

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.

4.2 Model benadering

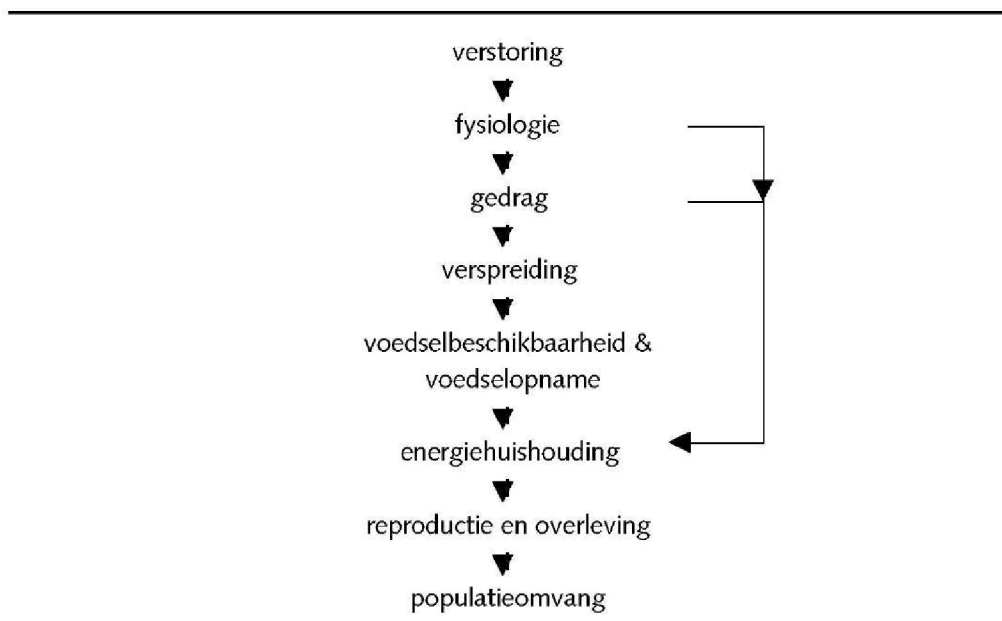
Om de relatie tussen het vliegverkeer van en naar Schiphol en de mogelijke verstoring van fauna in beschermde gebieden te beschrijven, is de literatuur eerst gerangschikt naar mogelijke effecten in een logische reeks van gevolgen van verstoring.

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 zal er toe leiden dat de omvang van de populatie daalt (figuur 4.1).

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 energieuitgaven 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. 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 verstoorde 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, de populatieomvang, is niet eenvoudig. Veel onderzoek richt zich dan ook op de eerste delen van de keten.



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

4.3 Effecten van verstoring

In het scala van verstoring als gevolg van menselijke aanwezigheid, zijn vliegtuigen slechts een van de mogelijkheden. 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 verstoringbronnen 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 localiseren, 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 adelijke 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

Schrikreacties als gevolg van vliegtuigpassages kunnen variëren van opkijken tot het definitief verlaten van de verstoorde 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 golflengte-range 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.

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 verstoringsbron. 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).

Voor een aantal ganzensoorten is het effect van de mate van verstoring onderzocht. Door Owen (1977) is in een onderzoek aan rotganzen een gemiddeld verstoringsniveau 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 verstoringsdruk 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 verstoringsdruk 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 mechanisme 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

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 waarbij 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 hebben op de foerageer efficiëntie van deze dieren. In vergelijking tot ongestoorde groepen schapen werd minder tijd besteed aan eten en meer aan andere gedragingen.

Reproductie & 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). Het grootste deel van de in beide 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 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 legfels (Schulz & Stock 1993).

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. 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. 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 adellie 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.

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 intensiteit was voor 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.

4.4 Tolerantie

Er zijn 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, vliegkosten 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 verstoringsgevoeligheid van een vogel. Hierbij wordt aangenomen dat de reactie op verstoring een vorm van anti-predatie gedrag is. Dit betekent dat de verschillen in 'verstoringsgevoeligheid' 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 'verstoringsgevoeligheid' 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 verstoorde gebieden voorkomen, hoeft niet het gevolg te zijn van ongevoeligheid voor verstoring. Het kan samenhangen met bijvoorbeeld voedselschaarste of andere beperkende factoren 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).

Er zijn verschillende interpretaties mogelijk bij een constatering van een bepaalde mate van tolerantie. In verschillende fasen van de jaarcyclus van een dier kan de verstoring verschillend beoordeeld worden. Zo zijn in het broedseizoen vogels min of meer gebonden aan een locatie en zullen andere afwegingen maken dan niet-broedende vogels.

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 verwikkeld 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.

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. De betrokken vogels kunnen dergelijke plaatsen mogelijk ervaren als lawaaierig maar niet als reëel gevaarlijk voor zichzelf of belemmerend voor het succesvol kunnen voltooien van het broedproces. Hierbij moet rekening gehouden worden met mogelijke verschillen in vegetatie, betredingsintensiteit of andere variabelen tussen ogenschijnlijk identieke alternatieve locaties. Voorstelbaar is dat verstoring in de vorm van menselijke aanwezigheid dichtbij een startbaan veel lager zou kunnen liggen 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-verstoorde 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. De vogels zijn mogelijk in een slechte conditie. Er kan sprake zijn van grote voedselbehoefte of van voedselschaarste, bijvoorbeeld na een trektocht of 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 mee 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 helicopters (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). Lichtere wadvogels zoals de bonte strandloper, vliegen na een verstoring significant langer rond dan zwaardere wadvogels zoals scholekster en wulp (Spaans *et al.* 1996).

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).

4.5 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 geluidsterkte 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 infrageluid 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 overtijende vogels beïnvloeden (van Eerden 1979, Visser 1987). Bij schietoefeningen op de Vliehors met geluidsterktes 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. De auteurs wijzen erop dat wanneer een proefdier er in slaagde een geluid uit te schakelen, geconcludeerd mag worden dat dit als storend ervaren werd. Mogelijk leerden sommige dieren niet hoe het geluid ontweken kon worden. Daarom mag niet geconcludeerd worden dat, wanneer een dier er niet in slaagde om een geluid uit te schakelen, dit geluid niet als storend werd ervaren.

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 overtijende 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.

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. Lichaamsgewichten van de carolina eenden werden niet gemeten.

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 verstorend werken. Grote kuifsterns reageren op door speakers afgespeeld vliegtuig-geluid 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 brilsterne 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 geluidsterktes 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 kettlingzagen. De uilen vertoonden vluchtgedrag bij blootstelling aan helikoptergeluid van 92 dB. Voor het geluid van kettlingzagen 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 kettlingzagen 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 gehoorbereik, waarbij de minimale waarneembare geluidsterkte (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 geluidsterkte, afhankelijk van de bijbehorende frequentie, wel of niet gehoord worden. Audiogrammen komen tot stand met behulp van gedragsexperimenten of door elektrofysiologisch onderzoek en 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.

4.6 Kritische hoogte en afstand voor effecten

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 geluidbelasting op.

Onderzoek van Delaney *et al.* (1999) toont aan dat de verstoringsreactie zich beter door afstand tot de bron laat voorspellen dan door het geluidsniveau van de verstoringsbron. 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. 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.

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 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 verstoringbron, dit onafhankelijk van vliegtuigtype of geluidproductie. 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 passeren op afstanden tot 1500 m leiden vrijwel zonder uitzondering tot verstoring. Onder verstoring werd in dit geval verstaan dat vogels opschrikken en vervolgens 1 tot 2 minuten rond vliegen.

Vliegt een vliegtuig of helikopter lager dan 330 m en langzaam, dan veroorzaakt dat bij steltlopers zowel in de trektijd als in de broedtijd grote onrust (Veen 1987). Baptist & Meininger (1984) zien 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, treedt 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 1070 m vlogen.

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 bereiken. Ongeveer 20% van de vogels bleef hier meer dan 20% onder. Dit impliceerde dat deze vogels niet over de noodzakelijke reserves beschikten om succesvol naar de zuidelijke overwintergebieden te trekken en dus een sterk 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 rotgansen volgens het model succesvol ruien en voldoende vet opslaan voor de trek naar zuidelijke overwinteringsgebieden.

Zoogdieren

Bij vlieghoogtes onder de 150 m worden sterke vluchtreacties onder zoogdieren waargenomen, tussen de 200-400 m nemen die af en tussen 400-600 m zijn geen zichtbare reacties waarneembaar (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 verstoringafstand in het horizontale vlak vaak veel groter is dan in het verticale vlak (Richardson *et al.* 1995).

