechterings- en verstoringstoets dient uit te wijzen of er een reële kans bestaat op het optreden van negatieve effecten ten gevolg van de voorgenomen activiteit. Volgens de Handreiking (LNV 2005b) hoeft in deze fase geen rekening meer gehouden te worden met cumulatieve effecten. De verstoring- en verslechteringsstoets heeft twee mogelijke uitkomsten:

- De verslechtering en verstoring is aanvaardbaar. Het bevoegd gezag verleent vergunning dan wel geeft goedkeuring.
- De verslechtering en/of verstoring is onaanvaardbaar. De vergunning wordt geweigerd dan wel de goedkeuring wordt onthouden.

Aan de vergunning kunnen beperkende voorwaarden (mitigatie en compensatie, zie onder) worden verbonden.

De passende beoordeling is erop gericht om, op basis van de beste wetenschappelijke kennis ter zake, alle aspecten van een plan, project of handeling te inventariseren, die de instandhoudingsdoelstellingen in gevaar kunnen brengen. Hierbij moeten ook de cumulatieve effecten worden beoordeeld.

De passende beoordeling kan drie uitkomsten hebben:

- Er treedt geen aantasting op. De vergunning dan wel goedkeuring wordt verleend.

- Negatieve effecten treden (mogelijk) wel op, maar deze zijn niet significant. Vergunning dan wel toestemming wordt verleend, mits de aantasting niet onaanvaardbaar is (zie boven).
- Er treden (mogelijk) wel significante effecten op. Dan volgt toetsing aan de zogeheten ADC-criteria:
 - Er zijn geen geschikte Alternatieven.
 - Er is sprake van Dwingende redenen van groot openbaar belang, waaronder redenen van sociale en economische aard.
 - Er is voorzien in exacte en tijdige Compensatie.

Slechts als aan deze drie criteria is voldaan, mag het bevoegd gezag vergunning of goedkeuring verlenen.

Als er sprake is van aantasting van een gebied dat is aangewezen ter bescherming van prioritair natuurlijk habitat of een prioritaire soort, dient eerst door de minister van LNV aan de Europese Commissie advies te worden gevraagd. Bovendien is het aantal redenen van groot openbaar belang beperkt.

Het toetsingskader voor beschermde natuurmonumenten is zeer vergelijkbaar, echter de procedure en de speelruimte van het bevoegd gezag wijken op enkele ondergeschikte punten af.

Knelpunten

Voor de toepassing in de onderhavige beoordeling zijn de instandhoudingsdoelen leidend zijn bij het opstellen van zowel de passende beoordeling als het beheersplan. De procedure voor het vaststellen van instandhoudingsdoelen loopt nog; definitieve vaststelling wordt niet verwacht voor medio 2006. Daarom hanteert Bureau Waardenburg voornamelijk gegevens over het voorkomen van de beschermde natuurlijke habitats en soorten ten tijde van de aanwijzing c.q. aanmelding van de Natura 2000-gebieden. In de aanwijzingsbesluiten van de beschermde (of staats-) natuurmonumenten onder de oude Natuurbeschermingswet zijn vaak algemene beschrijvingen van natuurwaarden opgenomen, die zich soms slecht voor toetsing lenen.

Bovendien is er geen duidelijkheid over de criteria voor significantie van effecten. Deze dienen rekening te houden met de status en de gevoeligheid van de betrokken habitats en soorten. Teneinde een transparante en objectieve beoordeling van effecten te kunnen maken heeft Bureau Waardenburg een set criteria voor de bepaling van significantie opgesteld (Lensink *et al.* 2001), die in principe bij alle passende beoordelingen worden gehanteerd. Bij de effectinschatting wordt gedetailleerd rekening gehouden met de specifieke aard van de ingreep, het gebied en de betrokken soorten en habitats.

Zorgplicht

Artikel 19l legt aan een ieder een zorgplicht voor beschermde natuurgebieden op. Deze zorg houdt in ieder geval in dat ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat een handeling nadelige gevolgen heeft, verplicht is die handeling achterwege te laten of, als dat redelijkerwijs niet kan worden geveerd, eventuele gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken. De nadelige handelingen hebben betrekking op de

instandhoudingsdoelen in het geval van een Natura 2000-gebied en op de wezenlijke kenmerken in het geval van een beschermd natuurmonument.

4 Rode lijsten

Rode lijsten zijn geen wettelijke instrumenten, maar zijn sturend voor beleid. Zij dienen om prioriteiten in middelen en maatregelen te kunnen bepalen. Bij het beoordelen van maatregelen en ingrepen kunnen de Rode lijsten echter wel een belangrijke rol spelen. Er zijn nu landelijke Rode lijsten vastgesteld voor paddestoelen, korstmossen, mossen, vaatplanten, platwormen, land- en zoetwaterweekdieren, bijen, dagvlinders, haften, kokerjuffers, libellen, sprinkhanen en krekels, steenvliegen, vissen, amfibieën, reptielen, zoogdieren en vogels (LNV 2004). Een aantal provincies heeft aanvullende provinciale Rode lijsten opgesteld.

Van soorten op de Rode lijst moet worden aangenomen dat negatieve effecten van ingrepen de gunstige staat van instandhouding relatief gemakkelijk in gevaar brengen. Waar het beschermde soorten betreft zal er dus extra aandacht aan mitigatie en compensatie moeten worden besteed. Bij niet-beschermde soorten of soortgroepen kunnen op grond van de zorgplicht extra maatregelen worden gevegd. Bij een aantal soortgroepen gaat het echter om tientallen of honderden moeilijk vast te stellen soorten, waardoor de waarde voor praktische toepassingen vaak beperkt is.

5 Ecologische Hoofdstructuur

De Planologische Kernbeslissing (PKB) Structuurschema Groene Ruimte (LNV, 1993) bevat de doelstellingen, de hoofdlijnen en de belangrijkste maatregelen van het nationaal ruimtelijk beleid voor o.m. natuur en landschap. Onderdeel hiervan is de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), die bestaat uit een samenhangend netwerk van bestaande en nog te ontwikkelen natuurgebieden verbonden door verbindingzones. De begrenzing van de EHS is een provinciale taak. De Provinciale Ecologische Hoofdstructuur (PEHS) worden in provinciale streekplannen uitgewerkt; ruimtelijke plannen van gemeenten moeten hieraan worden getoetst. De PEHS is de afgelopen jaren in gebiedsplannen nader begrensd (vaak op perceelsniveau), waarbij per begrensde eenheid natuurdoeltypen zijn aangewezen.

In of in de nabijheid van beschermde natuurgebieden geldt het 'nee, tenzij'-regime. Nieuwe plannen, projecten of handelingen zijn niet toegestaan als zij de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied aantasten. Hiervan kan alleen worden afgeweken als er geen reële alternatieven zijn én er sprake is van redenen van groot openbaar belang. In dat geval moet de initiatiefnemer maatregelen treffen om de nadelige effecten weg te nemen of te ondervangen, en waar dat niet volstaat te compenseren door het realiseren van gelijkwaardige gebieden, liefst in of nabij het aangetaste gebied. Ook financiële compensatie is mogelijk.

Bijlage 2 Literatuurstudie effecten op fauna, in het bijzonder vogels, als gevolg van verstoring door vliegtuigen en helikopters

1 Inleiding

Wie in de nabijheid van een groep vogels een vliegtuig of helikopter ziet overvliegen kan verschillende reacties onder de vogels waarnemen:

- vogels onderbreken hun activiteit en kijken op om na passage hun oorspronkelijke bezigheid te vervolgen;
- vogels vliegen op om na passage van het vliegtuig of de heli weer terug te keren en hun oorspronkelijke bezigheid te vervolgen;
- vogels vliegen op om naar elders uit te wijken; na enige tijd keren zij terug;
- vogels vliegen op om naar elders uit te wijken en keren niet terug.

In deze reeks is een gradatie in het effect zichtbaar. Nu zal één keer opkijken niet direct gevolgen hebben. De vraag is in hoeverre het onderbreken van de natuurlijke activiteit gevolgen heeft voor de vogels (en andere fauna), in het bijzonder gevolgen voor de reproductie en de overleving. Dit zijn immers de parameters die de omvang van een (sub)populatie bepalen. Omgekeerd kan ook de vraag gesteld worden op welke afstand of hoogte vogels geen (zichtbare) reactie meer vertonen op de passage van vliegtuigen. Deze afstand zou als grenswaarde kunnen worden aangehouden indien verstoring door vliegverkeer voorkomen dient te worden.

De afgelopen jaren zijn de effecten op vogels en andere fauna als gevolg van verstoring door vliegtuigen en helikopters in de belangstelling gekomen. In dit rapport wordt de bestaande kennis over de relaties tussen vliegverkeer, fauna en verstoring op een rij gezet. Dit rapport vormt hiermee een bron van informatie voor hen die zich in deze thematiek wensen te verdiepen. Daarnaast geeft het de lacunes in de kennis, en kan daarmee de basis vormen voor verder onderzoek naar de gevolgen van verstoring door vliegverkeer voor vogels, zoogdieren en andere organismen. Zeker in een dichtbevolkt land, met een scala aan ruimtelijke claims voor uiteenlopende (versturende) activiteiten, is dit wenselijk.

In de volgende hoofdstukken wordt ingegaan op verschillende aspecten van verstoring door vliegverkeer. In hoofdstuk 2 worden onze aanpak en bronnen verantwoord. In hoofdstuk 3 worden de verschillende mogelijke effecten besproken. In de ordening van besproken aspecten is een model voor de effectketen leidend (figuur 0.1). In hoofdstuk 4 wordt generale patronen uit de veelheid aan onderzoeken gedestilleerd. De bronnen zijn vermeld in het laatste hoofdstuk.

2 Materiaal en methoden

Voor deze studie is bestaande kennis over de relatie tussen vliegverkeer en (verstoring van) vogels en andere fauna in een literatuurstudie gerangschikt en toegankelijk gemaakt. De basis voor deze literatuurstudie bestond uit de bronnen die gebruikt zijn voor het rapport 'Relaties tussen de vlieghoogte van de kleine burgerluchtvaart en de verstoring van fauna – een overzicht van bestaande kennis' (Lensink & Dirksen 2000) alsmede 'Effecten van het vliegverkeer van en naar Schiphol op vogels en andere fauna in relatie tot de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn en de Natuurbeschermingswet en een vergelijkbare studie voor de vliegvelden Lelystad en Maastricht (Lensink *et al.* 2001, Lensink *et al.* 2002). In laatstgenoemde twee studies is meer aandacht besteed aan de mogelijke effecten van geluid. In deze studies is de internationale literatuur vervat tot en met 2002 voor zover deze in de database 'Biological Abstracts' was opgenomen en viel te traceren met trefwoorden die gerelateerd zijn aan verstoring en vliegverkeer. Hierbij kwam naar voren dat slechts een klein deel van de literatuur over verstoring ingaat op de rol van vliegtuigen en in het bijzonder de effecten van de grote burgerluchtvaart op fauna. Informatie uit de grijze literatuur (rapporten e.d.) is ook opgenomen.

