

Verstorende effecten van groot vliegverkeer op broedvogels

Onderzoek op basis van bestaande gegevens verzameld rond de luchthaven Schiphol en op militaire vliegvelden



R. Lensink
K.L. Krijgsveld
P.W. van Horsen

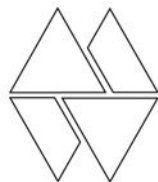


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Verstorende effecten van groot vliegverkeer op broedvogels

Onderzoek op basis van bestaande gegevens verzameld rond de
luchthaven Schiphol en op militaire vliegvelden

R. Lensink
K.L. Krijgsveld
P.W. van Horssen



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Radboud Universiteit Nijmegen, namens het Ministerie van I&M

13 december 2011
rapport nr. 11-101

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 11-101
Datum uitgave: 13 december 2011
Titel: Verstorende effecten van groot vliegverkeer op broedvogels
Subtitel: Onderzoek op basis van bestaande gegevens verzameld rond Schiphol en militaire vliegvelden
Samenstellers: drs. ing. R. Lensink
drs. K.L. Krijgsveld
drs. P.W. van Horssen
Foto's voorzijde D. van der Velden (vliegtuig), K.L. Krijgsveld (grutto), M. Bonte (purperreiger), M.J.M. Poot (visdief)
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 139
Project nr.: 11-148
Projectleider: drs. ing. R. Lensink
Naam en adres opdrachtgever: Radboud Universiteit Nijmegen namens het Ministerie van I&M
p/a Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen
Referentie opdrachtgever: brief 23 mei 2011
Akkoord voor uitgave: Bureau Waardenburg bv
Teamleider vogelecologie
drs. T.J. Boudewijn
Paraaf:



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

© Bureau Waardenburg bv

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

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Aan de Alders-tafel Lelystad wordt gesproken over de toekomst van vliegveld Lelystad. In de discussie spelen ondermeer eventuele effecten op Natura 2000 gebieden een rol. De huidige kennis over het versturende effect van vliegverkeer is ontoereikend om een adequate schatting van een eventueel effect te kunnen geven. Om in deze kennisleemte te voorzien is door de Alders-tafel Lelystad een opdracht geformuleerd waarin op basis van bestaande gegevenssets een eventueel versturende effect op broedvogels in beeld wordt gebracht.

In deze opdracht is de Radboud Universiteit Nijmegen hoofdaannemer en Bureau Waardenburg onderaannemer waarbij beide een aantal deelvragen voor hun rekening hebben genomen. Over de deelvragen die door Bureau Waardenburg zijn beantwoord, wordt hier gerapporteerd.

Binnen Bureau Waardenburg is een projectteam geformeerd dat bestond uit:

- Karen Krijgsveld analyse en rapportage
- Peter van Horssen bewerking ruwe data
- Lieuwe Anema verwerking data
- Rob Lensink analyse, rapportage en projectleiding
- Theo Boudewijn, collegiale toets
- Sjoerd Dirksen idem
- Jan van de Winden ondersteuning

Om datasets te verkrijgen en te toetsen op bruikbaarheid, is medewerking verkregen van de volgende personen:

- Cees Scharringa (Landschap Noord-Holland)
- Gerard van Zuylen (Agrarische Natuurvereniging (ANV) Utrechtse Venen)
- Astrid Manhoudt (Veelzijdig Boerenland)
- Anton de Wit (ANV St. Gouwe Wiericke)
- Freek van Leeuwen (ANV Hollandse Venen)
- Walter Pieterse (ANV De Wetering)
- Freek van Leeuwen (ANV Van Ade Stag, ANV Wijk & Wouden)
- Aad van Paassen (Vrijwillig Landschapsbeheer Nederland)
- Hans Schekkerman (SOVON Vogelonderzoek Nederland)
- Hans van Gasteren, Arie Dekker, Frans Bourgonje, Niels Gillissen, Anja van de Berg (Ministerie van Defensie, Koninklijke Luchtmacht)
- Rijk Zuurmond (Ministerie van Infrastructuur & Milieu)

Allen worden bedankt voor hun medewerking, inzet en bereidheid tot beschikbaarstelling van gegevens.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7
1 Inleiding.....	11
1.1 Achtergronden	11
1.2 Probleemstelling	11
1.3 Vraagstelling.....	12
1.4 Aanpak.....	13
1.5 Leeswijzer.....	15
2 Materiaal en methoden	17
2.1 Beschikbare gegevens	17
2.1.1 Omgeving Schiphol	17
2.1.2 Militaire vliegvelden	33
2.2 Opwerken tot bruikbare datasets.....	35
2.2.1 Broedvogels rondom Schiphol.....	35
2.2.2 Broedbiologie rondom Schiphol.....	38
2.2.3 Broedvogels op militaire vliegvelden	39
2.3 Analyse	41
2.3.1 Statistiek	41
2.3.2 Procedures.....	41
3 Resultaten	46
3.1 Schiphol: dichtheden broedvogels.....	46
3.1.1 Alle soorten en soortgroepen; vijf-banenstelsel	46
3.1.2 Afzonderlijke soorten; vijf-banenstelsel.....	52
3.1.3 Alle soorten en soortgroepen; vier-banenstelsel.....	67
3.1.4 Afzonderlijke soorten; vier-banenstelsel	73
3.1.5 Het effect van geluidsbelasting	79
3.2 Schiphol: enkele broedbiologische parameters.....	83
3.2.1 Aandeel uitgekomen nesten.....	83
3.2.2 Legselgrootte	89
3.2.3 Legbegin	93
3.3 Militaire vliegvelden: soortenrijkdom en dichtheden	98
3.3.1 Soortenrijkdom.....	98
3.3.2 Dichtheid.....	105

4	Discussie	110
4.1	Discussie	110
4.1.1	Aanpak.....	110
4.1.2	Resultaten dichtheden rondom Schiphol.....	111
4.1.2	Resultaten broedbiologische parameters.....	114
4.1.3	Resultaten militaire vliegvelden.....	117
4.1.4	Synthese.....	119
5	Vertaling resultaten naar Natura 2000	123
6	Literatuur.....	131
Bijlage 1	Verschilkaart geluidsbelasting vierbanenstelsel en vijfbanenstelsel (2000 versus 2007) (gegevens ministerie I&M).	
Bijlage 2	Details statistisch model enkele schaarse soorten.	
Bijlage 3	Verband tussen aandeel uitgekomen nesten en de afstand van de agrarische bedrijfslocatie tot Schiphol.	

Samenvatting

Inleiding

In dit rapport zijn de versturende effecten van groot vliegverkeer op broedvogels in beeld gebracht en besproken. Als effectparameter is geluidsbelasting (L_{den}) door vliegverkeer genomen. Op basis van bestaande gegevenssets zijn de volgende drie aspecten onderzocht:

- effecten van geluid van vliegverkeer van en naar Schiphol op de dichtheid van broedvogels;
- effecten van geluid van vliegverkeer van en naar Schiphol op enkele broedbiologische parameters;
- effecten van geluid van militair vliegverkeer op de dichtheid van soorten en broedvogels op negen militaire vliegvelden.

Om eventuele effecten van geluid zichtbaar te krijgen, is in de analyses zonodig eerst gecorrigeerd voor andere factoren die ook van invloed zijn op de betrokken parameter (bijvoorbeeld bodemtype, grondwater, verstoring door infrastructuur, etc.) In de analyses is vooral gebruik gemaakt van lineaire regressietechnieken (GLM's).

Uitkomsten

In de drie genoemde onderdelen zijn de volgende conclusies getrokken.

Schiphol en dichtheden

- bij toenemende geluidsbelasting neemt de dichtheid van een deel van de onderzochte soorten af;
- effecten treden bij enkele soorten op vanaf 48 dB(A)Lden; bij andere vanaf 55 dB(A)Lden;
- het grootste effect is vastgesteld voor grutto: een >35% lagere dichtheid bij >55 dB(A)Lden in vergelijking tot <48 dB(A)Lden;
- negatieve effecten zijn rond Schiphol vastgesteld voor steltlopers, minder voor zangvogels en nog minder voor eenden. Andere groepen zijn niet onderzocht;
- deze bevindingen zijn het sterkst in een grote dataset met als geluidscontour het vijfbanenstelsel en zwakker, maar de uitkomsten wijzen wel in dezelfde richting, in een kleine dataset met als geluidscontour het vierbanenstelsel.

Schiphol en broedbiologie

- Het netto-effect van de gevonden patronen is dat de reproductieve output in het gebied met een hoge belasting lager is dan in het gebied met een lage belasting.
- toenemende geluidsbelasting leidt tot een gemiddeld vroegere start van het broedseizoen, vooral omdat latere legsels (vervangende legsels en vervolglegsels) relatief weinig voorkomen in het gebied met een hoge geluidbelasting, de data van de eerste legsels (de echte aanvang van het broedseizoen) verschillen niet tussen de gebieden met hoge en lage geluidsbelasting;
- toenemende geluidsbelasting had geen effect op legselgrootte;
- toenemende geluidsbelasting ging bij de meeste soorten samen met een hoger aandeel uitgekomen legsels; vooral omdat late legsels (met een lager succes) niet of minder voorkomen (zie eerste bullit);

- o effecten op broedbiologische parameters waren vooral duidelijk onder steltlopers en meerkoet, en minder onder eenden. Andere groepen zijn niet onderzocht;

Militaire vliegvelden

- o op verschillende militaire vliegvelden nam de soortenrijkdom toe met de afstand tot de baan; zowel voor alle soorten tezamen als voor soorten in grasland of bos;
- o op verschillende militaire vliegvelden nam de dichtheid van broedvogels toe met de afstand tot de baan; zowel voor alle soorten tezamen als voor soorten van grasland of bos; alsook voor enkele afzonderlijke soorten;
- o de versturende effecten op militaire vliegvelden is een combinatie van vliegverkeer en bird-control; tezamen vormen zij het versturende effect van het vliegbedrijf.

Beoordeling van effecten

In Nederland zijn verschillende onderzoek gedaan naar de effecten van verkeerslawaaï op de dichtheid van broedvogels; 1984-1992 wegverkeer (Reijnen 1996), wegverkeer 1998-2000 (Foppen *et al.* 2002), treinverkeer (Tulp *et al.* 2002). Het is derhalve zinvol om de resultaten van het onderzoek aan vliegtuigen te relateren aan bestaande kennis over effecten van geluid in algemene zin. Dit kan de conclusies aanscherpen. Zo is er in onderhavige vliegveldstudie geen informatie verzameld over de situatie beneden 48 dB(A)(L_{den})(lees ±45 dB(A) zonder weging). Maar door het gebruik van andere bestaande kennis is hier wel iets over te zeggen. De belangrijkste resultaten uit eerdere studies en het eigen onderzoek zijn samengevat in tabel 5.1. Hieruit volgen de volgende conclusies:

- o bij toenemende geluidsbelasting neemt de dichtheid van steltlopers (van de weidevogels) en weidevogels-totaal af;
- o effecten onder weidevogels zijn vastgesteld bij een belasting vanaf 43 dB(A) of meer;
- o niet alle onderzochte soorten vertonen een negatief effect;

De resultaten van het onderzoek naar effecten van vliegverkeer liggen in dezelfde lijn. Door de gekozen analysemethodiek en beperkingen van het materiaal zijn effecten vastgesteld vanaf 48 of 55 dB(A) (L_{den}).

Uit tabel 5.1 volgt dat de waarde waarbij in weg-, trein- en vliegverkeer de eerste effecten kunnen worden opgemerkt in dezelfde orde van grootte liggen. Zonder weging voor bewegingen in bepaalde delen van het etmaal zijn de grenswaarden achtereenvolgens wegverkeer 43dB(A)), treinverkeer 45 (dB(A) en vliegverkeer ±45 dB(A). Uit hoofde van het voorzorgprincipe kan daarom worden gesteld dat vanaf 43 dB(A) in weg-, trein- en vliegverkeer voor de meest gevoelige soorten de eerste effecten zijn te verwachten. Op grond van het voorgaande is onze conclusie dat bij geluidsbelastingen boven 43 dB(A) de meest gevoelige soorten negatieve effecten kunnen ondervinden.

In het wegverkeer wordt voor de noodzaak van een beoordeling van effecten op broedvogels (uit hoofde van regelgeving) als grenswaarde veelal 47dB(A) aan-

gehouden. Informatie in de originele publicaties leert dat effecten bij een aantal soorten al bij lagere belastingen kunnen optreden. Ook uit het onderzoek naar effecten van treinverkeer zijn effecten vanaf 43 dB(A) zichtbaar geworden. In de opzet van het onderzoek naar effecten van vliegverkeer is als laagste grenswaarde 48 dB(A)(L_{den})(lees ±45 dB(A) zonder weging) gekomen. Dit hield uitsluitend verband met de beschikbaarheid van gegevens; de geluidscontouren van Schiphol liepen slechts tot 48 dB(A)(L_{den})(lees ±45 dB(A) zonder weging).

De omvang van een eventueel effect bedraagt in alle drie de typen onderzoek maximaal 40% afname (tabel 5.1); dat wil zeggen dat in het zwaar belaste gebied de dichtheid maximaal 40% lager ligt dan in het onbelaste en weinig belaste gebied (tabel 5.1). Langs drukke wegen en spoorwegen bedraagt de afstand waarover deze afname zich afspeelt tot maximaal 1.500 m. Bij vliegvelden kan deze afstand veel groter zijn omdat de geluidscontouren veel verder reiken; rond Schiphol tot 20 km.

Het bereik van de communicatie kan een derde ingang zijn om eventuele effecten van toenemende geluidsbelasting in te schatten. Er liggen verschillende aanwijzingen op tafel dat soorten met een overlap met het achtergrondgeluid eerder een negatief effecten laten zien dan soorten zonder overlap (dit rapport, Slabbekoorn & Peet 2003, Goodwin & Shriver 2010). In deze rapportage is uitgegaan van de zang (hoofdstuk 5). Communicatie tussen vogels onderling heeft meer ingangen dan alleen zang. In deze richting valt dan ook nog verder onderzoek te doen; en winst te behalen door ook andere vormen van communicatie in beschouwing te nemen (roep, bedelroep, etc.).

Effecten van visuele of auditieve verstoring

De afgelopen jaren is voor de beoordeling van de versturende effecten van vliegverkeer op fauna een model gehanteerd. Dit model was gebaseerd op een groot aantal binnen- en buitenlandse studies waarin versturende effecten van vliegverkeer in beeld waren gebracht. Hierbij was zelden onderscheid gemaakt in visuele of auditieve effecten (Lensink *et al.* 2005). Het model heeft de volgende kenmerken:

- vliegtuigen kunnen tot 3.000 ft = 1.000 m vlieghoogte en tot 2 km van het vliegp pad een versturend effect hebben;
- verstoring die kan leiden tot blijvende gevolgen in de zin van afname van aantallen vogels in een gebied, treedt op boven een bepaalde frequentie;
- het versturend effect wordt voorts sterk bepaald door het type vliegtuig.
- landend verkeer heeft kleinere effecten dan startend verkeer.

Uit de onderhavige studie volgt dat geluidsbelasting als effectparameter ook gebruikt kan worden voor beoordelingen van effecten.

Berekening van een geluidscontour wordt sterk bepaald door het type luchtvaartuig en de frequentie van de vliegbewegingen. Daarmee is de contour een goede afspiegeling van het gebruik van een vliegveld. Des te drukker het veld, des te verder de 43 dB(A) (zonder weging voor avond en nacht) contour van de banen reikt en des te luidruchtiger de machines des te verder de contouren reiken. Op velden met een lage gebruiksintensiteit en veel klein verkeer, zal een 43 dB(A) contour op enkele honder-

den meters van de baan liggen. Voor deze velden zal ook het bestaande beoordelingsmodel (1.000 m hoogte en 2 km afstand) gebruikt moeten blijven worden. Pas vanaf vlieghoogten boven 1.000 m zijn effecten uitgesloten. Bij toenemend gebruik van een vliegveld reikt de 43 dB(A) contour vanaf een zekere gebruiksintensiteit verder dan het punt waarop zwaardere vliegtuigen bij de start boven 1.000 m hoogte vliegen. Rond deze vliegvelden zal het model alleen voor landend verkeer (2.000 ft op 11 km voor de baan) nog van waarde kunnen zijn.

Ons advies is om in de beoordeling van effecten van vliegverkeer op natuur uit te gaan van de 43 dB(A) contour. Binnen deze contour is een maximale afname in dichtheid te verwachten van 40% (ongeveer 1% per dB(A)). Eventuele effecten van een gewijzigd vestigingspatroon, paringssucces (cf. fitis, ovenbird), een afname in reproductieve output (cf. koolmees) zijn hierin dan verdisconteerd. Mochten vliegtuigen buiten de 43 dB(A) contour lager vliegen dan 1.000 m (3.000 ft), dan geldt de oude aanpak (klein verkeer, landend groot verkeer). Dan wordt het een locatiespecifieke beoordeling waarin hoogte en grootte van het vliegtuig en frequentie van overvlucht een rol spelen.

Significantie?

De resultaten van deze studie naar effecten van vliegverkeer op broedvogels zijn in lijn met eerdere studies naar effecten door geluidsbelasting van weg- en treinverkeer op broedvogels. Dat leert ons dat bij een belasting van <43 dB(A) (zonder weging) er zeker geen effecten zijn, en dus ook geen significante effecten. Voorts blijkt dat bij toenemende belasting (>43 dB(A) en meer) steeds meer soorten effecten gaan onderkennen. Effecten zijn te verwachten op dichtheid, maar ook op vestigingspatronen, paringssucces en reproductieve output. Of deze effecten als significant beoordeeld moeten worden, is afhankelijk van betrokken gebied, de omvang van het effect en de status van een soort in het betrokken gebied (aantal, trend, staat van instandhouding) en zijn onderwerp in een oriëntatiefase of passende beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. In situaties met een belasting die hoger is dan 55 dB(A)(Lden) zijn significante effecten op diverse soorten zelfs aannemelijk omdat er in onderhavige studie voor diverse soorten een afname van meer dan 30% is vastgesteld. In de regel zijn dergelijke ordegrottes zeker significant negatief voor een populatie.

1 Inleiding

1.1 Achtergronden

Aan de Alders-tafel Lelystad wordt gesproken over mogelijke uitbreiding van groot verkeer op Vliegveld Lelystad. Het luchtruim boven Vliegveld Lelystad wordt ook gebruikt door verkeer naar Schiphol. Hierdoor gelden voor routestructuren en vlieghoogtes van verkeer voor Lelystad restricties. Dit leidt er toe dat verschillende Natura 2000-gebieden rondom Flevoland over geruime afstand op hoogtes van 3.000 ft of minder worden overvlogen. Hierbij openbaart zich een potentieel conflict op ruimtelijk ordeningsgebied: staat uitbreiding van een vliegveld en daarmee samenhangend een toename van vliegverkeer op gespannen voet met de Natura 2000-doelstellingen in Nederland, in het bijzonder in en rondom Flevoland?

De Europese Unie kent een tweetal Richtlijnen (Richtlijn van de Raad van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand (79/409/EEG) (Vogelrichtlijn), geamendeerd en gecodificeerd in Richtlijn 2009/147 en Richtlijn 92/43/EEG van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna (Habitatrichtlijn), die samen bekend zijn als Natura 2000. De richtlijnen zijn in Nederland verwerkt in de Flora- en faunawet (2002, soortbescherming) en de Natuurbeschermingswet (1998, gebiedsbescherming) en dienen als bescherming van de Europese natuur.

In en rond Flevoland ligt een aantal Natura 2000-gebieden. In de (ontwerp)-aanwijzingsbesluiten zijn de instandhoudingsdoelen voor deze gebieden verwoord. Op basis van de huidige stand van de kennis valt de omvang van eventuele effecten van frequent groot vliegverkeer van en naar Vliegveld Lelystad op broedvogels en niet-broedvogels in Natura 2000-gebieden in en rondom Flevoland niet voldoende nauwkeurig vast te stellen; het gaat dan vooral om het verkrijgen van zekerheid omtrent het uitblijven van significant negatieve effecten van een ander gebruik van het vliegveld (en luchtruim) op de genoemde instandhoudingsdoelen. Een dergelijke vaststelling is gewenst en noodzakelijk om de effecten te kunnen vertalen in termen die gebruikt kunnen worden in vergunningen alsook in maatregelen die leiden tot mitigatie van effecten en zo nodig compensatie van effecten. Nader onderzoek naar de effecten van frequent groot verkeer is daarom noodzakelijk.

1.2 Probleemstelling

Van vrijwel geen enkele vogelsoort is het effect van verstoring door vliegtuig-bewegingen of -lawaai in termen van broedsucces, dan wel conditie (overleving) bekend. Van weidevogels is bekend dat frequent treinverkeer of wegverkeer invloed heeft op de selectie van territoria (i.c. afname van de dichtheid van territoria; Reijnen 1996, Tulp *et al.* 2002). Ook andere soortgroepen laten bij hogere geluidsbelastingen

een afname in de dichtheid zien (bos, struweel, moeras; Reijnen 1996, Foppen *et al.* 2002). De effectafstand was in bossen 100-300 m, in het open veld oplopend tot 930 m (bij grutto). Effectafstanden zijn een afgeleide van de geluidsbelasting door beide genoemde vormen van verkeer. Effecten zijn aangetoond voor belastingen vanaf 47 dB(A) (op 1 m hoogte, berekend als geluidsom *cf* L_{den}). De berekende geluidscontouren voor de toekomst van vliegveld Lelystad geven in delen van de Flevo-polders en ook boven de Veluwe een belasting van meer dan de genoemde 47 dB(A). Op basis van de geluidsverstoring is een negatief effect op relevante soorten derhalve niet uitgesloten. Bij vliegverkeer speelt naast de geluidsverstoring echter ook het visuele aspect omdat voor vogels een vliegtuig een vergelijking met een roofvogel kan betekenen. Ook de combinatie van geluid en silhouet van vliegverkeer is niet zondermeer vergelijkbaar met trein- of wegverkeer.

Om een uitspraak te doen over de centrale vraagstelling zou idealiter een BACI-experiment moeten worden opgezet (Before, After, Control & Impact); een experiment met metingen voor en na de ingreep (Impact) en parallel daaraan een controlegroep zonder ingreep (Control), waarbij voor een aantal vogelsoorten reproductie en overleving worden vastgesteld. Een dergelijk onderzoek duurt enkele jaren en kan sowieso nu niet voor de vergunningverlening van de ingreep worden gebruikt (de ingreep is namelijk onderdeel van het onderzoek). Bovendien is het vinden van een goed referentiegebied (Before, After, Control) lastig. De oplossing heeft zich daarom gericht op af te leiden effecten uit grotendeels bestaande gegevensbestanden en bestaande situaties; in dit geval Schiphol en militaire vliegvelden.

1.3 Vraagstelling

De vraagstelling in relatie tot toekomstig gebruik van vliegveld Lelystad luidt: **heeft groot vliegverkeer al dan niet significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen voor vogels in Natura 2000-gebieden?** Uit deze vraagstelling volgt dat voor het vaststellen van een significant effect van groot vliegverkeer op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden idealiter in de directe omgeving van het vliegveld bestudeerd moet worden, waarbij voor soorten met een instandhoudingsdoelstelling wordt nagegaan of onder invloed van toenemend vliegverkeer de populatieomvang verandert. De mogelijkheden hiervoor zijn rond Lelystad op dit moment niet aanwezig, zodat een ideale onderzoeksopzet evenmin mogelijk is (zie onder 1.2).

Onder 1.2 is beargumenteerd dat het onderzoek in eerste instantie is gebaseerd op bestaande situaties (en bestaande gegevenssets). De resultaten van dit onderzoek kunnen dan, voor zover mogelijk en verantwoord, 'vertaald' worden naar de situatie op en rond Vliegveld Lelystad. De vraagstelling in het onderhavige rapport luidt dan ook: **kunnen in bestaande situaties (op en rond vliegvelden) uit bestaande gegevenssets negatieve effecten van frequent groot vliegverkeer op aantallen broedvogels en hun reproductieve output worden afgeleid?**

Vliegverkeer kan versturende effecten hebben op fauna, in het bijzonder vogels (*reviews in* Lensink *et al.* 2005, Krijgsveld *et al.* 2008, Heunks *et al.* 2008). Verstoring wil zeggen dat het organisme zijn natuurlijke gedrag onderbreekt als gevolg van een activiteit van de mens (in dit geval vliegverkeer). Herhaalde verstoring (schrik, opvliegen) kan via een aantal tussenstappen leiden tot een afname van reproductie en/of overleving waardoor het aantal afneemt.

Verstoring betekent voor vogels in ieder geval een toename van stress. De reactie kan een schrikreactie zijn, al dan niet zichtbaar, maar als reactie kost dit steevast energie. Afhankelijk van de frequentie van de verstoring kan dit voor het individu ofwel conditieverlies opleveren (is gelijk aan afname overleving en/of reproductief succes) en bij broedende vogels ook resulteren in het verlaten van het nest of de jongen (of de jongen minder voeren, is gelijk aan afname reproductief succes; zie oa. Halfwerk *et al.* 2011), ofwel er treedt gewenning op. In het geval van gewenning 'leert' de vogel dat bij deze verstoring geen levensbedreiging hoort en gaandeweg 'schrikt' de vogel ook niet meer. Hierdoor is er geen stressreactie en dus geen effect op conditie of broedresultaat.

Vliegtuigen die opstijgen en landen hebben op grond van bestaande kennis versturende effecten tot gemiddeld 2 km afstand in het horizontale vlak en gemiddeld 1 km afstand in het verticale vlak (Lensink *et al.* 2005, Krijgsveld *et al.* 2008). Het versturende effect van vliegverkeer omvat zowel auditieve effecten (geluid) als visuele effecten (zicht). Landende en opstijgende vliegtuigen hebben daarmee maar tot een bepaalde afstand van de baan een versturende effect, waarbij dit effect nabij de baan groter is dan op grotere afstand. Onderzoek aan versturende effecten van wegverkeer en treinverkeer heeft de geluidsbelasting als effectparameter genomen (Reijnen 1996, Tulp *et al.* 2002, Foppen *et al.* 2002). Voor het onderhavige onderzoek naar effecten van vliegverkeer wordt hierbij aangesloten. De geluidsbelasting nabij de baan is groter dan op kilometers afstand van de baan; vooral omdat vliegtuigen dan lager vliegen dan op grotere afstand. Daarmee wordt ook aangenomen dat de geluidsbelasting een adequate maat is voor de optelsom van auditieve en visuele effecten. De hypothese in dit onderzoek luidt dan ook: **een toenemende geluidsbelasting heeft een negatief effect op aantallen broedvogels en hun reproductieve output.**

1.4 Aanpak

Schiphol en omstreken

In Nederland wordt op grote schaal onderzoek gedaan naar het voorkomen van broedvogels (oa. SOVON 2002). In het westen van het land hebben weidevogels vanuit het beleid grote aandacht (oa. Van 't Veer *et al.* 2010). Daarbij worden geregeld grootschalige karteringen naar de verspreiding van weidevogels uitgevoerd die ondermeer tot doel hebben om de effecten van subsidieregelingen (SAN-pakketten) ten behoeve van weidevogels te evalueren (Teunissen & Wymenga 2007). Daarnaast

wordt in deze gebieden door agrariërs en andere particulieren op grote schaal aan vrijwillige nestbescherming gedaan (LBN 2003).

Schiphol (een van de grote luchthavens in West-Europa) kent een hoge gebruiksintensiteit van meer dan 450.000 vliegtuigbewegingen per jaar. De geluidscontouren van deze luchthaven reiken tot tientallen kilometers afstand van het banenstelsel. Binnen en buiten de uiterste contour (48 dB(A) L_{den}) liggen grote oppervlakten veenweidegebied met een broedvogelbevolking met grote aantallen weidevogels. Van deze groep soorten zijn in deze gebieden in het afgelopen decennium grootschalige vlakdekkende inventarisaties uitgevoerd en zijn in het kader van vrijwillige nestbescherming op grote schaal gegevens over legselgrootte en uitkomstsucces verzameld. Beide bronnen worden benut om invulling te geven aan de vraagstelling waarbij de geluidsbelasting (berekend als L_{den} ; cf. Van der Wal *et al.* 2001) als effectparameter wordt gebruikt.

Schiphol ligt in een sterk verstedelijkte omgeving waarin de geluidsbelasting van vliegverkeer met zekerheid niet de enige factor is die van invloed is op het voorkomen van weidevogels. Bodemtype en grondwatertrap bepalen in hoge mate de agrarische gebruiksintensiteit en gebruiksmogelijkheden en zijn daarmee een eerste factor die van invloed is op de dichtheid aan weidevogels (Beintema 1988). Daarbij zijn gebieden met de agrarisch gezien meest moeilijke omstandigheden vooral in beheer bij terreinbeherende organisaties. Daarnaast zijn infrastructuur en bebouwing van invloed op de dichtheid van weidevogels, waarbij de dichtheid nabij wegen en bebouwing lager is dan op grotere afstand (Reijnen 1996). Het voorkomen van weidevogels in de ruime omgeving van Schiphol wordt door al deze factoren beïnvloed.

De analyses in deze rapportage zijn daarom gebaseerd op een dataset waarin effecten van infrastructuur en bebouwing minimaal zijn. In de analyses wordt de omvang van effecten van bodem, grondwater en gebruiksintensiteit in beeld gebracht. Deze factoren verklaren een deel van de variatie in dichtheden van broedvogels tussen gebieden. Vervolgens wordt nagegaan of het dan onverklaarde deel van de variatie een negatief verband kent met geluidsbelasting. Zo ja; dan heeft toenemende geluidsbelasting een negatief effect op dichtheden van broedvogels; zo nee, dan wordt deze hypothese verworpen. Hetzelfde geldt voor reproductieve parameters als legbegin, legselgrootte en uitkomstsucces.

Militaire vliegvelden

Verspreid over Nederland liggen militaire vliegvelden (soms met medegebruik voor burgerluchtvaart) en andere militaire oefenterreinen. Natuurwaarden van deze terreinen worden geregeld in beeld gebracht, ondermeer ten behoeve van een veilig en verantwoord gebruik van deze gebieden (vliegvelden) (Haveman *et al.* in prep, Van der Zee 1998). De negen militaire vliegvelden die Nederland telt zijn de afgelopen 15 jaar tweemaal op het voorkomen van broedvogels onderzocht, waarbij de meest algemene soorten buiten beeld zijn gebleven.

Militaire vliegvelden worden gebruikt door één of meer typen luchtvaartuigen (i.c. helikopters, vliegtuigen, straaljagers) en ieder met een eigen gebruiksintensiteit. Twee van de negen velden liggen in open kleipolders, de andere in bosrijke gebieden op de zandgronden. Sinds eind jaren negentig wordt op alle terreinen in het landingsterrein een verschrallend graslandbeheer gevoerd om de vliegveiligheid te vergroten.

Voor militaire vliegvelden zijn geen geluidscontouren beschikbaar. De wel beschikbare Ke-contour is onbruikbaar voor het onderhavige onderzoek omdat deze voor de verschillende velden onvergelijkbaar is. Daarom is gekozen voor de afstand tot de baan als effectparameter. Dit vormt dan een maat voor de geluidsbelasting.

Militaire vliegvelden bestaan direct rondom de baan uit open gebied met een grazige vegetatie. Verder van de baan af kunnen andere habitattypen voorkomen. Van alle terreinen is een vegetatiekaart van recente datum beschikbaar. Op basis hiervan kan op zoek gegaan worden naar effecten op broedvogelsoorten van veel voorkomende habitats als grasland en bos.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de brongegevens beschreven en wordt uit de doeken gedaan hoe gegevens zijn bewerkt om tot een dataset te komen die geschikt was voor statistische analyse. In hoofdstuk 3 worden de resultaten beschreven. Belangrijke verbanden tussen geluidsbelasting en parameters als dichtheid of nestsucces zijn gevisualiseerd in figuren. In de analyse en presentatie is van groot naar klein gewerkt; dat wil zeggen de eerste analyse geldt voor al het materiaal. Daarna volgen analyses van soortgroepen en tot slot van afzonderlijke soorten. In hoofdstuk 4 worden de uitkomsten samengevat en bediscussieerd in het licht van bestaande kennis. Tot slot wordt een vertaling gemaakt naar de situatie in en rond de Flevopolders.

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschikbare gegevens

2.1.1 Omgeving Schiphol

Om de effecten van vliegverkeer (met geluid als effectparameter) van en naar Schiphol in beeld te krijgen, zijn verschillende datasets gebruikt om een database te creëren die geschikt is voor analyse. Als eerste is een onderzoeksgebied gedefinieerd. Dit is begrensd op basis van de volgende criteria:

- beschikbaarheid van gegevens over broedvogels en reproductieparameters;
- een zekere mate van uniformiteit in landschap en bodem;
- een voldoende groot gebied binnen en buiten de 48 dB(A) L_{den} geluidscontour.

Op grond hiervan is het onderzoeksgebied grofweg begrensd door de lijn Bergen-Hoorn in het noorden, Hoorn-Woerden in het oosten en Leidschendam-Woerden in het zuiden (figuur 2.1). Door de beschikbaarheid van vooral gegevens uit weidevogelgebieden wordt het onderzoeksgebied in het westen begrensd door de duinen. Hiermee is ook een zekere uniformiteit in landschap en bodem verkregen: overwegend veenweidegebieden met grasland als dominante vorm van grondgebruik.

Geluidsbelasting

In het kader van de MER KT II is in 2008 een geluidscontour berekend (figuur 2.2); oplopend van 48 dB(A) L_{den} naar 65 dB(A) in eenheden van 1 dB(A) (berekend *cf.* Van der Wal *et al.* 2001). Deze contour is een goede afspiegeling van het gebruik van Schiphol in de afgelopen jaren (*mededeling* ministerie I&M). Uit oogpunt van vergelijkbaarheid met onderzoek aan effecten van weg- en treinverkeer, was het wenselijk geweest ook te beschikken over contouren van 45, 46, en 47 dB(A). Deze zijn te berekenen maar zijn door een verschil in theoretische vliegpaden en werkelijk gevlogen vliegpaden geen goede afspiegeling meer van de werkelijkheid.

Bodem

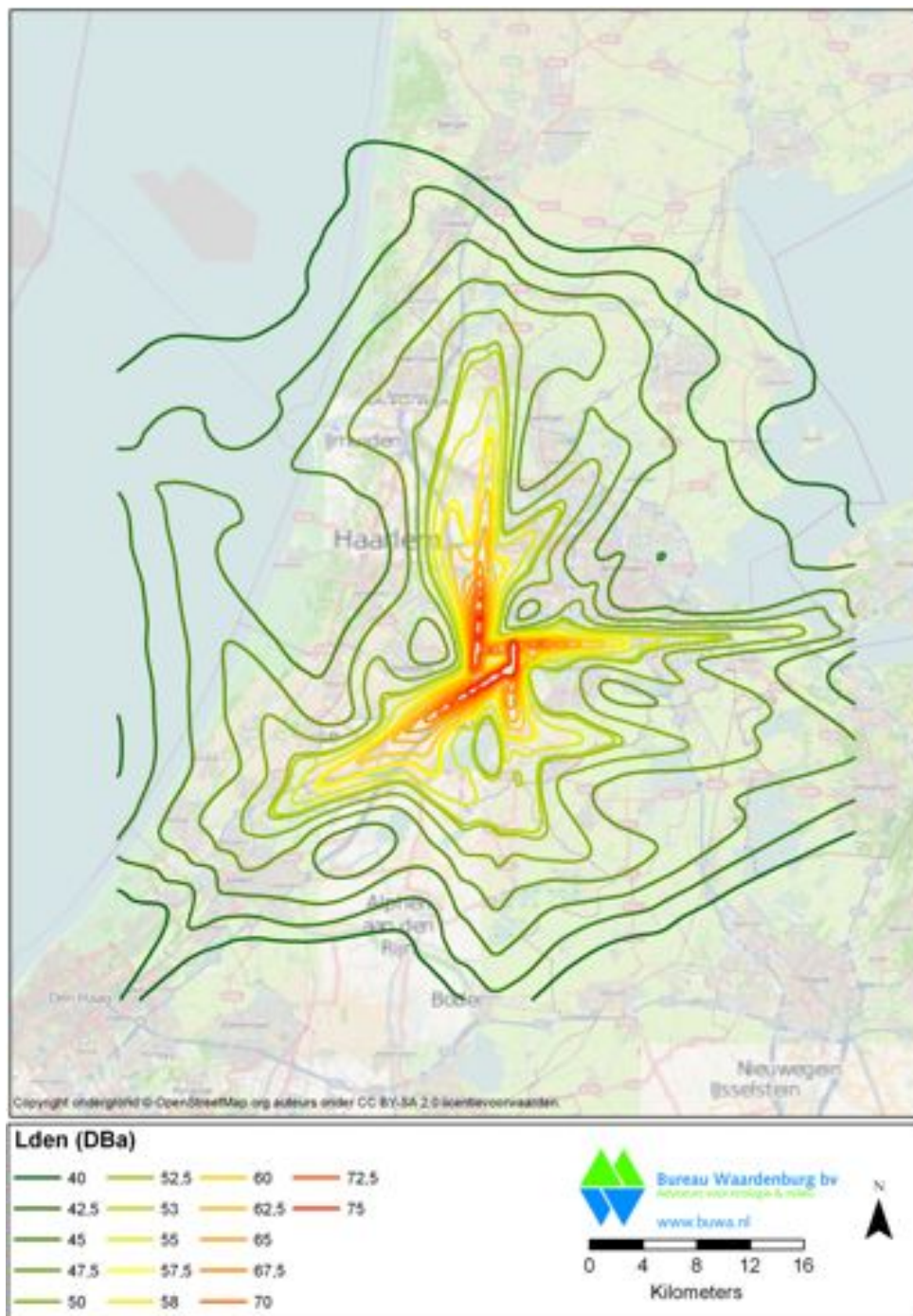
Een groot deel van het onderzoeksgebied behoort tot het veenweidegebied, met zoals de naam aangeeft een venige bodem (figuur 2.3). Veenbodems met een kleidek zijn tot de veenbodems gerekend indien het kleidek dunner is dan 0,4 m en tot de kleibodems bij een kleidek dikker dan 0,4 m. Informatie over de samenstelling van de bodem is valide voor de jaren rond 2003 en conform Steur & Heijink (1991). In de analyses is ook een bodemtype water opgenomen. Dit ontstaat door een verschil tussen de aangeleverde broedvogelverspreidingskaarten en de gebruikte bodemkaart waardoor stippen in de oeverzone van grote wateren volgens de bodemkaart in het water liggen.



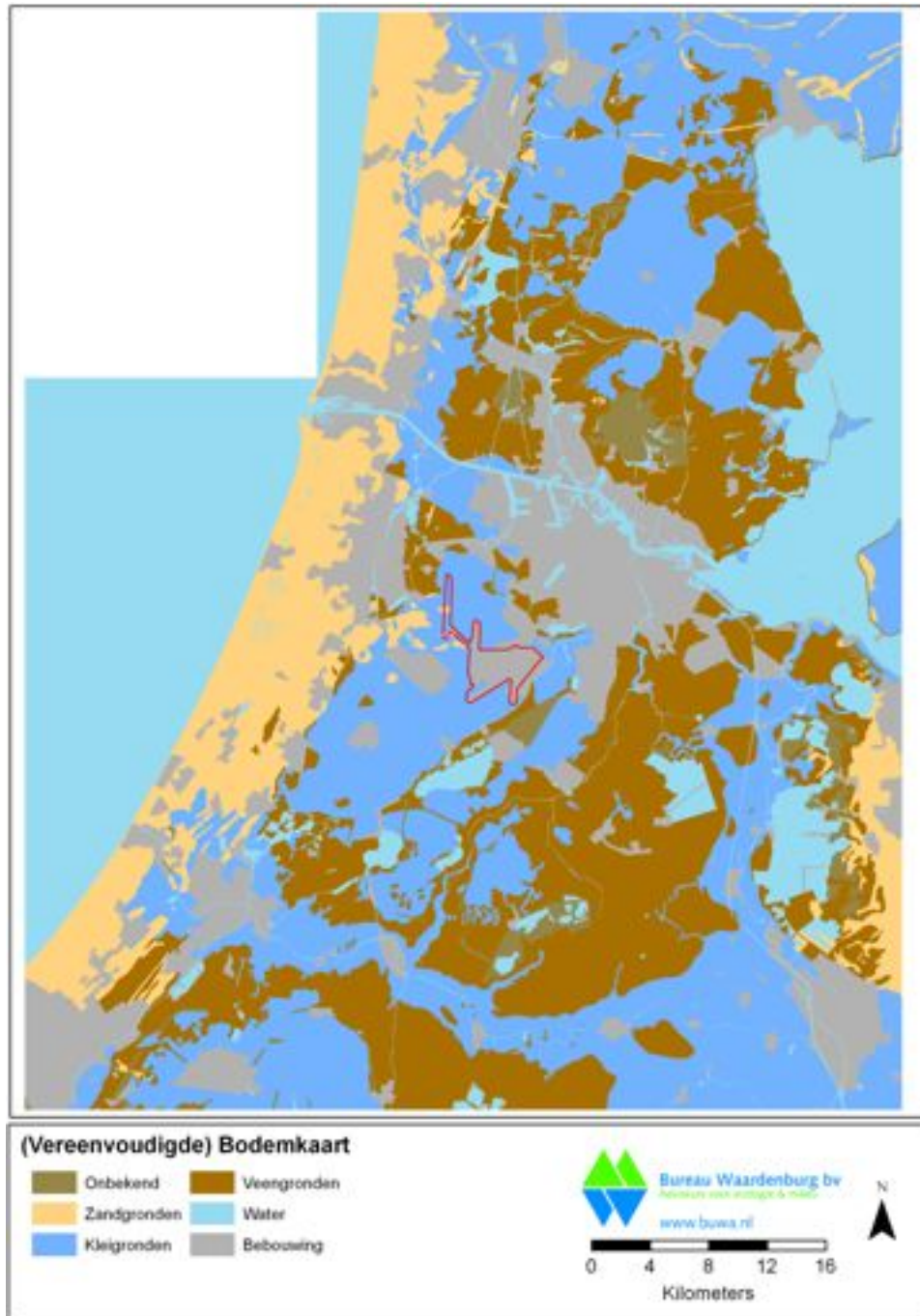
Figuur 2.1 Gebied waarin gezocht is naar bruikbare datasets met verspreidingsgegevens en broedbiologische gegevens voor het onderhavige onderzoek.



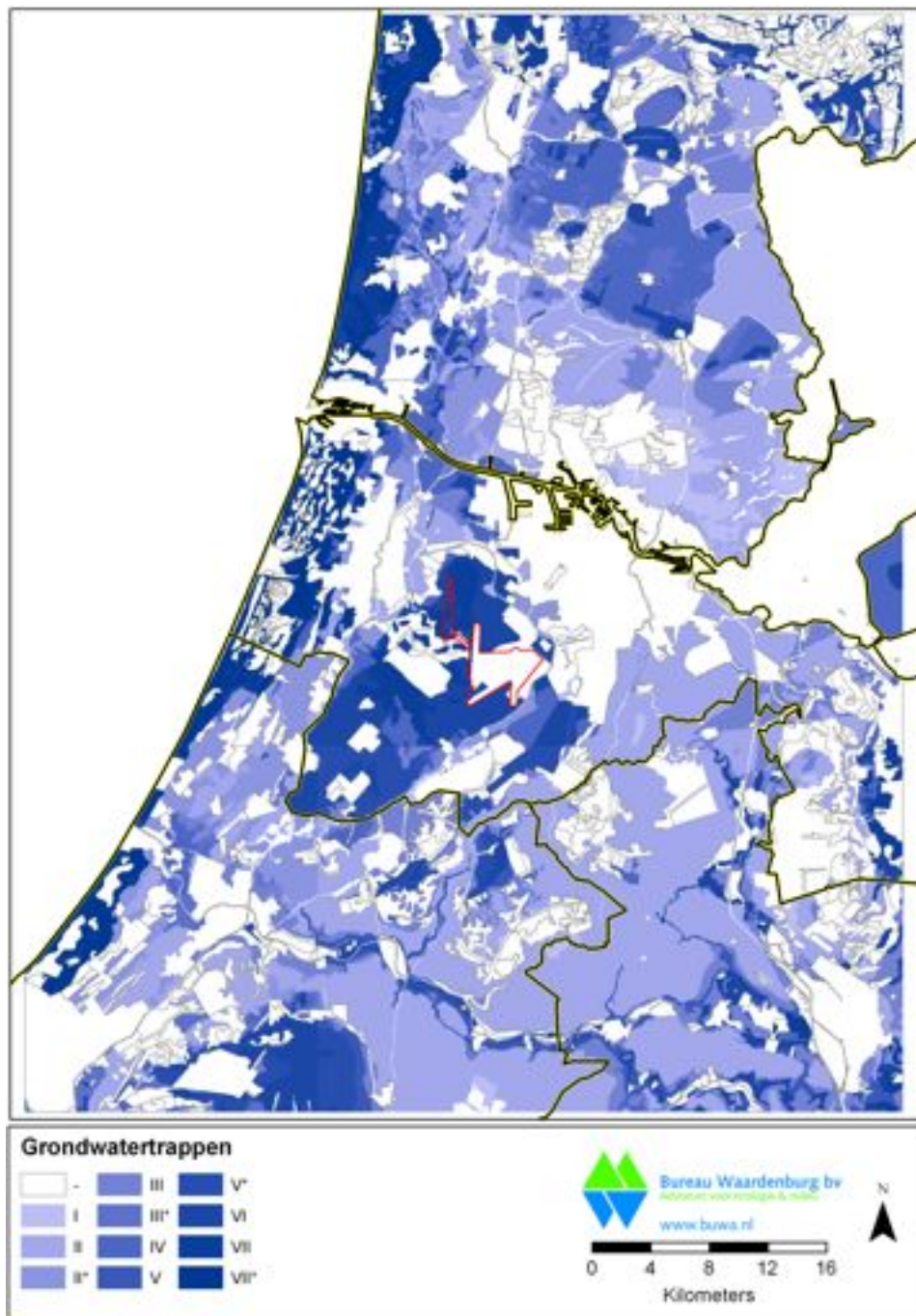
Figuur 2.2a Geluidscontour van vliegverkeer van en naar Schiphol op het vijfbanenstelsel (2008, L_{den} , uitgedrukt in dB(A)) (bron Ministerie van I&M).