Algemeen

Afstand en hoogte tot de geluidsbron zijn mede bepalend voor het geluid op de plaats waar fauna zich bevindt. Hoewel hoogte en verstoringreactie meestal omgekeerd evenredig zijn, kan het voorkomen dat sterkere verstoringreacties waargenomen worden door vliegen op grotere hoogtes dan op lagere, als gevolg van geluidsreflectie van omgevingsfactoren (Ward *et al.* 1999). In verschillende studies worden naast de hoogte waarop de versturende vliegtuigen vlogen ook de afstand in het horizontale vlak tussen vliegtuig en de verstoorde fauna vermeld. Hieruit valt in een aantal gevallen 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 ook het visuele aspect van verstoring een duidelijke rol.

Uit een extrapolatie van het door Nijland (1997) verzamelde materiaal van Rottumerplaat blijkt dat tot een vlieghoogte van 325 m (~1000 ft) vrijwel iedere passage tot verstoring leidt. Boven een hoogte van 650 m (~2000 ft) is er voornamelijk sprake van lichte verstoring. Bij vlieghoogtes van 1000 m (~3000 ft) of meer wordt nauwelijks of geen verstoring verwacht (Lensink & Dirksen 2000). Dit komt overeen met de in de literatuur vermelde verstoringshoogtes. Voor een overzicht van de in de literatuur gevonden kritische hoogtes en afstanden voor verstoring wordt verwezen naar bijlage 4.

Op grond van het, voor deze studie uitgevoerde, literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat binnen de afstand van 2000 m en een hoogte van 1000 m van passerende vliegtuigen verstoringen te verwachten zijn.

4.7 Typen vliegverkeer

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) type 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 induceren 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 onverstord 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 worden de lage vliegsnelheid, de geringe hoogte en geluidproductie 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) nemen al verstoringreacties waar, wanneer sport- en militaire vliegtuigen op grote afstand overvliegen. Voor helikopters is 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 potentiële verstoringssprikkels.

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).

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 propeller er anders uit dan een het geluidsspectrum van vliegtuigen met rotor of propeller. In het geluidsspectrum van de laatst genoemde 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 bepaald mede de verstoringduur, 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.

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. Het lijkt aannemelijk dat toestellen met een zwaarder geluidsniveau, door het op

grotere hoogte en met hogere snelheid overvliegen, enigszins compenseren voor de auditieve en visuele verstoring aan de grond. Kennis over dit onderwerp is beperkt. De in de literatuur gevonden verstoringshoogtes en afstanden geven echter geen reden om voor de grote burgerluchtvaart andere kritische grenzen aan te houden dan voor de kleine burgerluchtvaart.

4.8 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. Verstoringen 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 verstoring bron, 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 verstoring bron.

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. 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.

Auditieve verstoring laat zich het beste kwantificeren door de geluidbelasting van het individu. 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 een 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 helaas 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.

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 2000 m en een hoogte van 1000 m (3000 ft) van passerende vliegtuigen verstoringen zijn te verwachten. Boven 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.

5 Gebieden en soorten met een beschermde status

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. Zolang dit nog niet het geval is, dan wel in geval van strijdigheid, zijn beide richtlijnen prioritair ('rechtstreekse werking'). Het beoordelingskader dat uit beide richtlijnen en de natuurbeschermingswet voortkomt, komt in § 5.5 aan de orde.

Tot een afstand van ongeveer 15 km van Schiphol vliegen de vliegtuigen tijdens de start op een voor vogels en andere fauna kritische hoogte van minder dan 3000 ft. De landing in een vast glijpad wordt op ongeveer 15 km afstand op 2000 ft ingezet. Daarom wordt in het vervolg een onderscheid gemaakt in gebieden op ≤ 15 km en > 15 km afstand. Binnen deze straal vliegen de vliegtuigen lager dan de kritische hoogte van 3000 ft, daarbuiten vliegen ze hoger.

5.1 Vogelrichtlijn (1979)

De afgelopen jaren 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. De in het kader van deze studie relevante gebieden zijn vermeld in tabel 5.1 en liggen in een straal van maximaal 30 km rondom Schiphol in de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht. Daarnaast geniet een aantal vogelsoorten op grond van deze richtlijn speciale bescherming. Deze zijn vermeld op bijlage 1 van de richtlijn. Hierop wordt in § 5.4 verder ingegaan.

Tabel 5.1 Overzicht van gebieden die zijn aangewezen als speciale beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn en als Watergebied van internationale betekenis (*); onderscheid in gebieden (gedeeltelijk) op ≤ 15 km van Schiphol en op > 15 km.

naam gebied	oppervlakte aanwijzing (ha)
<i>≤ 15 km van Schiphol</i>	
Nieuwkoopse Plassen	2078
Wormer en Jisperveld	1328
Ilperveld, Varkensland en Twiske	1840
IJmeer *	7399
<i>> 15 km</i>	
Naardermeer	635
Oostelijke Vechtplassen *	5739
Eilandspolder	1414
Broekvelden/Vettenbroek *	704
De Wilck	116
Lepelaarplassen	356
Gooimeer & Eemmeer	1686

Voor een deel van de gebieden uit tabel 4.1 geldt de aanwijzing als Vogelrichtlijngebied tevens als aanwijzing tot 'watergebied van internationale betekenis'. Laatstgenoemde

aanwijzing geschiedt in het kader van de Ramsar-Conventie (1971), waarin Nederland een van de overeenkomstsluitende partijen is. Belangrijkste argument voor deze aanwijzing is dat een belangrijk deel van de aanwijzing als Vogelrichtlijngebied is geschied op grond van criteria die afkomstig zijn uit deze Conventie; het 1%-criterium. Het 1%-criterium wil zeggen: regelmatig maakt meer dan 1% van de bio-geografische populatie van een vogelsoort van het gebied gebruik. Daarnaast kan in de aanwijzing als Vogelrichtlijngebied het voorkomen van bepaalde broedvogelsoorten zijn opgenomen. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de kwalificerende soorten per gebied.

5.2 Habitatrichtlijn (1992)

Op grond van artikel 27, lid 1, van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn een groot aantal gebieden in Nederland aangewezen als speciale beschermingszone in het kader van de Habitatlijn. Deze aanwijzing heeft nog geen formele status, de Europese Commissie zal deze nog moeten accorderen. In vaktermen heet het dat deze gebieden zijn aangemeld. De habitattypen die bescherming verdienen, zijn vermeld in bijlage 1 van de richtlijn. De in het kader van deze studie relevante gebieden zijn vermeld in tabel 5.2. Deze behoren tot de habitattypen Kustduinen van de Atlantische Oceaan, de Noordzee en de Oostzee (typen-nummers 2000) en Veenmosveen (type-nummers 7000).

Tabel 5.2 Overzicht van gebieden die zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Habitatrichtlijn; onderscheid in gebieden (gedeeltelijk) op ≤ 15 km van Schiphol en op > 15 km.

naam aangewezen gebied	oppervlakte aanwijzing (ha)
<i>≤ 15 km van Schiphol</i>	
Kennemerduinen en Amsterdamse Waterleiding Duinen	8233
Botshol	235
Nieuwkoopse Plassen	1996
<i>> 15 km</i>	
Noord-Hollands Duinreservaat	4012
Naardermeer	1117
Duinen van Schoorl en Bergen	2967
Coepelduinen	328
Meijendel en Berkheide	2969
Westduinpark	281
Solleveld	329

In het kader van deze richtlijn genieten de soorten die vermeld zijn op de bijlagen 2 en 4 speciale bescherming; een aantal planten- en diersoorten, niet-zijnde vogelsoorten. Hierop wordt in § 5.4 verder ingegaan.

5.3 Natuurbeschermingswet (1998)

Aanwijzing van Vogel- en Habitatrichtlijngebieden geschiedt in het kader van artikel 27 van de Natuurbeschermingswet 1998. Daarnaast biedt de Natuurbeschermingswet 1998

de mogelijkheid dat gebieden worden aangewezen als Beschermd Natuurmonument. Gebieden die in het kader van deze rapportage relevant zijn, zijn vermeld in tabel 5.3.

De Natuurbeschermingswet kent ook een opsomming van beschermde planten- en diersoorten. De bescherming beperkt zich tot een verbod op plukken, verzamelen of anderszins bemachtigen.