Daarnaast is gebruik gemaakt van de inzichten die verwoord zijn in het rapport *Verstoringsgevoeligheid van vogels; literatuurstudie naar de reactie van vogels op recreatie* (Krijgsveld *et al.* 2004). Hierin is ook alle relevante literatuur aangaande effecten van vliegtuigen verwerkt. Voorts is kennis, voor zover relevant, over versturende effecten van autoverkeer (Reijnen 1996), treinverkeer (Tulp *et al.* 2003), windturbines (Witte *et al.* 2004) gewogen en znodig meegenomen.

3 Relatie fauna en vliegverkeer

3.1 Mogelijke effecten van vliegverkeer

Om te komen tot een beschrijving en beoordeling van mogelijke effecten van vliegverkeer op fauna wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de verschillende typen van verstoring door vliegverkeer. Tevens wordt geïnventariseerd op welke manieren verstoring het functioneren van organismen kan beïnvloeden. Verstoringen van een dier kan alleen beoordeeld worden in het licht van andere overwegingen waarvoor een organisme zich gesteld ziet. Hierbij kan een wisselende mate van tolerantie optreden. Bij het inschatten van de ernst van de verstoring door vliegverkeer dient rekening gehouden te worden met het type vliegtuig, de hoogte en afstand van de verstoringsbron, de geluidsbelasting van het organisme en de duur van de verstoring.

Onder verstoring wordt verstaan:

De reactie van een dier onder invloed van menselijke aanwezigheid in de ruimste zin des woord, waardoor deze zijn natuurlijke gedragspatroon niet voortzet. Verstoring kan tot uitdrukking komen in veranderingen in gedrag, fysiologie, aantallen, reproductie of overleving en kan aldus gevolgen hebben voor de populatieomvang (Platteeuw 1987, Cayford 1993).

Passerende vliegtuigen veroorzaken voornamelijk visuele en auditieve verstoring. In de meeste studies die gewijd zijn aan de effecten van vliegtuigen en vliegverkeer op dieren is geen onderscheid gemaakt tussen de visuele en auditieve aspecten van de passage van een vliegtuig (Busnel 1978). Vaak is het zeer lastig om visuele en auditieve aspecten van een verstoringsbron te scheiden. Vooralsnog bestaat het beeld dat verstoring door vliegtuigen een complex van factoren is dat is samengesteld uit visuele en auditieve componenten (Kempf & Hüppop 1996). De hieronder vermelde onderzoeksresultaten onderbouwen dit.

Visuele verstoring

In onoverzichtelijke landschappen horen vogels het geluid van een naderend vliegtuig vaak eerder dan dat ze het zien. Door Loosjes (1974) is waargenomen dat grauwe ganzen alert werden wanneer ze een vliegtuigje hoorden, maar pas opvlogen wanneer ze de geluidsbron konden zien. Zelfs de vrijwel geluidloze deltavliegers en hanggliders kunnen sterke vluchtreacties induceren, zoals voor gemzen, edelherten en steenbokken in de alpen is vastgesteld (Mosler-Berger 1994). Lorentz & Tinbergen wezen er al op dat vluchtgedrag voor silhouetten die op roofvogels lijken gedeeltelijk is aangeboren en daarnaast ook door aanleren wordt versterkt (Manning 1967). Uit bovenstaande kan worden afgeleid dat in verstoring van fauna door vliegtuigen zeker ook visuele aspecten een rol spelen.

Auditieve verstoring

Uit de studies van Weisenberg *et al.* (1996) en Krausman *et al.* (1998) aan bergschapen volgt dat de effecten van laagvliegende straaljagers voor het overgrote deel kunnen worden toegeschreven aan de auditieve aspecten van deze verstoring. De dieren

vertoonden in een experiment waarin het laagvliegen vanuit speakers werd nagebootst eenzelfde (mate van) reactie als in een experiment waarin de straaljagers daadwerkelijk laag overvlogen. Ook bij grote kuifstern kolonies in Australië werd een sterke verstoring waargenomen na het afspelen van geluiden van vliegtuigpassages op verschillende hoogtes (Brown 1990). In een studie van Ward *et al.* (1999) is een verschil in reactie aangetoond op lawaaiige en stille toestellen, ook binnen de groep van kleine vliegtuigjes.

3.2 Model benadering

Om de relatie tussen het vliegverkeer van en naar een vliegveld en de mogelijke verstoring van fauna in beschermde gebieden te beschrijven, is de literatuur eerst gerangschikt naar mogelijke effecten in een logische reeks van gevolgen van verstoring. Dit noemen we een keten van oorzaak en gevolg, ofwel een effectketen.

Effecten van verstoring hebben verschillende verschijningsvormen. Effecten vooraan in de keten zijn eenvoudiger vast te stellen dan daarop volgende effecten. De meest direct waarneembare effecten zijn veranderingen van gedrag (alarm, opvliegen, vluchten, etc.). Deze primaire reacties kunnen een keten van oorzaak en gevolg in gang zetten, waardoor uiteindelijk de reproductie en de overleving van individuen kunnen afnemen. Dit kan er toe leiden dat de omvang van de populatie daalt (figuur 3.1).

Een verstoring induceert een stressreactie die zich onder andere kan uiten in een verandering in fysiologie (bijvoorbeeld verhoogde hartslag, wijzigingen in hormoonspiegels). Dat dit niet altijd resulteert in een waarneembare gedragsverandering kan geïllustreerd worden met de resultaten van een onderzoek naar zeevogels op de Galapagos eilanden. Deze staan bekend vanwege hun grote mate van tamheid, waarbij bezoekers tot op enkele meters van broedende vogels kunnen komen. Jungius & Hirsch (1979) toonden aan dat de hartslag van vogels die op minder dan 18 meter werden benaderd met een factor vier toe kon nemen. Deze vogels kennen bij een regelmatig bezoek van toeristen dus een sterk verhoogd stressniveau, zonder dat er visueel waarneembare reacties optreden. Aangezien er een positief verband bestaat tussen hartslag en energie uitgaven (Storch *et al.* 1999), resulteren deze niet-zichtbare effecten van verstoring in principe tot extra energie-uitgaven met mogelijk gevolgen voor reproductie en overleving.

Reacties die leiden tot een verandering van het gedrag zijn in het veld eenvoudiger vast te stellen dan de daaraan voorafgaande fysiologische. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld het alarmeren of vaker opkijken tijdens het foerageren (o.a. Coleman *et al.* 2003, Komenda-Zehnder *et al.* 2003). Het gevolg van verstoringen van gedrag door vogels betekent in eerste instantie tijdverlies en extra energieuitgaven. Deze beide kosten moeten met extra voedselopname gecompenseerd worden. Door een verstoring kan een dier ook tijdelijk uitwijken of de verstoorte locatie definitief verlaten. De voedselopname is op de alternatieve locatie over het algemeen lager, wat gevolgen heeft voor de energiehuishouding. Territoriale soorten foerageren buiten hun vaste voedselgebied vaak niet verder (Smit & Visser 1989). Veranderingen in de energiehuishouding kunnen zich

vertalen in gevolgen voor reproductie en overleving. Als verstoring leidt tot het verlaten van het nest of jongen vergroot dit de kans op predatie. Effecten van verstoring op reproductie en overleving vormen het ultieme criterium voor de beoordeling van verstoring. Samen bepalen ze namelijk de omvang van een populatie. Aantonen dat (herhaalde) verstoring kan leiden tot veranderingen in de laatste schakels van de keten, en daarmee de populatieomvang, is niet eenvoudig. Veel onderzoek richt zich dan ook op de eerste delen van de keten. Enkele studies hebben evenwel duidelijk gemaakt dat ook in de laatste stappen effecten zichtbaar kunnen worden (Madsen 1994, Verhulst *et al.* 2001).



Figuur 3.1 Effecten van verstoring op de fauna in een keten van oorzaak en gevolg.

3.3 Effecten van verstoring

In het scala van mogelijkheden van verstoring als gevolg van menselijke aanwezigheid, zijn vliegtuigen slechts een van de mogelijkheden. In het vervolg wordt per aspecten uit de effectketen de bestaande kennis samengevat. Vermoedelijk maakt het voor dieren weinig uit wie of wat de bron van de verstoring is, het effect zal hetzelfde zijn. Daarom wordt waar nodig en verantwoord ook literatuur gebruikt die op andere verstoringsbronnen dan vliegtuigen is gebaseerd.

Fysiologie

Vogels

In een fysiologisch onderzoek naar de effecten van vliegtuiggeluid op zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen wordt vermeld dat intens hoge geluidbelasting, met name op vliegvelden, een ernstige mate van geluidsstress oproept. Daarbij wordt vermoedelijk het

vermogen van de vogels om de geluidsbron te lokaliseren aangetast. Wanneer vogels niet in staat zijn om vliegtuigen auditief te lokaliseren, kan dit leiden tot aanvaringen met vliegtuigen. Dit is negatief voor de vliegveiligheid van de luchtvaart ter plaatse (Counter 1985).

Een ander fysiologisch effect is de, door veel onderzoeken vermelde, verhoging van de hartslagfrequentie onder invloed van de passage van een vliegtuig of helikopter. Dit werd onder andere vastgesteld voor Adélie pinguïn (Culik *et al.* 1990), verschillende zeevogels (Jungius & Hirsch 1979), eidereend (Gabrielsen 1987) en grutto (Dietrich *et al.* 1989 in Kempf & Hüppop 1995). Aangezien er een positief verband bestaat tussen hartslag en energieuitgaven (Storch *et al.* 1999), leiden deze niet-zichtbare effecten van verstoring in principe tot een verhoogde voedselbehoefte.

Zoogdieren

Door Weisenberg *et al.* (1996) zijn experimenten uitgevoerd naar de effecten van laagvliegende straaljagers op hartslag en gedrag van 'mule deer' en bergschaap. In het experiment werden 1 tot 7 passages per dag nagebootst, met geluidsniveaus tussen 92 en 112 dB. Gemiddeld lag de hartslag tijdens de passage 10-20% hoger dan daarvoor. Na 1 tot 3 minuten was deze weer terug op het oude niveau. Voorts werd onder beide soorten een evenredig verband gevonden tussen geluidsbelasting en de toename van de hartslagfrequentie. Gedragsreacties van beide soorten lagen in de zomer (30-45 sec) hoger dan in de nazomer en winter (15-30 sec). Binnen 4 minuten na de gesimuleerde passage keerden de dieren terug naar hun oorspronkelijke gedrag.