Figuur 2.2b Geluidscontour van vliegverkeer van en naar Schiphol op het vierbanenstelsel (2000, L_{den} , uitgedrukt in stappen van 2,5 dB(A)). Voor analyse is de kaart omgerekend naar stappen van 1 dB(A), waarbij als uiterste grenzen 48 en 66 dB(A) zijn aangehouden (cf. figuur 2.2a) (bron Ministerie van I&M).



Figuur 2.3 Vereenvoudigde bodemkaart van het onderzoeksgebied (bron: Stiboka 2003).



Figuur 2.4 Grondwatertrappen in het onderzoeksgebied (bron: Stiboka 2003).

Grondwater

In Nederland wordt bij de kartering van bodems een stelsel van grondwatertrappen gehanteerd (tabel 2.1, figuur 2.4). Informatie over grondwatertrappen is valide voor de jaren rond 2003 en conform Steur & Heijink (1991). In het westen van het land en zeker in de veenweidegebieden komen alleen de nattere grondwatertrappen voor (I t/m V). In de analyses is uitgegaan van de GHG (gemiddeld hoogste

grondwaterstand) omdat deze het beste overeenkomt met de werkelijkheid aan het begin van het broedseizoen en broedvogels zich dan vestigen. De GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) is vooral representatief voor de situatie in de zomermaanden.

*Tabel 2.1 Overzicht van grondwatertrappen (Steur & Heijink 1991). Trappen II, III en V (gelabeld met *) kennen ook een droge variant waarbij de GHG twee decimeter lager is dan de vermelde waarde.*

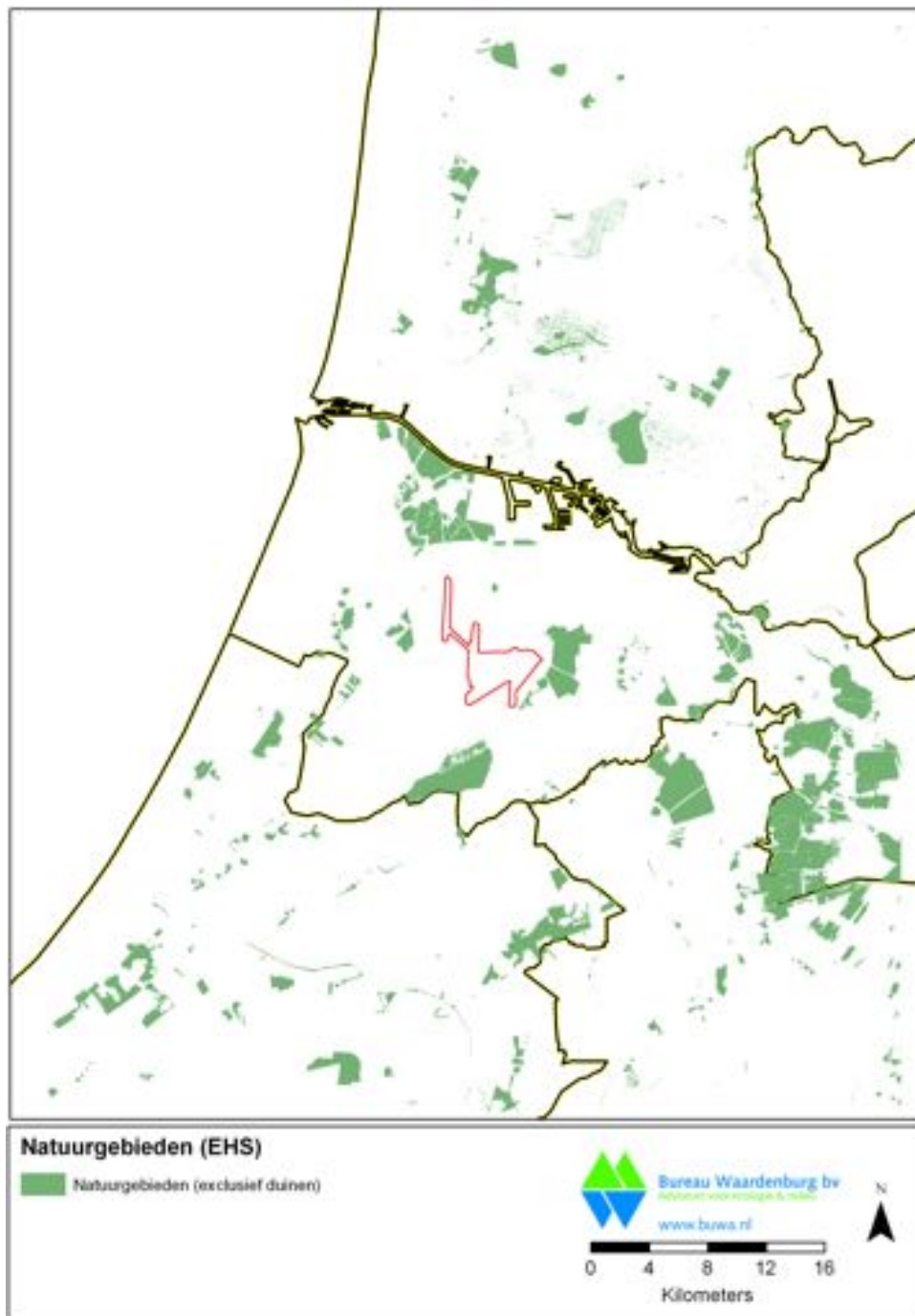
	GHG	GLG
I	-	<50
II	-	50-80
III	<40	80-120
IV	>40	80-120
V	<40	>120
VI	40-80	>120
VII	>80	>120

Grondgebruik

Door de begrenzing van het onderzoeksgebied is de grootste oppervlakte onderdeel van het veenweidegebied. Hier is de overheersende grondgebruiksvorm grasland. Ook in de veengebieden met een dunner kleidek is de overheersende grondgebruiksvorm grasland. Van enkele kleipolders binnen het onderzoeksgebied zijn geen gegevens beschikbaar; vooral omdat deze geen betekenis hebben voor weidevogels en daardoor buiten de scope van de gebruikte onderzoeken vielen. Een tweede vorm van grondgebruik in veenweidegebieden is de teelt van maïs. Dit gebeurt op relatief klein schaal, en niet jaarlijks op dezelfde percelen. Deze percelen zijn nog wel van belang voor kieviten maar niet voor weidevogels als grutto en tureluur. Gegevens over de ligging van maïspancelen zijn niet beschikbaar. We hebben aangenomen dat het gebruik als maïspancel min over meer regelmatig over het onderzoeksgebied is verspreid waardoor een eventuele bias gelijkmatig over het gebied is verspreid.

Eigendom

Binnen het onderzoeksgebied is de eigendomssituatie zeer divers. Een belangrijk deel van agrarische gronden is in gebruik voor regulier agrarische exploitatie. Een kleiner deel is in gebruik bij Terreinbeherende Organisaties (TBO's). Deze voeren in het algemeen een beheer gericht op specifieke doelen, bijvoorbeeld weidevogels. Ook zij passen daarbij agrarische vormen van grondgebruik toe, maar veelal minder intensief dan. Het ligt daarmee voor de hand dat de dichtheden aan weidevogels, vanwege hun habitateisen, in deze gebieden gemiddeld hoger zijn dan gemiddeld op regulier agrarische gronden. Daarom is onderscheid gemaakt in gronden in gebruik bij TBO's en gronden die dat niet zijn (figuur 2.5). Informatie hierover is ontleend aan de ligging van de EHS (Ecologische HoofdStructuur) in de drie betrokken provincies.



Figuur 2.5 Ligging van de EHS binnen het onderzoeksgebied (bron: websites provincies Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht).

Infrastructuur en bebouwing

Op korte afstand van infrastructuur en bebouwing is de dichtheid aan broedvogels lager dan op grotere afstand hiervan. Dit is een gevolg van verstoring door verhoogde geluidsbelasting of andere menselijke activiteiten. Gebieden binnen de directe invloedssfeer (100 m) van infrastructuur en bebouwing zijn in de analyses buiten

beschouwing gelaten. Voor dit doel zijn gegevens uit de Top10-vector-kaart gebruikt. De resterende oppervlakte is in principe geschikt voor weidevogels en is in de analyse betrokken (figuur 2.6).



Figuur 2.6 Gebieden die buiten de invloedssfeer van bebouwing en infrastructuur liggen; gegevens uit de groene gebieden (indien beschikbaar) zijn in de analyse betrokken (bron: Topografische kaart 1:50.000).

Verspreiding broedvogels

Noord-Holland

De Provincie Noord-Holland is van grote betekenis in het voorkomen van weidevogels in Nederland. Vanuit de provincie wordt dan ook veel energie gestoken om een actueel beeld van de stand te verkrijgen (Van 't Veer *et al.* 2010). In 1998-2002, 2006-2007 en 2009 zijn grote delen van de provincie op het voorkomen van weidevogels onderzocht (tabel 2.2, 2.3). In de laatste twee rondes zijn deze gegevens ook gebruikt, voor zover relevant, voor de evaluatie van SAN-pakketten. Grote kleipolders als de Schermer en de Beemster vielen buiten de scope van het provinciale weidevogel-onderzoek (figuur 2.7, 2.8, 2.9).

Utrecht

In 2002 en 2009 zijn grote delen van de Provincie Utrecht onderzocht op het voorkomen van weidevogels (Van der Winden *et al.* 2011); dit mede ten behoeve van de evaluatie van SAN-pakketten. In deze provincie valt het westelijke deel onder de hoede van de Agrarische Natuurvereniging Utrechtse Venen. De onder hun auspiciën verzamelde gegevens zijn opgevraagd en verkregen (tabel 2.2, figuur 2.6, 2.7, 2.9).

Zuid-Holland

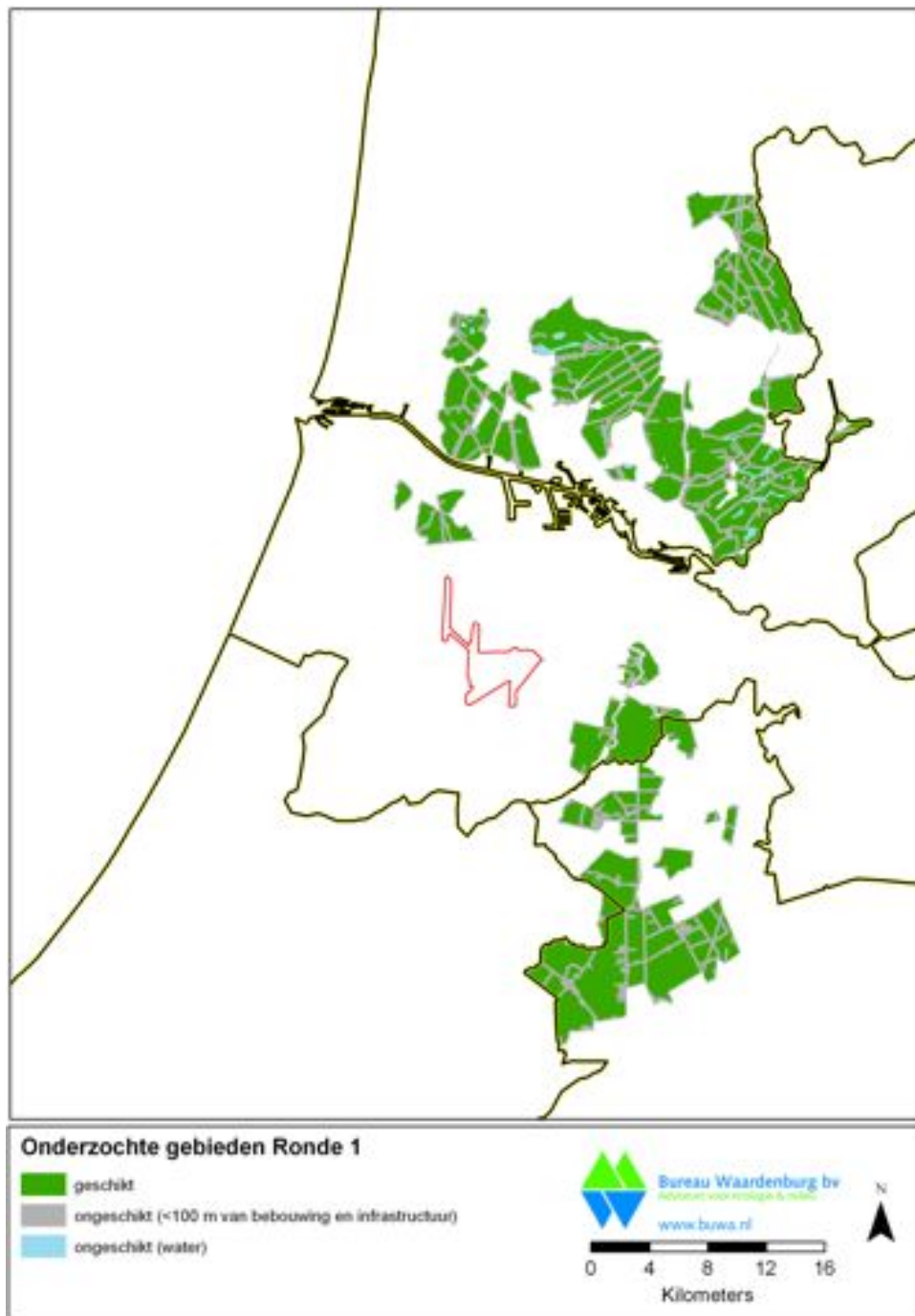
In 2006 en 2009 zijn grote delen van de Provincie Zuid-Holland onderzocht op het voorkomen van weidevogels; dit ten behoeve van de evaluatie van SAN-pakketten. In het noorden van deze provincie zijn verschillende Agrarische Natuurverenigingen actief. De onder hun auspiciën verzamelde gegevens zijn opgevraagd en verkregen (tabel 2.2, figuur 2.6, 2.7, 2.9).

Tabel 2.2 *Overzicht oppervlakte onderzocht gebied in drie opeenvolgende inventarisatierondes: 1 = 1998-2002, 2 = 2006-2007, 3 = 2009.*

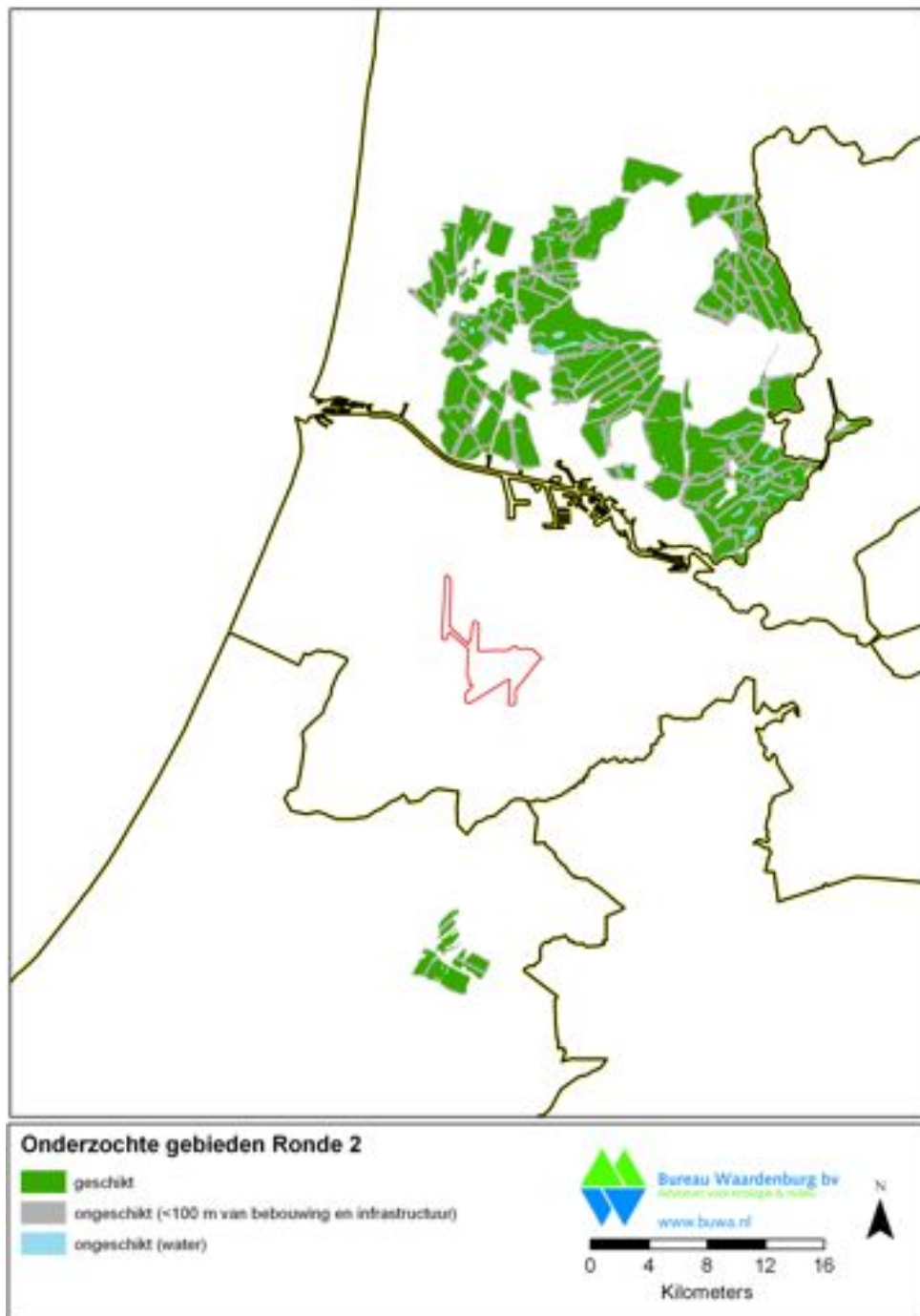
provincie	1	2	3	totaal
Noord-Holland	17.188	19.013	23.659	43.252
Utrecht	7.700		11.038	62.845
Zuid-Holland		856	8.556	51.808
totaal	24.888	19.869	43.252	157.906

Tabel 2.3 Overzicht aantal territoria in drie opeenvolgende inventarisatierondes: 1 = 1998-2002, 2 = 2006-2007, 3 = 2009. - = niet onderzocht. Deze territoria zijn in principe voor analyse beschikbaar; een klein deel is in volgende stappen (hoofdstuk 2.3) vanwege ligging nabij bebouwing verwijderd.

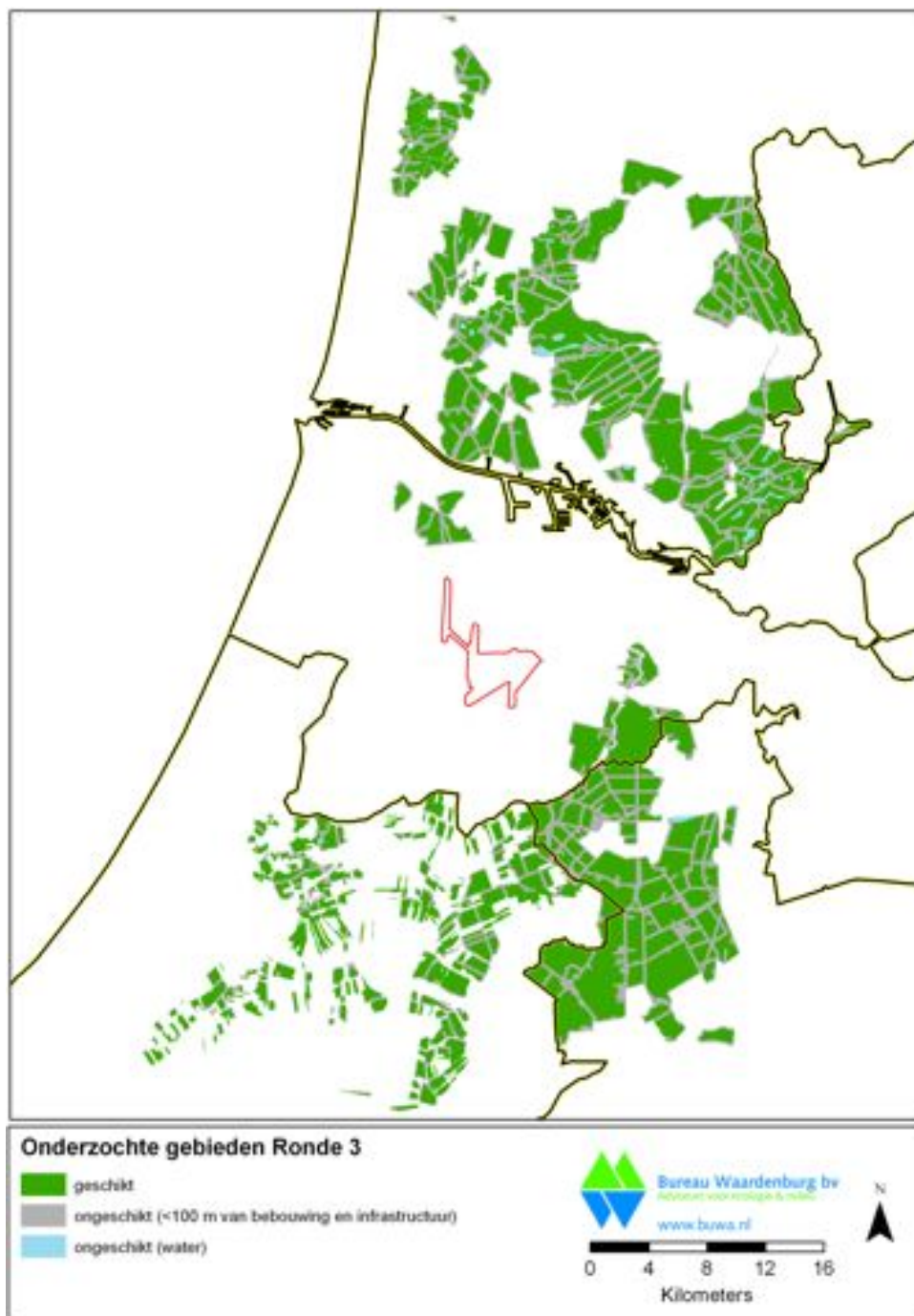
ronde provincie	ronde 1			ronde 2			ronde 3			totaal
	NH	UT	ZH	NH	UT	ZH	NH	UT	ZH	
kievit	7.162	651	-	7.564	-	223	6.588	1.413	2.145	25.750
grutto	5.791	645	-	5.297	-	115	5.116	1.152	1.056	19.180
tureluur	1.692	187	-	2.146	-	61	2.508	502	561	7.661
scholekster	1.712	201	-	2.009	-	72	2.078	401	718	7.198
krakeend	830	25	-	1.738	-	5	1.892	209	221	4.921
slobeend	721	79	-	789	-	9	812	194	150	2.756
kuifeend	399	43	-	486	-	4	612	235	237	2.020
veldleeuwerik	605	120	-	445	-	5	517	110	70	1.873
graspieper	415	56	-	320	-	4	529	21	86	1.433
gele kwikstaart	131	6	-	110	-	-	249	5	118	619
visdief	127	4	-	69	-	4	191	8	38	441
knobbelzwaan	-	70	-	-	-	14	-	125	133	343
visdief - kolonie	196	-	-	46	-	-	0	-	-	242
zomertaling	55	22	-	45	-	1	55	10	22	211
bergeend	-	23	-	-	-	7	-	59	114	203
zwarte Stern	6	62	-	4	-	6	0	79	12	169
kluut	34	-	-	43	-	0	87	2	-	166
watersnip	39	-	-	37	-	0	36	0	0	112
wintertaling	23	-	-	16	-	0	13	2	2	57
kemphaan	-	-	-	15	-	0	8	0	0	23



Figuur 2.7 Gebieden die in ronde 1 (1998-2002) vlakdekkend zijn onderzocht op het voorkomen van weidevogels.



Figuur 2.8 Gebieden die in ronde 2 (2006-2007) vlakdekkend zijn onderzocht op het voorkomen van weidevogels.



Figuur 2.9 Gebieden die in ronde 3 (2009) vlakdekkend zijn onderzocht op het voorkomen van weidevogels.

Broedbiologie weidevogels

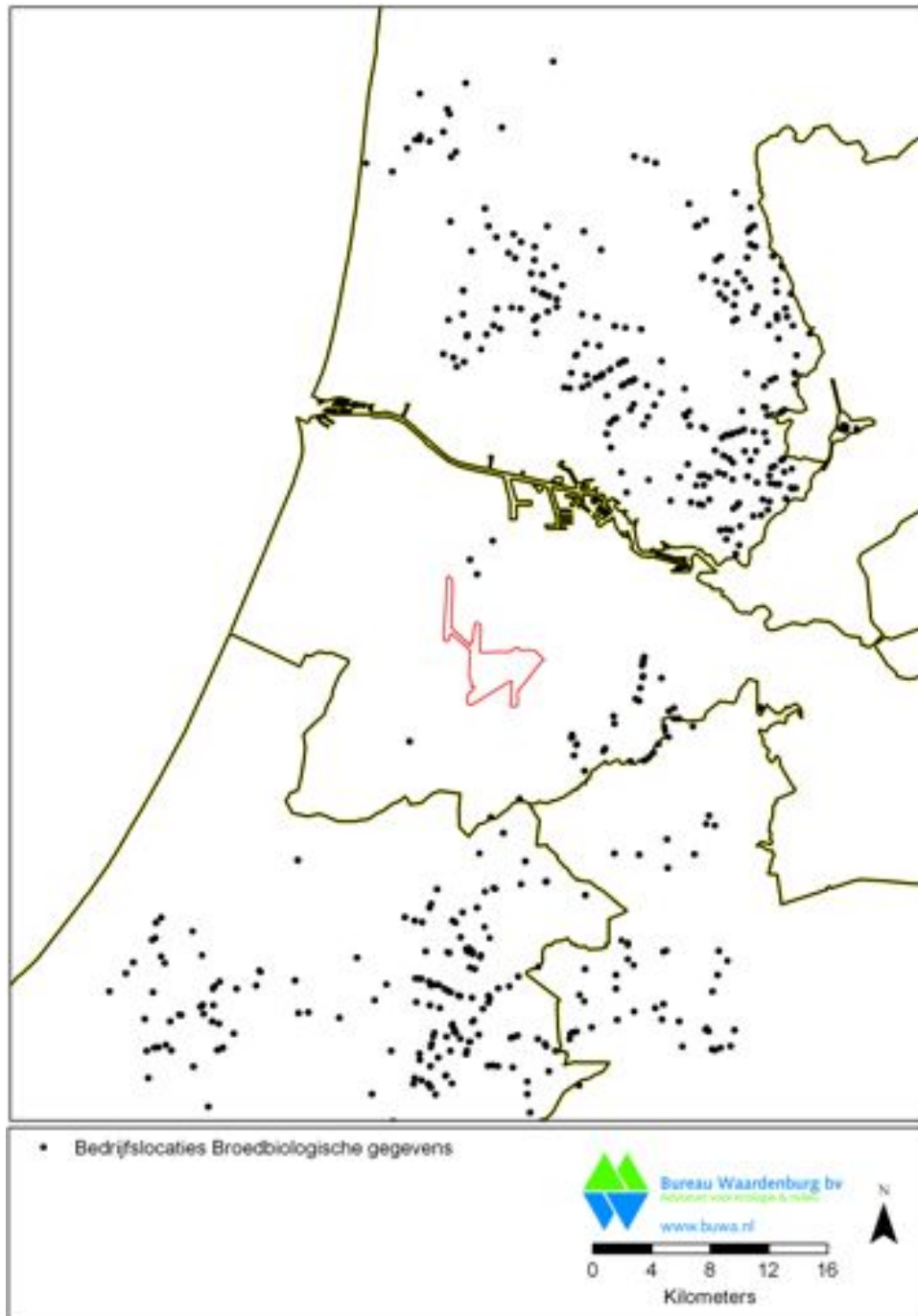
Onder auspiciën van Landschapsbeheer Nederland wordt door een groot aantal agrariërs en andere particulieren aan vrijwillige nestbescherming gedaan (Van Paassen & Vloegraven 1995, LBN 2003). Hierbij wordt het resultaat van nesten op een gestandaardiseerde wijze gevolgd. Weidevogels zijn nestvlieders, hetgeen wil zeggen dat jongen direct na het uitkomen van de eieren het nest verlaten. Van de gevolgde nesten zijn legbegin (op basis van de vinddatum), legselgrootte (bepaald aan de hand van de uitgekomen nesten) en nestsucces (aandeel uitgekomen nesten) gebruikt in dit onderzoek. Gegevens uit 2009 zijn beschikbaar gesteld en benut.

De gegevens zijn beschikbaar op basis van het postadres van het betrokken agrarische bedrijf. Het gros van de adressen ligt daadwerkelijk in het agrarisch gebied. Dit is gecheckt op basis van postcode en huisnummer in Google Maps. Gegevens die gerelateerd waren aan adressen buiten het agrarisch gebied (bijvoorbeeld centrum van een stad of dorp) zijn niet gebruikt. Alle gegevens van een adres zijn vervolgens gekoppeld aan de x- en y-coördinaat van het adres (figuur 2.10). Hierdoor is een onnauwkeurigheid in de locatie van de nesten geïntroduceerd die gemiddeld enkele honderden meters zal bedragen.

Tabel 2.4 Overzicht van beschikbare broedbiologische data vrijwillige nestbescherming; data verzameld in 2009; weergegeven is het aantal nesten met informatie verdeeld over drie vormen van grondgebruik.

soort	soortgroep	gras	maïs	overig	totaal
kievit	steltlopers	4.724	3.246	204	8.174
grutto	steltlopers	2.548	92	12	2.652
scholekster	steltlopers	1.202	469	44	1.715
tureluur	steltlopers	1.241	14	5	1.260
meerkoet	bleshoenders	308	16	41	365
wilde eend	eenden	285	37	11	333
slobeend	eenden	305	7		312
zwarte stern	sterns	88		1	89
kuifeend	eenden	78	5	1	84
krakeend	eenden	77	6		83
visdief	sterns	45			45
knobbelzwaan	zwanen	19	1	1	21
zomertaling	eenden	20	1		21
Canadese gans	ganzen	18	2		20
veldleeuwerik	zangvogels	19			19
gele kwikstaart	zangvogels	14	3		17
waterhoen	bleshoenders	6	1	8	15
eend ongedetermineerd	eenden	9	2		11
grauwe gans	ganzen	9	1	1	11
fuut	futen	5	1	1	7
kluut	steltlopers	6	1		7
nijlgans	ganzen	3		3	6
bergeend	eenden	2		3	5
graspieper	zangvogels	5			5
totaal		11.036	3.905	336	15.277

Van ieder nest zijn naast broedbiologische gegevens ook gegevens over het grondgebruik op het betrokken perceel (grasland, bouwland (i.c. maïs), overig) vastgelegd. In totaal zijn gegevens van ruim 15.000 nesten beschikbaar.



Figuur 2.10 Locaties van bedrijven waarvan broedbiologische gegevens (2009) zijn gebruikt (bron: Landschapsbeheer Nederland).

2.1.2 Militaire vliegvelden

In de jaren negentig is door het Ministerie van Defensie een programma gestart waarin de natuurwaarden van militaire terreinen in beeld worden gebracht (Van der Zee 1998, Haveman *et al.* in prep). In deze periode is een eerste ronde uitgevoerd waarin het voorkomen van broedvogels en de vegetatie op vliegvelden in beeld is gebracht (figuur 2.11). Vanaf 2005 is een tweede ronde in gang gezet.

Geluidsbelasting

Inventarisaties door het Ministerie van Defensie zijn uitsluitend gericht op de gronden die in eigendom zijn van het ministerie. Voor vliegvelden betekent dat alleen gegevens van het militaire terrein beschikbaar zijn ('binnen het hek'). Van de militaire vliegvelden zijn geen geluidscontouren (vgl. Schiphol) beschikbaar. Aangenomen wordt dat de geluidsbelasting afneemt met de afstand loodrecht op de baan. Daarom is het terrein in stroken van 100 m breed verdeeld, met het hart van de baan als midden. Binnen deze stroken zijn gegevens omtrent habitat en aantal territoria van soorten verwerkt (zie verderop).

Habitattypen

De vegetatie van militaire terreinen wordt vastgelegd volgens een standaard protocol (Van der Zee 1998). Hierin is onderscheid gemaakt in negen basiseenheden, waaronder grasland en bos. Deze basiseenheden worden habitattypen genoemd. Voor zeven van de negen vliegvelden zijn deze vegetatiekaarten beschikbaar (tabel 2.5). Op basis van de topografische kaart (2003, 1:10.000) is voor de twee andere vliegvelden een kaart met habitattypen vervaardigd.

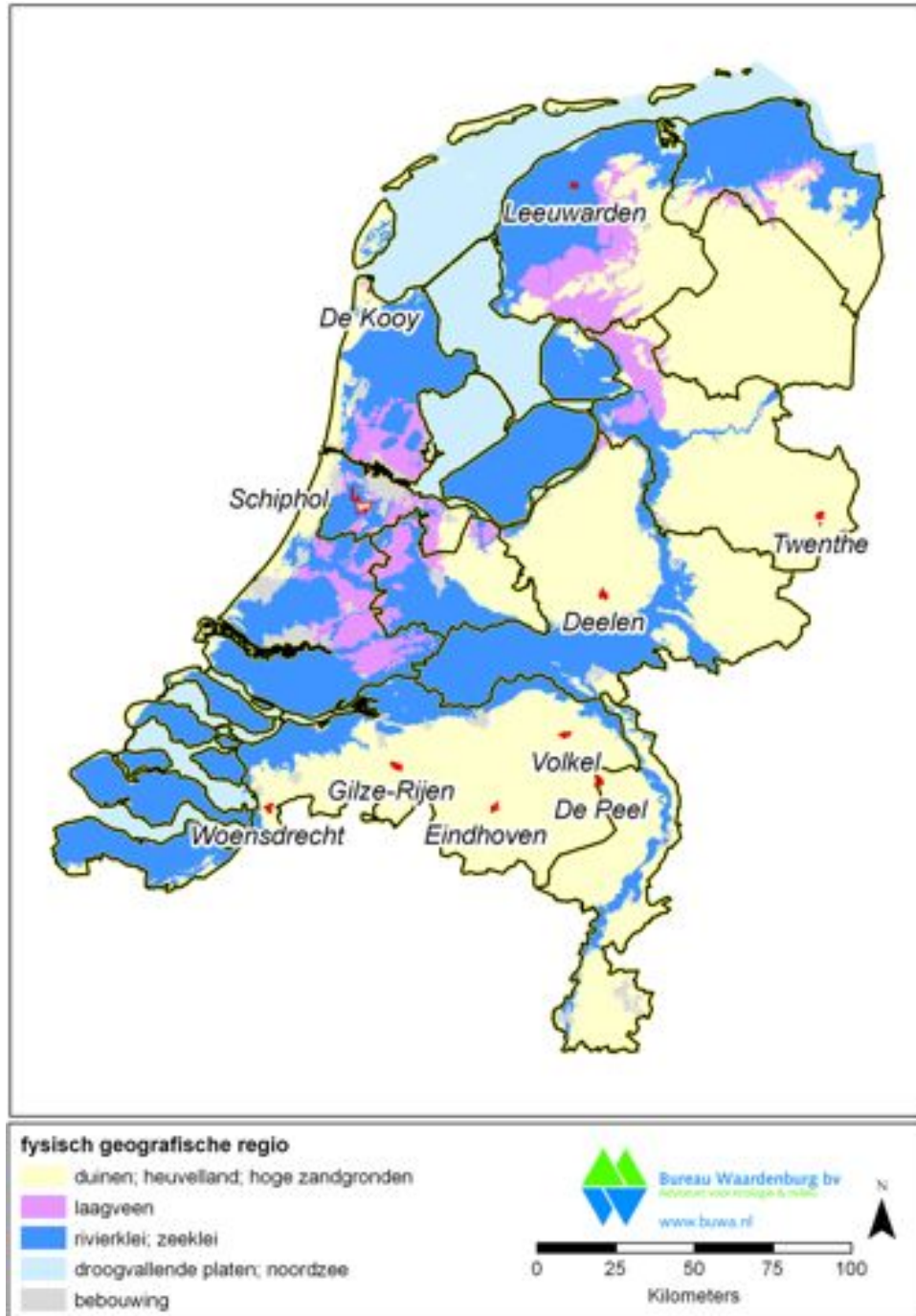
Tabel 2.5 Basisinformatie over beschikbare data van militaire vliegvelden.

	De Kooy	Leeuwarden	Twenthe	Deelen	Woensdrecht	GilzeRijen	Volkel	De Peel	Eindhoven
bodem	klei	klei	zand	zand	zand	zand	zand	zand	zand
gebruiksintensiteit 1995-2000	4	4	4	2	4	4	4	0	10
gebruiksintensiteit 2004-2010	4	4	2	2	4	4	4	0	10
gebruik	alles	F16	F16	heli's	alles	heli's	F16	stil	alles
eerste ronde broedvogels	1999	2000	1997	2000	1997	1997	2001	1997	1999
tweede ronde broedvogels	2005	-	-	2005	2004	-	2007	2007	2007
vegetatiekartering KLu	1999	2000	-	2000	1998	-	2001	2007	1999
vegetatie vlg. topkaart (BWV)	-	-	2003	-	-	2003	-	-	-
verschraling sinds	1997	1995	1995	1997	1997	1997	1997	1997	1997

Gebruik

Gegevens omtrent het aantal bewegingen op militaire vliegvelden zijn niet beschikbaar. Daarom wordt volstaan met een relatief grove inschatting van de gebruikintensiteit. Hiervoor is een tiendelige schaal aangehouden waarbij het drukste veld (Eindhoven) de hoogste score heeft en het veld dat vrijwel buiten gebruik is de laagste score (De Peel). De gebruikintensiteit van Eindhoven ligt meer dan een factor 15 lager dan die van Schiphol. Twee van de negen velden worden vooral gebruikt door helikopters, twee velden vooral door F16's en drie velden door een groot aantal

typen luchtvaartuigen. Vliegveld De Peel is vrijwel buiten gebruik. Vliegveld Twenthe werd tot 1997 gebruikt door F16's. Nadien is het militaire gebruik beëindigd



Figuur 2.11 Ligging van negen militaire vliegvelden en Schiphol met een onderscheid naar fysisch-geografische regio.

Gegevens broedvogels

Broedvogelinventarisaties van militaire terreinen worden uitgevoerd volgens een standaard protocol dat is afgeleid van de uitgebreide territoriumkartering zoals deze is beschreven in Van Dijk (1985) en Van Dijk & Boele (2011). Het aantal bezoeken bedraagt vier waarbij de interpretatiecriteria zijn aangepast op deze relatief lage bezoekintensiteit (Schols & Schepers 1991). Van alle vliegvelden zijn gegevens uit de eerste ronde beschikbaar, van zeven velden ook uit de tweede ronde (tabel 2.5). De meest algemene soorten zijn in deze inventarisatie niet meegenomen (tabel 2.6), alle minder algemene en schaarse soorten wel. Nachtactieve soorten hebben minder aandacht gekregen, met uitzondering van terreinen met nachtzwaluwen.

*Tabel 2.6 Overzicht van algemene soorten die op militaire vliegvelden niet zijn onderzocht. * = kauw alleen boombewonende paren.*

Wilde eend	Fazant	Houtduif	Witte kwikstaart
Winterkoning	Heggemus	Roodborst	Merel
Tuinfluitier	Zwartkop	Tjiftjaf	Fitis
Staartmees	Pimpelmees	Koolmees	Vlaamse gaai
Ekster	Kauw	Zwarte kraai	Spreeuw
Vink	Groenling		

Uit de gegevens is een tabel samengesteld met het aantal territoria per habitattypen per strook van 100 m. Vervolgens is het aantal territoria per soort per habitattypen omgerekend naar een dichtheid (n territoria/10 ha). Oppervlakten habitattypen kleiner dan 2 ha binnen een strook van 100 m zijn, inclusief de bijbehorende territoria, buiten beschouwing gelaten.

2.2 Opwerken tot bruikbare datasets

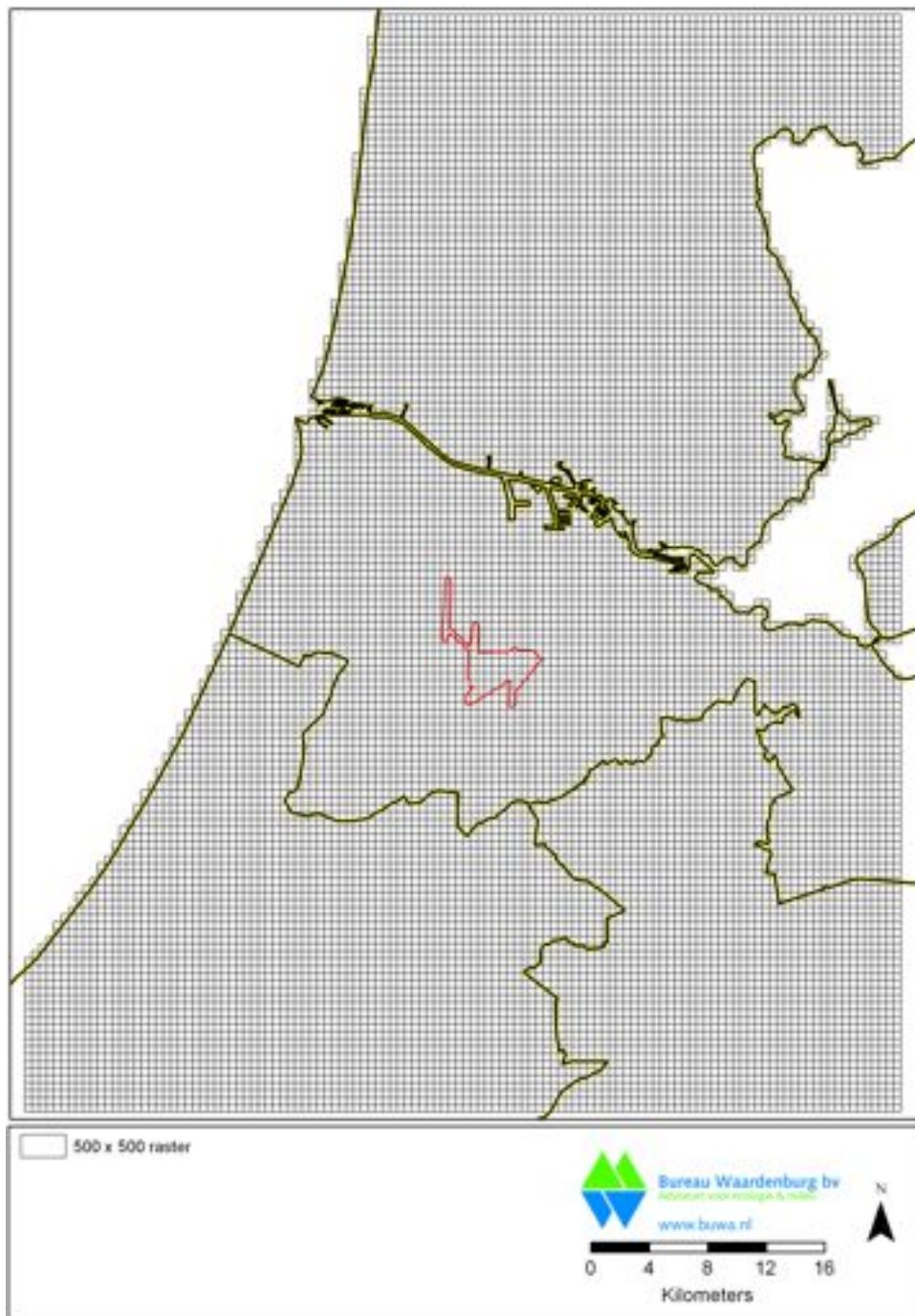
2.2.1 Broedvogels rondom Schiphol

Over het onderzoeksgebied is een grid van 500x500 m gelegd, waarmee eenheden van 25 ha zijn verkregen (figuur 2.12). Voor iedere gridcel is bepaald:

- de oppervlakte onderzocht gebied;
- oppervlakte gebied binnen de invloedsfeer van infrastructuur en aaneengesloten bebouwing; deze is zonodig afgetrokken van de oppervlakte onderzocht gebied;
- het aantal territoria (per soort) binnen het onderzochte gebied en buiten de invloedsfeer van infrastructuur en bebouwing.