5.4 Soorten

Op bijlage 1 van de Vogelrichtlijn zijn vogelsoorten vermeld welke speciale bescherming verdienen (bijlage 1a). Op bijlage 2 en 4 van de Habitatrichtlijn is hetzelfde voor diersoorten anders dan vogels geschied (bijlage 1b). Vooralsnog is het overzicht in dit rapport beperkt gehouden tot vogels en zoogdieren. Voor andere groepen zoals libellen en vlinders is over feitelijke effecten niets bekend. Het is aannemelijk dat gezien de grootte van deze soorten eventuele effecten van in hoofdzaak beperkt zijn tot de directe omgeving van de startbaan.

In een straal van 15 km rond Schiphol komen 22 broedvogelsoorten voor die vermeld zijn op bijlage 1 van de Vogelrichtlijn (tabel 5.4). De meeste komen voor in gebieden die zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn. Vanwege de extensief beheerde graslanden rond de banen met een hoge dichtheid aan muizen is Schiphol het enige gebied in de regio waar blauwe kiekendief en velduil voorkomen. Tabel 5.4 is samengesteld op basis van overzichten in Ruitenbeek *et al.* (1990), Van Dijk *et al.* (1996a, 1996b, 1997, 1998, 1999, 2000) en Geelhoed *et al.* (1998). Voor alle soorten zijn de belangrijkste broedplaatsen vermeld; voor relatief talrijke soorten kunnen incidentele gevallen of kleine vestigingen ontbreken.

Concentraties van niet-broedvogels komen overwegend voor in de eerder genoemde Vogelrichtlijngebieden. Daarbuiten verblijven relevante soorten ganzen en zwanen op pleisterplaatsen, zoals die vermeld zijn in Koffijberg *et al.* (1997) (tabel 5.5).

Rond Schiphol komen tien vleermuissoorten en een woelmuis voor die vermeld zijn op bijlage 2 en/of 4 van de Habitatrichtlijn (tabel 5.6) (overzicht ontleend aan Broekhuizen *et al.* 1992).

Tabel 5.3 Overzicht van gebieden die zijn aangewezen als Beschermd Natuurmonument in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998, of waarvoor de aanwijzing is gepland (*). Er is onderscheid gemaakt in gebieden (gedeeltelijk) op ≤ 15 km van Schiphol en op > 15 km. Oppervlaktes van gebieden < 250 ha ontleend aan Swinkels (2000), overigens uit de database van het Ministerie van LNV.

naam gebied	oppervlakte volgens aanwijzing LNV
<i>≤ 15 km van Schiphol</i>	
Vogelenzang	3590
Duinen tussen Zandvoort en Aerdenhout	307
Waterland Oost	331
Varkensland	269
Leyduin, Vinkeduin en Oud Woestduin	111
Oosteinderpoel	40
Ham en Crommenije	60
Braassemermeer	32
Geerpolder	35
Botshol *	287
Fort Nigtevecht eo	5
Zuid-Kennemerland-zuid	611
<i>> 15 km</i>	
Schoorlse Duinen	1758
Duinen bij Bergen	1216
Noord-Hollands Duinreservaat *	4097
Zuid-Kennemerland-noord *	2111
Lepelaarplassen	344
Noordwijk-Noord *	646
Gooimeer	461
Naardemeer *	582
Eemmeer	870
Noordwijk-Zuid	70
Bussemerheide en Westerheide	407
Zuiderheide en Laarder Wasmeer	283
Coepelduinen	328
Hoorneboegse Heide	27
Berkheide	952
Meijendel *	2683
Oostduinpark	81
Westduinpark	281
Solleveld	329
Armenland Ruwiel	3,1
Bovenlanden Kromme Mijdrecht	45
De Bijleveld	7
De Boterwal	1
De Meije (Nieuwkoop)	23,3
2 gebieden in het Nationaal Park Zuid-Kennemerland	elk < 250
9 Kleine gebieden in het Gooi	elk < 250
Oostzijde Loosdrechtse plassen	80
Kamerikse Nessen	16
Laapersheide	25
Muidense Kust	110
Polder Demmerik	1,8
Polder Donkervliet	26
Postiljonheide en Laarder Eng	40
Fransche Kamp	35

Tabel 5.4 Voorkomen van broedvogelsoorten uit bijlage 1 van de Vogelrichtlijn in gebieden rond Schiphol. * gebied (gedeeltelijk) op ≤ 15 km van Schiphol. Aantalsopgaven geven minimum en maximum in 1993-98 (Van Dijk *et al.* in serie). Voor alle soorten zijn de belangrijkste broedplaatsen vermeld; voor talrijkere soorten kunnen incidentele gevallen of kleine vestigingen ontbreken.

soort	gebied	aantal
aalscholver	AW-duinen	5-100
	Naardermeer	1000-2000
	Lepelaarsplassen	3000-5500
	Geerpolder *	70-300
	Nieuwkoop	30-140
	Abcoude	0-100
roerdomp	Amsterdam	0-2
	Nieuwkoop	2-5
	Ilperveld eo	6-10
woudaapje	Vechtplassen	1-5
purperreiger	Naardermeer	20-35
	Oostelijke Vechtplassen	20-25
	Nieuwkoop	125-135
	Botshol *	0-1
lepelaar	Lepelaarsplassen	0-80
	Akkerdijk	0-2
	Leimuider *	0-1
	Botshol *	0-1
	Leidschendam	0-1
grauwe gans	Waterland	+
	Vechtplassen	+
	Flevoland	+
wespendief	Hollandse Duinen	1-5
bruine kiekendief	Zaanstreek	50-100
	Schiphol eo *	5-10
blauwe kiekendief	Uitgeest	0-1
	Schiphol	0-1
grauwe kiekendief	Flevoland	5-10
porseleinhoen	Waterland eo	1-10
	Vechtplassen div locaties	1-10
kwartelkoning	Havens A'dam *	0-2
kluut	Zaanstreek	<50
	Haarlemmermeer *	<50
visdief	Veiling Aalsmeer *	100->400
	Badhoevedorp *	20-600
	Vechtplassen div loc	>100
	Eemmeer	100-1000
	Gooimeer	0-600
zwarte stern	Nieuwkoop	50-100
	Naardermeer	10-30
	Demmerik *	20-50
	Ankeveen	5-60
velduil	Schiphol	1-3
zwarte specht	Hollandse Duinen	10-20
	Noord-Hollandse Duinen	5-15
ijsvogel	Duinen Haarlem	0-1
boomleeuwerik	Hollandse Duinen	>10
	Noord-Hollandse Duinen	>10
	t Gooi	>1
blauwborst	diverse gebieden	+

Tabel 5.5 Overzicht van het voorkomen van ganzen en zwanen uit bijlage 1, aangevuld met kolgans, op pleisterplaatsen. * gebied (gedeeltelijk) op <15 km van Schiphol. Aantal is het gemiddelde voor 1985-1994 (Koffijberg *et al.* 1997), tevens overschrijding van de 1%-norm volgens Rose & Scott (1997), in vet relevante overschrijdingen.

gebied	soort	aantal	overschrijding 1%
Ronde Hoep & Mijdrecht *	kleine zwaan	19	0,1
	toendrarietgans	270	0,1
	kolgans	5706	1,0
Eempolders & Eemmeer	grauwe gans	480	0,2
	kleine zwaan	1831	10,8
	grauwe gans	236	0,1
Waterland	brandgans	272	0,2
	kleine zwaan	78	0,5
	kolgans	4575	0,8
Vechtpolders	grauwe gans	466	0,2
	brandgans	104	0,1
	kleine zwaan	279	1,6
Gooimeer	kolgans	2793	0,5
	grauwe gans	747	0,4
	kleine zwaan	284	1,7
Zuid-Flevoland-west	grauwe gans	210	0,1
	kleine zwaan	450	2,6
	wilde zwaan	139	0,3
Rijnstreek & Leidschendam	kolgans	1405	0,2
	grauwe gans	2908	1,5
	kleine zwaan	439	2,6
Reeuwijkse Plassen eo	kleine zwaan	412	2,4

Tabel 5.6 Overzicht voorkomen zoogdieren van bijlage 2 en/of 4 van de Habitatrichtlijn in gebieden rond Schiphol. * gebied (gedeeltelijk) op <15 km van Schiphol. Voor soorten met een beperkt voorkomen zijn de atlasblokken vermeld (bijvoorbeeld 25.31) waarin deze voorkomen; voor soorten met een ruimere verspreiding de relevante gebieden (naar Broekhuizen *et al.* 1992). Voorkomen v vondst, k kraamkamer, va vangst.