In een veldproef van Krausman *et al.* (1998) zijn de effecten van laagvliegende straaljagers (<500 m) op bergschapen onderzocht. In 15% van de gevolgde passages werd een verhoogde hartslag vastgesteld. Binnen 2 minuten na de gebeurtenis was de hartslag weer terug op het oude niveau. Voorts bleek in deze proef dat lage passages van straaljagers in de meeste gevallen geen invloed op het gedrag en de habitatkeus van de bergschapen hadden. In de gevallen dat wel een effect zichtbaar was, was dit van korte duur.

Gedrag

Vogels

Reacties als gevolg van verstoring door vliegtuigpassages kunnen variëren van opkijken tot het definitief verlaten van de verstoorte locaties. De gevolgen van dit gedrag voor verspreiding van dieren en de energiehuishouding komen in volgende paragrafen aan bod. Geluidsverstoringen kunnen daarnaast ook de communicatie beïnvloeden. Vogelzang is vooral van belang wanneer visueel contact tussen individuen onmogelijk is. Dit is met name het geval in bossen, 's nachts en bij communicatie over grote afstanden. Bosvogels hebben vaak een zang met een frequentie rond de 2 kHz. Door vogels in het open veld wordt vaak een frequentie rond de 4 kHz gebruikt. De gebruikte frequenties lijken aangepast te zijn aan de omstandigheden in het habitat, waardoor verstrooiing en het uitdoven van het geluid zoveel mogelijk wordt voorkomen (Krebs & Davies 1993). De perceptie van geluiden wordt in meer of mindere mate beïnvloed door het

achtergrondgeluid. Om de communicatie tussen vogels te verstoren, hoeft de intensiteit van vliegtuiggeluid niet hoog te zijn. De opgeslagen informatie in de zang is door toevoeging van tonen in dezelfde range van golflengtes gemakkelijk te vervormen. Dit zal het voor een andere vogel moeilijk maken om zijn soortgenoot te verstaan (Dooling 1985 in Veen 1987). In een studie onder pimpelmees, koolmees en vink (Bergen & Abs 1997) bleken de vogels in een verstoord stedelijk gebied 's morgens eerder met zingen te beginnen dan in het controle gebied. De auteurs verklaren dit verschil door de aanwezigheid van kunstlicht. Daarnaast speelt ook de verstoring door stedelijk geluid vermoedelijk een rol bij het vroeger ontwaken van vogels. In deze studie werd ook een negatieve correlatie gevonden tussen verstoring door wandelaars en zangactiviteit. Daarnaast is in het stedelijk gebied een verandering in frequentie en toonhoogte van de zang van koolmezen gevonden. De auteurs verklaarden dit als een aanpassing om het stedelijke lawaai te 'verslaan' (Slabbekoorn & Peet 2003, Katti & Warren 2004).

Zoogdieren

Mogelijk is het door de toegenomen geluidsdruk in open zee voor gewone vinvissen (*Balaenoptera physalus*) moeilijker geworden om over grote afstanden onder water met elkaar contact te houden (Shaw 1978 in Platteeuw 1986).

Verspreiding

Vogels

Er is een groot aantal studies bekend waarin de effecten van verstoring op de verspreiding van wad- en watervogels worden beschreven (Gunn & Livingston 1974, Owens 1977, Derksen *et al.* 1979, Madsen 1984, 1985, Belanger & Bedard 1989, Jensen 1990, Stock 1992, Davidson & Rothwell 1993a, Madsen 1994, Carney & Sydeman 1999, Mosbech & Boertmann 1999). In deze studies vormen vliegtuigen een belangrijke verstoringbron. De verspreidingspatronen werden sterk beïnvloed door de mate van verstoring. De hoogste dichtheden van vogels zijn vastgesteld in (deel-)gebieden met de minste verstoring. Ook in studies waarin verstoring door vliegtuigen geen rol speelde, maar bijvoorbeeld wel van verkeer of van recreanten, zijn vergelijkbare effecten op broedende en pleisterende vogels vastgesteld (Van der Zande 1984, Madsen 1988, 1993, Mooij 1993, Spaans *et al.* 1996, Carney & Sydeman 1999, van de Kam *et al.* 2001).

Voor een aantal ganzensoorten is het effect van de mate van verstoring door vliegtuigen onderzocht. Door Owen (1977) is in een onderzoek aan rotganzen een gemiddeld verstoringniveau van 0,68 gevallen per uur vastgesteld en door Stock (1992) in een onderzoek aan dezelfde soort van 2,19 gevallen per uur. De sneeuwganzen had in een studie van Prevett & MacInnes (1980) een verstoringdruk van 1,4-2,6 gevallen per uur te verduren en in een studie van Belanger & Bedard (1989) van ruim 1 geval per uur. Zowel bij genoemde rotganzen als sneeuwganzen bleek dat bij een verstoringdruk van meer dan 2 gevallen per uur, een deel van de vogels de volgende dag een andere pleisterplaats verkoos. Voor kleine rietganzen is een vergelijkbaar effect vastgesteld (Madsen 1985).

Zoogdieren

De grizzly beer als toppredator bleek in drie studies, bij nadering door een sportvliegtuig, in 20-25% van de gevallen een reactie te vertonen. Deze reactie bestond overwegend uit vluchten naar dekking (Young & McCabe 1997). Verdere consequenties konden niet worden aangetoond.

Voedselopname & voedselbeschikbaarheid

Vogels

Rond het thema voedsel en verstoring is het uitgangspunt dat bij verstoring van een foeragerende vogels, de voedselopname voor bepaalde tijd stopt. Hierdoor neemt de opname bij gelijke opname snelheid af. Dit zal in veel gevallen moeten worden gecompenseerd; of door langer op een dag te foerageren of meet voedsel per tijdseenheid op te nemen.

Door ondermeer Zwarts (1980) en Goss-Custard (1980) is aangetoond dat de voedselopname van steltlopers ten dele bepaald wordt door de dichtheid aan soortgenoten. Indien verstoorde vogels zich voegen bij soortgenoten in een ongestoord gebied zal de voedselopname dalen, vermoedelijk als gevolg van een toename in de interacties tussen vogels. Dit mechanisme zou gevolgen kunnen hebben voor de overleving van vogels (zie ook Goss-Custard 1994). Territoriale vogelsoorten wachten vaak tot de verstoring is verdwenen en zullen in de tussenliggende periode vaak in het geheel niet eten (Smit & Visser 1989). Herhaalde verstoringen bereiken daarom al snel een niveau dat ze door extra voedselopname gecompenseerd moeten worden. Daarnaast kan herhaalde verstoring tot problemen leiden voor soorten die een groot deel van de dag(lichtperiode) nodig hebben om in de energiebehoefte te voorzien of soorten die maar een bepaalde hoeveelheid voedsel per eenheid tijd kunnen verteren.

In Denemarken is door Madsen (1994) uitgebreid onderzoek gedaan naar de effecten van verstoring op de verspreiding van watervogels. Omdat jacht de belangrijkste verstoringfactor was, zijn eind jaren tachtig een aantal gebieden als jachtvrije reservaten aangewezen. Binnen korte tijd namen de aantallen pleisterende vogels enkele jaren achtereen toe. Bovendien werd het beschikbare voedsel langduriger en vollediger benut. Eerder was al aangetoond dat als gevolg van verstoring (jacht), vogels (met name smienten) in het najaar korter in Denemarken pleisterden dan op grond van de beschikbare hoeveelheid voedsel mocht worden verwacht (Madsen 1988). Door Stock (1992) zijn in de Duitse Waddenzee voor rotganzen vergelijkbare indicaties verkregen, alsmede door Belanger & Bedard (1989) voor sneeuwganzen in het Canadese wintergebied.

Energiehuishouding

Vogels

Pleisterende sneeuwganzen in Canada verloren door verstoring 4-51% van de beschikbare dagelijkse foerageertijd. Hierdoor werd per uur gemiddeld 2,9% minder energie opgenomen en 5,3 % meer energie besteed (Belanger & Bedard 1989). Berekend is dat bij een verstoringdruk van 0,5 verstoringgevallen per uur

sneeuwganzen 20,4% reserve inleveren (Davis & Wiseley 1974). Rotganzen in Engeland verloren als gevolg van geregelde verstoring 4,9-11,7% van de beschikbare foerageertijd en verhoogden hun dagelijkse energie uitgaven dien ten gevolge met gemiddeld 31% (Owen 1977, White-Robinson 1982). In een andere Engelse studie aan rotganzen (Riddington *et al.* 1996) bleek dat als gevolg van het door verstoring geïnduceerde vliegen, de vogels overdag gemiddeld 10% meer energie spendeerden, en op dagen met veel verstoring tot bijna 40%. Deze ganzen hadden in de winter vrijwel de volledige daglichtperiode nodig om in hun dagelijkse energiebehoefte te voorzien. Berekend is dat de extra-uitgaven niet meer tijdens daglicht gecompenseerd konden worden. Compensatie was alleen mogelijk indien de ganzen in de nacht ook een uur konden foerageren. In de vier hiervoor genoemde studies aan ganzen waren kleine vliegtuigen een belangrijke verstoringbron. Door Stock (1992) is voor rotganzen een verband aangetoond tussen de tijd die aan verschillende gedragingen wordt besteed en de mate van verstoring. Een complicerende factor is dat effecten bij migrerende dieren pas op een later tijdstip in het jaar en in een ander deel van het verspreidingsgebied zichtbaar kunnen worden.

Door Schilperoord & Schilperoord-Huisman (1981) is onderzoek gedaan naar de gevolgen van verstoring op kleine rietganzen op een pleisterplaats in Friesland. Ook zij kwamen tot de conclusie dat verstoring tot verhoogde energie uitgaven leidde. De kleine rietganzen konden hiervoor compenseren door tot in het donker te foerageren en bijna een uur later naar de slaapplek te vliegen in vergelijking tot ganzen die niet waren verstoord.

Zoogdieren

In een studie aan het groothoornschaap hebben Stockwell *et al.* (1991) vastgesteld dat passages van helikopters boven de Grand Canyon een significant negatief effect hadden op de foerageefficiëntie van deze dieren. In vergelijking tot ongestoorde groepen groothoornschaapen werd minder tijd besteed aan eten.