Vervolgens is per soort de dichtheid (n territoria/10 ha) berekend. Gridcellen met een bruikbare onderzochte oppervlakte < 5 ha zijn verder buiten beschouwing gelaten (figuur 2.13).

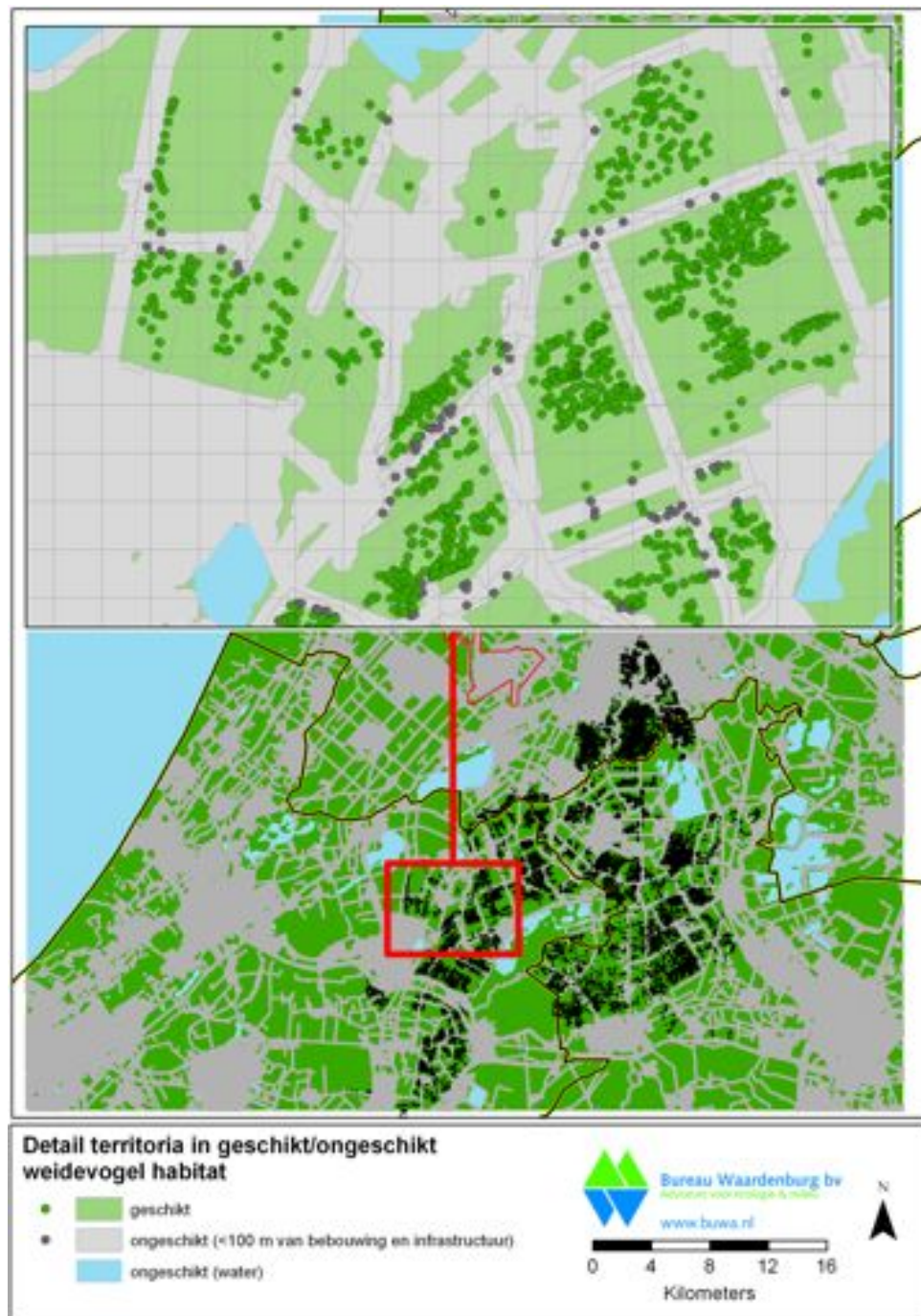
De dichtheid (n territoria/10 ha) per soort per gridcel is de maat die in de verdere analyse is gebruikt en wordt afgezet tegen de geluidsbelasting. De berekening is gedaan voor iedere afzonderlijke inventarisatieronde.



Figuur 2.12 Het gebruikte grid over het onderzoeksgebied.

Aan iedere gridcel zijn de volgende kenmerken verbonden:

- bodemtype (klei veen, anders);
- grondwatertrap (gemiddeld hoogste grondwaterstand);
- geluidsbelasting in dB(A) volgens L_{den} ;
- eigendomsituatie;
- provincie.



Figuur 2.13 Uitsnede van het onderzoeksgebied met een voorbeeld van gebieden die op basis van afstand tot bebouwing & infrastructuur al dan niet in de analyse zijn meegenomen.

2.2.2 Broedbiologie rondom Schiphol

Aan ieder adres met gegevens van legfels zijn de volgende kenmerken toegevoegd:

- bodemtype (klei, veen, anders) (cf. figuur 2.2);
- grondwatertrap (gemiddeld hoogste grondwaterstand) (cf. figuur 2.3);
- geluidsbelasting in dB(A) volgens L_{den} (cf. figuur 2.1);
- afstand tot Schiphol;
- x- en y coördinaat van het bedrijfsadres.

In totaal levert dit 540 locaties met gegevens van een of meer nesten (figuur 2.9).

Van ieder legsel zijn de volgende feiten bekend:

- soort;
- vinddatum legsel;
- laatste en één na laatste controledatum;
- legselgrootte;
- resultaat (uitgekomen versus mislukt);
- aantal uitgekomen eieren.

Uit de beschikbare gegevens zijn drie parameters in verband gebracht met geluidsbelasting:

- uitkomstsucces (aandeel succesvolle nesten (nesten met minimaal 1 uitgekomen ei) per bedrijf;
- legbegin op basis van vinddatum legsel;
- legselgrootte.

Hierbij is de hypothese dat uitkomstsucces, legbegin en legselgrootte afnemen bij toenemende geluidsbelasting. Nesten waarbij van één of beide parameters de registratie van het broedproces onvolledig was, zijn buiten beschouwing gelaten. Alleen soorten waarvan 45 nesten of meer zijn gevonden zijn meegenomen in de statistische analyse. Afgevallen soorten hadden 21 nesten of minder (tabel 2.4 en 2.7).

Tabel 2.7 Overzicht van broedbiologische gegevens die in de analyse zijn betrokken (bron: Landschapsbeheer Nederland).

soort	aantal
kievit	3.104
grutto	1.718
tureluur	844
scholekster	819
slobeend	235
wilde eend	220
meerkoet	202
krakeend	58
kuifeend	47
zwarte stern	34
visdief	33
totaal	7.314

2.2.3 Broedvogels op militaire vliegvelden

Uit de gegevens is een tabel samengesteld met het aantal territoria per habitatype per strook van 100 m. Vervolgens is het aantal territoria per soort per habitatype omgerekend naar een dichtheid (n territoria/10 ha). Uit deze data zijn twee afgeleide databases gemaakt.

De eerste database bevat gegevens over het aantal soorten per 10 ha. Deze gegevens zijn gebruikt om na te gaan of geluidsbelasting invloed heeft op de soortenrijkdom onder broedvogels.

De tweede database bevat gegevens over de dichtheid per 10 ha van broedvogels. Oppervlakten habitattypen kleiner dan 2 ha binnen een strook van 100 m zijn, inclusief de bijbehorende territoria, buiten beschouwing gelaten. In de analyses is in eerste instantie gebruik gemaakt van alle informatie (alle habitattypen). Vervolgens is ingezoomd op de dichtheden in bos en grasland; de twee meest voorkomende habitattypen op militaire vliegvelden (tabel 2.8).

Tabel 2.8 Overzicht van de oppervlakte per habitat op militaire vliegvelden (bron: Ministerie van Defensie).

	grasland	bos	overig	totaal
De Kooy	61,3	0,0	31,2	92,5
De Peel	183,8	159,6	213,8	557,2
Deelen	260,9	36,4	282,4	579,7
Eindhoven	249,0	69,6	135,0	453,6
Gilze-Rijen	228,7	304,5	38,9	572,1
Leeuwarden	233,3	24,9	120,7	379,0
Twenthe	226,4	122,4	35,3	384,0
Volkel	214,2	59,4	215,2	488,8
Woensdrecht	150,0	112,7	224,2	486,8
totaal	1.807,7	889,4	1.296,6	3.993,7

Als voorbeeld zijn de territoria op Vliegveld Twenthe in 1997 in figuur 2.14 gegeven.



Figuur 2.14 Verspreiding van territoria van broedvogels over vliegveld Twenthe in 1997 en de stroken van 100 m ter weerszijde van de baan (gegevens Ministerie van Defensie).

2.3 Analyse

2.3.1 Statistiek

Alle analyse zijn uitgevoerd binnen een 'Generalized Linear Model' (GLM) framework (McCullagh & Nelder 1989). Hierin worden regressie coëfficiënten lineair verondersteld en kunnen naar keuze verschillende verdelingen van de respons variabelen worden gemodelleerd (bijvoorbeeld Normaal, Poisson of binominaal verdeeld). In principe wordt de respons variabele (bijvoorbeeld dichtheid) gemodelleerd als functie van (de som van) een aantal omgevingsvariabelen. Binnen het GLM framework kunnen modelselectie en validatie procedures op vrijwel vergelijkbare wijze worden uitgevoerd als bij gewone lineaire modellen.

De dichtheden van vogelsoorten in steekproefgebieden (in dit geval grid-cellen of stroken) zijn niet-normaal verdeeld. De beste benadering voor de verdeling van deze gegevens is in principe een Poisson-verdeling. Methodes waarbij de mogelijkheid bestaat om rekening te houden met de verdeling van de gegevens zijn gegeneraliseerde lineaire modellen (GLM's; McCullagh & Nelder 1989). Voor Poisson-verdeelde gegevens wordt binnen deze groep van modellen gekozen voor een log-lineaire regressie (in tegenstelling tot het log-transformeren van de gegevens zelf). Het voordeel van een GLM met een dergelijke regressie is dat de verwachtingswaarde van de respons (en niet de respons zelf, zoals bij het transformeren van de gegevens zelf) getransformeerd wordt, waardoor ook nulwaarnemingen goed geanalyseerd kunnen worden (Oude Voshaar 1995). Bovendien kan in GLM's rekening worden gehouden met mogelijke over- dan wel onderdispersie, waarbij zowel kleine als grote aantallen vaker voorkomen dan op grond van de verdelingen verwacht mag worden. Dit speelt een rol bijvoorbeeld wanneer bepaalde soorten sterk geclusterd voorkomen, zoals vaak het geval is bij tellingen van dieren. Hiermee is rekening gehouden door de dispersieparameter te laten schatten op basis van de residuele gemiddelde deviantie van de modellen (Oude Voshaar 1995).

Gegevens omtrent het al dan niet uitkomen van nesten zijn niet normaal verdeeld maar binomiaal: er zijn slechts twee uitkomsten mogelijk, wel uitgekomen of niet uitgekomen. Dit soort binomiaal verdeelde gegevens kunnen worden getoetst met een logistische regressie. In het pakket met GLM's is dan gekozen voor de logistische regressie met een binomiale verdeling.

2.3.2 Procedures

Statistische procedures en toetsen zijn uitgevoerd in Genstat 13.0 (VSN 2010)

Procedure dichtheden broedvogels rondom Schiphol en geluidsbelasting

Hierbij zijn de volgende stappen doorlopen:

- analyse van een volledig model (binnen GLM) met als instellingen:
 - Wald test,
 - verdeling: Poisson

- regressie: log-liniair
- dispersieparameter: schatting,
- fit terms individually;
- een volledig model omvat: provincie, ronde, afstand tot natuur (km), afstand tot stad & dorp (km), grondwaterklasse (GHG), bodemtype, geluidsklasse, afstandsklasse;
- eliminatie van die factoren die volgens de Wald-test geen significante bijdrage hebben in model;
- analyse van het definitieve model (binnen GLM);
- zonodig vervangen van de factor geluidsklasse door de factor geluidB.

De indeling in geluidsklassen is als volgt:

klasse 1 = 48 dB en minder;

klasse 2 = 49 tot 55 dB;

klasse 3 = 55 dB en meer;

Daarnaast is van iedere gridcel de werkelijk geluidbelasting volgens Lden bekend. De waarden lopen uiteen van <48 dB tot >66 dB.

De indeling in afstandsklassen tot Schiphol is als volgt:

klasse 1 = 15.001 m en verder (=groen t/m blauw in figuur 2.2)

klasse 2 = 7.501 t/m 15.000 m (=geel + 2 lichtste oranje kleuren in figuur 2.2)

klasse 3 = 0 t/m 7.500 m (= rood en 2 diepste oranje kleuren in figuur 2.2)

De indeling in grondwaterklasse is als volgt, en gebaseerd op de gemiddeld hoogste stand (GHG, zie tabel 2.1):

klasse 1 = hoog; zijnde grondwatertrap I, II,

klasse 2 = middel; zijnde grondwatertrap II*, III, III*, V, V*,

klasse 3 = laag; zijnde grondwatertrap IV, VI, VII.

Procedure broedbiologie rondom Schiphol en geluidsbelasting

In de analyse van het **aandeel uitgekomen nesten** zijn de volgende stappen doorlopen:

- parameters: uitkomst (0 of 1) tegen soorten, geluid, afstand tot Schiphol,
- analyse van een model met als instellingen:
 - verdeling : binominaal,
 - regressie: logistisch,
 - dispersieparameter: schatting,
 - fit terms individually,
- als eerste is de analyse met alleen soorten gedaan;
- als tweede is geluidsbelasting aan het model toegevoegd;
- als derde is afstand tot Schiphol aan het model toegevoegd.

Vervolgens is een uitgebreid model opgesteld met

- parameters: uitkomst (0 of 1) tegen soorten, geluid, gewas, GHGklasse en bodemtype

- instellingen zie boven
- parameters die geen significant effect hebben, zijn uit model verwijderd.

In de analyse van **legselgrootte** zijn de volgende stappen doorlopen

- parameters: legselgrootte tegen soorten, geluid,
- instellingen:
 - Wald test,
 - verdeling: Poisson
 - regressie: log-liniair
 - dispersieparameter: schatting,
 - fit terms individually,

In de analyse van **legbegin** zijn de volgende stappen doorlopen:

- parameters: legbegin (datum gevonden) tegen soorten, geluid,
- instellingen:
 - Wald test,
 - verdeling: Poisson
 - regressie: log-liniair
 - dispersieparameter: schatting,
 - fit terms individually,
- voor afzonderlijke soorten parameters: legbegin (datum gevonden) tegen geluid

Procedure dichtheid soorten en territoria militaire vliegvelden

Hierbij zijn de volgende stappen doorlopen:

- analyse van een model (binnen GLM) met als instellingen:
 - Wald test,
 - verdeling: Poisson
 - regressie: log-liniair
 - dispersieparameter: schatting,
 - accumulated
 - fit terms individually;
- een volledig model omvat: vliegveld, ronde, afstand tot baan

2.3.3 Figuren in hoofdstuk 3

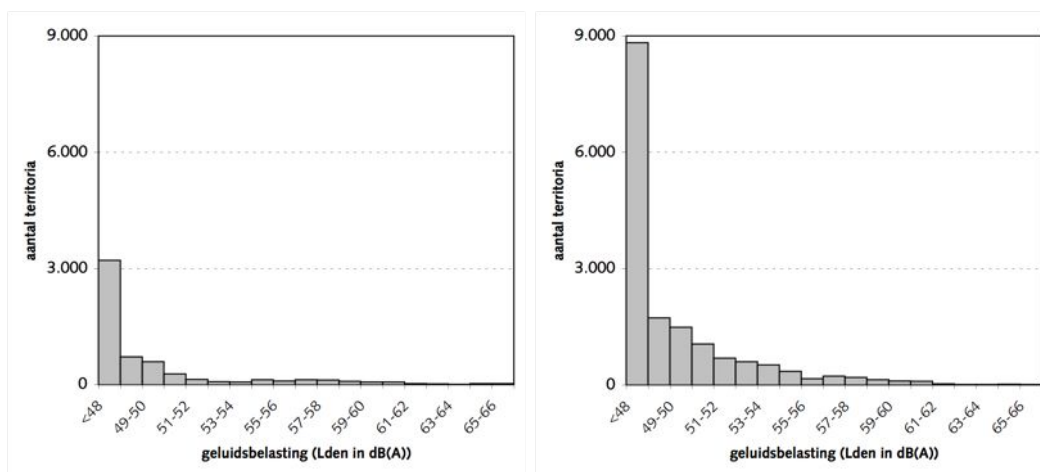
In hoofdstuk 3 zijn figuren opgenomen die het verband laten zien tussen geluidbelasting en kenmerken van vogelsoorten (dichtheid, % uitgekomen nesten, ect.). Deze figuren geven een beeld van het verband zoals dat zou kunnen zijn. In de figuren is geen correctie doorgevoerd voor andere factoren die ook van belang kunnen zijn; bijvoorbeeld figuur 3.2 of figuur 3.22. Aan verbanden in deze figuren mag dus geen direct betekenis worden gehecht. Voor de statistische hardheid van verbanden (waarin ook andere factoren zijn verdisconteerd) leze men de tabellen met de toetsresultaten (bijvoorbeeld tabel 3.2 en 3.26). De regressie-modellen die gebruikt zijn om verbanden te onderzoeken zijn gebaseerd op alle data, en niet op de gemiddelde of medianen zoals ze in figuren zijn weergegeven.

3 Resultaten

3.1 Schiphol: dichtheden broedvogels

Rond Schiphol zijn uit 2.436 gridcellen data beschikbaar van 18 soorten broedvogels en met in totaal 22.035 opgaven van dichtheden > 0 paar/10ha. Meer dan de helft van de opgaven (12.036) van dichtheden komt uit het gebied met minder dan 48 dB(A)Lden geluidsbelasting (klasse 1). Uit het bereik 48-55 dB(A)Lden zijn 8.387 opgaven beschikbaar (klasse 2) en uit het bereik >55 dB(A)Lden 1.612 opgave van dichtheden >0. (klasse 3) (figuur 3.1). Van de ruim 22.000 positieve opgaven zijn 5.848 opgaven afkomstig uit ronde 1, 5.710 uit ronde 2 en 10.477 uit ronde 3. Dit wil zeggen dat een analyse van effecten van geluid van het vierbanenstelsel gebaseerd zal zijn op 5.848 opgaven en een analyse van effecten van geluid van het vijfbanenstelsel op 16.187 opgaven. Het aantal gridcellen uit ronde 1 met positieve dichtheden is 1.230, uit ronde 2 1.159 en uit ronde 3 2.347.

De analyse van het vijfbanenstelsel kent het meest omvangrijke materiaal. Daarom wordt in het vervolg hiermee begonnen. In de paragrafen 3.1.3 en 3.1.4 komt de analyse van het vierbanenstelsel aan snee.



Figuur 3.1 Verdeling van opgaven van dichtheden over de range van geluidsbelasting; ronde 1 links en ronde 2 & 3 rechts.

3.1.1 Alle soorten en soortgroepen; vijf-banenstelsel

Weidevogels

Van de 18 beschikbare soorten zijn 11 soorten als 'weidevogel' aangemerkt:

gele kwikstaart	zangvogel
graspieper	zangvogel
grutto	steltloper
kievit	steltloper
krakeend	eend

kuifeend	eend
scholekster	steltloper
slobeend	eend
tureluur	steltloper
veldleeuwerik	zangvogel
watersnip	steltloper

Deze soorten tezamen leveren meer dan 95% van de gegevens.

Modeluitkomsten wijzen op een significant negatief effect van geluidsbelasting op de dichtheid van de 11 weidevogelsoorten tezamen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Zuid-Holland ($t = -5,75$, $p < 0,001$) en Utrecht ($t = -10,2$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant lager dan in ronde 2 ($t = -8,73$, $p < 0,001$);
- dichtheden van afzonderlijke soorten liggen veelal significant hoger dan die van gele kwikstaart (soort is de minst talrijke onder de 11 soorten);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger zijn dan daarbuiten ($t = -13,08$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -9,75$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn significant hoger dan in gebieden met een middelhoge ($t = 4,43$, $p < 0,001$) of een lage grondwaterstand ($t = 3,98$, $p < 0,001$);
- dichtheden op veen zijn hoger dan op klei ($t = 2,84$, $p < 0,005$) en op zand lager dan op klei ($t = -6,72$, $p < 0,001$);
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken niet significant af van die in klasse 1 ($t = 1,77$, NS) en die in geluidsklasse 3 zijn deze significant lager dan in klasse 1 ($t = -5,75$, $p < 0,001$);
- dichtheden in afstand klasse 2 ($t = -1,82$, NS) en klasse 3 ($t = -3,58$, $p < 0,001$) zijn achtereenvolgens niet en wel significant lager dan in afstandsklasse 1.

Het overall model levert voor alle genoemde factoren een significant effect waarbij effecten van geluid vanaf klasse 3 (55 dB(A)Lden en meer) gaan spelen (tabel 3.1).

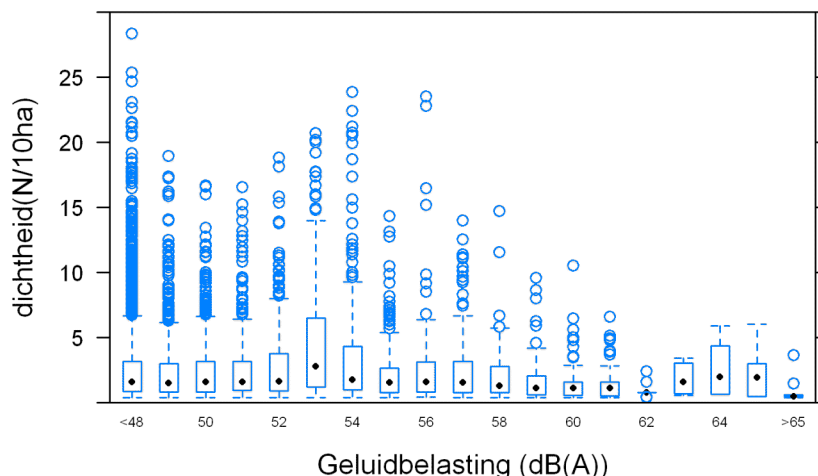
Tabel 3.1 Modelresultaten van elf soorten weidevogels tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	12.358		
provincie	2	58.18	<0.001
soort	10	512.79	<0.001
ronde	1	76.24	<0.001
afstand natuur	1	171.16	<0.001
afstand bebouwing	1	95.05	<0.001
GWTklasse	2	13.12	<0.001
bodem	2	31.85	<0.001
geluidsklasse	2	25.49	<0.001
afstandsklasse	2	7.21	<0.001

Steltlopers

In deze groep zijn meegenomen grutto, Kievit, scholekster en tureluur. Watersnip is vanwege het zeer geringe aantal territoria niet meegenomen (tabel 2.7). De uitkomsten zijn min of meer analoog aan die in de voorgaande paragraaf, vooral omdat de vier steltlopers een aanzienlijk aandeel van alle territoria vormen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Zuid-Holland ($t = -9,03$, $p < 0,001$) en Utrecht ($t = -4,67$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant lager dan in ronde 2 ($t = -8,68$, $p < 0,001$);
- de dichtheden van Kievit zijn significant hoger dan die van grutto en die van scholekster en tureluur significant lager;
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger zijn dan daarbuiten ($t = -10,78$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -7,19$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn significant hoger dan die in gebieden met een middelhoge ($t = 4,68$, $p < 0,001$) of een lage grondwaterstand ($t = 4,07$, $p < 0,001$);
- dichtheden op veen zijn significant hoger dan die op klei ($t = 3,25$, $p < 0,001$) en die op zand lager dan die op klei ($t = -5,74$, $p < 0,001$);
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken niet significant af van die in geluidsklasse 1 ($t = 1,66$, NS) en die in geluidsklasse 3 zijn significant lager dan die in klasse 1 ($t = -4,86$, $p < 0,001$);
- dichtheden in afstandsklasse 2 ($t = -2,60$, NS) en klasse 3 ($t = -3,01$, $p < 0,005$) zijn achtereenvolgens niet en wel significant lager dan die in afstandsklasse 1.



Figuur 3.2 Dichtheid steltlopers (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, soort, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

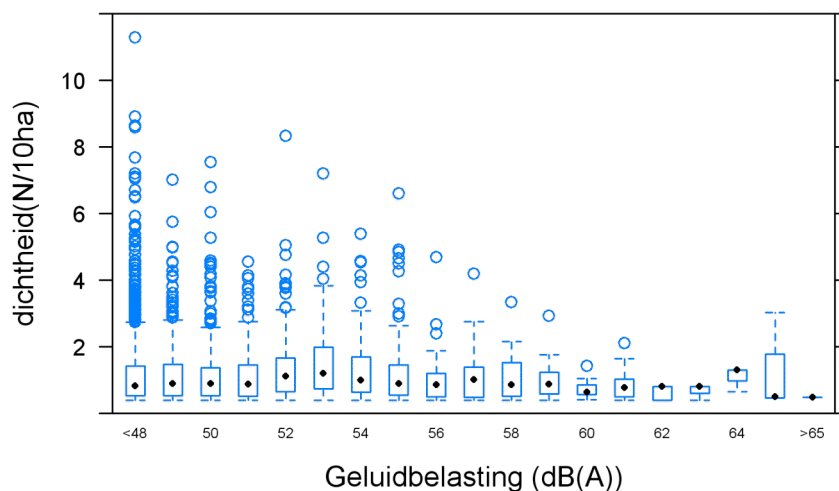
Tabel 3.2 Modelresultaten van vier soorten steltlopers tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	8.080		
provincie	2	43.91	<0.001
soort	3	596.98	<0.001
ronde	1	75.37	<0.001
afstand natuur	1	116.13	<0.001
afstand bebouwing	1	51.64	<0.001
GWTklasse	2	14.53	<0.001
bodem	2	29.51	<0.001
geluidsklasse	2	18.87	<0.001
afstandsklasse	2	6.83	0.001

Eenden

In deze groep zijn meegenomen krakeend, kuifeend en slobeend. De uitkomsten zijn min of meer analoog aan die in de voorgaande paragraaf. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Zuid-Holland ($t = -4,28$, $p < 0,001$) en Utrecht ($t = -2,34$, $p < 0,05$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 verschillen niet significant van die in ronde 2 ($t = 0,51$, NS);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan daarbuiten ($t = -5,20$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -9,43$, $p < 0,001$);
- grondwaterstand heeft geen effect op dichtheid (en daarom buiten model gelaten);
- dichtheden op wateren zijn hoger dan op klei ($t = 7,64$, $p < 0,001$) en op zand lager dan op klei ($t = -2,66$, $p < 0,001$). Op veen geen dichtheden die significant afwijken van die op klei;
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken niet significant af van die in geluidsklasse 1 ($t = -0,12$, NS) en in geluidsklasse 3 zijn deze significant lager dan in geluidsklasse 1 ($t = -4,11$, $p < 0,001$);
- dichtheden in afstandsklasse 2 ($t = 3,01$, $p < 0,005$) en afstandsklasse 3 ($t = -2,42$, $p < 0,05$) zijn achtereenvolgens significant hoger en significant lager dan in afstandsklasse 1.



Figuur 3.3 *Dichtheid eenden (aantal territoria/10 ha) tegen geluidbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, soort, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.3 *Resultaten model van drie soorten eenden tezamen, GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.*

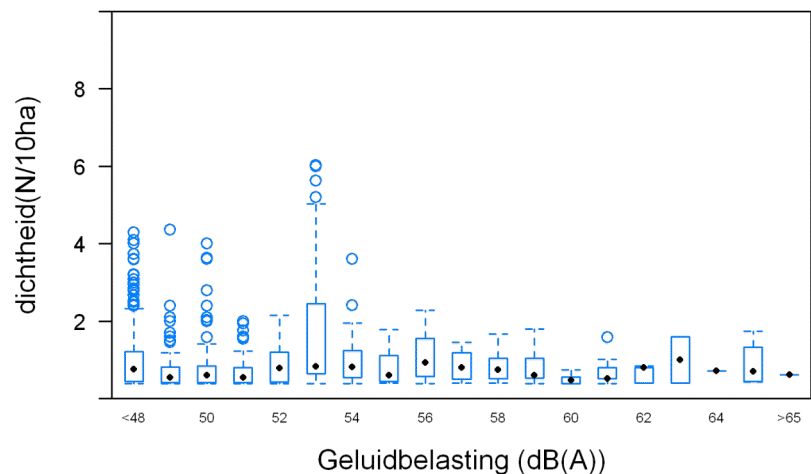
factor	d.f.	F	P
residual	3.669		
provincie	2	9.98	<0.001
soort	2	74.48	<0.001
ronde	1	0.26	0.609
afstand natuur	1	27.02	<0.001
afstand bebouwing	1	88.89	<0.001
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	4	25.51	<0.001
geluidsklasse	2	9.04	<0.001
afstandsklasse	2	8.55	<0.001

Zangvogels

In deze groep zijn meegenomen gele kwikstaart, graspieper en veldleeuwerik. De uitkomsten zijn op een aantal punten afwijkend van die van steltlopers en eenden. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -4,00$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland, die in Zuid-Holland wijken niet significant af van die in Noord-Holland ($t = 1,51$, NS);
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant hoger dan in ronde 2 ($t = 2,24$, $p < 0,05$);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn hoger dan daarbuiten ($t = -3,50$, $p < 0,001$);

- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -3,30$, $p < 0,001$);
- grondwaterstand heeft geen effect op dichtheid (en is daarom buiten model gelaten);
- dichtheden op wateren zijn hoger dan op klei ($t=3,00$, $p < 0,001$) en op zand lager dan op klei ($t = -3,38$, $p < 0,001$). Op veen geen dichtheden die significant afwijken van die op klei ($t = 1,76$, $p < 0,1$);
- geluidsterkte heeft geen effect op dichtheid (en is daarom uit model verwijderd);
- dichtheden in afstandklasse 2 ($t = -2,26$, $p < 0,05$) en afstandklasse 3 ($t = 0,68$, NS) zijn achtereenvolgens significant lager en niet significant afwijkend van die in afstandklasse 1.



Figuur 3.4 *Dichtheid zangvogels (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, soort, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.4 *Resultaten model drie soorten zangvogels tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.*

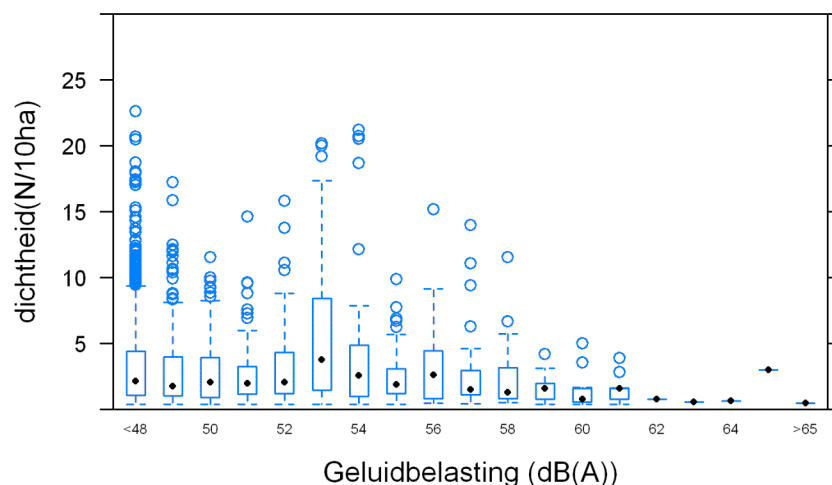
factor	d.f.	F	P
residual	1.386		
provincie	2	10.80	<0.001
soort	2	11.90	<0.001
ronde	1	5.01	0.025
afstandnatuurm	1	12.28	<0.001
afstand bebouwing	geen effect, uit model verwijderd		
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	4	14.97	<0.001
geluidsklasse	geen effect, uit model verwijderd		
afstandsklasse	2	3.10	0.045

3.1.2 Afzonderlijke soorten; vijf-banenstelsel

Grutto

De grutto is vooral een soort van open graslandgebieden met een zachte bodem waarin prooien als worden en emelten bemachtigd worden. De soort bereikt de hoogste dichtheden in veenweidegebieden met een extensieve agrarische exploitatie. De trend van de grutto in Nederland is sterk negatief, vooral in het agrarisch gebied. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -4,18$, $p < 0,001$) en Zuid-Holland ($t = -5,86$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan die in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant lager dan in ronde 2 ($t = -3,13$, $p < 0,01$);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan daarbuiten ($t = -7,11$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -3,30$, $p < 0,001$);
- grondwaterstand heeft geen effect op dichtheid (en is daarom buiten model gelaten);
- dichtheden op wateren zijn hoger dan op klei ($t = 3,00$, $p < 0,001$) en op zand lager dan op klei ($t = -3,38$, $p < 0,001$). Op veen geen dichtheden die significant afwijken van die op klei ($t = 1,76$, $p < 0,1$);
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken net niet significant af van die in geluidsklasse 1 ($t = -1,90$, $p = 0,058$) en in geluidsklasse 3 zijn deze significant lager dan in geluidsklasse 1 ($t = -5,25$, $p < 0,001$);
- afstand tot Schiphol heeft geen effect (en is daarom uit model verwijderd).



Figuur 3.5 Dichtheid grutto (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

Tabel 3.5 Resultaten model grutto. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	2.361		
provincie	2	21.41	<0.001
ronde	1	9.79	0.002
afstand natuur	1	50.49	<0.001
afstand bebouwing	1	10.90	<0.001
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	4	7.77	<0.001
geluidsklasse	2	14.34	<0.001
afstandsklasse	geen effect, uit model verwijderd		

De resultaten van de analyse duiden op een negatief verband tussen geluidsbelasting op dichtheid. Daarom is het model als in tabel 3.5, ook gedraaid met geluidB als factor (<48->66 dB(A)) in plaats van met geluidsklassen (1 t/m3). Geluid heeft dan een significant effect in het model ($t_{2362} = -3,65$, $F_{1,2362} = 13,34$, $p < 0,001$).

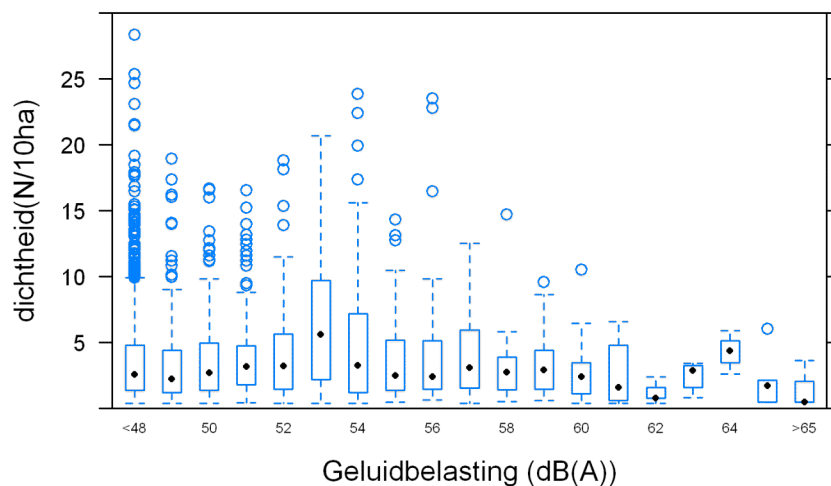
Kievit

De kievit is de meest talrijke weidevogelsoort in Nederland. De soort heeft een voorkeur voor grasland met een matig intensief gebruik. Daarnaast bereikt de soort ook hoge dichtheden op percelen maïs. De trend in Nederland is licht negatief. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -6,55$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan die in Noord-Holland en in Zuid-Holland ($t = -0,88$, NS) wijken deze niet af van die in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant lager dan in ronde 2 ($t = -7,96$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan daarbuiten ($t = -4,32$, $p < 0,001$);
- dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = -3,25$, $p < 0,005$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn significant hoger dan in gebieden met een middelhoge ($t = 3,10$, $p < 0,005$) of een lage grondwaterstand ($t = 3,64$, $p < 0,001$);
- dichtheden op veen zijn hoger dan op klei ($t = 1,71$, $p = 0,088$) en op zand lager dan op klei ($t = -3,44$, $p < 0,001$);
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken niet significant af van die in geluidsklasse 1 ($t = 1,17$, NS) en in geluidsklasse 3 zijn deze significant lager dan in geluidsklasse 1 ($t = -2,66$, $p < 0,01$);
- afstand tot Schiphol heeft geen effect (en is daarom uit model verwijderd).

De resultaten van de analyse duiden op een negatief verband tussen geluidsbelasting op dichtheid vanaf geluidsklasse 3 (55 dB(A)) of meer. Daarom is het model als in tabel 3.6, ook gedraaid met geluidB als factor (<48->66 dB(A)) in plaats van geluidsklasse (1 t/m3). Geluid heeft dan geen significant effect in het model ($t_{2.477} = -0,81$, $F_{1,2.477} = 0,66$, NS). Dat wil zeggen dat het traject waarover een effect plaats

vindt relatief kort is (>55 dBA) ten opzicht van het gehele onderzochte traject (<48- >66).



Figuur 3.6 Dichtheid kievit (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

Tabel 3.6 Resultaten model kievit. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

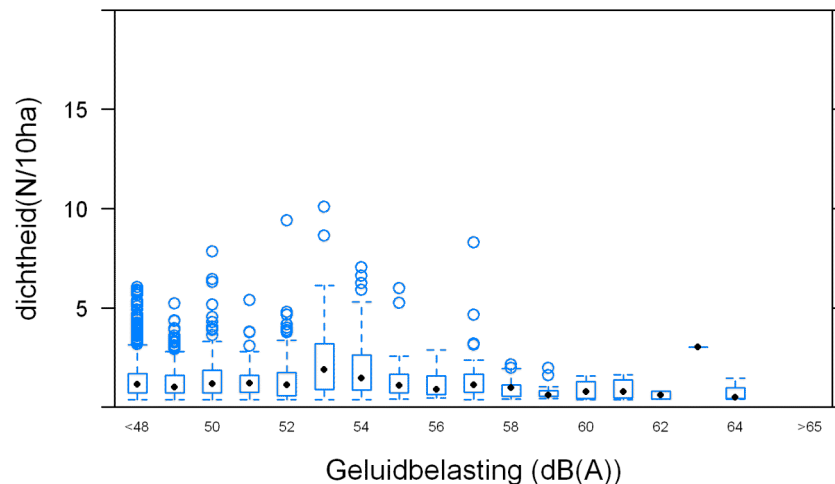
factor	d.f.	F	P
residual	2.476		
provincie	2	21.72	<0.001
ronde	1	63.37	<0.001
afstandnatuurm	1	18.67	<0.001
afstandbebouwingm	1	10.54	0.001
GWTklasse	2	8.36	<0.001
bodem	2	9.64	<0.001
geluidsklasse	2	5.58	0.004
afstandsklasse	geen effect, uit model verwijderd		

Scholekster

De scholekster is een wijd verbreide broedvogel die in open landschappen zowel in graslanden als op bouwland broedt. De aantallen gaan achteruit, vooral als gevolg van voedselproblemen in de winter (Waddenzee). Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -5,64$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan die in Noord-Holland en in Zuid-Holland ($t = 2,12$, $p < 0,05$) significant hoger dan in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant lager dan in ronde 2 ($t = -2,51$, $p < 0,05$);

- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan daarbuiten ($t = -4,80, p < 0,001$);
- dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = -5,46, p < 0,005$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn significant hoger dan in gebieden met een middelhoge ($t = 2,90, p < 0,005$) of een lage grondwaterstand ($t = 2,75, p < 0,01$);
- dichtheden op veen zijn hoger dan op klei ($t = 2,66, p < 0,01$) en op zand niet afwijkend van die op klei ($t = -0,51, NS$);
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant hoger dan die in geluidsklasse 1 ($t = 2,89, p < 0,005$) en in geluidsklasse 3 verschillen deze niet significant van die in geluidsklasse 1 ($t = -1,10, NS$);
- dichtheden in afstandsklasse 2 ($t = -4,55, p < 0,001$) en afstandsklasse 3 ($t = -3,20, p < 0,001$) zijn significant lager dan die in afstandsklasse 1.



Figuur 3.7 *Dichtheid scholekster (aantal territoria/10 ha) tegen geluidbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.7 *Resultaten model scholekster. GLM, Poisson-verdeeld loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.*

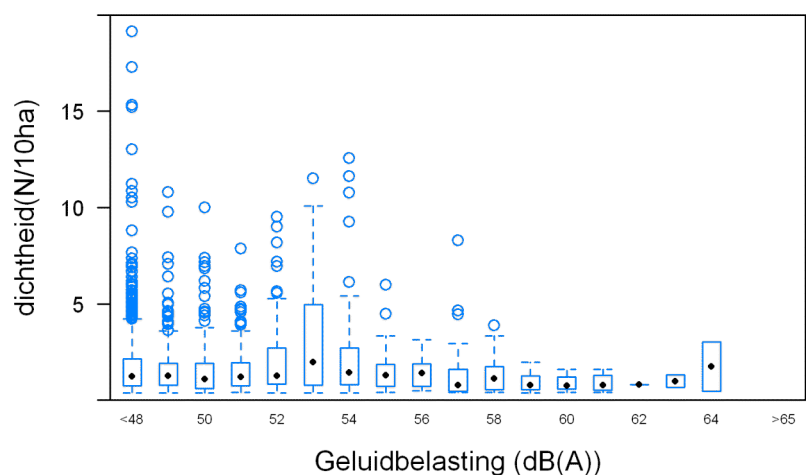
factor	d.f.	F	P
residual	1.936		
provincie	2	22.90	<0.001
ronde	1	6.28	0.012
afstand tot natuurgebied	1	23.08	<0.001
afstand tot bebouwing	1	29.77	<0.001
GHG klasse	2	5.94	0.003
bodem	2	4.67	0.010
geluidsklasse	2	6.90	0.001
afstandsklasse tot Schiphol	2	13.55	<0.001

De resultaten van de analyse duiden op een positief verband tussen geluidsbelasting op dichtheid vanaf geluidsklasse 3 (55 dB(A)Lden of meer). Het model als in tabel 3.7 is ook gedraaid met geluidB als factor (<48 - >66 dB(A)) in plaats van geluidsklasse (1 t/m 3); en zonder de factor GHGklasse. Geluid heeft dan een positief verband met dichtheden ($t_{2,321} = 3,85$, $F_{1,2,321} = 14,78$, $p < 0,001$).

Tureluur

De tureluur is een broedvogel van open landschappen die vooral in graslanden broedt. De aantallen in het agrarisch gebied gaan achteruit. Daarnaast broedt de soort buitendijks op schorren en kwelders (zout). Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -1,66$, NS) zijn niet significant lager dan die in Noord-Holland en die in Zuid-Holland ($t = -3,51$, $p < 0,001$) zijn wel significant lager dan in Noord-Holland;
- geen significante verschillen tussen ronde 2 en ronde 3; uit model verwijderd;
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan daarbuiten ($t = -6,50$, $p < 0,001$);
- dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = -4,41$, $p < 0,005$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn significant hoger dan in gebieden met een middelhoge ($t = 2,79$, $p < 0,005$) of een lage grondwaterstand ($t = 1,23$, NS);
- dichtheden op veen verschillen niet van die op klei ($t = 0,40$, NS) en op zand zijn ze significant lager dan die op klei ($t = -2,65$, $p < 0,01$);



Figuur 3.8 Dichtheid tureluur (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

- dichtheden in geluidsklasse 2 verschillen niet van die in geluidsklasse 1 ($t = 0,73$, NS) en die in geluidsklasse 3 zijn significant lager dan die in geluidsklasse 1 ($t = -3,66$, $p < 0,001$);
- dichtheden in afstandsklasse 2 en afstandsklasse 3 verschillen niet van die in afstandsklasse 1; uit model verwijderd.