soort	gebied, alle *	voorkomen
franjestaart	25.31, 25.41	v
	30.35, 30.45	v
	31.45	v
	25.58	v
	26.52	v
	31.28	v
	31.48	v
vale vleermuis	25.21	v
watervleermuis	Hollandse duinen	v
	Vechtplassen	v
	't Gooi	v
meervleermuis	Hollandse duinen	v
	Vechtplassen	v
dwergvleermuis	verspreid rond Schiphol	v k
rosse vleermuis	verspreid rond Schiphol	v k
laatvlieger	verspreid rond Schiphol	v k
tweekleurige vleermuis	25.32, 25.34 25.35	v
	30.17, 30.45, 30.54	v
mopsvleermuis	30.45	v
grootoorvleermuis	verspreid rond Schiphol	v
noordse woelmuis	30.18, 30.28, 31.21	va
	31.33	va
	31.15	va
	31.28	va
	19.43, 19.53, 19.54	va
	25.13, 25.14	va

5.5 Beoordelingskader vanuit Vogel- en Habitatrichtlijn en NB-wet

De effecten van het toekomstig vliegverkeer van en naar Schiphol zullen getoetst worden aan de voorwaarden die de Vogel- en Habitatrichtlijn stellen. Artikel 6 van de Habitatrichtlijn geeft het globale afwegingskader.

Op basis van genoemd beoordelingskader kan worden aangegeven of als gevolg van de voorgenomen ingreep significante effecten zijn te verwachten. 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. Na uitvoering van de voorgestelde plannen zijn waarden naar verwachting verloren gegaan of verlopen ecologische processen op een andere manier. De begrippen '*op hetzelfde niveau*' en '*aanmerkelijk afneemt*' kunnen concreet gemaakt worden door de mogelijke afname te kwantificeren, deze te relateren aan de thans aanwezig aantallen of hoeveelheden en hierin een norm 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.

6 Mogelijke knelpunten en knelsoorten

6.1 Uitgangspunten

6.1.1 De huidige situatie

Met het in gebruik nemen van de vijfde baan in 2003 verandert er in het gebruik van het luchtruim door opstijgende en landende vliegtuigen het nodige. Als gevolg van veranderingen in het baangebruik (tabel 6.1) zullen in een aantal sectoren van het luchtruim rond de luchthaven meer vliegtuigen verschijnen terwijl in andere sectoren het vliegverkeer zal afnemen. Deze veranderingen in het gebruik van het luchtruim zullen gevolgen kunnen hebben voor de mate van verstoring van vogels en fauna in en buiten gebieden met een beschermde status.

Volgens prognoses van het baangebruik van Schiphol zullen de meeste starts vanaf vier van de negen mogelijke baanrichtingen plaatsvinden (tabel 6.1, zie ook figuur 3.1) en landingen op vijf van de negen. Op de resterende baanrichtingen vinden naar verwachting slechts enkele procenten van de starts en de landingen plaats. Dit betekent dat de mogelijke effecten vooral zijn te verwachten van veranderingen in het gebruik van de meest gebruikte baanrichtingen (tabel 6.1).

Op grond van gegevens uit gepubliceerd onderzoek (hoofdstuk 4) wordt aangenomen dat er rond de luchthaven Schiphol verstoring van fauna optreedt. In de huidige situatie komen, ondanks de mogelijke verstoring door vliegtuigen, op en rond de luchthaven vogels en andere diersoorten voor. Aangenomen wordt dat het niet om steeds andere individuen gaat, maar om min of meer vaste bewoners van Schiphol en omgeving. 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 de luchthaven opleveren. Daarmee valt de kosten-baten-analyse voor de aanwezige dieren (nog) positief uit, ondanks de vermoedelijke extra energie-uitgaven en verminderde mogelijkheden voor communicatie als gevolg van verstoring.

In hoeverre de huidige situatie afwijkt van de voor vogels en andere fauna meest ideale valt niet aan te geven. Een dergelijke beoordeling maakt geen deel van de onderhavige studie. Daarnaast wordt de aantrekkelijkheid van gebieden rond Schiphol 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.

Tabel 6.1 Huidige en toekomstige baangebruik voor starten en landen op Schiphol; relatief en absoluut; in de laatste kolom een maat voor de absolute toename

die voor de beoordeling in het kader van de Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet is gebruikt.

Starten baan	1999	2010	Starten baan	1999	2010	toename of afname
01L	26,4%	11,3%	01L	53049	33753	-
01R			01R	0	0	
04	0,5%		04	1046	0	
06	0,0%		06	67	0	
09	13,9%	1,1%	09	27932	3264	-
18			18	0	0	
19L	14,3%	20,1%	19L	28788	60279	+
19R	0,1%	1,1%	19R	258	3240	
22	1,1%		22	2139	0	
24	43,4%	30,0%	24	87194	90131	o
27	0,2%	0,9%	27	307	2697	
36		35,5%	36	0	106512	++
Totaal	100,0%	100,0%	Totaal	200780	300000	++

Landen baan	1999	2010	Landen baan	1999	2010	
01L	0,6%	2,5%	01L	1166	7500	
01R	9,8%	15,7%	01R	19767	47100	+
04	0,3%		04	524	0	
06	24,5%	28,1%	06	49256	84300	+
09	0,0%	0,2%	09	6	603	
18		29,7%	18	0	89100	++
19L			19L	0	0	
19R	39,8%	15,3%	19R	80135	45900	-
22	2,1%	0,4%	22	4185	1200	
24	0,6%	0,9%	24	1143	2700	
27	22,4%	7,2%	27	45094	21600	-
36			36	0	0	
Totaal	100,0%	100,0%	Totaal	201315	300000	++

6.1.2 De toekomstige situatie

Voor de toekomst van Schiphol wordt een toename van het aantal vliegtuigbewegingen voorzien; van ongeveer 400.000 thans naar ordegrrootte 600.000 op de middellange termijn. Tegelijkertijd zal het gebruik van vliegtuigen met een hoge geluidsbelasting afnemen en dat van vliegtuigen met een lagere belasting toenemen. Uit oogpunt van geluidsbelasting van vogels en andere fauna is dit een gunstige ontwikkeling (gelijk voor de bewoners van de omgeving van de luchthaven). In de gebieden die vanaf 2003 in uit- en aanvliegroutes van vliegtuigen liggen, zal de intensiteit van het vliegverkeer toenemen; de frequentie van landen en opstijgen wordt hoger. Voor de aanwezige vogels en fauna betekent dit dat het tijdsinterval tussen overvliegende toestellen zal verkleinen en mogelijk de geluidsbelasting toe zal nemen. Hierdoor worden de communicatie mogelijkheden 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 1992); 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 intensivering van het 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.

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. Laatstgenoemde cases wordt lokaal uitsterven genoemd.

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 die als gevolg van het in gebruik nemen van de vijfde baan met meer vliegverkeer te maken krijgen. In deze gebieden zullen de mogelijkheden voor vogels en andere fauna naar verwachting afnemen omdat de frequentie van het vliegverkeer aldaar sterk zal toenemen; in welke mate is vooralsnog niet aan te geven. Aan de andere kant is de kans groot dat deze processen zich in gebieden waar minder vliegtuigen overheen gaan, minder zullen voordoen. Hier zullen de mogelijkheden voor vogels en nadere fauna naar verwachting toenemen.

Tussen soorten bestaan verschillen in de mate waarin ze gevoelig zijn voor verstoring (zie hoofdstuk 4). Hierdoor zal een intensivering 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. De afstand tot kan worden vertaald in een vlieghoogte en een vliegafstand. Op kortere afstand en op lagere hoogte is de kans op verstoring groter. Hierdoor zullen veranderingen in het baangebruik nabij de

luchthaven eerder hun weerslag op de mogelijkheden voor vogels en andere fauna hebben, dan in verderaf gelegen gebieden.

6.2 Criteria voor een beoordeling

Het eventuele effect van het vliegverkeer van en naar Schiphol is samengesteld uit een visuele en een auditieve component. Beide componenten laten zich vertalen in een kritische vlieghoogte van het vliegtuig en afstand tot het organisme.