Reproductie en overleving

Vogels

Een groot aantal studies gaat in op de negatieve gevolgen van verstoring op het reproductieve succes van watervogels. Carney & Sydeman (1999) geven hiervan een overzicht waarop gereageerd is door Nisbet (2000). Ook Krijgsveld *et al.* (2004) geeft een overzicht. Het grootste deel van de in deze reviews geraadpleegde artikelen betreft de effecten van onderzoekers zelf of die van recreanten. Een klein deel heeft de gevolgen van vliegverkeer als onderwerp.

Studies waarin wordt aangetoond dat een verminderde conditie als gevolg van een verstoring door vliegtuigen leidde tot een lagere reproductieve output zijn nauwelijks bekend. Effecten op het reproductieve succes worden voornamelijk aangetoond bij al aanwezige nesten, eieren of jongen. Onder bruine pelikanen kon een eenmalige verstoring vroeg in het broedproces leiden tot het verlaten van de nestplaats (Anderson & Keith 1980). Wanneer vogels in paniek hun nest verlaten of gelijktijdig weer landen,

kunnen eieren breken tijdens interacties met burens (Burger 1981). Verder is er voor verschillende soorten een positief verband aangetoond tussen de duur dat het nest verlaten is en de kans op predatie van eieren (Harvey 1971, Inglis 1977, Madsen *et al.* 1989). Ook staan niet-afgedekte eieren bloot aan de directe invloed van weersvariabelen zoals zon en neerslag en is er een verhoogde kans op embryo-sterfte. Onder witte pelikanen is vastgesteld dat verstoring door vliegtuigen negatieve gevolgen heeft voor de legselgrootte, het broedsucces en het nestsucces en dus op de totale reproductieve output (Bunnell *et al.* 1981). Ook voor strandplevieren is een negatief verband aangetoond tussen de mate van verstoring en het aantal geslaagde legsels (Schulz & Stock 1993). Voor scholeksters op het wad van Schiermonnikoog werd als gevolg van experimentele verstoring door mensen een verminderde voedseloverdracht van ouder op jong vastgesteld en dien ten gevolge een verminderde overleving van jongen (Verhulst *et al.* 2001). Ook de nesten van deze soort hadden als gevolg van verstoring een verminderde overleving.

Over de effecten van geluidstrillingen op eieren is weinig bekend. Eieren van kwartels blootgesteld aan een serie geluidstoten van 80 dB, kwamen sneller uit (Dufour 1971 in Veen 1987). Jonge kippen waarvan de eieren regelmatig blootgesteld werden aan geluidstoten van 100 dB ondervonden geen nadeel tussen het uitkomen en de groei tot volwassenheid (Bell 1972 in Veen 1987).

Zoogdieren

In Alaska zijn de gevolgen van verstoring door vliegtuigen op de reproductie van boskariboes onderzocht (Harrington & Veitch 1992). Hieruit is gebleken dat de overleving van kalveren in gebieden met frequent laag vliegende straaljagers lager is dan in gebieden zonder dergelijk vliegverkeer. Een van de onderliggende factoren is vermoedelijk dat vrouwtjes minder tijd beschikbaar hebben om hun jongen rustig te zogen (Gunn *et al.* 1985). In laatstgenoemde studie zijn de gevolgen van laagvliegende helikopters onderzocht. In een veldexperiment van Krausman *et al.* (1998) zijn aanwijzingen verkregen dat vrouwtjes bergschapen die een kalf hebben gevoeliger zijn voor verstoring door laagvliegende straaljagers dan vrouwtjes zonder kalf.

Er zijn niet veel studies waarin melding wordt gemaakt van de gevolgen van verstoring op de overleving van vogels of zoogdieren; deze effecten zijn reëel, maar moeilijk aan te tonen. Nijland (1997) vermeldt waarnemingen van schikreacties van dieren als gemzen en steenbokken waarbij deze soms het evenwicht verliezen en naar beneden storten. Zeehonden kunnen soms door verstoring hun jong uit het oog verliezen waardoor de overlevingskansen van het jong afnemen.

Populatieomvang

Vogels

Er bestaan maar weinig studies waarin wordt aangetoond dat verstoring een negatief effect heeft op de omvang van een populatie; vooral omdat een dergelijk effect moeilijk is aan te tonen. In Carney & Sydeman (1999) worden enkele gevallen genoemd waarin de lokale afname van het aantal broedparen van enkele watervogelsoorten in verband

wordt gebracht met een sterke mate van verstoring. Bijvoorbeeld de afname van Adeline pinguïns op druk bezochte en bevlogen plaatsen op Antarctica (Sladen & Leresche 1970, Culik *et al.* 1990, Wilson *et al.* 1991), aalscholvers in Washington (V.S., Henny *et al.* 1989) en Jan van Genten (Canada, Nettleship 1975). In deze studies blijft in het midden of de populatie als geheel achteruit is gegaan of dat het om lokale effecten gaat die elders gecompenseerd zijn. Onderzoek in de Zeeuwse Delta laat zien dat de achteruitgang van veel kustbroedvogelsoorten mede bepaald wordt door de toename van verstoring door recreanten in de afgelopen decennia (Arts 2000).

Door Madsen (1994) is onderzoek verricht naar kleine rietganzen op een voorjaarspleisterplaats in het noorden van Noorwegen. Hier genereren de ganzen in enkele weken tijd een reserve die voldoende is om naar de broedgebieden op Spitsbergen te vliegen en eieren te leggen. In dit onderzoek zijn gegevens verzameld in jaren zonder verstoring door mensen en in jaren met intensieve verstoring. In het laatste geval vertrokken de ganzen duidelijk zichtbaar met minder reserves naar het noorden en keerden zij in het najaar vrijwel zonder jongen terug. In de jaren zonder verstoring waren de aangelegde reserves groter en werden de vogels in augustus met een significant groter aantal jongen teruggezien. Daarnaast bleef in een voorjaar met intensieve verstoring, een deel van het onderzoeksgebied vrij van verstoring. Ganzen die ongestoord hun voorjaarsreserve konden opbouwen, keerden in het najaar met significant meer jongen terug dan de ganzen die hun reserves op de verstoorde pleisterplaatsen opbouwden.

In studies aan kustbroedvogels in de Verenigde Staten (plevieren, sterns) is aangetoond dat onder invloed van frequente verstoring (voornamelijk recreatie) het broedsucces laag was (Page 1990, Saul 1982, Powell 1998). Wanneer door beleid en beheer de verstoring (vrijwel) werd uitgebannen, lag het succes van de twee onderzochte soorten aanzienlijk hoger. Het gevolg was dat de populatie weer toenam, terwijl deze daarvoor een kwakkelend bestaan leidde. De verstoringssintensiteit was vóór de maatregelen vermoedelijk zo hoog, dat onvoldoende jongen werden geproduceerd om de populatie in stand te houden. Daarna was de verstoring zo laag dat de reproductie weer boven de kritische grens kwam en de onderzochte soorten weer konden toenemen.

zoogdieren

Geen relevante referenties gevonden.

3.4 Tolerantie

bezien vanuit evolutionair oogpunt zijn er twee taken waar vogels zich dagelijks voor geplaatst zien. Naast het voorzien in de voedselbehoefte moet een vogel er permanent voor zorgen niet gepredeerd te worden. Het grootbrengen van zoveel mogelijk, ook weer reproductieve, nakomelingen is van belang op de langere termijn. Om dit te bereiken worden verschillende afwegingen gemaakt. In de evolutie hebben vogels allerlei gedragingen ontwikkeld om het predatierisico door natuurlijke predatoren te verminderen. De keuze van een vogel voor een bepaalde foerageerplek zal het resultaat zijn van een afweging tussen de kosten (onder andere predatierisico, vlieggkosten om er

te komen) en de baten (voedselopname op die locatie). Er zal gekozen worden voor een locatie waar het predatierisico zich zo gunstig mogelijk verhoudt tot de opnamesnelheid die in die periode noodzakelijk is (Krebs & Kacelnik 1991). Deze kosten-batenanalyse bepaalt de verstoringgevoeligheid van een vogel. Hierbij wordt aangenomen dat de reactie op verstoring een vorm van anti-predatie gedrag is. Dit betekent dat de verschillen in 'verstoringgevoeligheid' van een vogel alleen begrepen kunnen worden op basis van kennis van onder andere de voedselbeschikbaarheid, voedselbehoefte, de alternatieve locaties en territoria (Spaans *et al.* 1996).

Bij onderzoek naar 'verstoringgevoeligheid' van vogels wordt vaak gekeken naar opvliegafstand of worden aantallen en dichtheden van vogels in een verstoord en niet-verstoord gebied met elkaar vergeleken. Dat vogels zich dicht laten naderen of regelmatig in verstoord gebied voorkomen, hoeft niet het gevolg te zijn van ongevoeligheid voor verstoring. Het kan samenhangen met bijvoorbeeld voedselschaarste of andere factoren (bijvoorbeeld een nest met eieren of kuikens) waarbij een groter risico wordt getolereerd.

Tolerantie voor een bepaalde verstoring lijkt te worden bevorderd door een constant en voorspelbaar prikkelaanbod (regelmaat in tijd en ruimte). Bovendien moet de verstoring niet een daadwerkelijke bedreiging vormen en ook niet lijken op situaties die een daadwerkelijke bedreiging vormen. Als voor het dier daarnaast de voordelen van het onderdrukken van anti-predator gedrag groter zijn dan de nadelen, zal tolerantie voor verstoring in veel gevallen optreden (Nijland 1997). Dit impliceert dat verstoring vooral getolereerd wordt door dieren die langere tijd achtereen in een bepaald gebied verblijven dan wel een bepaalde locatie regelmatig bezoeken. In gebieden waar de dieren slechts korte tijd verblijven (bijvoorbeeld tijdens de trek), is de kans op verstoringstolerantie kleiner (Platteeuw 1986). Daar staat tegenover dat tijdens de trek veel vogels genoodzaakt zijn bij te tanken, dus maar wat graag in een geschikt gebied zullen blijven.