Tabel 3.8 Resultaten model tureluur. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

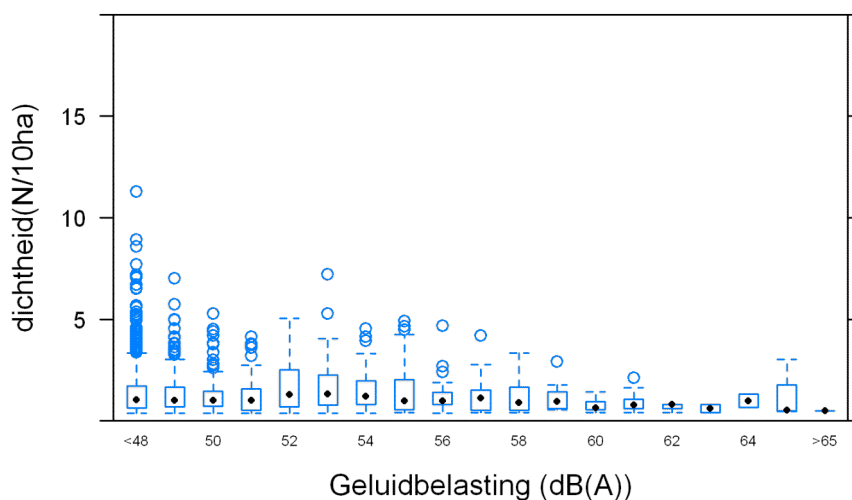
factor	d.f.	F	P
residual	1.640		
provincie	2	6.78	0.001
ronde	geen effect, uit model verwijderd		
afstand natuurgebied	1	42.23	<0.001
afstand bebouwing	1	19.46	<0.001
GWTklasse	2	4.01	0.018
bodem	2	4.32	0.013
geluidsklasse	2	8.17	<0.001
afstandsklasse tot Schiphol	geen effect, uit model verwijderd		

De resultaten van de analyse duiden op een negatief verband tussen geluidsbelasting en dichtheid vanaf geluidsklasse 3 (55 dB(A)Lden of meer). Het model als in tabel 3.8 is ook gedraaid met geluiddB als factor (<48 - >66 dB(A)) in plaats van geluidsklasse (1 t/m 3). Het verband tussen geluid en dichtheid is dan niet significant ($t_{1,641} = -1,19$, $F_{1,1641} = 1,41$, $p 0,235$).

Krakeend

De krakeend is een soort van waterrijke landschappen die in en langs uiteenlopende typen wateren broedt. In het agrarische gebied is het een soort van sloten en plasjes. Het aantal broedparen neemt al enkele decennia gestaag toe. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -4,50$, $p < 0,001$) en Zuid-Holland ($t = -5,53$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan die in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 en ronde 2 verschillen niet; uit model verwijderd;
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan daarbuiten ($t = -4,09$, $p < 0,001$);
- dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = -7,44$, $p < 0,005$);
- de dichtheden in gebieden met een verschillende grondwaterklasse (GHG) verschillen niet significant van elkaar; uit model verwijderd;
- dichtheden op water zijn hoger dan op klei ($t = 5,74$, $p < 0,001$) en op zand lager dan op klei ($t = -3,05$, $p < 0,005$), die op veen verschillen niet van die op klei ($t = -0,39$, NS);
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken niet significant af van die in geluidsklasse 1 ($t = -1,79$, NS) en in geluidsklasse 3 zijn deze significant lager dan in geluidsklasse 1 ($t = -3,80$, $p < 0,001$);
- afstand tot Schiphol heeft geen effect (en is daarom uit model verwijderd).



Figuur 3.9 *Dichtheid kraakeend (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.9 *Resultaten model kraakeend. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.*

factor	d.f.	F	P
residual	2.476		
provincie	2	23.13	<0.001
ronde	geen effect, uit model verwijderd		
afstandnatuurm	1	16.74	<0.001
afstandbebouwingm	1	55.28	0.001
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	2	17.98	<0.001
geluidsklasse	2	7.78	0.004
afstandsklasse	geen effect, uit model verwijderd		

Uit het voorgaande rolt dat geluidsbelasting een negatief verband kent met de dichtheid van kraakeenden. Het model als in tabel 3.9 is ook gedraaid met geluiddB als factor (<48->66 dB(A)) in plaats van geluidsklasse (1 t/m 3). Het negatieve verband tussen geluid en dichtheid is dan significant ($t_{1,747} = -3,62$, $F_{1,1747} = 13,09$, $p < 0.001$).

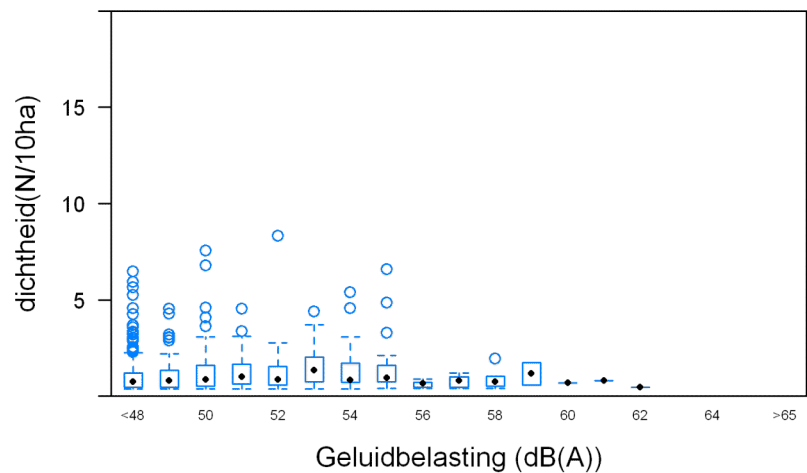
Kuifeend

De kuifeend is een soort van waterrijke landschappen die in en langs uiteenlopend typen wateren broedt. In het agrarische gebied is het een soort van sloten en plasjes. Het aantal broedparen neemt al enkele decennia langzaam toe. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -0,02$, NS) en Zuid-Holland ($t = -0,74$, NS) verschillen niet van die in Noord-Holland;

- de dichtheden in ronde 3 en ronde 2 verschillen niet; uit model verwijderd;
- de dichtheden in natuurgebieden verschillen niet van die daarbuiten (is daarom uit model verwijderd);
- dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = -3,99$, $p < 0,005$);
- de dichtheden in gebieden met een verschillende grondwaterklasse (GHG) verschillen niet significant van elkaar; uit model verwijderd;
- dichtheden in gebieden met een verschillende bodem, verschillen niet significant van elkaar (factor daarom uit model verwijderd);
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant hoger dan die in geluidsklasse 1 ($t = 3,89$, $p < 0,001$) en in geluidsklasse 3 zijn niet significant lager dan die in geluidsklasse 1 ($t = -1,48$, $p = 0,14$);
- dichtheden in afstandsklasse 2 zijn significant hoger dan die in afstandsklasse 1 ($t = 2,24$, $p < 0,05$) en die in afstandsklasse 3 zijn niet significant lager dan die in afstandsklasse 1 ($t = -1,69$, $p = 0,091$).

Het model als in tabel 3.10, ook gedraaid met geluidB als factor (<48 - >66 dB(A)) in plaats van geluidsklasse (1 t/m 3). Het positieve verband tussen geluid en dichtheid is significant ($t_{1,874} = 2,82$, $F_{1,874} = 7,97$, $p = 0,005$).



Figuur 3.10 *Dichtheid kuifeend (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.10 Resultaten model kuifeend. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	873		
provincie	2	0.29	0,751
ronde		geen effect, uit model verwijderd	
afstandnatuurm		geen effect, uit model verwijderd	
afstandbebouwingm	1	15.95	<0.001
GWTklasse		geen effect, uit model verwijderd	
bodem		geen effect, uit model verwijderd	
geluidsklasse	2	10.46	<0.001
afstandsklasse	2	4.30	0.014

Slobeend

Slobeenden broeden in waterrijke landschappen en hebben een voorkeur voor ondiepe sloten en plassen met een rijk onderwaterleven. Het aantal broedparen in Nederland gaat al enkele decennia achteruit. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

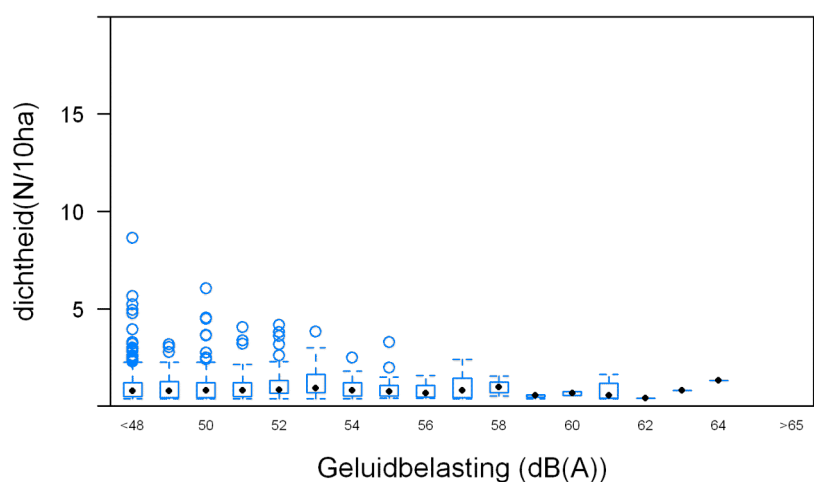
- de dichtheden in Utrecht ($t = 1,28$, NS) en Zuid-Holland ($t = -1,47$, NS) verschillen niet van die in Noord-Holland;
- de dichtheden in ronde 3 en ronde 2 verschillen niet; uit model verwijderd;
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan die daarbuiten ($t = -3,12$, $p < 0,005$);
- dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = -5,84$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in gebieden met een verschillende grondwaterklasse (GHG) verschillen niet significant van elkaar; uit model verwijderd;
- dichtheden in gebieden met een verschillende bodem, verschillen niet van elkaar, daarom uit model verwijderd;
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn lager dan die in geluidsklasse 1 ($t = -0,43$, NS) en in geluidsklasse 3 significant lager dan die in geluidsklasse 1 ($t = -1,96$, $p < 0,05$);
- dichtheden in afstandsklasse 2 en afstandsklasse 1 verschillen niet van die in afstandsklasse 3 (daarom uit model verwijderd).

In het overall-model heeft geluidsklasse geen significant effect meer (tabel 3.?).

Het model als in tabel 3.11 is ook gedraaid met geluidB als factor (<48->66 dB(A)) in plaats van geluidsklasse (1 t/m 3). Het verband tussen geluid en dichtheid is dan niet significant ($t_{1,183} = -1,09$, $F_{1,1183} = 1,18$, $p < 0,277$).

Tabel 3.11 Resultaten model slobend. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	1.182		
provincie	2	2.37	0.094
ronde	geen effect, uit model verwijderd		
afstandnatuurm	1	9.73	0.002
afstandbebouwingm	1	34.09	<0.001
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	geen effect, uit model verwijderd		
geluidsklasse	2	1.93	0.145
afstandsklasse	geen effect, uit model verwijderd		



Figuur 3.11 Dichtheid slobend (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

Gele kwikstaart

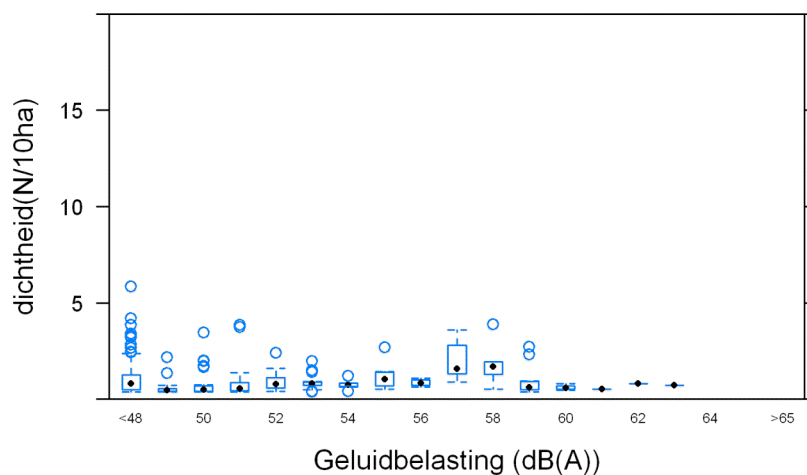
De gele kwikstaart is een soort die in open landschappen broedt. De soort heeft een smallere habitatkeus dan de veldleeuwerik en komt talrijker voor in bouwlanden dan in graslanden. De trend in Nederland is negatief, vooral in het agrarisch gebied.

Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -1,34$, NS) wijken niet significant af van die in Noord-Holland, in Zuid-Holland zijn ze significant hoger dan in Noord-Holland ($t = 2,93$, $p < 0,005$);
- de dichtheden in ronde 3 wijken niet significant af van die in ronde 2 ($t = 1,25$, NS);
- de dichtheden in natuurgebieden wijken niet significant af van die daarbuiten (en daarom verwijderd uit model);

- de dichtheden nabij steden en dorpen wijken niet significant af van die op grotere afstand (en daarom uit model verwijderd);
- grondwaterstand heeft geen effect (en daarom buiten model gelaten);
- dichtheden op veen zijn significant lager dan die op klei ($t = -4,09$, $p < 0,001$), dichtheden op water zijn significant hoger dan op klei ($t = 2,65$, $p < 0,01$, dichtheden op zand wijken niet significant af van die op klei;
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant lager dan die in klasse 1 ($t = -3,66$, $p < 0,001$) en in geluidsklasse 3 wijken deze niet significant af van die klasse 1 ($t = 0,79$, NS);
- afstand tot schiphol heeft geen effect (en daarom uit model verwijderd).

In het overall-model heeft geluid een negatief effect op dichtheid (tabel 3.12). Dit effect is aanwezig vanaf geluidsklasse 2 (48 dB(A)) en of meer).



Figuur 3.12 Dichtheid gele kwikstaart (aantal territoria/10 ha) tegen geluidbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

Tabel 3.12 Resultaten model gele kwikstaart. GLM, Poisson-verdeeld loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	283		
provincie	2	5.53	0.004
ronde	1	1.56	0.213
afstand natuur	geen effect, uit model verwijderd		
afstand bebouwing	geen effect, uit model verwijderd		
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	4	10.39	<0.001
geluidsklasse	2	8.86	<0.001
afstandklasse	geen effect, uit model verwijderd		

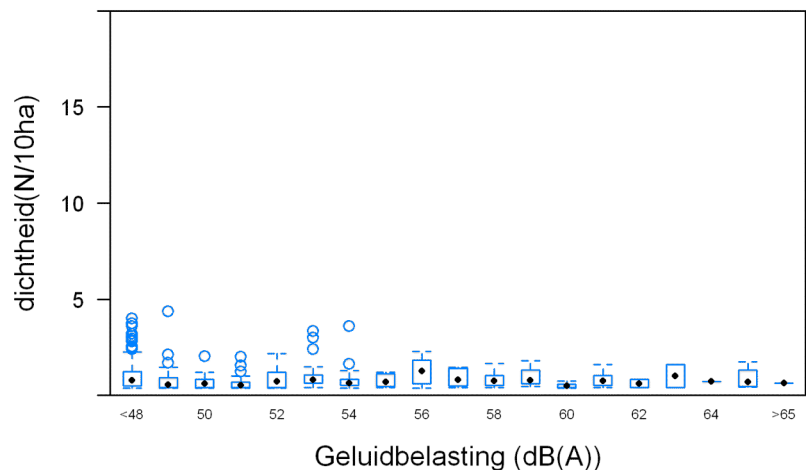
Graspieper

De graspieper is een soort die in open landschappen broedt. De soort heeft een smallere habitatkeus dan de veldleeuwerik en kan vooral talrijk zijn in graslanden. De trend in Nederland is negatief, vooral in het agrarische gebied.

Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t=-2,02$, $p<0,05$) zijn significant lager dan in Noord-Holland, in Zuid-Holland wijken zij niet significant af van die in Noord-Holland ($t = 1,21$, NS);
- de dichtheden in ronde 3 zijn significant hoger dan in ronde 2 ($t = 2.09$, $p<0,05$);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan die daarbuiten ($t = -4,83$, $p<0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand ($t = - 2,70$, $p<0,01$);
- grondwaterstand heeft geen effect (en daarom buiten model gelaten);
- dichtheden op veen, water en zand wijken niet significant af van die op klei (en daarom uit model verwijderd);
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant lager dan die in klasse 1 ($t = - 4,36$, $p<0,001$) en in geluidsklasse 3 zijn deze niet significant lager dan in klasse 1 ($t = -1,61$, $p<0,11$);
- afstand tot Schiphol heeft geen effect (en daarom uit model verwijderd).

In het overall-model heeft geluid een negatief effect op dichtheid (tabel 3.13). Dit effect is aanwezig vanaf geluidsklasse 2 (48 dB(A)Lden en meer).



Figuur 3.13 *Dichtheid graspieper (aantal territoria/10 ha) tegen geluidbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.13 Resultaten model graspieper. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	550		
provincie	2	3.33	0.037
ronde	1	4.35	0.037
afstand natuur	1	23.36	<0.001
afstand bebouwing	1	7.28	0.007
bodem	geen effect, uit model verwijderd		
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
geluidsklasse	2	9.66	<0.001
afstandklasse	geen effect, uit model verwijderd		

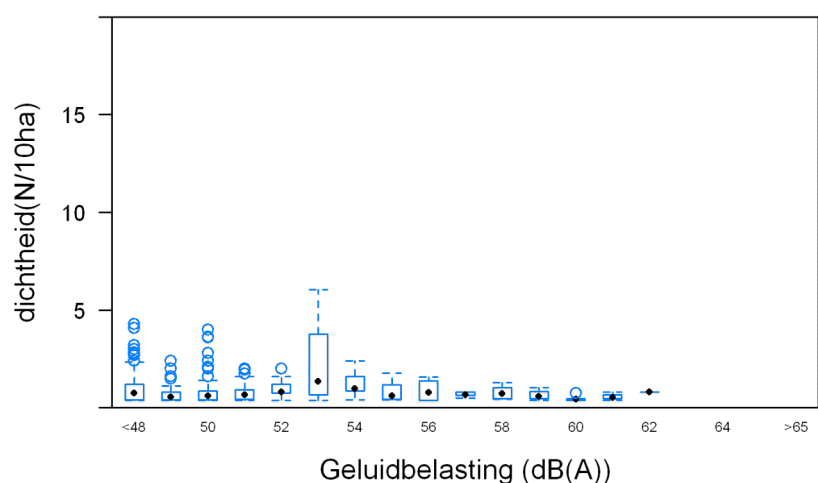
Veldleeuwerik

De veldleeuwerik is een soort die in open landschappen broedt. De soort heeft een brede habitatkeus en kan talrijk zijn in graslanden, bouwlanden en heiden. De trend in Nederland is sterk negatief, vooral in het agrarische gebied.

Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -2,93$, $p < 0,005$) zijn significant lager dan in Noord-Holland, in Zuid-Holland wijken zij niet significant af van die in Noord-Holland ($t = -1,35$, NS);
- de dichtheden in ronde 3 zijn wijken niet significant af van die in ronde 2 ($t = 0,73$, NS);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger dan die daarbuiten ($t = -3,76$, $p < 0,001$);
- afstand tot steden en dorpen heeft geen effect (en is daarom uit model verwijderd);
- grondwaterstand heeft geen effect (en is daarom uit model verwijderd);
- dichtheden op veen, water en zand wijken niet significant af van die op klei;
- dichtheden in geluidsklasse 2 wijken niet significant af van die in klasse 1 ($t = 0,98$, NS) en in geluidklasse 3 zijn deze significant lager dan in klasse 1 ($t = -2,56$, $p < 0,05$);
- afstand tot schiphol heeft geen effect (en is daarom uit model verwijderd).

In het overall-model heeft geluid een negatief effect op dichtheid (tabel 3.14). Dit effect is duidelijk vanaf geluidsklasse 3 (55 dB(A)Lden en meer).



Figuur 3.14 *Dichtheid veldleeuwerik (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Tabel 3.14 *GLM, Poisson-verdeeld loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually. Veldleeuwerik*

factor	d.f.	F	P
residual	598		
provincie	2	4.51	0.011
ronde	1	0.53	0.465
bodem	3	5.46	0.001
afstand natuur	1	14.12	<0.001
afstand bebouwing	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	geen effect, uit model verwijderd		
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
geluidsklasse	2	4.28	0.014
afstandklasse	geen effect, uit model verwijderd		

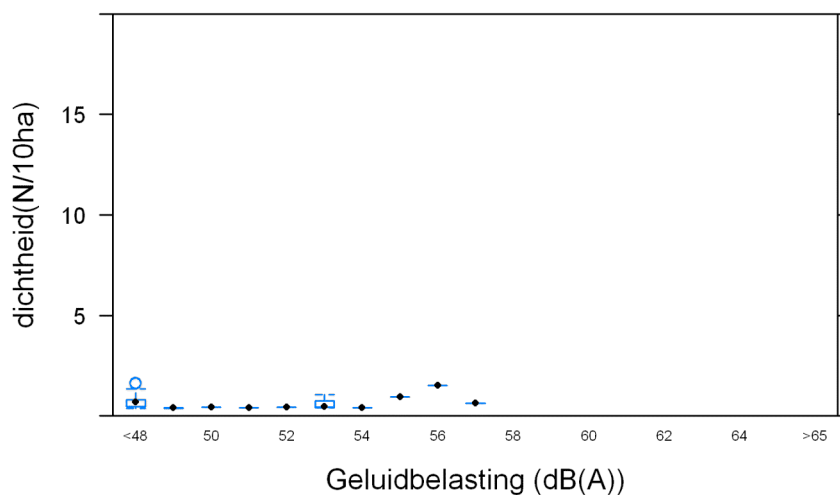
Enkele schaarse soorten

Watersnip

De watersnip is een schaarse broedvogel in open graslandgebieden die extensief gebruikte natte graslanden prefereert. Het aantal broedparen is de afgelopen decennia gekelderde. De soort is in ronde 2 en ronde 3 alleen in Noord-Holland vastgesteld. Afstand tot natuurgebieden, afstand tot steden en dorpen, grondwater(GHG)klasse, bodem en afstandklasse tot Schiphol hebben in het model geen effect op dichtheid; deze parameters zijn uit het model verwijderd.

Tabel 3.15 Resultaten model watersnip. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	49		
provincie	geen effect, uit model verwijderd		
ronde	geen effect, uit model verwijderd		
afstand natuurgebied	geen effect, uit model verwijderd		
afstand bebouwing	geen effect, uit model verwijderd		
GWTklasse	geen effect, uit model verwijderd		
bodem	geen effect, uit model verwijderd		
geluidsklasse	2	4,45	<0.05
afstandsklasse tot Schiphol	geen effect, uit model verwijderd		



Figuur 3.15 Dichtheid watersnip (aantal territoria/10 ha) tegen geluidbelasting van Schiphol vijfbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.

Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 2 en 3:

- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant lager dan die in geluidsklasse 1 ($t = -2,39$, $p < 0,05$) en die in geluidsklasse 3 verschillen niet van die in geluidsklasse 1 ($t = 1,50$, NS).

Opmerkelijk bij deze soort is dat geluidsklasse in het model de enige factor is die verschillen in dichtheid verklaart.

Andere schaarse soorten

In bijlage 2 zijn de details van een volledig model voor een aantal soorten met beperkt materiaal vermeld; hier volgen de hoofdlijnen. Voor kluut en knobbelzwaan rolt een significant negatief effect van geluid op dichtheid uit het model en voor wintertaling een bijna significant effect. Voor kempaan is het verband negatief, maar verre van significant. Visdief laat geen significant patroon zien.

Tabel 3.16 Resultaten model vijf schaarse soorten. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually. *r* = richting van het verband.

	geluid				afstand				residual
	df	r	F	P	df	r	F	P	
kemphaan	2	-		ns	2			ns	13
kluut	2	-	3,34	0,049	2			ns	30
knobbelzwaan	2	-	6,80	0,001	2			ns	209
wintertaling	2	-	3,17	0,064	2			ns	20
visdief	2	?	1,40	ns	2			ns	82

3.1.3 Alle soorten en soortgroepen; vier-banenstelsel

Weidevogels

Van de 18 beschikbare soorten zijn 11 soorten als 'weidevogel' aangemerkt:

gele kwikstaart	zangvogel
graspieper	zangvogel
grutto	steltloper
kievit	steltloper
krakeend	eend
kuifeend	eend
scholekster	steltloper
slobeend	eend
tureluur	steltloper
veldleeuwerik	zangvogel
watersnip	steltloper

Deze soorten tezamen leveren meer dan 95% van de beschikbare gegevens. Voor de analyse van het effecten van het vierbanenstelsel zijn alleen gegevens uit Noord-Holland en Utrecht beschikbaar.

Modeluitkomsten wijzen op een significant negatief effect van geluidsbelasting op de dichtheid van de 11 weidevogelsoorten tezamen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 1:

- dichtheden in Utrecht ($t = -16,27$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- dichtheden van afzonderlijke soorten liggen veelal significant hoger dan die van gele kwikstaart (soort is de minst talrijke onder de 11 soorten);
- de dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger zijn dan daarbuiten ($t = -12,49$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -5,31$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn significant lager dan in gebieden met een middelhoge ($t = 2,08$, $p = 0,037$) en niet significant hoger dan in gebieden met lage grondwaterstand ($t = -1,60$, ns);
- dichtheden op veen zijn hoger dan op klei ($t = 3,64$, $p < 0,001$) en op zand hoger dan op klei ($t = 3,11$, $p = 0,002$);

- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant hoger dan die in klasse 1 ($t = 2,20$, $p = 0,028$) en die in geluidsklasse 3 zijn niet significant lager dan in klasse 1 ($t = -1,43$, ns); dichtheden in klasse 3 zijn significant lager dan die in klasse 2;
- dichtheden in afstandsklasse 2 ($t = -0,31$, ns) en klasse 3 ($t = -0,52$, ns) zijn niet significant lager dan in afstandsklasse 1.

Het overall model levert voor alle genoemde factoren, op afstandsklasse na, een significant effect waarbij effecten van geluid vanaf geluidsklasse 3 (55 dB(A)Lden en meer) negatief op dichtheid uitwerken (tabel 3.17).

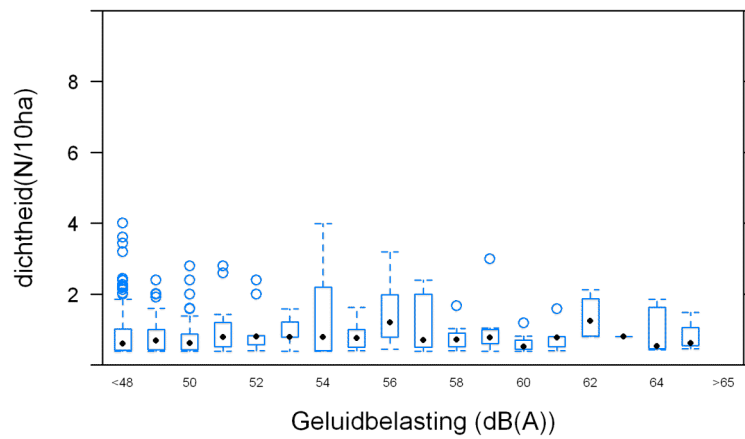
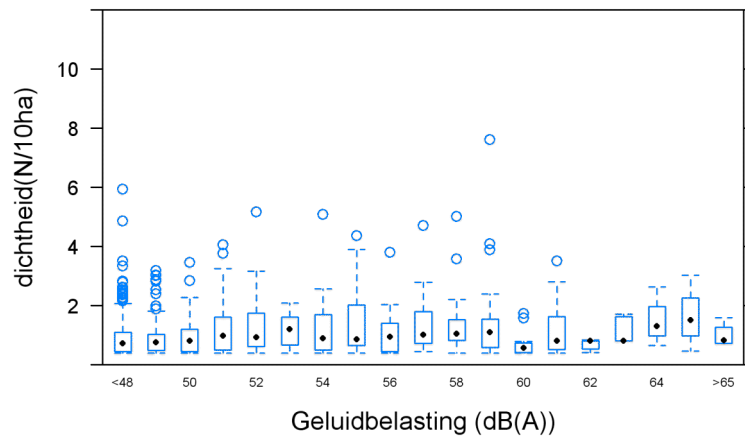
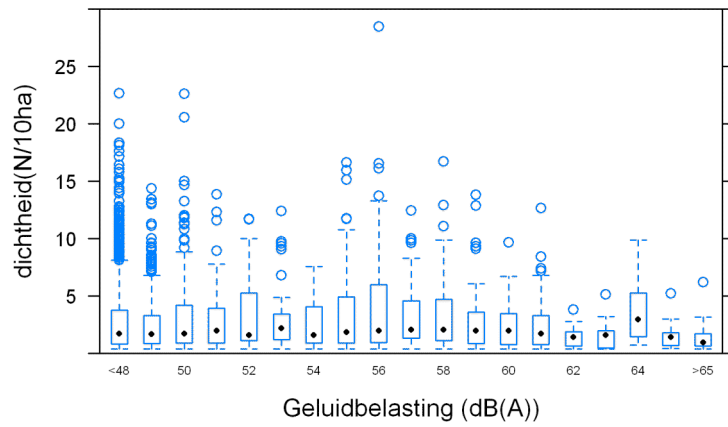
Tabel 3.17 Resultaten model elf soorten weidevogels tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	4.710		
provincie	1	264,69	<0.001
soort	10	373,29	<0.001
afstand natuur	1	156,04	<0.001
afstand bebouwing	1	28,24	<0.001
GWTklasse	2	5,04	0.007
bodem	2	9,41	<0.001
geluidsklasse	2	5,52	0.004
afstandsklasse	2	0,15	ns

Steltlopers (figuur 3.16)

Modeluitkomsten wijzen op een significant negatief effect van geluidsbelasting op de dichtheid van de 4 steltlopers tezamen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 1:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -13,86$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- dichtheden van afzonderlijke soorten wijken significant af van die van de grutto (kievit hogere dichtheid, scholekster, tureluur en watersnip lagere dichtheid);
- dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger zijn dan daarbuiten ($t = -10,97$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -4,39$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn niet significant lager dan in gebieden met een middelhoge ($t = 1,96$, $p = 0,051$) en niet significant hoger dan in gebieden met lage grondwaterstand ($t = -1,62$, ns);
- dichtheden op veen ($t = 3,50$, $p < 0,001$) en op zand zijn hoger dan op klei ($t = 2,54$, $p = 0,011$);
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn niet significant hoger dan die in klasse 1 ($t = 1,57$, $p = 0,116$) en die in geluidsklasse 3 zijn significant lager dan in klasse 1 ($t = -2,40$, $p = 0,016$); dichtheden in klasse 3 zijn significant lager dan die in klasse 2;



Figuur 3.16 *Dichtheid steltlopers (boven), eenden (midden), zangvogels (onder) (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vier-banenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, soort, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

- dichtheden in afstandklasse 2 ($t = -0,32$, ns) en klasse 3 ($t = -0,48$, ns) zijn niet significant lager dan in afstandklasse 1.

Het overall model levert voor alle genoemde factoren een significant effect waarbij effecten van geluid vanaf geluidsklasse 3 (55 dB(A)Lden of meer) negatief op dichtheid uitwerken (tabel 3.18).

Tabel 3.18 Resultaten model vier soorten steltlopers tezamen. GLM, Poisson-verdeeld loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	3.137		
provincie	1	192,20	<0.001
soort	3	331,98	<0.001
afstand natuur	1	120,25	<0.001
afstand bebouwing	1	19,30	<0.001
GWTklasse	2	4,76	0.009
bodem	2	7,77	<0.001
geluidsklasse	2	6,46	0.002
afstandsklasse	2	0,14	ns

Eenden (figuur 3.16)

Modeluitkomsten wijzen op een significant negatief effect van geluidsbelasting op de dichtheid van de vier eenden tezamen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 1:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -5,03$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- dichtheden van afzonderlijke soorten wijken niet significant af van kraakeend; daarom als factor uit model verwijderd;
- dichtheden in natuurgebieden zijn significant hoger zijn dan daarbuiten ($t = -5,05$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn significant hoger dan op grotere afstand daarvan ($t = -4,06$, $p < 0,001$);
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand wijken niet af van die in gebieden met een middelhoge ($t = 0,72$, ns) en lage grondwaterstand ($t = 0,17$, ns); daarom uit model verwijderd;
- dichtheden op veen ($t = -2,80$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan die op klei en op zand vergelijkbaar met die op klei ($t = 0,80$, ns);
- dichtheden in geluidsklasse 2 zijn significant hoger dan die in klasse 1 ($t = 4,33$, $p < 0,001$) en die in geluidsklasse 3 idem ($t = 6,04$, $p < 0,001$); dichtheden in klasse 3 zijn vergelijkbaar met die in klasse 2;
- dichtheden in afstandklasse 2 ($t = -0,32$, ns) en klasse 3 ($t = -0,48$, ns) zijn niet significant lager dan in afstandklasse 1; daarom uit model verwijderd.

Tabel 3.19 Resultaten model drie soorten eenden tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	943		
provincie	1	25,33	<0,001
soort		uit model verwijderd	
afstand natuur	1	25,52	<0,001
afstand bebouwing	1	16,48	<0,001
GWTklasse		uit model verwijderd	
bodem	2	5,71	0.003
geluidsklasse	2	24,24	<0,001
afstandsklasse		uit model verwijderd	

Sterns

In ronde 2 & 3 was weinig materiaal verzameld van stern en is visdief onder schaarse soorten besproken. Uit ronde 1 was meer materiaal beschikbaar en worden de sterns ook als groep behandeld; in de analyse van alle soorten tezamen zijn ze buiten beschouwing gelaten om de vergelijkbaarheid met ronde 2 & 3 te handhaven.

Tot deze groep behoren visdief en zwarte stern. Modeluitkomsten wijzen niet op een significant negatief effect van geluidsbelasting op de dichtheid van de twee soorten tezamen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 1:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -4,65$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- dichtheden van zwarte stern wijken niet significant af van visdief; daarom als factor uit model verwijderd;
- dichtheden in natuurgebieden zijn significant lager zijn dan daarbuiten ($t = 3,67$, $p < 0,001$);
- de dichtheden nabij steden en dorpen zijn wijken niet significant af van die op grotere afstand daarvan ($t = 0,49$, ns); daarom uit model verwijderd;
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand zijn hoger die in gebieden een lagere grondwaterstand ($t = -1,89$, $p = 0,065$);
- soort komt alleen op veen voor; daarom uit model verwijderd;
- dichtheden in geluidsklasse 2 en geluidklasse 3 wijken niet af van die in klasse 1;
- dichtheden in afstandsklasse 2 ($t = 8,94$ $p < 0,001$, ns) zijn significant hoger dan in afstandsklasse 1.

Tabel 3.20 Resultaten model twee soorten sterns tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	943		
provincie	1	21,67	<0,001
soort		uit model verwijderd	
afstand natuur	1	13,45	<0,001
afstand bebouwing		uit model verwijderd	
GWTklasse	2	3,57	0,065
bodem		uit model verwijderd	
geluidsklasse		uit model verwijderd	
afstandsklasse	1	79,91	<0,001

Zangvogels (figuur 3.16)

Modeluitkomsten wijzen niet op een significant negatief effect van geluidsbelasting op de dichtheid van de drie soorten tezamen. Uit de analyse volgen de volgende conclusies omtrent dichtheden in ronde 1:

- de dichtheden in Utrecht ($t = -5,59$, $p < 0,001$) zijn significant lager dan in Noord-Holland;
- dichtheden van graspieper wijken niet significant af van die van gele kwikstaart ($t = 0,22$, ns), die van veldleeuwerik zijn significant hoger ($t = 3,75$, $p < 0,001$);
- dichtheden in natuurgebieden wijken niet significant af van die daarbuiten; daarom uit model verwijderd;
- de dichtheden nabij steden en dorpen wijken niet significant af van die op grotere afstand daarvan; daarom uit model verwijderd;
- de dichtheden in gebieden met een hoge grondwaterstand wijken niet significant af van die in gebieden met een lagere grondwaterstand; daarom uit model verwijderd);
- dichtheden op veen en zand wijken niet significant af van die op klei; daarom uit model verwijderd;
- dichtheden in geluidsklasse 2 en geluidklasse 3 wijken niet af van die in klasse 1; daarom uit model verwijderd;
- dichtheden in afstandsklasse 2 ($t = 0,27$, ns) wijken niet significant af van die in afstandsklasse 1 en in afstandsklasse 3 zijn ze significant hoger ($t = 3,41$, $p < 0,001$).

Tabel 3.21 Resultaten model drie soorten zangvogels tezamen. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually.

factor	d.f.	F	P
residual	943		
provincie	1	31,28	<0,001
soort	1	14,58	<0,001
afstand natuur		uit model verwijderd	
afstand bebouwing		uit model verwijderd	
GWTklasse		uit model verwijderd	
bodem		uit model verwijderd	
geluidsklasse		uit model verwijderd	
afstandsklasse	1	5,84	0,003

3.1.4 Afzonderlijke soorten; vier-banenstelsel

Tien van de dertien soorten kennen in Noord-Holland een significant hogere dichtheid dan in Utrecht (tabel 3.22), waarbij de watersnip uitsluitend in Noord-Holland is vastgesteld. Deze uitkomst is vergelijkbaar met die uit ronde 2 en 3 (§ 3.1.2). Voorts blijken zeven van de dertien soort binnen natuurgebieden significant hogere dichtheden te kennen dan daarbuiten. Vooral onder steltlopers is dit patroon duidelijk aanwezig. Alleen de visdief kent buiten natuurgebieden hogere dichtheden dan daarbinnen. Ook deze bevinding is in lijn met die uit ronde 2 en 3. Drie steltlopers en twee eenden kennen nabij stad en dorp een hogere dichtheid dan op grotere afstand van deze urbane gebieden. Ook dit patroon is in ronde 2 & 3 met regelmaat gevonden.

Tabel 3.22 Resultaten model afzonderlijke soorten. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually. Statistische waarden voor drie factoren; zie voor een volledig model bijlage 2, factoren die niet significant bijdragen in het model zijn uit het model verwijderd.

factor	provincie		afstand natuur		afstand stad & dorp		residual				
	n	df	t	P	df	t		P			
grutto		1	-6,53	<0,001	1	-7,17	<0,001	1	ns	810	
kievit		1	-8,92	<0,001	1	-5,96	<0,001	1	-2,55	0,011	927
scholekster		1	-5,72	<0,001	1	-4,40	<0,001	1	-4,91	<0,001	737
tureluur		1	-5,57	<0,001	1	-2,88	0,004	1	-4,17	<0,001	634
watersnip		1		<0,001	1		ns	1		ns	13
krakeend		1	-3,87	<0,001	1	-3,84	<0,001	1	-4,18	<0,001	340
kuifeend		1	-3,40	<0,001	1		ns	1		ns	201
slobeend		1	-3,05	0,002	1	-3,44	<0,001	1	-2,45	0,015	388
gele kwikstaart		1		ns	1		ns	1		ns	89
graspieper		1	-1,93	0,055	1	-3,23	0,001	1		ns	183
veldleeuwerik		1	-4,47	<0,001	1		ns	1		ns	337
visdief		1		ns	1	1,68	0,100	1		ns	42
zwarte stern		1		ns	1		ns	1		ns	5

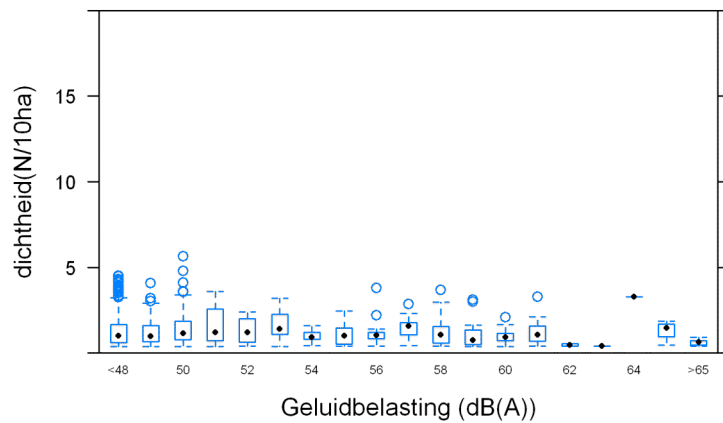
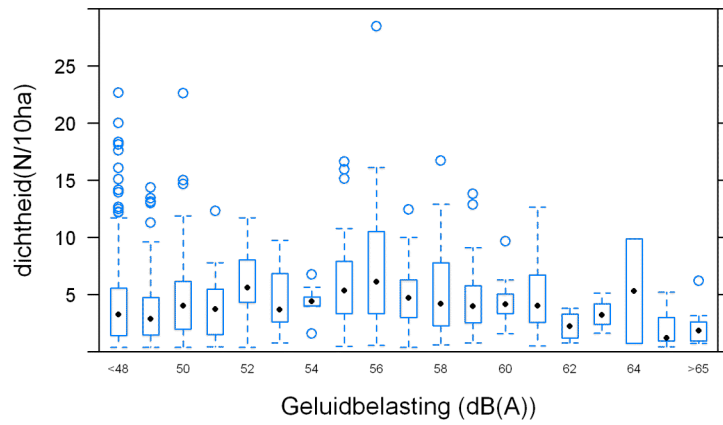
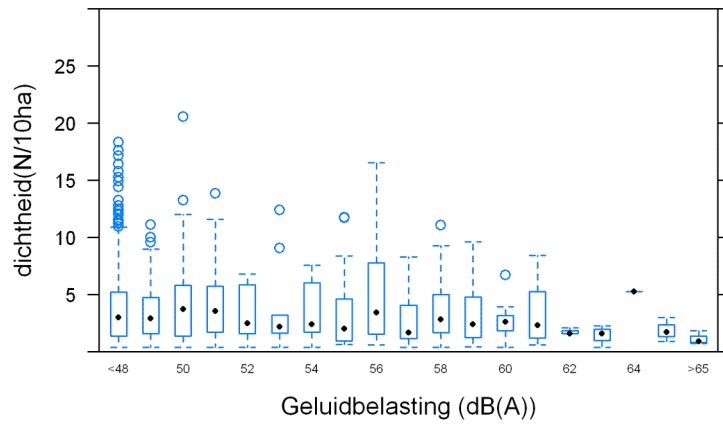
Bodem en grondwater zijn slechts voor een beperkt aantal soorten een factor met een significant effect (tabel 3.23) in het volledige model; waarbij de grutto de enige soort is die op beide factoren een (bijna) significant effect kent. Op veen en zand is de dichtheid van grutto's hoger dan op klei. Voorts zijn dichtheden in gebieden met een lage GHG lager dan in gebieden met een hoge GHG. In veenweiden is de dichtheid van veldleeuweriken hoger dan op klei.

Tabel 3.23 Resultaten model afzonderlijke soorten. GLM, Poisson-verdeeld, loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually. Statistische waarden voor twee factoren; zie voor een volledig model bijlage 2a, factoren die niet significant bijdragen in het model zijn uit het model verwijderd.

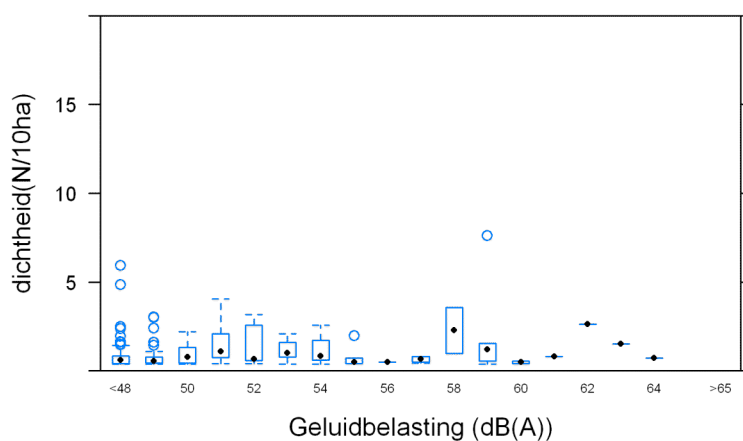
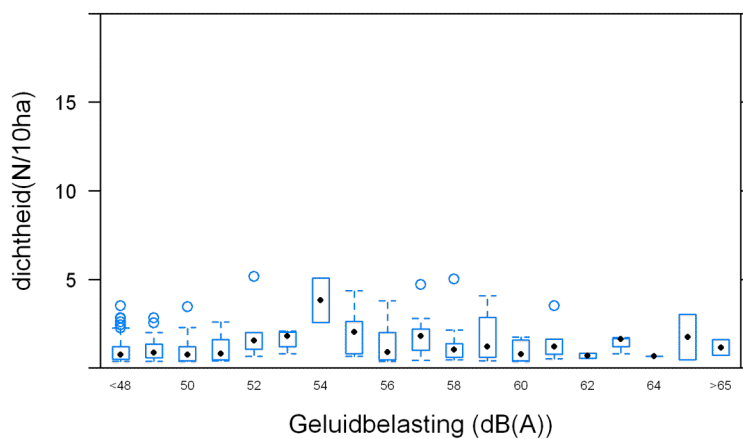
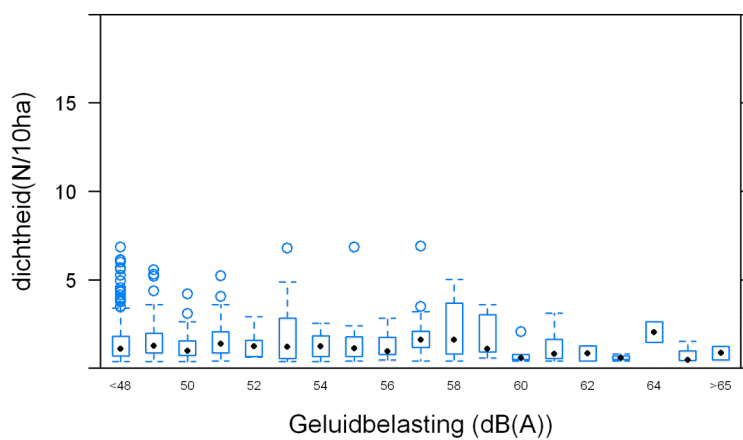
factor	grondwater			bodem			residual
	df	F	P	df	F	P	
grutto	2	2,91	0,055	2	2,53	0,080	810
kievit	2		ns	2		ns	927
scholekster	2		ns	2		ns	737
tureluur	2		ns	2	2,37	ns	634
watersnip	2		ns	2		ns	13
krakeend	2	5,35	0,005	2		ns	195
kuifeend	2	4,45	0,013	2		ns	201
slobeend	2		ns	2		ns	388
gele kwikstaart	2		ns	2		ns	89
graspieper	2		ns	2		ns	183
veldleeuwerik	2		ns	2	5,82	0,003	337
visdief	2		ns	2		ns	42
zwarte stern	2		ns	2		ns	5

Tabel 3.24 GLM, Poisson-verdeeld loglineaire regressie, geschatte dispersieparameter, Wald test, fit model terms individually. Statistische waarden voor twee factoren; zie voor een volledig model bijlage 2a, factoren die niet significant bijdragen in het model zijn uit het model verwijderd.