Onder vogels, zoogdieren en ander fauna wordt onderscheid gemaakt in dagactieve en nachtactieve soorten. Het meeste onderzoek aan verstoring heeft overdag plaatsgevonden en heeft betrekking op dagactieve en nachtactieve soorten. Aangenomen wordt dat de verschijnselen die overdag worden waargenomen niet wezenlijk verschillen van die 's nachts. Rond Schiphol vind het gros van de vliegbewegingen overdag plaats. We gaan er in deze studie vanuit dat eventuele effecten van het vliegverkeer vooral overdag tot uiting zullen komen. Daarmee geldt overdag als het *worst-case*-deel van een etmaal. Dit laat onverlet dat er soorten zijn die 's nachts reacties kunnen vertonen die overdag niet worden waargenomen. Daarover is echter geen informatie beschikbaar.

6.2.1 Hoogte en afstand

Voor vlieghoogte en vliegafstand zijn kritische grenzen te formuleren. Aan de ene zijde van de grens zijn geen effecten te verwachten, aan de andere zijde wel. Op grond van gepubliceerde onderzoeksgegevens (hoofdstuk 4, Lensink & Dirksen 2000), mag worden aangenomen dat vliegtuigen die op 3000 ft of meer vliegen geen versturende werking hebben op de fauna. In het horizontale vlak ligt de kritische grens op 2 km.

Voor de start betekent dit dat vliegtuigen tot 15 km na de start een verstrend effect kunnen hebben, en wel in een gebied dat direct na de start 4 km breed is en na 15 km ruim 3 km. Dit geldt voor de langzaamste stijgers; *worst-case*-benadering (figuur 3.2). De meest vliegtuigen bevinden zich al na 10 km op 3000 ft hoogte; een klein deel al (veel) eerder.

Op grond van gegevens van de kleine burgerluchtvaart vinden bij vlieghoogtes boven 2000 ft hoogte vrijwel uitsluitend lichte vormen van verstoring plaats (alertheid, onderbreken activiteit, etc.) (Lensink & Dirksen 2000). Bij lagere vlieghoogtes vinden ook matige en zware verstoringen plaats zoals opvliegen of vluchten. Dit betekent dat tot 10 km na de start serieuzere effecten van vliegverkeer kunnen optreden (*worst-case*-benadering). De meeste vliegtuigen hebben al na 7 km een hoogte van 2000 ft.

De afstand waarop vliegtuigen op 3000 ft of hoger vliegen ligt ongeveer op 15 km van de luchthaven (figuur 6.1). Deze contour is berekend vanaf het einde van de startbaan.

In werkelijkheid zijn vliegtuigen al eerder los, en winnen ze eerder hoogte. De werkelijke contour ligt dus minimaal enkele honderden meters dichterbij Schiphol. De 2000 ft contour ligt op ongeveer 10 km van de verschillende banen.

Voor de landing geldt dat vanaf 2000 ft hoogte vliegtuigen via een vast glijpad neerkomen; daarvoor zitten ze op 2000 ft of hoger en naderen het 2000 ft punt vanaf verschillende kanten. 's Nachts ligt het begin van het glijpad op 3000 ft hoogte en vliegen de vliegtuigen daarvoor op 3000 ft of hoger. Voor de landingen is de 2000 ft contour gevisualiseerd in figuur 6.2. Ook hier is weer onderscheid gemaakt in het gebruik van alle banen en het gebruik van de vier meest drukke.

6.2.2 Tolerantie en gewenning

De luchthaven Schiphol en omgeving is voor een aantal soorten een belangrijke verblijfplaats, ondermeer voor kieviten en meeuwen, terwijl er ook visdieven broeden. Voor deze soorten is Schiphol ondanks de mogelijke belasting door vliegtuigen, een aantrekkelijke locatie. De vogels die regelmatig op het vliegveld verblijven, lijken in meer of mindere mate gewend aan het vliegverkeer. Hierdoor liggen hun tolerantiegrenzen hoger dan van soortgenoten die verder van het vliegveld 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 2000 ft hoogte wordt langs een vast glijpad gedaald. Na de start staan de vlieger al snel verschillende routes te beschikking. Deze liggen echter min of meer vast. Pas boven 2000 ft hoogte (en 's nachts 3000 ft) worden bewegingen van vliegtuigen minder voorspelbaar. Dit is echter een hoogte waarop verstoring over het algemeen een mild karakter heeft.

6.2.3 Criteria

Op basis van het voorgaande kunnen binnen een straal van 10 km rond Schiphol (2000 ft contour) in potentie effecten van het vliegverkeer op vogels en andere fauna worden verwacht, met name van de starts. In de sector van 10-15 km rond Schiphol (2000-3000 ft contouren) zijn in potentie effecten mogelijk, maar deze zullen vooral licht van aard zijn. Ook in het laatste geval zijn het vooral de starts die mogelijk effect hebben; vooral door de sterkere geluidsbelasting. Hiermee worden zowel het visuele als het auditieve aspect van verstoring in de beoordeling van effecten meegenomen. Vogel- en Habitatrichtlijn-gebieden binnen beide cirkels zullen aan een nadere beschouwing worden onderworpen; alsmede de soorten van de bijlagen 2 en 4 van de Habitatrichtlijn en van bijlage 1 van de Vogelrichtlijn. De beoordeling beperkt zich tot een vergelijking van de huidige situatie met de toekomstige.

Een deel van de gebieden is aangewezen in het kader van de Habitatrichtlijn, omdat binnen de grenzen van deze gebieden habitattypen voorkomen die behoren tot de typen 'kustduinen' of 'veenmosvenen'. 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 (inclusief vogels). Deze gebieden zullen in het vervolg op dezelfde manier worden benaderd als de Vogelrichtlijngebieden.

De nadere beschouwing van gebieden en soorten gaat in op de vraag in hoeverre de mogelijke effecten zich ook daadwerkelijk zullen voordoen. Daarnaast zal worden aangegeven of deze effecten van invloed kunnen zijn op het voorkomen van deze soorten; en wel zodanig dat dit strijdig is met hun beschermde status dan wel met de aanwijzing van de Speciale Beschermingszone.

6.3 Overzicht mogelijke knelpunten

Op grond van de criteria uit § 6.1 ligt een klein aantal gebieden met een beschermde status binnen het gebied met een kans op matige of zware verstoring (tabel 6.2). In de sector met kans op milde vormen van verstoring ligt een groter aantal gebieden.

Een beperkt deel van de beschermde gebieden krijgt in de toekomst met een intensiever gebruik van het luchtruim te maken: Nieuwkoop (inclusief De Meije), de Geerpolder en Ham & Crommenije. Aan de oostkant van de luchthaven treedt een verbetering op, waardoor over Botshol, Gein en het IJmeer met beduidend minder vliegtuigen zullen vliegen.

Tabel 6.2 Overzicht van gebieden die zijn aangewezen in het kader van de Vogelrichtlijn en/of Habitatrichtlijn en/of Natuurbeschermingswet en alwaar vliegtuigen tijdens start en/of landing overheen gaan. 1 lager dan 2000 ft, 2 tussen 2000 en 3000 ft, * onder de vier meest gebruikte routes.

gebied	status	beweging
<i>meer</i>		
Nieuwkoop (inclusief Meije)	HR, VR, NB-wet,	start 2, landing 2*
Geerpolder	NB-wet	start 2*
Ham & Crommenije	NB-wet	landing 2 *
<i>neutraal</i>		
Oosteinderpoel	NB-wet	start 1*, landing 1
Leyduin	HR, NB-wet	start 2*, landing 2
Groenendaal	NB-wet	start 2*, landing 2
Braassemermeer	NB-wet	landing 2
Kennemerduinen	HR, NB-wet	landing 2
IJperveld & Twiske	VR, NB-wet,	landing 2
<i>minder</i>		
Botshol	HR, NB-wet	start 2*, landing 2
Gein	NB-wet	start 2, landing 2
IJmeer	VR	landing 2

6.4 Overzicht mogelijke knelsoorten

Op grond van de criteria uit § 6.2 blijkt dat in de omgeving van Schiphol 14 broedvogelsoorten mogelijk hinder ondervinden van het vliegverkeer van en naar dit vliegveld (tabel 6.4). De meerderheid hiervan komt voor op plekken waar vliegtuigen tussen de 2000 en 3000 ft overkomen. Alleen de visdief broedt op een aantal locaties in de directe omgeving van Schiphol. De andere soorten komen in het algemeen op wat ruimere afstand van de luchthaven tot broeden; zie ook tabel 6.2. Door het in gebruik nemen van de vijfde baan krijgen soorten die ten zuiden en noorden van de luchthaven broeden, in het algemeen met meer vliegverkeer te maken en in het oosten met minder. In gebieden rond Haarlem zal de toekomstige situatie weinig afwijken van de huidige.