Broedvogels

Met name in de broedtijd wordt door vogels veel geïnvesteerd in het verdedigen van een territorium, het leggen van eieren en het grootbrengen van jongen. Tijdens de broedtijd zullen vogels dan ook ten opzichte van verstoring een ander gedrag vertonen dan in de periode daarbuiten. In de vestigingsfase en het begin van de incubatiefase zijn vogels relatief kwetsbaar voor verstoring (Nisbet 2000, Platteeuw 1986). Een nestplaats zal dan ook verlaten worden als deze door verstoring als werkelijk gevaarlijk wordt ervaren. Later in de broedperiode wordt meer verstoring getolereerd. Verstoring leidt dan mogelijk tot fysiologische reacties als een verhoogde hartslag en wijzigingen in hormoonspiegels (stress), zonder dat uiterlijke gedragsveranderingen zichtbaar worden. Illustratief zijn in dit geval de resultaten van een onderzoek onder verschillende zeevogels op de Galapagos eilanden. Deze vogels staan bekend vanwege hun grote mate van tamheid, waarbij bezoekers tot op enkele meters van broedende vogels kunnen komen. Jungius & Hirsch (1979) toonden aan dat de hartslag van vogels die tot op minder dan 18 meter werden benaderd met een factor vier toe kon nemen. Ook de Mexicaanse gevlekte bosuil vluchtte bij een gelijke verstoringstimulus significant minder vaak tijdens de eileg-

en broedfase dan in de periode waarin de jongen konden vliegen (Delaney *et al.* 1999). Wanneer een oudervogel het nest verlaat stelt het de jongen bloot aan een verhoogde kans op predatie en de directe invloed van weersvariabelen zoals zon en neerslag. Bovendien is er met name bij koloniebroeders een verhoogd risico dat de eieren breken wanneer vogels in paniek hun nest verlaten of later bij het gelijktijdig landen in interactie verwickeld raken met vogels van naburige territoria (Burger 1981).

In een vergelijking van hartslagfrequentie na blootstelling aan intense hoge geluidstrillingen lieten twee groepen meeuwen opmerkelijke verschillen zien (Counter 1984). Bij meeuwen afkomstig van een kolonie broedend op een vliegveld verdubbelde de hartslag in 1 seconde en keerde daarna snel terug naar het uitgangspunt. De controle groep meeuwen lieten na blootstelling een meer graduele stijging in hartslag zien tot 20% boven het normale niveau, waarna dit ook langer aanhield. De duiding van dit verschil bleef in dit onderzoek onbesproken; maar hangt vermoedelijk samen met gewenning.

Op basis van leerprocessen kunnen ook uitzonderlijke broedplaatsen worden gekozen, bijvoorbeeld op plaatsen met een grote geluidsdruk (vliegvelden) of vlak naast een drukke snelweg. Zo zijn op verschillende vliegvelden in de wereld kolonies sterns bekend, die direct langs een start- of landingsbaan broeden, dan wel op of nabij opstelplatforms: kleinste stern, bruine stern (V.S., Altman & Gano 1984), visdief (Schiphol, A. Klaver in Nijland 1997). Dit gedrag wordt in verband gebracht met een hoge mate van tolerantie voor veel geluid. De vogels blijven op hun nest zitten, ook al taxiën, starten en landen binnen enkele tientallen meters vliegtuigen. Voorstelbaar is dat dichtbij een startbaan verstoring door mensen veel geringer is dan elders. Hoge geluidsdruk zou in een dergelijke situatie gepaard gaan met een grote rust (Smit & Visser 1989).

Na afweging van diverse factoren wordt de beste locatie gekozen. Zo toonde onderzoek in Nederland door Reijnen *et al.* (1992) aan dat er minder broedvogelsoorten gevonden worden in de nabijheid van snelwegen. Het broedsucces voor de fitis langs snelwegen was erg laag in verhouding tot niet-verstoord gebieden en de verblijftijd van de vogels erg kort (meestal maar één jaar). Men vermoedt dat geluidsbelasting hierbij de belangrijkste oorzakelijke factor was. De auteurs wijzen op het feit dat de dichtheid van vogels niet altijd een goede maat is om de kwaliteit van een habitat te meten. Naarmate de populatieomvang toeneemt zal een groter aantal vogels zich vestigen in het marginale habitat.

Niet-broedvogels

Ook niet-broedvogels maken afwegingen. Hierdoor kan de mate waarin ze reageren op verstoring van plaats tot plaats verschillen. Op plaatsen waar niet-broedvogels relatief tolerant zijn voor verstoring, lijken verschillende verklaringen mogelijk.

1. Voedselbehoefte is groot. Er kan sprake zijn van een slechte conditie, bijvoorbeeld na een trektocht of van voedselschaarste, bijvoorbeeld in de winter wanneer beschikbare voedselbronnen een minimum bereiken. Vliegen kost in dergelijke situaties veel energie

en zal zoveel mogelijk vermeden worden. De vogels accepteren dan een hoger predatierisico omdat vluchten de conditie alleen maar doet verslechteren. Verschillen in tolerantieniveau van een soort in bepaalde periodes van het jaar zouden hier mogelijk door verklaard kunnen worden. In een Engels winterkwartier van rotganzen verstoorden wandelaars, die op minder dan 100 m van foeragerende vogels passeerden, in de eerste helft van de winter deze vogels in meer dan 30% van de gevallen (Owens 1977). In de tweede helft van de winter daalde dit aandeel tot 12%.

2. Het gebied waar gefoerageerd wordt is veel voedselrijker dan de omgeving: verstoring zal dan langer worden geaccepteerd omdat er een hoge voedselopname tegenoverstaat. Het kan zijn dat de kosten om een alternatieve voedsellocatie te bereiken te hoog zijn. Ook dieren met een vast territorium zullen dit niet snel verlaten.

3. Er heeft selectie plaatsgevonden: minder 'tolerante soorten/individuen' hebben het gebied verlaten, alleen 'tolerante soorten/individuen' zijn overgebleven. Smit (1986) toonde aan dat bij verstoring door militaire schietoefeningen de diversiteit van de aanwezige vogelpopulatie in het onderzoeksgebied lager was. Ook ruiende vogels zijn zeer gevoelig voor verstoring. Zo reageerden ruiende rotganzen op 3,5 km afstand al op helikopters (Jensen 1990 in Miller *et al.* 1994).

Grote groepen vogels zijn eerder onrustig dan kleine groepen of solitaire individuen (Madsen 1985, Visser 1986, Belanger & Bedard 1989). Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt doordat er in een grote groep meer vogels waakzaam zijn dan in een kleine groep en groepsleden zich sterk richten op de waakzaamste leden (Mathers 2001). Hierdoor zal er sneller sprake zijn van verstoord gedrag en van vlucht. Komen soorten in een groep gemengd voor dan reageert een dergelijke groep veelal als de meest gevoelige soort (Smit & Visser 1989). Daarnaast lijkt het juist door de opvallendheid van een grotere groep ook van belang om sneller te reageren op mogelijk onraad (Platteeuw 1986).

Een lage tolerantie voor een verstoring kan ook worden veroorzaakt door negatieve ervaringen met de verstoring. In geval van jacht is vluchten voor vogels zeer adaptief. Het is ook mogelijk dat er goede alternatieve locaties aanwezig zijn waarnaar zonder problemen (weinig energiekosten en/of interactie met soortgenoten) uitgeweken kan worden of dat een sterke binding met het verstoorde gebied ontbreekt. De mogelijkheid bestaat ook dat de conditie van het dier zodanig goed is, dat deze het zich kan permitteren om geen enkel predatierisico te lopen en dus vlucht. Deze opsomming is zeker niet volledig maar wil aantonen dat een lage tolerantie voor een verstoring niet per definitie als negatief beoordeeld moet worden. Het feit dat er verschillende interpretaties mogelijk zijn bij een zelfde onderzoeksresultaat en de complexiteit van het verstoringprobleem maakt het noodzakelijk om uiterst zorgvuldig met de resultaten van dit soort onderzoek om te gaan (Spaans *et al.* 1996).

3.5 Verstoring door geluid

Geluid is een hoorbare trilling, gekenmerkt door geluidsdruk en frequentie. Het geluidsdrukniveau wordt weergegeven in decibel (dB), een logaritmische maat. Een verandering van 10 dB geeft een 10-voudige toename in het geluidsniveau, 20 dB een 100-voudige toename (Kraan & Etten 1995). De geluidsstrekte kan op verschillende wijzen worden geregistreerd. In de hieronder volgende tekst wordt dB (A) gebruikt. Dit is een frequentieafhankelijke weging waarbij het hoogste geluidsniveau over 35 msec wordt gemiddeld.

Geluidsgolven die het trommelvlies bereiken worden bij de mens en ook bij veel gewervelde dieren door het trommelvlies versterkt. Voortdurende blootstelling aan een zeer hoog aantal decibels in de onmiddellijke omgeving kan gehoorbeschadigingen opleveren. Voor mensen ligt de bovengrens van wat het gehoor zonder schade kan verwerken op 85 dB (Waterman 2000). Geluidshinder zal in veel gevallen eerder optreden.

Geluidstrillingen worden daarnaast gekenmerkt door een bepaalde frequentie uitgedrukt in Hertz (Hz) of in kiloHertz (kHz). Het menselijk gehoor is het gevoeligst voor geluiden tussen 1 en 4 kHz. Geluid met een frequentie beneden de 20 Hz wordt infra-geluid genoemd. Van bepaalde soorten duiven staat vast dat ze frequenties in de range van 1 tot 10 Hz kunnen onderscheiden (Larkin 1996 in Oost *et al.* 1998). Over het gehoorbereik van verschillende diersoorten is weinig bekend. Vaststaat dat dit tussen soorten verschilt. Zo hebben koolmezen een gehoorbereik tussen 3,2-4,8 kHz, boomkruipers tussen 3,5-8,5 kHz en ligt het gehoorbereik voor de grote mantelmeeuw en zilvermeeuw vermoedelijk tussen de 1 en 3 kHz (Ryden 1978, Counter 1985).

Geluid *sec* is een belangrijke factor in verstoring van fauna. Zo is in Nederlands onderzoek in gebieden rond de Waddenzee aangetoond dat militaire schietoefeningen de verspreiding van foeragerende en overtijdende vogels beïnvloeden (van Eerden 1979, Visser 1987). Bij schietoefeningen op de Vliehors met geluidsstrektes tussen 68-100,2 dB bleken kanoetstrandlopers massaal te verdwijnen (Smit 1987). Dat geluid een belangrijke rol speelt wordt ook ondersteund door de vele onderzoeken die gedaan zijn naar het effect van jacht als verstoringfactor (o.a. Owen 1993, Madsen 1993).

MacKenzie *et al.* (1993) stelden kippen bloot aan geluiden tussen 60-110 dB. De vogels konden de geluiden uitschakelen door zich te verplaatsen naar een bepaalde locatie in de proefopstelling. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat kippen geluid tussen 105-110 dB proberen te vermijden. Daarnaast werden ook dierlijke en machinegeluiden van 90 dB actief ontweken.

Smit & Visser (1989) vermelden een onderzoek waarbij een positieve correlatie werd aangetoond tussen de hoeveelheid vliegtuiglawaai (meer dan 65 dB) en verstoring bij broedende scholeksters en bergeenden en overtijdende rotganzen en bergeenden.