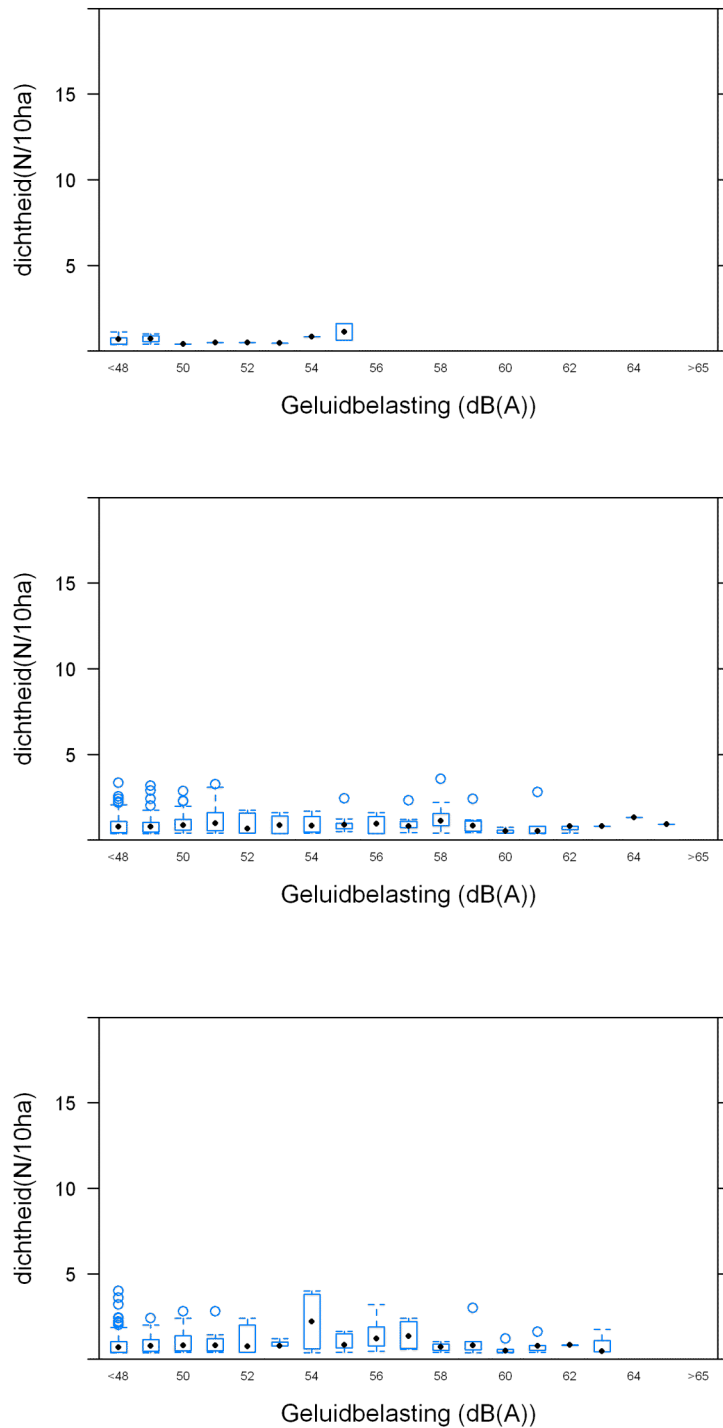
factor	geluid				afstand				residual
	df	r	F	P	df	r	F	P	
grutto	2	-	3,21	0,041	2			ns	810
kievit	2	+	7,25	<0,001	2			ns	927
scholekster	2	?	1,45	ns	2			ns	737
tureluur	2	?	0,32	ns	2			ns	634
watersnip	2	-	0,66	0,534	2			ns	13
krakeend	2	+	32,29	<0,001	2			ns	195
kuifeend	2	+	3,08	0,048	2			ns	201
slobeend	2	+	4,37	0,013	2	-	3,06	0,048	388
gele kwikstaart	2	-	0,34	ns	2			ns	89
graspieper	2	-	0,86	ns	2	+	4,64	0,011	183
veldleeuwerik	2	-	5,99	0,003	2	+	3,69	0,026	337
visdief	2	?		ns	2	?	43,99	<0,001	42
zwarte stern	2	?		ns	2	?		ns	5



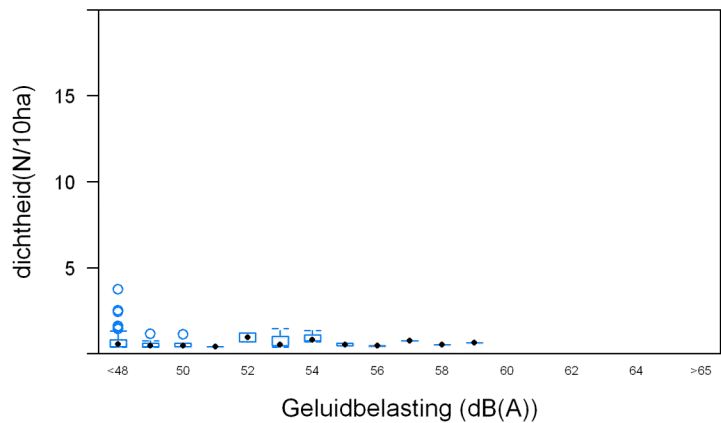
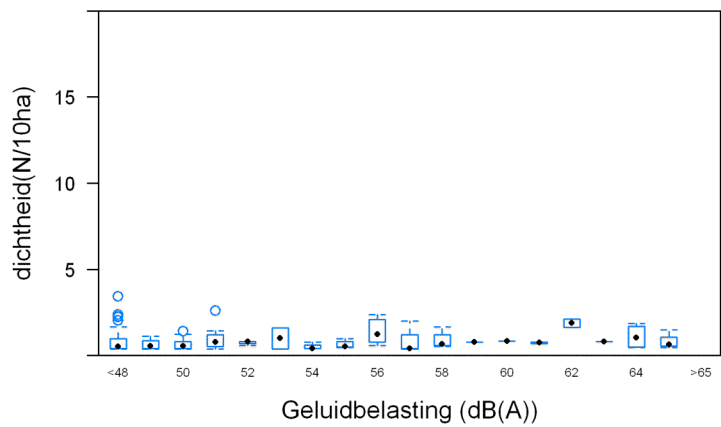
Figuur 3.17 *Dichtheid grutto (boven), kievit (midden), scholekster (onder) (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vierbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*



Figuur 3.18 *Dichtheid tureluur (boven), krakeend (midden), kuifeend (onder) (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vierbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*



Figuur 3.19 *Dichtheid watersnip (boven), slobeend (midden), veldleeuwerik (onder) (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vierbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*



Figuur 3.20 *Dichtheid graspieper (boven), gele kwikstaart (onder) (aantal territoria/10 ha) tegen geluidsbelasting van Schiphol vierbanenstelsel (zonder correctie voor provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem); punt = mediane waarde, blok = 25-50%, streep = 5-95%, cirkels = uiterste waarden.*

Gegevens uit de periode rond de eeuwwisseling (ronde 1) laten voor vijf soorten een negatief verband zien tussen geluidsbelasting en dichtheid (tabel 3.24). Alleen voor grutto en veldleeuwerik is geluid een significante factor in het model. Het model voor de drie eendensoorten laat een significant positief effect zien van geluidsbelasting. Afstand tot Schiphol is voor weinig soorten een relevante parameter. Bij graspieper en veldleeuwerik is het verband tussen dichtheid en afstand tegengesteld aan dat van dichtheid en geluidsbelasting en liggen derhalve in elkanders verlengde. Dit geldt ook voor slobbeend. Visdieven komen voor in afstandsklasse 2 voor en ontbreken nabij Schiphol.

3.1.5 Het effect van geluidsbelasting

In het voorgaande is voor het gebruik van het vier- en vijfbanenstelsel nagegaan of geluidsbelasting door groot vliegverkeer een effect heeft op de dichtheid van broedvogels in de wijde omgeving van Schiphol. Na correctie voor factoren als provincie, ronde, afstand tot natuurgebieden, afstand tot stad & dorp, bodemtype en grondwaterstand is voor verschillende soortgroepen en soorten een significant negatief effect op de dichtheid van broedvogels aangetoond. De volgende vraag is dan hoe groot dat effect is.

Om hier antwoord op te geven zijn op basis van het GLM-model voor alle gridcellen de voorspelde dichtheden berekend, na correctie voor factoren als provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem. Dit is dus de dichtheid die verwacht mag worden op basis van de gegeven geluidsbelasting nadat de andere factoren eerst zijn verdisconteerd. We zien dan dat de voorspelde dichtheid bij een belasting van 55 dB(A) (klasse 3) of meer voor alle soorten tezamen aanmerkelijk lager ligt dan in het gebied met <48 dB(A)Lden (klasse 1) belasting. Steltlopers spelen hierin een belangrijke rol. De vier steltlopers kennen alle in klasse 3 een lagere voorspelde dichtheid dan in klasse 1 en/of 2 (figuur 3.21). Bij grutto is de afname van de voorspelde dichtheid bij hogere geluidsbelasting het sterkst. Onder eenden is voor de krakeend en slobbeend een afname van de voorspelde dichtheid bij toenemende geluidsbelasting zichtbaar (alleen ronde 2&3); kuifeend onttrekt zich aan dit patroon. Onder zangvogels laten graspieper en veldleeuwerik een afname van dichtheid bij toenemende geluidsbelasting zien.

Voor alle soorten samen komt de afname in het gebied vanaf 55 dB(A)Lden (klasse 3), na correctie voor andere factoren, op 3-35% procent van de dichtheid in klasse 1 (<48 dB(A)Lden) (tabel 3.3.24d).

Tabel 3.24a Overzicht voor de situatie in ronde 1 (vierbanenstelsel) van de mediaan en het gemiddelde van de voorspelde dichtheid (p/10 ha) bij een bekende geluidsbelasting na correctie voor andere factoren. Klasse 1 = <48 dB(A)Lden, 2 = 48-55 dB(A)Lden, 3 = >55 dB(A)Lden. Zie ook figuur 3.21a.

geluidklasse	mediaan			gemiddelde		
	1	2	3	1	2	3
grutto	4,10	3,35	3,31	3,86	3,38	3,12
kievit	4,36	5,01	4,20	4,04	5,17	3,85
scholekster	1,36	1,26	1,21	1,31	1,30	1,17
tureluur	1,50	1,57	1,54	1,44	1,48	1,48
krakeend	0,94	1,63	1,61	0,93	1,54	1,56
kuifeend	0,94	1,35	1,41	0,87	1,22	1,30
slobbeend	0,92	1,09	1,07	0,88	1,07	1,04
gele kwikstaart	onvoldoende data					
graspieper	0,80	0,77	0,78	0,78	0,80	0,79
veldleeuwerik	0,97	0,78	1,46	0,91	0,77	1,30

Tabel 3.24b Overzicht voor de situatie in ronde 2&3 (vijfbanenstelsel) van de mediaan en het gemiddelde van de voorspelde dichtheid (p/10 ha) bij een bekende geluidsbelasting na correctie voor andere factoren. Klasse 1 = <48 dB(A)Lden, 2 = 48-55 dB(A)Lden, 3 = >55 dB(A)Lden. Zie ook figuur 3.21a.

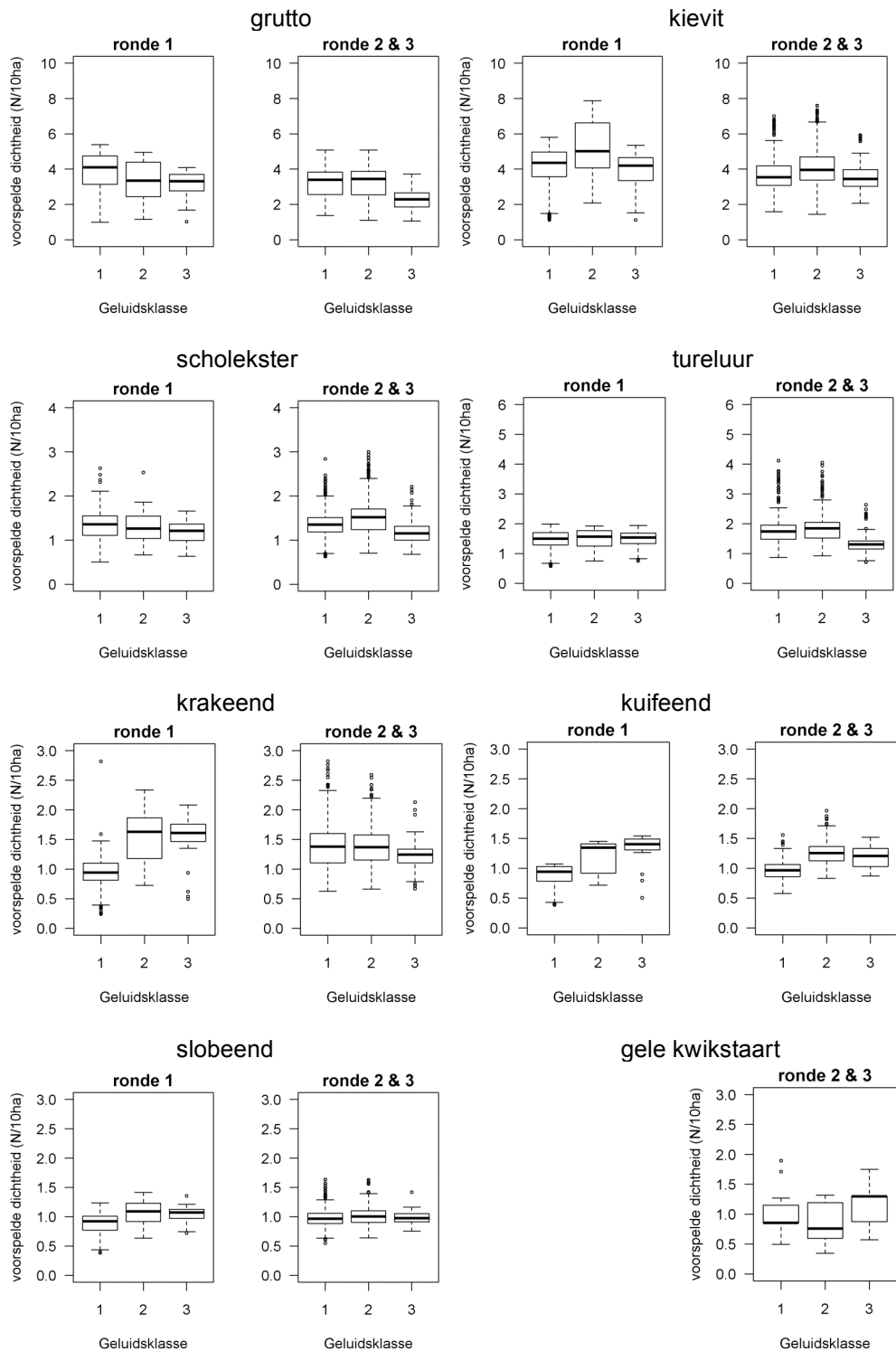
geluidklasse	mediaan			gemiddelde		
	1	2	3	1	2	3
grutto	3,39	3,45	2,29	3,21	3,24	2,29
kievit	3,54	3,96	3,44	3,56	3,98	3,54
scholekster	1,35	1,52	1,15	1,35	1,50	1,18
tureluur	1,74	1,85	1,30	1,76	1,86	1,35
krakeend	1,38	1,37	1,25	1,38	1,39	1,22
kuifeend	0,97	1,26	1,21	0,96	1,24	1,19
slobeend	0,97	1,00	0,97	0,98	1,02	0,98
gele kwikstaart	0,85	0,76	1,30	1,06	0,82	1,24
graspieper	0,92	0,75	0,86	1,00	0,78	0,85
veldleeuwerik	1,00	1,09	0,70	0,95	1,06	0,70

Tabel 3.24c Overzicht toetsresultaten verdeling voorspelde dichtheden (figuur 3.21a) bij een bekende geluidsbelasting. Klasse 1 = <48 dB(A)Lden, 2 = 48-55 dB(A)Lden, 3 = >55 dB(A)Lden. Tukey-test, significant op 5% (*), teken geeft richting verschil aan; bijvoorbeeld 2-1 = - *, dichtheid in klasse 2 is significant lager dan in klasse 1.

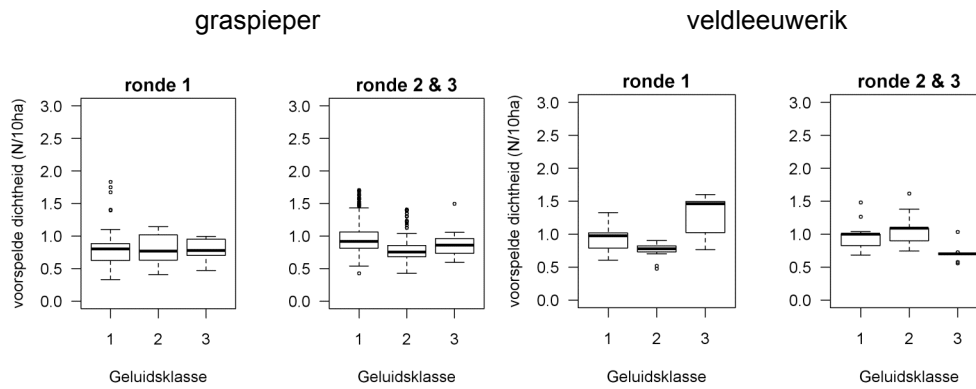
	ronde 1			ronde 2 & 3		
	2-1	3-1	3-2	2-1	3-1	3-2
grutto	- *	- *	- ns	+ ns	- *	- *
kievit	+ ns	- ns	- *	+ *	- ns	- *
scholekster	- ns	- *	- *	+ *	- *	- *
tureluur	+ ns	+ ns	- ns	+ *	- *	- *
krakeend	+ *	+ *	+ ns	+ ns	- *	- *
kuifeend	+ *	+ *	+ ns	+ *	+ *	- ns
slobeend	+ *	+ *	- ns	+ *	+ ns	- ns
gele kwikstaart				- *	+ *	+ *
graspieper	+ ns	+ ns	- ns	- *	- *	+ ns
veldleeuwerik	- *	+ *	+ *	+ *	- *	- *

Tabel 3.24d Overzicht procentuele verschillen tussen voorspelde dichtheden bij een gegeven geluidsbelasting in de drie geluidsklassen (op basis mediane waarden, tabel 3.24a, 3.24b)

geluidklasse	ronde 1			ronde 2 & 3		
	1 -> 2	2 -> 3	1 -> 3	1 -> 2	2 -> 3	1 -> 3
grutto	-18,2	-1,3	-19,3	1,6	-33,7	-32,7
kievit	14,9	-16,2	-3,7	11,8	-13,0	-2,8
scholekster	-6,9	-4,2	-10,8	12,6	-24,3	-14,8
tureluur	4,4	-1,6	2,7	6,2	-29,4	-25,1
krakeend	73,4	-1,3	71,2	-0,6	-9,0	-9,6
kuifeend	42,9	4,2	49,0	29,7	-3,8	24,8
slobeend	18,6	-2,0	16,2	3,7	-2,8	0,8
gele kwikstaart				-11,2	71,6	52,3
graspieper	-4,6	1,8	-2,9	-17,8	13,9	-6,4
veldleeuwerik	-20,1	87,9	50,2	9,4	-36,0	-30,0



Figuur 3.21a Voorspelde dichtheden van soorten in drie geluidsklassen, dichtheden berekend op basis van het significante overall model en na correctie voor factoren als provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem.

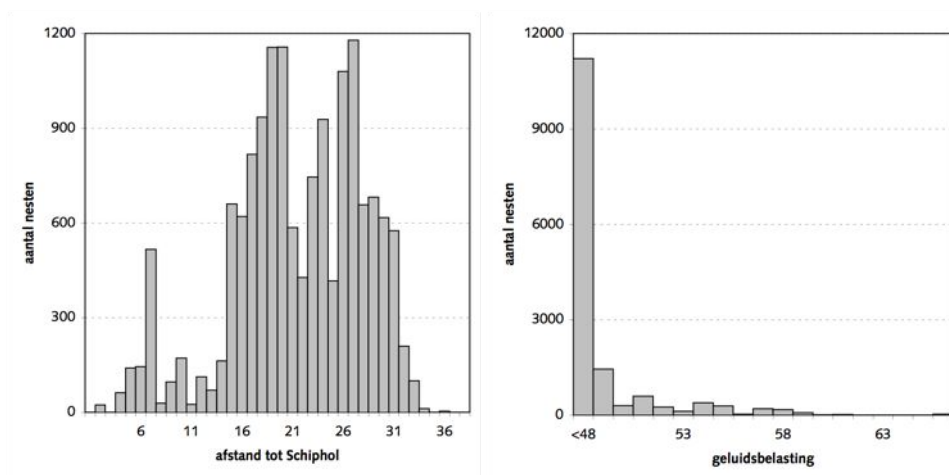


Figuur 3.21a Vervolg, voorspelde dichtheden van soorten in drie geluidsklassen, dichtheden berekend op basis van het significante overall model en na correctie voor factoren als provincie, ronde, afstand natuur, afstand stad & dorp, grondwater en bodem.

3.2 Schiphol: enkele broedbiologische parameters

Aard gegevens

De verzamelde en geanalyseerde gegevens liggen min of meer regelmatig verdeeld in de ruimte op een afstand van 15 of meer kilometers van Schiphol; op korte afstand van het vliegveld wordt relatief weinig aan vrijwillige nestbescherming gedaan, vooral omdat weidevogels op deze afstand schaars zijn (kleipolders versus veenweiden). Wanneer we kijken naar de verdeling van gegevens over de geluidsbelasting dan komt een erg scheve verdeling op tafel (figuur 3.21).



Figuur 3.21 Verdeling van het aantal nesten over afstandklassen van 1 km vanaf Schiphol (links) en over het bereik van geluidsbelasting (in dB(A)) (rechts).

In het vervolg wordt ingegaan op het aandeel uitgekomen nesten, de gemiddelde legselgrootte en het gemiddelde legbegin. Centrale vraag is of geluidsbelasting een negatief effect heeft op deze drie parameters. Tabel 3.25 geeft een samenvatting voor 11 soorten de gemiddelde waarden in het onderzoeksgebied (tabel 3.25).

3.2.1 Aandeel uitgekomen nesten

Eerst is het aandeel uitgekomen nesten onderzocht: het percentage nesten waarvan minimaal 1 ei is uitgekomen. Hiervoor is materiaal benut van: grutto, Kievit, kraai, kuifeend, meerkoet, scholekster, slobeend, tureluur, visdief, wilde eend, zwarte stern.

Alle materiaal

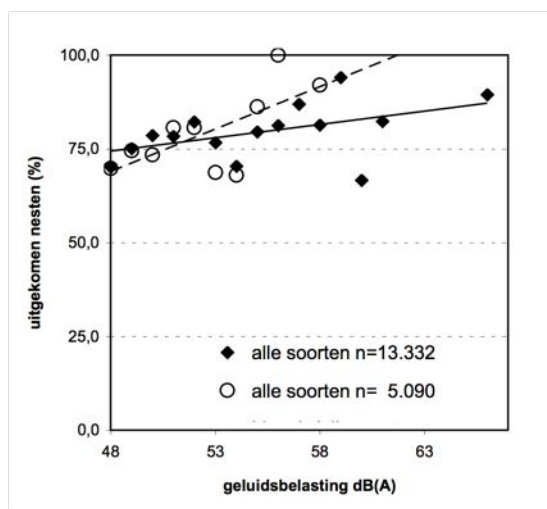
Alle soorten

In een eerste analyse is het materiaal van alle talrijke soorten gebruikt. Verklarende variabelen in het overall model zijn soort, geluidsbelasting (dB(A)) en afstand tot Schiphol (km). Als eerste zijn verschillen tussen soorten onderzocht. In vergelijking tot

grutto (uitkomstpercentage 70%) hebben wilde eend, slobbeend, krakeend een lager uitkomstpercentage ($p < 0,05$) en Kievit en zwarte stern een hoger percentage ($p < 0,05$). Na correctie voor verschillen tussen soorten zijn effecten van geluid en afstand tot Schiphol in beeld gebracht. Beide variabelen vertonen een significant verband met uitkomstpercentage, waarbij geluid vanwege de veel hogere F-waarde van groter belang is dan afstand (tabel 3.26).

Tabel 3.25 Samenvatting van enkele broedbiologische parameters van 11 talrijke vogelsoorten; # = aantal, vinddatum als datum en als dagnummer vanaf 1 januari.

		# nest	# uit	% nest uit	legsel- grootte	% uit ei	vinddatum	
eenden	krakeend	83	45	54	7,0	98	10-mei-09	130
	kuifeend	84	52	62	7,4	96	24-mei-09	145
	slobbeend	312	163	52	8,0	96	3-mei-09	124
	wilde eend	333	187	56	7,6	95	22-apr-09	113
bleshoenders	meerkoet	365	228	62	6,1	94	30-apr-09	120
steltlopers	grutto	2.652	1.662	63	3,7	95	22-apr-09	112
	Kievit	8.174	5.383	66	3,5	95	23-apr-09	113
	scholekster	1.715	1.048	61	2,9	95	9-mei-09	129
	tureluur	1.260	763	61	3,7	96	28-apr-09	118
sterns	visdief	45	27	60	2,3	100	1-jun-09	153
	zwarte stern	89	53	60	2,7	83	1-jun-09	153



Figuur 3.22 Voor 11 soorten het percentage uitgekomen nesten uitgezet tegen de geluidsbelasting van Schiphol (L_{den} , dB(A)); alleen klassen >5 nesten zijn opgenomen. stip = alle grondwater(GHG)klassen, bodemtypen en gewastypen; cirkel = alleen grondwaterklasse hoog, bodemtype veen en gewastype gras. Zie voor vergelijkbare figuren in relatie tot afstand bijlage 3.

Tabel 3.26 Resultaten model 11 soorten tezamen; alle typen bodem, grondwaterklassen en gewassen. Accumulated GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, alle soorten. Model: constante + soort + geluid + afstand tot Schiphol.

factor	d.f.	t	F	P
residual	13.339			
soort	10		4.21	<0,001
geluidsbelasting (Lden)	1	5,76	68.58	<0,001
afstand tot Schiphol	1	-2,28	5.20	0,023

Het effect van geluid en afstand is tegengesteld aan de verwachting: bij hogere geluidsbelasting neemt het uitkomstpercentage toe en op grotere afstand van Schiphol is het uitkomstpercentage hoger waarbij het effect van geluid op basis van de F-waarde veel sterker is dan dat van afstand.

Soortgroepen

In de vier belangrijkste soortgroepen in het onderzoeksgebied zien we hetzelfde patroon terug; bij toenemende geluidsbelasting wordt het aandeel uitgekomen nesten groter (tabel 3.27). Bij alle vier de soortgroepen is het effect van geluid op basis van de F-waarde veel groter dan van afstand.

Tabel 3.27 Effect van geluid en afstand tot Schiphol op het uitkomstsucces van nesten; accumulated GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, vier soortgroepen. df = aantal vrijheidsgraden, t = t-waarde, teken geeft richting verband, F = F-waarde, P = P-waarde ($p < 0,05$ is significant). Model: constante + geluid + afstand tot Schiphol.

	srt		soorten				geluid				afstand Schiphol				residual
	n	df	F	P	df	t	F	P	df	t	F	P			
stelllopers	4	3	3,89	0,009	1	5,10	50,58	<0,001	1	-1,89	3,58	0,059	12.226		
eenden	4	3	1,64	0,180	1	1,36	6,59	0,010	1	-1,00	1,01	0,315	686		
bleshoenders	1	-	-	-	1	2,88	24,15	<0,001	1	0,07	0,01	0,943	312		
sterns	2	1	0,15	0,701	1	3,09	13,31	<0,001	1	0,64	0,41	0,525	92		

Voor afzonderlijke soorten is geluid niet in alle gevallen een factor die een significant effect heeft (tabel 3.28). Significante effecten van geluid duiden evenwel op een positief verband tussen het uitkomstsucces en geluid: kievit, scholekster, tureluur, slobbeend meerkoet en kuifeend (laatstgenoemde bijna significant). Voor grutto is het verband tussen geluidsbelasting en aandeel uitgekomen nesten negatief; bij toenemende belasting wordt het succes kleiner.

Tabel 3.28 *Effect van geluid en afstand tot Schiphol op het aandeel uitgekomen nesten; GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, elf soorten. df = aantal vrijheidsgraden, t = t-waarde, teken geeft richting verband, F = F-waarde, P = P-waarde (p<0,05 is significant). Model: constante + geluid + afstand tot Schiphol).*

	df	geluid			df	afstand Schiphol			residual
		t	F	P		t	F	P	
grutto	1	-0,13	8,24	0,004	1	-4,74	23,22	<0,001	2.370
kievit	1	4,72	29,54	<0,001	1	0,40	0,16	0,689	7.316
scholekster	1	3,01	11,79	<0,001	1	0,23	0,05	0,823	1.453
tureluur	1	1,22	2,76	0,097	1	-0,51	0,26	0,608	1,081
krakeend	1	0,05	0,72	0,400	1	-0,84	0,71	0,401	71
kuifeend	1	0,33	3,58	0,063	1	0,02	0,00	0,988	64
slobeend	1	1,32	5,00	0,026	1	-0,84	0,71	0,401	258
meerkoet	1	2,88	24,15	<0,001	1	0,07	0,01	0,943	312

In de analyses behorende bij tabel 3.27 en 3.28 zijn factoren als grondwater, bodem en gewas niet meegenomen. Deze kunnen een zodanig effect hebben dat na correctie hiervoor een effect van geluid of afstand wegvalt. Derhalve is een uitgebreider model geanalyseerd met daarin de factoren gewas, grondwater, bodem en grondwater. Het gewas (grasland, maïs, overig) heeft voor geen enkele soort een effect op het aandeel uitgekomen nesten. Ook de factor bodem heeft geen significante effecten, met uitzondering van de kievit. Op zand en veen is voor deze soort het aandeel uitgekomen nesten lager dan op klei (t = -2,98, p = 0,003 resp. t = -4,12, p = <0,001). Bij grutto en kievit is voorts het grondwaterniveau van belang. Bij lagere grondwaterstanden is het aandeel uitgekomen nesten lager (toetsen tegen hoog: grutto middel t = -3,96, p<0,001 laag t = -3,79, p<0,001, kievit middel t = 0,39, ns, laag t = -3,03, p<0,001). Van de onderzochte soorten in deze analyse kent alleen de wilde eend geen significant effect van geluid (tabel 3.29). Daarnaast is voor grutto, na correctie voor gewas, grondwater en bodem het verband tussen aandeel uitgekomen nesten en geluid positief (vergelijk tabel 3.28).

Tabel 3.29 *Effect van geluid van Schiphol op het uitkomstsucces van nesten; GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, F = F-waarde, P= P-waarde (p<0,05 is significant). Model : Constante + gewas + GHGklasse + bodem + geluid*

	resd	gewas		GHGklasse		bodem		+	geluid	
		F	P	F	P	F	P		F	P
grutto	1.817		ns	13,81	<0,001		ns	+	18,23	<0,001
kievit	5.584		ns	6,72	0,001	10,99	<0,001	+	22,53	<0,001
scholekster	1.013		ns		ns		ns	+	9,45	0,001
tureluur	822		ns		ns		ns	+	7,92	<,005
slobeend	195		ns		ns		ns	+	6,45	0,012
wilde eend	207		ns	3,04	0,05		ns	+		ns
meerkoet	236		ns		ns		ns	+	5,17	0,024

Alleen grasland, veen en hoog grondwater

Een aanzienlijk deel van de nesten is gevonden in grasland in veenweidegebieden met een hoge grondwaterstand in het voorjaar (GHG I en II). De dataset omvat ruim 5.000 nesten (figuur 3.22). Door analyse op deze set te baseren zijn grondwater, gewas en bodem voor alle nesten gelijk; en hebben deze factoren geen effect.

Alle soorten

Als eerste stap in de analyse is gecorrigeerd voor verschillen tussen soorten waarin krakeend, slobbeend, tureluur en wilde eend een significant lager aandeel uitgekomen nesten hebben ($p < 0,05$) dan grutto en visdief een significant hoger aandeel uitgekomen nesten heeft. Voor andere soorten wijkt het aandeel niet af. Als tweede stap is geluidsbelasting aan het model toegevoegd. Dit levert een significant effect van geluid op ($F_{1, 5089} = 17,97$, $t = 4,12$, $p < 0,001$). Vervolgens is de afstand aan het model toegevoegd. Dit levert een significante bijdrage op die wat kleiner is dan van geluid (tabel 3.30). De trend is dat het aandeel uitgekomen nesten toeneemt bij toenemende geluidsbelasting en dat het aandeel uitgekomen nesten afneemt met toenemende afstand.

Tabel 3.30 Resultaten model 11 soorten tezamen; alleen grasland op veen met hoog grondwater. Accumulated GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, alle soorten. Model: constante + soort + geluid + afstand tot Schiphol.

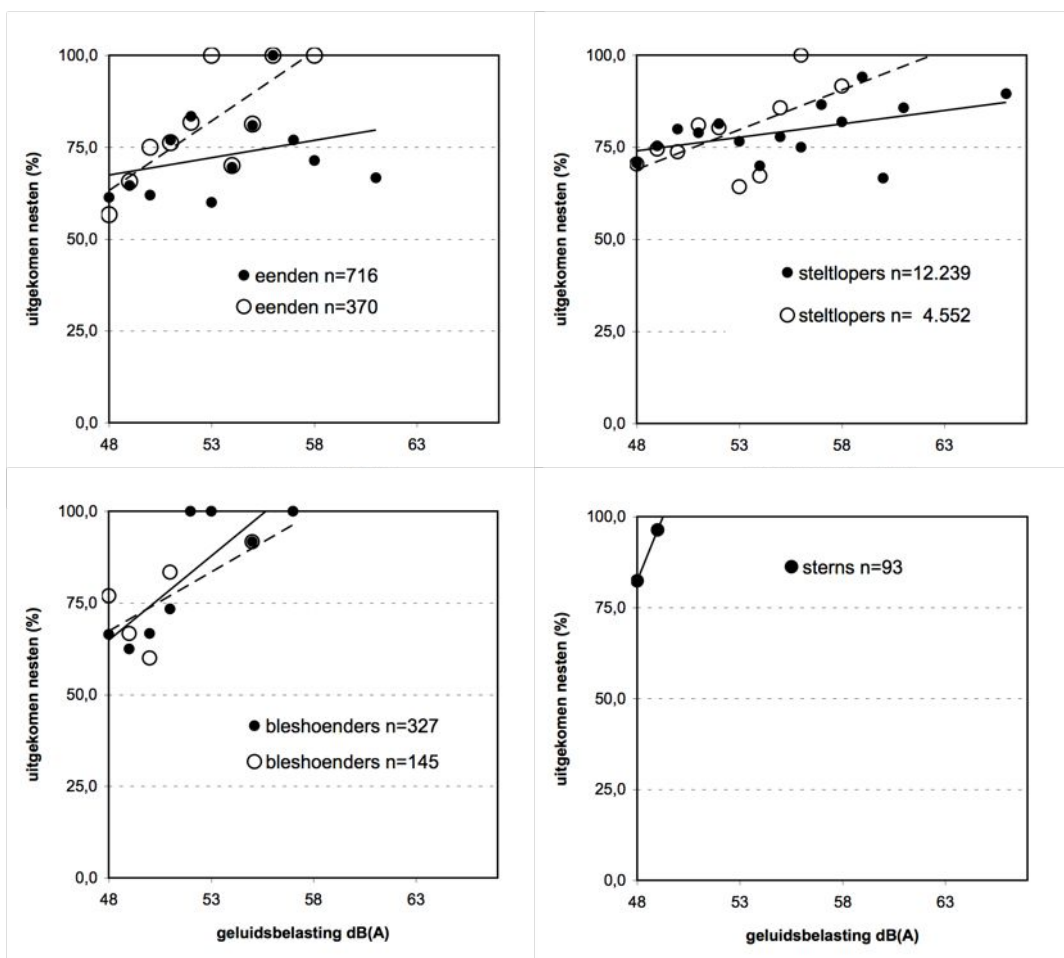
factor	d.f.	t	F	P
residual	5.077			
soort	10		3,31	<0,001
geluidsbelasting (Lden)	1	1,59	18,02	<0,001
afstand tot Schiphol	1	-3,77	14,38	<0,001

Soortgroepen

In de vier belangrijkste soortgroepen in het onderzoeksgebied zien we hetzelfde patroon terug; alleen zijn de verbanden minder sterk; bij toenemende geluidsbelasting wordt het aandeel uitgekomen nesten groter (tabel 3.31). Bij eenden en bleshoenders is het effect van geluid op basis van de F-waarde groter dan van afstand. Bij steltlopers houden deze elkaar in evenwicht en onder sterns is het omgekeerde het geval.

Tabel 3.31 Effect van geluid en afstand tot Schiphol op het aandeel uitgekomen nesten; accumulated GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, vier soortgroepen. df = aantal vrijheidsgraden, t = t-waarde, teken geeft richting verband, F = F-waarde, P = P-waarde ($p < 0,05$ is significant). Model: constante + geluid + afstand tot Schiphol.

	srt		soorten				geluid		afstand Schiphol				residual
	n	df	F	P	df	t	F	P	df	t	F	P	
stelllopers	4	3	1,38	0,248	1	1,00	9,53	0,002	1	-3,24	10,60	0,001	4.544
eenden	4	3	1,13	0,339	1	1,31	9,39	0,002	1	-1,93	3,86	0,050	347
bleshoenders	1	-	-	-	1	0,44	4,79	0,030	1	-0,72	0,55	0,461	312
sterns	2	1	3,44	0,071	1	0,06	1,24	0,272	1	-0,38	2,13	0,152	41



Figuur 3.23 Voor vier soortgroepen is het percentage uitgekomen nesten in relatie tot de geluidsbelasting van Schiphol (L_{den} , dB(A)) weergegeven; alleen klassen >5 nesten. stippen = alle grondwater(GHG)klassen, bodemtypen en gewastypen; cirkels = alleen grondwaterklasse hoog, bodemtype veen en gewastype gras. Zie voor vergelijkbare figuren in relatie tot afstand bijlage 3.

Soorten

Voor zeven soorten met een voldoende grote steekproef op grasland op veen met hoog grondwater is het verband tussen geluidsbelasting en aandeel uitgekomen nesten positief (alle t-waarden positief). Alleen voor grutto en meerkoet is het verband significant, en voor slobbeend bijna significant.

Tabel 3.32 *Effect van geluid van Schiphol op het aandeel uitgekomen nesten; GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, t = t-waarde, F = F-waarde, P= P-waarde (p<0,05 is significant. Model : Constante + geluid*

	residual	t	geluid	
			F	P
grutto	1.260	2,76	8,34	0,004
kievit	2.230	1,46	2,19	0,139
scholekster	496	0,51	0,27	0,605
tureluur	583	1,06	1,16	0,283
slobbeend	161	1,82	3,79	0,053
wilde eend	140	1,40	2,19	0,141
meerkoet	140	1,97	4,81	0,030

3.2.2 Legselgrootte

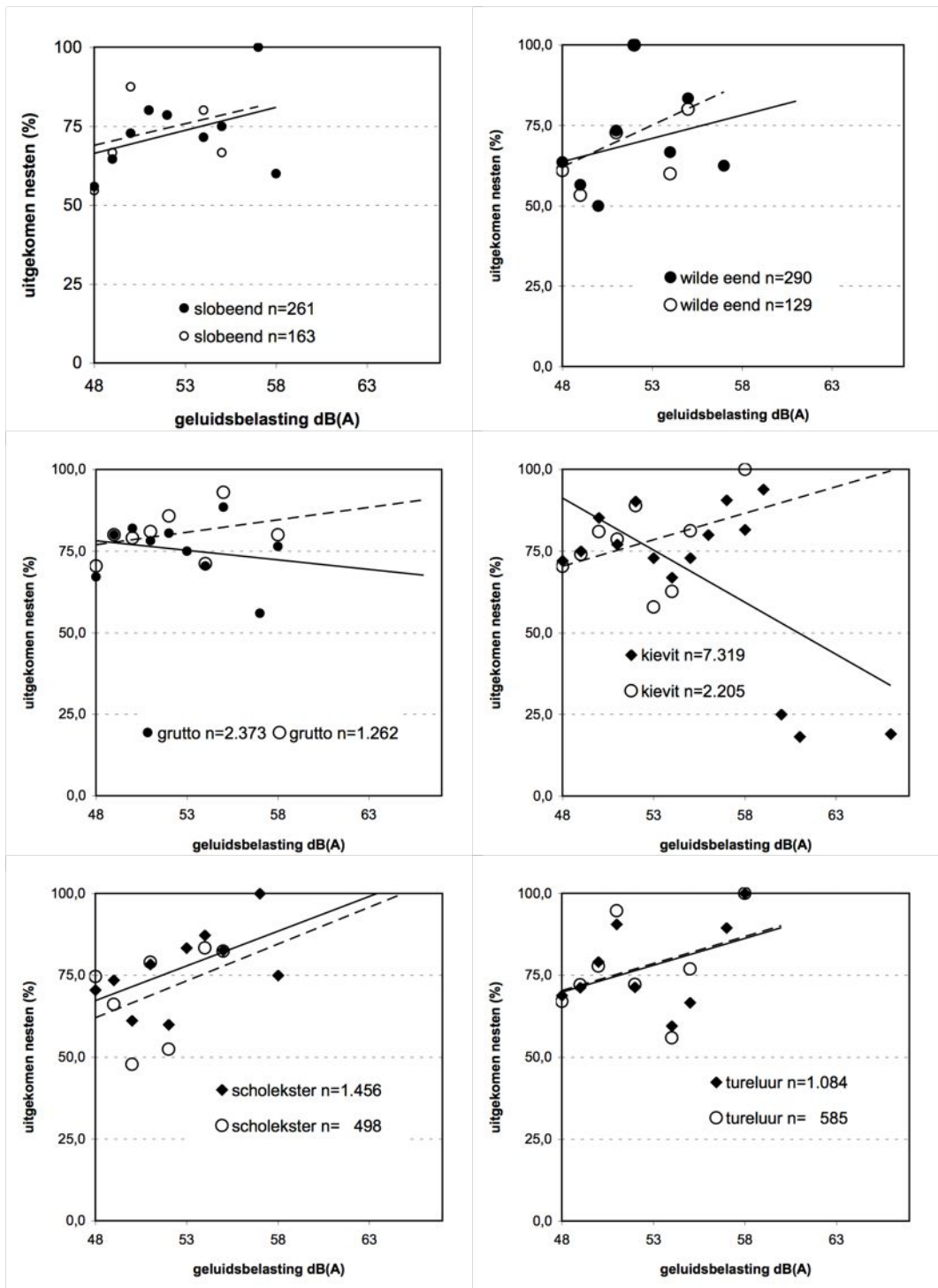
Alle gegevens

Legselgrootte is de tweede broedbiologische parameter die is onderzocht. Een eerste blik op legselgrootte tegen geluidsbelasting leert dat er geen opvallende veranderingen optreden bij toenemende geluidsbelasting (figuur 3.24). Analyses op basis van trendbreuken zijn daarom achterwege gebleven.

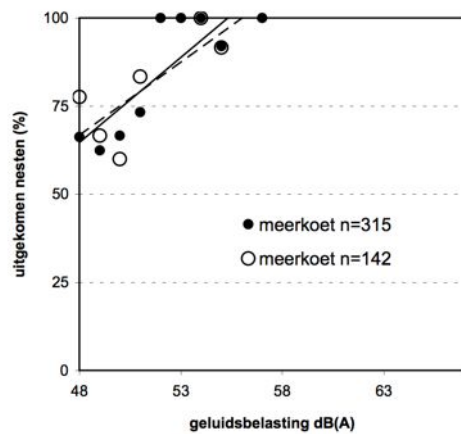
Grasland op veen met hoge GHG

Als tweede zijn de gegevens van nesten op grasland op veenweiden met een hoge GHG genomen (grutto, kievit, krakeend, kuifeend, meerkoet, scholekster, slobbeend, tureluur, visdief, wilde eend, zwarte stern).