Tabel 6.3 Overzicht van aantallen vogels (1993-1997, Van Roomen *et al.* 2000) in de drie gebieden die in het kader van de Vogelrichtlijn zijn aangewezen. *cursief* = gemiddeld aantal broedparen niet-cursief = gemiddeld maximum aantal niet-broedvogels **vet** = overschrijding 1% norm; zie voor verdere details bijlage 2.

	Nieuwkoop	Ilperveld etc.	IJmeer
fuut			314
aalscholver			1477
lepelaar			3
roerdomp	5	9	
grote zilverreiger	3		
purperreiger	117		
kleine zwaan	37	45	
grauwe gans		207	251
brandgans			335
krakeend	140	416	260
smient	4955	17535	5740
slobeend		262	
tafeleend			3720
kuifeend			20367
toppereend			1800
brilduiker			483
nonnetje			230
meerkooit		1644	3620
bruine kiekendief		12	
grutto		4200	
wulp		555	
watersnip		37	
kemphaan		4	
zwartkopmeeuw	9		
visdief		178	
zwarte stern	73		300
snor		32	
rietzanger		363	

Tabel 6.4 Overzicht van broedvogelsoorten (uit bijlage 1 van de Vogelrichtlijn) en hun broedgebieden waar vliegtuigen tijdens start en/of landing overheen gaan. 1 lager dan 2000 ft, 2 tussen 2000 en 3000 ft, * onder de meest gebruikte routes. Inschatting toekomstig vliegverkeer: - afname, o gelijk, + toename. (zie ook tabel 5.4).

soort	vliegen	gebied	aantal	beweging
aalscholver	o	AVW-duinen	5-100	landing 2,
	-	Naardermeer	1000-2000	
	o	Lepelaarsplassen	3000-5500	
	+	Geerpolder	70-300	start 2*
	+	Nieuwkoop	30-140	start 2*, landing 2*
	-	Abcoude	0-100	
	-	Amsterdam	0-2	
roerdomp	+	Nieuwkoop	2-5	start 2*, landing 2*
	o	Ilperveld eo	6-10	landing 2
woudaapje	-	Vechtplassen	1-5	
purperreiger	-	Naardermeer	20-35	
	-	Oostelijke Vechtplassen	20-25	
	+	Nieuwkoop	125-135	start 2*, landing 2*
	-	Botshol	0-1	start 2, landing 2
lepelaar	o	Lepelaarsplassen	0-80	
	o	Akkerdijk	0-2	
	+	Geerpolder	0-1	start 2*
	-	Botshol	0-1	start 2, landing 2
	o	Leidschendam	0-1	
grauwe gans	o	Waterland	+	landing 2
	o	Vechtplassen	+	
	o	Flevoland	+	
wespendief	o	Hollandse Duinen	1-5	landing 2
bruine kiekendief	o	Zaanstreek	50-100	landing 2
	+	Schiphol eo	5-10	start 1, landing 1
blauwe kiekendief	+	Uitgeest	0-1	
	+	Schiphol	0-1	start 1, landing 1
grauwe kiekendief	o	Flevoland	5-10	
porseleinhoen	o	Waterland eo	1-10	landing 2
	-	Vechtplassen div locaties	1-10	
kwartelkoning	+	Havens A'dam	0-2	landing 1*, start 1*
kluut	o	Zaanstreek	<50	
	+	Haarlemmermeer	<50	start 1*, landing 1*
visdief	+	Veiling Aalsmeer	400	start 1*, landing 1*
	-	Badhoevedorp	20-600	start 1, landing 1*
	-	Vechtplassen div loc	>100	
	-	Eemmeer	100-1000	
	-	Gooimeer	0-600	
zwarte stern	+	Nieuwkoop	50-100	start 2*, landing 2*
	-	Naardermeer	10-30	
	-	Demmerik	20-50	
	-	Ankeveen	5-60	
velduil	+	Schiphol	1-3	start 1, landing 1
zwarte specht	o	Hollandse Duinen	10-20	landing 2
	+	Noord-Hollandse Duinen	5-15	
ijsvogel	o	Duinen Haarlem	0-1	landing 2, start 2
boomleeuwerik	+	Hollandse Duinen	>10	landing 2
	+	Noord-Hollandse Duinen	>10	
	-	t Gooi	>1	
blauwborst	-	div gebieden	+	

Buiten de broedtijd zijn naast de Vogelrichtlijngebieden ook enkele pleisterplaatsen van belang voor relevante soorten (tabel 5.5), met als meest belangwekkende de kleine zwaan. Van deze gebieden liggen alleen de Polder Mijdrecht & Ronde Hoep en Waterland binnen het gebied waarin vliegtuigen tussen 2000 en 3000 ft overkomen (tabel 6.5). Boven genoemde gebieden zal de intensiteit van het vliegverkeer in de toekomst vergelijkbaar of lager zijn met de huidige situatie. In dit kader is het ook van belang dat boven Nieuwkoop het vliegverkeer toeneemt en boven het IJmeer en de Zaanstreek ongeveer gelijk blijft.

Tabel 6.5 Overzicht van pleisterplaatsen van ganzen en zwanen (anders dan Vogelrichtlijngebieden) waar vliegtuigen tijdens start en/of landing overheen gaan. 1 lager dan 2000 ft, 2 tussen 2000 en 3000 ft, * onder de vier meest gebruikte routes. Inschatting toekomstig vliegverkeer: - afname, o gelijk, + toename. (zie ook tabel 5.5).

gebied	vliegen	soort	aantal	overschrijding	beweging
Ronde Hoep & Mijdrecht	o	kleine zwaan	19	0,1	start 2*
Eempolders & Eemmeer	-	kleine zwaan	1831	10,8	
Waterland	o	kleine zwaan	78	0,5	landing 2
Vechtpolders	-	kleine zwaan	279	1,6	
Gooimeer	-	kleine zwaan	284	1,7	
Zuid-Flevoland-west	o	kleine zwaan	450	2,6	
Rijnstreek & Leidschendam	+	kleine zwaan	439	2,6	
Reeuwijkse Plassen eo	-	kleine zwaan	412	2,4	

7 Knelpunten en knelsoorten

In dit hoofdstuk zullen de knelpunten en knelsoorten uit het vorige hoofdstuk aan een nadere beschouwing worden onderworpen. Ook zal worden aangegeven in hoeverre er sprake kan zijn van significante effecten in het licht van Vogel- en Habitatrichtlijn.

In de nadere beschouwing in dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen gebieden waar vliegtuigen op minimaal 2000-3000 ft overvliegen en gebieden waar deze nog beneden 2000 ft kunnen vliegen. Gebieden waar vliegtuigen boven 3000 ft vliegen worden buiten beschouwing gelaten. Op grond van het beschikbare onderzoek (hoofdstuk 4) wordt aangenomen dat vliegtuigen boven deze vlieghoogte geen versturende effecten hebben.

In het vervolg wordt uitsluitend nog over vogels gesproken; op zoogdieren en ander fauna wordt niet nader ingegaan. Enkele onderzoeken die ingaan op effecten van vliegverkeer op grotere zoogdieren komen tot verstoringssafstanden die vergelijkbaar zijn met die van vogels. Daarnaast is over de effecten op kleinere soorten als vleermuizen niets bekend. Vooralsnog wordt aangenomen dat deze diergroepen in dezelfde mate als vogels (of minder) gevoelig zijn voor verstoring.

7.1 Knelpunten en knelsoorten in de 2000-3000 ft zone

Voor de start ligt het gebied waar vliegtuigen nog tussen 2000 en 3000 ft kunnen vliegen in een gebied dat grofweg tussen 10 en 15 km van Schiphol ligt. Voor de landing strekt dit zich overdag uit tussen 15 km en ongeveer 10 km voor de TMA-punten (grofweg 50 km). 's Nachts is het de zone tussen 15 en 20 km voor de landingsbaan.

Tussen de 2000 en 3000 ft treden overwegend milde vormen van verstoring op. Dit geldt voor zowel de broedtijd als de niet-broedtijd. Mogelijk is er soms sprake van verhoogde stress of meer (op)vliegen. Dit kan leiden tot meer energie-uitgaven. Het is aannemelijk dat deze door extra voedselopname gecompenseerd kunnen worden. Uit het beschikbare onderzoek valt af te leiden dat het niet aannemelijk is dat door deze vormen van verstoring 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. Daarnaast neemt in gebieden waar in de toekomst meer overheen gevlogen gaat worden, neemt de frequentie van overvliegende vliegtuigen toe. Door Miller *et al.* (1994) is bij een toename van 10 naar 50 bewegingen per dag een significant effect (gewichtsverlies) vastgesteld. Op grond hiervan is in de omgeving van Schiphol in de toekomst mogelijk een toename van effecten te verwachten. Aan de andere kant is het aannemelijk dat boven een bepaalde frequentie een verdere toename geen effect meer heeft; intolerante soorten zijn weg en de tolerante blijven. Waar een dergelijke grens ligt is onbekend.