In het eerder genoemde onderzoek van Reijnen *et al.* (1992, 1997) naar het effect van wegen met snelverkeer op broedvogelpopulaties werd bij 29 van de 41 onderzochte soorten in het bos en bij 8 van de 12 onderzochte soorten in het open weidegebied een effect vastgesteld. Men vermoedt dat lagere broedvogeldichtheden langs de weg in verband staan met de geluidsbelasting door verkeer. De waarde voor geluidsbelasting waarboven de broedvogeldichtheid voor bosvogels verlaagd is, ligt dan bij 43 dB en voor weidevogels bij 48 dB. In onderzoek naar effecten van (geluid van) treinen werden vergelijkbare waarden en effecten gevonden (Tulp *et al.* 2002).

Uit een aantal experimenten met zwarte eenden en carolina eenden hebben Conomy *et al.* (1998) geconcludeerd dat vogels aan de geluidbelasting van inkomend en uitgaand vliegverkeer kunnen wennen. De reactie van de dieren werd getest bij overvliegende militaire vliegtuigen. In een tweede experiment werden de dieren, met behulp van speakers, 5 keer per uur blootgesteld aan alleen het geluid (± 85.1 dB) van overvliegende vliegtuigen. De zwarte eenden namen gedurende het experiment af in gewicht (negatief effect van verstoring door vliegverkeer). Lichaamsgewichten van de carolina eenden werden niet gemeten (geen effect van vliegverkeer).

In iedere omgeving is een bepaalde hoeveelheid achtergrondgeluid aanwezig. Dit kan variëren van 25-35 dB in een bergachtig bosgebied (Delaney *et al.* 1999) tot 55-65 dB met pieken van zelfs 75 dB in zeevogelkolonies (Brown 1990, Burger 1981). Wanneer hier als gevolg van menselijk handelen extra geluid aan toegevoegd wordt, kan dit verstoring werken. Grote kuifsterns reageren op door speakers afgespeeld vliegtuiggeluid van 65 dB door opkijken en alert gedrag. Schrikreacties en vluchtgedrag waren bij vliegtuiggeluiden van 90-95 dB significant hoger dan in de controle groep. Voor de brilstern werd in een overeenkomstig onderzoek al bij een lagere geluidbelasting verhoogd vluchtgedrag waargenomen (Brown 1990). Wind en golven produceerden hier een achtergrondgeluid variërend van 55 tot 75 dB. De dieren werden blootgesteld aan vliegtuiggeluiden van 65 tot 95 dB. Geconcludeerd kan worden dat ieder geluid waargenomen boven de achtergrondruis uit, een reactie opleverde. Daarnaast werd het deel van de kolonie kuifsterns dat een reactie vertoonde groter bij hogere geluidsbelasting (Brown 1990).

Een verklaring voor de gevonden verschillen in reacties na blootstelling aan sterk uiteenlopende geluidssterktes kan gezocht worden in verschillen in verstoringstolerantie tussen soorten. Locatieafhankelijke verschillen in achtergrondgeluid spelen ook een rol. Hoe belangrijk daarnaast het type geluid is, blijkt uit de resultaten van een onderzoek aan Mexicaanse gevlekte bosuilen (Delaney *et al.* 1999). Individuele uilen werden afwisselend blootgesteld aan het geluid van helikopters en kettingzagen. De uilen vertoonden vluchtgedrag bij blootstelling aan helikoptergeluid van 92 dB. Voor het geluid van kettingzagen lag deze drempel al bij een geluidsterkte van 51 dB. De auteurs vermoeden dat dit verschil veroorzaakt wordt door verschillen in frequentie van het geluid. De frequentie range van het geluid van kettingzagen komt het meest overeen met de frequentie range waarin de Mexicaanse gevlekte bosuilen het gevoeligst zijn.

Helaas zijn maar van weinig diersoorten audiogrammen beschikbaar. Een audiogram is een grafische weergave van het hoorbereik, waarbij de minimale waarneembare geluidssterkte (dB) is uitgezet tegen de bijbehorende frequentie (Hz). Deze audiogrammen zijn over het algemeen U-vormig (Richardson *et al.* 1995). Zo kan een geluid met bepaalde geluidssterkte, afhankelijk van de bijbehorende frequentie, wel of niet gehoord worden. Audiogrammen komen tot stand met behulp van gedragsexperimenten of door elektrofysiologisch onderzoek en deze zijn maar van weinig soorten beschikbaar. Uit de beschikbare informatie kan geconcludeerd worden dat de frequentie-range waarin dieren het meest gevoelig zijn, sterk kan verschillen tussen soorten. Om bovengenoemde redenen is het helaas niet mogelijk om een algemeen geldend geluidbelasting niveau aan te geven waarboven verstoring op zal treden.

3.6 Kritische hoogte en afstand voor effecten

Voor een overzicht van de in de literatuur gevonden kritische hoogtes en afstanden voor verstoring wordt verwezen naar bijlage 4.

Het verstoringsgeluid waaraan een dier wordt blootgesteld hangt af van verschillende factoren. Naast het eerder genoemde aanwezige achtergrondgeluid, zijn ook de duur, het frequentiespectrum en de sterkte van de geluidsbron zelf van belang. De omgeving van de geluidsbron zal ook een grote invloed hebben. Belangrijke parameters zijn de bodem, temperatuur en wind. Tenslotte zijn de hoogte en afstand van de geluidsbron mede bepalend voor het geluid op de plaats waar fauna zich bevindt. Hoger vliegen of op grotere afstand vliegen levert over het algemeen een reductie in geluidsbelasting op.

Onderzoek van Delaney *et al.* (1999) toont aan dat de verstoringreactie zich beter door afstand tot de bron laat voorspellen dan door het geluidsniveau van de verstoringbron. Het geluidsniveau van de helikopters, gecorrigeerd voor afstand, varieerde tussen de helikoptervluchten als gevolg van verschillende factoren, zoals onder andere, de snelheid van het toestel, de lading, de rotorstand en het weer. Ook Grubb & King (1991) vonden afstand als de belangrijkste voorspeller in hun model. Geluid kwam hierbij op de zesde plaats. Daarna volgen de duur van de verstoring, het visuele aspect, het aantal verstoringen en de stimuluspositie ten opzichte van het dier. Op welke manier het geluidsniveau in dit onderzoek bepaald werd, is echter niet geheel duidelijk.

In verschillende studies worden suggesties gegeven voor hoogtes en afstanden waar buiten verstoring, vaak gemeten als vluchtgedrag, beperkt blijft. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de tolerantie voor verstoring tussen soorten maar ook binnen soorten gedurende verschillende perioden in het jaar kan verschillen (zie ook paragraaf 4.4).

Broedende vogels

Door Grubb *et al.* (1992) is onderzoek gedaan naar de effecten van verstoring op het broedproces van zeearenden. Op grond van de verzamelde gegevens zijn met hulp van een model simulaties uitgevoerd. Hieruit viel af te leiden dat 500 en 1200 m afstand

kritische afstanden zijn voor verstoring van broedende zeearenden. Eerstgenoemde is de afstand waarbinnen vogels wegvliegen, laatstgenoemde de afstand dat vogels reacties vertonen. Deze bevindingen zijn in overeenstemming met eerder werk van eerstgenoemde auteur aan broedende zeearenden (Grubb & King 1991). Ook hierin was afstand tot de verstoringsbron de belangrijkste verklarende factor voor de waargenomen reacties van vogels en werden vergelijkbare kritische afstanden gevonden; hoe kleiner de afstand hoe groter het negatieve effect. In een vervolgstudie (Grubb & Bowerman 1997) is op basis van 19 onderzochte broedparen, berekend dat bij passages van vliegtuigen en helikopters op meer dan 600 m het aantal reacties van de vogels daalt tot 19% en dat wegvliegen als reactie niet voorkomt. Binnen 600 m werden meer reacties gezien, waaronder het verlaten van het nest.

Broedende Mexicaanse gevlekte bosuilen vertoonden alert gedrag wanneer helikopters zich op gemiddeld 403 m afstand bevonden. Op meer dan 660 m afstand werd geen reactie waargenomen (Delaney *et al.* 1999). Anthony *et al.* (1995) toonden aan dat het merendeel van broedende zwarte rotganzen op het nest blijft zitten, ondanks het overvliegen van een sportvliegtuigje op 140-155 m hoogte.

In een onderzoek naar de hartslagfrequentie van een broedend paar scholeksters op Helgoland (Duitsland) bleek als gevolg van een op 2 kilometer afstand passerend sportvliegtuig de hartslagfrequentie gedurende een halve minuut meer dan 30% hoger liggen (Hüppop & Hagen 1990).

Groepen vogels

Uit een extrapolatie van het door Nijland (1997) verzamelde materiaal van Rottumerplaat blijkt dat tot een vlieghoogte van 325 m (~1.000 ft) vrijwel iedere passage van een sportvliegtuig tot verstoring leidt. Boven een hoogte van 650 m (~2.000 ft) is er voornamelijk sprake van lichte verstoring. Bij vlieghoogtes van 1000 m (~3.000 ft) of meer wordt nauwelijks of geen verstoring verwacht (Lensink & Dirksen 2000). Dit komt overeen met de in de literatuur vermelde verstoringshoogtes.

Uit een onderzoek van Ward *et al.* (1999) kwam naar voren dat zowel rotganzen als Canadese ganzen op de meeste hoogtes en afstanden eerder verstoord werden door overvliegende helikopters dan door sportvliegtuigjes. Alleen bij minder dan 150 m hoogte of op meer dan 1,6 km afstand werd op beide typen vliegtuigen gelijk gereageerd. In 61% van de gevallen dat helikopters tussen de 915-1220 m overkwamen, vluchtten de rotganzen weg. Als belangrijke conclusie kwam uit deze studie naar voren dat de vluchtreactie van de ganzen afnam met de afstand tot de verstoringsbron, dit onafhankelijk van vliegtuigtype of geluidsproductie. Hoogte effecten daarentegen waren wel afhankelijk van vliegtuigtype en geluid. Men vermoedt dat, door het effect van geluidsweerkaatsing door wind en golven in het studiegebied, vliegtuigen vliegend tussen 305-760 m voor een hogere geluidsbelasting zorgen dan vliegtuigen die lager vliegen. De auteurs raden aan de afstand tot de vogels als belangrijkste criterium te nemen en adviseren hierbij een afstand van 1,6 km.

Baptist & Meininger (1996) merken op dat ganzen vaak al meer dan een kilometer voordat een toestel ze bereikt opvliegen en zijdelings verdwijnen.

Op grond van een studie aan rotganzen in een Engels overwinteringsgebied zijn door Owen (1977) de volgende conclusies geformuleerd. Kleine vliegtuigen die op een hoogte van minder dan 500 m passeerden op afstanden tot 1.500 m leidden vrijwel zonder uitzondering tot verstoring. Onder verstoring werd in dit geval verstaan dat vogels opschrikken en vervolgens 1 tot 2 minuten rond vliegen.