Alle soorten, op tureluur na, hebben een legselgrootte die significant afwijkt van die van grutto ($p < 0,05$). Na correctie voor deze verschillen is nagegaan of legfels in het gebied van 55 dB(A)Lden of meer afwijken van die in het gebied met minder dan 55 dB(A)Lden geluidsbelasting. Bij geluidsbelastingen van 55 dB(A)Lden of meer wijkt de legselgrootte niet significant af (tabel 3.33). Het is op het randje van significantie, dus de trend is grotere legfels bij toenemende geluidsbelasting. Wordt de grens bij 50 dB(A) gelegd, dan wijken de legselgroottes in de twee groepen niet significant van elkaar af (tabel 3.34). Dezelfde analyse is gedaan door naar afstand te kijken en de grens op 10 km en 15 km te leggen. In beide gevallen zijn geen significante verschillen in gemiddelde legselgrootte tussen de twee klassen gevonden.



Figuur 3.24 Voor zeven soorten het percentage uitgekomen nesten in relatie tot de geluidsbelasting van Schiphol (L_{den} , dB(A)); alleen klassen >5 nesten). stippen = alle grondwater(GHG)klassen, bodemtypen en gewastypen; cirkels = alleen grondwaterklasse hoog, bodemtype veen en gewastype gras. Zie voor vergelijkbare figuren in relatie tot afstand bijlage 3.



Figuur 3.24 Vervolg, zie vorige pagina.

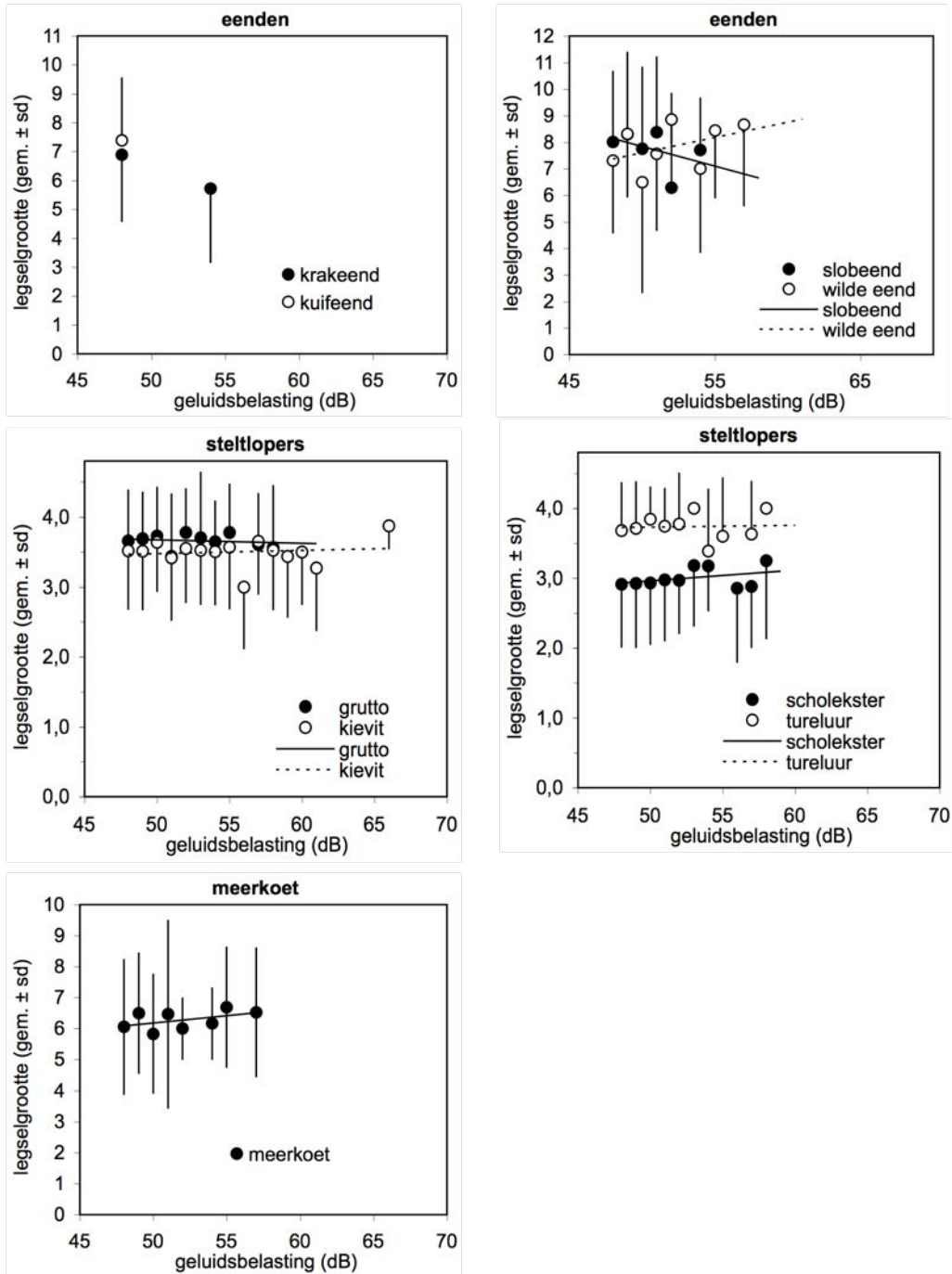
Tabel 3.33 Resultaten model voor 11 soorten tezamen; alleen gegevens grasland op veen met hoge grondwaterstand. Accumulated GLM, Poisson-verdeeld, log-lineaire regressie, geschatte dispersieparameter, alle soorten.

factor	d.f.	F	t	P
residual	5.228			
soort	10	518.59		<.001
geluidsbelasting (Lden) >54 dB(A)	1	3.77	1,95	0.052

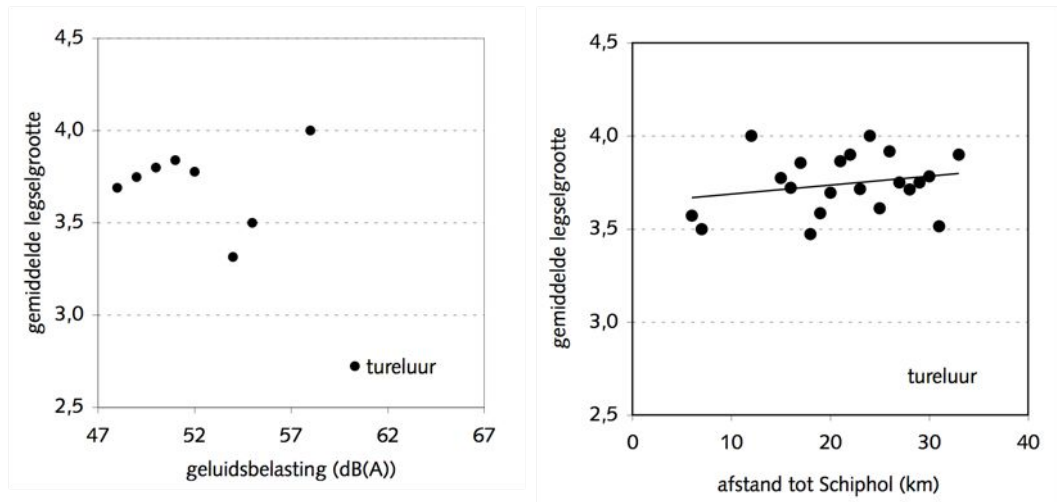
Vervolgens is gekeken of de legselgrootte van afzonderlijke soorten nabij Schiphol afwijkt van die op grotere afstand, dan wel dat deze in het gebied met een hoge geluidbelasting afwijkt van die in het gebied met een lage belasting. Voor afzonderlijke soorten worden geen verschillen gevonden, met uitzondering van tureluur (tabel 3.34). Bij deze soort is de legselgrootte groter op grotere afstand en groter bij een geluidsbelasting van 55 dB(A)Lden of meer (figuur 3.26).

Tabel 3.34 Toetsresultaten verschil in gemiddelde legselgrootte in twee afstandklassen en in twee geluidsbelastingsklassen. Mann-Witney-U test. - = onvoldoende data. Visdief en zwarte stern in geheel te weinig data. (*) $p < 0,1$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

	<>10 km	<>15 km	<>55 dB(A)Lden	<>50dB(A)
grutto	NS	NS	NS	NS
kievit	NS	NS	NS	NS
scholekster	NS	NS	NS	NS
tureluur	***	**	***	NS
krakeend	-	-	-	NS
kuifeend	-	-	-	NS
slobeend	-	(*)	-	NS
wilde eend	NS	NS	NS	NS
meerkoet	NS	NS	NS	NS



Figuur 3.25 Voor vijf soorten de gemiddelde legselgrootte in relatie tot de geluidsbelasting van Schiphol (L_{den} , dB(A)); alleen klassen met >5 nesten); alle grondwater(GHG)klassen, bodemtypen en gewastypen.



Figuur 3.26 Gemiddelde legselgrootte tureluur in relatie tot de geluidsbelasting van Schiphol (L_{den} , dB(A)) en afstand tot Schiphol (km); alleen klassen met >5 nesten opgenomen; grasland op veen met hoge GHG.

3.2.3 Legbegin

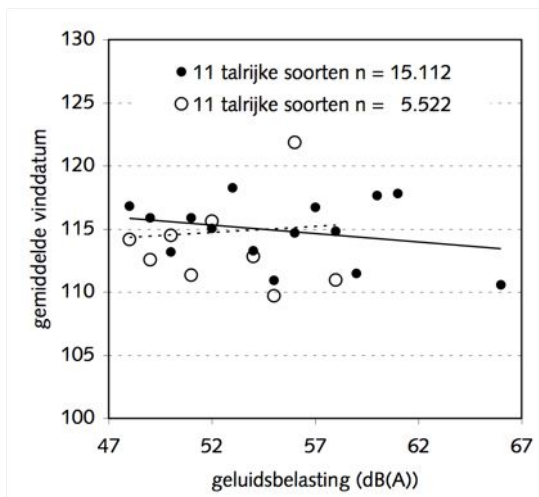
Vrijwilligers en agrariërs zoeken met grote regelmaat de nesten van de soorten die ze willen beschermen. Daarbij is het wenselijk de nesten in een zo vroeg mogelijk stadium te vinden, zodat zij niet verloren gaan door agrarische activiteiten. De vinddatum is daarmee een goede indicatie voor de aanvang van het broedproces (eileg). De verwachting is dat bij een hogere geluidsbelasting vogels het broedproces later aanvangen.

Alle soorten

In het overall model is eerste gecorrigeerd voor verschillen tussen soorten. Voor de meeste soorten wijkt de aanvang van het broedproces af van dat van grutto ($p < 0,05$). Na correctie voor de verschillen tussen soorten heeft de geluidsbelasting een significante bijdrage in het model. Bij toenemende geluidsbelasting wordt de aanvang van het broedproces vervroegd. Dit geldt zowel voor de gehele dataset, als voor de data van nesten in grasland op veen met hoge GHG (tabel 3.35, figuur 3.27). Dit is tegen de verwachting in.

Tabel 3.35 Vinddatum nest (als indicatie aanvang broedproces), accumulated GLM, Poisson-verdeeld, log-lineaire regressie, geschatte dispersieparameter, alle soorten tezamen (n=11). Model: constante + soort + geluid.

factor	d.f.	F	t	P
<i>alle gewassen, bodemtypen en GHGklassen</i>				
residual	12.980			
soort	10	125,69		<0,001
geluidsbelasting	1	16,20	-4,01	<0,001
<i>grasland op veen met hoge GHG</i>				
residual	5.510			
soort	10	104,98		<0,001
geluidsbelasting	1	10,42	-3,22	0,001



Figuur 3.27 Gemiddelde vinddatum van nesten van 11 soorten (zie tabel 3.25) in relatie tot de geluidsbelasting van Schiphol (Lden, dB(A)); alleen klassen >5 nesten). stippen = alle grondwater(GHG)klassen, bodemtypen en gewastypen; cirkels = alleen grondwaterklasse hoog, bodemtype veen en gewastype gras.

Soortgroepen

In het model is eerst gecorrigeerd voor verschillen tussen soorten. Na correctie hiervoor, heeft geluid een significante bijdrage in het model voor steltlopers, bleshoenders en sterns (bijna significant) (tabel 3.36). Daarbij valt de aanvang van het broedproces eerder bij een toenemende geluidsbelasting. Onder eenden heeft geluid geen significante bijdrage in het model.

Tabel 3.36 *Vinddatum nest (als indicatie aanvang broedproces), accumulated GLM, Poisson-verdeeld, log-lineaire regressie, geschatte dispersieparameter, vier soortgroepen. Model: constante + soort + geluid.*

	soort				geluid				residual
	df	t	F	P	df	t	F	P	
steltlopers	3		242,00	<0,001	1	-3,73	13,98	<0,001	11.905
eenden	3		88,86	<0,001	1	0,21	0,04	0,837	670
bleshoenders	-	-	-	-	1	-2,95	8,81	0,003	312
sterns	1				1	1,81	3,28	0,074	91

Afzonderlijke soorten

In de statistische analyse is eerst een model gemaakt met uitsluitend geluid als verklarende factor (tabel 3.37). Onder afzonderlijke soorten is het beeld redelijk eenduidig. Alle soorten, op slobend na laten bij toenemende geluidsbelasting een vervroeging in het broedproces zien. Voor grutto, kievit, tureluur en meerkoet is dit verband significant, voor scholekster bijna significant. Het omgekeerde verband voor slobend is eveneens bijna significant.

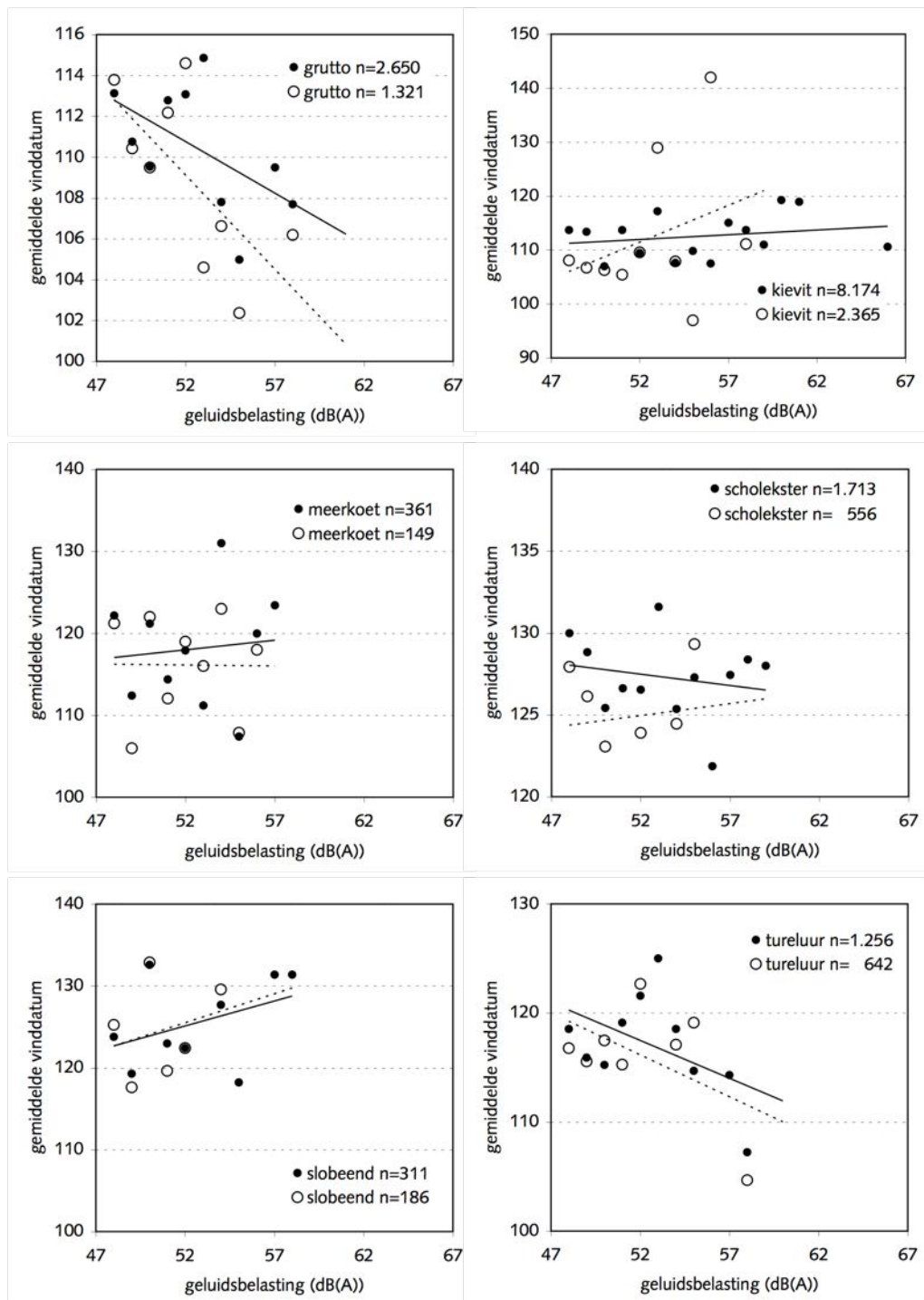
Tabel 3.37 *Vinddatum nest (als indicatie aanvang broedproces), GLM, Poisson-verdeeld, log-lineaire regressie, geschatte dispersieparameter. Model: constante + geluid.*

	residual	t	geluid	
			F	P
grutto	2.295	-3,97	15,89	<0,001
kievit	7.157	-1,97	3,92	0,048
scholekster	1.397	-1,88	3,54	0,060
tureluur	583	-2,01	4,05	0,044
slobend	161	1,67	2,76	0,098
wilde eend	280	-1,50	2,26	0,134
meerkoet	312	-2,95	8,81	0,003

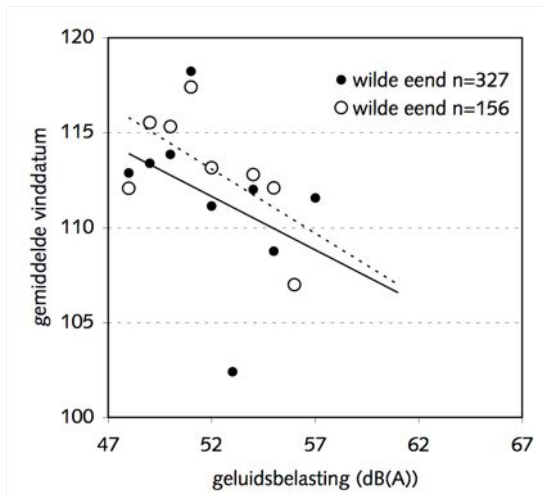
Als tweede stap in de analyse is nagegaan of landschappelijke factoren als bodemtype, gewas en grondwaterstand nog een effect hebben op de aanvang van het broedproces (tabel 3.38). Deze parameters voegen in het algemeen weinig toe aan het model met uitsluitend geluid. In de factor bodem is opvallend dat op veen soorten eerder met het broedproces beginnen dan op klei: voor grutto, kievit, scholekster en meerkoet is dit verband significant. De invloed van gewas (grasland, maïs) is zeer beperkt. Alleen de kievit springt eruit waarbij de aanvang van het broedproces op maïspcelen veel later is dan op grasland. Dit is niet zo vreemd: op maïs pcelen worden vooral vervolg en tweede legsels groot gebracht en wel vanaf het moment dat de maïs gezaaid is. De hoogte van het grondwater heeft alleen voor kievit en bijna significant effect waarbij de aanvang bij hoog grondwater later is dan bij middelhoog en laag grondwater.

Tabel 3.38 Vinddatum nest (als indicatie aanvang broedproces), GLM, Poisson-verdeeld, log-lineaire regressie, geschatte dispersieparameter. Model: constante + geluid + bodem + gewas + grondwater

	resd	geluid		bodem		gewas		GHGklasse	
		F	P	F	P	F	P	F	P
grutto	1.745	15,73	<0,001	3,65	0,006	0,00	ns	0,21	ns
kievit	5.450	3,92	0,048	3,46	0,008	116,19	<0,001	2,88	0,056
scholekster	973	3,52	0,061	2,45	0,045	4,39	0,013	0,09	ns
tureluur	801	4,02	0,045	1,81	ns	1,85	ns	1,61	ns
slobeend	189	2,76	0,098	1,81	ns	2,60	ns	0,56	ns
wilde eend	200	2,26	ns	1,99	0,096	4,16	0,017	0,69	ns
meerkoet	235	8,81	0,003	6,78	<0,001	2,72	0,068	2,02	ns



Figuur 3.28 Voor zes soorten de gemiddelde vinddatum in relatie tot de geluidsbelasting van Schiphol (L_{den} , dB(A)); alleen klassen >5 nesten). stippen = alle grondwater(GHG)klassen, bodemtypen en gewastypen; cirkels = alleen grondwaterklasse hoog, bodemtype veen en gewastype gras.



Figuur 3.28 Vervolg; zie voorgaande pagina.

3.3 Militaire vliegvelden: soortenrijkdom en dichtheden

Beschikbaar zijn data van negen vliegvelden waarvan;

- zes vliegvelden in ronde 1 en 2 zijn geteld en
- drie vliegvelden alleen in ronde 1.

In het vervolg worden analyses gepresenteerd van het aantal soorten per 10 ha en het aantal paren per 10 ha. In beide gevallen is de hypothese dat het aantal soorten en het aantal paren per 10 ha toeneemt met de afstand tot de baan. De achterliggende gedachte is dat als gevolg van de geluidsbelasting de dichtheid nabij de baan lager is dan op grotere afstand van de baan.

3.3.1 Soortenrijkdom

Soorten; totaal grasland en bos; alle vliegvelden tezamen

Het aantal soorten per 10 ha neemt significant toe naarmate de afstand tot de baan groter is. Hierbij is eerst gecorrigeerd voor verschillen in dichtheid tussen vliegvelden en verschillen in dichtheid tussen ronde 1 en 2. Twenthe en Volkel hebben een hogere dichtheid dan De Kooy ($t = 2,68$, $p < 0,01$ en $t = 1,27$, $p < 0,01$); op de andere velden wijkt de dichtheid niet significant af van die op De Kooy. In het algemeen was het aantal soorten per hectare groter tijdens ronde 2 dan tijdens ronde 1.

Tabel 3.39 *Effect van afstand na correctie voor vliegveld en ronde op dichtheid soorten in grasland en bos tezamen. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en geschatte dispersieparameter.*

effect vliegveld	$F_{8, 300} = 5,3$		$p < 0,001$
effect ronde	$F_{1, 300} = 4,2$	$t = 1,99$	$p < 0,05$
effect afstand	$F_{1, 300} = 15,7$	$t = 4,0$	$p < 0,001$

Aan weerszijde van de baan ligt op alle velden open terrein met een grazige vegetatie. Opgaande begroeiing begin pas op minimaal 100 m vanaf de baan. Dichtheden van broedvogels in grazige vegetaties zijn in het algemeen veel lager dan op opgaande vegetaties zoals bos. De soortenrijkdom van bos is ook hoger dan van grazige vegetaties (oa. Lensink 1993, SOVON 2002). In dit licht is het niet verwonderlijk dat de dichtheid van soorten toeneemt met afstand tot de baan. Daarom is ook de trend in gras en bos afzonderlijk onderzocht

Soorten; grasland, alle vliegvelden

De dichtheid in soorten neemt significant toe naarmate de afstand tot de baan groter is. Hierbij is eerst gecorrigeerd voor verschillen in dichtheid tussen vliegvelden en verschillen in dichtheid tussen ronde 1 en 2. Op alle velden is de dichtheid aan soorten in grasland significant lager dan op vliegveld De Kooy (De Peel $p < 0,05$, overig $p < 0,001$).

Tabel 3.40 *Effect van afstand na correctie voor vliegveld en ronde op dichtheid soorten in grasland. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.*

effect vliegveld	$F_{8, 200} = 3,9$		$P < 0,001$
effect ronde	$F_{1, 200} = 0,05$	$t = -0,22$	NS
effect afstand	$F_{1, 200} = 14,6$	$t = 3,90$	$P < 0,001$

Het effect van afstand op de dichtheid van soorten op grasland reikt tot grotere afstand van de baan. Indien de eerste 200 m worden uitgesloten van de analyse dan heeft afstand nog steeds een significant effect.

Tabel 3.41 *Effect van afstand na correctie voor vliegveld en ronde op dichtheid soorten in grasland (vanaf 200 m van de baan). Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.*

effect vliegveld	$F_{8, 175} = 12,0$		$P < 0,001$
effect ronde	$F_{1, 175} = 21,2$	$t = 4,52$	$P < 0,001$
effect afstand	$F_{1, 175} = 9,1$	$t = 3,02$	$P < 0,01$

Soorten; bos; alle vliegvelden

Het aantal soorten per 10 ha neemt significant toe naarmate de afstand tot de baan groter is. Hierbij is eerst gecorrigeerd voor verschillen in dichtheid tussen vliegvelden en verschillen in dichtheid tussen ronde 1 en 2. Op alle velden wijkt de dichtheid aan soorten in bos significant af van die op De Peel (Gilze Rijen lagere dichtheid $p < 0,05$,

andere hogere dichtheid $p < 0,01$). Vliegveld De Kooy valt buiten deze analyse vanwege het ontbreken van bos.

Tabel 3.42 Effect van afstand na correctie voor vliegveld en ronde op dichtheid soorten in bos. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.

effect vliegveld	$F_{7, 173} = 11,7$		$P < 0,001$
effect ronde	$F_{1, 173} = 21,0$	$t = 4,49$	$P < 0,001$
effect afstand	$F_{1, 173} = 9,0$	$t = 3,01$	$P < 0,01$

Het effect van afstand op de dichtheid van soorten in bos speelt zich vooral af in de eerste 200 m. Worden deze twee zones uitgesloten van de analyse dan is het effect van afstand niet meer significant en verschillen alleen de vliegvelden nog significant van elkaar.

Tabel 3.43 effect van afstand na correctie voor vliegveld en ronde op dichtheid soorten in bos (vanaf 200 m van de baan). Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.

effect vliegveld	$F_{7, 142} = 3,16$		$P < 0,01$
effect ronde	$F_{1, 142} = 0,18$	$t = 0,42$	NS
effect afstand	$F_{1, 142} = 0,10$	$t = 0,32$	NS

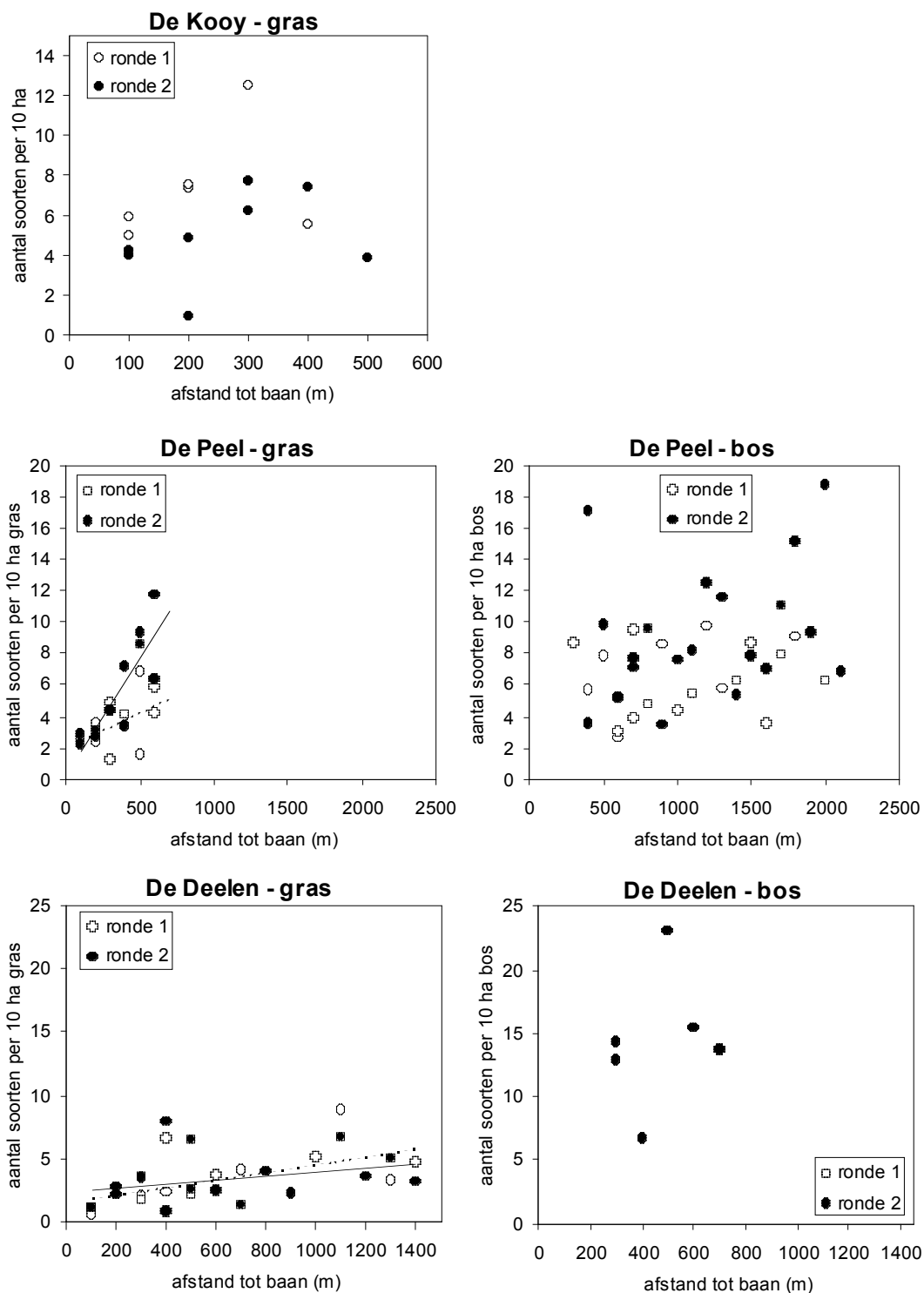
Conclusie: Op alle vliegvelden tezamen is de dichtheid aan soorten in de nabijheid van de baan lager dan op grotere afstand van de baan; dit geldt ook voor de dichtheid van soorten in grasland en bos afzonderlijk. Hierbij geldt dat op grasland dit effect tot meer dan 200 m meetbaar is en voor bos alleen in de eerste 200 m.

Soorten; grasland en bos; vliegvelden afzonderlijk

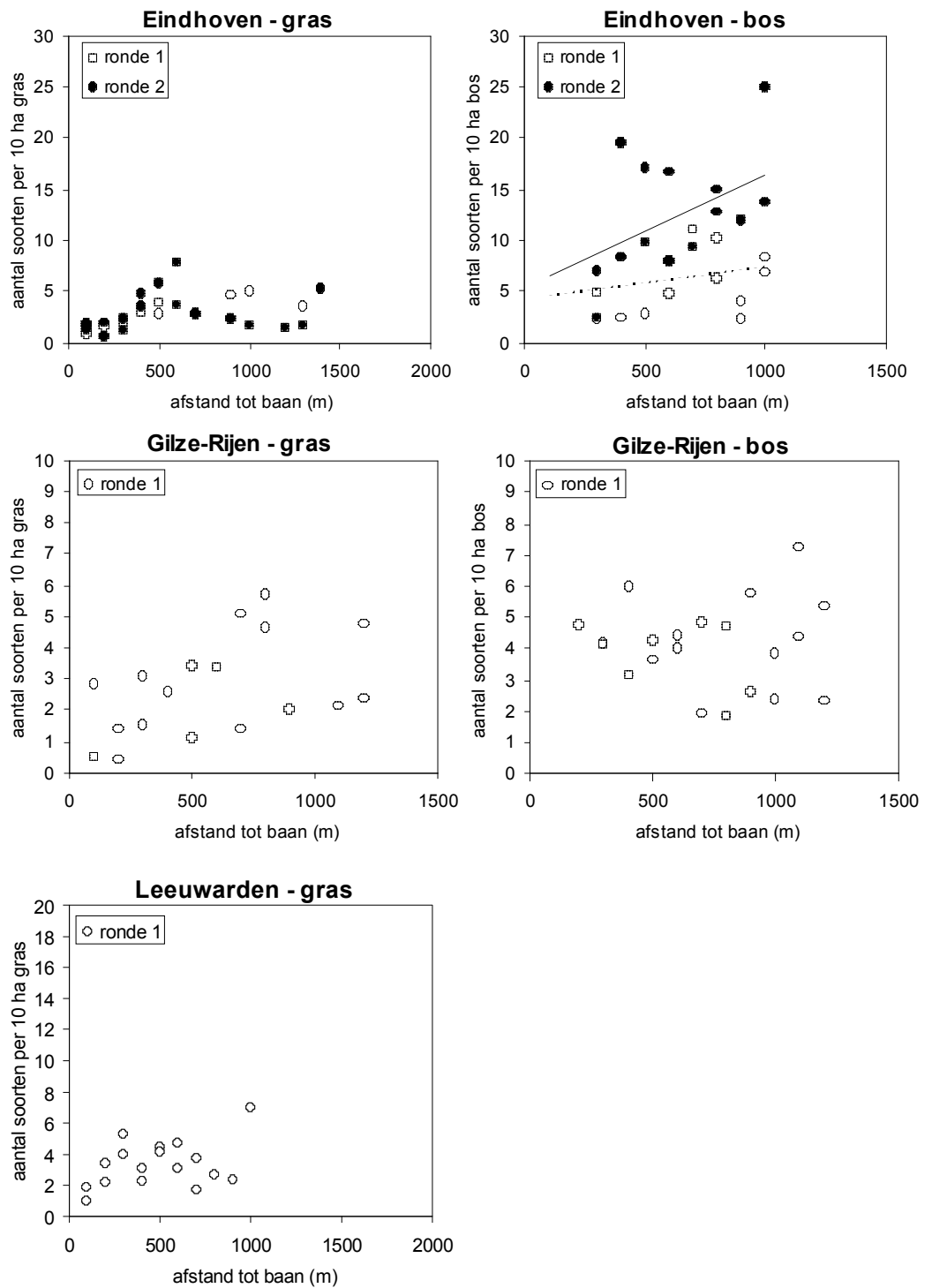
Op alle negen vliegvelden zijn grazige vegetaties aanwezig. Op vijf van de negen vliegvelden bestaat een significant positief verband tussen dichtheid aan soorten en afstand tot de baan. Daarbij is zonedig eerst gecorrigeerd voor verschillen in dichtheid tussen ronde 1 en 2. Zeven vliegvelden herbergen een aanzienlijke oppervlakte bos. Op Woensdrecht en Eindhoven neemt de dichtheid aan soorten in bos significant toe met de afstand tot de baan; op De Peel is deze relatie bijna significant.

Tabel 3.44 *Effect van afstand na correctie voor ronde op dichtheid van soorten in bos en grasland. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.*

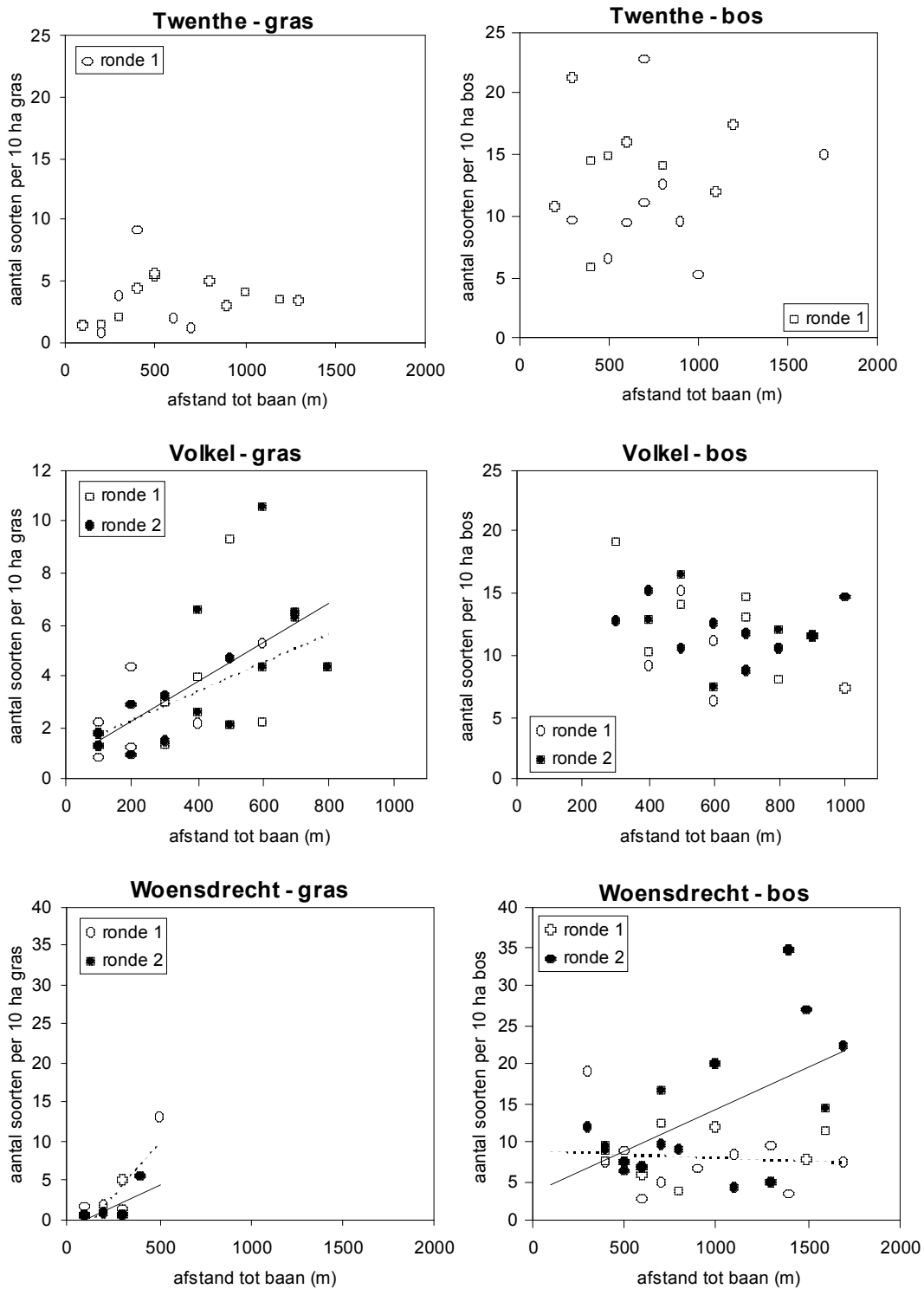
vliegveld	habitat	relatie	----- effect afstand -----				bijzonderheden
			F	d.f.	t	P	
De Kooy	gras					NS	
De Peel	gras	+	24,7	1, 21	4,9	<0,001	ronde 2 > ronde 1 (p<0,001)
	bos	+			1,9	NS (0,07)	ronde 2 > ronde 1 (p<0,01)
Deelen	gras	+	8,9	1, 33	3,0	0,005	afstand < 1500 m
	bos					NS	afstand < 1500 m
Eindhoven	gras					NS	
	bos	+	5,0	1, 28	2,2	<0,05	
Gilze-Rijen	gras	+			2,0	NS (0,06)	
	bos					NS	
Leeuwarden	gras					NS	
Twenthe	gras					NS	afstand < 1800 m
	bos					NS	afstand < 1800 m
Volkel	gras	+	16,2	1, 26	4,0	<0,001	
	bos					NS	
Woensdrecht	gras	+	40,2	1, 10	5,9	<0,001	kleine range in afstand
	bos	+	5,1	1, 32	2,3	<0,05	



Figuur 3.29 Dichtheid aan soorten in relatie tot afstand tot de baan, weergegeven voor de verschillende vliegvelden afzonderlijk, en voor soorten in grazige habitats en soorten in bosrijke habitats. Daar waar significantie relaties bestaan, is dit weergegeven met een lineaire trendlijn (ronde 1 = onderbroken streep, ronde 2 = doorgetrokken streep). Voor toetsresultaten zie tabel 3.44.



Figuur 3.29 Vervolg.



Figuur 3.29 Vervolg.

3.3.2 Dichtheid

Alle territoria; grasland en bos; alle vliegvelden

De dichtheid aan territoria neemt in de habitats grasland en bos tezamen toe met de afstand tot de baan. Deze relatie is significant, na correctie voor de verschillen tussen vliegvelden en verschillen tussen soorten. Significantie geldt zowel voor de dataset met alle nullen als de dataset zonder alle nullen (zie verderop voor uitleg).

Tabel 3.45 effect van afstand na correctie voor vliegveld en soorten op dichtheid territoria in grasland en bos. Inclusief nullen. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.

effect vliegveld	$F_{8,34.934} = 67,8$		$P < 0,001$
effect soort	$F_{82, 34.934} = 164,7$		$P < 0,001$
effect afstand	$F_{1, 34.934} = 30,6$	$t = 5,6$	$P < 0,001$

Tabel 3.46 Effect van afstand na correctie voor vliegveld en soorten op dichtheid territoria in grasland en bos. Exclusief nullen. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.

effect vliegveld	$F_{8,34.934} = 67,8$		$P < 0,001$
effect soort	$F_{82, 2.305} = 8,0$		$P < 0,001$
effect afstand	$F_{1, 2.305} = 22,6$	$t = 5,6$	$P < 0,001$

Territoria soorten; grasland en bos, alle vliegvelden

In de database van de vliegvelden zijn de twaalf talrijkste soorten geselecteerd. Onder deze soorten kent de dichtheid van vier soorten een positieve relatie met afstand tot de baan en van vijf soorten een negatieve relatie (tabel 3.47). In deze dataset is een aanmerkelijk deel van de waarneming een 0-waarneming (dichtheid 0 in habitat in betrokken strook van 100 m). Van deze 0-waarnemingen is niet bekend of het habitat wel en de soort om onbekende reden ontbreekt) of niet geschikt is (en de soort terecht ontbreekt). Daarom is de analyse ook gedaan zonder nul-waarnemingen. We hebben dan alleen dichtheden van soorten waarbij we zeker zijn dat het habitat hiervoor geschikt is. Verschillen in dichtheden kunnen dan mede verklaard worden uit verschillen in afstand tot de baan. In deze dataset kent de dichtheid van veldleeuwerik een negatieve relatie met afstand tot de baan en die van de andere soorten een positieve relatie (tabel 3.48).

Tabel 3.47 *Effect van afstand na correctie voor verschillen tussen vliegvelden; dichtheid territoria van soorten; incl. 0-waarnemingen. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.*

soort	relatie	F	d.f.	t	P	opmerkingen
veldleeuwerik	-	211,1	772	-11,4	<0,001	ook bij restricties afstand
boompieper	+	4,1	780	2,0	<0,05	
grasmus					NS	
boomkruiper	+	17,5	772	4,3	<0,001	
gekraagde roodstaart					NS	
holenduif					NS	
geelgors	-	6,4	772	-2,5	<0,05	
kuifmees	+	6,4	772	2,6	0,01	
grote bonte specht	+	4,7	772	2,2	<0,05	
zanglijster	+	7,2	772	2,7	<0,01	
kievit	-	20,5	772	-4,2	<0,001	
grutto	-	388,1	772	-14,2	<0,001	

Tabel 3.48 *Effect van afstand na correctie voor verschillen tussen vliegvelden en verschillen tussen ronde 1 en ronde 2; dichtheid territoria van soorten; excl 0-waarnemingen. Resultaten geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat;*

soort	relatie	F	d.f.	t	P	opmerkingen
veldleeuwerik	-	16,1	135	-3,8	<0,001	
boompieper					NS	
grasmus					NS	
boomkruiper	+	5,6	122	2,4	<0,05	
gekraagde roodstaart					NS	
holenduif	+	5,1	103	2,3	<0,05	
geelgors					NS	
kuifmees					NS	
grote bonte specht	+	10,5	81	3,3	<0,005	
zanglijster	+	4,8	78	2,2	<0,05	
kievit	+	32,6	55	5,9	<0,001	
grutto					NS	

Ecologische groep; alle territoria, alle velden

Soorten kunnen worden ingedeeld naar hun ecologie; soorten van bos, soorten van struwelen, etc. Na correctie voor effecten van vliegveld, ronde, habitat en ecologische groep resteert een significant positief effect van afstand tot de baan op de dichtheid van territoria.

Tabel 3.49 *Effect van afstand na correctie voor vliegveld en soorten op dichtheid territoria in grasland en bos; dichtheid territoria; excl 0-waarnemingen. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.*

effect vliegveld	$F_{8, 1.515} = 10,4$	P<0,001
effect ronde	$F_{1, 1.515} = 2,5$	P<0,001
effect habitat	$F_{10, 1.515} = 15,4$	P<0,001
effect ecogroep	$F_{8, 1.515} = 12,0$	P<0,001
effect afstand	$F_{1, 1.515} = 15,6$	t = 4,0 P<0,001

Onder afzonderlijke groepen, waarbij de groep met soorten van grazige vegetaties en de groep met bosvogels de meest omvangrijke zijn, is driemaal een significant positief

verband met afstand vastgesteld en eenmaal een significant negatief verband. Soorten van grazige vegetaties zijn nabij de baan dus talrijker dan op afstand van de baan. Voor soorten van pionier- & ruigtevegetaties, heiden, bomen & randen en opgaand bos geldt het omgekeerde.