In de vorige alinea is aangegeven dat zich bij vlieghoogtes tussen 2000 en 3000 ft naar verwachting alleen milde vormen van verstoring kunnen voordoen. De Vogel- en Habitatrichtlijn gebieden Nieuwkoop, Botshol en Vinkeveen liggen in het gebied tussen de 2000 ft en 3000 ft contour. Door medewerkers van Bureau Waardenburg is in het kader van andere projecten de afgelopen jaren veldwerk verricht in of bij deze gebieden. Hoewel de genoemde onderzoekers voor andere doeleinden dan verstoringsonderzoek ter plekke aanwezig waren, zijn door hen nimmer waarnemingen verricht die wijzen op verstoring van vogels of andere fauna door de aldaar overkomende vliegtuigen.

Een aantal soorten of plaatsen binnen het gebied van 2000 – 3000 ft vlieghoogte hebben de afgelopen decennia deel uitgemaakt van onderzoek naar de populatiedynamiek van betrokken soorten. Aalscholver, lepelaar, grauwe gans, bruine kiekendief, kluut, en zwarte specht zijn in deze periode in Nederland toegenomen; ook binnen het bereik van Schiphol. Documentatie is te vinden in Van Dijk *et al.* (1994, 1996a, 1996b, 1997, 1998, 1999, 2000) en Geelhoed *et al.* (1998). Onder moerasvogels als roerdomp, woudaapje, zwarte stern en porseleinhoen wordt de aantalsontwikkeling in Nederland vooral bepaald door de kwaliteit van het broedgebied, eventueel in combinatie met omstandigheden in het winterkwartier (Ministerie van LNV 2001, Van der Hut 2001, Van der Winden & Tulp 1999). Voor boomleeuwerik en ijsvogel geldt dat de strengheid van de winter een belangrijke factor is in de populatieontwikkeling (SOVON 1987). Er zijn geen aanwijzingen dat de verstoring door vliegtuigen een meetbaar effect zou hebben.

Op grond van het voorgaande wordt aangenomen dat in de zone tussen 2000 en 3000 ft vlieghoogte de mogelijke verstoring niet van dien aard is dat er significante effecten optreden. Dit betekent dat de toename vanaf 2003 in vliegbewegingen over Nieuwkoop, de Geerpolder en Ham & Crommenije niet tot significante effecten leidt voor de aldaar aanwezige vogels en andere fauna (tabel 6.2). Daarnaast zal de afname vanaf 2003 in vliegbewegingen over Botshol, Gein en IJmeer tot een mogelijke verbetering leiden van de aldaar aanwezige vogels en andere fauna; de positieve effecten worden evenwel als gering (niet-significant) ingeschat (tabel 6.2). Voor de landing is het aantal gebieden waar vliegtuigen al op 2000 ft hoogte kunnen passeren groter (tabel 5.3, 5.4, 5.5). Voor deze gebieden geldt dat vanwege de geringere geluidsbelasting de kans op substantiële verstoringen als minimaal worden ingeschat.

Op grond van het voorgaande wordt ook aangenomen dat de positieve en negatieve effecten van de veranderingen in het aantal vliegbewegingen voor soorten met een beschermde status, in het gebied tussen 2000 en 3000 ft eveneens gering zullen zijn. Uit dien hoofde lijkt het voortbestaan van (potentiële) broed- en pleisterplaatsen verzekerd. Daarnaast lijken de veranderingen geen gevolgen te hebben voor gebieden die zijn aangewezen in het kader van de Vogel- en/of Habitatrichtlijn en/of Natuurbeschermingswet.

Ondanks de hoeveelheid geraadpleegde literatuur is er relatief weinig bekend over de effecten van verstoring op vogels en andere fauna. Vooral effecten die gevolgen hebben voor de populatie zijn weinig aangetoond. Daarnaast is er een gebrek aan inzicht in

fenomenen als tolerantie en gewenning. Dit laatste is vooral de in verstedelijkte omgeving van Schiphol van belang. Het vliegverkeer is hier slechts een van de factoren die aanleiding kan zijn voor verstoring.

7.2 Knelpunten en knelsoorten in de 0-2000 ft zone

Binnen het gebied waar vliegtuigen tijdens start of landing op 2000 ft of minder vliegen ligt één gebied met een beschermde status: de Oosteinderpoel die in het kader van de Natuurbeschermingswet is aangewezen. De aanwijzing is vooral gebaseerd op de botanische waarden van dit gebied. Daarnaast komen er geen vogelsoorten of andere fauna voor die op grond van Vogel- of Habitatrichtlijn bescherming genieten. Daarnaast zal door het gewijzigde baangebruik vanaf 2003 de situatie voor dit gebied niet veranderen.

Binnen de 2000 ft zone komen een aantal soorten broedvogels en niet-broedvogels voor met een beschermde status (tabel 6.4, 6.5). Het aantal paren bruine kiekendief rond Schiphol is beperkt (1-5 paar). In vergelijking tot de Nederlandse populatie is dit een zeer klein aantal (1200-1450 paren). Het aantal broedende kluten in de Haarlemmermeerpolder is klein in vergelijking tot het aantal broedparen in Nederland; <50 paren respectievelijk 7100-7600 paren. Voor beide soorten geldt dat een eventuele afname als gevolg van verstoring geen significatie gevolgen zal hebben voor de populatieomvang in Nederland. Het voorkomen van kwartelkoningen in de Amsterdamse Havens heeft een incidenteel karakter, en is vooral het gevolg van het tijdelijk beschikbaar zijn van het voorkeurshabitat op braakliggende terreinen. De intensiteit van het vliegverkeer is daarmee geen bepalende factor in het voorkomen.

De kolonie visdieven op de veiling van Aalsmeer heeft een omvang van 400 paar. Deze heeft zich hier gevestigd halverwege de jaren tachtig, vooral als gevolg van het verloren gaan van broedplaatsen in de stadsuitbreidingen aan de zuidzijde van Amsterdam. In de jaren negentig is deze kolonie toegenomen van ongeveer 50 paren naar >400 paren. In vergelijking tot het Nederlandse aantal van 16.000-18.000 paar is dit een substantieel aantal. Tijdens een onderzoek in 1994 is vastgesteld dat deze kolonie een gemiddelde legselgrootte had en een relatief laag broedsucces (Groen *et al.* 1995). Een van de factoren voor het geringe succes was vermoedelijk de grote afstand tot het foerageergebied Westeinderplas en hitte stress van het zwarte dak. De intensiteit van het vliegverkeer lijkt daarmee geen bepalende factor in het voorkomen van de visdief rond Schiphol.

7.3 Knelpunten en knelsoorten met kleine burgerluchtvaart

In de voorgaande twee paragrafen is ingegaan op de mogelijke knelpunten en knelsoorten die ontstaan door de veranderingen in het gebruik van Schiphol door de grote burgerluchtvaart. De kleine burgerluchtvaart maakt uitsluitend gebruik van de Fokker-baan op Schiphol-Oost (figuur 3.1). De huidige gebruikintensiteit bedraagt ongeveer 20.000 bewegingen per jaar. De ontwikkelingen in deze tak van de luchtvaart

zijn volgens de sector moeilijk aan te geven. Desondanks wordt er vanuit gegaan dat hierin in de toekomst geen grote veranderingen zullen optreden. Van significante effecten zal daarom naar verwachting geen sprake zijn.

De intensiteit van het gebruik van Schiphol door de kleine burgerluchtvaart bedraagt ongeveer de helft van die op een klein vliegveld als Midden-Zeeland (Lensink & Dirksen 2001). In een studie van genoemde auteurs naar de mogelijke effecten van dit vliegveld op de aantallen vogels in het Vogelrichtlijngebied het Veerse Meer, konden geen effecten op aantallen en verspreiding worden aangetoond. Hiervoor werden twee belangrijke verklaringen aangedragen: allereerst kent het aantal vliegbewegingen een minimum (winter) dat samenvalt met een maximum in het aantal verblijvende vogels in het Veerse Meer. In de cruciale periode was de belasting derhalve relatief laag. Zelfs in het verlengde van de startbaan verbleven aantallen vogels die niet afweken van die in gebieden elders in het Veerse Meer. Als belangrijkste reden werd gewinning aangevoerd. Starts en landingen gaan immers via vaste routes en zijn goed voorspelbaar.