Vloog een vliegtuig of helikopter lager dan 330 m en langzaam, dan veroorzaakte dat bij steltlopers zowel in de trektijd als in de broedtijd grote onrust (Veen 1987). Baptist & Meininger (1984) zag vanuit vliegtuigen dat vliegen op een hoogte van 150 m altijd verstoort. Ook bij een hoogte van 300 m, zeker binnen een straal van 1 km, trad nog verstoring op.

Jensen (1990 in Miller *et al.* 1994) beschrijft een negatieve lineaire relatie tussen afstand en de duur van de verstoring van rotganzen. Daarnaast vond hij dat verstoring significant afnam wanneer helikopters boven de 1.070 m vlogen.

Een experimentele studie van Komender-Zehnder *et al.* 2003 aan de verstoringsgevoeligheid van overwinterende watervogels (kuifeend, tafeleend en meerkoet) op drie Zwitserse meren liet zien dat helikopters een sterker effect hadden dan kleine vliegtuigen, meer geluid van vliegtuigen ook meer verstoring veroorzaakte en zichtbare reacties bij vlieghoogten boven 600 m in de onderzochte groepen vogels niet meer werden waargenomen.

Ruiende vogels

Door Miller *et al.* (1994) en Miller (1994) is een model ontworpen en gebruikt, waarmee de effecten van vlieghoogte, vliegroute en vliegfrequentie van twee typen helikopters op het ruiproces van Pacifische rotgans konden worden gesimuleerd. De biologische parameters van het model werden ingevuld met in het veld vastgestelde waarden. Uit de simulaties volgde dat bij een vlieghoogte van 460 meter, via een route op minder dan 500 meter van ruiende groepen en met een hoge frequentie, bijna alle ganzen aan het einde van de ruiperiode het gewenste gewicht niet bereikten. Ongeveer 20% van de vogels bleef hier meer dan 20% onder. Dit impliceert dat deze vogels niet over de noodzakelijke reserves beschikten om succesvol naar de zuidelijke overwintergebieden te trekken en dus een verhoogde sterftekans hadden. Indien de vlieghoogte werd verhoogd, de route werd verlegd en de vliegfrequentie werd verlaagd, werden de effecten minder en kwam een groter deel van de ganzen wel op het gewenste gewicht. Simulaties van een 'stille' helikopter op een vlieghoogte boven 760 m en van een 'luidruchtige' helikopter boven 915 m lieten zien dat de verstoring dan zo gering is, dat nauwelijks meer gewichtsverliezen zouden optreden. Onder deze voorwaarden konden de rotganzen volgens het model succesvol ruïen en voldoende vet opslaan voor de trek naar zuidelijke overwinteringsgebieden.

Zoogdieren

Bij vlieghoogtes onder de 150 m zijn sterke vluchtreacties onder zoogdieren waargenomen, tussen de 200-400 m namen die af en tussen 400-600 m zijn geen zichtbare reacties waargenomen (Kempf & Hüppop 1996). Uit onderzoek van Born *et al.* (1999) blijkt dat op ijsschotsen rustende ringelrobben gevoeliger zijn voor verstoringen door laag vliegende helikopters dan voor verstoringen door sportvliegtuigen. De kritische afstand lag voor sportvliegtuigen op 500 m afstand en voor helikopters op 1500 m afstand. Verschillende onderzoeken naar verstoring van zeezoogdieren laten zien dat de verstoringsafstand in het horizontale vlak vaak veel groter is dan in het verticale vlak (Richardson *et al.* 1995).

Tot slot

Afstand en hoogte tot de geluidsbron zijn mede bepalend voor het geluid op de plaats waar fauna zich bevindt. Hoogte en verstoringsreactie zijn omgekeerd. In verschillende studies worden naast de hoogte waarop de verstorende vliegtuigen vlogen ook de afstand in het horizontale vlak tussen vliegtuig en de verstoorte fauna vermeld. Hieruit valt af te leiden dat de kritische afstand in het horizontale vlak groter is dan die in het verticale vlak. Dit fenomeen geldt voor vogels en voor zeezoogdieren. Bij zowel hoogte als afstand, speelt zowel het visuele aspect van verstoring als het auditieve een duidelijke rol. Op grond van het voor deze studie uitgevoerde literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat binnen de horizontale afstand van 2.000 m en een hoogte van 1.000 m van passerende vliegtuigen verstoringen te verwachten zijn. Op grotere afstanden zijn geen effecten van vliegverkeer vastgesteld.

3.7 Typen vliegverkeer

De aan het type vliegtuig gerelateerde eigenschappen, zoals verschijningsvorm, snelheid (duur van de verstoring), de hoogte waarop gevlogen wordt en geluidsproductie, zijn bepalend voor de visuele en auditieve verstoring van fauna. In al deze eigenschappen verschillen kleine en grote burgerluchtvaart. Zo ziet het geluidsspectrum van een vliegtuig zonder rotor of propellor er anders uit dan het geluidsspectrum van vliegtuigen met rotor of propellor. In het geluidsspectrum van laatstgenoemde zijn tonen in de lage frequentie-range meer aanwezig. Het geluidsspectrum van supersonisch vliegende toestellen geeft weer een ander beeld (Richardson 1995). Helikopters produceren meestal meer geluid dan sportvliegtuigjes van gelijke grootte (Richardson 1995). Ook oudere en nieuwere typen vliegtuigen van de grote burgerluchtvaart verschillen in geluidsproductie. De vliegtuigsnelheid bepaalt mede de verstoringsduur, een belangrijk aspect van verstoring. Ook de snelheid waarop gevlogen wordt, is gerelateerd aan het vliegtuigtype. Tenslotte is de hoogte waarop algemeen gevlogen wordt verschillend voor grote en kleine burgerluchtvaart. Vlieghoogtes en afstanden van vliegtuigen bepalen mede de geluidsterkte waaraan een dier op een bepaalde locatie wordt blootgesteld.

In een studie op J.F. Kennedy-airport (New York) is door Burger (1983) vastgesteld dat moderne (brede) vliegtuigen zoals de Boeing 747, L1011 en de DC10, relatief vaker in aanvaring komen met vogels dan de oudere (smallere) typen vliegtuigen (Boeing 707 & 727). Dit kan te maken hebben met de verschijningsvorm maar de belangrijkste factor

lijkt het geluidsniveau van beide typen vliegtuigen te zijn. Door het stiller worden van de moderne vliegtuigen komt het geluidsniveau minder snel op een niveau waarop een vluchtreactie van vogels wordt geïnduceerd. De tijd die beschikbaar is voor vluchten wordt hierdoor korter.

Supersonische vliegtuigen, zoals de Concorde hebben een veel hoger geluidsniveau (101-116 dB) dan subsonische Boeings 707, 727 & 747, met een geluidsterkte tussen de 88-101 dB. Concordes induceerden dan ook over grotere afstanden en in hogere mate vluchtreacties van vogels (Burger 1981).

Door Stock (1992) is voor overwinterende rotganzen onderscheid gemaakt tussen de effecten van straaljagers, sportvliegtuigen en helikopters. Overvliegende straaljagers veroorzaakten de minste verstoring: gemiddeld vloog 60% van de vogels uit een groep op. Sportvliegtuigjes en helikopters waren in hun effect vergelijkbaar; ongeveer 80% van de vogels vloog op. Daarnaast hervatten de ganzen na verstoring door een straaljager gemiddeld na 1 minuut het foerageren, door een sportvliegtuig na 1,7 minuten en door een helikopter na 2,1 minuten. Door Roberts (1966) is vastgesteld dat brandganzen bij verstoring door helikopters en kleine sportvliegtuigen sterker reageren dan bij verstoring door straalvliegtuigen. Ook onder pleisterende kolganzen in Engeland is vastgesteld dat zij door laagvliegende helikopters zonder uitzondering opvlogen, bij nadering van sportvliegtuigen vrijwel zonder uitzondering en bij nadering van grotere vliegtuigen minder (Owen 1973). Kleine rietganzen in Engeland waren op pleisterplaatsen in Lancashire minder gevoelig voor verstoring dan in de drie hiervoor genoemde studies (Forshaw 1983). Voor laagvliegende helikopters kozen zij vrijwel zonder uitzondering het luchtruim, maar bij laag vliegende sportvliegtuigjes (<500 m hoogte) foerageerde een deel van de vogels uiterlijk onverstoord verder. Wel is in dit onderzoek een verschil tussen de mate van gevoeligheid tussen verschillende voedselgebieden vastgesteld.

Helikopters, vliegend op ± 220 m hoogte, veroorzaakten de langste vliegtijd onder rotganzen in vergelijking tot sportvliegtuigen vliegend op ± 610 m hoogte en 800 m afstand van de groep rotganzen (Ward *et al.* 1994). Als mogelijke oorzaken hiervoor werden de lage vliegsnelheid, de geringe hoogte en geluidsproductie en vorm van de helikopters genoemd.

De resultaten van het onderzoek van Kushlan (1979) wijken van eerder genoemde bevindingen af. In deze studie werden de gevolgen van het gebruik van een helikopter en een sportvliegtuig voor het tellen van reigerkolonies vergeleken. Daarbij werd op hoogtes van 60 en 120 m gevlogen. De mate van verstoring door de helikopter was in de meeste gevallen minder dan door het sportvliegtuig. Ook Grubb *et al.* (1992) namen al verstoringsreacties waar, wanneer sport- en militaire vliegtuigen op grote afstand overvlogen. Voor helikopters was de afstand waarop verstoring optreedt kleiner.

Heinen (in Smit & Visser 1989) nam bij verstoringen door straaljagers (n=25) in 84% van de gevallen een gedragsverandering waar, bij sportvliegtuigen (n=136) in 56%, bij

helikopters (n=13) in 100% en bij (motor)zweefvliegtuigen (n=28) in 50% van de gevallen.

Broedende zeearenden en hun reacties op straaljagers, kleine vliegtuigen en helikopters zijn onderzocht door Grubb & Bowerman (1997). Helikopters veroorzaakten de sterkste reactie (47%), gevolgd door straaljagers (31%) en vliegtuigjes (26%).

Broedvogels reageerden aanzienlijk minder op (motor) zweefvliegtuigen dan op sportvliegtuigen, hetgeen mogelijk samenhangt met verschillen in gedrag van deze vliegtuigtypen (Smit & Visser 1989). Overvliegende vliegtuigen roepen vermoedelijk minder reactie op dan rondcirkelende vliegtuigen (Miller & Gunn 1979), en naarmate de snelheid lager wordt, neemt de mate van verstoring vermoedelijk toe (Larkin 1996 in Nijland 1997).

Naast de eerder besproken studies, zijn er nog enkele die in de mate van verstoring door vliegtuigen onderscheid maken naar het type vliegtuig. De grote variatie in de wijze waarop de verschillende onderzoeken zijn opgezet, maakt het vergelijken van de resultaten en het daarna evalueren van verstoring door verschillende typen vliegtuigen lastig. De in de literatuur gevonden verstoringshoogtes en afstanden leveren een beeld op waarin de effectafstanden van grote vliegtuigen, helikopters en sportvliegtuigjes in dezelfde orde van grootte liggen. Binnen dit generale patroon reiken de effecten van grote vliegtuigen gemiddeld wat verder dan die van helikopters en sportvliegtuigjes (bijlage 2).

3.8 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de directe effecten van vliegverkeer op fauna besproken. Bij verstoring spelen auditieve en visuele aspecten een rol. Deze aspecten van vliegverkeer zijn moeilijk gescheiden van elkaar te onderzoeken. Daarentegen zijn er ook aanwijzingen voor cumulatieve effecten van verstoring (Koolhaas *et al.* 1993). Hiermee wordt bedoeld dat de respons op verschillende verstoringen sterker kan zijn dan de som van effecten van de afzonderlijke verstoringen.

Hoogte en afstand tot de geluidsbron zijn mede bepalend voor het geluid op de plaats waar fauna zich bevindt, maar ook voor het visuele aspect van verstoring. Verschillende studies concluderen dat met name afstand een kritische factor is bij het voorspellen van verstoringreacties (Delaney *et al.* 1999, Grubb & King 1991). Op grond van het uitgevoerde literatuuronderzoek kan worden geconcludeerd dat binnen een afstand van 2.000 m en een hoogte van 1.000 m (3.000 ft) van passerende vliegtuigen verstoringen zijn te verwachten. Boven de genoemde vlieghoogte zijn op basis van de beschikbare gegevens geen effecten meer te verwachten. Vliegtuigtypen met een lage geluidbelasting en die op grotere afstand en hoogte passeren, zullen fauna minder verstoren dan vliegtuigen met een hoge geluidbelasting en/of een geringe passageafstand.

Ieder geluid, waargenomen boven de achtergrondruis uit, kan een reactie opleveren. Deze reactie neemt toe naar mate de geluidbelasting groter is. Het is hierbij van belang om te weten dat de frequentierange waarin fauna gevoelig is, per soort verschilt. Zo kan geluid van 51 dB even sterk verstorend werken als een geluid van 92 dB, wanneer de bijbehorende frequentie van het type geluid overeenkomt met de frequentie waarin het gehoor van het dier het meest gevoelig is (Delaney *et al.* 1999). Vanwege de waargenomen verschillen in gevoeligheid tussen soorten en de beperkte kennis van de frequentiegevoeligheid van de meeste soorten, is het niet mogelijk een algemene drempelwaarde af te leiden waarboven de geluidbelasting verstorend werkt.

De mate van verstoring door de verschillende typen luchtverkeer hangt onder andere samen met de hoogte en afstand waarop gevlogen wordt, de manier van vliegen en de daarmee samenhangende geluidsbelasting en duur van de belasting. Wetenschappelijk onderzoek richt zich in dit verband meer op het verstoringseffect van sport- en militaire vliegtuigen en helikopters dan op de effecten van grote burgerluchtvaart op fauna. Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor verschillen tussen grote en kleine burgerluchtvaart of militaire luchtvaart gelet op de mate van verstoring. Daarom worden de gegevens van de kleine burgerluchtvaart ook geldig geacht voor de grote burgerluchtvaart.

4 Conclusie

4.1 De huidige kennis

Veel van de geraadpleegde literatuur geeft een beeld van gevolgen van verstoring op de korte termijn; vooral de eerste stappen uit de keten van effecten (figuur 3.1) zijn onderzocht. Effecten op de lange termijn, die vooral gevolgen hebben voor de populatie, zijn weinig onderzocht. Daarnaast is een gebrek aan inzicht in fenomenen als tolerantie en gewenning geconstateerd. Vooral in gebieden met veel vogels, en veel menselijke activiteit, speelt dit vermoedelijk een grotere rol dan in de onherbergzame natuurgebieden waar een deel van het betere onderzoek zich heeft afgespeeld. In een dichtbevolkt land als Nederland is het vliegverkeer slechts een van de factoren die aanleiding kan zijn voor verstoring. Desondanks komt uit alle onderzoeken een generaal en eenduidig beeld naar boven omtrent effectafstanden.

Tussen de 2.000 en 3.000 ft treden volgens de uitgevoerde studies (ook in Nederland) overwegend milde vormen van verstoring op. Dit geldt voor zowel de broedtijd als de niet-broedtijd. Mogelijk is in kwetsbare situaties of perioden sprake van verhoogde stress of meer (op)vliegen. Dit kan leiden tot meer energie-uitgaven. In het algemeen zullen deze in eerste instantie door extra voedselopname gecompenseerd kunnen worden; boven een bepaalde grens is dit niet meer mogelijk en wordt de conditie van de vogel aangetast met mogelijk gevolgen voor reproductie en overleving. Uit het beschikbare onderzoek valt af te leiden dat het niet aannemelijk is dat bij lichte vormen van verstoring (vliegtuigen boven 2.000 ft) gebieden door vogels of andere fauna permanent geheel of gedeeltelijk worden verlaten. Bij deze vlieghoogtes zal mogelijke verstoring vooral kunnen optreden tijdens de start, met name vanwege de hogere geluidsbelasting.

Verstoringsen kunnen de fysiologie of het gedrag van een individu beïnvloeden. Veranderingen hierin kunnen doorwerken in energiehuishouding, reproductie en overleving. Sterke verstoringen kunnen mogelijk resulteren in negatieve effecten op de populatieomvang. Deze zijn moeilijk aan te tonen. Veel onderzoek richt zich dan ook op korte termijn effecten op lagere schaalniveaus.

Dieren lijken 'kosten & baten' van bepaald gedrag af te wegen. Dit aspect dient bij een beoordeling van de ernst van een verstoring meegenomen te worden. Een bepaalde mate van verstoring wordt mogelijk getolereerd omdat er andere, zwaarder wegende, positieve aspecten tegenoverstaan. Zo zijn broedende vogels, kleine groepen of individuen, dieren in een slechte conditie en dieren die bekend zijn met de verstoringsbron, meestal toleranter voor verstoring. Minder tolerant zijn vogels tijdens de ruiperiode, vogels in grote groepen, dieren in een goede conditie en dieren die onbekend zijn met de verstoringsbron.

De tolerantiegrens voor verstoringen kan verschuiven door gewenning. Na regelmatige blootstelling aan een prikkel (in tijd en ruimte) zonder een reëel negatief effect, kan de reactie op een verstoring afnemen.

4.2 De ontbrekende kennis

De aan- of afwezigheid van vogels in een gebied is het gevolg van een groot aantal factoren. Van primair belang zijn de structuur en (vegetatie)samenstelling van het habitat. Factoren als verstoring zijn secundaire habitatfactoren. Op veel plaatsen in Nederland is het vliegverkeer een van de factoren. Ook andere vormen van transport (oa. Reijnen 1996, Tulp *et al.* 2001), verstedelijking en recreatie (Van der Zande 1984) kunnen negatief uitwerken op de geschiktheid van een gebied voor vogels. In dit opzicht hebben vogels in het verstedelijkte Nederland veel te verduren, maar ook blijken veel soorten zich tot op zekere hoogte te kunnen aanpassen. Hierdoor is het inschatten van effecten van vliegverkeer niet eenvoudig; effecten van andere factoren kunnen het beeld vertroebelen.

In deze rapportage is aangegeven dat het aantonen van effecten van verstoring door vliegverkeer uitgebreid en inventief onderzoek vraagt. Vooral uit de eerste schakels van oorzaak en gevolg van verstoring is kennis aanwezig. Deze kennis (hoofdstuk 4) lijkt in eerste instantie in tegenspraak met veel locaties in Nederland. Zelfs in de directe omgeving van vliegvelden kunnen beschermde soorten voorkomen. Deze ogenschijnlijk tegenspraak wordt mogelijk ingegeven door tolerantie. Het zou wenselijk zijn meer aandacht en onderzoek aan tolerantie en gewenning te besteden. Zo kunnen beter onderbouwde uitspraken worden gedaan over de gevolgen van verstoring door vliegverkeer op fauna in een sterk verstedelijkte omgeving. Dergelijk onderzoek zou zich over vlieghoogtes tussen 0 en 3.000 ft moeten uitstrekken. Enerzijds kan gekeken worden naar de veranderingen in tijd en ruimte in het voorkomen van fauna in relatie tot een verstoringsbron als vliegverkeer en anderzijds naar de mechanismen die tot tolerantie en gewenning leiden.

Bijlage 3 Habitattypen Oostelijke Vechtplassen

Overzicht van habitattypen en soorten op basis waarvan gebieden binnen een straal van 15 km van Luchtvaartterrein Hilversum zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Habitatrichtlijn. Bron: Ministerie van LNV (www2.minInv.nl/thema/groen/natuur/natura2000/gebieden/127/gebied127.htm).

Habitatrichtlijngebied: Oostelijke Vechtplassen

Natura 2000 nummer: NL2003036

Oppervlakte: 3.270 ha

Belangrijkste gebied voor:

Habitatype:

3150 Van nature eutrofe meren met vegetatie van het Verbond van grote fonteinkruiden of het Kikkerbeet-verbond (*Magnopotamion* of *Hydrocharition*)

7140 Overgangs- en trilveen

91D0 *Veenbossen: Berkenbos met veenmos

Soort:

1042 Gevlekte witsnuitlibel

1082 Gestreepte waterroofkever

Verder aangemeld voor:

Habitatype:

- 3140 Kalkhoudende oligotrofe wateren met benthische vegetaties met Kranswieren (*Chara spp.*)
- 4010 Noord-Atlantische vochtige heide met Dophei (*Erica tetralix*)
- 6410 Grasland met Pijpestrootje (*Molinia*) op kalkhoudende, venige of lemige kleibodem (Blauwgrasland, *EU-Molinion*)
- 7210 *Kalkhoudende moerassen met Galigaan (*Cladium mariscus*) en soorten van het Knopbies-verbond (*Caricion davallianae*)

Soort:

1134 bittervoorn

1149 kleine modderkruiper

1166 kamsalamander

1163 rivierdonderpad

1318 meervleermuis

1340 *noordse woelmuis

1903 groenknolorchis

* Habitattypen en soorten die in de bijlagen van de Habitatrichtlijn als prioritair zijn aangemerkt