Tabel 3.50 *Effect van afstand na correctie voor verschillen tussen vliegvelden, verschillen tussen ronde 1 en ronde 2 en verschillen tussen habitats, excl. nullen; dichtheid territoria van soorten. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat;*

ecogroep	relatie	F	d.f.	t	P	opmerkingen
1 water					NS	
2 riet&verlanding					NS	
3 pionier&ruigten	+	5,7	159	2,4	<0,05	weinig variatie afstand: 100-300 m)
4 heide	+				(0,09)	
5 grazig	-	26,2	250	-4,9	<0,001	
6 struwelen					NS	
7 bomen&randen	+	27,8	292	5,4	<0,001	
8 opgaand bos	+	14,4	307	3,8	<0,001	
9 bebouwing					NS	

Gebruiksintensiteit vliegvelden

De negen vliegvelden zijn geclassificeerd naar gebruiksintensiteit op een schaal van 0 naar 10, waarbij een aanzienlijk aantal velden in klasse 4 valt. Hiervoor is een dataset gebruikt die alleen de eerste 700 m van de velden bevat en alleen gegevens van ronde 2. Na correctie voor afstand tot de baan, is het effect van gebruiksintensiteit op de dichtheid van territoria in grasland (habitat) niet significant. Wel is de dichtheid bij gebruiksintensiteit 4 lager dan bij gebruiksintensiteit 0 ($t = -5,10$, $p < 0,001$). De gebruiksintensiteit 2 (Twenthe, Deelen) en 10 (Eindhoven) levert geen significant afwijkende dichtheden op. Voor de dichtheden in bos is evenmin een effect van intensiteit vastgesteld. Wel is de dichtheid in bos bij gebruiksintensiteit 2 ($t = 3,39$, $p < 0,001$), 4 ($t = 3,27$, $p < 0,005$) en 10 ($t = 2,37$, $p < 0,05$) significant hoger dan bij gebruiksintensiteit 0 (De Peel).

Vervolgens is gekeken of een effect van gebruiksintensiteit wordt gevonden, wanneer de afzonderlijke soorten van ecologische groepen grazig en opgaand bos worden meegenomen. Na correctie voor verschillen tussen afstanden en soorten wordt net geen significant negatief effect van gebruiksintensiteit op soorten van grazige vegetaties bereikt (groep 5, tabel 3.51). Daarbij is de dichtheid bij gebruiksintensiteit 4 significant lager dan bij gebruiksintensiteit 0. De dichtheden bij 2 en 10 wijken niet af.

Tabel 3.49 *Effect van gebruiksintensiteit na correctie voor vliegveld en soorten op dichtheid territoria van soorten van grazige vegetaties. Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat.*

effect afstand	$F_{1, 136} = 1,89$	$t = -2,10$	NS
effect soort	$F_{8, 136} = 7,8$		$P < 0,001$
effect intensiteit	$F_{1, 136} = 2,64$		$P < 0,052$

Onder soorten van opgaand bos is een significant positief effect van gebruikintensiteit vastgesteld, waarbij de dichtheden bij gebruikintensiteit 2 (Twenthe, Deelen), 4 (Gilze-Rijen, Volkel, Woensdrecht) en 10 (Eindhoven) hoger liggen dan op De Peel (intensiteit 0).

Tabel 3.50 Geaccumuleerde GLM, Poisson-verdeeld met loglineaire regressie en dispersieparameter geschat; effect van gebruikintensiteit na correctie voor vliegveld en soorten op dichtheid territoria van soorten van opgaand bos.

effect afstand	$F_{1, 151} = 9,1$	$t = 4,08$	$P < 0,005$
effect soort	$F_{17, 151} = 2,9$		$P < 0,001$
effect intensiteit	$F_{3, 151} = 10,8$		$P < 0,001$

In voorgaande twee toetsen speelt het geringe aantal vliegvelden met gebruikintensiteit 0, 2, 10 een rol en voor ecogroep 8 (opgaand bos) vooral de ouderdom van het bos en de voedselrijkdom van het bos; hierdoor valt een eventueel effect van gebruikintensiteit weg.

4 Discussie

4.1 Discussie

4.1.1 Aanpak

Gebruikte data

Dit onderzoek is gebaseerd op gegevenssets die niet voor de onderhavige onderzoeksvragen zijn verzameld. De grootschalige karteringen van broedvogels rondom Schiphol zijn uitgevoerd door verschillende personen en met een relatief lage onderzoeksintensiteit. Voor de lage onderzoeksintensiteit is gecorrigeerd door de interpretatiecriteria hierop aan te laten sluiten (Teunissen & van Kleunen 2007). Hierdoor ontstaat enige onnauwkeurigheid in de data, in de zin dat de vastgestelde dichtheid afwijkt van de werkelijke dichtheid; veelal lager. Door veldbezoeken vooral tijdens gunstige weersomstandigheden uit te voeren wordt een deel van de mogelijke onnauwkeurigheid weer teniet gedaan. Al met al leveren de data een goed beeld van gebieden met hoge dichtheden en gebieden met lage dichtheden; in die zin wijkt het gevonden patroon niet af van de werkelijkheid.

De karteringen op militaire velden zijn door verschillende waarnemers uitgevoerd, en eveneens met een relatief lage bezoekfrequentie. Zeker voor soorten met een lage trefkans leidt dit tot onnauwkeurigheden waarbij de vastgestelde dichtheden afwijken van de werkelijkheid. Ook deze dataset is gebaseerd op interpretatiecriteria die zijn aangepast aan de lage bezoekfrequentie (Schols & Scheper 1991, Haveman *et al. in prep.*). Desondanks zal onder soorten met een lage trefkans de vastgestelde dichtheid lager zijn dan de werkelijkheid.

In beide datasets zijn de analyses vooral uitgevoerd op materiaal van talrijke soorten, en in geval van militaire velden ook alleen voor habitattypen met een grote oppervlakte. Hierdoor zal het effect van onnauwkeurigheden in de vastgestelde dichtheden beperkt zijn.

Bewerking en analyse

In de opzet van de bewerking en de analyse is aangenomen dat landschappelijke factoren primair de dichtheid van broedvogels bepalen; bodem, grondwater, vegetatie en beheer & gebruik. Daarna gaan secundaire factoren als verstoring een rol spelen. In de modellering, om een effect van geluid zichtbaar te kunnen maken, is daarom eerst voor genoemde factoren gecorrigeerd, om daarna op zoek te gaan naar effecten van geluid en afstand tot Schiphol.

Auditief en visueel

Verstoring door vliegverkeer kent een auditieve en visuele component (zie Lensink *et al.* 2005, Krijgsveld *et al.* 2008 voor reviews), waarbij in veel gepubliceerde onderzoeken het onderscheid niet is gemaakt of gemaakt kon worden. In deze studie

is geluidsbelasting door middel van een geluidscontour als factor in de analyses ingevoerd. Deze contour volgt in het gebied met hoge belasting vooral het patroon van het banenstelsel van Schiphol (figuur 2.21, 2.2b); op grotere afstand verbeelt de contour ook het uitwaaiëren van de uitvliegroutes van vliegtuigen en de frequentie waarmee een route wordt gebruikt. Daarmee zitten in de geluidscontour ook visuele effecten opgesloten. Vogels in gebieden onder de vliegpaden horen de vliegtuigen niet alleen overkomen maar zullen deze ook met regelmaat kunnen zien. Een tweede factor in deze studie is de afstand tot Schiphol. De afstandcontouren volgen tot op grote afstand de configuratie van het banenstelsel. De gebruiksfrequentie van banen en vliegroutes is in de factor afstand tot het vliegveld op geen enkele manier verdisconteerd, waarbij deze in de factor geluid wel zijn verdisconteerd. Op basis hiervan mag verwacht worden dat de geluidscontour een betere predictor is voor verschillen in dichtheden dan de afstand tot Schiphol. De uitkomsten wijzen duidelijk in deze richting. Voorts blijkt dat de afstand tot het vliegveld bij een aantal soorten wel significante effecten oplevert. Dat wil zeggen dat na correctie voor andere factoren, inclusief geluid, afstand tot Schiphol nog een deel van de resterende variantie verklaart.

4.1.2 Resultaten dichtheden rondom Schiphol

Analyses zijn vooral uitgevoerd op 11 soorten broedvogels die kenmerkend zijn voor de open agrarische landschappen van Laag-Nederland, waaronder talrijke weidevogels als grutto en Kievit. Uit de analyse komt een aantal interessante patronen naar voren.

Effect provincie

Voor vrijwel alle onderzochte soorten liggen de dichtheden in Noord-Holland hoger dan de dichtheden in Zuid-Holland en Utrecht. In alle drie de provincies is met een vrijwel identieke veldmethodiek gewerkt; een vereenvoudigde vorm van uitgebreide territorium kartering (cf. Hustings *et al.* 1984) die specifiek gericht is op weidevogels (Teunissen & van Kleunen 2001, Van Dijk & Boele 2011). Verschillen in dichtheden tussen provincies kunnen niet hieruit worden verklaard. Noord-Holland is al enkele decennia lang een belangrijke provincie voor weidevogels. Ten noorden van Amsterdam in Waterland en omstreken liggen enkele gebieden die in beheer zijn bij terreinbeherende organisaties, zoals het Varkensland (SBB), IJperveld (LN), Eilandspolder (SBB) en Wormer- en Jisperveld (NM). In deze gebieden zijn beheersdoelen mede gericht op weidevogels. Het zijn van oudsher vaarpolders, waarbij percelen vanwege de ontoegankelijkheid van het veen alleen toegankelijk zijn met een platbodem. In Utrecht en Zuid-Holland zijn grootschalige natuurgebieden met een beheer gericht op weidevogels vrijwel afwezig en vaarpolders behoren daar inmiddels ook tot het verleden. Dit betekent dat in Utrecht en Zuid-Holland weidevogels vrijwel uitsluitend in agrarisch gebied voorkomen en in Noord-Holland ook in grote natuurgebieden.

Effect ronde

Die soorten, grutto, kievit en scholekster, kennen in ronde 3 (2009) een significant lagere dichtheid dan in ronde 2 (2006). Alle drie deze soorten gaan op nationale schaal rap in aantal achteruit (www.sovon.nl); hetgeen ook in dit materiaal tot uitdrukking komt. Voor graspieper is een significante toename van ronde 2 op ronde 3 vastgesteld. Dit is in tegenspraak met de landelijk neergaande trend in de afgelopen tien jaar. Onder de zeven andere onderzochte soorten is geen verschil tussen de 2^e en 3^e ronde vastgesteld. Daarvan kennen slobbeend, watersip en veldleeuwerik landelijk een neergaande trend, krakeend en kuifeend een positieve trend en tureluur en gele kwikstaart een stabiele aantalsontwikkeling.

Effect afstand tot natuurgebieden

Uit de analyses rolt dat in ronde 2 & 3 acht van de elf soorten talrijker zijn in natuurgebieden dan daarbuiten; gedurende ronde 1 was dit voor zeven van de elf soorten het geval (tabel 4.1). Dit wil zeggen dat de natuurgebieden voor de talrijke steltlopers van graslanden een steeds prominentere rol spelen in het voorkomen. Binnen Noord-Holland is de trend onder weidevogels binnen natuurgebieden stabiel of weinig negatief, terwijl deze soorten in het agrarisch gebied sterk achteruit gaan (Van 't Veer *et al.* 2010). Natuurgebieden doen er toe en gaan voor deze soorten ook steeds meer betekenen. Het aantal veldleeuweriken in Nederland is het afgelopen decennium bijna gehalveerd. In dit verband is het illustratief dat in ronde 1 (2000) deze soort geen effect liet zien op afstand tot natuurgebieden en in ronde 2&3 (2006-2009) wel.

Tabel 4.1 *Effecten van afstand tot natuurgebieden en afstand tot stad & dorp. + effect o = geen effect. Effect wil zeggen dichtheid in natuurgebied significant hoger of dichtheid nabij stad & dorp hoger.*

ronde	afstand tot natuurgebieden		afstand tot stad & dorp	
	1	2 & 3	1	2 & 3
grutto	+	+	+	o
kievit	+	+	+	+
scholekster	+	+	+	+
tureluur	+	+	+	+
watersnip	o	o	o	o
krakeend	+	+	+	+
kuifeend	o	+	o	o
slobbeend	+	+	+	+
gele kwikstaart	o	o	o	o
graspieper	+	+	+	+
veldleeuwerik	+	o	o	o

Effect afstand tot stad & dorp

Steden en dorpen herbergen relatief veel mensen met hun activiteiten. We hadden verwacht dat dichtheden van vogels in de nabijheid van concentraties bebouwing met hun mensen lager zouden liggen dan op grotere afstand hiervan. Het tegendeel is waar. In ronde 2&3 lag de dichtheid van zeven soorten nabij stad & dorp hoger dan op grotere afstand. In ronde 1 was dit voor zes soorten het geval waarbij de zevende

soort net niet significant was (grutto). Rond stad en dorp ligt in veel gevallen een perifeer gebied waarin de landbouw minder intensief is omdat het gebied 'ooit' zal worden bebouwd. Dit betekent een lagere mestgift, minder slootonderhoud, minder intensief maaien en grazen. Ook verschijnen hier stadsboeren met een paard en een schaap. Naar onze inschatting is dit effect zo groot, dat een aantal soorten weidevogels hierop positief reageren. Achterliggende oorzaak is dat ze floreren bij een extensief tot matig intensief agrarisch gebruik. Rond stad & dorp kan hiervan sprake zijn. Op grotere afstand, in het echte agrarische gebied, is het gebruik te intensief en gaan ze in aantal achteruit. Een tweede verklaring kan zijn dat de predatiedruk nabij stad en dorp lager is dan op grotere afstand. In het oosten van het land verhuizen roekenkolonies in toenemende mate van het agrarisch gebied naar (de randen van) dorpen om aan de predatiedruk van ondermeer havik te ontkomen.

Effect bodem en grondwater

Bodemtype en grondwaterstand zijn van invloed op de vegetatieontwikkeling; in de zin van aanvang groei in het voorjaar en in extensief gebruikte gebieden ook op de samenstelling. Wij zijn uitgegaan van de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) omdat deze het meest indicatief is voor de stand bij aanvang van het broedseizoen. Onder steltlopers is in ronde 2&3 een negatief effect van een hoge grondwaterstand vastgesteld, die vooral tot uitdrukking komt bij Kievit, Scholekster en Tureluur. Mogelijk zijn in gebieden met een hoge grondwaterstand (met grondwater soms tot in het maaiveld) de gewasgroei later en het bodemleven (voedsel) vroeg in het seizoen geringer. In ronde 1 is dit patroon ook aanwezig, maar minder duidelijk. Als het gaat om veen of klei (de meest verbreide bodemtypen binnen het onderzoeksgebied) heeft iedere soort in ronde 2&3 (geen) voorkeur. Gele kwikstaart en grutto kennen een hogere dichtheid op klei (= vooral klei op veen) en Kievit en Scholekster een hogere dichtheid op veen. De andere soorten kennen geen significante verschillen tussen beide bodemtypen. In ronde 1 is dit patroon ook aanwezig.

Effect geluid

In ronde 2&3 is voor veel soorten een negatief effect van geluid vastgesteld, waarbij de dichtheid in geluidsklasse 3 (>55 dB(A)Lden) lager is dan die in geluidsklasse 1 (<48 dB(A)Lden). In een kleiner aantal gevallen is ook de dichtheid in geluidsklasse 2 (48-55 dB(A)Lden) lager dan die in geluidsklasse 1. Dit wil zeggen dat effecten van geluid vanaf 48 dB(A)Lden werkzaam zijn. De patronen duiden op een verschil in gevoeligheid van soorten, waarbij de gevoeligheid (effecten worden zichtbaar) zich afspeelt tussen 48 en 55 dB(A)Lden en vrijwel alle soorten vanaf 55 dB(A)Lden een afname in dichtheid laten zien. Daarbij ligt de dichtheid 5-40% lager dan in het minder belaste gebied.

In het materiaal van ronde 1 is het beschreven patroon van ronde 2&3 maar ten dele aanwezig. Wij schrijven dit vooral toe aan het verschil in omvang van de dataset van ronde 1 en ronde 2&3; in ronde 1 1.200 gridcellen met ruim 5.000 opgaven van dichtheden, in ronde 2&3 4.500 gridcellen met in ruim 16.000 opgaven van dichtheden. Daarnaast geeft ronde 1 bij analyse met de geluidcontouren van het

vijfbanenstelsel geen effect van geluid met daarnaast wel vergelijkbare resultaten op factoren als provincie, afstand natuur, afstand stad & dorp, bodem en grondwater. Analyse in combinatie met ronde 2 en 3 op de geluidcontour van het vijfbanenstelsel levert geen effect op voor geluid; in deze opzet verstoort ronde 1 het effect van ronde 2&3. Daarmee is indirect duidelijk dat de contour van de het vierbanenstelsel de beste verklaring is voor de dataset van ronde 1.

Uit een analyse van voorspelde dichtheden bij een gegeven geluidsbelasting, na correctie voor andere factoren, volgt dat steltlopers zonder uitzondering in geluidsklasse 3 een lagere dichtheid laten zien dan in geluidsklasse 1 en 2. In enkele gevallen is dit ook het geval voor de dichtheid in geluidsklasse 2. Onder eenden is het beeld geheel afwijkend. Deze laten in de voorspelde dichtheden geen negatieve effecten van geluid op dichtheid zien. Dit is ook het geval voor twee zangvogels. De veldleeuwrik laat in ronde 2& 3 wel een afname van dichtheid zien in geluidsklasse 3. Bovenstaande duidt erop dat soortgroepen en soorten verschillend reageren op geluid.

Effect van afstand tot Schiphol

Naast de contouren voor geluid is ook de afstand tot Schiphol als factor ingebracht in de modellen. Deze factor heeft zowel een visuele als auditieve component in zich. Ook voor deze factor zijn significante effecten aangetoond; op grotere afstand zijn de dichtheden hoger dan nabij het vliegveld. Ten dele is dit een overlap met het effect van geluid sec, ten dele ook een aanvulling door een groter aandeel van de visuele component.

4.1.2 Resultaten broedbiologische parameters

Legbegin

Een flink aantal van de onderzochte soorten laat een vervroeging van het legbegin zien bij een toenemende geluidsbelasting. Dit was tegen onze verwachting in die uitging van een negatief effect van toenemende geluidsbelasting. Andere studies naar de effecten van geluid op de aanvang van het broedproces zijn niet bekend.

Legselgrootte

De onderzochte soorten laten geen of nauwelijks effect zien van geluidsbelasting op legselgrootte. Deze blijft min of meer gelijk over de gehele range van geluidsniveaus. Dit was tegen de verwachting in die uitging van een negatief effect van geluidsbelasting op legselgrootte. De onderzochte steltlopers kennen alle een zeer gefixeerde legselgrootte (cf. Cramp & Simmons 1983):

tureluur mediaan 4 ei, 96% in mediane klasse, gemiddelde 3,95

grutto mediaan 4 ei, 86% in mediane klasse, gemiddelde 3,86,

kievit mediaan 4 ei, 86% in mediane klasse, gemiddelde 3,85

scholekster mediaan 3 ei 65%, gemiddelde 2,78

Onder eenden en meerkoet is de variatie in legselgrootte groter. Maar ook onder deze soorten is nauwelijks een effect van geluidsbelasting op legselgrootte gevonden.

slobeend mediaan 9 ei, 44% in mediane klasse, gemiddelde 9,2

krakeend	mediaan 10 ei, 27% in mediane klasse, gemiddelde	9,96
wilde eend	mediaan 12 ei, 23% in mediane klasse, gemiddelde	12,6
kuifeend	mediaan 8 ei, 23% in mediane klasse, gemiddelde	8,25
meerkoet	mediaan 7 ei, 23% in mediane klasse, gemiddelde	7,11
Onder sterns is de legselgrootte weer zeer vast:		
visdief	mediaan 3 ei, 59% in mediane klasse, gemiddelde	2,65
zwarte stern	mediaan 3 ei, 77% in mediane klasse, gemiddelde	2,91

Daarmee lijkt legselgrootte rondom Schiphol vooral een factor die onafhankelijk is van omstandigheden en in ieder geval niet wordt beïnvloed door geluid; en zullen effecten van omstandigheden mogelijk in andere aspecten van het broedproces tot uitdrukking komen. Een studie naar effecten van de geluidsbelasting van een snelweg (A12 op de Veluwe) op reproductief succes van koolmezen heeft laten zien dat bij hogere belasting de legselgrootte significant afneemt (Halfwerk *et al.* 2010). De koolmees is een soort met grote legsels waarbij legselgrootte afhankelijk is van ondermeer voedselomstandigheden (Kluiver 1951) waardoor een aanzienlijke spreiding in legselgrootte kan optreden.

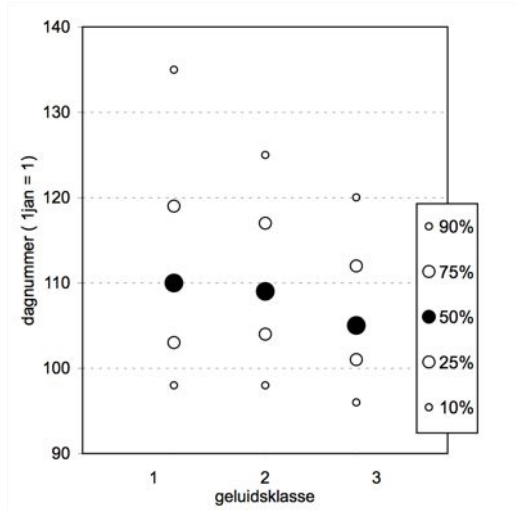
Nestsucces

Nestsucces kende voor een flink aantal soorten een positief verband met geluidsbelasting (figuur). Dit was tegen onze verwachting in die uitging van een negatief effect op nestsucces bij toenemende geluidsbelasting. Alleen grutto kwam overeen met de verwachting.

Broedbiologie, dichtheid en geluid

Uit de analyse van geluidsbelasting en dichtheden volgt dat bij toenemende geluidsbelasting de dichtheid afneemt (figuur 3.21a). Dat wil zeggen dat er minder vogels per eenheid oppervlakte een territorium vestigen dan waar ruimte voor is. Bij aanvang van het broedproces in het voorjaar worden de beste plekken vaak als eerste bezet. Dit zijn plekken met goede baltsmogelijkheden, goede nestgelegenheid in een veilige omgeving (predatie) met voldoende voedsel (Newton 1998). Vogels die zich niet als eerste vestigen moeten het vaak doen met plekken van mindere kwaliteit. Naar ons idee worden bij een hoge geluidsbelasting van Schiphol de beste plekken nog wel bezet, en blijven de minder (ten dele) onbezet. De vogels die zich wel vestigen behoren dan tot het eerste cohort dat in het voorjaar broedlocaties bezet. Omdat laatkomers relatief schaars zijn, vangt het broedproces in de zwaar belaste gebieden gemiddeld relatief vroeg aan. Uit dit mechanisme kan een positief effect van geluidsbelasting op legbegin worden verklaard. Kijken we naar de aanvang van het broedproces van grutto in drie geluidklassen dan zien we nauwelijks verschil in de datum waarop de eerste 10% van de legsels zijn gevonden en een groot verschil in de datum waarop 90% van de legsels is gevonden (figuur 4.1). De drie verdelingen verschillen significant van elkaar (overall effect: $F_{2, 2.519} = 12,87$, $df = 2$, $p < 0,001$, klasse 1 tegen 2 $t_{2.517} = -3,35$, $p < 0,001$; klasse 1 tegen 3 $t_{2.517} = -4,09$, $p < 0,001$). In termen van het broedproces van de grutto betekent dit dat vermoedelijk relatief weinig vervangende legsels (bij verlies (*cf.* Van Baalen 1959)) in het zwaar belaste gebied

worden gelegd. Dit wil dus zeggen dat het zwaar belaste gebied door grutto's eerder in het broedseizoen weer wordt verlaten in vergelijking tot het onbelaste gebied.



Figuur 4.1 Verdeling over de tijd (dagnummer) van de datum waarop nesten van grutto zijn gevonden. Geluidsklasse 1 = <48 dB(A)Lden, 2 = 48-55 dB(A)Lden, 3 = >55 dB(A)Lden.

Bij andere steltlopers en meerkoet is een vergelijkbaar patroon zichtbaar (tabel 4.2). Ook bij deze soorten worden vermoedelijk minder vervangende legsels (bij verlies, kievit, scholekster, tureluur, meerkoet) en minder vervollegsels (kievit, meerkoet) gelegd waardoor het broedproces bij meer belasting gemiddeld ineenschuift (figuur 4.1). Onder eenden ontbreekt iedere aanwijzing voor het verkorten van het broedproces (tabel 4.2); alleen in het materiaal van de krakeend zit een vingerwijzing.

Een tweede niet-verwachte uitkomst van dit onderzoek is een positief effect van geluidsbelasting op het aandeel uitgekomen nesten. Wanneer in het zwaar belaste gebied vooral de beste (veilige) plekken worden bezet, valt te verwachten dat het succes relatief hoog is. Een tweede verklaring kan zijn dat ook predatoren in het zwaar belaste gebied een verlaagde dichtheid kennen, waardoor de predatiedruk lager is dan in het minder belaste gebied.

Tabel 4.2 *Effect van geluid van Schiphol op vinddatum van nesten; GLM, binominaal-verdeeld, logistische regressie, geschatte dispersieparameter, F = F-waarde, t = t waarde, p= p-waarde (p<0,05 is significant). Model : Constante + geluidklasse (klasse 1, 2, 3)*

		df	p
kievit	$F_{2,7.946} = 2,17$	2	0,067
1 <> 2	$t = -2,24$		0,025
1 <> 3	$t = -0,86$		0,391
scholekster	$F_{2,1.631} = 3,37$	2	0,035
1 <> 2	$t = -2,36$		0,018
1 <> 3	$t = -1,31$		0,190
tureluur	$F_{2,1.194} = 4,26$	2	0,014
1 <> 2	$t = -0,83$		0,409
1 <> 3	$t = -2,85$		0,004
meerkoet	$F_{2,362} = 5,78$	2	0,003
1 <> 2	$t = -2,06$		0,040
1 <> 3	$t = -2,97$		0,003
krakeend	$F_{2,80} = 3,45$	2	0,034
1 <> 2	$t = 1,44$		0,155
1 <> 3	$t = -1,99$		0,050
kuifeend	$F_{2,77} = 0,02$	2	0,977
1 <> 2	$t = -0,15$		0,878
1 <> 3	$t = -0,16$		0,874
slobeend	$F_{2,301} = 0,58$	2	0,560
1 <> 2	$t = -0,65$		0,517
1 <> 3	$t = 0,75$		0,454
wilde eend	$F_{2,320} = 0,39$	2	0,679
1 <> 2	$t = 0,47$		0,639
1 <> 3	$t = -0,66$		0,510

4.1.3 Resultaten militaire vliegvelden

Afstand, geluid, verstoringsdruk

In de analyse van gegevens van militaire velden is de afstand tot de baan als effectparameter genomen. Vliegtuigen starten en landen vanaf de baan en hier zal de geluidbelasting het hoogste zijn. Vliegtuigen (en helikopters) taxiën naar locaties op enige afstand van de baan. Daarnaast vindt rondom de baan actief bird-control plaats, hetgeen wil zeggen dat vogels (broedend en niet broedend) geregeld worden verjaagd. De gebruikte gegevens zijn verzameld binnen de hekken van de militaire velden. Dat wil zeggen dat op het gehele terrein mensen en hun voertuigen een verstorend effect kunnen hebben, waarbij het ene deelgebied meer activiteit (en verstoring) kent dan het andere. Daarmee is afstand tot de baan een effectparameter die verstoring door het vliegbedrijf parafraseert, met de grootste verstoringsdruk direct langs de baan (geluid, bird-control), en minder verstoringsdruk met toenemende afstand tot de baan. In werkelijkheid zal de afname van de verstoringdruk minder strak volgens de aangehouden stroken verlopen. Op basis van de factoren geluid en bird-control lijkt het een werkbaar uitgangspunt.

Soortenrijkdom

Het materiaal van de vliegvelden is gebruikt om het verband tussen afstand tot de baan en soortenrijkdom te onderzoeken. Uit de gehele dataset komt een beeld naar voren dat direct langs de baan de soortenrijkdom lager is dan op grotere afstand. Dit geldt voor alle habitattypen tezamen. Dit beeld is ook aanwezig in het habitatype grasland en het habitatype bos. De strook rondom de baan is op alle velden open (en grazig). Deze kent de hoogste geluidsbelasting en *bird-control* is vooral in deze strook geconcentreerd. Wanneer de eerste 200 m ter weerszijde van de baan buiten beschouwing worden gelaten, neemt soortenrijkdom nog steeds toe met afstand tot de baan. Daarmee is het aannemelijk dat *bird-control* direct langs de baan niet alleen verantwoordelijk is voor het gevonden patroon; de vinger wijst naar geluidsbelasting.

Binnen het habitatype bos kon in het materiaal van alle velden tezamen geen verband worden gevonden tussen soortenrijkdom en afstand tot de baan. Op enkele vliegvelden afzonderlijk was dit patroon evenwel significant aanwezig (Woensdrecht, Eindhoven, tabel 3.44). Beide laatste vliegvelden kennen een min of meer uniforme samenstelling (soorten, leeftijd) van het bos. Op andere velden is de samenstelling minder uniform en wordt soortenrijkdom vooral bepaald door leeftijd en soortensamenstelling en is een effect van afstand niet meer zichtbaar. Voor de factoren leeftijd en samenstelling is door ons niet gecorrigeerd.

Soortenrijkdom van habitats wordt in hoge mate bepaald door de kwaliteit van habitats en de oppervlakte waarover ze voorkomen (Newton 2003). Alle vliegvelden kennen een oppervlakte die in dezelfde orde van grootte ligt (enkele honderden hectaren). Door uit te gaan van stroken van 100 m breed is een deel van een eventueel effect van verschillen in oppervlakte (en soortenrijkdom) tussen vliegvelden weggevallen. Op de kleigronden zijn ze geheel open met vooral grazige vegetaties (Leeuwarden en De Kooy) en op de zandgronden is de eerste 150-200 m ter weerszijde van de baan open. Op grotere afstand begint bos met in enkele gevallen ook nog grotere open ruimten met grazige vegetaties. Als oppervlakte van habitats in deelgebieden een rol zou spelen zou de soortenrijkdom van graslandsoorten afnemen met de afstand tot de baan en die van bos toenemen met afstand tot de baan. Beide nemen toe met afstand tot de baan, en is het aannemelijk dat het vliegbedrijf, met de grootste activiteit op en rond de baan, de bepalende factor is.

Dichtheid

Voor alle soorten samen is op militaire vliegvelden de dichtheid in grasland en bos tezamen nabij de baan lager dan op grotere afstand van de baan (tabel 3.46). Hetzelfde geldt voor groepen van soorten die kenmerkend zijn voor verschillende habitats; i.c. de soorten van opgaand bos, soorten van bomen en bosranden, soorten van heide en soorten van pionier- & ruigtevegetaties (tabel 3.50). Dit zien we terug in het verloop van afzonderlijke soorten op de vliegvelden. Verschillende talrijke soorten die tot deze groepen behoren kennen een positief verband tussen dichtheid en afstand.

Onder soorten van grasland (tabel 3.50) is het verband tussen dichtheid en afstand negatief. We zien dit ook terug bij de veldleeuwerik, nabij de baan verblijven de hoogste dichtheden (tabel 3.48). Voor deze soort telt openheid (met de baan als centrum van de openheid) mogelijk zwaarder dan geluidsbelasting. Daarnaast zou het beheersregime van de open ruimte mogelijk een rol kunnen spelen, met nabij de baan een voor veldleeuweriken gunstiger beheersregime (vaker maaien) dan op afstand van de baan. De dichtheid aan Kieviten neemt daarentegen toe met de afstand tot de baan.

Een analyse gericht op effecten van gebruiksintensiteit levert enige aanwijzingen voor het bestaan van een effect; minder vogels bij een hogere gebruiksintensiteit. Sterk zijn de aanwijzingen niet vanwege standplaats, structuur en samenstelling van het bos op de verschillende velden en het minimale aantal vliegvelden in verschillende klassen.

4.1.4 Synthese

De vraagstelling van dit onderzoek luidde: in hoeverre heeft een toenemende geluidsbelasting een negatief effect op dichtheden van broedvogels en hun reproductieve output. De hypothese was dat er een negatief verband was tussen geluidsbelasting en dichtheden alsook de reproductieve output

Dit onderzoek

Uit de onderhavige studie komen sterke aanwijzingen dat geluidsbelasting door groot vliegverkeer een negatief effect heeft op dichtheden van broedvogels (tabel 3.24d, figuur 3.21a). Deze relatie is overtuigend aangetoond voor een aantal soorten weidevogels met lange poten: de steltlopers. Onder eenden zijn in de analyses van vastgestelde dichtheden aanwijzingen gevonden voor dit verband, bijvoorbeeld de slobeend kent lagere dichtheden in de geluidsklasse vanaf 55 dB(A)Lden. In de voorspelde dichtheden bij een gegeven geluidsbelasting komt dit nog steeds naar voren. Onder zangvogels is een vergelijkbaar patroon gevonden met voor veldleeuwerik en graspieper negatieve effecten op dichtheid. De analyses rond Schiphol zijn gebaseerd op materiaal van dichtheden van broedvogels buiten de Haarlemmermeer; en dus uit een gebied ver buiten de hekken van het vliegveld. Door de zeer hoge gebruiksintensiteit van de vliegveld reikt de 48 dB(A)Lden geluidscontour (geluidsklasse 2 en 3) tot 15-20 km van het vliegveld.

Het materiaal van negen militaire vliegvelden is verzameld binnen de hekken van de vliegvelden. Deze velden kennen een veel lagere gebruiksintensiteit dan Schiphol. Een geluidscontour reikt dan ook veel minder ver dan die van Schiphol. Uit de analyses rolt voor het gebied binnen de hekken van de vliegvelden een positief effect van afstand tot de baan op dichtheden van broedvogels. Dit is in lijn met de resultaten uit de omgeving van Schiphol.

Een tweede uitkomst van de analyse van gegevens van militaire velden is dat de soortenrijkdom nabij de baan lager is dan op grotere afstand van de baan. Deze

relatie is vastgesteld binnen de habitattypen grazige vegetaties en bos; de twee habitattypen die het uiterlijk van de vliegvelden bepalen.

Geluidsbelasting heeft een effect op reproductieve parameters; maar niet het effect dat verwacht werd. In gebieden met een hoge geluidsbelasting wordt het broedproces door steltlopers na een eerste poging beëindigd; vervangende legsels worden minder gemaakt. Hierdoor schuift het broedproces gemiddeld naar oren, maar het begin is overal gelijk en het verschil zit in de staart. Daarnaast is het uitkomstsucces in zwaar belaste gebieden hoger; vooral omdat vervangende legsels met een laag succes ontbreken en vogels bij een verlaagde dichtheid vooral op de betere plekken broeden met mogelijk een lagere predatiekans. Hierin zien we een vertaling van effecten van geluid via lagere dichtheden, naar veranderingen in de eerste fasen van het broedproces.

Het netto resultaat van het broedproces is het aantal vliegvlugge jongen en de kwaliteit van deze jongen. Andere parameters waarin een negatief effect van geluidsbelasting tot uitdrukking kan komen zijn: ei-gewicht, broedduur, uitkomstgewicht en uitvlieggewicht. Deze parameters zijn door ons niet onderzocht; deze gegevens ontbreken.

In het onderhavige onderzoek zijn voor verschillende soorten negatieve effecten op dichtheden vanaf 55 dB(A)Lden gebleken (tabel 3.24d). Voor enkele soorten lijken negatieve effecten vanaf 48 dB(A)Lden zichtbaar te worden; bijvoorbeeld grutto. Het onderzoek heeft plaatsgevonden met een geluidscontour die begon bij 48 dB(A)Lden. Daarnaast had de dataset betrekking op een deel van Nederland met veel auditieve vervuiling; echte stilte bestaat in de randstad niet meer. Het is daarmee niet uitgesloten dat een deel van de soorten al bij belastingen lager dan 48 dB(A)Lden hinder ondervindt (zie verder hoofdstuk 5).

Geluid als factor

De afgelopen vijftientig jaar is geregeld aandacht besteed van de mogelijk negatieve effecten van geluid op vogels. Het is derhalve zinvol om de resultaten van het onderzoek aan vliegtuigen te relateren aan bestaande kennis over effecten van geluid in algemene zin. Dit kan de conclusies aanscherpen. Een van de eerste zaken die aan het licht kwam was het dichtheid verlagende effect van een verhoogde geluidsbelasting; onder meer langs snelwegen (Reijnen 1995), spoorwegen (Tulp *et al.* 2002) en hoofdwegen (Foppen *et al.* 2002). Uit deze studies komt naar voren dat een groot aantal soorten gevoelig is voor een verhoogde geluidsbelasting en dat de gevoeligheid van soort tot soort verschilt. Effecten zijn voor enkele soorten al vastgesteld bij een belasting door verkeer van minder dan 40 dB(A). Ook in het buitenland zijn studies uitgevoerd die een negatief effect van geluidbelasting op de dichtheid van vogels laten zien (Forman & Alexander 1998, Kuitonen 1998, Forman & Deblinger 2000, Forman *et al.* 2002, Bayne *et al.* 2008, Dooling & Prooper 2007).

Extern geluid kan allereerst interfereren met de geluiden die een soort maakt: zang/baltes, contactroep adulten, contact ouder-jong en heeft zo invloed op de communicatie (Brumm & Slabbekoorn 2005). Geluid van verkeer speelt zich af in de lage frequenties (<3 Hz, o.a. Pohl *et al.* 2009, Halfwerk *et al.* 2010). Van koolmezen *Parus major* is bekend dat vogels in de stad (o.a. Leiden) op een hogere toon roepen dan in het buitengebied (Slabbekoorn & Peet 2002). Dit werd verklaard als een aanpassing aan de permanente achtergrondruis van de stad met een relatief lage frequentie. Voor nestjongen van de tree swallow *Tachycineta bicolor* is aangetoond dat extern geluid de structuur van de bedelroep blijvend kan beïnvloeden (Leonard & Horn 2008). In een studie langs een weg in de USA bleken soorten met een zang die in frequentie overlapt met het verkeersgeluid nabij deze wegen een verlaagde dichtheid te kennen (Goodwin & Shriver 2010). Soorten met een zang zonder overlap in frequentie met verkeersgeluid vertoonden nauwelijks afwijkende dichtheid nabij de wegen. Op grotere schaal leidt dit ertoe dat de soortenrijkdom van habitats als gevolg van geluidsbelasting afneemt (Francis *et al.* 2009) en ook soorten niet meer voorkomen in habitats die verder wel geschikt zijn (Slabbekoorn & Ripmeester 2008).

Onderzoek langs snelwegen in Nederland heeft laten zien dat in het gebied met een hoge geluidsbelasting direct langs de weg onder fitissen *Phylloscopus trochilus* het aandeel eerstejaars broedvogels relatief hoog is en een belangrijk deel van deze vogels ongepaard blijft (Foppen & Reijnen 1995, Reijnen & Foppen 1995). Het zijn de ervaren oudere vogels die de nabijheid van de weg mijden waardoor direct langs de weg relatief veel plaats is voor onervaren vogels. Deze kennen vervolgens een bijzonder laag succes. Een zelfde patroon is in Canada vastgesteld onder ovenbirds *Seiurus aurocapilla*; in de nabijheid van gascompressor stations zijn relatief veel eerstejaars broeders vastgesteld die vervolgens een lager paringssucces hadden (Habib *et al.* 2007).

Een studie langs de A12 op de Veluwe heeft voor koolmezen laten zien dat deze soort bij toenemende geluidsbelasting kleinere legsels heeft en een lager broedsucces (uitgevlogen jongen). Een studie in de USA laat zien dat onder drie onderzochte soorten het aandeel uitgekomen nesten in een lawaaiige omgeving hoger is dan in een stille omgeving (Francis *et al.* 2009). Vervolgonderzoek liet zien dat dit te verklaren viel uit een lagere predatiedruk door de belangrijkste nestpredator (pinion jay). Deze kwam in gebieden met een hoge geluidsbelasting minder voor.

Beoordeling van effecten van vliegverkeer

De afgelopen jaren is voor de beoordeling van de versturende effecten van vliegverkeer op fauna een model gehanteerd. Dit model was gebaseerd op een groot aantal binnen- en buitenlandse studies waarin versturende effecten van vliegverkeer in beeld waren gebracht. Hierbij was zelden onderscheid gemaakt in visuele of auditieve effecten (Lensink *et al.* 2005). Het model heeft de volgende kenmerken:

- vliegtuigen kunnen tot 3.000 ft = 1.000 m vlieghoogte en tot 2 km van het vliegpad een versturend effect hebben;

- verstoring die kan leiden tot blijvende gevolgen in de zin van afname van aantallen vogels in een gebied, treedt op boven een bepaalde frequentie;
- het verstorende effect wordt voorts sterk bepaald door het type vliegtuig.
- landend verkeer heeft kleinere effecten dan startend verkeer.

Uit de onderhavige studie volgt dat geluidsbelasting als effectparameter ook gebruikt kan worden voor beoordelingen van effecten.

Berekening van een geluidscontour wordt sterk bepaald door het type luchtvaartuig en de frequentie van de vliegbewegingen. Daarmee is de contour een goede afspiegeling van het gebruik van een vliegveld. Des te drukker het veld, des te verder de 47 dB(A) contour van de banen reikt en des te luidruchtiger de machines des te verder de contour. Op velden met een lage gebruiksintensiteit en veel klein verkeer, zal een 47 dB(A) contour op enkele honderden meters van de baan liggen. Voor deze velden zal ook het bestaande beoordelingsmodel (1.000 m hoogte en 2 km afstand) gebruikt moeten blijven worden. Pas vanaf vlieghoogten boven 1.000 m zijn effecten uitgesloten. Bij toenemend gebruik van een vliegveld reikt de 47 dB(A) contour vanaf een zekere gebruiksintensiteit verder dan het punt waarop zwaardere vliegtuigen bij de start boven 1.000 m hoogte vliegen. Rond deze vliegvelden zal het model alleen voor landend verkeer (2.000 ft op 11 km voor de baan) nog van waarde kunnen zijn.

5 Vertaling resultaten naar Natura 2000

Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken zijn de verstorende effecten van groot vliegverkeer in beeld gebracht en besproken. Daarbij zijn de volgende drie aspecten onderzocht:

- effecten van geluid van vliegverkeer van en naar Schiphol op de dichtheid van broedvogels;
- effecten van geluid van vliegverkeer van en naar Schiphol op enkele broedbiologische parameters;
- effecten van geluid van militair vliegverkeer op de dichtheid van soorten en broedvogels op negen militaire vliegvelden.

In deze drie onderdelen zijn de volgende conclusies getrokken.

Schiphol en dichtheden

- bij toenemende geluidsbelasting neemt de dichtheid van een deel van de onderzochte soorten af;
- effecten treden bij enkele soorten op vanaf 48 dB(A)Lden; bij andere vanaf 55 dB(A)Lden;
- het grootste effect is vastgesteld voor grutto: een >35% lagere dichtheid bij >55 dB(A)Lden in vergelijking tot <48 dB(A)Lden;
- negatieve effecten zijn rond Schiphol vastgesteld voor steltlopers, minder voor zangvogels en nog minder voor eenden. Andere groepen zijn niet onderzocht;
- deze bevindingen zijn het sterkst in een grote dataset met als geluidscontour het vijfbanenstelsel en zwakker, maar wijzen wel in dezelfde richting, in een kleine dataset met als geluidscontour het vierbanenstelsel.

Schiphol en broedbiologie

- toenemende geluidsbelasting leidt tot een gemiddeld vroegere start van het broedseizoen, vooral omdat latere legsels (vervangende legsels en vervolg legsels) relatief weinig voorkomen in het gebied met een hoge geluidbelasting, de vinddata van de allereerste legsels verschillen niet tussen de gebieden met hoge en lage geluidsbelasting;
- toenemende geluidsbelasting had geen effect op legselgrootte;
- toenemende geluidsbelasting ging bij de meeste soorten samen met een hoger aandeel uitgekomen legsels;
- effecten op broedbiologische parameters waren vooral duidelijk onder steltlopers en meerkoet, en minder onder eenden. Andere groepen zijn niet onderzocht.

Militaire vliegvelden

- op verschillende militaire vliegvelden nam de soortenrijkdom toe met de afstand tot de baan; zowel voor alle soorten tezamen als voor soorten in grasland of bos;
- op verschillende militaire vliegvelden nam de dichtheid van broedvogels toe met de afstand tot de baan; zowel voor alle soorten tezamen als voor soorten van grasland of bos; als voor enkele afzonderlijke soorten;

- o de versturende effecten op militaire vliegvelden is een combinatie van vliegverkeer en bird-control; tezamen vormen zij het versturende effect van het vliegbedrijf.