De minimale vlieghoogte voor de kleine burgerluchtvaart over land is 150 meter, en 300 meter boven bebouwing. Deze voorgeschreven hoogtes gelden na het verlaten van het circuit rond een vliegveld. Deze vorm van luchtvaart kan dus een verstorend effect hebben (zie Lensink & Dirksen 2000). Genoemde vlieghoogtes zijn het gevolg van nationale regelgeving en behoren niet tot de voorschriften van het gebruik van Schiphol. Daarom wordt hier in het kader van deze rapportage geen verdere aandacht besteed.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

De veranderingen in het vliegverkeer door het in gebruik nemen van de vijfde baan in 2003 kunnen in een aantal gebieden als gevolg van een toename in het vliegverkeer mogelijk leiden tot een toename van de verstoring van vogels en andere fauna (hoofdstuk 3 en 6). Aan de andere kant zijn er ook een aantal gebieden waar vliegtuigen beduidend minder overheen zullen vliegen; en de situatie voor vogels en andere fauna mogelijk gunstiger wordt.

Uit gepubliceerd onderzoek komt naar voren dat vliegtuigen tot een hoogte van 3000 ft (of 1 km) en tot een afstand van 2 km versturende effecten kunnen hebben (hoofdstuk 4). Verstoring kan het gevolg zijn van visuele effecten en/of auditieve effecten. Verstoring kan, via een aantal tussenstappen, invloed hebben op de populatieomvang. Daarnaast is uit de literatuur duidelijk geworden dat een toename in de frequentie van overvliegen tot negatieve effecten op vogels kan leiden.

Voor zover de kennis thans reikt, is het aannemelijk dat in gebieden waar vliegtuigen tussen 2000 en 3000 ft overvliegen alleen milde vormen van verstoring zullen optreden. Deze vormen van verstoring hebben hoogstwaarschijnlijk geen ingrijpende gevolgen voor de vogels en andere fauna. Over mogelijke effecten van een toename van de vliegfrequentie op deze hoogte zijn geen gegevens bekend. In speciale beschermingszones binnen de 2000-3000 ft contour zijn geen aanwijzingen dat het vliegverkeer het afgelopen decennium een factor van betekenis is geweest. Verschillende soorten met een beschermde status hebben zich hier de afgelopen periode gevestigd. In de gebieden waar de intensiteit van het vliegverkeer gelijk blijft, zijn derhalve geen significante effecten te verwachten. In het verlengde van de vijfde baan zal de intensiteit sterk toenemen. Hieronder liggen geen gebieden met een beschermde status en komen evenmin soorten met een beschermde status voor (op de kwartelkoning na). Ook hier vallen geen significante effecten te verwachten; het voorkomen van de kwartelkoning wordt vooral ingegeven door het aanbod aan geschikt habitat.

In het gebied waar vliegtuigen beneden 2000 ft kunnen vliegen, kunnen zich zwaardere vormen van verstoring voor doen. In dit gebied liggen geen gebieden die zijn aangewezen in het kader van Vogelrichtlijn en/of Habitatrichtlijn (hoofdstuk 5). De Oosteinderpoel nabij Schiphol heeft een beschermde status in het kader van de Natuurbeschermingswet. De motieven voor deze aanwijzing zijn van botanische aard. De waarden van het gebied worden niet of nauwelijks beïnvloed door het vliegverkeer. Daarnaast zal boven dit gebied de intensiteit van het vliegverkeer niet veranderen (hoofdstuk 6 en 7).

Binnen de 2000 ft contour komt een beperkt aantal vogelsoorten en andere fauna voor met een beschermde status (hoofdstuk 5). Hun aantal is in vergelijking tot het aantal in Nederland gering dan wel er zijn geen aanwijzingen verkregen dat de intensiteit van het

vliegverkeer een wezenlijk factor is in het voorkomen van deze soorten rond Schiphol (hoofdstuk 6 en 7).

8.2 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. Rond Schiphol is het vliegverkeer niet de enige secundaire factor. Ook andere vormen van transport (oa. Reijnen 1996), 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 veranderingen in het vliegverkeer van en naar Schiphol 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. Hierdoor is vooral uit de eerste schakels van oorzaak en gevolg van verstoring kennis aanwezig. Deze kennis (hoofdstuk 4) lijkt in eerste instantie in tegenspraak met de situatie rond Schiphol omdat op de luchthaven zelf aan aantal beschermde soorten voorkomen en in de Vogel- en Habitatrichtlijngebieden in de omgeving van de luchthaven geen negatieve effecten zichtbaar lijken. Deze ogenschijnlijk tegenspraak wordt hoogstwaarschijnlijk ingegeven door gewenning en tolerantie. Het meeste gepubliceerde onderzoek is verricht in gebieden die ver verwijderd liggen van vliegvelden. 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. Schiphol ligt midden in de Randstad; het vliegverkeer is slechts een van de vele menselijke (potentieel versturende) activiteiten die hier plaatsvinden. In welke mate rond Schiphol sprake is van gewenning en tolerantie is onbekend; dat het zich voordoet leidt echter geen twijfel. Gezien het voorkomen van enkele schaarse en zeldzame vogelsoorten op het vliegveld zelf (Geelhoed *et al.* 1998) lijken tolerantie en gewenning in het voorkomen van vogels en andere fauna rond de luchthaven een belangrijke factor. Voor een beter inzicht in de mogelijk effecten van de vijfde baan en om het gebruik ervan in de toekomst te kunnen evalueren is nader onderzoek gewenst; zie verder § 8.4.

8.3 Mitigeren en/of compenseren ?

Tijdens de landing kunnen vliegtuigen geruime tijd voor het inzetten van het glijpad al op 2000 ft hoogte vliegen. Er wordt vanuit gegaan dat op en boven deze hoogte alleen milde vormen van verstoring optreden. Om het gebied waarin vliegtuigen tussen 2000 en 3000 ft verkeren, te verkleinen zou de voorgeschreven minimale hoogte voor het oplijnen kunnen worden verhoogd tot 3000 ft. Navraag heeft geleerd dat dit tot capaciteitsproblemen voor het oplijnen zou leiden. Het luchtvolume tussen de TMA punten en het begin van het glijpad wordt dan te klein om alle verkeer verantwoord op

te lijnen. 's Nachts, bij een geringere vliegintensiteit, is dat wel het geval en is de minimale hoogte voor het oplijnen reeds 3000 ft.

Het is in deze studie aannemelijk gemaakt dat als gevolg van het in gebruik nemen van de vijfde baan in de aangewezen speciale beschermingszones onder vogels en ander fauna met een beschermde status geen significante effecten zullen optreden. Buiten deze gebieden zijn naar verwachting onder soorten met een beschermde status evenmin significante effecten te verwachten omdat deze soorten of ontbreken dan wel in klein aantal voorkomen. Door het uitblijven van significante effecten op gebieden of soorten met een beschermde status is er geen noodzaak compenserende maatregelen voor te stellen.

8.4 Aanbeveling

Op grond van de huidige inzichten is het aannemelijk dat na het in gebruik nemen van de vijfde baan onder vogels en andere fauna verstoring zal optreden. In welke mate is onduidelijk omdat het eveneens aannemelijk is dat onder vogels en andere fauna rond Schiphol een aanzienlijke tolerantie en gewenning is ten aanzien van verstoring door vliegverkeer. Het verdient daarom aanbeveling onderzoek te entameren naar de mate van tolerantie en gewenning van vogels en andere fauna rond Schiphol in relatie tot het baangebruik vanaf 2003. Met deze kennis kunnen de voornaamste conclusies uit onderhavige studie verder worden onderbouwd. Dergelijk onderzoek zou zich over vlieghoogtes tussen 0 en 3000 ft moeten uitstrekken. Enerzijds kan gekeken worden naar de veranderingen in tijd en ruimte in het voorkomen van vogels voor en na het in gebruik nemen van de vijfde baan en anderzijds naar het mechanisme onder vogels rond Schiphol dat tot tolerantie en gewenning leidt. In bijlage 5 is de hoofdlijn van dit onderzoek uitgeschreven.