Eerder onderzoek met geluidsbelasting als effectparameter

In Nederland zijn verschillende onderzoek gedaan naar de effecten van verkeerslawaai op de dichtheid van broedvogels; 1984-1992 wegverkeer (Reijnen 1996), wegverkeer 1998-2000 (Foppen *et al.* 2002), treinverkeer (Tulp *et al.* 2002). Het is derhalve zinvol om de resultaten van het onderzoek aan vliegtuigen te relateren aan bestaande kennis over effecten van geluid in algemene zin. Dit kan de conclusies aanscherpen. Zo is er in onderhavige vliegveldstudie geen informatie verzameld over de situatie beneden L_{den} 48 dB(A). Maar door het gebruik van andere bestaande kennis is hier wel iets over te zeggen. De belangrijkste resultaten uit eerdere studies en het eigen onderzoek zijn samengevat in tabel 5.1. Hieruit volgen de volgende conclusies:

- o bij toenemende geluidsbelasting neemt de dichtheid van steltlopers (van de weidevogels) en weidevogels totaal af;
- o effecten onder weidevogels zijn met name vastgesteld bij een belasting vanaf 43 dB(A) of meer;
- o niet alle onderzochte soorten vertonen een negatief effect;

De resultaten van het onderzoek naar effecten van vliegverkeer liggen in dezelfde lijn. Door de gekozen analysemethodiek en beperkingen van het materiaal zijn effecten vastgesteld vanaf 48 of 55 dB(A) (L_{den}).

In de formules voor berekening van L_{den} is een "straffactor" opgenomen voor vluchten in de avond en vluchten in de nacht. Hierdoor zijn in de berekeningen vluchten in deze dagdelen zwaarder geteld dan vluchten overdag. Zouden alle vluchten even zwaar worden gewogen, dan komt een L_{den} van 48 naar schatting overeen met ± 45 dB(A) (en 55 dB(A) (L_{den}) ongeveer met ± 52 dB(A)). In de onderzoeken naar effecten van weg- en treinverkeer zijn bewegingen gedurende het etmaal even zwaar gewogen. In de vergelijking tussen deze drie typen onderzoek dient vorengaande in het achterhoofd te worden gehouden.

Waarom geluid als effectparameter?

Onder vogels speelt geluid een belangrijke rol in de communicatie: ouder-ouder, ouder-jong, buur-buur, concurrent-concurrent, met als meest herkenbare uiting zang tijdens het broedseizoen. Vogelzang bestrijkt een range tussen 0,01 kHz en 10 kHz; enkele soorten komen daar nog bovenuit. Iedere soort kent zijn eigen geluidskarakteristieken in bereik en zwaartepunt(en). Zang en roep kunnen worden vastgelegd in een sonogram (frequentie tegen de tijd). Uit het sonogram kunnen minimum, maximum en gemiddelde worden afgelezen.

Achtergrondgeluid

Het achtergrondgeluid heeft een bereik dat niet hoger komt dan ongeveer 3 kHz. In onderzoek naar effecten van wegverkeer wordt 3 kHz als bovengrens van het

wegverkeer gehanteerd (oa. Goodwin & Shriver 2010). Vliegtuiggeluid speelt zich eveneens in het lage bereik af (*mededeling* M. Bovy). Vogels die in het hoge bereik hun communicatie voeren, kennen daarmee geen overlap met het achtergrondgeluid. Soorten die vooral in het lage bereik communiceren kennen een volledige overlap met het achtergrondgeluid. We mogen verwachten dat soorten die in hun zang overlap met het achtergrondgeluid kennen eerder negatieve effecten in hun communicatie ondervinden van geluidsbelasting dan soorten die de overlap niet kennen. De overlap met het achtergrondgeluid is een van de drijfveren waarom koolmezen in de stedelijke omgeving een hoger bereik in hun roep hebben dan koolmezen in een omgeving zonder veel achtergrondgeluid (Slabbekoorn & Peet 2003).

Tabel 5.1 *Overzicht van (niet)-significante effecten van geluid op de dichtheid van broedvogels (trend; afname dichtheid tussen onbelast en zwaar belast gebied, -0,42 = 42% afname) en de belasting waarboven effecten zijn vastgesteld (drempel). 48 dB(A)_{L_{den}} komt ongeveer overeen met ±45 dB(A), 55 dB(A)_{L_{den}} met ±52 dB(A).*

	dit onderzoek 2000		dit onderzoek 2006-2009		dit onderzoek 2009 militair		Reijnen 1996 1984-1992		Foppen <i>et al.</i> 2002 1998-2000		Tulp <i>et al.</i> 2002 1998-1999		
	vliegverkeer dB(A) _{L_{den}}		vliegverkeer dB(A) _{L_{den}}		vliegbedrijf dB(A) _{L_{den}}		wegverkeer dB(A)		wegverkeer dB(A)		treinverkeer dB(A)		
	trend	drempel	trend	drempel	trend	drempel	trend	drempel	trend	drempel	trend	drempel	
steltlopers (s)												-0,19	
alle weidevogels (w)	neg		neg		-		neg	47	-			neg	
grutto (s) (w)	-0,19	48	-0,32	55	ns	?	-0,37	43	neg			-0,23	46
kievit (s) (w)	-0,04	55	-0,03	55	neg	?	-0,18	47	neg			neg	58
scholekster (s) (w)	-0,11	55	-0,15	55	-		-0,42	27	neg			ns	
tureluur (s) (w)	ns		-0,25	55	-		ns		ns			ns	
kluut (s) (w)	-		neg		-		-		-			-	
watersnip (s) (w)	-		neg		-		-		-			ns	
knobbelzwaan (w)	-		neg		-		ns		ns			-	
wintertaling (w)	-		neg		-		-		-			-	
zomertaling (w)	-		-		-		-		-			neg	49
wilde eend (w)	-		-		-		ns		ns			-	
krakeend (w)	ns		-0,10	55	-		-		ns			-	
kuifeend (w)	ns		ns		-		ns		ns			-	
slobeend (w)	ns		ns		-		-0,15	51	ns			neg	49
meerkoet (w)	-		-		-		-0,05	60	ns			-	
veldleeuwerik (w)	ns		-0,30	55	ns	?	-0,21	48	neg			-0,26	46
graspieper (w)	-0,03	48	-0,06	48	-		-0,08	59	neg			neg	45
gele kwikstaart (w)	ns		ns		-		-	ns	neg			ns	
holenduif	-		-		neg	?	ns		ns			-	
grote bonte specht	-		-		neg	?	neg		-			-	
gekraagde roodstaart	-		-		ns	?	-		neg			-	
boompieper	-		-		ns	?	neg		neg			-	
zanglijster	-		-		neg	?	neg		neg			-	
grasmus	-		-		ns	?	neg		neg			-	
kuifmees	-		-		ns	?	-		ns			-	
boomkruiper	-		-		neg	?	neg		ns			-	
geelgors	-		-		ns	?	-		neg			-	

Een studie langs wegen in de Verenigde Staten heeft laten zien dat soorten met een overlap in hun zang met verkeerslawaai een lagere dichtheid hebben direct langs de weg dan op grotere afstand (Goodwin & Shriver 2010). Onder soorten zonder overlap van zang en verkeerslawaai werd een dergelijk negatief effect op dichtheid niet gevonden.

Natura 2000 broedvogelsoorten

De Natura 2000 gebieden in Nederland zijn aangewezen voor in totaal 44 soorten broedvogels. Voor deze soorten gelden landelijke doelen die voor afzonderlijke gebieden zijn vertaald in instandhoudingsdoelen. In de Natura 2000-gebieden in en rondom Flevoland komen 18 soorten broedvogels voor, vooral soorten die kenmerkend zijn voor moerassen (tabel 5.2). In het onderzoek rond Schiphol en op de militaire vliegvelden is geen van deze soorten aan snee gekomen. Habitat voor deze moerassoorten is schaars rondom Schiphol en op militaire velden. Daarnaast zijn het soorten die relatief hoge eisen aan hun habitat stellen, daarmee landelijk schaars zijn en vooral binnen de grenzen van beschermde moerasgebieden voorkomen. Hierdoor zijn de resultaten van het onderzoek niet een op een te vertalen naar de situatie rond Flevoland. Op basis van eigenschappen van soorten die al dan niet gevoelig zijn voor hoge geluidsbelastingen valt deze vertaling mogelijk wel te maken.

Tabel 5.2 *Overzicht van broedvogelsoorten uit het aanwijzingsbesluit van Natura 2000-gebieden in en rond Flevoland. x* = niet nabij Flevoland, vooral Friesland buitendijks.*

	Lepelaarplassen	Markermeer & IJmeer	Eemmeer & Gooimeer	Veluwerandmeren	Ketelmeer & Vossemeer	Zwarte Meer	IJsselmeer	Oostvaardersplassen
dodaars								x
aalscholver	x	x					x*	x
roerdomp				x	x	x	x*	x
woudaap								x
kleine zilverreiger								x
grote zilverreiger								x
purperreiger						x		
lepelaar	x						x*	x
bruine kiekendief							x*	x
blauwe kiekendief								x
porseleinhoen					x	x	x*	x
bontbekplevier							x*	
kemphaan							x*	
visdief		x	x				x	
blauwborst								x
snor						x	x*	x
rietzanger						x	x*	x
grote karekiet				x	x	x		x

Zang en achtergrondgeluid

Van alle soorten zijn van de zang sonogrammen bekend (zie Cramp & Simmons *in serie*, Cramp *in serie*, Cramp & Perrins *in serie*). Uit deze diagrammen valt het bereik in toonhoogte af te lezen. Door Foppen *et al.* 2002 is op basis van verschillende onderzoeken die onder auspiciën van SOVON zijn uitgevoerd, het effect van hoofdwegen op de dichtheid van broedvogels in beeld gebracht. Uit de verschillende analyses komt voor 125 soorten al dan niet een effect van wegen in beeld. Aan deze lijst van broedvogelsoorten zijn door ons eigenschappen als trekgedrag en habitatkeus toegevoegd, alsook karakteristieken van het sonogram van de zang. Alleen de soorten met een negatief effect en een niet significant effect zijn meegenomen in de analyse. Soorten met een positief effect zijn buiten beschouwing gelaten. Voor deze soorten geldt naar onze opvatting dat geluid geen factor van betekenis is en dat het positieve effect kan samenhangen met bijvoorbeeld een overmaat aan landschappelijke beplantingen, verhoogd prooiaanbod voor aaseters, etc.

Als maat voor het geluid van de zang is het midden van het totale bereik genomen (tabel 5.3). Voor alle soorten tezamen is er geen significant verschil tussen de groep soorten die geen lagere dichtheid kent bij een hogere geluidsbelasting (ns) en de groep die wel een lagere dichtheid kent bij hogere geluidsbelasting (neg). Binnen de niet-zangvogels (*non-passeriformes*) is er een verschil tussen beide groepen waarbij het midden van het bereik van soorten zonder effect hoger ligt dan onder soorten met een negatief effect van geluid. Het verschil is niet significant. Onder zangvogels is het verschil tussen beide groepen niet significant. Onder Natura 2000 soorten ligt het bereik van de zang van soorten zonder negatief effect significant hoger dan van soorten met een negatief effect. Soorten zonder effect zingen dus meer in het hoge bereik en soorten met een negatief effect in het lage bereik. Deze laatste groep heeft dan meer overlap met het achtergrondgeluid.

Het bereik in zang van niet-zangvogels verschilt significant van dat van zangvogels (tabel 5.4). Dit blijkt uit een significant verschil in de ligging van het midden en het minimum van het bereik. In het maximum is geen significant verschil tussen beide groepen. Door het verschil in ligging van minimum en midden kennen niet-zangvogels een grotere overlap met het achtergrond geluid; en is een negatief effect op dichtheid in afhankelijkheid van het bereik van de zang aannemelijk. Onder zangvogels is de overlap minder (vooral door het ontbreken van zang in het lage bereik), en ligt een effect op dichtheid in afhankelijkheid van het bereik minder voor de hand. Mogelijk speelt bij zangvogels vooral het geluidsvolume.

Tabel 5.3 *Overzicht toetsresultaten midden van het frequentiebereik tegen effect toenemende geluidsbelasting (niet-significant of negatief; gegevens uit Foppen et al. 2002). Kruskal-Wallis one-way Anova.*

	N	H	tei	mean ns	mean neg	p
alle soorten	110	0,1284	0,1287	56,86	54,63	0,720
niet-zangvogels	43	2,428	2,430	25,20	19,22	0,119
zangvogels	67	0,1786	0,1793	32,61	34,73	0,672
N2000-soorten	20	5,793	6,381	16,10	8,633	0,012

Tabel 5.4 *Overzicht toetsresultaten bereik van de zang van niet-zangvogels tegen zangvogels. Kruskal-Wallis one-way Anova.*

	N	H	tei	mean ns	mean neg	p
minimum	110	44,54	44,94	30,16	71,76	<0,001
midden	110	41,48	64,50	13,64	13,67	<0,001
maximum	110	1,585	1,598	50,72	58,57	0,206

Als volgende stap is gekeken hoe het verband tussen het midden van het zangbereik en het al dan niet optreden van een negatief effect op dichtheid zich in verschillende habitats gedraagt (tabel 5.5). Zowel in de open habitats (grasland, bouwland, heide en pionier), als de gesloten habitats (naaldbos, oud loofbos, struweel/jong bos) werd geen significant verschil gevonden. Hetzelfde geldt voor drie typen trekgedrag. Binnen het trekgedrag onderscheid maken in niet-zangvogels en zangvogels helpt ons evenmin verder. Alleen onder standvogel-niet-zangvogels is het verschil bijna significant; de soorten die geen lagere dichtheid kennen bij toenemend geluid hebben een hoger bereik dan de soorten die wel een negatief effect vertonen.

Tabel 5.5 *Overzicht toetsresultaten midden van het frequentiebereik tegen effect toenemende geluidsbelasting (niet-significant of negatief; gegevens uit Foppen et al. 2002). Soorten van twee typen habitats, soorten met drie typen trekgedrag, Kruskal-Wallis one-way Anova; mean = mean rank.*

	N	H	tei	mean ns	mean neg	p
open habitats	28	0,3967	0,4031	12,40	14,96	0,525
bos	53	1,220	1,223	29,48	24,79	0,269
standvogels	46	0,1664	0,1666	24,24	22,62	0,683
korte afstand trek	25	0,0012	0,0012	13,10	12,97	0,899
langs afstand trek	39	0,0375	0,0378	19,50	20,25	0,846
standvogel, n-zangvogel	16	0,2339	0,2339	9,73	5,80	0,126
standvogel, zangvogel	30	0,0017	0,0017	15,43	15,56	0,967
korte afstand, n-zangvogel, n van een groep te klein						
korte afstand, zangvogel, n van een groep te klein						
lange afstand, n-zangvogel	15	0,1250	0,1254	8,500	7,667	0,723
lange afstand, zangvogel	24	0,1008	0,1018	11,79	12,79	0,750

Tussenbalans

Uit het voorgaande betoog rolt dat:

- toenemende geluidsbelasting (dB(A)) bij een deel van de onderzochte soorten leidt tot een afname in de dichtheid;
- afhankelijk van de soort treden effecten op vanaf 43-60 dB(A) (tabel 5.1);
- het verschil in al dan niet een dichtheidsverlagend effect van toenemende geluidsbelasting lijkt verband te houden met het bereik (kHz) van de zang in relatie tot de overlap met het achtergrondgeluid. Dit verband is onder N2000-soorten significant, onder niet-zangvogels bijna significant en afwezig onder zangvogels (tabel 5.3, 5.4);
- eigenschappen van soorten (habitatkeus, trekgedrag) voegen niets aan het voorgaande punt toe (tabel 5.5).

Beoordeling effecten op instandhoudingsdoelen N2000

In het wegverkeer wordt in procedures als vuistregel voor de noodzaak van een beoordeling van effecten op broedvogels als grenswaarde veelal 47dB(A) aangehouden. Informatie in de originele publicaties leert dat effecten bij een aantal soorten al bij lagere belastingen kunnen optreden. Ook uit het onderzoek naar effecten van treinverkeer zijn effecten vanaf 43 dB(A) zichtbaar geworden. In de opzet van het onderzoek naar effecten van vliegverkeer is als laagste grenswaarde 48 dB(A)_{L_{den}} gekomen. Dit hield uitsluitend verband met de beschikbaarheid van gegevens; de geluidscontouren van Schiphol liepen slechts tot 48 d(BA)_{L_{den}}. Uit tabel 5.1 volgt dat de waarde waarbij in weg-, trein- en vliegverkeer de eerste effecten kunnen worden opgemerkt in dezelfde orde van grootte liggen. Zonder weging voor bewegingen in bepaalde delen van het etmaal zijn de grenswaarden achtereenvolgens wegverkeer 43dB(A), treinverkeer 45 dB(A) en vliegverkeer ±45 dB(A). Uit hoofde van het voorzorgprincipe kan daarom worden gesteld dat vanaf 43 dB(A) in weg-, trein- en vliegverkeer voor de meest gevoelige soorten de eerste effecten zijn te verwachten.

De omvang van een eventueel effect bedraagt maximaal 40% afname; dat wil zeggen dat in het zwaar belaste gebied de dichtheid maximaal 40% lager ligt dan in het onbelaste en weinig belaste gebied (tabel 5.1). Langs drukke wegen en spoorwegen bedraagt de afstand waarover deze afname zich afspeelt tot maximaal 1.500 m. Bij vliegvelden kan deze afstand veel groter zijn omdat de geluidscontouren veel verder reiken; rond Schiphol tot 20 km.

Het bereik van de communicatie bij vogels kan een derde ingang zijn om eventuele effecten van toenemende geluidsbelasting in te schatten. Er liggen verschillende aanwijzingen op tafel dat soorten met een overlap met het achtergrondgeluid eerder een negatief effecten laten zien dan soorten zonder overlap (Slabbekoorn & Peet 2003, Goodwin & Shriver 2010). In deze rapportage is uitgegaan van de zang. Communicatie tussen vogels onderling heeft meer ingangen dan alleen zang. In deze richting valt dan ook nog verder onderzoek te doen; en winst te behalen door ook

andere vormen van communicatie in beschouwing te nemen (contactroep, bedelroep, alarmroep, etc.).

Auditieve en visuele effecten

De afgelopen jaren is voor de beoordeling van de versturende effecten van vliegverkeer op fauna een model gehanteerd. Dit model was gebaseerd op een groot aantal binnen- en buitenlandse studies waarin versturende effecten van vliegverkeer in beeld waren gebracht. Hierbij was zelden onderscheid gemaakt in visuele of auditieve effecten (Lensink *et al.* 2005). Het model heeft de volgende kenmerken:

- vliegtuigen kunnen tot 3.000 ft = 1.000 m vlieghoogte en tot 2 km van het vliegveld een versturend effect hebben;
- verstoring die kan leiden tot blijvende gevolgen in de zin van afname van aantallen vogels in een gebied, treedt op boven een bepaalde frequentie;
- het versturende effect wordt voorts sterk bepaald door het type vliegtuig.
- landend verkeer heeft kleinere effecten dan startend verkeer.

Uit de onderhavige studie volgt dat geluidsbelasting als effectparameter ook gebruikt kan worden voor beoordelingen van effecten.

Berekening van een geluidscontour wordt sterk bepaald door het type luchtvaartuig en de frequentie van de vliegbewegingen. Daarmee is de contour een goede afspiegeling van het gebruik van een vliegveld. Des te drukker het veld, des te verder de 43 dB(A) (zonder weging voor avond en nacht) contour van de banen reikt en des te luidruchtiger de machines des te verder de contouren reiken. Op velden met een lage gebruiksintensiteit en veel klein verkeer, zal een 43 dB(A) contour op enkele honderden meters van de baan liggen. Voor deze velden zal ook het bestaande beoordelingsmodel (1.000 m hoogte en 2 km afstand) gebruikt moeten blijven worden. Pas vanaf vlieghoogten boven 1.000 m zijn effecten uitgesloten. Bij toenemend gebruik van een vliegveld reikt de 43 dB(A) contour vanaf een zekere gebruiksintensiteit verder dan het punt waarop zwaardere vliegtuigen bij de start boven 1.000 m hoogte vliegen. Rond deze vliegvelden zal het model alleen voor landend verkeer (2.000 ft op 11 km voor de baan) nog van waarde kunnen zijn.

Ons advies is om in de beoordeling van effecten van vliegverkeer op natuur uit te gaan van de 43 dB(A) (zonder weging voor avond en nacht) contour. Binnen deze contour is een maximale afname in dichtheid te verwachten van 40% (ongeveer 1% per dB(A)). Daarnaast zijn binnen deze contour effecten van een gewijzigd vestigingspatroon, paringssucces (cf. fitis, ovenbird), een afname in reproductieve output (cf. koolmees) te verwachten. Mochten vliegtuigen buiten de 43 dB(A) contour lager vliegen dan 1.000 m (3.000 ft), dan geldt de oude aanpak (klein verkeer, landend groot verkeer). Dan wordt het een locatiespecifieke beoordeling waarin hoogte en grootte van het vliegtuig en frequentie van overvlucht een rol spelen.

In Nederland zijn instandhoudingsdoelen vertaald in (draagkracht voor) aantallen vogels of aantallen paren. Niet ieder effect leidt tot een significant effect; dit wordt sterk bepaald door soort, staat van instandhouding en gebied. Dit kan er ook toe

leiden dat een heel klein effect al significant is (beperkt aantal paren, slechte staat van instandhouding, huidig aantal onder doel) terwijl in hetzelfde gebied op een andere soort dit niet significant is (groot aantal, gunstige staat van instandhouding, huidig aantal boven doel). Dit onderzoek heeft geleerd dat voor de meest gevoelige soorten effecten vanaf 43 dB(A) niet zijn uitgesloten; voor minder gevoelige soorten ligt de drempelwaarde hoger. Daarnaast dient ook rekening gehouden te worden met een visueel effect. Hoe groot effecten zijn en hoe deze verhouden tot instandhoudingsdoelen in een gebied is onderwerp van een oriëntatiefase of een passende beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998.

6 Literatuur

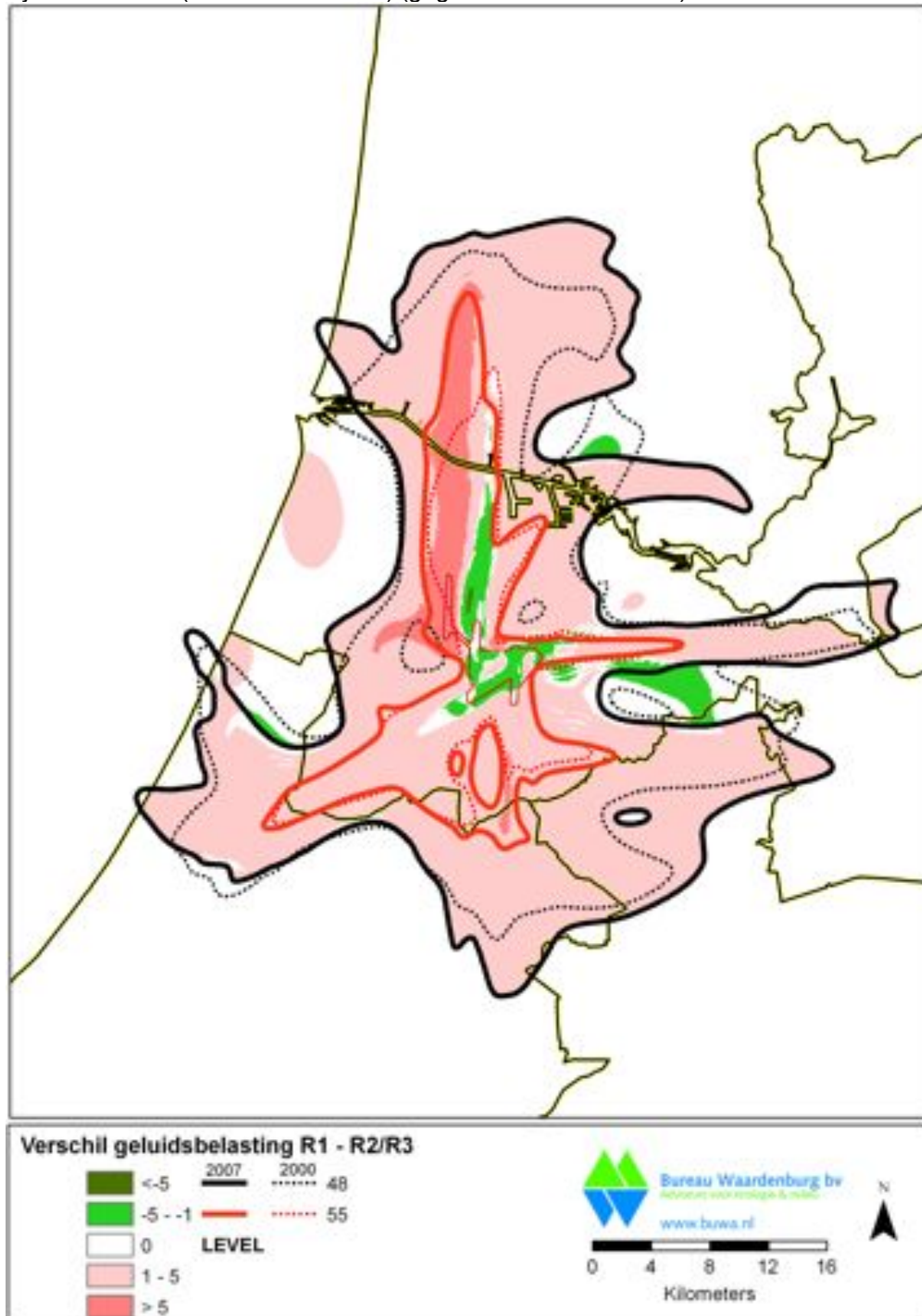
- Bautista L.M. J.T. Garcia, R.G. Calmaestra, C. Palacin, C.A. Martin, M.B. Morales, R. Bonal & J. Vinuela 2004. Effect of weekend road traffic on the use of space by raptors. *Conservation Biology* 18: 726-732.
- Beintema A. 1991. Breeding ecology of Meadow birds (*Charadriiformes*); implications for conservation and management. PhD, University Groningen.
- Blumstein, D. T., L. L. Anthony, R. Harcourt & G. Ross, 2003. Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait? *Biological Conservation* 110(1): 97-100.
- Blumstein, D.T., 2006a. Developing an evolutionary ecology of fear: how life history and natural history traits affect disturbance tolerance in birds. *Animal Behaviour* 71: 389-399.
- Blumstein, D.T., 2006b. The multipredator hypothesis and the evolutionary persistence of antipredator behavior. *Ethology* 112: 209-217.
- Blumstein, D.T., E. Fernández-Juricic, O. LeDee, E. Larsen, I. Rodriguez-Prieto & C. Zugmeyer, 2004. Avian risk assessment: Effects of perching height and detectability. *Ethology* 110(4): 273-285.
- Blumstein, D.T., E. Fernández-Juricic, P.A. Zollner & S.C. Garity, 2005. Inter-specific variation in avian responses to human disturbance. *Journal of Applied Ecology* 42: 943-953.
- Bumm & Slabbekoorn 2005. Acoustic communication in noise. *Adv. Stud. Behav.* 35: 151-209
- Cramp S. & K.E.L. Simmons 1979. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. I. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & K.E.L. Simmons 1981. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. II. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & K.E.L. Simmons 1983. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. III. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. 1985. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. IV. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. 1988. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. V. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. 1990. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. VI. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & C. Perrins 1992. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. VII. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & C. Perrins 1995. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. VIII. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & C. Perrins 1997. Handbook of the bird of the Western Palearctic, vol. IX. Oxford University Press, Oxford.
- Dooling R.J. & Popper A.N. 2007. The effects of highway noise. Report, Environmental bioacoustics LCC, Rockville, USA.
- Foppen R., A. van Kleunen & W.B. Loos, J. Nienhuis & H. Sierdsema 2002. Broedvogels en de invloed van hoofdwegen, een nationaal perspectief. Een analyse van de gevolgen van wegverkeer voor broedvogels aan de hand van landelijke aantals- en verspreidingsgegevens. Rapport 2002/08, SOVON, Beek-Ubbergen.

- Foppen R., R. Reijnen 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland; II breeding dispersal of male willow warblers *Phylloscopus trochilus* in relation to the proximity of a highway. *J. Appl. Ecol.* 31: 95-101.
- Forman R.T.T. & L.E. Alexander 1998. Roads and their major ecological effects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 29: 207-231.
- Forman R.T.T. & R.D. Deblinger 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation biology* 14: 36-46.
- Francis C.D., C.P. Ortega & A. Cruz 2009. Noise pollution changes avian communities and species interaction. *Current Biol.* 19 : 1415-1419.
- Goodwin S.E. & W.G. Shriver 2010. Effect of traffic noise on occupancy patterns of forest birds. *Cons. Biol.* 24: ?-?.
- Habib L. E.M. Bayne & S. Boutin 2007. Chronic industrial noise affects pairing success and age structure of ovenbirds *Seiurus aurocapilla*. *J. Appl. Ecol.* 44: 176-184.
- Haveman R., I. de Ronde., N.L.M. Gilissen, T.C. Schippers, & F.G.M. Borgonje (*in prep.*) Handboek Natuurmonitoring. Dienst Vastgoed Defensie, Directie Noord, Zwolle.
- Halfwerk W., L.J.M. Hollemand, C.M. Lessels & H. Slabbekoorn 2011. Negative impact of traffic noise on avian reproductive succes. *J. Appl. Ecol.* 48: 210-219.
- Hustings M.F.H., R.G.M. Kwak, M.J.S.M. Reijnen & P.F.M. Opdam 1984. Handboek vogelinventarisatie. Natuurbeheer in Nederland dl 3. Pudoc/Vogelbescherming, Wageningen/Zeist.
- Kluiver H.N. 1951. The population ecology of the great tit *Parus major* L. *Ardea* 39:1-135.
- Krijgsveld K.L., R.R. Smits & J. van der Winden 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kuitunen M. 1998. Do highways influence density of land bird? *Environ. Manag.* 22: 297-302.
- LBN 2003. Handleiding zoeken en beschermen weidevogelnesten en jongen voor vrijwillige weidevogelbescherming. Landschapsbeheer Nederland, Utrecht.
- Lackey M.A., M.L. Morisson, Z.G. Loman, N. Fisher, S.L. Farrell, B. A. Collier & R.N. Wilkins 2011. Effect of road construction noise on the endangered Golden-cheeked Warbler. *Wildl. Society Bull.* 35: 15-19.
- Lensink R. 2003. Vogels in het Hart van Gelderland. KNNV, Utrecht
- Lensink R., S.J.M. van Lieshout & S. Dirksen 2005. Effecten op fauna, in het bijzonder vogels, als gevolg van verstoring door vliegtuigen en helikopters. Rapport 05-190. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Lensink R., H. Steendam & K.L. Krijgsveld 2007. Gedrag van watervogels in relatie tot vliegverkeer van en naar Groningen Airport Eelde; onderzoek naar mogelijk versturende effecten. Rapport 07-039, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lensink R., R. van Eekelen & R.R. Smits 2007. Effecten van vliegverkeer van en naar Schiphol op beschermde natuur; een bijdrage in het MER Schiphol Korte Termijn II. Rapport 07-239, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Leonard M.L. & A.G. Horn 2008. Does ambient noise affect growth and begging call structure in nestling birds? *Behav. Ecol.*
- Mockford E.J. & R.C. Marshall 2009. Effects of urban noise on song and response behaviour in great tits. *Proc. R. Soc. B.* 276 : 2979-2985.

- McCullagh P. & J.A. Nelder, 1989. Generalized Linear Models, 2nd edition. Chapman and Hall, London.
- Newton I. 1998. Population limitation in birds. Academic Press, New York.
- Newton I. 2003. The Speciation and Biogeography of Birds. Academic Press, New York.
- Oude Voshaar, J. H., 1995. Statistiek voor onderzoekers met voorbeelden uit de landbouw- en milieuwetenschappen. Wageningen Pers.
- Peris S.J. & Pecedor 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in Mediterranean wooded pastures. Appl. Acoust. 65: 357-366.
- Pohl N.U., H. Slabbekoorn, H. Klump & U. Langemann 2009. Effects of signal features and environmental noise on signal detection in great tit *Parus major*. Anim. Behav. 78: 1293-1300.
- Reijnen M.J.S.M. 1996. Effects from road traffic on breeding-bird populations. PhD, University of Leiden, Leiden.
- Reijnen M.J.S.M. & R. Foppen 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland; I evidence of reduced habitat quality for willow warblers *Phylloscopus trochilus* breeding close to a highway. J. Appl. Ecol. 31: 85-94.
- Schols R. & F. Schepers, 1991. De broedvogels van het noordelijk Peelgebied. Avifaunakartering Limburg, Deelgebied I, 1990. Provincie Limburg. Bureau Landelijk Gebied, Maastricht.
- Slabbekoorn H. & Peet M. 2003. Ecology: birds sing at a higher pitch in urban noise. Nature 424: 267-267.
- Slabbekoorn H. & E.A.P. Ripmeester 2008. Birdsong and anthropogenic noise implications and applications for conservation. Molecular Ecology 17: 72-83.
- SOVON 2002. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Nederlandse Fauna dl 5. Naturalis, Leiden.
- Steur G.G.L. & W. Heijink 1991. Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000; algemene begrippen en indelingen. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Stiboka 2003. Bodemkaart van Nederland. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Stone E. 2000. Separating the noise from the noise: a finding in support of the 'niche hypothesis' that birds are influenced by human induced noise in natural habitats. Antrozoos 13: 225-231.
- Teunissen W.A. & van Kleunen A. 2000. Weidevogels inventariseren in cultuurland. Handleiding Nationaal Weidevogelmeetnet. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek- Ubbergen.
- Teunissen W. & E. Wymenga 2007 Weidevogels in de collectieve SAN-gebieden in West-Nederland in 2006. Rapport 2007/01, SOVON/A&W, Beek-Ubbergen.
- Tulp I., M.J.S.M. Reijnen, C.J.F. ter Braak, E. Waterman, P.J.M. Bergers, S. Dirksen, R.P.H. Snep & W. Nieuwenhuizen, 2002. Effecten van treinverkeer op dichtheden van weidevogels. Rapport 02-034. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Van Baalen H. 1959. Over de broedbiologie van de grutto. Ardea 47: 76-89.
- Van der Zee F.F., 1998. Methode inventarisatie en monitoring van natuurwaarden op defensie terreinen. Adviesgroep Vegetatiebeheer, IKC Natuurbeheer, Wageningen.

- Van der Wal H.M.M., P. Vogel & F.J.M. Wubben 2001. Voorschrift voor de berekening van de L_{den} en L_{night} geluidbelasting in dB(A) ten gevolge van vliegverkeer van en naar de luchthaven Schiphol; Part 1: Berekeningsvoorschrift. Rapport NLR-CR-2001-372-PT-1, NLR, Amsterdam.
- Van der Winden J., A. Guldemond, A. van Bergeijk & J.C. Hartman 2011. Weidevogelvisie Provincie Utrecht. Rapport 10-240, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Zande A.N., W.J. ter Keurs & W.J. van der Weiden. 1980. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat- evidence for long-distance effect. *Biol. Cons.* 18: 299-321.
- Van Dijk A.J. 1985 Handleiding Broedvogel Monitoring Project. SOVON/CBS, Beek-Ubbergen/Voorburg.
- Van Dijk A.J. & A. Boele 2011. Handleiding SOVON Broedvogelonderzoek. SOVON-Vogelonderzoek, Nijmegen.
- Van Paassen A. & O. Vloegraven 1995. Handvat voor weidevogelbescherming. Landschapsbeheer Nederland, Utrecht.
- Van 't Veer R., N. Raes & C.J.G. Scharringa 2010. Weidevogels in Noord-Holland; ecologie, beleid en ontwikkelingen. Rapport 10-004, Landschapsbeheer Noord-Holland/'t Veer & de Boer Advies, Heiloo.
- VSN 2010. Genstat 13.0. VSN International Ltd,
- Wilkin T.A., D. Garant, A.G. Gosler & B.C. Sheldon 2006. Density effects on life-history traits in a wild population of the great tit *Parus major*: analyses of long-term data with GIS technics. *J. Anim. Ecol.* 75: 604-615.

Bijlage 1 Verschilkaart geluidsbelasting (dB(A)) vierbanenstelsel en vijfbanenstelsel (2000 versus 2007) (gegevens Ministerie I&M).



Bijlage 2 Details statistisch model enkele schaarse soorten.

Bergeend

Wald tests for dropping terms

Term	Wald statistic	d.f.	F statistic	F pr.
ronde	0.205	1	0.20	0.652
afstandnatuurm	3.812	1	3.81	0.054
afstandbebouwingm	8.355	1	8.35	0.005
GWTklasse	1.036	2	0.52	0.597
bodem	0.028	1	0.03	0.868
geluidsklasse	2.278	2	1.14	0.324
afstandsklasseSch	0.876	2	0.44	0.647

Residual d.f. 104

Kemphaan

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(13)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-1.073	0.233	-4.60	<.001	0.3420
afstandnatuurm	0.002164	0.000698	3.10	0.008	1.002
GWTklasse laag	0	*	*	*	1.000
GWTklasse middel	1.323	0.281	4.70	<.001	3.753

Wald tests for dropping terms

Term	Wald statistic	d.f.	F statistic	F pr.
afstandnatuurm	9.60	1	9.60	0.008
GWTklasse	22.08	1	22.08	<0.001

Residual d.f. 13

Kluut

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(30)	t pr.	antilog of estimate
Constant	2.361	0.312	7.57	<.001	10.60
afstandbebouwingm	-0.001863	0.000599	-3.11	0.004	0.9981
GWTklasse laag	1.237	0.472	2.62	0.014	3.447
GWTklasse middel	0.920	0.420	2.19	0.036	2.510
geluidsklasse 2	-0.771	0.371	-2.08	0.046	0.4627
geluidsklasse 3	-1.765	0.791	-2.23	0.033	0.1712

Wald tests for dropping terms

Term	Wald statistic	d.f.	F statistic	F pr.
afstandbebouwingm	9.666	1	9.67	0.004
GWTKlasse	8.678	2	4.34	0.022
geluidsklasse	6.690	2	3.34	0.049

Residual d.f. 30

Knobbelzwaan

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(209)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-0.525	0.173	-3.03	0.003	0.5918
provincie NH	0.556	0.335	1.66	0.098	1.745
provincie ZH	0.1889	0.0624	3.02	0.003	1.208
ronde 3	0.316	0.152	2.08	0.039	1.371
afstandbebouwingm	-0.0001621	0.0000649	-2.50	0.013	0.9998
geluidsklasse 2	-0.2486	0.0725	-3.43	<.001	0.7799
geluidsklasse 3	0.296	0.253	1.17	0.244	1.344

Wald tests for dropping terms

Term	Wald statistic	d.f.	F statistic	F pr.
provincie	10.931	2	5.47	0.005
ronde	4.334	1	4.33	0.039
afstandbebouwingm	6.246	1	6.25	0.013
geluidsklasse	13.593	2	6.80	0.001

Residual d.f. 209

Wintertaling

Estimates of parameters

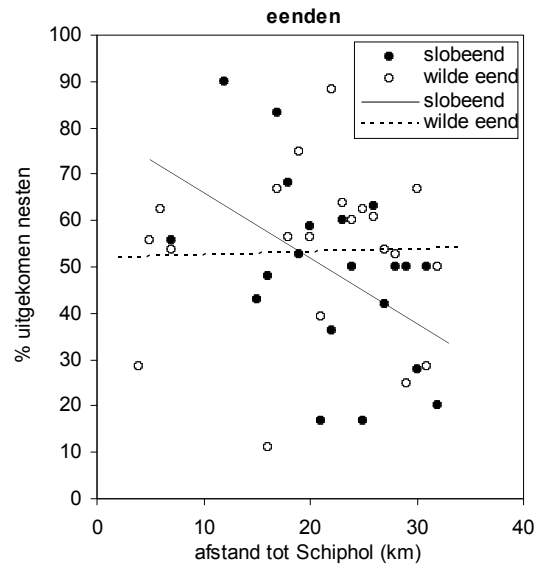
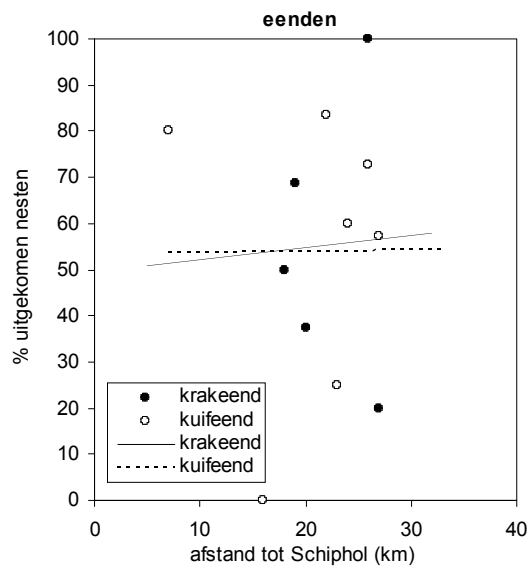
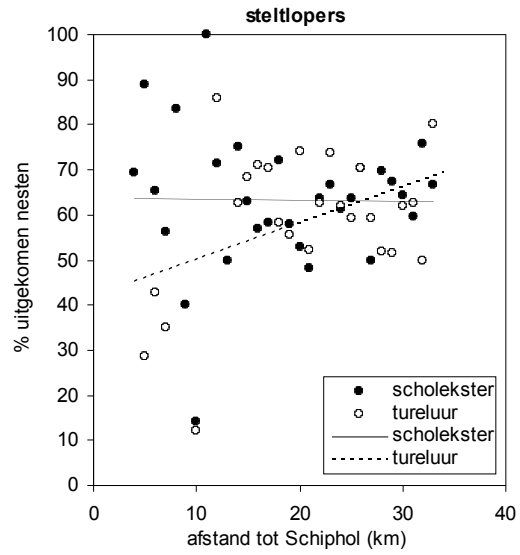
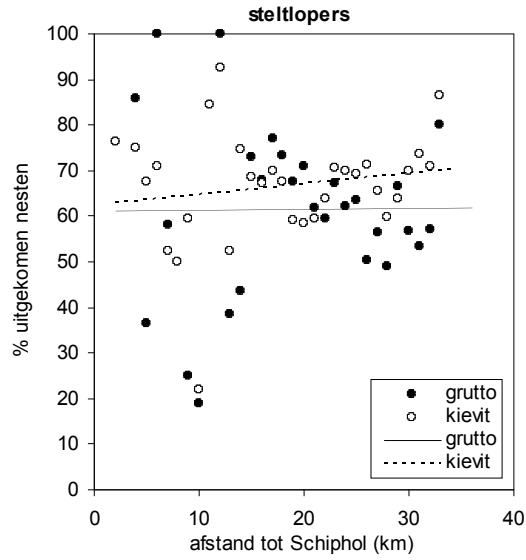
Parameter	estimate	s.e.	t(20)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.406	0.259	1.57	0.133	1.501
afstandnatuurm	0.000417	0.000189	2.21	0.039	1.000
afstandbebouwingm	-0.000796	0.000243	-3.27	0.004	0.9992
geluidsklasse 2	-0.541	0.217	-2.49	0.022	0.5819
geluidsklasse 3	0.070	0.486	0.14	0.886	1.073

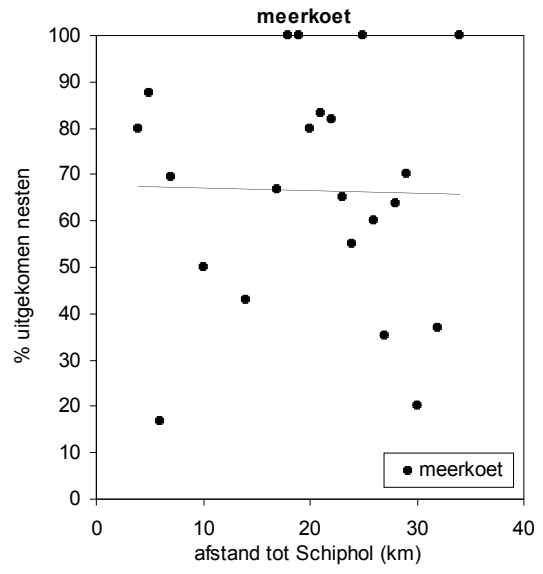
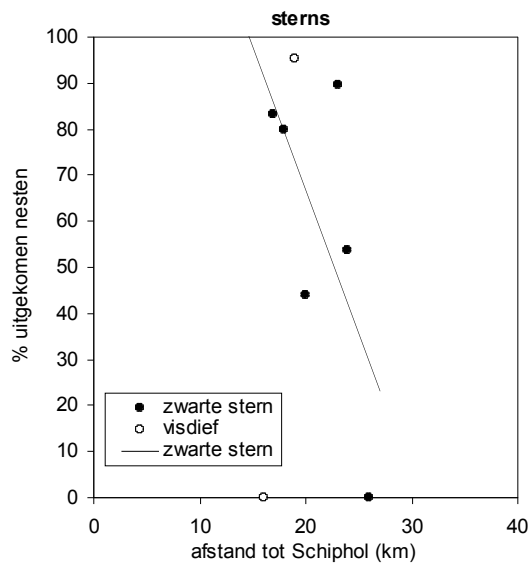
Wald tests for dropping terms

Term	Wald statistic	d.f.	F statistic	F pr.
afstandnatuurm	4.870	1	4.87	0.039
afstandbebouwingm	10.721	1	10.72	0.004
geluidsklasse	6.332	2	3.17	0.064

Residual d.f. 20

Bijlage 3 Verband tussen aandeel uitgekomen nesten en de afstand van de bedrijfslocatie tot Schiphol.







Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl