

Ecologische **monitoring**  
van de **Nachtzwaluw** in  
**Noord-Brabant** in  
**2008-2010**



André van Kleunen,  
Henk Sierdsema,  
Marijn Nijssen,  
Ties Huigens,  
Popko Wiersma &  
Pieter Wouters

Sovon-rapport 2012/43





# Ecologische monitoring Nachtzwaluw in Noord-Brabant in 2008-2010

André van Kleunen, Henk Sierdsema, Marijn Nijssen, Ties  
Huigens, Popko Wiersma & Pieter Wouters



Dit project is mogelijk gemaakt door een subsidie  
van Provincie Noord-Brabant

**Provincie Noord-Brabant**



Dit project is uitgevoerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland in samenwerking met Stichting Bargerveen en De Vlinderstichting, en met medewerking van Vogelwerkgroep De Kempen.

Stichting Bargerveen  
Afdeling Dierecologie, RU Nijmegen  
Postbus 9010  
6500 GL Nijmegen  
website: [www.barger.science.ru.nl](http://www.barger.science.ru.nl)



De Vlinderstichting  
Postbus 506  
6700 AM Wageningen  
e-mail: [info@vlinderstichting.nl](mailto:info@vlinderstichting.nl)  
internet: [www.vlinderstichting.nl](http://www.vlinderstichting.nl)



Vogelwerkgroep De Kempen  
Postbus 386  
5500 AJ Veldhoven  
e-mail: [info@vwgdekempen.nl](mailto:info@vwgdekempen.nl)  
website: [www.vwgdekempen.nl](http://www.vwgdekempen.nl)



## Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2016

Dit project is mogelijk gemaakt door een subsidie van Provincie Noord-Brabant

Provincie Noord-Brabant

*Wijze van citeren:* van Kleunen A., Sierdsema H., Nijssen M., Huigens T. & Wouters P. 2012. Ecologische monitoring Nachtzwaluw in Noord-Brabant in 2008-2010. Sovon-rapport 2012/43. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

*Illustratie omslag:* Jap Smits, Pieter Wouters

*Opmaak:* John van Betteray

*ISSN-nummer:* 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
e-mail: [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
website: [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)



Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon en/of opdrachtgever.

# Inhoud

Dankwoord	3
Samenvatting	5
Summary	7
1. Inleiding	9
1.1. Achtergrond en doelstelling	9
1.1.1. Onderzoek naar de sturende variabelen voor de aanwezigheid en aantalsontwikkeling van Nachtzwaluw in Noord-Brabant	9
1.1.2. Ecologische monitoring van de Nachtzwaluw in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide	9
1.2. Verantwoording	10
1.3. Leeswijzer	10
2. Ruimtelijke analyse factoren die voorkomen Nachtzwaluw in Noord-Brabant bepalen	11
2.1. Inleiding	11
2.2. Werkwijze	11
2.2.1. Te verklaren variabelen	11
2.2.2. Verklarende variabelen	12
2.2.3. Analyseprocedure	14
2.3. Resultaten	15
2.4. Discussie en conclusies	16
3. Analyses trends Nachtzwaluwen	17
3.1. Inleiding	17
3.2. Methodes	17
3.2.1. Data aantallen Nachtzwaluwen	17
3.2.2. Omgevingsvariabelen	18
3.2.3. Statistiek	19
3.3. Resultaten analyse aantallen Nachtzwaluwen	19
3.3.1. Aantalsontwikkeling Nachtzwaluwen	19
3.3.2. Correlaties aantalsontwikkeling Nachtzwaluw met omgevingsvariabelen	20
3.3.3. Schatten van invloed van omgevingsvariabelen	21
3.4. Resultaten analyse van de landelijke trend: indexen	27
3.5. Discussie en conclusies	31
3.5.1. Correlaties met omgevingsvariabelen	31
3.5.2. Conclusies	32
4. Ecologische monitoring Nachtzwaluw Strabrechtse Heide en Leenderbos	35
4.1. Inleiding	35
4.2. Algemene aanpak	35
4.2.1. Algemene strategie	35
4.2.2. Onderzoekgebied	35
4.3. Foerageergebieden Nachtzwaluwen in relatie tot kapbeheer en begrazing	38
4.3.1. Inleiding	38
4.3.2. Methoden	38
4.3.3. Resultaten en analyse	42
4.3.4. Discussie, conclusies en aanbevelingen	42
4.4. Reproductie Nachtzwaluw en kapbeheer - begrazingsbeheer	44
4.4.1. Inleiding	44
4.4.2. Reproductie	44
4.4.2. Methoden	44
4.4.3. Resultaten en analyse	47
4.4.4. Conclusies	50

4.5. Dieetstudie	50
4.5.1. Inleiding	50
4.5.2. Methoden	51
4.5.3. Resultaten en analyse	53
4.5.4. Conclusies	62
5. Synthese	63
5.1. Kapbeheer	63
5.2. Begrazing	63
5.3. Overige conclusies	63
5.4. Aanbevelingen voor verdere uitwerking van het Nachtzwaluwonderzoek	64
Referenties	65
Bijlagen hoofdstuk 2	67
Bijlage 2.1. Resultaten statistische analyse voorkomen Nachtzwaluw Noord-Brabant –variabelen.	67
Bijlagen hoofdstuk 3	69
Bijlage 3.1. landelijk gebiedenoverzicht	69
Bijlage 3.2. Omgevingsvariabelen, hoofdcategoriën	72
Bijlage 3.3. Subcategorieën van variabelen in tabel 3.1	73
Bijlage 3.4. Aantalsontwikkelingen per gebied	74
Bijlage 3.5. Correlaties	80
Bijlage 3.6. Principale componenten	82
Bijlage 3.7. GLM-modellen relatie Nachtzwaluw-indexen en variabelen	84
Bijlagen hoofdstuk 4.	85
Bijlage 4.1. De verdeling van de foerageerlocaties en de random-punten over habitats in de onderzoeksgebieden	85
Bijlage 4.2. De verdeling van de foerageerlocaties en de random-punten over de graasklassen in de onderzoeksgebieden	86
Bijlage 4.3. Overzicht van alle geïdentificeerde nachtvlindersoorten in het dieet van de Nachtzwaluw	87
Bijlage 4.4. Trendbeoordeling 1980-2012 van alle nachtvlindersoorten uit het dieet van de Nachtzwaluw	89

---

## Dankwoord

Een groot aantal organisaties en personen verleende op een of andere wijze medewerking aan dit onderzoek. We zijn hen allen dankbaar hiervoor. Hieronder volgt een zo compleet mogelijk overzicht. Provincie Noord-Brabant verstrekke subsidie voor dit project en met name Wiel Poelmans was nauw betrokken bij het onderzoek. De uitvoering van de veldstudie zou niet mogelijk zijn geweest zonder de medewerking van Staatsbosbeheer, in het bijzonder Jap Smits. Vele vrijwilligers en studenten hielpen enthousiast met het verzamelen van een grote hoeveelheid data over de ecologie van de Nachtzwaluw: Peer van den Akker, Eric van Asten, Wil Beeren, Harold Bierens, Peer Busink, Frans Damen (†), Ton Geerts, Alfonso Gil, Hetty Fokkens-Norde, Bjorn van Gestel, Hans Hermans, Ben Jacobs, Bep Jansen, Carlo Kant, Rien Kelders, Jacques van Kessel, Sjors de Kort, Wilma Meurs, Jac van de Palen, Cees van Rooij, Geert Sanders, Mark Sloendregt, Peter Sprengers, Adri Staals, Wil de Veer, Ton Verwegen, Martien Vortenbosch, Roel Winters, Jan Wouters, Jac Seijkens, Theo van Mierlo, Marijn vd Berk, Louiza Haloui, Marloes Schouten, Steven Geurts, Madeleine Bongers, Wolbert van den Broek, Marije de Kruif, Marjanne van Hulsel, Giel van der Linden, Roel van Bezouw, Suzanne le Comte, Tom van de Zilver, Jody-Joëlle Vodegel en Nout Jansen. Jan Kolsters (Vogelwerkgroep De Kempen) was in 2009 en 2010 betrokken bij het lichtvallenonderzoek. Jan Wouters, Wil Beeren en Carlo van Seggelen hielpen bij het vangen en ringen van de Nachtzwaluwen.

Kees Kromhouts, schaapherder op de Strabrechtse Heide, werkte mee aan de monitoring van de begra-

zing daar. Truus Verheijen en Hans Teeven verzorgden de huisvesting van diverse studenten. Jeroen Nienhuis (Sovon) hielp met de verwerking van de nestgegevens en de analyse ervan via de Digitale Nestkaart.

De uitvoering van de bureaustudie zou niet mogelijk zijn geweest zonder de medewerking van een groot aantal terreinbeheerders en terreinkenners:

- Boswachterij Chaam: André Muller (Staatsbosbeheer)
- Boswachterij Dorst: Theo Bakker (Staatsbosbeheer)
- Cartierheide: Pieter Wouters
- De Utrecht e.o.: Peer Busink (Vogelwerkgroep Midden-Brabant)
- Grenspark de Zoom: Ignace Ledegen (Grenspark)
- Kampina: Leo de Bruin (Natuurmonumenten)
- Leenderbos en Groote Heide: Jap Smits (Staatsbosbeheer)
- Loonse en Drunense Duinen: Leo de Bruin (Natuurmonumenten)
- Maashorst: Klaas van der Laan (Staatsbosbeheer)
- Oirschotse Heide: Jos Swarts en Menno Hornman (Defensie) en Rob Felix (Natuurbalans)
- Rucphense Heide en Weerter- en Budelerbergen: Jos Swarts en Menno Hornman (Defensie)
- Stevensbergen: Jan Rots (Unie van Bosgroepen)
- Strabrechtse heide: Jap Smits (Staatsbosbeheer), Joost Vogels (Stichting Bargerveen)

Tenslotte wordt Fred Hustings (Sovon) bedankt voor de redactie van deze rapportage en John van Betteray, ook Sovon voor het verzorgen van de opmaak van dit rapport.





## Samenvatting

In 2008-2010 zijn een drie jaar durende veldstudie en bureau studie uitgevoerd naar verschillende aspecten van de (populatie)ecologie van de Nachtzwaluw. Deze studies waren vooral gericht op Noord-Brabant, waar een belangrijk deel van de Nederlandse broedpopulatie van deze soort voorkomt. In de voorliggende rapportage zijn de resultaten uitgewerkt met het doel om de factoren die de populatiedynamiek van de soort beïnvloeden te begrijpen. Een belangrijk onderdeel hiervan is de impact van terreinbeheer op de soort.

Dit Nachtzwaluwonderzoek werd gefinancierd door de Provincie Noord-Brabant. Het werd uitgevoerd door Sovon, Stichting Bargerveen, De Vlinderstichting met de hulp van vrijwilligers van lokale vogelwerkgroepen en studenten.

De habitatvoorkeur, de impact van drukfactoren en terreinbeheer op Nachtzwaluwaantallen in Noord-Brabant werden geanalyseerd gebruik maken van MARS-modellen waarin diverse (habitat, druk, beheer gerelateerde)parameters voor territoriumlocaties en willekeurig gekozen punten werden vergeleken. De resultaten hiervan (Hoofdstuk 2) bevestigen de van de soort bekende voorkeur voor halfopen terrein met zandige plekken. Opmerkelijk is de voorkeur voor nabij gelegen (natuurlijke) graslanden en boerenland. Deze vormen vermoedelijk (aanvullend) foerageerhabitat. Verder bleken bevolkingsdichtheid en stikstofdepositie een negatieve invloed te hebben op Nachtzwaluwaantallen. Twee typen heideherstelmaatregelen, het creëren van open plekken in bos en begrazing met lage graasdruk, bleken een positieve invloed te hebben op de Nachtzwaluwaantallen. In Hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd van een regressieanalyse van veranderingen in Nachtzwaluwaantallen op broedplaatsen in Nederland en variabelen met betrekking tot het weer, klimaat, eutrofiëring, verzuring en habitatkenmerken. De aantallen bleken positief beïnvloed door warme en kalme weercondities. Vermoedelijk zijn deze gunstig voor de voedselbeschikbaarheid en de overleving van de nestjongen. Verder bleek de toename in de Nachtzwaluwaantallen sinds 1980 sterk te correleren met een afname in stikstof- en zwaveldepositie. Correlaties met klimaatdata van verschillende Afrikaanse regio's waren in tegenspraak met elkaar.

De veldstudie werd uitgevoerd op de Strabrechtseheide en in het Leenderbos, twee gebieden gelegen in het oosten van Noord-Brabant met relatief grote Nachtzwaluwpopulaties. In deze gebieden bestaande uit bos en heide zijn diverse terrein-

beheermaatregelen uitgevoerd. De veldstudie was gericht op het verzamelen van data van terreingebruik, broedsucces, dieet en voedselbeschikbaarheid. The resultaten hiervan worden gepresenteerd in hoofdstuk 4. Deze zijn geanalyseerd om de volgende vragen te kunnen beantwoorden:

**Foerageren:** Wat is de relatie tussen de ligging van de foerageerlocaties, kaalkap en begrazing.

**Broedsucces:** Wat is de relatie tussen de ligging van de nestlocaties, broedsucces, de conditie van de nestjongen en terreinbeheer (kaalkap, begrazing)?

**Dieet:** beïnvloedt begrazing de voedselbeschikbaarheid voor Nachtzwaluwen?

Tussen 2008 en 2010 werden in totaal 35 Nachtzwaluwen uitgerust met radiozenders en er werden 1635 waarnemingen van foeragerende vogels verzameld. De terreinkarakteristieken van deze foerageerlocaties werden vergeleken met die van een gelijk aantal willekeurig gekozen punten. Uit de vergelijking kwam duidelijk naar voren dat Nachtzwaluwen een voorkeur hebben voor kaalkap en heide boven habitats met een hoger boombedekking. Dit ondersteunt de conclusies van de bureau studie (Hoofdstuk 1) dat kaalkapbeheer gunstig kan zijn voor de Nachtzwaluw. Met betrekking tot begrazing waren de resultaten uit de twee studiegebied inconsistent. Vervolganalyses zijn nodig om de relatie met begrazingsbeheer in detail te onderzoeken.

In 2008-2010 werden 37 Nachtzwaluwnesten gevolgd. De terreinkarakteristieken van de nestlocaties werden vergeleken met de relatieve beschikbaarheid ervan (oppervlakte-aandeel). Nachtzwaluwen broeden zowel op kaalkap als op heide, maar vermeden daar gebieden met hoge graasdruk. Zowel het broedsucces als de conditie van de nestjongen verschilde niet tussen nesten op kaalkap en heide noch tussen verschillende begrazingsregimes.

Het dieet werd onderzocht door voedselproppen van nestjongen te verzamelen. De talrijkheid en soortensamenstelling van nachtactieve insecten in de foerageergebieden van de Nachtzwaluw werden gevolgd door middel van lichtvallen. Trends in de aantallen van nachtvlinders in Noord-Brabant en Nederland werden berekend op basis van monitoringdata van de Vlinderstichting. Het dieet van de Nachtzwaluw in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide bleek vergelijkbaar en werd gedomineerd door nachtvlinders, aangevuld met andere insectensoorten, zoals mestkevers, boktorren en schietmotten. Begrazing beïnvloedde niet het aantal nachtvlinders, maar de

dichtheid van mestkevers was het hoogst in begraasde terreindelen.

Hoewel de aantallen nachtvlinders in Nederland licht zijn toegenomen, is het niet aannemelijk dat dit de toename van de Nachtzwaluaantallen volledig verklaart. Hogere nachttemperaturen in recente decennia zouden de periodes van activiteit van de nachtvlinders kunnen hebben doen toenemen. Dit wordt ondersteund door een analyse van het Nachtzwaluw dieet en de overeenkomsten in karakteristieken tussen de prooi-soorten (mobiliteit en zwermgedrag).

Geconcludeerd wordt dat:

- Nachtzwaluwen aantallen positief correleren met een toename van de gemiddelde zomertemperatuur en een afname van de gemiddelde windsnelheid.
- De toename in broedaantallen correleert met een afname van stikstof- en zwaveldepositie.
- Kaalkap een positief effect heeft op Nachtzwaluw-aantallen.
- Extensieve begrazing waarschijnlijk een positief effect heeft.
- Intensieve begrazing een negatief effect heeft op de kwaliteit van het broedhabitat.

## Summary

### Monitoring Ecology of European Nightjar *Caprimulgus europaeus* in Noord-Brabant, the Netherlands, in 2008-2010

In 2008-2010 a three-year field study and a desk study were undertaken to unravel the conservation ecology of European Nightjar, in particular in the province Noord-Brabant in the south of The Netherlands, holding an important part of the national breeding population. In this report results are presented, aiming at a better understanding of drivers of population dynamics, in particular with regard to impact of habitat management.

This study was funded by the local government of Noord-Brabant and was conducted by Sovon Dutch Centre for Field Ornithology, Bargerveen Foundation, Dutch Butterfly Conservation and with the help of many volunteers of local bird study groups and students.

Habitat preferences, the impact of pressures and habitat management on European Nightjar numbers in Noord-Brabant were analysed by comparing territory locations with randomly chosen points, using MARS-models. Results (Chapter 2) confirm the well-known preference for semi-open areas with sandy spots, but, perhaps more remarkably, also reveal a preference for (nearby) (natural) grassland and farmland. Such areas probably offer (additional) foraging habitat. Human population density and nitrogen deposition have a negative impact on Nightjar numbers. Two habitat management measures, frequently used in heath restoration, have positive impacts: clear cuts in woodland (especially in somewhat older stages) and grazing (but only at low densities).

In Chapter 3 we present a regression analysis of changes in Nightjar numbers (at sites) in the Netherlands and variables such as weather, climate, eutrophication, acidification and habitat features. Numbers are positively influenced by warm and calm weather conditions, probably enhancing food-availability and survival of nestlings. Furthermore, the increase in the species' numbers since 1980 strongly correlates with a decline in nitrogen and sulphur deposition levels. Correlations with climate data from different African regions are partly contradictory.

The field study took place at two sites in the eastern part of Noord-Brabant harbouring relatively large European Nightjar breeding numbers: Strabrechtse Heide and Leenderbos. In these areas, consisting of forests and heathland, a variety of habitat management measures have been carried out. We focused at collecting data on habitat use, reproductive effort,

diet and food availability. The three year study resulted in a huge data set, part of which is presented in Chapter 4. Efforts were concentrated to answer the following questions:

**Foraging:** What is the relation between foraging locations, clear cuts and grazing?

**Breeding effort:** What is the relation between the nesting locations, breeding effort, chick condition and habitat management (clear cuts, grazing)?

**Diet:** Does grazing management affect food availability for European Nightjars?

We equipped 35 individual birds with radio-transmitters in 2008-2010 and collected 1635 exact records of foraging birds. Habitat characteristics at these foraging locations were compared to those at (an equal number of) random points. Nightjars clearly preferred clear cuts and heath over habitats with higher tree-cover. This supports the conclusions of the desk study (Chapter 1) that clear cut management can be favourable for this species. With regard to grazing-management, results for both areas were inconsistent. Subsequent analysis might be required to unravel the relationship with grazing management in more detail.

We located and monitored 37 Nightjar nests in 2008-2010. Habitat characteristics at the nest sites were compared to the relative surface (availability) of these categories. Nightjar nested both on clear cuts and heath, but avoided high-intensity grazing areas. Breeding results did not differ significantly between nests in clear cuts and heath, or among different (extensive) grazing regimes. The same applies to the condition (index) of the nestlings.

Diet was studied by collecting food pellets from nestlings. Abundance and species composition of night active insects in the foraging areas of European Nightjars was monitored by light traps. Trends in numbers of moths in Noord-Brabant and The Netherlands were calculated using monitoring data from the Dutch Butterfly Conservation.

Nightjar diets in both areas were quite similar and predominantly consisted of moths, with other insects (e.g. dung beetles, longhorn beetles, caddisflies) as additional food. Grazing did not affect availability of moths, but densities of dung beetles were highest in grazing areas.

Although trends in numbers of moths have slightly increased in The Netherlands, it is unlikely that this fully explains the strong increase in European Nightjar numbers. Higher night temperatures in

recent decades may have enhanced the periods of activity of moths. This is supported by an analysis of Nightjar diet in relation to communal characteristics of prey species (mobility, swarming behaviour).

We conclude that:

- European Nightjar numbers positively correlate with an increase in average summer temperatures and a decrease in average wind speed
  - The increase in breeding numbers correlates with a decline in nitrogen and sulphur deposition levels
  - Clear cuts in woodland have a positive impact
  - Low-intensity grazing probably has a positive impact
  - High-intensity grazing has a negative impact on the quality of the breeding habitat.
-

# 1. Inleiding

## 1.1. Achtergrond en doelstelling

De Nachtzwaluw is één van de prioritaire soorten van het natuurbeleid van Provincie Noord-Brabant. De soort komt hier relatief algemeen voor in grote heide-, stuifzand- en bosgebieden. In het in 2005 opgestelde soortbeschermingsplan voor deze soort is geconstateerd dat de er onvoldoende inzicht is in de factoren die het voorkomen van deze soort sturen (van Kleunen *et al.* 2005). Zo wordt in veel heide- en bosterreinen begrazings- en kapbeheer toegepast ten behoeve van de instandhouding van soorten van open milieus. Het is echter onduidelijk in hoeverre deze maatregelen resulteren in gunstige omstandigheden voor lokale nachtzwaluwpopulaties.

Met subsidie van Provincie Noord-Brabant voerde Sovon in samenwerking met Stichting Bargerveen en De Vlinderstichting - in 2008-2010 een bureaustudie uit op provincieschaal en een veldstudie in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide. Het onderzoek richtte zich op de factoren die het voorkomen van de Nachtzwaluw in Noord-Brabant sturen. De uitvoering van deze ecologische monitoring in 2008-2010 verliep in het algemeen goed en resulteerde in een grote hoeveelheid data.

In 2011 is bij de provincie Noord-Brabant een subsidieverzoek ingediend en toegekend om de verzamelde gegevens nader te analyseren, teneinde de factoren die het voorkomen van de Nachtzwaluw in Noord-Brabant (en Nederland) bepalen gedetailleerd in beeld te brengen. Een ander doel was om de relatie tussen begrazing en kapbeheer enerzijds, en het voorkomen van Nachtzwaluwen anderzijds, te bepalen, zodat concrete aanbevelingen kunnen worden gegeven voor beleid en terreinbeheer.

Om deze doelen te bereiken zijn verschillende onderzoeksvragen geformuleerd. In dit rapport wordt getracht deze te beantwoorden op basis van de bureau- en veldstudies.

### 1.1.1. Onderzoek naar de sturende variabelen voor de aanwezigheid en aantalsontwikkeling van Nachtzwaluw in Noord-Brabant

Het is niet goed bekend welke factorenbepalend zijn voor de aantallen (en veranderingen daarin) van de Nachtzwaluw. Dat vormt een belangrijke lacune in onze kennis. Over het algemeen is sprake van toename, maar er zijn ook gebieden en biotopen waar de soort niet toeneemt of zelfs afneemt. Gebiedsoverstijgende processen, zoals klimaatverandering, zouden een rol kunnen spelen bij de toename. Uitbreiding en herstel van heideterreinen vielen lokaal samen met toenames, maar niet altijd. Ogenscheinlijk geschikte terreinen bleven onbezet of

kennen een relatief lage dichtheid. Lokale factoren zoals terreinbeheer (plaggen, opslagverwijdering, begrazing), recreatie en verkeer zijn hierbij mogelijk doorslaggevend. Typerend voor Noord-Brabant is dat Nachtzwaluwen niet alleen op heide en langs stuifzand voorkomen, maar ook heef frequent in bos. De soort broedt in dennenplantages op grote kapvlaktes, maar ook in open dennenbossen (vaak vliegdennenbos). Deze populaties volgen veelal niet de landelijke positieve trend maar laten een stabilisatie of zelfs afname zien. Voor wat de dennenplantages betreft is dit te verklaren is door veranderend bosbeheer, waarbij geen plaats meer is voor grootschalige kaalkap. De oorzaken voor de stabilisatie en afnames in open dennenbossen zijn echter onbekend.

Er zijn twee analyses uitgevoerd:

1. Voor Nachtzwaluw gebieden in Noord-Brabant is gekeken hoe het voorkomen bepaald wordt door beheer, verstoring en terreinkenmerken. Hiervan wordt verslag gedaan in hoofdstuk 2.
2. Landelijk is gekeken hoe aantalsveranderingen van Nachtzwaluwen gestuurd worden door weer, klimaat, depositie van vermestende en verzurende verbindingen, en biotoopkenmerken. Hiervan wordt verslag gedaan in hoofdstuk 3.

### 1.1.2. Ecologische monitoring van de Nachtzwaluw in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide

De ecologie van de Nachtzwaluw in Noord-Brabant (en Nederland) is maar gedeeltelijk bekend, zeker als het gaat om factoren die de populatiedynamiek bepalen (van Kleunen 2005). Er is daarom een veldstudie opgezet met als doel meer kennis te verzamelen over terreingebruik, reproductie, voedselkeuze en voedselabundantie. Deze geïntegreerde aanpak moet het mogelijk maken om de aantalsontwikkeling beter te begrijpen.

De volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd. Deze worden behandeld in hoofdstuk 4.

#### *Foerageren*

Wat is de relatie tussen de ligging van foerageerplaatsen van Nachtzwaluwen en begrazing en kapbeheer?

#### *Broedsucces en conditie*

Wat is de relatie tussen nestplaatskeuze en broedsucces van de Nachtzwaluw, conditie van de jongen en kap- en begrazingsbeheer?

#### *Dieet van Nachtzwaluwen*

In welke mate is begrazing van invloed op het prooi-aanbod voor Nachtzwaluwen en daarmee de samenstelling van het dieet. Daarbij kan gedacht worden

aan directe beïnvloeding (aanwezigheid mestfauna) en indirecte (dichtheid en soortenspectrum van nachtvlinders) via de structuur en compositie van de vegetatie. De vragen die in dit hoofdstuk worden beantwoord zijn:

- Bestaan er verschillen in dieet van Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en het Leenderbos?
- Bestaan er jaarlijkse verschillen in dieet?
- Welke prooigroepen en -soorten zijn het belangrijkste?
- Is er een duidelijk verband tussen het prooiaanbod in de terreinen en het dieet van Nachtzwaluwen?
- Wat zijn de effecten van begrazing en andere beheermaatregelen op het prooiaanbod en het dieet?

## 1.2. Verantwoording

Voor de uitvoering van deze ecologische studie is een samenwerkingsverband opgezet tussen Sovon Vogelonderzoek Nederland, Stichting Bargerveen/Afdeling Dierecologie Radboud Universiteit Nijmegen en De Vlinderstichting. De laatste twee genoemde organisaties waren betrokken vanwege hun grote kennis op het gebied van voedsel-ecologisch onderzoek en kennis van nachtinsecten. Vanuit Sovon werd dit project gecoördineerd door Henk Sierdsema en André van Kleunen, vanuit Stichting Bargerveen/RU Nijmegen door Marijn Nijssen en Peter Beusink en vanuit De Vlinderstichting door Dick Groenendijk (2008-2010) en Ties Huigens (2012).

Bij de uitvoering van de ecologische monitoring in het veld waren vanuit deze organisaties Pieter

Wouters (Sovon) en Stef Waasdorp (Stichting Bargerveen) betrokken. De uitvoering zou niet mogelijk zijn zonder de inzet van vrijwilligers van de Vogelwerkgroep De Kempen, diverse IVN-werkgroepen en studenten.

De determinatie van de nachtvlinders uit de lichtvallen werd verzorgd door Joop Woelke (De Vlinderstichting); de determinatie van de nachtvlinders uit de verzamelde voedselproppen is uitgevoerd door Jippe van der Meulen (De Vlinderstichting). Databewerking van de nachtvlinderdata uit het Landelijk Bestand Nachtvinders (Noctua) werd gedaan door Willem Ellis (WVF).

Bij de dataverzameling en analyses ten behoeve van de bureaustudie (Hoofdstuk 2) waren vanuit Sovon Popko Wiersma en Loes van den Bremer betrokken. Vanuit de Provincie Noord-Brabant is dit project begeleid door Wiel Poelmans.

## 1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt verslag gedaan van de analyse van Nachtzwaluw-gebieden in Noord-Brabant in relatie tot beheer, verstoring en terreinkenmerken.

Hoofdstuk 3 analyseert op landelijke schaal de aantalstrends van Nachtzwaluwen in relatie tot weer, klimaat, depositie van vermestende en verzurende verbindingen en biotoopkenmerken.

In hoofdstuk 4 komt de ecologische monitoring in het Leenderbos en de Strabrechtse Heide in 2008-2010 aan bod.

Tot slot worden in hoofdstuk 5 conclusies samengebracht en vertaald naar implicaties voor de bescherming van Nachtzwaluwen in Noord-Brabant.

## 2. Ruimtelijke analyse factoren die voorkomen Nachtzwaluw in Noord-Brabant bepalen

### 2.1. Inleiding

Ontwikkelingen in het voorkomen van Nachtzwaluwen lijken enerzijds te worden bepaald door gebiedsoverstijgende processen, maar deze verklaren niet (verschillen in) het voorkomen op lokaal niveau. Ten behoeve het natuurbeleid en beheer van natuurgebieden is het belangrijk om te weten welke factoren op groot en klein schaalniveau het voorkomen van Nachtzwaluwen in Noord-Brabant bepalen.

### 2.2. Werkwijze

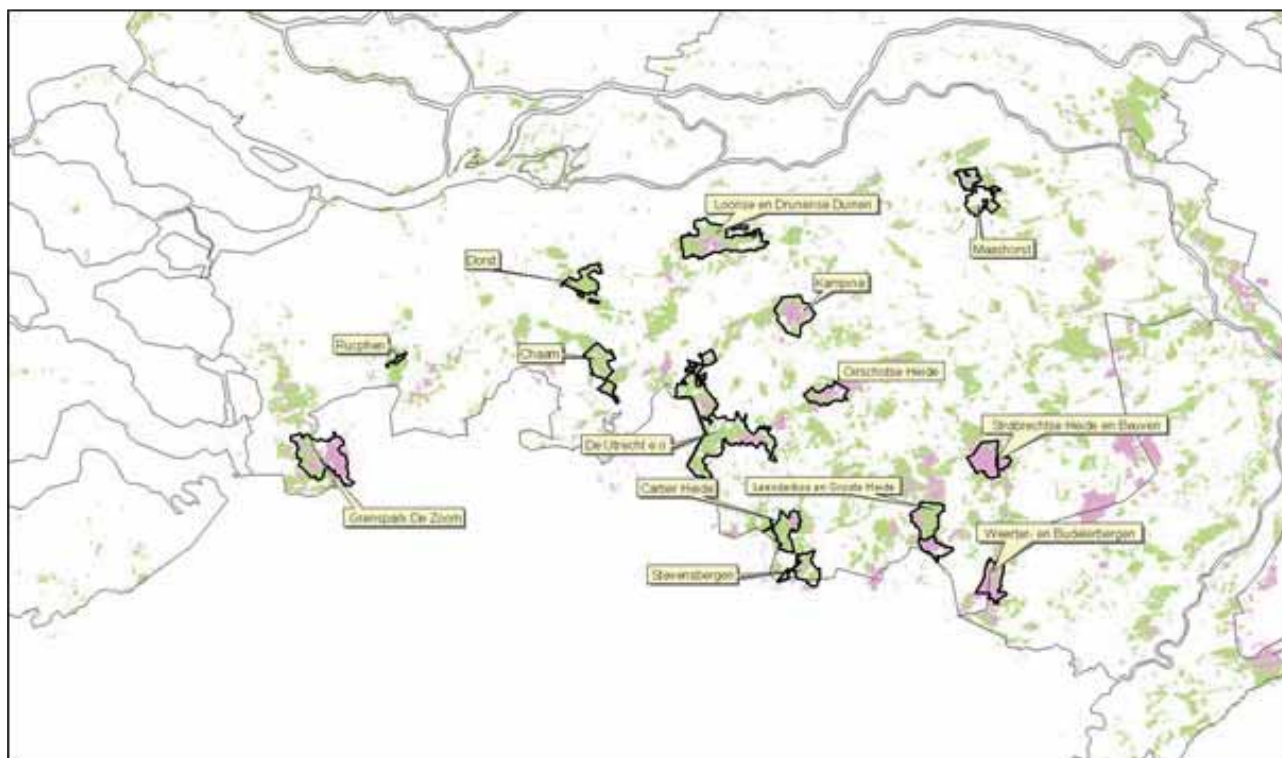
Er is gekozen voor een ruimtelijke analyse, waarbij het voorkomen van Nachtzwaluwen in Nachtzwaluwgebieden in Noord-Brabant verklaard wordt door een set van voor deze soort relevant geachte variabelen.

#### 2.2.1. Te verklaren variabelen

Er zijn 14 Noord-Brabantse gebieden geselecteerd, bestaande uit bos, heide en/of stuifzand, waarvan recente gebiedsdekkende informatie omtrent de Nachtzwaluw-territoria (n=330) beschikbaar is (ta-

Tabel 2.1. Geselecteerde onderzoeksgebieden, met jaar waaruit informatie over de ligging van de Nachtzwaluw-territoria beschikbaar is en het aantal territoria. / Selected study sites in Noord-Brabant, census year and number of territories

Gebiedsnaam	jaar	n territoria
Boswachterij Chaam	2005	3
Boswachterij Dorst	2007	0
Cartierheide	2006	24
De Utrecht e.o.	2007	55
Grenspark de Zoom	2007	80
Kampina	2007	5
Leenderbos en Grootte Heide	2007	50
Loonse en Drunense Duinen	2007	16
Maashorst	2002	9
Oirschotese Heide	2003	15
Rucphen	2006	2
Stevensbergen	2007	17
Strabrechtse Heide en Beuven	2007	34
Weerter en Budelerbergen	2007	20
Totaal		330



Figuur 2.1. Ligging en begrenzing onderzoeksgebieden. / Selected study sites holding European Nightjar territories in Noord-Brabant.

bel 2.1, figuur 2.1). Deze gebieden zijn zo gekozen dat ze een grote variatie laten zien in terreintypen en variabelen (zie 2.2.2).

Gebiedsdekkende informatie op territorium-niveau was voor de geselecteerde gebieden niet altijd uit zeer recente jaren beschikbaar (tabel 2.3). Voor de analyse vormt dit geen obstakel omdat de variabelen per onderzoeksgebied gerelateerd worden aan het jaar waarin de Nachtzwaluwen geteld werden.

De territoria zijn gedigitaliseerd in GIS. Ten behoeve van de analyse is het nodig om als vergelijkingsmateriaal willekeurig gekozen punten in de onderzoeksgebieden te nemen. Met behulp van de GIS-extensie Hawth-tools zijn er in totaal 500 gekozen.

Omdat het werkelijke territorium van een Nachtzwaluw groter is dan een punt (territoriumstip op kaart), is het voor sommige variabelen relevant om te werken met een invloedzone rondom het punt. Met behulp van GIS zijn buffers gemaakt met een straal van 100, 250 en 500 meter. Deze kunnen worden gezien als een maat voor het leefgebied waarin de vogels actief zijn (broedterritorium en voedselterritorium; van Kleunen *et al.* 2007).

### 2.2.2. Verklarende variabelen

De verklarende variabelen kunnen grofweg worden ingedeeld in beheeringrepen, verstoringsfactoren en terreinkenmerken.

#### *Beheeringrepen*

In vrijwel alle Noord-Brabantse bos- en heidegebieden vinden beheeringrepen plaats, met verschillende doelstellingen. Met betrekking tot de Nachtzwaluw zijn de volgende relevant:

- Instandhouden heide en stuifzandgebieden (tegenaan vergrassing/successie)
- Uitbreiden en ontsnipperen van heide- en stuifzandgebieden
- Creëren natuurlijker bos (natuurlijke verjonging, groter aandeel inheemse soorten bomen)
- Houtproductie.

Om deze doelstellingen te bewerkstelligen, worden maatregelen toegepast als kappen, begrazen en plaggen, maaien, opslag verwijderen en branden. Hoewel in algemene zin evaluaties van heide- en stuifzandherstel hebben plaatsgevonden (van Turnhout *et al.* 2008), is onbekend of deze maatregelen al dan niet gunstig uitpakken voor Nachtzwaluwen (van Kleunen *et al.* 2005). Alleen van grootschalige kaalkap is bekend dat het tijdelijk tot geschikte habitat leidt (Busink 2005).

Beheeringrepen zijn in beeld gebracht via interviews met terreinbeheerders of terreinkenners, of op basis van beheerrapportages. In het algemeen is steeds de begrenzing ingetekend op kaart, waarbij relevante feiten (type maatregel, jaar van uitvoering, duur en intensiteit) werden genoteerd. Kappen en plaggen

blijken in sommige onderzoeksgebieden niet te zijn bijgehouden. In die gevallen zijn ze, indien recent uitgevoerd, zichtbaar op luchtfoto's en op grond hiervan te begrenzen in GIS. Voor deze analyse is gebruik gemaakt van foto's in [www.maps.live.nl](http://www.maps.live.nl) (in 2011). Hieronder volgt een toelichting per type maatregel.

#### *Kappen*

Kappen vindt plaats ten behoeve van verschillende doeleinden. Voor deze analyse worden onderscheiden:

- Ontwikkeling open natuur (heide-/stuifzand uitbreiding): in de regel niet herbebest
- Bosbeheer:
  - Houtproductie: wordt normaal gesproken herbebest
  - Bosverjonging: natuurlijke verjonging, dus raakt herbebest

Dunningen zijn niet meegenomen in de analyse, omdat ze niet/zeer beperkt relevant geacht worden voor het voorkomen van Nachtzwaluwen. Er is bovendien weinig informatie beschikbaar over het type dunning dat is uitgevoerd.

Niet van alle kapvlaktes is het jaar van ontstaan bekend. Indien onbekend is geschat of de kapvlakte ouder of jonger dan tien jaar was. Uit een studie in De Utrecht e.o. blijkt dat kapvlaktes ouder dan tien jaar snel ongeschikt raken voor Nachtzwaluwen (Busink 2005).

*Tabel 2.2. Criteria voor de voor analyse onderscheiden begrazingsregime, gebaseerd op Bosman et al. (1999). / Categorisation of grazing intensity based on Bosman et al. (1999).*

Categorie	Periode	intensiteit (GVE/100ha)
intensief in broedtijd	mei-sep	>5
intensief buiten broedtijd	sep-apr	>5
extensief in broedtijd	mei-sep	<5
extensief buiten broedtijd	sep-apr	<5

#### *Begrazing*

Op veel heideterreinen wordt begrazingsbeheer toegepast. Voor deze analyse wordt onderscheid gemaakt tussen intensieve en extensieve begrazing, en tussen begrazing tijdens en buiten de broedtijd van de Nachtzwaluw (tabel 2.2). Alle grazers zijn omgerekend naar Grootvee-eenheden (GVE) volgens tabel 2.3. Voorts is vastgelegd of de begrazing tijdens het Nachtzwaluw-teljaar al dan niet nog plaatsvond.

#### *Overige beheermaatregelen*

Andere veelgebruikte maatregelen om terreinen open te houden of heidevegetaties te herstellen zijn



Tabel 2.3. Omrekening van grazers naar Grootvee-eenheden, gebaseerd op Bosman *et al.* (1999). / Conversion of cattle species to standard unit for grazing capacity (after Bosman *et al.* 1999).

Grazer	GVE
Koe	1
Geit	0,3
Paard	1
Rund/Schotse hooglander	1
Schaap	0,3

plaggen, maaien, duinharken (stuifzandherstel), branden (ook ongepland) en opslag verwijderen. Al deze maatregelen zijn begrensd en het jaar van uitvoering is bepaald of geschat. Hiervoor is een indeling gemaakt in recent uitgevoerd (<5 jaar) en niet-recent uitgevoerd (>5 jaar geleden). Ook is gekeken of binnen de onderzoeksgebieden vernattingsmaatregelen hebben plaatsgevonden. Dit bleek niet het geval.

#### Verstoringsfactoren

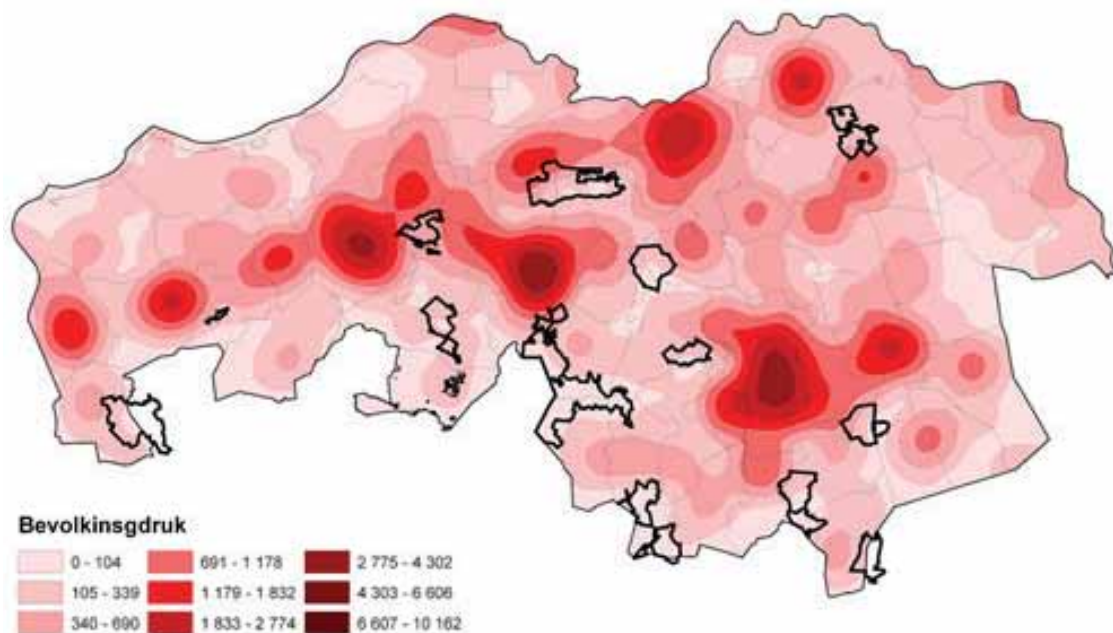
Uit eerder onderzoek is bekend dat recreatiedruk en (lawaai van) verkeer van invloed kunnen zijn op de aanwezigheid van Nachtzwaluwen en andere vogels (Langston *et al.* 2007, Foppen *et al.* 2002). Deze factoren zijn in alle Noord-Brabantse Nachtzwaluwgebieden in wisselende mate aanwezig. Voorts vinden in een aantal terreinen militaire oefeningen plaats, die gepaard gaan met menselijke aanwezig-

heid en verplaatsingen van gemotoriseerde voertuigenverkeer door het terrein. Dit kan anderzijds ook als onbedoelde beheersvorm worden gezien: open houden van terreinen (van Kleunen *et al.* 2005). Hieronder wordt toegelicht hoe informatie over de verstoringfactoren is verzameld en bewerkt voor de analyse.

#### Recreatie

De meeste gebieden zijn voor een groot deel opengesteld via wegen en paden. Officieel is betreding alleen toegestaan tussen zonsopkomst en zonsondergang. In enkele gebieden zijn speciale hondenlooplegebieden. Informatie over bezoekersaantallen ontbreekt meestal. De volgende variabelen worden beschouwd als maat voor de mate waarin een gebied wordt bezocht door recreanten:

- Padenlengte in de Nachtzwaluw-buffers (zie 2.2.1) op basis van de Top10-vectorkaart 2006 (Topografische Dienst). In afgesloten gebieden is deze automatisch nul.
- Hondenlooplegebieden (via interviews en recreatiekaarten). Er is vastgesteld of een territorium/punt in een hondenlooplegebied ligt.
- Afstand van een territorium/punt tot de dichtstbijzijnde parkeerplaats. Parkeerplaatsen zijn in GIS gedigitaliseerd op basis van recreatiekaarten.
- Bewoningsdichtheid uitgedrukt in een kernel-densitykaart (GIS methode om puntinformatie om te zetten in dichtheidskaarten) met een straal van 5 km rondom het centrum van postcode5-gebieden (figuur 2.2).



Figuur 2.2. Bevolkingsdruk in Brabant (aantal inwoners per vierkante kilometer). De kaart is bedoeld als een van de maten voor de recreatiedruk in natuurterreinen. De onderzoeksterreinen zijn dik omlind. / Human population density is used as one of the proxies for recreation intensity in the study areas.

### Verkeer

Als indicatie voor de verkeersdruk is een geluidscontourenkaart gecombineerd met informatie over verstoringszones langs wegen (Reijnen *et al.* 1992, Foppen *et al.* 2002;). Deze is weergegeven in vijf klassen van 0 (niet verstoord) tot 4 (ernstig verstoord). Voor elke Nachtzwaluw-/puntbuffer is het gemiddelde niveau verstoringsniveau berekend.

### Militaire oefeningen

Defensie, Dienst DGW & T verstrekte informatie over begrenzings en type oefeningen (bivakgebieden, pioniersgebieden, rupsvoertuigen en verzamelgebieden). Voor de analyse is bepaald of een Nachtzwaluw-territorium/punt in een gebied ligt, waar dit type oefeningen plaatsvindt en wat de oppervlakte is van het oefengebied.

### Terreinkenmerken

Hierbij gaat het om basisvariabelen die het voorkomen van Nachtzwaluwen bepalen, zoals terreintype en kwaliteit ervan. Hieronder volgt een toelichting hoe informatie is verzameld en bewerkt.

### Bodemtype

Voor elk Nachtzwaluw-territorium/punt is de grondsoort bepaald met behulp van de Bodemkaart van Nederland.

### Terreintype

Voor elke Nachtzwaluw/punt-buffer is de relatieve oppervlakte van terreintypen bepaald op basis van

de Top10 vectorkaart 2006. Het gaat hierbij om terreintypen als naaldbos, loofbos, vochtige heide en droge heide en stuifzand.

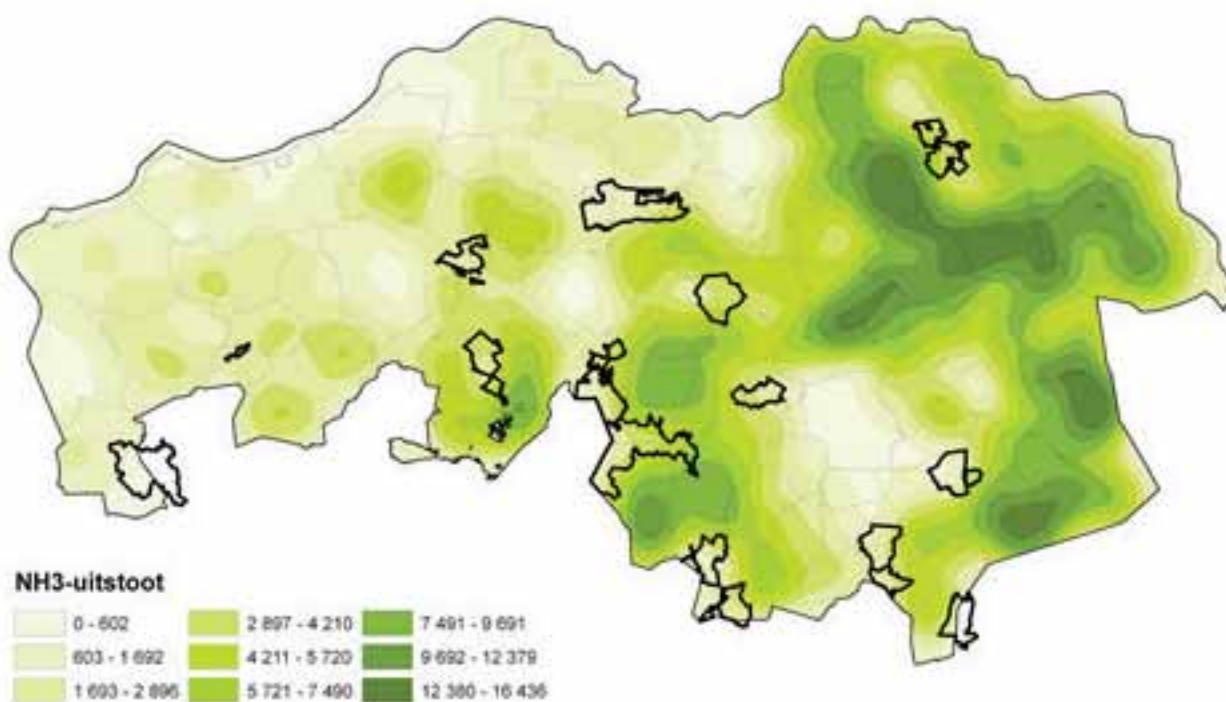
Voorts is op basis van bewerkingen van de Top10 vectorkaart 2006 en de CBS bodemstatistiek de bosrandlengte bepaald en de dichtheid aan vrijstaande bomen.

### NH<sub>3</sub>-depositie.

Depositie van stikstofverbindingen waaronder ammoniak kan in belangrijke mate de kwaliteit van vegetaties beïnvloeden (o.a. vergrassing van heide). Recente, gedetailleerde depositiekaarten waren echter niet beschikbaar. Wel is van agrarische bedrijven de NH<sub>3</sub>-emissie bekend (stankcirkel-kaart Provincie Brabant). Deze informatie is ruimtelijk geïnterpooleerd (kernel density, straal van 5 km) om een ruimtelijke maat te krijgen voor de depositiedruk (figuur 2.3).

### 2.2.3. Analyse methode

Voor de analyse van de verspreiding van Nachtzwaluwen in Noord-Brabant zijn de locaties van territoria z in de onderzoeksterreinen vergeleken met een gelijk aantal willekeurig gekozen punten in dezelfde terreinen. Op deze manier kan worden bepaald of Nachtzwaluwen specifieke terreinkenmerken opzoeken en met welke omgevingsvariabelen de verspreiding samenhangt. Voor elk punt (met en zonder Nachtzwaluwen) is voor verschillende afstanden (0-100, 0-250 en 0-500 m) de waarde van de



Figuur 2.3. NH<sub>3</sub>-emissie (mol/ha/jaar) van agrarische bedrijven. De onderzochte gebieden zijn dik omlind. / Levels of NH<sub>3</sub>-emitted by agro industry (mol/ha/year. Surveyed areas are outlined in black).

omgevingsvariabelen bepaald. Er kan immers een verschil zijn in factoren die voor Nachtzwaluwen van belang zijn in de omgeving van hun zangposten ('nesten') respectievelijk in de bredere omgeving, waar bijvoorbeeld het meeste voedsel wordt gezocht. Bovendien kan op deze wijze beter bepaald worden of relaties op toeval berusten dan wel een meer structureel karakter hebben. Als min of meer dezelfde variabele verschillende malen naar voren komt als significant, is de kans groter dat deze relatie ook in ecologische zin betekenisvol is.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van zogenaamde MARS-modellen. Deze statistische techniek maakt het mogelijk om niet-lineaire verbanden in beeld te brengen. Een variabele kan bijvoorbeeld pas vanaf een bepaald drempelniveau een relatie vertonen. Of de relatie kan een optimum hebben: het voorkomen neemt toe tot een bepaalde waarde, maar daarboven weer af.

## 2.3. Resultaten

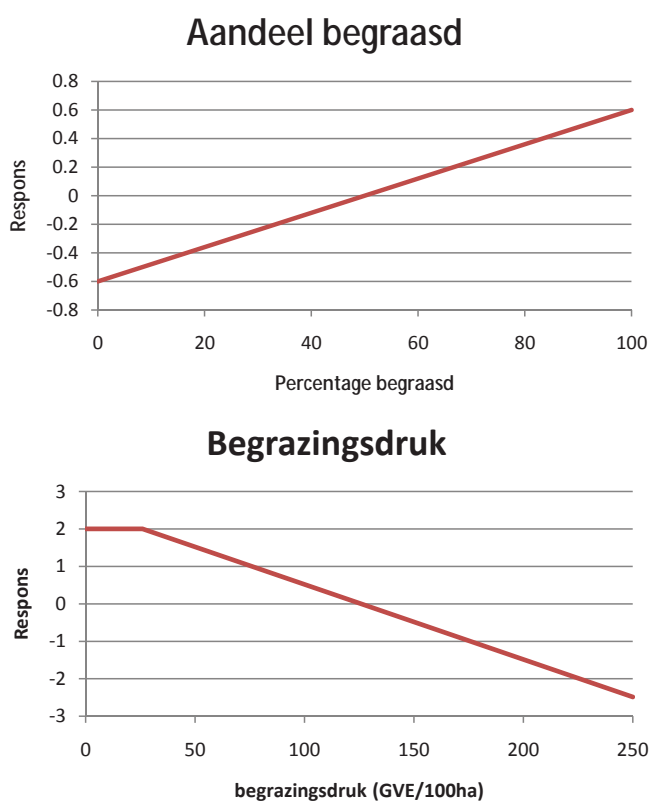
In bijlage 2.1 wordt een overzicht gegeven van de variabelen die een significante (= betekenisvolle) invloed hebben op de aanwezigheid van Nachtzwaluwen in de Noord-Brabantse onderzoeksgebieden. De significantie staat in de kolom 'p-waarde': hoe kleiner dit getal, hoe kleiner de kans dat de gevonden relatie op toeval berust. Waarden kleiner dan 0.05 worden over het algemeen als significant beschouwd. Per variabele is in de kolom 'teken' aangegeven of deze een positieve dan wel een negatieve invloed heeft. De variabelen zijn gesorteerd per teken en daarbinnen op afnemende significantie.

De analyses laten zien dat het voorkomen in sterke mate positief samenhangt met de aanwezigheid van verspreid staande bomen en kapvlaktes. Ook is er een duidelijk positieve relatie met de leeftijd van kapvlaktes en jonge aanplanten: op oudere kapvlaktes, die overwegend al weer dichtgroeien, is de kans op de aanwezigheid van Nachtzwaluwen groter dan op jonge kapvlaktes. Ook een aantal andere variabelen die het 'klassieke' Nachtzwaluw-biotop beschrijven laten een positief verband zien. Dit zijn onder meer de aanwezigheid van open zand, de beslotenheid van het landschap en de aanwezigheid van spontaan opgeslagen bos. Andere biotoopvariabelen met een positief verband worden echter veel minder geassocieerd met Nachtzwaluwen: voorbeelden zijn de aanwezigheid van (soortenrijke) graslanden, agrarisch gebied (in zijn algemeenheid) en natte vegetaties. Opmerkelijk, maar mogelijke een artefact, is ook de positieve correlatie met de aanwezigheid van vlakvormige bebouwing binnen 100 meter afstand; bij de andere afstanden is dit verband niet gevonden.

Tenslotte is er een positief verband gevonden met de aanwezigheid van begrazing en de begrazingsduur.

De aanwezigheid van Nachtzwaluwen laat een sterk negatief verband zien met de mate van urbanisatie: in gebieden waar veel mensen wonen is de kans op de aanwezigheid van Nachtzwaluwen kleiner. Voorts is er (afstand 500 m) een negatief verband met het aandeel heide. Dit duidt er op dat grote open heide-terreinen niet favoriet zijn. De aanwezigheid van water en moeras verkleint de kans op Nachtzwaluwen, net als een groot aandeel akkerland in de omgeving en de aanwezigheid van veel bebouwing in het buitengebied. Militair gebruik en de dichtheid aan paden laten eveneens een negatief verband zien. Dit geldt ook voor de afstand tot parkeerplaatsen, maar alleen wanneer die afstand meer dan 1200 meter bedraagt; deze relatie komt bovendien alleen naar voren bij de analyse van omgevingsvariabelen in een straal van 500 om het territorium.

Verder is een licht negatief verband gevonden met de  $\text{NH}_3$ -emissie. Tenslotte is er een duidelijk negatief verband vastgesteld met de begrazingsdruk. Dit duidt erop dat begrazing weliswaar een positieve



Figuur 2.4. en 2.5. Relatie voorkomen Nachtzwaluw en percentage begraasd terrein en begrazingsdruk. / Presence of European Nightjar in relation to extend of grazing (% surface) (fig 2.4) and grazing intensity (fig. 2.5.)

invloed heeft op het voorkomen van Nachtzwaluwen, maar alleen bij zeer lage veedichtheden.

## 2.4. Discussie en conclusies

De gevonden correlaties met habitatvariabelen ondersteunen in het algemeen het bestaande beeld van de biotoopvoorkeur: nachtzwaluwen prefereren halfopen (niet te open) terreinen met aanwezigheid van open zand. De positieve relatie met voor de soort ogenschijnlijk atypische biotopen als soortenrijke graslanden en agrarisch gebied valt mogelijk te verklaren door de rol die deze biotopen kunnen spelen als foerageergebied (zie ook paragraaf 4.3.4).

Uit de analyse komen enkele verbanden naar voren die duiden op een versturende invloed van menselijke activiteiten in het leefgebied van de Nachtzwaluw; een verband dat ook in Engeland is aangetoond (Langston *et al.* 2007).

De licht negatieve relatie tussen het voorkomen van Nachtzwaluwen en NH<sub>3</sub>-emissie is niet onverwacht, gezien de gevolgen van verhoogde depositie van vermestende stoffen op de vegetatiesamenstelling in de voedselarme, schaars begroeide milieus die de voorkeur hebben van de Nachtzwaluw.

De analyse van de beheervariabelen duidt erop dat Nachtzwaluwen profiteren van het ontstaan van kapvlaktes en dat deze geschikter worden naar mate ze ouder zijn. Busink (2007) rapporteerde reeds over de aantrekkelijkheid van grootschalige kapvlaktes voor Nachtzwaluwen, maar constateerde tevens dat na herinplant een kapvlakte na 10 jaar ongeschikt wordt.

Verder duidt de analyse erop dat begrazing gunstig kan zijn voor het voorkomen van Nachtzwaluwen, mits de begrazingsdruk niet te hoog is (zie ook paragraaf 4.3.4).

## 3. Analyses trends Nachtzwaluwen

### 3.1. Inleiding

Aantalsveranderingen van Nachtzwaluwen, zoals waargenomen in Noord-Brabant, staan niet los van die in omliggende gebieden. Er kan uitwisseling plaatsvinden van adulte (volwassen) vogels tussen gebieden, mogelijk zelfs over grote afstanden; hierover is echter amper iets bekend. Ook is niet bekend of jonge vogels terugkeren naar hun geboorteplaats (filopatrie) om er zelf te gaan broeden, dan wel zich verspreiden over een groter areaal. In het laatste geval kan dit een krachtig mechanisme zijn om nieuwe gebieden te koloniseren, zeker na een jaar met een goed reproductief succes. Onderzoek in Groot-Brittannië suggereert dat Nachtzwaluwen snel nieuwe habitat kunnen koloniseren (Ravenscroft 1989, Bowden & Green 1991), wat zou wijzen op een redelijke mate van dispersie. Een lokaal bovengemiddeld broedsucces kan er op die manier toe leiden dat suboptimale gebieden worden bevolkt door Nachtzwaluwen, simpelweg omdat er geen betere gebieden beschikbaar zijn. In zo'n geval spreken we van *source*- en *sink*-gebieden (bron- en afvoergebieden). Een *sink*-gebied draagt niet bij aan de groei van de populatie, maar kan wel groei laten zien, veroorzaakt door het opnemen van het surplus uit *sources*. Het is een grote tekortkoming dat er vrijwel niets bekend is omtrent de dispersie van Nachtzwaluwen, de lokale jongenproductie en hoe die varieert tussen jaren en habitats. Zonder deze informatie is het zeer moeilijk om de populatiedynamiek van de Nachtzwaluw te doorgronden.

Dat de aantalsontwikkelingen in Noord-Brabant niet alleen afhankelijk zijn van lokale omstandigheden, wordt duidelijk uit parallel lopende ontwikkelingen elders, zowel binnen Nederland als daarbuiten. Zo zien we in Groot-Brittannië een afname vanaf eind jaren zestig/begin jaren zeventig van de vorige eeuw, leidend tot een dieptepunt rond 1981, maar gevolgd door een toename nadien (Langston *et al.* 2007). Volgens Bowden & Green (1991) wordt dit patroon verklaard door veroudering van bossen die in 1920-30 zijn aangeplant en gedeeltelijk zijn geveld gedurende de periode 1970-80. De ontstane kapvlaktes en jonge aanplantingen zijn vervolgens gekoloniseerd door Nachtzwaluwen (en Boomleeuweriken *Lullula arborea*). Dit werd gevolgd door een afname in aantallen als de bomen 15-20 jaar oud zijn en de bladerkroon zich sluit (Bowden & Green 1991). Hier wordt dus uitsluitend gewezen op lokale oorzaken (die deels overeenkomen met de ontwikkeling van bossen in Nederland, het aantalsverloop van Nachtzwaluwen tussen 1960-80 vergelijkbaar was).

Andere studies wijzen ook op mogelijke oorzaken die ver buiten het broedgebied liggen. Veel bosvogelsoorten laten op Europese schaal een afname zien tussen 1970 en 2000, met name lange-afstandtrekkers, wat factoren in de Afrikaanse overwinteringsgebieden suggereert (Sanderson *et al.* 2006). Op Europese schaal neemt de Nachtzwaluw echter af in de periode 1970-1990, en bleef een toename van 1990 tot 2000 uit (Sanderson *et al.* 2006). Dit is niet conform de trend in Nederland, wat erop lijkt te wijzen dat bij de Nederlandse toename lokale factoren meespelen.

Om zicht te krijgen op globale factoren die mogelijk een rol spelen in het aantalsverloop van Nachtzwaluwen in Nederland hebben we gekeken naar correlaties met weers- en depositiegegevens van Nederland en weersgegevens uit de Afrikaanse overwinteringsgebieden. Correlaties kunnen echter geen oorzakelijke verbanden bewijzen. Daarom onderzoeken we of we met statistische technieken eventuele gevonden correlaties kunnen bekrachtigen.

### 3.2. Methodes

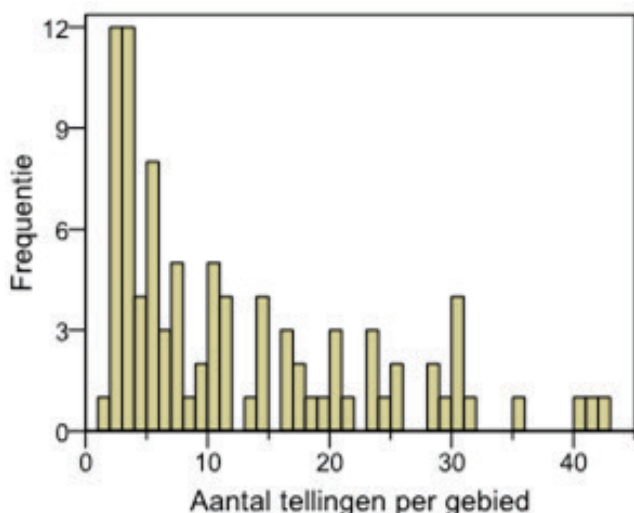
Voor de analyse van trends in (belangrijke) Nachtzwaluw-gebieden zijn twee benaderingen toegepast:

- Analyse van de getelde aantallen per gebied (paragraaf 3.3)
- Analyse van de landelijke indexen (paragraaf 3.4)

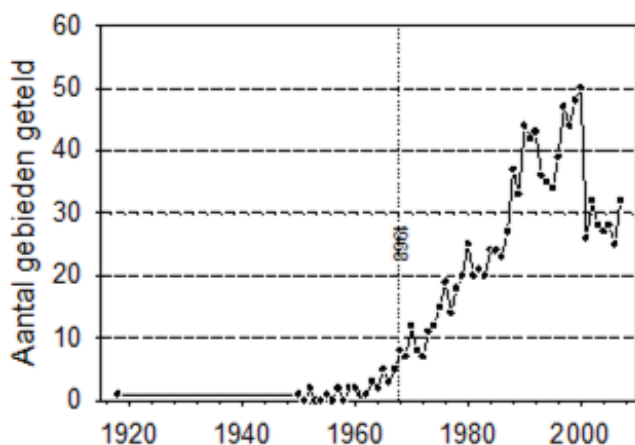
#### 3.2.1. Data aantallen Nachtzwaluwen

Telgegevens van territoria van Nachtzwaluwen zijn afkomstig uit het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (LSB; inmiddels overgegaan in BMP-Zeldzame soorten), het Broedvogel Monitoring Project (BMP) en tellingen uit de zogenaamde Oude-Tijdreeks (OT) van Sovon. OT-gegevens gaan vooraf aan het LSB- en BMP-project. De oudste gegevens in het bestand stammen uit 1918 en de laatste (verwerkte) gegevens stammen uit 2007. Enkele datapunten zijn toegevoegd uit gepubliceerde telgegevens. Alle tellingen zijn op jaarbasis, oftewel één aantal per gebied per jaar.

In de analyses zijn veel kleine telgebieden samengevoegd wanneer ze deel uitmaken van een groter aaneengesloten gebied (bijlage 3.1). Wanneer er twee of minder tellingen zijn uitgevoerd in een gebied gedurende de gehele onderzochte periode, is dit gebied weggelaten uit analyses (figuur 3.1). Telling van vóór 1968 zijn weggelaten omdat er toen slechts sporadisch geteld werd en gegevens alleen beschik-



Figuur 3.1. Frequentieverdeling van het aantal jaarlijkse tellingen per gebied vanaf 1918. / Frequency distribution of number of annual European Nightjar inventories per study site, since 1918.



Figuur 3.2. Aantal getelde gebieden per jaar. Veel kleine telgebieden zijn samengevoegd (zie bijlage 3.1). Tellingen voor 1968 zijn niet meegenomen in analyses. / Number of surveyed sites per year. Many smaller sites were lumped (Annex 3.1.). Surveys carried out before 1968 were excluded from analysis.

baar zijn uit een klein aantal gebieden (hooguit vijf) (figuur 3.2).

De exercitie resulteerde in een bestand met 842 tellingen van 61 gebieden, die gemiddeld gedurende 13.8 jaren geteld werden (mediaan 11).

### 3.2.2. Omgevingsvariabelen

#### Weer en klimaat

Etmaalgemiddeldes van Nederlandse weersgegevens zijn verzameld door het KNMI (De Bilt, Nederland) en voor deze studie afkomstig van weerstation Eindhoven, dat voor de Noord-Brabantse situatie

het meest toepasselijk is. We mogen ervan uitgaan dat de weersgegevens van Eindhoven, gemiddeld over langere termijnen (meerdere maanden), sterk zullen correleren met de weersgegevens van andere Nederlandse locaties. Deze weersgegevens zijn vrij verkrijgbaar op de website van het KNMI (climexp.knmi.nl). De gegevens omvatten gemiddeldes, en in bepaalde gevallen maxima en minima van temperatuur, neerslag, windsnelheid, luchtvochtigheid, wolkbedekking en zonneschijnduur (bijlage 3.2 en 3.3).

Ook uit de overwinteringsgebieden zijn neerslaggegevens verzameld. Omdat de overwinteringsgebieden van Nederlandse Nachtzwaluwen niet goed bekend zijn, betreft het gegevens uit verschillende Afrikaanse regio's gelegen ten zuiden van de Sahara (Cramp & Simmons 1983), namelijk Oost-Afrika, Centraal-Afrika (www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/gHCN-monthly; ook verkrijgbaar via climexp.knmi.nl) en de Sahel (jisaio.washington.edu/data/sahel).

#### Depositie verzurende of vermistende verbindingen

Het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (RIVM Nederland) meet sinds enkele decennia concentraties van verschillende vervuilende gassen in de atmosfeer op enkele plaatsen in Nederland. Deze gegevens kunnen worden gevonden in Airbase van de European Environment Agency (dataservice.eea.europa.eu/dataservice). Wij hebben gebruik gemaakt van maandgemiddeldes van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>), stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>); stoffen die een verzurende of vermistende werking hebben op de bodem en daarvoor de vegetatie beïnvloeden.

#### Biotopen

In de bestanden worden 11 verschillende biotopen onderscheiden die elkaar echter niet volledig uitslui-

Tabel 3.3. Omschrijving en frequentie van biotopen van de 61 telgebieden (zie ook bijlage 3.1). Characteristics and frequency of occurrence of habitats of the 61 selected sites.

Biotop	frequentie
1 Bos	4
2 Loof- en gemengd bos	1
3 Naaldbos	7
4 Vliegdenbos	3
5 Bos en heide	5
6 Vliegdenbos en heide	3
7 Halfopen cultuurland	2
8 Heide	14
9 Heide, stuifzand en hoogveen	13
10 Duinen	4
11 Hoogveen	5

ten (tabel 3.3). Van de 61 telgebieden bestaat 44% uit heidebiotoop of heide, stuifzand en hoogveen. De gebieden zijn verder onderverdeeld in vijf regio's: noord, oost, zuid, west en centraal (bijlage 3.1).

### 3.2.3. Statistiek

Trends in de teldata zijn berekend met behulp van het softwarepakket TRIM (v. 3.53; CBS). We hebben een model gebruikt met tijdseffecten, hetgeen inhoudt dat er niet een lineair verband door een jaarreeks wordt gefit, maar dat effecten op aantallen per afzonderlijk jaar worden geschat (ter Braak *et al.* 1994, van Strien *et al.* 2005). Voor het berekenen van indices voor de landelijke trend is gebruik gemaakt van geïmputeerde (bijgeschatte) aantallen indien tellingen ontbreken.

Correlaties tussen populatie-indexgetallen van geheel Nederland en omgevingsvariabelen zijn uitgevoerd in SPSS v. 17. Er zijn zowel correlaties berekend met gegevens uit het jaar van telling (of de periode direct voorafgaand aan het broedseizoen), alsook met gegevens van het voorafgaande jaar. Dit is gedaan omdat effecten op reproductief succes misschien pas een jaar later zichtbaar worden (jongenrecrutering).

Effecten van omgevingsvariabelen op aantallen zijn ook getoetst met behulp van Generalized Estimating Equations (GEE) en Generalized Linear Models (GLM) in SPSS v. 17. Het voordeel ten opzichte van correlaties is dat hierbij meerdere factoren tegelijkertijd kunnen worden getoetst en het belang van de verschillende variabelen kan worden bepaald. GEE is ook de statistische techniek die in TRIM wordt gebruikt (van Strien *et al.* 2005). GEE is een uitbreiding van Generalized Linear Models, waarbij gestratificeerde data kunnen worden geanalyseerd, die dus niet uit onafhankelijke datapunten bestaan (Liang & Zegers 1986). In ons geval zijn tellingen niet onafhankelijk als ze uit een en hetzelfde gebied afkomstig zijn. Tevens kan er een specifieke correlatiestructuur aanwezig zijn in aantalsreeksen, doordat aantallen gecorreleerd kunnen zijn met (de aantallen in) eerdere jaren. Als hiermee geen rekening wordt gehouden, zijn de resulterende kansberekeningen (*P*-waarden) minder betrouwbaar. Dit kan worden ondervangen door een *first-order autoregressive* correlatiestructuur te implementeren in het statistische model. Er wordt geen vaste *scale parameter* opgegeven in het model, hetgeen inhoudt dat er getest wordt uitgaande van een quasi Poisson-verdeling. Dit is noodzakelijk omdat onze data veelal overdispersie vertonen (variantie groter dan verwacht), en dus (hoewel het om telgegevens gaat) geen Poisson-verdeling volgen.

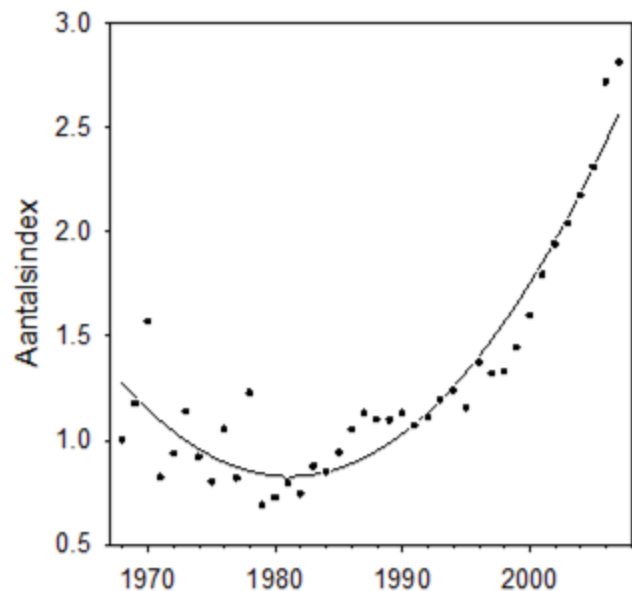
In sommige gevallen zijn GEE-modellen vervangen door GLM-modellen omdat afwezige teldata of covariabelen het schatten van een GEE-model niet toelaten. Toevoeging van 'aantal in voorafgaand jaar' als onafhankelijke variabele in een GLM-model ondervangt op zijn minst deel van het effect van correlaties tussen jaren. Aantalsverschillen ten opzicht van het voorafgaande jaar zijn geanalyseerd in GEE- dan wel GLM-modellen met normaalverdeelde afhankelijke variabele.

## 3.3. Resultaten analyse aantallen Nachtzwaluwen

### 3.3.1. Aantalsontwikkeling Nachtzwaluwen

De gemiddelde oppervlakte van de 61 gebieden bedroeg 1949 ha  $\pm$  385 SE (standaard fout), variërend tussen 35 en 20.935 ha (bijlage 3.1). Het gemiddelde aantal Nachtzwaluwen per ha per telling bedroeg  $0.00761 \pm 0.00551$  SE ( $n = 632$ ), variërend tussen 0 en 0.1273.

Vanaf het begin van de jaren tachtig vertoont het aantal Nachtzwaluwen in de meeste gebieden een stijgende tendens (bijlage 3.4 A-F). De gemiddelde trend voor alle gebieden samen is weergegeven in figuur 3.3, waarbij aantallen zijn getransformeerd naar indexen en de aantallen in 1968 gelijk zijn gesteld aan 1. De toename die vanaf ongeveer 1980 begon, zet door tot aan het laatste teljaar voor deze



Figuur 3.3. Aantalsindices van Nachtzwaluwen in Nederland. Aantallen in 1968 zijn gelijkgesteld aan 1. De lijn beschrijft een kwadratisch verband en geeft dus niet noodzakelijkerwijs het patroon optimaal weer. / Number (index) of European Nightjars since 1968. The line shows a squared curve; it does not necessarily show the best fit.

Tabel 3.4. Resultaten van GLM met  $\log_{10}$  Index als afhankelijke variabele en Jaar (0 - 39) en Jaar<sup>2</sup> als onafhankelijke covariaten. Indices zijn  $\log_{10}$ -getransformeerd om de kansverdeling Normaal te maken (Kolmogorov-Smirnov Toets,  $Z = 0.87$ ,  $P = 0.4$ ). / Generalised Linear model results.  $\log_{10}$  Index is dependent variable and year (0-39) and year<sup>2</sup> are the independent co-variates. Indices were  $\log_{10}$ -transformed in order to get a normal distribution (Kolmogorov-Smirnov test,  $Z = 0.87$ ,  $P = 0.4$ ).

Parameter	b	SE	t	P
Snijpunt	0.0591	0.0264	2.23	0.032
Jaar	-0.0178	0.0031	-5.67	<0.001
Jaar <sup>2</sup>	0.0007	0.0001	9.15	<0.001

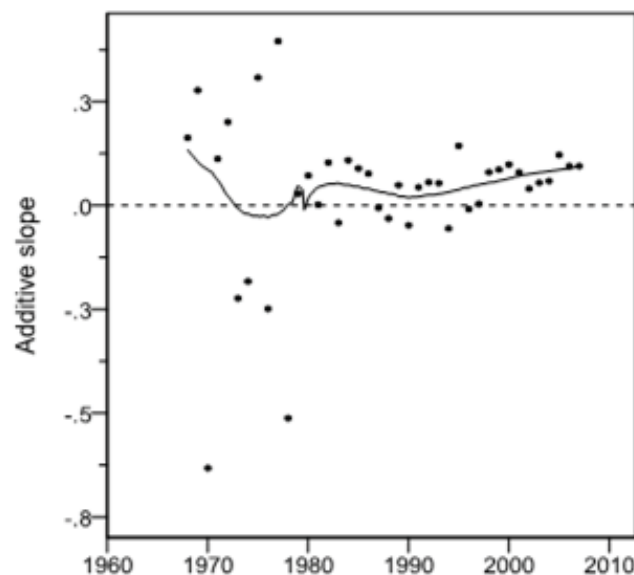
studie, 2007 (en hield ook daarna nog tot minimaal 2014 aan; Sovon). Sinds 1980 is het aantal Nachtzwaluwen met ongeveer een factor 4 toegenomen, van 0.7 naar 2.7. Dit volgde op een afname tussen 1968 tot 1980 (ongeveer factor 0.6, van 1.25 naar 0.7). Een kwadratisch verband wordt bevestigd door een GLM met Jaar en Jaar<sup>2</sup> als onafhankelijke covariaten (tabel 3.4). Let wel dat dit niet wil zeggen dat een kwadratisch verband ook daadwerkelijk de juiste beschrijving van het patroon is. Het zou bijvoorbeeld ook mogelijk zijn om het patroon te beschrijven met rechte lijnen over meerdere kortere perioden.

### 3.3.2. Correlaties aantalsontwikkeling Nachtzwaluw met omgevingsvariabelen

Als we de jaarlijkse aantalsindices uitzetten tegen de verschillende omgevingsvariabelen gemeten in Nederland (zie bijlage 3.2 en 3.3), vinden we veel significante correlaties (tabel 3.5). Aantallen zijn positief gecorreleerd met gemiddelde voorjaars/zomertemperaturen in Nederland. Dit geldt ook voor temperaturen in het voorafgaande jaar, maar die correlaties zijn bijna allemaal lager. De sterkste correlaties zijn die met de gemiddelde en maximum temperatuur in het voorjaar (mei-juni). De aantallen correleren negatief met (vooral maximum) windsnelheid, zonder duidelijk verschil tussen huidige of voorafgaande windsnelheden. Het aantal is enigszins positief gecorreleerd met minimum zicht. Er zijn vrij sterke correlaties gevonden met depositie van NO, NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub>.

Van de omgevingsvariabelen gemeten in de potentiële Afrikaanse overwinteringsgebieden zijn er verschillende gecorreleerd met aantallen (tabel 3.5). Er zijn vrij zwakke negatieve correlaties met neerslag in Centraal-Afrika en zowel positieve (zomer) als negatieve (winter) correlaties met neerslaghoeveelheden in Oost-Afrika. Er zijn geen correlaties zichtbaar met de hoeveelheid neerslag in de Sahel.

Een alternatieve benadering om de trends te analyseren is door gebruik te maken van de met TRIM geschatte *additive slopes* van de Nederlandse trend, uitgemiddeld over alle gebieden (figuur 3.4). Deze analyse is gebruikt om een beeld te krijgen van de sterke correlaties met deposities (tabel 3.5). De *additive slopes* zijn de jaarlijkse veranderingen in de hellingshoek van de lijn die het aantalsverloop beschrijft (zie figuur 3.2). *Additive slopes* zijn niet gecorreleerd met de aantalsindex van het voorgaande jaar (GLM:  $t_{1,38} = 0.22$ ,  $P = 0.83$ ). Een GLM-model met luchtverontreiniging variabelen laat significante effecten zien van NO, NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub> (tabel 3.6). Omdat deze variabelen onderling zijn gecorreleerd ( $0.80 < r < 0.92$ ), kunnen we niet onderscheiden welke van de drie stoffen het effect veroorzaakt, dan wel dat ze allemaal effect hebben. Als voorbeeld is het verband met NO<sub>2</sub> weergegeven in figuur 3.5. Deze analyses laten geen effect zien van de andere omgevingsvariabelen op de *slopes*.



Figuur 3.4. Additive slope van aantalsrend van Nachtzwaluwen berekend met TRIM, gebruikmakend van een model met tijdseffecten. Een positieve additive slope betekent dat aantallen sterker toenemen dan in het voorgaande jaar. De lijn is een interpolatie. / Additive slope of trend in European Nightjar numbers calculated with TRIM using a model with time-effects. A positive additive slope means that numbers increased stronger than in the previous year. The line shows an interpolation.



Tabel 3.5. Significante correlaties van omgevingsvariabelen met jaarlijkse indexgetallen (inclusief geïmputeerde getallen). Voor Afrika-gegevens geldt: jaar = mei voorgaande jaar - april huidige jaar; zomer = mei - augustus huidige jaar; voorjaar = januari - april huidige jaar; winter = september - december voorgaande jaar. *N* dagen = percentage aantal dagen boven gemiddelde. De volledige tabel, inclusief niet-significante correlaties, is te vinden in de bijlagen (Bijlage 7.5). Correlatiecoëfficiënten zijn cursief weergegeven als  $P > 0.05$ . NB: dit zijn lineaire correlaties; de correlatie met log-getransformeerde variabelen, zoals gebruikt in de modellen, kan hiervan afwijken. / Significant correlations between climate variables and European Nightjar number indices.

Variabele	huidige/afgelopen jaar			voorafgaande jaar		
	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>n</i>
$T_{\text{gem}}$ (mei-jun)	0.511	0.001	40	0.432	0.006	39
$T_{\text{gem}}$ (mei-aug)	0.471	0.002	40	0.411	0.009	39
$T_{\text{gem}}$ <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.438	0.005	40	0.416	0.008	39
$T_{\text{gem}}$ <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.448	0.004	40	0.407	0.010	39
$T_{\text{min}}$ (mei-jun)	0.350	0.027	40	0.300	0.063	39
$T_{\text{min}}$ (mei-aug)	0.393	0.012	40	0.362	0.023	39
$T_{\text{min}}$ <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.350	0.027	40	0.372	0.020	39
$T_{\text{max}}$ (mei-jun)	0.497	0.001	40	0.426	0.007	39
$T_{\text{max}}$ (mei-aug)	0.452	0.003	40	0.392	0.014	39
$T_{\text{max}}$ <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.482	0.002	40	0.430	0.006	39
$T_{\text{max}}$ <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.437	0.005	40	0.403	0.011	39
Windsnelheid <sub>max</sub> (mei-jun)	-0.460	0.003	40	-0.464	0.003	39
Windsnelheid <sub>max</sub> (mei-aug)	-0.452	0.003	40	-0.449	0.004	39
Windsnelheid <sub>max</sub> <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.450	0.004	40	-0.438	0.005	39
Windsnelheid <sub>max</sub> <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.498	0.001	40	-0.476	0.002	39
Windsnelheid (mei-aug)	-0.416	0.008	40	-0.400	0.012	39
Windsnelheid (mei-jun)	-0.412	0.008	40	-0.412	0.009	39
Windsnelheid <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.413	0.008	40	-0.418	0.008	39
Windsnelheid <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.340	0.032	40	-0.328	0.041	39
Zichtmin (mei-jun)	0.403	0.010	40	0.314	0.051	39
Zichtmin (mei-aug)	0.417	0.007	40	0.353	0.028	39
Zichtmin <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.379	0.016	40	0.283	0.081	39
Zichtmin <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.376	0.017	40	0.314	0.051	39
Luchtdruk <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.254	0.114	40	-0.337	0.036	39
NO	-0.615	0.003	21	-0.588	0.005	21
NO <sub>2</sub>	-0.691	0.001	21	-0.673	0.001	21
SO <sub>2</sub>	-0.687	0.001	21	-0.712	0.000	21
C.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (jaar)	-0.322	0.043	40	-0.293	0.070	39
C.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (voorjaar)	-0.399	0.011	40	-0.381	0.017	39
C.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (voorjaar)	-0.356	0.024	40	-0.294	0.069	39
C.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (zomer)	-0.303	0.058	40	-0.345	0.032	39
O.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (jaar)	0.362	0.022	40	0.388	0.015	39
O.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (voorjaar)	-0.344	0.030	40	-0.276	0.090	39
O.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (winter)	-0.536	0.000	40	-0.482	0.002	39
O.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (winter)	0.377	0.017	40	0.365	0.022	39
O.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (zomer)	0.430	0.006	40	0.485	0.002	39
O.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (zomer)	0.380	0.016	40	0.429	0.006	39

### 3.3.3. Schatten van invloed van omgevingsvariabelen

#### *Multicollineariteit*

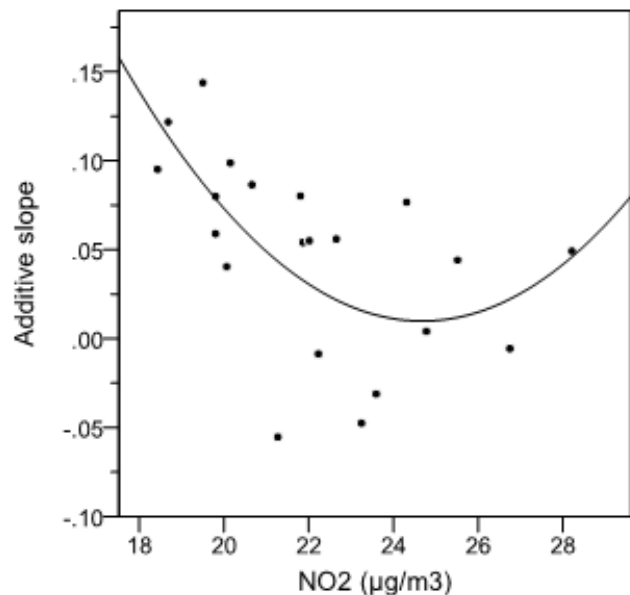
Voor de interpretatie van de correlaties berekend in paragraaf 3.3.2. (tabel 3.5) is het van belang om te beseffen dat de meeste variabelen in meer of mindere mate onderling zijn gecorreleerd. Dus als een van de temperatuurvariabelen is gecorreleerd met

het aantal Nachtzwaluwen, is het te verwachten dat ook andere temperatuurvariabelen correleren met aantal. Ook de verschillende typen variabelen (temperatuur, windsnelheid, zonschijn, etc.) zullen in meer of mindere mate zijn gecorreleerd. Dus als temperatuur is gecorreleerd met zonschijnduur, dan kunnen we verwachten dat temperatuur en zonschijnduur beide wel of niet met aantal zijn gecor-

Tabel 3.6. Resultaten van drie afzonderlijke GLM-modellen met additive slope van landelijke aantals-trends als afhankelijke variabele en luchtverontreiniging in de vorm van NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, en NH<sub>3</sub> als onafhankelijke variabele. / Results of three separate GLM-models, including the additive slope of national trends in numbers as dependent variable and air pollution (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, en NH<sub>3</sub>) as independent variable.

Parameter	b	SE	t	P	r <sup>2</sup>
Oorsprong	0.1142	0.0322	3.54	<0.005	0.20
NO	-0.0093	0.0042	-2.20	0.041	
Oorsprong	1.7697	0.6723	2.63	0.017	0.40
NO <sub>2</sub>	-0.1426	0.0590	-2.42	0.027	
NO <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.0029	0.0013	2.25	0.037	
Oorsprong	0.0855	0.0196	4.36	<0.001	0.22
SO <sub>2</sub>	-0.0060	0.0026	-2.31	0.032	

releerd. Dit probleem heet multicollineariteit en kan ondervangen worden door de gecorreleerde variabelen samen te voegen in één andere variabele. Dit kan met een Principale Componenten Analyse (PCA). De volgende analyses zijn niet gebaseerd op de gemiddelde landelijke trend, zoals in de voorgaande analyses, maar op alle afzonderlijke aantallen van alle gebieden; de ruwe data dus (bijlage 3.4). Dit betekent dat de data veel meer variatie bevatten dan de eerder geanalyseerde landelijke aantallen (tabel 3.5). De omgevingsvariabelen zijn gereduceerd tot 18 Principale Componenten (PC's; bijlage 3.6). De analyse van jaarlijkse aantallen per gebied laat correlaties zien met een aantal PC's (tabel 3.7), en tevens met een aantal interacties tussen variabelen (tabel 3.8). Factoren die correleren met de aantallen Nachtzwaluwen zijn temperatuur (positief), windsnelheid en luchtdruk (beide negatief) in Nederland, en hoeveelheid neerslag in delen van Afrika (in zo-



Figuur 3.5. Additive slope van aantals-trends van Nachtzwaluwen berekend met TRIM, gebruikmakend van een model met tijdseffecten, uitgezet tegen het depositieniveau van stikstofdioxide. Een positieve additive slope betekent dat aantallen sterker toenemen dan in het voorgaande jaar. De lijn geeft een kwadratisch verband weer. / Relationship additive slope of trend in European Nightjar numbers and NO<sub>2</sub>-deposition levels. A positive additive slope means a stronger increase in numbers than in the previous year.

mer positief en in voorjaar en winter negatief). De significante interacties duiden op complexe relaties met de aantallen. Echter, de hoeveelheid variantie tussen de tellingen wordt voor slechts 2.3% en 2.4% verklaard, voor respectievelijk een statistisch model zonder en met interactietermen. Dus ondanks de significante variabelen in het model, verklaren de variabelen weinig tot niets.

Tabel 3.7. Resultaten van stapsgewijze variabelenselectie met behulp van GEE-analyse met negatief-binomiale verdeling en een log-link, met Gebied als groepsfactor en Jaar als binnen-groepsfactor en een onafhankelijke correlatiestructuur. Verklaarde variantie: 2.3%. / Results of a stepwise selection of variables using GEE-analysis with negative binomial distribution.

Variabele	B	SE	X <sup>2</sup>	df	P	Samenstelling PC
Oorsprong	2.568	0.3047	A			
PC1	0.116	0.0638	4.364	1	0.037	Temperatuur Nederland
PC2	-0.258	0.0679	4.173	1	0.041	Windsnelheid Nederland
PC9	0.161	0.0471	4.549	1	0.033	Neerslag zomer Oost-Afrika
PC10	-0.102	0.0279	8.832	1	0.003	Luchtdruk Nederland
PC14	-0.133	0.0339	7.591	1	0.006	Neerslag voorjaar Centraal Afrika
PC17	-0.132	0.0539	6.399	1	0.011	Minimum neerslag winter Oost-Afrika

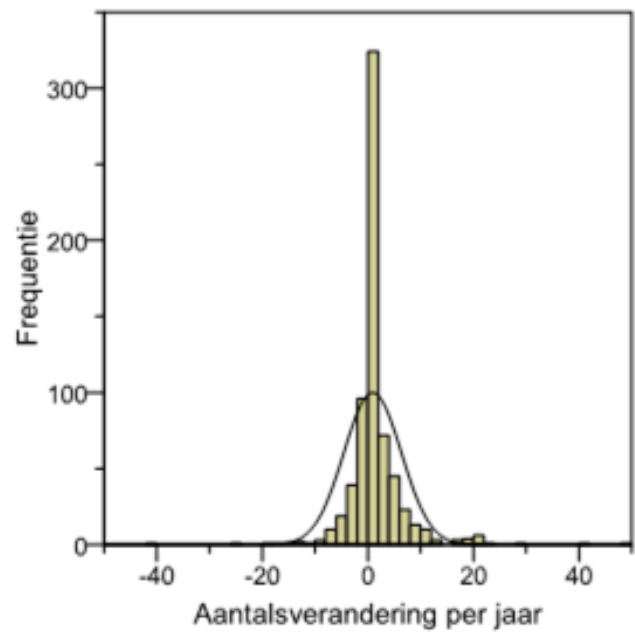
A. Kon niet worden berekend

Tabel 3.8. Resultaten van stapsgewijze selectie van variabelen (tabel 3.5), inclusief interactietermen, met behulp van GEE-analyse analyse met negatief-binomiale verdeling en een log-link, met Gebied als groepsfactor en Jaar als binnen-groepsfactor en een onafhankelijke correlatiestructuur. / Results of a stepwise selection of variables selected in Table 3.5, including interaction terms using GEE-analysis with negative binomial distribution.

Variabele	B	SE	X <sup>2</sup>	df	P	Samenstelling PC
Oorsprong	2.600	0.3088	A			
PC1	0.181	0.0620	6.745	1	0.009	Temperatuur Nederland
PC9	0.262	0.0592	5.631	1	0.018	Neerslag zomer Oost-Afrika
PC10	-0.025	0.0255	0.731	1	0.392	Luchtdruk Nederland
PC14	0.006	0.0264	0.045	1	0.832	Neerslag voorjaar Centraal Afrika
PC17	-0.166	0.0589	6.842	1	0.009	Minimum neerslag winter Oost-Afrika
PC1×PC9	0.208	0.0645	8.129	1	0.004	
PC1×PC10	-0.253	0.0624	8.446	1	0.004	
PC9×PC10	-0.145	0.0487	4.105	1	0.043	
PC10×PC14	-0.309	0.0741	7.230	1	0.007	
PC10×PC17	0.149	0.0356	4.754	1	0.029	

#### Effect van aantallen in voorgaande jaar

Het in een gebied aanwezige aantal vogels is deels afhankelijk van het aantal in het voorgaande jaar (tabel 3.9). Toename kan het resultaat zijn van een lokaal hoog reproductief succes en een hoge mate van plaatstrouw (filopatrie). Als we geen rekening houden met dit verband, kunnen de schattingen die we maken van de relaties met omgevingsfactoren foutief zijn. Om dit probleem statistisch te ondervangen, gebruiken we in de volgende analyses aantalsveranderingen van jaar op jaar. Dit heeft als bijkomend voordeel dat de kansverdeling van de afhankelijke variabele tot op zekere hoogte die van een normale kansverdeling volgt (figuur 3.6), in plaats van een (quasi)-Poisson-verdeling zoals bij aantallen, hetgeen de analyses vereenvoudigt. Niettemin zijn ook de jaarlijkse verschillen nog steeds gerelateerd met het aantal vogels in het voorgaande jaar, maar ze volgen geen kwadratisch verband (figuur 3.7; tabel 3.10). De variabele 'aantal in voorgaande jaar' moet dus als onafhankelijke variabele geïncorporeerd worden in het statistische model.



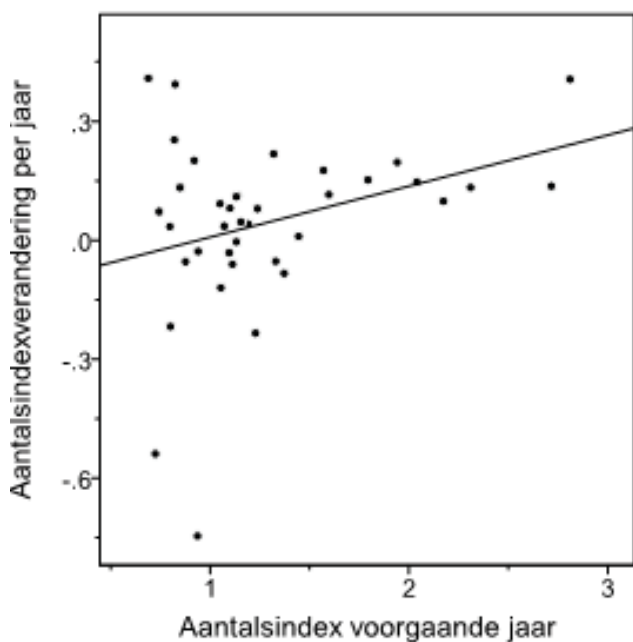
Figuur 3.6. Frequentieverdeling van de jaarlijkse aantalsverandering per gebied. De curve beschrijft een normale verdelingen op basis van gemiddelde en standaardafwijking van de data. / frequency distribution of annual change in Nightjar numbers.

Tabel 3.9. Resultaten van een GLM met  $\log_{10}$  Index als afhankelijke variabele ( $n = 40$ ) en Nachtzwaluwaantallen in voorgaande jaar en het kwadraat hiervan als onafhankelijke variabelen. / Results of a GLM with  $\log_{10}$  index as dependent variable ( $n = 40$ ) and European Nightjar numbers in previous year and squared numbers as independent variables.

Parameter	b	SE	t	P
Oorsprong	-0.2209	0.0596	-3.71	<0.005
Aantal	0.0368	0.0097	3.78	<0.001
Aantal <sup>2</sup>	-0.0007	0.0003	-2.19	0.037

Tabel 3.10. Resultaten van GEE met jaarlijkse verandering in aantallen als afhankelijke variabele en aantallen in voorgaande jaar als verklarende variabele. De kwadratische term is niet significant. In het model is Gebied gedefinieerd als subject en Jaar als within-subject effect. / Results of a GEE with annual change in European Nightjar numbers as dependent variable, and the Nightjar numbers in the previous year as independent variable. The quadratic term is not significant.

Parameter	b	SE	Wald X <sup>2</sup>	df	P
Oorsprong	0.3975	0.1106	12.91	1	<0.001
Aantal	0.0304	0.0130	5.49	1	0.019



Figuur 3.7. De jaarlijkse verandering in gemiddelde aantalsindexen uitgezet tegen de gemiddelde aantalsindex van het voorgaande jaar. Regressielijn is aangegeven (tabel 3.11). / Annual change in average index values of European Nightjar numbers in relation to the average index of numbers in the previous year.

Omdat we hier duidelijk onderscheid willen maken tussen omgevingsvariabelen in Nederland en in Afrika, hebben we in dit geval PC-analyses gescheiden uitgevoerd op Nederlandse en Afrikaanse variabelen en op depositiegetallen. We hebben eerst een PC-analyse uitgevoerd met de 60 variabelen van Nederlandse weersgegevens. Dit reduceerde het aantal variabelen tot 9 PC's die samen 91.2% van alle variatie in deze 60 variabelen verklaren. De 30 Afrikaanse variabelen konden worden gereduceerd tot 10 PC's die samen 83.5% van de variatie verklaren. In eerste instantie zijn in een GEE-model Aantal, Aantal<sup>2</sup> en de 9 Nederlands-weer-PC's getoetst op

Tabel 3.11. Resultaten van GEE analyse met jaarlijkse verandering in aantallen ( $A^t - A^{t-1}$ ) als afhankelijke variabele. Als onafhankelijke covariaten dienen aantal in voorgaande jaar ( $A^{t-1}$ ), het kwadraat hiervan en 10 Principale Componenten die zijn samengesteld uit variabelen van Nederlandse weersgegevens. In het model zijn Gebied als subject en Jaar als within-subject factor gedefinieerd. / Results of GEE-analysis with annual change in European Nightjar numbers as dependent variable. Independent variables are number in previous year, squared numbers in previous year and 10 principal components composed from Dutch weather variables. The site was defined as subject and Year as within subject factor in the model.

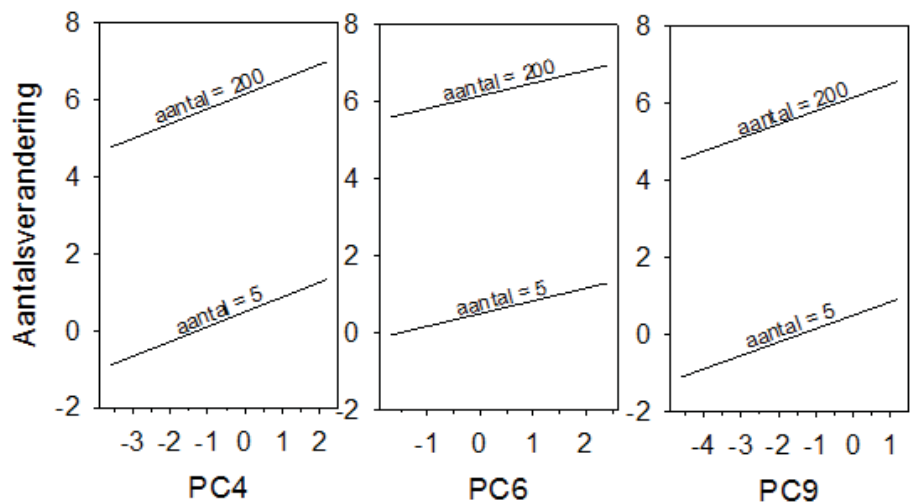
Parameter	b	SE	Wald $X^2$	df	P
Oorsprong	0.3491	0.0958	13.28	1	<0.001
Aantal	0.0290	0.0121	5.75	1	0.017
PC4	0.3850	0.1059	13.23	1	<0.001
PC6	0.3299	0.1427	5.34	1	0.021
PC9	0.3491	0.0958	13.28	1	<0.001

een significant verklarend effect. Daarna zijn stapsgewijs niet-significante PC's uit het model verwijderd. Dit resulteerde in een model met PC4, PC6 en PC9 (tabel 3.11). Deze PC's hebben alle drie een positief effect op het aantalsverschil. Tabel 3.12 laat zien met welke variabelen de PC's het sterkst zijn geassocieerd. Hieruit concluderen we dat hogere temperaturen in mei-juni en in mei-augustus en meer neerslag gemeten in de periode mei-augustus tot hogere aantallen leiden. Het effect van de drie PC's op de aantalsverandering is weergegeven in figuur 3.8. Duidelijk is dat het aantal in het voorgaande jaar het grootste effect heeft. Aantallen in een gebied veranderen met 1 meer of minder ten gevolge van veranderingen in de PC's (de omgevingsvariabelen) over hun totale range. Opvallend is ook dat voorspelde aantalsveranderingen in de meeste gevallen positief uitvallen, tenzij aantallen in het voorgaande

Tabel 3.12. Samenstelling van de PC's vermeld in tabel 3.11. Alleen variabelen worden getoond die sterk met de betreffende PC zijn gecorreleerd. Correlatiecoëfficiënten zijn berekend na een Varimax rotatie. / Composition of the principle component mentioned in table 3.11. Only variables strongly correlated with concerning PC are shown. Correlation coefficients were calculated after Varimax rotation.

PC4: Temperatuur mei/juni		PC6: Temperatuur mei/augustus		PC9: Neerslag mei/augustus	
	R		r		R
T <sub>min_n</sub> >_meijuni	0.925	T <sub>min</sub> _meiaug	0.816	Neersl_meiaug	0.702
T <sub>min</sub> _meijuni	0.892	T <sub>gem_n</sub> >_meiaug	0.778	Neersl_n>_meiaug	0.644
T <sub>gem</sub> _meijuni	0.809	T <sub>gem</sub> _meiaug	0.771	Neerslduur_meiaug	0.572
T <sub>gem_n</sub> >_meijuni	0.805	T <sub>max_n</sub> >_meiaug	0.708		
T <sub>max_n</sub> >_meijuni	0.760	T <sub>min_n</sub> >_meiaug	0.702		
T <sub>max</sub> _meijuni	0.721	T <sub>max</sub> _meiaug	0.695		

Figuur 3.8. Voorspelde aantalsveranderingen per jaar als functie van PC4, 5 en 9, volgens het model in Tabel 3.12. Het aantal in het voorgaand jaar is gelijkgesteld aan 5 of 200. Alleen de PC op de x-as varieert terwijl de andere PC's gelijk zijn gesteld aan hun gemiddelde waarde (= 0). De PC's variëren over de volledige range zoals aanwezig in de data. / Relation predicted change in European Nightjar numbers to PC 4, 5 and 9 according to the model in Table 3.12.



jaar klein waren. In de grotere populaties kunnen lokale weersinvloeden dus de aantalsgroei drukken of stimuleren, maar blijkbaar niet leiden tot afname van aantallen.

Weersgegevens uit Afrikaanse regio's correleren slecht met de aantalsveranderingen in Nederland. In een GEE-analyse blijft er geen significante variabele over. Eén variabele, PC8, heeft een  $P$ -waarde van 0.06 met een zwak positieve correlatie, hetgeen een aanwijzing kan zijn dat er een correlatie zou zijn als er meer data waren (tabel 3.13). Maar hoe dan ook, het verband is zwak. PC8 correleert het sterkst met de hoeveelheid neerslag in de winter in Centraal-Afrika.

#### Effecten van eerdere jaren

De weersvariabelen hebben betrekking op omstandigheden in de periode waarin het verschil daadwerkelijk is gemeten. Het zou dus gaan om directe effecten van weer op de aanwezigheid of activiteit van Nachtzwaluwen in de broedgebieden. In theorie zou ook het weer in het voorgaande jaar de aantallen in het daaropvolgende jaar kunnen beïnvloeden, bijvoorbeeld in de vorm van meer of minder als broed-

vogel terugkerende tweedejaars vogels. We vonden hiervoor echter geen aanwijzing (GEE modellen, alle  $P$ s > 0.1).

Ook wat betreft weersgegevens van Afrika, een jaar eerder, zijn er geen significante correlaties. Ook in dit geval is er één PC (PC1) die zwak positief correleert met aantalsveranderingen (tabel 3.14). PC1 vertegenwoordigt de hoeveelheid neerslag in de winter in Oost-Afrika en de minimum hoeveelheid neerslag in Centraal-Afrika in de winter.

Luchtverontreinigingsdata uit Nederland zijn beschikbaar vanaf 1986. Ze laten in het algemeen een afnemend verloop zien door de jaren (figuur 3.9). In een GEE-model met jaarlijkse aantalsveranderingen kan luchtverontreiniging geen variatie in aantalsveranderingen verklaren (tabel 3.15). Hetzelfde geldt voor luchtverontreiniging data van een jaar eerder (tabel 3.16).

Tabel 3.13. Resultaten van GEE analyse van aantalsveranderingen als afhankelijke variabele en aantal in het voorgaande jaar en 10 principale componenten van Afrika-weersvariabelen als onafhankelijke variabelen. / Results of a GEE-analysis of change in European Nightjar numbers as dependent variable and numbers in previous year and 10 principal components of African weather variables as independent variables.

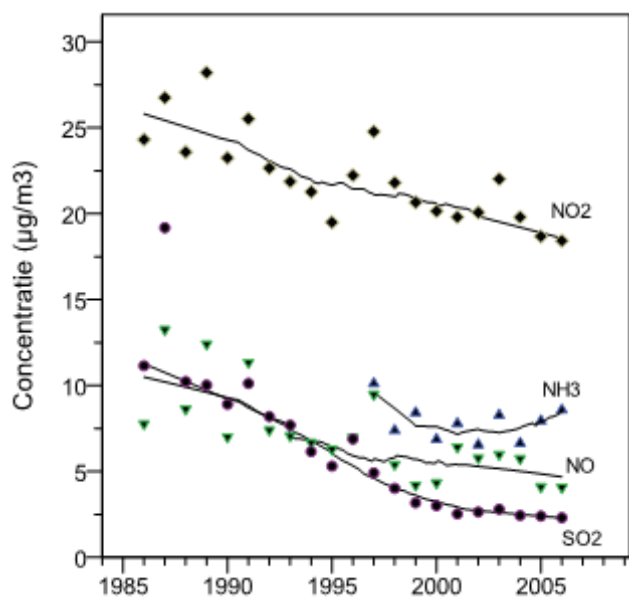
Parameter	$b$	SE	Wald $X^2$	$df$	$P$
Oorsprong	0.4236	0.1154	13.48	1	<0.001
Aantal	0.0305	0.0128	5.70	1	0.017
PC8	0.2580	0.1370	3.55	1	0.060

Tabel 3.14. Resultaten van GEE analyse van aantalsveranderingen als afhankelijke variabele, en aantal in het voorgaande jaar en 10 principale componenten van Afrika-weersvariabelen van het voorgaande jaar als onafhankelijke variabelen. / Results of a GEE analysis of change in European Nightjar numbers as dependent variable and the number in the previous year and 10 principal components of African weather data in the previous year as independent variables.

Parameter	$B$	SE	Wald $X^2$	$df$	$P$
Oorsprong	-0.0640	0.1617	0.16	1	0.69
Aantal	0.0478	0.0142	11.36	1	<0.001
PC1	0.1932	0.1028	3.53	1	0.060

Tabel 3.15. Resultaten van GEE-analyse van aantalsveranderingen als afhankelijke variabele en aantal in het voorgaande jaar en Nederlandse luchtverontreinigingsdata. Na stapsgewijze selectie blijft er geen significante luchtverontreinigingsvariabele over. / Results of a GEE-analysis of changes in European Nightjar numbers as dependent variable and the numbers in the previous year and Dutch data on air pollution. No significant air pollution variable remains after stepwise selection.

Parameter	B	SE	Wald X <sup>2</sup>	df	P
Oorsprong	4.819	8.642	0.31	1	0.58
Aantal	0.025	0.018	2.00	1	0.16
NH <sub>3</sub>	0.229	0.456	0.25	1	0.61
NO	0.088	0.335	0.07	1	0.79
NO <sub>2</sub>	-0.295	0.644	0.21	1	0.65
SO <sub>2</sub>	-0.141	1.115	0.02	1	0.90



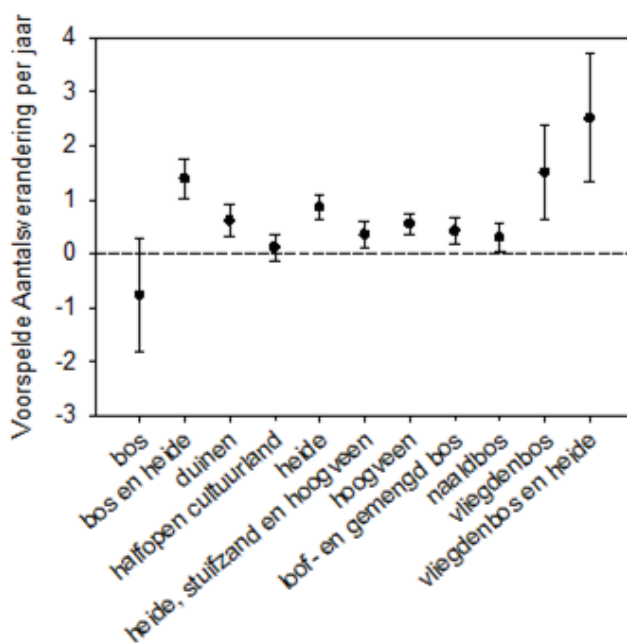
Figuur 3.9. Relatie tussen concentraties van NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> en tijd. Er zijn geen data van voor 1986 beschikbaar. / Levels of NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> since 1986.

Tabel 3.17. Resultaten van een GEE-model met aantalsverschillen van jaar op jaar als afhankelijke variabele en aantal in voorgaande jaar, biotoop en regio als onafhankelijke variabelen. / Results of a GEE-model including annual changes in European Nightjar numbers as dependent variable and numbers in the previous year, habitat and region as independent variables.

Parameter	Wald X <sup>2</sup>	df	P
Oorsprong	1.03	1	0.31
Aantal voorgaande jaar	1.39	1	0.24
Biotoop	179,535	9	<0.0001
Regio	5.32	3	0.15

Tabel 3.16. Resultaten van GEE analyse van aantalsveranderingen als afhankelijke variabele en aantal in het voorgaande jaar en Nederlandse luchtverontreinigingsdata in het voorgaande jaar. Na stapsgewijze selectie blijft er geen significante luchtverontreinigingsvariabele over. / Results of a GEE-analysis of changes in European Nightjar numbers as dependent variable and the numbers in the previous year and Dutch data on air pollution in the previous year. No significant air pollution variable remains after stepwise selection.

Parameter	B	SE	Wald X <sup>2</sup>	df	P
Oorsprong	-1.379	7.676	0.03	1	0.86
Aantal	0.053	0.019	7.61	1	0.01
NH <sub>3</sub>	-0.044	0.449	0.01	1	0.92
NO	0.443	0.398	1.24	1	0.27
NO <sub>2</sub>	0.040	0.472	0.01	1	0.93
SO <sub>2</sub>	-0.475	0.951	0.25	1	0.62



Figuur 3.10. De gemiddelde voorspelde aantalsverandering per jaar (± SE) voor de verschillende biotopen volgens het model van tabel 3.19. Dit is berekend voor een gebied met een gemiddeld aantal vogels in het voorgaande jaar, i.e. 16.0. / Average predicted annual change in European Nightjar numbers per habitat, according to the model in table 3.19.

Regio en biotoop

Er zijn vijf landelijke regio's en elf biotopen onderscheiden (bijlage 3.1). GEE-analyses laten zien dat er geen verschillen bestaan tussen regio's, maar wel tussen biotopen (tabel 3.17). Een afzonderlijke analyse laat zien dat alleen gebieden in halfopen cultuurlandschappen significant afwijken van de andere gebieden. De jaarlijkse verandering is daar kleiner

Tabel 3.18. Parameterschattingen uit GEE-model met aantalsverschillen van jaar op jaar als afhankelijke variabele en aantal in voorgaande jaar en biotoop als onafhankelijke variabelen. De parameters voor de biotopen hebben 'vliegdenbos en heide' als referentiepunt. / Parameter estimations from GEE-model including annual changes in European Nightjar numbers as dependent variable and numbers in the previous year and habitat as independent variables.

Parameter	<i>b</i>	SE	Wald $X^2$	<i>df</i>	<i>P</i>
Oorsprong	2.106	1.175	3.21	1	0.073
Aantal	0.025	0.016	2.55	1	0.111
Biotoop=bos	-3.270	1.676	3.81	1	0.051
Biotoop=bos en heide	-1.124	1.242	0.82	1	0.366
Biotoop=duinen	-1.897	1.186	2.56	1	0.110
Biotoop=halfopen cultuurland	-2.390	1.174	4.15	1	0.042
Biotoop=heide	-1.643	1.196	1.89	1	0.169
Biotoop=heide, stuifzand en hoogveen	-2.151	1.175	3.35	1	0.067
Biotoop=hoogveen	-1.952	1.173	2.77	1	0.096
Biotoop=loof- en gemengd bos	-2.088	1.174	3.16	1	0.075
Biotoop=naaldbos	-2.209	1.182	3.49	1	0.062
Biotoop=vliegdenbos	-1.002	1.585	0.40	1	0.527
Biotoop=vliegdenbos en heide	0*				

\*gelijkgesteld aan 0. Dit is het uitgangspunt

dan in andere biotopen (tabel 3.19, figuur 3.10). De jaarlijkse veranderingen in vliegdenbos en vliegdenbos met heide zijn relatief hoog, maar niet significant vanwege de grote variatie (figuur 3.10). De verandering in bos is het kleinst, maar wijkt niet significant af van die in de andere biotopen (figuur 3.10).

### 3.4. Resultaten analyse van de landelijke trend: indexen

In de vorige paragrafen zijn de aantalsontwikkelingen van Nachtzwaluwen reeds veelvuldig aan bod gekomen. Ook kwam de vertaling van deze aantallen in 'indexen' ter sprake. De uitgevoerde analyses hadden echter betrekking op veranderingen in aantallen, niet in (landelijke) indexen. Een bekende landelijke index die de economische ontwikkelingen beschrijft is de AEX-index. Een index van de vogelstand geeft de verandering in de aantallen weer ten opzichte van een vast basisjaar. Dat kan het eerste jaar in een waarnemingsreeks zijn, maar ook een jaartal ergens midden in de reeks. In deze analyse is gekozen voor 1990, het basisjaar voor veel van de meetnetten van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM).

In deze paragraaf zoeken we naar een relatie tussen de landelijke indexen en de variabelen in 3.2.2. Een relatie hoeft geen oorzakelijk verband zijn, maar kan daar wel op wijzen. Aan de variabelen uit 3.2.2. zijn tevens de landelijke indexen toegevoegd van twee soorten die ook in de Sahel-zone overwinteren, Grasmus en Rietzanger. Mogelijk reageren deze drie soorten, die geheel verschillende biotopen bewonen, op een vergelijkbare manier op ontwikkelingen in Afrika.

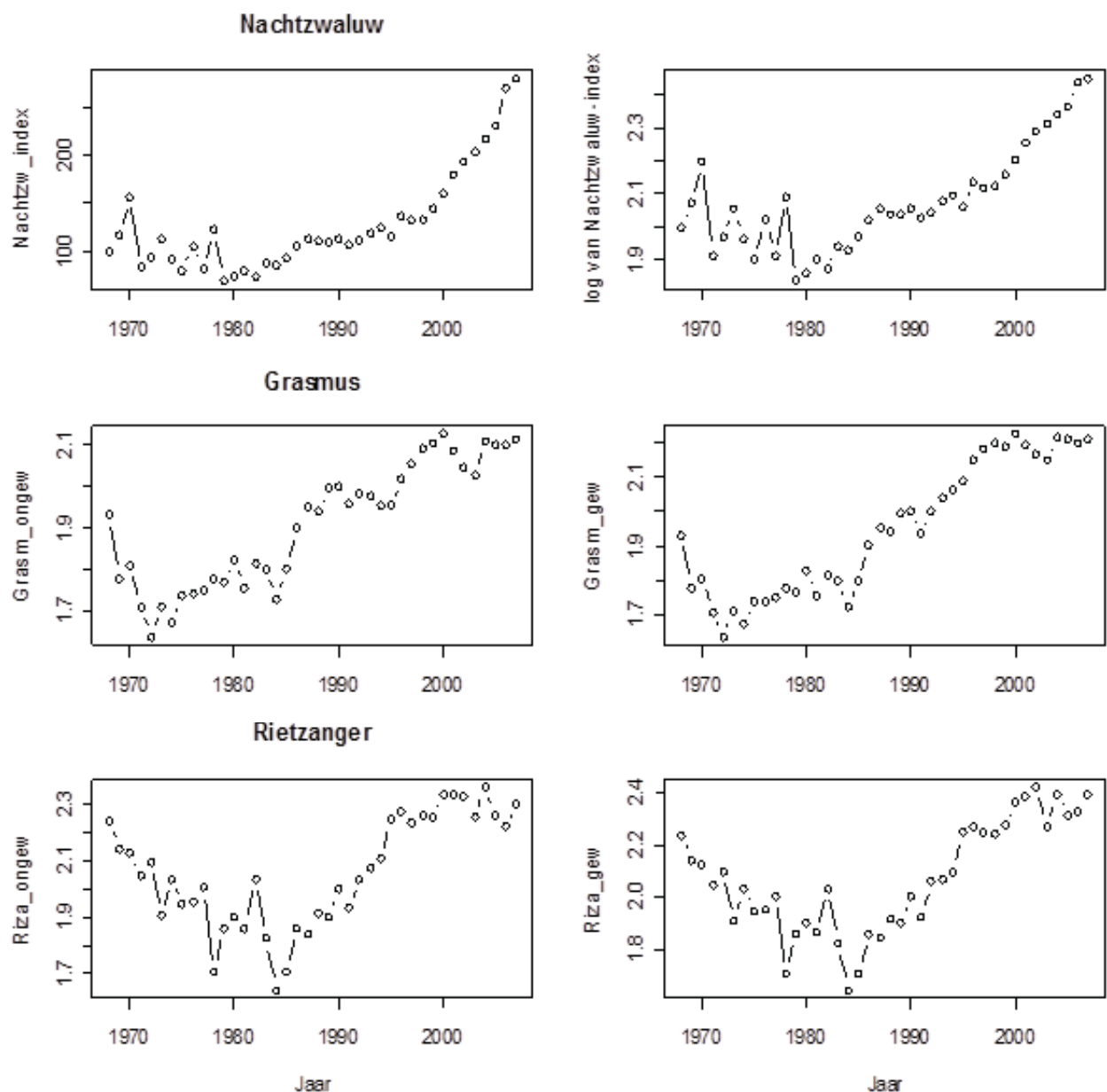
#### Statistiek

Normaal gesproken wordt voor indexen vaak de waarde 100 gebruikt voor het basisjaar. Een waarde groter dan 100 wijst op een toename, een waarde kleiner dan 100 op afname. Een toename van 100 naar 200 is echter van dezelfde orde van grootte als de afname van 100 naar 50: respectievelijk een verdubbeling en een halvering. Voor de analyse van de indexen is daarom de logaritme gebruikt van de indexen: 100 wordt dan 2, 10 een 1 en 1000 een 3. In de grafieken in deze paragraaf zult u dan ook geen getallen rondom de 100, maar rondom de 2 zien.

#### Correlaties

Om een eerste inzicht te krijgen in de relaties tussen de Nachtzwaluw-indexen en de grote hoeveelheid verklarende variabelen uit 3.2.2, zijn eerst de (Pearson-)correlaties berekend tussen deze variabelen (bijlage 3.5). Deze correlatie kan variëren van -1 (een zeer grote negatieve correlatie) tot +1 (een zeer grote positieve correlaties). Correlaties tussen -1 en -0.3 en 0.3 en 1 zijn over het algemeen betekenisvol ('significant') en met respectievelijk een rode en groene kleur gemarkeerd in de tabel. Correlaties van -1 en 1 kunnen we buiten beschouwing laten, omdat het hier om dezelfde variabele gaat. Verder dient bedacht te worden dat de correlatie betrekking kan hebben op verschillende series jaren. Zo zijn van de depositie bijvoorbeeld geen gegevens bekend van vóór 1986 en uit 2007; de correlatiecoëfficiënt heeft in dit geval betrekking op de periode 1986-2006, terwijl het de meeste andere gevallen de gehele periode 1986-2007 betreft.

Bij het bekijken van de tabel valt op, dat we een (vrij)



Figuur 3.11. Landelijk indexen van Nachtzwaluw, Grasmus en Rietzanger in 1968-2007. Van de Nachtzwaluw is zowel de 'gewone' index weergegeven (links) als de 10log-waarde van de index. De laatste is gebruikt in de berekeningen. Van Grasmus en Rietzanger zijn zowel de trends met ongewogen indexen (links) als gewogen indexen (rechts) in beeld gebracht. Gewogen indexen zijn pas sinds 1990 beschikbaar. / National indices of breeding numbers of European Nightjar, Common Whitethroat (*Sylvia communis*) and Sedge Warbler (*Acrocephalus schoenobaenus*). In European Nightjar both index (left) and the log value of the indices (right) are shown. In Common Whitethroat and Sedge Warbler both unstratified (left) and stratified trends (available from 1990 on) are shown.

hoge correlatie zien van de indexen met de volgende variabelen:

*Positief:*

- Indexen van Grasmus en Rietzanger (dit duidt op een sterke invloed van het overwinteringsgebied)
- Temperatuur in voorjaar en zomer (vooral veel dagen met hoge temperaturen)
- Aantal uren zon

*Negatief:*

- Wind

- NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> en CO
- Neerslag in Centraal-Afrika

Wisselend

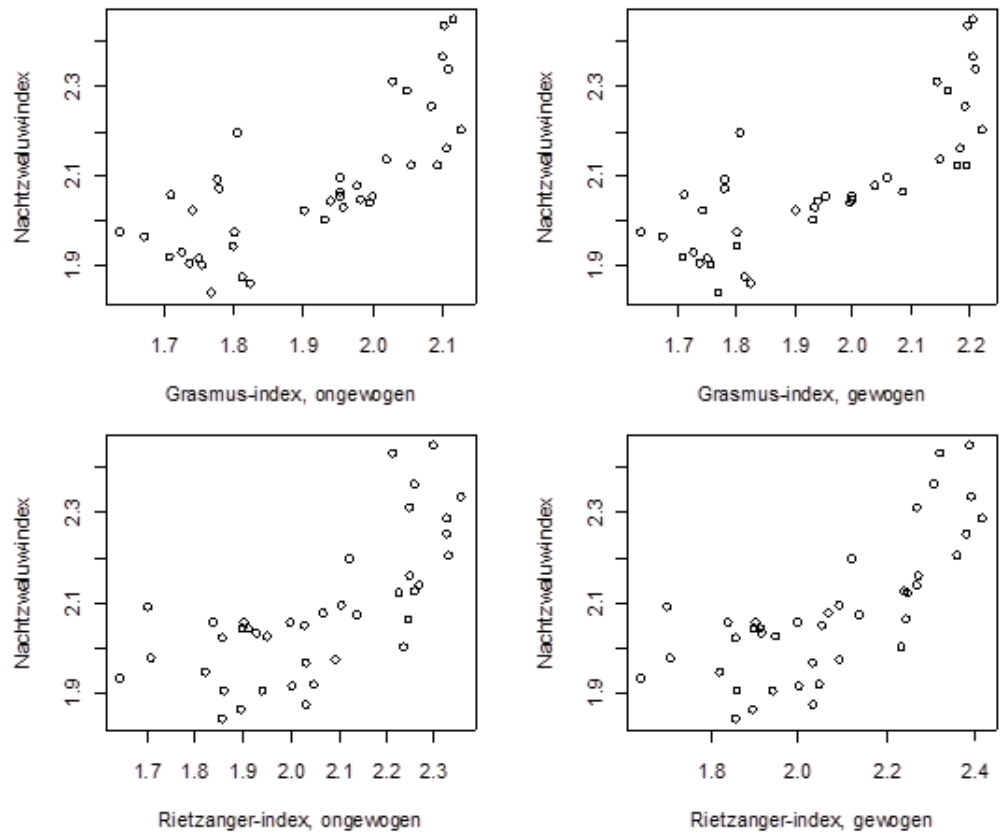
- Neerslag in Oost-Afrika

Een duidelijke correlatie met de neerslag in de Sahel, het waarschijnlijke overwinteringsgebied van onze Nachtzwaluwen, kon niet worden aangetoond.

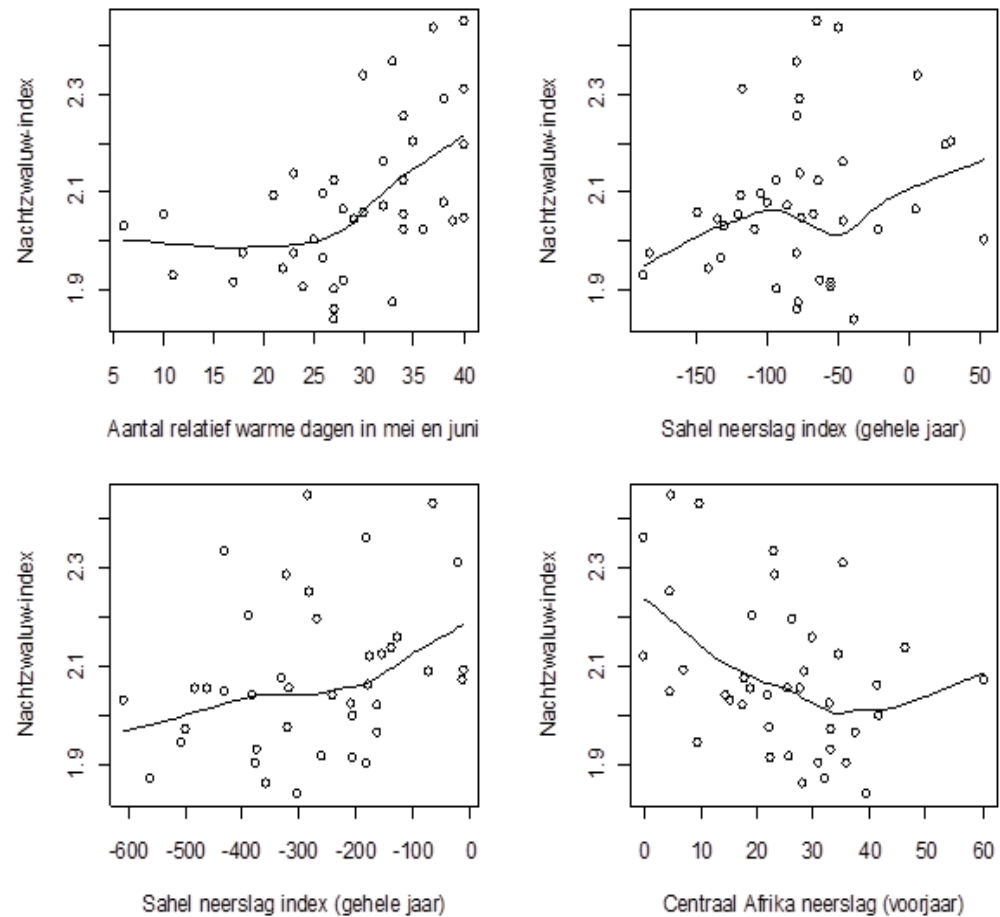
Een aantal van de relaties is grafisch weergegeven in figuur 3.12 t/m 3.14.

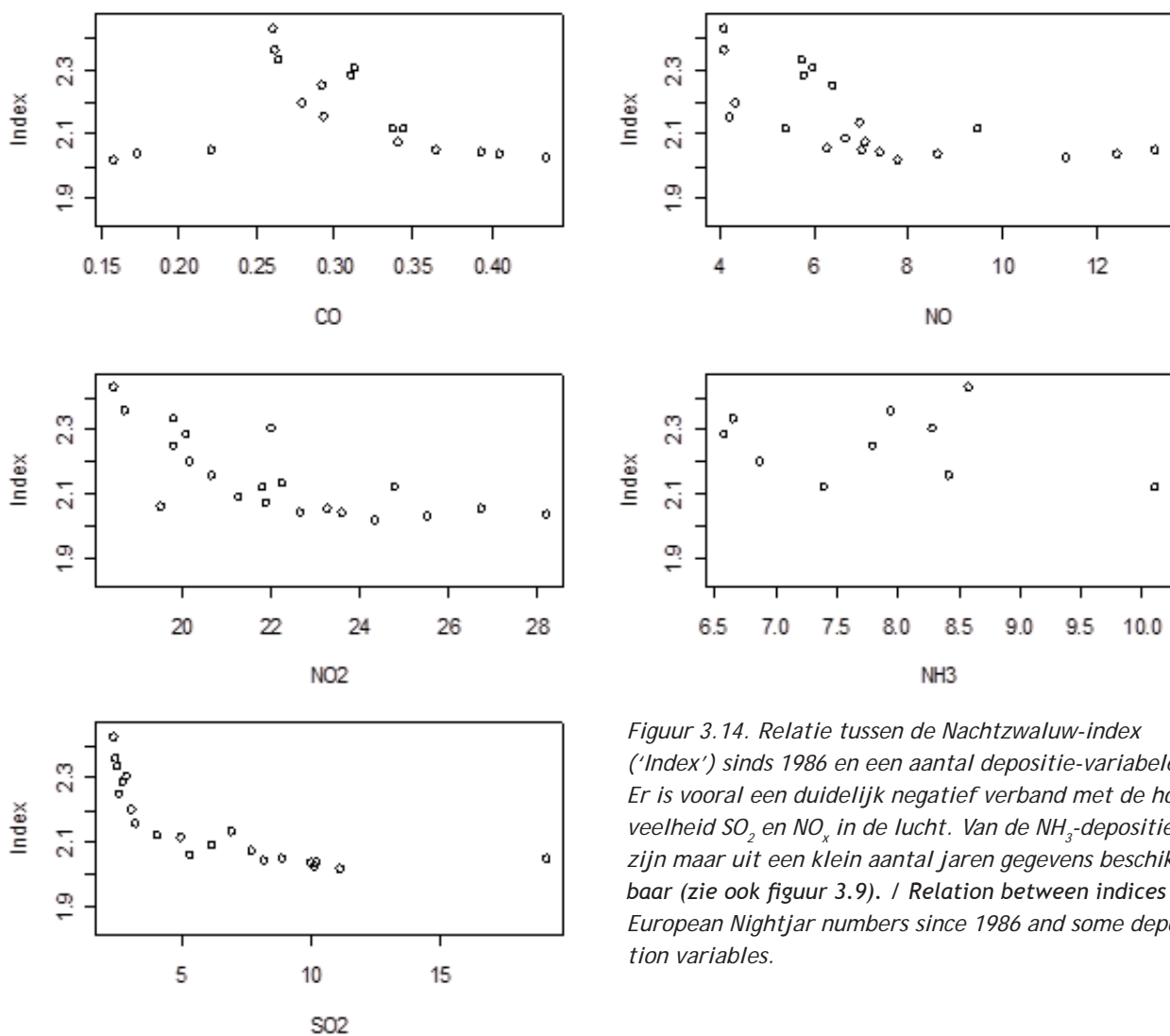


*Figuur 3.12. Relatie tussen de indexen van Grasmus en Rietzanger en de index van de Nachtzwaluw. / Relationship between indices of breeding numbers of Common Whitethroat and Sedge Warbler, and those of European Nightjar.*



*Figuur 3.13. Relatie tussen enkele klimaatfactoren en de Nederlandse broedvogelindex van de Nachtzwaluw. / Relationship between some climatic variables and Dutch breeding bird indices of European Nightjar.*





Figuur 3.14. Relatie tussen de Nachtzwaluw-index ('Index') sinds 1986 en een aantal depositie-variabelen. Er is vooral een duidelijk negatief verband met de hoeveelheid  $SO_2$  en  $NO_x$  in de lucht. Van de  $NH_3$ -depositie zijn maar uit een klein aantal jaren gegevens beschikbaar (zie ook figuur 3.9). / Relation between indices of European Nightjar numbers since 1986 and some deposition variables.

#### Statistische modellen

Een tabel met correlaties kan niet inzichtelijk maken in hoeverre de invloed van de ene variabele samenhangt met de andere. Bovendien kunnen niet-lineaire verbanden in daarmee lastig in beeld gebracht worden. Hiervoor zijn statistische modellen in de vorm van 'regressie-modellen' veel geschikter. Om de relatie tussen de Nachtzwaluw-indexen en meerdere variabelen in beeld te brengen, gebruikten we General Linear Models (GLM's) en MARS-modellen. Het laatste type is vooral geschikt voor niet-lineaire verbanden.

#### GLM-modellen

GLM-modellen zijn opgesteld voor de gehele periode 1968-2007 en het tijdvak 1986-2007 afzonderlijk, waaruit meer informatie over de depositie beschikbaar is. Het omvat echter alleen de periode van toename van Nachtzwaluwen, terwijl de statistische toetsen minder gevoelig zijn, omdat het over minder jaren gaat. De resultaten van de analyses zijn opgenomen in bijlage 3.7.

De indexen van Grasmus en Rietzanger zijn de

best verklarende variabelen voor de Nachtzwaluw-indexen; niet onverwacht, gezien de hoge correlatie. Indien echter de Grasmus- of Rietzanger-indexen samen met andere variabelen in het model worden gestopt, leveren die andere variabelen geen significante bijdrage aan verbetering van het model. In eerste instantie krijgen we dus geen vinger achter de *oorzaken* van de veranderingen. Het wordt anders als we niet alleen de variabelen zelf (die de temperatuur in Nederland en het weer in Afrika beschrijven) toevoegen aan het model, maar ook hun interacties. Het idee hierachter, is dat de invloed van de ene variabele mede afhankelijk kan zijn van de andere. Dat blijkt inderdaad het geval. Het aantal Nachtzwaluwen in Nederland hangt dus samen met een combinatie veel warme voorjaren/zomers in Nederland en de jaarlijkse neerslag in de Sahel. In een model met de Rietzanger- of Grasmus-indexen hebben zowel het aantal warme dagen als de neerslag in de Sahel een significante relatie met het aantal Nachtzwaluwen in Nederland. Dit is echter niet meer het geval als de Rietzanger-indexen uit het model worden gehaald. Het is dan ook waarschijn-

lijk, dat we te weinig goede informatie uit Afrika hebben om de invloeden daarvan in detail te kunnen beschrijven. Ook lijkt een gebrek aan depositiegegevens van voor 1986 een rol te spelen. Een model met depositie-gegevens, maar zonder de Rietzanger-index, blijkt namelijk wel de indexen sinds 1986 goed te kunnen beschrijven, in samenhang met warme zomers in Nederland en neerslag in de Sahel.

#### MARS-modellen

Met MARS-modellen (Multivariate Adaptive Regression Splines) kunnen zogenaamde multi-knikpunt modellen worden gemaakt. Deze analyses zijn uitgevoerd voor de periode 1968-2007 (met én zonder indexen van Rietzanger en Grasmus) en voor de periode 1986-2006 (met informatie over de depositie). In figuur 3.15 is in lijngrafiek de relatie weergegeven tussen de Nachtzwaluw-index en de gemodelleerde variabelen. Tevens is in deze figuur met scatterplots (de 'bolletjes-figuren') de relatie weergegeven van de indexen en de individuele, ruwe waarden van deze variabelen. In deze figuur valt het op, dat er veelal bij lage waarden van de variabelen geen wezenlijke samenhang bestaat met de Nachtzwaluw-index (het vlakke deel van de lijn), maar bij hogere waarden wel.

Uit de MARS-modellen komen dezelfde variabelen van belang naar voren als uit de GLM-modellen. Dit zijn variabelen die het weer in Nederland beschrij-

ven (met name het aantal relatief warme dagen in het voorjaar), de neerslag in de Sahel (met name in de winter) en de depositie (in het bijzonder  $\text{SO}_2$  en  $\text{NO}_x$ ).

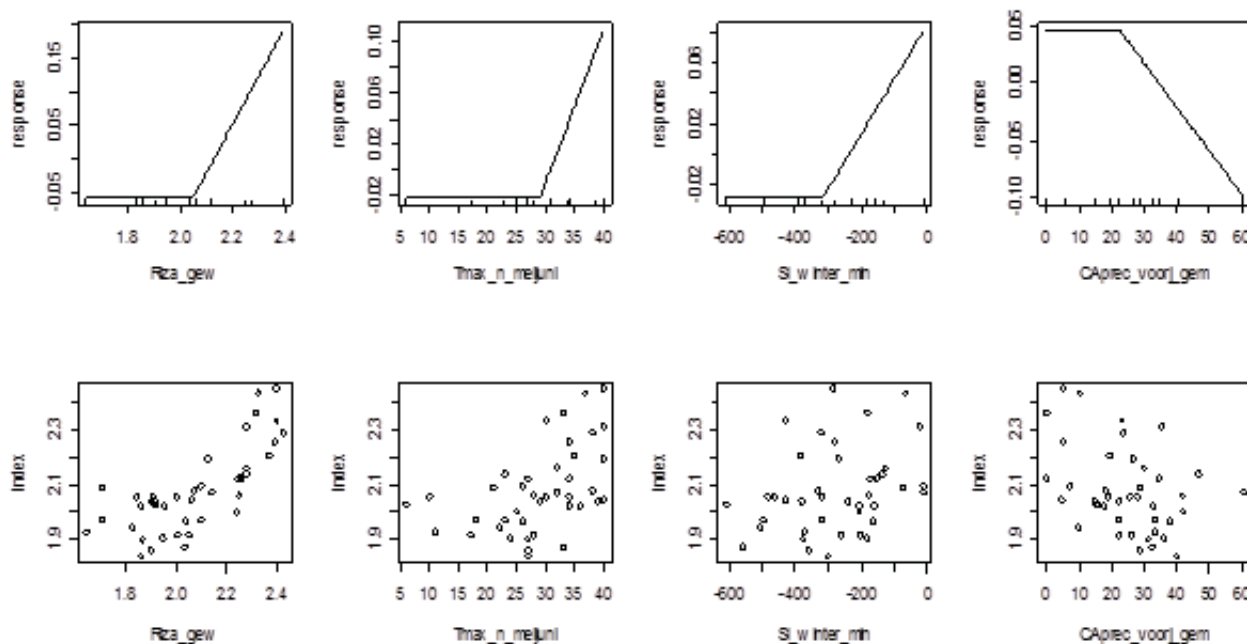
### 3.5. Discussie en conclusies

#### 3.5.1. Correlaties met omgevingsvariabelen

De correlaties laten veel associaties zien tussen de landelijke gemiddelde aantallen en omgevingsvariabelen in zowel Nederland als Afrika (tabel 3.5). De temperatuur tijdens het broedseizoen in Nederland lijkt een positief effect te hebben op de aantallen Nachtzwaluwen, terwijl de maximum windsnelheid een negatief effect heeft. Ook de hoeveelheid depositie van vermestende stoffen heeft een negatief effect. Deze correlaties, op zich goed te verklaren, bewijzen geen oorzakelijke verbanden. Elke variabele die een lineaire trend vertoont tussen 1980 en 2007 zal waarschijnlijk significant correleren met het aantalsverloop van Nachtzwaluwen, hoe onwaarschijnlijk een oorzakelijk verband ook is.

Ook vonden we dat waarden van variabelen van een jaar eerder met aantallen correleren (tabel 3.5). Dit is het effect van correlaties tussen een waarde in jaar  $t$  en jaar  $t-1$ . Door de trends in de verschillende variabelen zijn waarden die elkaar per jaar opvolgen gecorreleerd.

Om deze correlaties te bewijzen of te onderbouwen is



Figuur 3.15. Lijngrafieken die de relatie weergegeven tussen de Nachtzwaluw-index (index) en de gemodelleerde variabelen (zie bijlage 2 voor de betekenis van de variabele-namen). Tevens is in deze figuren met scatterplots (de 'bolletjes-figuren') de relatie weergegeven van de indexen en de individuele, ruwe waarden van deze variabelen. / Line graphs showing the relation between the indices of European Nightjar breeding numbers and modelled variables. The scatter plots show the raw data.

meer diepgravend onderzoek nodig. Dit werd beoogd met de overige analyses in dit hoofdstuk, gebaseerd op aantallen per gebied en toetsing van meerdere variabelen tegelijkertijd. Hier stuiten we echter op een aantal problemen. Ten eerste, er bestaat veel variatie tussen gebieden (zie bijlage 3.4), die mogelijk aan andere variabelen toegeschreven kan worden, of die voor een deel mogelijk toevallig is. Omdat de waarden van alle variabelen voor alle gebieden dezelfde zijn (bijv. temperatuur in Nederland), kan de variatie tussen gebieden niet in het statistische model worden verklaard. Dit probleem zou ondervangen kunnen worden door aantallen Nachtzwaluwen op internationale schaal te onderzoeken. Op een grotere geografische schaal bestaat er immers meer variatie in weersomstandigheden en depositie. Het gebrek aan lokale differentiatie is waarschijnlijk de voornaamste oorzaak van de kleine hoeveelheid variatie die wordt verklaard in de modellen met principale componenten (tabellen 3.7 en 3.8). De resultaten van die analyses laten (net als de correlatieanalyses) positieve effecten zien van de temperatuur in Nederland en negatieve effecten van windsnelheid. Het effect van de hoeveelheden neerslag in Afrika is onduidelijk. Voor de interpretatie is het essentieel om te weten waar de Nachtzwaluwen precies overwinteren, en wat het oorzakelijk verband is tussen timing en hoeveelheid neerslag in Afrika en de overleving van Nachtzwaluwen. Het ligt voor de hand om de oorzaak in voedselbeschikbaarheid te zoeken. De significante interactietermen (tabel 3.8) zijn moeilijk of niet te verklaren. Gezien de zeer kleine hoeveelheid variatie die deze interacties extra verklaren ten opzichte van een model zonder interacties (2.4 versus 2.3%), lijkt het niet zinvol om deze interactietermen verder uit te diepen.

De voorgaande analyses met principale componenten hebben hetzelfde nadeel als de eerdere correlatieanalyses: er worden geen oorzakelijke verbanden bewezen. Het nadeel dat elke variabele die een eenduidige trend vertoont tussen 1980 en 2007 significant zal zijn, kan gedeeltelijk worden ondervangen door niet naar de aantallen secte kijken maar naar de aantalsveranderingen. We verwachten dat de toename in aantallen sterker zal zijn, ongeacht de omvang van de populatie, als de omstandigheden gunstiger worden. Deze analyse kan worden uitgevoerd door het aantal in het voorgaande jaar mee te nemen, of alleen naar aantalsveranderingen te kijken (huidige aantal – vorige aantal).

De aantalsverandering van jaar op jaar is ook afhankelijk van het aantal in het uitgangsjaar. Toename van de aantallen gaat sneller als de populatie groter is. Dit kan het effect zijn van jongen-rekrutering. Een grotere populatie kan meer jongen produceren en zal sneller groeien als de jongen gaan broeden in hetzelfde gebied. Dit is daarom niet een effect dat

afhangt van omgevingsfactoren. Om omgevingsfactoren naar waarde te schatten, moet dus rekening worden gehouden met aantallen in het voorgaande jaar.

De resultaten van deze vrij puristische aanpak is dat de temperatuur in Nederland een positief effect lijkt te hebben op de aantalsveranderingen in het broedgebied (tabel 3.12). Er zijn echter geen Afrikaanse omgevingsvariabelen die een significant effect hebben op aantalsveranderingen.

Kijken we naar effect van eerdere jaren dan blijkt daar uit dat die geen sterkere verbanden laten zien met aantalsveranderingen, maar juist zwakkere. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat het effect op aantalsveranderingen afhankelijk is van het weer op het moment dat de territoria bezet worden, en niet van de productie van het voorgaande jaar. Maar gezien de grote hoeveelheid variatie moet hier ook een flinke slag om de arm worden gehouden. Eén type analyse laat negatieve effecten zien van toename in vermestende stoffen (tabel 3.6), terwijl die niet duidelijk worden in een andere analyse (tabel 3.16). De richting van het gevonden verband is wel conform de verwachting (figuur 3.5).

Als we kijken naar de aantalsontwikkeling in de verschillende broedbiotopen vinden we dat de aantallen in bos (en halfopen cultuurlandschappen) achterblijven bij die in andere gebieden (tabel 3.18). Mogelijk zijn bossen (tegenwoordig) marginale gebieden die een aantaloverschot uit andere gebieden opvangen, *sink*-gebieden dus.

### 3.5.2. Conclusies

Het weer heeft een vrij sterk effect op het aantal bezette territoria: hoe beter het (weer hoge temperatuur, weinig wind), hoe hoger de aantallen Nachtzwaluwen. Waarschijnlijk is voedsel (grote vliegende insecten, met name nachtvinders) talrijker voorhanden, actiever en bovendien gemakkelijker te vangen onder zulke omstandigheden. Hogere temperatuur en minder wind kunnen echter ook van betekenis zijn voor de temperatuurhuishouding van de jonge vogels: ze koelen minder snel af en de oudervogels zijn korter weg om voedsel te zoeken. Een hogere temperatuur kan ook tot gevolg hebben dat meer vogels aan een broedsel (kunnen) beginnen. De aantalstoename van Nachtzwaluwen vanaf 1980 lijkt samen te vallen met afname in de depositie van vermestende stoffen (figuur 3.9). Hierdoor groeien open gebieden minder snel dicht, wat een positieve invloed kan hebben op de beschikbare nestgelegenheid en de hoeveelheid dan wel de kwaliteit van de prooidieren.

De relatie tussen de Nachtzwaluw-aantallen en de situatie in het Afrikaanse overwinteringsgebied is onduidelijk. Opmerkelijk is bijvoorbeeld dat een afname in de hoeveelheid neerslag in Centraal-Afrika

gepaard lijkt te gaan met een toename in de aantallen. De hoeveelheid neerslag in Oost-Afrika laat ook associaties zien met aantallen, maar die wijzen niet allemaal in dezelfde richting. De sterkste (negatieve) correlatie bestaat er met de minimum neerslag in de Sahel in de winter. De grote overeenkomst in de trends van Nachtzwaluw, Grasmus en Rietzanger

maakt het aannemelijk dat ook onze Nachtzwaluwen in de Sahel overwinteren. De relatie met weersvariabelen in de Sahel is echter niet erg duidelijk. Waarschijnlijk hebben we niet de juiste informatie voorhanden om de trends van de Nachtzwaluw te kunnen verklaren.



## 4. Ecologische monitoring Nachtzwaluw Strabrechtse Heide en Leenderbos

### 4.1. Inleiding

Met de in hoofdstuk 2 en 3 beschreven bureauanalyses is in beeld gebracht welke factoren gecorreleerd zijn met het voorkomen en de aantalsontwikkeling van Nachtzwaluwen. Ze geven echter geen direct inzicht in de ecologische mechanismen die de populatiedynamiek van Nachtzwaluwen bepalen. Terwijl er betrekkelijk veel bekend is over het voorkomen en de aantalsontwikkeling van Nachtzwaluwen in Nederland, is maar weinig informatie beschikbaar over de broed- en voedseleologie, in relatie tot terreinbeheer. In 2008-2010 is daarom in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide, twee Noord-Brabantse terreinen waar Nachtzwaluwen voorkomen, uitgebreid veldonderzoek uitgevoerd om hierover informatie te verzamelen. In dit hoofdstuk wordt hiervan verslag gedaan, in het bijzonder met betrekking tot de volgende onderzoeksvragen:

#### *Foerageren*

Wat is de relatie tussen de ligging van foerageerplaatsen van Nachtzwaluwen en begrazing en kapbeheer?

#### *Broedsucces en conditie*

Wat is de relatie tussen nestplaatskeuze en broedsucces van Nachtzwaluwen, inclusief conditie van de jongen, en kap- en begrazingsbeheer?

#### *Dieet*

Heeft begrazing invloed op het prooiaanbod voor Nachtzwaluwen? Deze beïnvloeding kan zowel direct zijn door de aanwezigheid van mestfauna, als indirect op de dichtheid en het soortenspectrum van nachtvlinders via de structuur en compositie van de vegetatie. Vragen die opkomen zijn:

- Waaruit bestaat het dieet van Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en het Leenderbos?
- Is er een verschil in dieet tussen deze gebieden en/of tussen onderzoeksjaren?
- Welke prooigroepen en -soorten zijn het belangrijkste in het dieet?
- Is er een duidelijk verband tussen het prooiaanbod in de terreinen en het dieet van Nachtzwaluwen?
- Wat zijn de effecten van begrazing en andere beheermaatregelen op het prooiaanbod en het dieet?

### 4.2. Algemene aanpak

#### 4.2.1. Algemene strategie

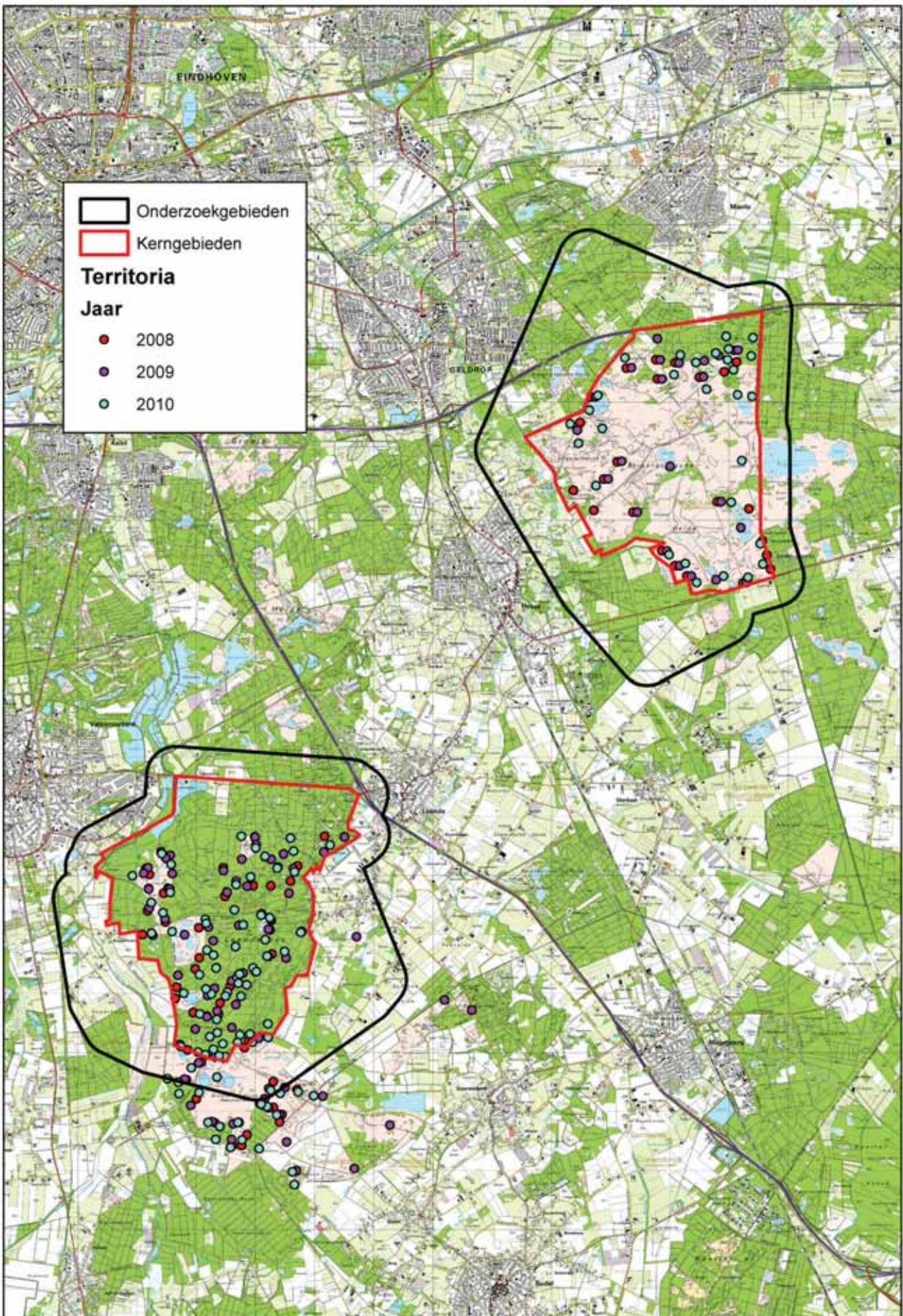
Beide studiegebieden kennen differentiatie wat betreft terreinvoorkeur en aantalsontwikkeling van Nachtzwaluwen. Nesten werden gezocht en gedurende de broedcyclus gevolgd, zodat broedsucces en ontwikkeling van jongen (groecurven) konden worden bepaald. Het aanbod van nachtinsecten is geïnventariseerd en hun aantalsontwikkeling zo mogelijk bepaald. Dit laatste is afhankelijk van de beschikbaarheid van historische inventarisatiegegevens. Van de vastgestelde nachtvlinders is een ecologische analyse ('levensstrategieën') gemaakt en zijn biomassabepalingen gedaan om mogelijke verschillen in voorkomen en aantalsontwikkeling tussen gebieden te kunnen duiden. Om de foerageerplaatsen van Nachtzwaluwen te kunnen bepalen, is een aantal exemplaren gevangen en met een kleine radiozender uitgerust.

Deze geïntegreerde aanpak moet het mogelijk maken om verbanden te leggen tussen terreingebruik, voedsel(beschikbaarheid) reproductiesucces en aantalsontwikkeling van een populatie.

#### 4.2.2. Onderzoeksgebied

De ecologische monitoring is uitgevoerd in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide, beide gelegen in de provincie Noord-Brabant net bezuiden Eindhoven (figuur 4.1). Binnen de studiegebieden zijn Nachtzwaluwen relatief talrijk (respectievelijk 29 en 84 territoria in Strabrechtse Heide en Leenderbos in 2010) en vinden (of vonden) verschillende vormen van heidebeheer plaats, zoals begrazing, plaggen, heide uitbreiding en heideverbinding door boskap.

De Strabrechtse Heide is een natuurgebied van circa 1500 ha, grotendeels vallend onder de gemeente Heeze-Leende. Ruim 1000 ha wordt momenteel beheerd door Staatsbosbeheer. Het wordt beschermd via de Habitatrictlijn en Vogelrichtlijn en maakt deel uit van het Europese natuurnetwerk Natura 2000 ([www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=11&id=n2k137](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=11&id=n2k137)). Het gebied, grotendeels dekzandlandschap, omvat bossen met voornamelijk grove dennen naast droge heide, deels op voormalig stuifzand. Daarnaast zijn er kleine stuifzanden en lage vlaktes met natte heide en vennen te vinden.



Figuur 4.1. Onderzoekgebieden Leenderbos (onderste) en Strabrechtse Heide (bovenste), met aangegeven de Nachtzwaluw-territoria in 2008-2010. / Study sites Leenderbos (lower area) and Strabrechts Heide (upper) and distribution of European Nightjar territories in 2008-2010.





*Figuur 4.2. Leefgebied Nachtzwaluw op de Strabrechtse Heide. Foto: Pieter Wouters. / European Nightjar habitat at Strabrechtse Heide.*



*Figuur 4.3. Een kapvlakte in het Leenderbos. Aan de rechterzijde, waar eerder is gekapt, groeien jonge berken als pioniersplanten. Kapvlaktes als deze bieden leefruimte voor onder andere de Nachtzwaluw. Foto: Tom van de Zilver. / Recent clear cut in Leenderbos and regrowth of birches (right side): good European Nightjar habitat.*



*Figuur 4.4. Visualisatie van een vangactie. Links: een strategisch geplaatst mistnet. Midden: inspectie van de vleugelveren van een mannetje, met de zender zichtbaar aan de staartbasis. Rechts: inspectie van een dichtgroeide broedvlek: dit mannetje heeft geen nest meer. Foto's: Tom van de Zilver). / Impressions of trapping European Nightjars. Left: strategically placed mistnet. Central: inspection of male European Nightjar's flight feathers, radio transmitter visible at tail base. Right: male caught after nesting period, breeding patch already partly covered with new feathers.*

Het Leenderbos vormt samen met de Grootte Heide een aaneengesloten natuurgebied van ruim 3000 ha. Het diende lange tijd als productiebos en bestaat voornamelijk uit grove dennenbos, met enkele gespaarde vennen. Het huidige beheer van Staatsbosbeheer is gericht op een grotere variatie met struiken en loofbomen. Door grove dennen te kappen ontstaat er ook leefruimte voor de Nachtzwaluw. Het Leenderbos is aangewezen als Natura 2000-gebied onder de Vogel- en Habitatrichtlijn ([www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=11&id=n2k136](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=11&id=n2k136)).

Leenderbos en Strabrechtse Heide worden van elkaar gescheiden door onder andere de snelweg A2, de dorpen Heeze en Leende en agrarische gebieden (figuur 4.1).

In beide onderzoeksgebieden bestaat het beheer onder andere uit het creëren van kapvlaktes en gecontroleerde begrazing. De begrazing plaats door onder meer Kempische heideschape en runderen, die binnen een raster vrij rondlopen. Op de Strabrechtse Heide trekt bovendien een herder rond met een kudde van ca. 300 schape. De begrazing is gericht op het terugzetten van de natuurlijke successie middels het tegengaan van vergrassing en verbossing. Als aanvulling worden er op de Strabrechtse Heide soms delen geplagd of gemaaid ([www.Staatsbosbeheer.nl](http://www.Staatsbosbeheer.nl)).

### 4.3. Foerageergebieden Nachtzwaluwen in relatie tot kapbeheer en begrazing

#### 4.3.1. Inleiding

Kap- en begrazingsbeheer zijn veelvuldig toegepaste methoden om open schrale terreinen te creëren

of te herstellen. In hoofdstuk 2 werd een positieve relatie aangetoond tussen het voorkomen van Nachtzwaluwen en kap-/begrazingsbeheer, met echter een negatieve omslag bij hoge begrazingsintensiteit.

In deze paragraaf onderzoeken we of er een direct verband is tussen het foerageren van Nachtzwaluwen en de aanwezigheid van kapvlaktes of begraasde terreinen.

#### 4.3.2. Methoden

##### *Vangen en zenderen van Nachtzwaluwen*

Om het terreingebruik en het foeragegedrag van Nachtzwaluwen in kaart te kunnen brengen, was het nodig om de vogels van een kleine zender te voorzien.

Gedurende ieder broedseizoen, en met name bij aanvang ervan, werden vangavonden georganiseerd om Nachtzwaluwen te kunnen zenderen. De vogels werden gelokt met een cd-speler met eigen geluid en gevangen met mistnetten. De meeste netten werden geplaatst vlak voor bomenranden of hoog struikgewas, zodat ze lastig zichtbaar waren in de schemer of het donker, wanneer het vangen plaatsvond. Enkele malen werden netten geplaatst bij nesten om de volwassen vogels te vangen.

Gevangen Nachtzwaluwen werden geringd, gemeten, gewogen, gesekst, voor zover mogelijk op leeftijd gebracht en onderzocht op de aanwezigheid van een broedvlek. Vervolgens werd de vogel voorzien van een kleine radiozender (VHF-zender), die een pulssignaal uitzendt op een unieke frequentie tussen 153 en 154 MHz. Hiermee werden gezenderde vogels, met de hulp van een ontvanger, individueel herkenbaar. De zenders wogen 2,5-3 gram en werden met secondelijm aangebracht bovenaan op één van de middelste staartpenen, met de sprietantenne

naar achteren gericht, los over de staart (figuur 2.3). Aan de onderkant van de zender was een gleufje gemaakt, waardoor de zender beter aan een staartveer kon worden bevestigd. Door het lichte gewicht (<5% lichaamsgewicht Nachtzwaluw) hinderden ze de vogel niet in zijn voortbeweging. De levensduur van de batterijen in de zenders was 1-5 maanden. In 2008 werden zenders gebruikt van de firma Holohil (Canada), geassembleerd door Microtes in Arnhem. Deze zenders zonden 4-5 maanden een signaal uit. In 2009 en 2010 werd gewerkt met radiozenders van de firma Biotrack (Groot-Brittannië) die 1-3 maanden meegingen en relatief veel uitval kenden.

#### *Volgen van gezenderde Nachtzwaluwen*

De gezenderde vogels werden gelokaliseerd met een draagbare radio-ontvanger (type SIKA) en richtingsgevoelig-antenne (type Yagi), beide van de firma Biotrack (Groot-Brittannië). De reikwijdte van het signaal bedroeg bij een goed functionerende batterij in de zender ca. 0,5 – 2 km. Deze afstand is met name afhankelijk van de openheid van het terrein en de hoogte van de ontvanger. Er werd voor het peilen van gezenderde Nachtzwaluwen daarom vaak gebruik gemaakt van houtstapels en verhogingen in het landschap.

Het volgen van de gezenderde vogels werd uitgevoerd door een veldmedewerker, vrijwilligers van Vogelwerkgroep De Kempen en IVN-werkgroepen en medestudenten. Zij werden vooraf uitgebreid geïnstrueerd door ervaren veldmedewerkers. De gezenderde vogels werden, in de periode waarin ze aanwezig waren, meerdere avonden per week gevolgd. Bij voorkeur focusten de individuele volgteams zich op een specifieke vogel. De meeste peilingen werden gedaan tussen 20:30 en 1:00 u. Waarnemingen in het tweede deel van de nacht werden vooral verzameld door de veldmedewerker en studenten. Vogels werden actief op de fiets gevolgd (grote actieradius

Nachtzwaluwen, dicht padennetwerk), en waar mogelijk exact gelokaliseerd aan de hand van de sterkte van het signaal. Nauwkeurig locatiebepaling werd zoveel mogelijk via driehoeksmeting uitgevoerd. De vastgestelde locatie werd vervolgens met behulp van GPS op een kaart geregistreerd, in combinatie met het waarneembare gedrag van de Nachtzwaluw op dat moment (zingen, rusten, foerageren of vliegen). Ook eventuele bijzonderheden werden genoteerd. Al deze kaarten werden vervolgens gedigitaliseerd in GIS.

Het gedrag van de Nachtzwaluw is vaak te herleiden uit de sterkte van de pulsen die geregistreerd worden op de radio-ontvanger:

- Snelle beweging. Signaal wordt snel zachter of harder. Dit duidt op een Nachtzwaluw die vliegt. Het kan gaan om een verplaatsing maar ook om een foeragerende vogel.
- Foerageren. Signaal wordt zachter en harder maar blijft min of meer op dezelfde plaats. Vogel vliegt, maar in een beperkt gebied. Kan duiden op foerageren boven een bepaalde plek.
- Zitten in een boom. Sterkte van het signaal blijft gelijk en komt van dezelfde plaats. Signaal verzwakt niet als de antenne laag bij de grond wordt gehouden.
- Zitten op de grond. Signaal komt steeds van dezelfde plaats maar is aanmerkelijk zwakker als de antenne laag bij de grond wordt gehouden.

Bij een verdwijnend signaal werd in de richting bewogen van de locatie van het laatst opgevangen signaal. Mocht het signaal voor langere tijd niet opgevangen worden, dan diende het onderzoeksgebied (inclusief nabij agrarisch gebied) nader uitgekamd te worden, indien mogelijk door op een hoger punt in open landschap te gaan staan, waar de ontvangst het beste was.

#### *Monitoring kap- en begrazingsbeheer*

##### *Kapbeheer*

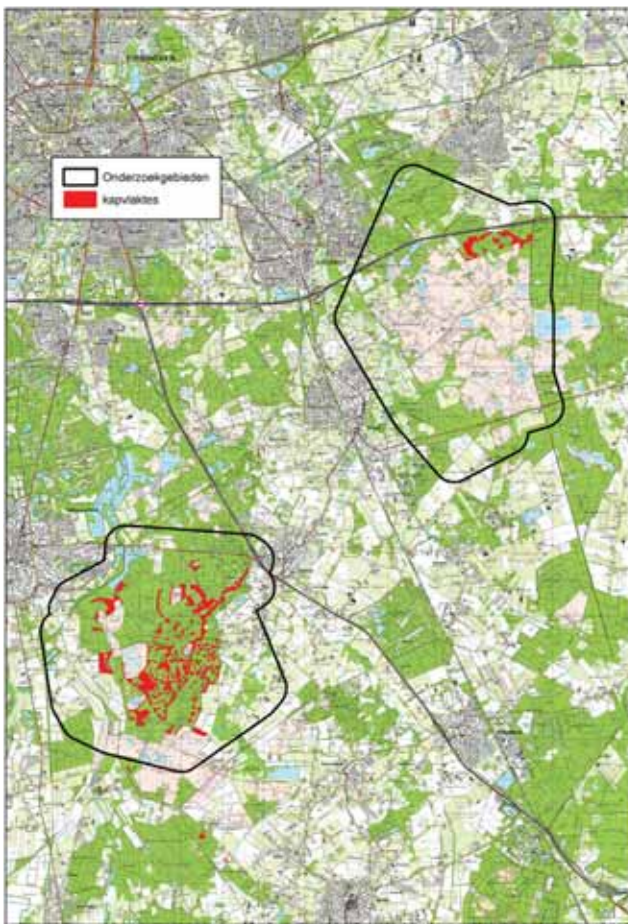
Kapbeheer is met name in het Leenderbos en het noordelijk deel van de Strabrechtse Heide veelvuldig uitgevoerd. Gekapte terreindelen zijn gedigitaliseerd in GIS op basis van gedetailleerde luchtfoto's van beide onderzoeksgebieden uit 2009 (bron: Provincie Noord-Brabant). Bij elke kapvlakte is de ouderdom geschat, het percentage gekapt bos en eventuele herinplant. Deze informatie is verwerkt in een habitatkaart, waarin ook habitats uit de Top10-vector-kaart 2006 zijn toegevoegd.

##### *Begrazing*

Detailgegevens (soort grazer, aantal, periode en begrenzing begrazingsgebied) zijn opgevraagd bij



Figuur 4.5. Het traceren van een gezenderde Nachtzwaluw op de dagrustplaats. Foto: Pieter Wouters. / Radio tracking of European Nightjar at daytime roost.



Figuur 4.6. De ligging van kapvlaktes in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide. / Clearcuts in Leenderbos and Strabrechtse Heide.

de terreinbeheerder. In een deel van 117 ha in het Leenderbos verblijft een kudde van 10 Schotse Hooglanders, deels jaarrond, deels alleen in de zomermaanden. Op de Grootte Heide ten zuiden van het Leenderbos loopt een gescheperde schaapskudde jaarrond. In een groot deel van de Strabrechtse Heide vindt begrazing plaats. In het noordelijke deel gaat het om gescheperde begrazing met 300-350 Kempische heideschape en op een groot deel van het heideterrein om ingerasterde begrazing met ca. 50 runderen en 80 schape. De ruimtelijke verdeling van de begrazingsintensiteit op de Strabrechtse Heide is in 2009 en 2010 nader gemonitord door studenten (zie hieronder).

#### *Begrazingsmonitoring Strabrechtse Heide 2009-2010*

##### *Gescheperde begrazing*

Met GPS legde de herder vast welke route er met de schape gelopen is, op welke plekken hij ze heeft laten grazen en hoe lang dit grazen plaatsvond. De methode is in 2009 en 2010 alleen uitgevoerd in juni 2009 en 2010.

##### *Ingerasterde begrazing*

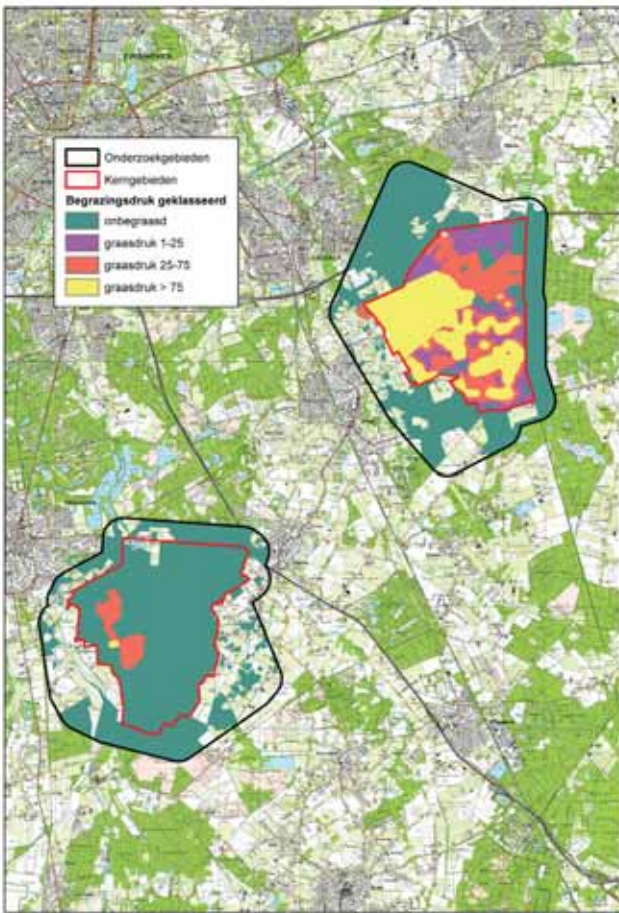
In 2009 werd de verspreiding (en het aantal graasuren) van de graasdieren in het ingerasterde deel bepaald door veldwaarnemingen. Zo werd de variatie in graasintensiteit op verschillende momenten vastgelegd.

De waarnemingen zijn verricht in mei, juni en juli. Iedere week werden op één dag drie observatierondes uitgevoerd, tussen 07:00 uur 's ochtends en 20:30 uur 's avonds (gemiddeld 8 uur per dag). Per maand waren er dus 12 observatierondes. Tijdens de patrouilles is per locatie genoteerd hoeveel graasdieren zich daar bevonden en wat hun activiteit was. De gegevens zijn genoteerd op een veldformulier en de locaties ingetekend op een kaart, onderverdeeld in vakken van 4 ha. Er werd gekozen voor vakken van 200 x 200 m omdat dit in het veld een hanteerbare, overzichtelijke afstand bleek. Alle gegevens zijn in een datasheet gezet. Per maand is er een kaart vervaardigd waar de graasuren op zijn uitgedrukt. In 2010 is deze kartering volgens dezelfde werkwijze uitgevoerd in de periode 24 mei – augustus.

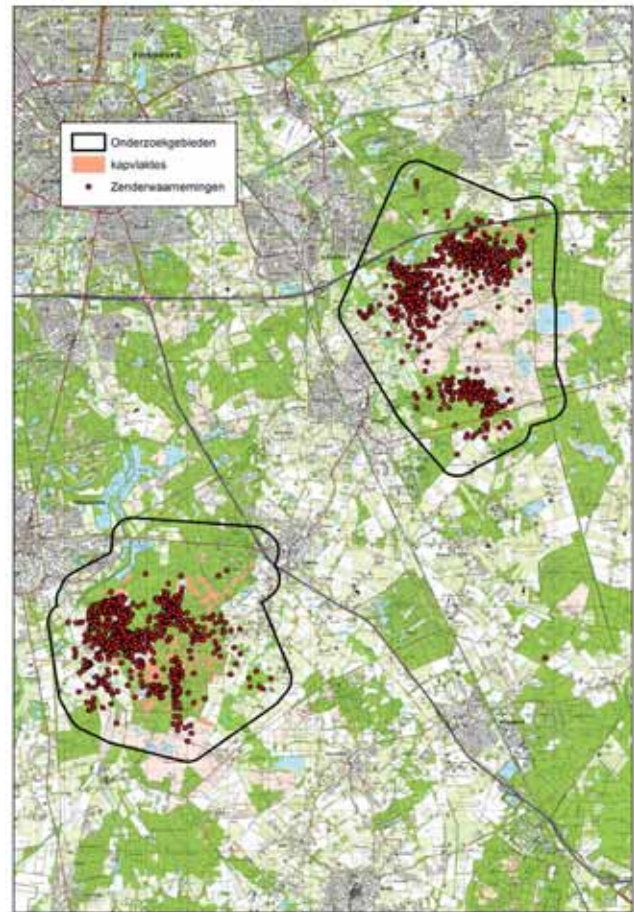
##### *Begrazingskaart*

De verzamelde begrazingsinformatie is als volgt gebruikt om een begrazingskaart te maken. Het gemiddeld aantal graasdieren per hectometerhok per maand is omgezet in grootvee-eenheid, GVE. Dit zorgt ervoor dat een kudde schape gelijk gesteld kan worden aan een kudde runderen ter normalisering van het graasgedrag. De schape en runderen zijn met de grootvee-eenheden vermenigvuldigd (zie ook paragraaf 2.2.2, tabel 2.2). Vervolgens is de GVE omgezet in het aantal graasuren per hectare. Dit is gedaan door de fractie van de kuddegrootte per hectometerhok per maand te vermenigvuldigen met het geschatte aantal graasuren in die maand (bepaald op basis van het maximaal aantal vee). Het totaal aantal runderen waargenomen per maand is vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal graasuren per dag (gesteld op zeven uren) en vervolgens met het aantal graasdagen (gesteld op 30 per maand). Voor de schape is hetzelfde gedaan, waarbij de informatie eerst is omgezet naar GVE.

De gegevens zijn ingevoerd in GIS. Met behulp van de interpolatie tool *Natural Neighbour* is voor het hele onderzoeksgebied een beeld opgesteld van het aantal begrazingsuren per hectare. Het aantal graasuren per hectare is in verschillende klassen verdeeld (figuur 4.7).



Figuur 4.7. Begrazingskaart onderzoeksgebieden. / Grazing intensity in study areas, ranging from green (no grazing) to yellow (intense grazing).



Figuur 4.9. Ligging van alle zenderwaarnemingen van Nachtzwaluw in de onderzoeksgebieden. / Cumulated radio tracking records of European Nightjar in the study areas.

### Graasklassen

De grasdruk in het aantal GVE-eenheden per ha per maand is omgezet in vier klassen:

- 0: <1 (onbegrast)
- 1: 1-25
- 2: 25-75
- 3: >=75

### Analysemethode foerageren en begrazings- en kapbeheer

In totaal zijn in 2008-2010 37 vogels van een zender voorzien en voor kortere of langere tijd gevolgd. Uit de zenderwaarnemingen zijn alle nauwkeurige peilingen geselecteerd. Vervolgens is een selectie gemaakt van de foerageerpunten (figuur 4.9). Bij rondvliegende vogels is aangenomen dat het om foeragerende vogels ging. Om foerageerpunten toe te kennen aan habitat, is gebruikgemaakt van de habi-



Figuur 4.8. De verdeling van de graasklassen in het Leenderbos en Strabrechtse Heide en in totaal. Als label is de oppervlakte graasklasse (ha) weergegeven. / Areas per grazing intensity category in Leenderbos, Strabrechtse Heide and total area.

tatkaarten (figuur 4.6). Er is voor een analysemethode gekozen waarbij bij elk foerageerpunt een random punt is gekozen binnen 0-500 m en 0-1000 m van dit foerageerpunt. Ook deze random punten zijn aan een habitat toegekend. Dit maakt het mogelijk om te bepalen of de habitatverdeling op foerageerpunten afwijkt van een willekeurige situatie.

#### 4.3.3. Resultaten en analyse

##### *Habitat en foerageren*

In totaal zijn voor het Leenderbos 902 foerageerpunten betrokken in de analyse en voor de Strabrechtse Heide 733 (bijlage 4.1). In tabel 4.1 is de verhouding tussen het aantal foerageerpunten en aantal random punten in een habitatklasse weergegeven. Een waarde groter dan 100 betekent dat er meer foerageerpunten in een habitatklasse liggen dan in de willekeurige situatie. Dit duidt dus op habitatvoorkeur. In beide gebieden vertoont de soort een voorkeur voor kapvlaktes en heide, terwijl weilanden (agrarisch gebied) opvallend genoeg niet gemedend worden als foerageergebied (tabel 4.1).

*Tabel 4.1. Habitatgebruik van foeragerende Nachtzwaluwen vergeleken met random punten binnen 500 m afstand (random = 100). / Habitat use of foraging European Nightjars compared to random points within 500 m.*

habitat_indeling	Leenderbos	Strabrechtse Heide	Totaal
Kapvlakte	172,1	111,4	158,9
Gemengd bos	35,0	18,2	27,7
Loofbos	31,7	207,4	64,4
Naaldbos	66,3	58,3	64,1
Heide	172,1	128,8	143,2
Bouwland	60,7	55,5	59,7
Weiland	161,0	92,7	118,7
onverharde wegen	44,3	42,8	43,6
Overig	75,2	8,7	45,2

##### *Begrazing*

In totaal zijn voor het Leenderbos 797 foerageerpunten betrokken in de analyse en voor de Strabrechtse Heide 597 (bijlage 4.2). In tabel 4.2 is de verhouding tussen het aantal foerageerpunten en aantal random punten in een graasklasse weergegeven. Een waarde groter dan 100 betekent dat er meer foerageerpunten in een bepaalde graasklasse liggen dan in de willekeurige situatie. Dit duidt dus op een voorkeur voor de betreffende graasklasse.

In het Leenderbos veroont de soort een voorkeur voor begraasde terreinen, op de Strabrechtse Heide is er weinig verschil tussen begraasde dan wel onbegraasde terreinen. De verschillen in de index-waarden tussen de graasklassen zijn vrij klein. Wel lijkt

*Tabel 4.2. Het voorkomen van foeragerende Nachtzwaluwen per graasklasse vergeleken met random punten binnen 500 m afstand (random = 100). Graasklassen, zie paragraaf 4.3.2. / Records of foraging European Nightjars per grazing intensity category compared to random points within 500 m distance.*

Graasklasse	Leenderbos	Strabrechtse Heide	Totaal
0 (geen wel (1-3)	74,6 177,0	93,4 100,7	75,0 122,7
1	Komt niet voor	85,9	85,9
2	169,5	105,8	137,5
3	377,8	104,6	116,5

er over beide gebieden consistent een relatieve voorkeur te bestaan voor de hogere graasklassen, dus die met hogere begrazingsintensiteit.

#### 4.3.4. Discussie, conclusies en aanbevelingen

##### *Kapvlaktes/habitat*

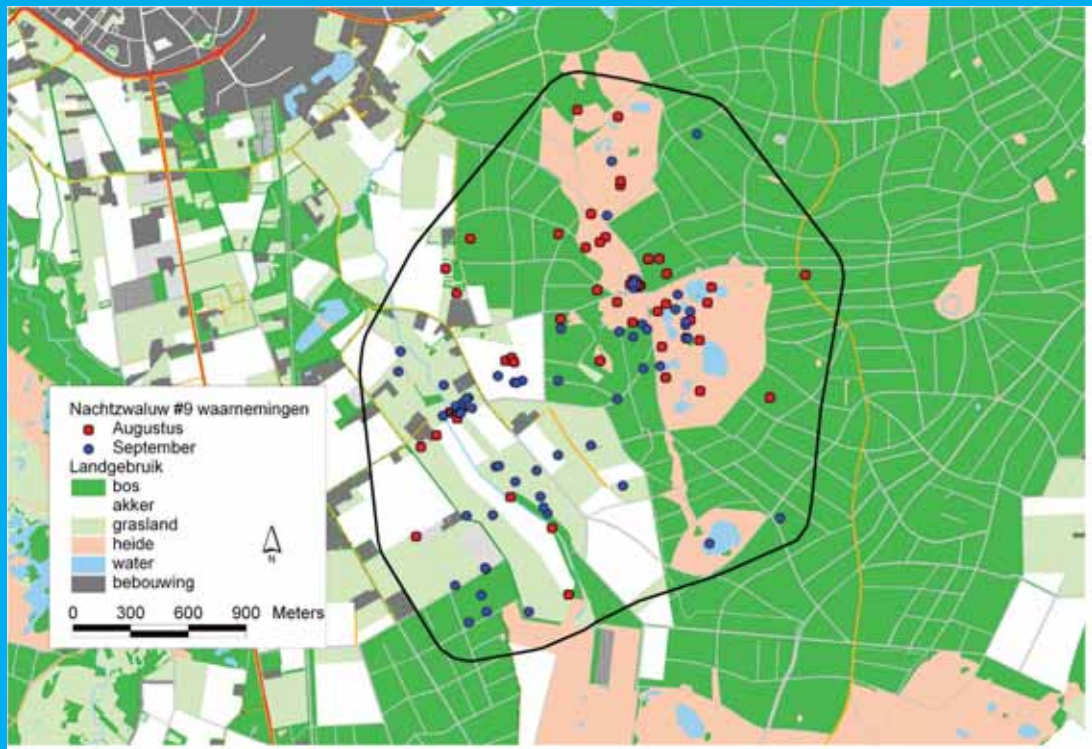
Er bestaat een voorkeur van Nachtzwaluwen voor foerageren op kapvlaktes ten opzichte van besloten terreinen. Er bestaat echter geen opvallend verschil in voorkeur tussen kapvlaktes en heideterreinen. Dit ondersteunen de conclusie uit hoofdstuk 2 dat, in bosgebieden, kapbeheer gunstig kan zijn voor Nachtzwaluwen.

##### *Begrazing*

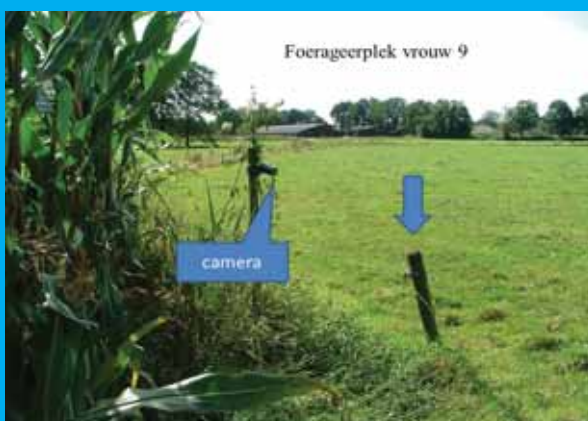
In het Leenderbos foerageren Nachtzwaluwen bij voorkeur op begraasde terreinen. Op de Strabrechtse Heide is dit verschil niet zichtbaar. In het Leenderbos wordt slechts een relatief kleine oppervlakte begraasd. Dit betreft hier wel een groot deel van de aanwezige heide. Het niet-begraasde deel kent relatief veel besloten terrein, dat wordt gemedend. Dit geldt ook voor de Strabrechtse Heide. Een vervolganalyse, waarin een vergelijking met onbegraasd open terrein wordt meegenomen, zou meer duidelijkheid over de voorkeur voor begrazing kunnen scheppen.

### Nachtzwaluwen in agrarisch gebied

Een verrassende uitkomst van de ecologische monitoring was dat Nachtzwaluwen ook blijken te foerageren in nabij de bos- en heidegebieden gelegen agrarisch gebied. In figuur 4.10 wordt dit geïllustreerd aan de hand van de zenderwaarnemingen van een Nachtzwaluw-vrouwtje (9) uit 2008 in het Leenderbos. Deze vogel ging vooral aan het eind van het seizoen (augustus -september) foerageren in het agrarisch gebied nabij Bruggenhuizen, in het dal van de Tongelreep (figuur 4.11). Het voedselaanbod in het Leenderbos was toen vermoedelijk relatief klein, zoals bleek uit lichtvalvangsten van nachtinsecten (figuur 4.12).



Figuur 4.10. Zenderwaarnemingen van Nachtzwaluw (vrouw 9) in 2008 in het Leenderbos. / Radio tracking records of European Nightjar (female 9) in 2008 in Leenderbos, frequently foraging in adjacent farmland, esp. August-September.



Figuur 4.11. (links) Foerageerlocatie van vrouwtje 9 in het dal van de Tongelreep. De vogel foerageerde als een vliegvanger vanaf het paaltje, wat kon worden gefilmd. / Foraging location of European Nightjar 9 (female) in the Tongelreep valley. This bird foraged like a flycatcher from a small pole.

Figuur 4.12. (rechts). Infrarood-camera opname van het vrouwtje op de weipaal / Infrared film recording of female European Nightjar on a pole.

## Nachtzwaluwen in agrarisch gebied - vervolg



Figuur 4.13. Indicatief beeld van het voedselaanbod op basis van de nachtinsectvangsten in september 2008 in het Leenderbos, op de Hasselvennen (links) en in het agrarisch gebied bij de Tongelreep (rechts).

#### 4.4. Reproductie Nachtzwaluw en kapbeheer - begrazingsbeheer

##### 4.4.1. Inleiding

Kennis over het broedsucces is belangrijk om te achterhalen in hoeverre een gebied daadwerkelijk goede condities biedt voor het voorkomen van een soort. Het kan een belangrijke schakel (*source*) vormen in een duurzame populatie of juist niet (*sink*), als het weliswaar Nachtzwaluwen aantrekt (bijvoorbeeld overloop van elders), maar deze komen onvoldoende broedsucces kennen. Daarbij is het in het kader van deze studie relevant of er een relatie bestaat tussen reproductie en kapbeheer of begrazingsbeheer. Over het broedsucces van de Nachtzwaluw in Nederland is weinig bekend (uitzonderingen daargelaten, o.a. Bijlsma 1989), laat staan in relatie tot terreinbeheer. Met betrekking tot Leenderbos en Strabrechtse Heide werden de volgende vragen geformuleerd:

Wat is de relatie tussen nestplaatskeuze, broedsucces en jongenconditie en kap- en begrazingsbeheer?

- Vermijden Nachtzwaluwen gebieden met begrazing of kapbeheer om te nestelen, of zoeken ze die juist op?
- Brengen Nachtzwaluwen meer of minder jongen groot in gebieden met begrazings- of kapbeheer, en groeien de jongen er beter dan wel slechter dan elders?

##### 4.4.2. Reproductie

Van een gevonden nest werden de coördinaten opgenomen met een GPS. Voorts werden datum en tijd genoteerd, werd een foto van het nest gemaakt en de legselgrootte bepaald. Bij een deel van de nesten werd vervolgens een cameraopstelling met videorecorder geplaatst. Nesten met kuikens werden daarnaast voorzien van een omheining: een gaas van 30 centimeter hoog en een diameter van ca. een meter, verankerd met metalen haringen. Dit hield

de jongen, zo lang ze nog niet konden vliegen, bij het nest, waardoor het mogelijk bleef om ze gedurende het nestbezoek te bestuderen. Ouders en jongen ondervonden, zowel op basis van veldwaarnemingen en videomateriaal, geen waarneembare hinder van deze *enclosure*. Sommige nesten werden tevens voorzien van een op afstand bediende infraroodcamera. De videorecorder werd enkele tientallen meters verderop verstoppt. Als het nest eieren bevatte, nam de camera 24 uur per dag op, onder meer om het moment van uitkomst van de eieren te registreren. Als er kuikens in het nest aanwezig waren, werd er van zonsopgang tot zonsopkomst opgenomen op een hogere beeldkwaliteit. De aandacht ging hierbij vooral uit naar het voeren van de kuikens. In 2009 en 2010 werden de nesten bovendien voorzien van een automatische temperatuurlogger om het microklimaat van het nest vast te leggen. Alle handelingen bij het nest gebeurden zorgvuldig en snel, om de ouders zo kort mogelijk te storen.

##### 4.4.2. Methoden

###### Zoeken nesten

Geprobeerd is om elke onderzoeksjaar (2008-2010) in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide zoveel mogelijk nesten te vinden voor monitoring van het broedsucces. Hierbij werd de zoekinspanning verdeeld over verschillende habitats en begrazingsregimes.

Aanvankelijk werd "koud" gezocht naar nesten op plaatsen waarvan het voorkomen van Nachtzwaluw-territoria bekend is en die voldoen aan de criteria voor een nestlocatie van de Nachtzwaluw (kale of kort begroeide stukjes in de hei, vaak onder een den- of eikje). Deze methode bleek slecht te werken. Later werd gericht gekeken naar het gedrag van Nachtzwaluwen in hun territorium. Wanneer het vrouwtje korte interacties had met de man kon dat betekenen dat er een nest was. Beide vogels produceerden een tokkelend geluid bij het naderen van



### Broedbiologie Nachtzwaluw

Het broedbegin valt meestal tussen half mei en eind juni. Soms wordt na, of tijdens de eindfase van, het eerste broedsel of bij mislukken ervan een tweede broedpoging gedaan. Daardoor kan de broedcyclus voortduren tot in augustus.

Het nest omvat hooguit een kuiltje in de kale grond of tussen dennennaalden. Het ligt soms aan een bosrand op de heide of kapvlakte onder boompje, soms op een open kale plek op de hei/kapvlakte. De legstelgrootte is bijna altijd twee eieren. Bebroeding, vooral door het vrouwtjes, vindt plaats gedurende ongeveer 17 dagen. De jongen zijn na ca. 17 dagen vliegvlug, waarna ze nog zo'n 18 dagen afhankelijk zijn van de ouders. Beide ouders dragen bij aan de zorg voor de jongen.



Figuur 4.14. (links). Legsel Nachtzwaluw. Foto: Peter Eekelder. Clutch of European Nightjar.

Figuur 4.15 (rechts). Broedende Nachtzwaluw. Foto: Peter Eekelder. / Breeding European Nightjar.



Figuur 4.16. (links) Enkele dagen oude nachtzwaluwjongen. Foto: Pieter Wouters. / European Nightjar chicks, few days old.

Figuur 4.17. (rechts) Bijna vliegvlug nachtzwaluwjong. Foto: Pieter Wouters. / Nearly fledged European Nightjar.

het nest (Cleere & Nurney 1998). De nesten werden gevonden door in de ochtend bij paren die dit gedrag vertoonden te observeren waar het vrouwtje de vegetatie invloog. Door bij daglicht de omgeving van de landingsplaats van het vrouwtje af te zoeken of transecten te lopen kon vaak het nest gevonden worden. Soms werd hierbij gebruik gemaakt van een gespannen touw tussen twee lopende personen. Het gebied werd dan letterlijk uitgekamd, waarbij werd gelet op broedende nachtzwaluwen die van schrik van het nest opvlogen. Deze handeling klinkt schadelijker dan het in werkelijkheid was: begroeiing zorgde er vrijwel altijd voor dat er een verticale afstand bleef bestaan tussen touw en nest, waardoor nesten niet werden geraakt en beschadigd. Paniekgedrag van een Nachtzwaluw duidde op een mogelijk nest in de

nabije omgeving. Vaak blijven ouders zo lang mogelijk doodstil op het nest zitten, maar indien het nest te dicht wordt benaderd vliegt de ouder laag spartelend weg, om de aandacht van het nest af te leiden. Als dit gebeurde was een nest vaak letterlijk binnen handbereik. Tot slot was het ook mogelijk om een deel van de gezenderde vogels te herleiden naar hun nest.

#### Monitoring broedsucces en conditie jongen

Tijdens de eifase werd de status van het nest één-tot twee maal per week geïnspecteerd. Tijdens de jongenfase werden om de kuikens dagelijks of om de dag gewogen met behulp van een unster. Bij regen werden de nesten niet bezocht om te voorkomen dat de jongen onderkoeld zouden raken. De vleugel-



Figuur 4.18. Een van de gevonden nesten op de Strabrechtse Heide, voorzien van enclosure en infraroodcamera. Een ouder is zichtbaar op het nest (foto: Tom van de Zilver). / European Nightjar nest in enclosure, monitored with infra-red camera.

lengte is gemeten met behulp van een liniaal op de *flattened* en *straightened* methode (Svensson 1992). Kuikens werden geringd zodra ze ongeveer tien dagen oud waren. Een nest werd gerekend als uitgevlogen indien een van de kuikens over de enclosure kon vliegen. De *enclosure* werd dan zo snel mogelijk verwijderd om het uitgevlogen jong niet verder te hinderen.

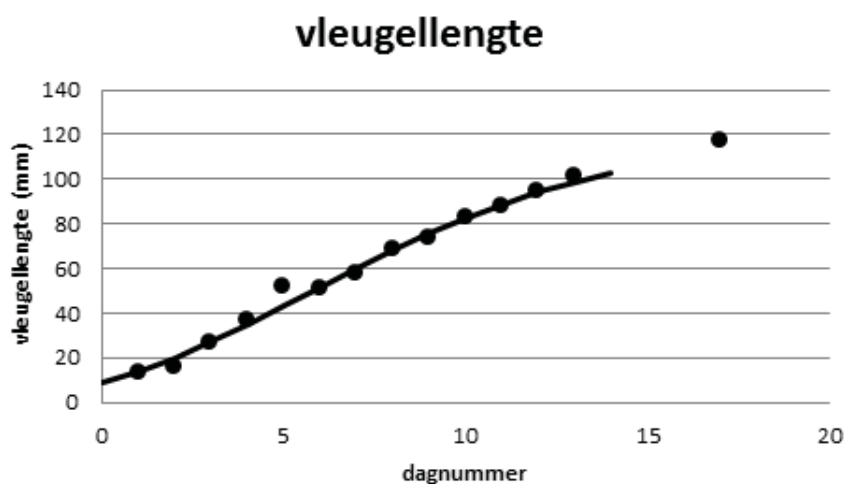
In de uitgelopen nesten werden achtergebleven eierschalen verzameld. Latere analyse kan wellicht inzicht geven in hun chemische samenstelling en antwoord geven op vragen betreffende de vitamine- en mineraalhuishouding van Nachtzwaluwen in beide gebieden.

De nestgegevens zijn ingevoerd in de voor het Nestkaartenproject van Sovon ontwikkelde invoerapplicatie Digitale Nestkaart – versie 4.3 (<http://www.sovon.nl/nl/content/nestkaarten>). Met dit programma is ook het broedsucces van (een selectie van) de nesten berekend volgens de Mayfield-methode (Mayfield 1961, 1975). Dit is een betere benadering van het werkelijke broedsucces dan de klassieke methode, die vaak het broedsucces overschat omdat geen rekening wordt gehouden met

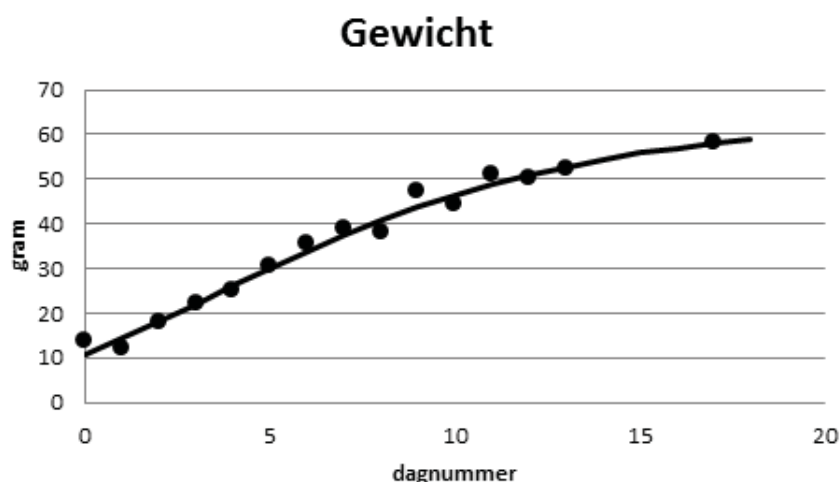
de fase waarin nesten gevonden worden. Laat in de broedcyclus gevonden nesten hebben immers een betere kans om succesvol te zijn dan nesten die vroeg in de cyclus ontdekt worden, of zelfs voor de vondst al mislukt zijn (Beintema 1992).

Voorts is een conditie-score voor de jongen berekend op basis van het gewicht van het kuiken op dag x ten opzichte van dat van het gemiddelde. Omdat geen groeicurves van jonge Nachtzwaluwen beschikbaar waren, zijn deze gemaakt op basis ons onderzoek, van gezond ogende jongen waarvan de uitkomstdatum tot op de dag nauwkeurig bekend was. Door deze groeicurves is een referentie-groeicurve gefit voor vleugelgroei en gewicht (figuren 4.19 en 4.20). In de Digitale Nestkaart kan op basis van deze curves voor alle afzonderlijke nesten of individuen een conditie-index worden vastgesteld op basis van een vergelijking van de gewicht op dag x tussen beide gewichtscurves. Als de uitkomstdatum van de jongen niet bekend was, werd deze geschat uit de groeicurve van de vleugellengte. Vleugels groeien doorgaans volgens een vast patroon, terwijl gewicht fluctueert afhankelijk van het voedselaanbod en het precieze moment van meten.

Figuur 4.19. Groeicurve van vleugellengte van nachtzwaluwjongen op basis van nesten uit het Leenderbos en Strabrechtse Heide, waarvan de uitkomstdatum bekend was. / Growth curve of wing length of European Nightjar chicks (hatching date exactly known) based on nest monitoring data in Leenderbos and Strabrechtse Heide.



Figuur 4.20. Groeicurve van gewicht van nachtzwaluwjongen op basis van nesten uit het Leenderbos en Strabrechtse Heide, waarvan de uitkomstdatum bekend was. / Growth curve of weight of European Nightjar chicks (hatching date exactly known) based on nest monitoring data in Leenderbos and Strabrechtse Heide.



#### Analysemethode reproductie begrazings- en kapbeheer

Alle gevonden nesten zijn toegekend aan habitats en graasklassen (zie paragraaf 4.3.2). Voor het onderzoeksgebied zijn voorts de arealen van de habitats en graasklassen berekend, zodat het mogelijk is om het relatieve habitataanbod te vergelijken met de relatieve habitatverdeling van de nesten. Dit geldt ook voor het broedsucces.

Tabel 4.3. De verdeling van de nesten (2008-2010) over de habitats. / Number of nests per habitat type based on data collected in 2008-2010.

terreintype	Leenderbos	Strabrechtse Heide	Totaal
Bos	3	1	4
Heide	10	19	29
Kapvlakte	13	1	14
Overig			
Totaal	26	21	47

#### 4.4.3. Resultaten en analyse

##### Nestplaatskeuze

##### Habitat

In de periode 2008-2010 zijn in het Leenderbos 26 nesten gevonden en op de Strabrechtse Heide 21 nesten. In het Leenderbos werden de meeste nesten gevonden op kapvlaktes en heideterrein, een minderheid in bos (3) en geen enkel nest in andere habitats. Op de Strabrechtse Heide lagen vrijwel alle

Tabel 4.4. De verhouding tussen het aantal nesten (2008-2010) per habitat en de relatieve oppervlakte van de habitat in het onderzoeksgebied. Een waarde van meer dan 100 geeft aan dat er meer nesten in de betreffende habitat gevonden zijn dan op basis van een willekeurig verdeling verwacht mag worden. / Ratio of the number of nests and the relative surface per habitat. >100 indicates a preference for nesting in a specific habitat.

terreintype	Leenderbos	Strabrechtse Heide	Totaal
Bos	18,2	30,5	21,5
Heide	468,1	124,9	153,8
kapvlakte	318,0	202,3	327,9
Overig	0,0	0,0	0,0

Tabel 4.5. De verdeling van de nesten (2008-2010) over de graasklassen. Voor graasklassen zie paragraaf 4.3.2./ Number of nests per grazing intensity category.

begrazing	Leenderbos	Strabrechtse Heide	Totaal
0 (geen)	23	2	25
wel (1,2 of 3)	3	19	22
totaal	26	21	47
graasklasse			
1	-	12	12
2	3	6	9
3	0	1	1

nesten op de heide; slechts één is gevonden op een kapvlakte en één in het bos (tabel 4.3). Ook als wordt gecorrigeerd voor het habitataanbod blijft de voorkeur voor heide en vooral kapvlaktes gehandhaafd (tabel 4.4).

#### Begrazing

In het Leenderbos zijn de meeste nesten in onbegraasd gebied gevonden. Op de Strabrechtse Heide is het omgekeerde het geval (tabel 4.5). Gecorrigeerd voor het aanbod begraasd/onbegraasd terrein (tabel 4.6) blijkt dat er overall geen voorkeur te bestaan voor begraasd dan wel onbegraasd gebied. Wel blijken er weinig nesten te liggen in gebieden met een relatief hoge begrazingsdruk (graasklasse 3: >75 GVE/ha/maand).

Tabel 4.6. De verhouding tussen het aantal nesten (2008-2010) per habitat en de relatieve oppervlakte van de graasklassen in het onderzoeksgebied. Een waarde van meer dan 100 geeft aan dat er meer nesten in de betreffende graasklasse gevonden zijn dan op basis van een willekeurig verdeling verwacht mag worden. / Ratio of the number of nests and the relative surface per grazing intensity category. >100 indicates a preference for nesting in a specific grazing intensity category.

begrazing	Leenderbos	Strabrechtse Heide	Totaal
0 (geen)	95,5	98,4	104,5
wel (1,2 of 3)	156,9	100,2	95,3
totaal			
graasklasse			
1	-	287,0	254,8
2	164,1	101,5	108,5
3	0	11,3	9,9

#### Broedsucces

Er zijn in totaal 47 nesten gevolgd. Hiervan waren er 27 succesvol (minimaal één jong uitgevlogen). Van de niet-succesvolle legfels werd bij 11 in de ei- of jongenfase predatie vastgesteld (Leenderbos: 7, Strabrechtse Heide 4), twee nesten werden verlaten en bij vier nesten waren de oorzaken van mislukking onduidelijk.

In tabel 4.7 wordt het volgens de Mayfield-methode bepaalde nestsucces weergegeven. Over de periode

Tabel 4.7. Berekening van het nestsucces (Mayfield methode) totaal, per jaar en uitgesplitst naar Leenderbos en Strabrechtse Heide. In grijze letters de broedsucces-waardes, gebaseerd op minder dan 150 nestdagen, die alleen als indicatief moeten worden gezien. / Nest success (Mayfield) as a whole, per year and for Leenderbos and Strabrechtse Heide separately. Results for 2008 are indicative as these are based on a small sample size (<150 nesting days).

Type	Ligduur	Nest-dagen	Novl	Nnest	p	Sd	Nest-succes	Succes-Min	Succes-Max
totaal	36	430,0	419,5	32	0,976	0	41,1	23,9	70,1
2008	36	94,0	90,5	9	0,963	0	25,5	5,9	100
2009	36	181,0	179,0	11	0,989	0	67	38,3	100
2010	36	155,0	150,0	12	0,968	0	30,7	10,7	85,2
Leenderbos	36	188,5	185,5	16	0,984	0	56,1	29,0	100
Strabrechtse Heide	36	241,5	234,0	16	0,969	0	32,1	14,1	71,8

Ligduur Aantal dagen dat er eieren/jongen in het nest liggen (bij succesvolle broedsels)

Nestdagen Gesommeerd aantal dagen met eieren/jongen in nesten. Vuistregel is dat minimaal 150 nestdagen nodig zijn voor een betrouwbare Mayfield-analyse

Novl Gesommeerd aantal dagen levende eieren/jongen in nesten

Nnest Aantal nesten waarop de steek aantal Nestdagen is gebaseerd

P Dagelijkse overleving (waarde tussen 0 en 1)

Sd Standaard deviatie (spreiding rond waarde van p)

Nestsucces Kans van slagen van broedsel (in procenten)

SuccesMin Minimum waarde van Nestsucces (95% betrouwbaarheidsinterval)

Tabel 4.8. Vergelijking van het nestsucces van de Nachtzwaluw per habitat en voor begraasde en onbegraasde gebieden. Voor de betekenis van de kolommen zie tabel 4.7. In grijze letters de waarden gebaseerd op minder dan 150 nestdagen, die alleen als indicatief moeten worden gezien. / Nest success of European Nightjar per habitat type and grazing intensity category. Results for woodland ('bos') are only indicative as these are based on a relatively small sample size (<150 nesting days).

biotoop	Ligduur	Nest-dagen	Novl	Nnest	p	Sd	Nest-succes	Succes-Min	Succes-Max
bos	36	42,5	40,5	4	1,0	0,0	17,6	1,5	100,0
heide	36	303,5	297	19	1,0	0,0	45,9	25,1	83,1
kapvlakte	36	84	82	9	1,0	0,0	42,0	12,4	100,0
<b>begrazing</b>									
Ja (klasse 1 en 2)	36	198	193,5	12	1,0	0,0	43,7	20,2	93,2
nee	36	232	226	20	1,0	0,0	38,9	18,2	82,2

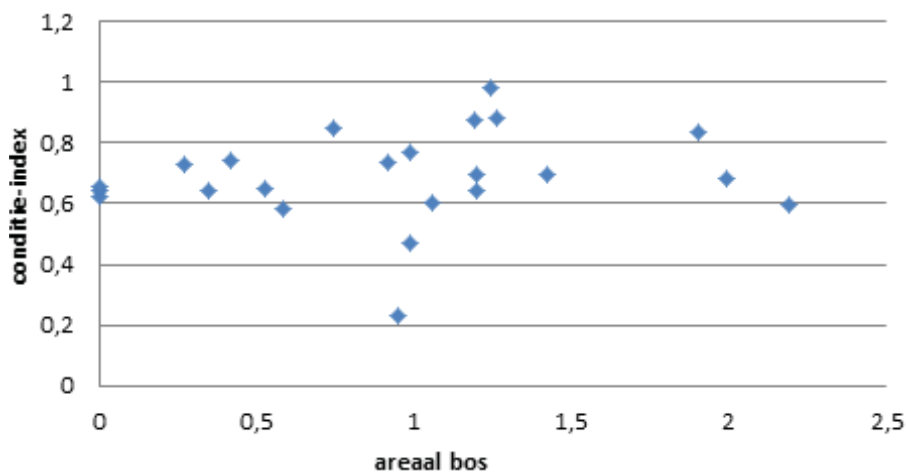
2008-2010 berekend bedroeg het nestsucces 41,1%, met de hoogste jaarwaarde in 2009 (67%). In het Leenderbos was het nestsucces wat hoger (56,1%) dan op de Strabrechtse Heide (32,1%). Statistische toetsing op significantie is niet uitgevoerd. Wel zijn de 95%-betrouwbaarheidsintervallen erg groot. Uit tabel 4.8 blijkt geen opvallend verschil in nestsucces tussen nesten op heide en op kapvlaktes. Hetzelfde geldt voor het nestsucces in begraasde en onbegraasde gebieden. Bedenk daarbij dat er in intensief begraasde terreindelen (graasklasse 3) slechts één nest is gevonden (dat mislukte).

#### Conditie jongen

Voor elk nest (met dus twee nestjongen) is een conditie-index berekend. Deze bedroeg gemiddeld 0,69 met uitschieters tot 0,23 en 0,98. Er blijkt weinig differentiatie in conditie te bestaan tussen gebieden, habitats en begraasd/onbegraasd terrein. Per jaar bekeken was 2008 een jaar met laag nestsucces en ook een relatief lage conditie (maar denk aan de kleine steekproef), terwijl het omgekeerde opgaat op voor 2009. Dat het nestsucces op de Strabrechtse Heide relatief laag was, vergeleken met het Leenderbos, vertaalt zich niet in opvallende verschillen in conditie-index. De gemiddelde conditie-index is slecht licht in het voordeel van het Leenderbos. Voorts is gekeken of er een verband is tussen de conditie-index per nest en het areaal besloten terrein in een 100 m buffer rondom het nest. Uit paragraaf 4.3 bleek dat de Nachtzwaluw besloten terrein minder gebruikt om te foerageren. De aanwezigheid van veel bos nabij het nest (wat een relatief grote vliegafstand impliceert naar open terrein; het foerageergebied) blijkt echter geen weerslag te hebben op de conditie van de jongen (figuur 4.21).

Tabel 4.9. De gemiddelde conditie-indexen van Nachtzwaluwen tijdens de jongenfase in totaal, per gebied, per jaar, per biotoop en per begrazingregime. Ter vergelijking is het nestsucces (Mayfield) weergegeven. In grijze letters de waarden gebaseerd op minder dan 150 nestdagen, die alleen als indicatief moeten worden gezien. / Average condition-index of European Nightjar chicks as a whole, per site, year, habitat and grazing intensity class. Nest success is given as well (small sample in 2008 and woodland; 'bos').

Type	conditie-index			N	Broedsucces (%)
	gemiddeld	min	max		
Totaal	0,69	0,23	0,98	23	41,1
<b>gebied</b>					
Leenderbos	0,70	0,47	0,98	14	56,1
Strabrechtse Heide	0,66	0,23	0,85	9	32,1
<b>Jaar</b>					
2008	0,61	0,23	0,85	6	25,5
2009	0,73	0,64	0,88	10	67
2010	0,70	0,47	0,98	7	30,7
<b>Biotoop</b>					
Bos	0,64	0,59	0,69	2	17,6
Heide	0,65	0,23	0,85	13	45,9
Kapvlakte	0,76	0,47	0,98	8	42
<b>Begrazing</b>					
ja	0,62	0,23	0,85	8	43,7
nee	0,72	0,47	0,98	15	38,9



Figuur 4.21. Conditie-index van jonge Nachtzwaluwen, per nest uitgezet tegen het areaal bos in een 100 m buffer rondom het nest. / Relation between condition-index of European Nightjar chicks per nest and the forested area in a 100 m buffer surrounding the nest.

#### 4.4.4. Conclusies

##### *Nestlocatie*

Er bestaat een voorkeur om te nestelen op kapvlaktes en heideterrein. Er lagen echter weinig nesten in gebieden met een relatief hoge begrazingsdruk (>75 GVE/ha/maand). Deze laatste bevinding komt overeen met veldindrukken. Ondanks intensief zoeken konden in de intensief begraasde terreinen nauwelijks nesten worden gevonden. Het sluit aan bij het negatieve verband dat eerder aangetoond werd tussen het voorkomen van Nachtzwaluwen en hoge begrazingsdruk (hoofdstuk 2).

##### *Nestsucces*

Er bestaat geen opvallend verschil in nestsucces tussen kapvlaktes en heideterreinen. De steekproef in bos was te klein om een betrouwbare vergelijking mogelijk te maken, maar er zijn aanwijzingen dat het nestsucces daar wel beduidend lager is dan op kapvlaktes.

Het nestsucces op licht tot matig begraasde terreinen verschilt weinig van dat op onbegraasde terreinen. Over het nestsucces in relatief intensief begraasde terreinen kunnen geen uitspraken gedaan worden, omdat daar slechts één (mislukt) nest is gevonden. Dit suggereert dat Nachtzwaluwen niet overgaan tot nestelen in intensief begraasde terreinen, tenzij de nesten aldaar niet gevonden worden omdat ze al in een zeer vroeg stadium sneuvelen. Dit laatste zou het gevolg kunnen zijn van vertrapping van nesten of vroegtijdige verstoring van broedpogingen door grazers. Het is niet zo dat Nachtzwaluwen relatief hoog begraasde gebieden per definitie mijden, zoals blijkt uit de foerageeranalyse (paragraaf 4.2).

##### *Conditie*

De conditie-index laat geen grote verschillen zien tussen de onderzoeksgebieden, habitats en wel of niet begraasde terreinen. Van de meeste nesten zijn voedselproppen afgenomen bij de jongen voor de dieetstudie (paragraaf 4.5). Dit zou de conditie enigszins kunnen beïnvloeden. De jongen heb-

ben ter compensatie wel vervangvoedsel gekregen. Daarnaast gebeurde dat bij de meeste nesten zodat het eventuele effect op de conditie-index vermoedelijk wegvalt.

Er is voorts geen positieve of negatieve relatie zichtbaar tussen het areaal bos (besloten terrein) in een straal van 100 m rondom het nest en de conditie van de jongen. Een grotere vliegafstand tot open foerageergebieden resulteert dus niet in een slechtere conditie van de jongen, en omgekeerd zijn er dus geen aanwijzingen dat een groot areaal kapvlaktes of heide nabij het nest resulteert in een betere conditie. Vervolganalyses kunnen hier wellicht meer uitsluitend overgeven. Uit nog ongepubliceerde resultaten van deze zenderstudie, maar ook van andere studies op de Veluwezoom (van Kleunen *et al.* 2007) en in België (Evens *et al.* 2012), blijkt dat bij Nachtzwaluwen foerageervluchten over afstanden tot een kilometer normaal zijn. In een vervolganalyse zou gekeken kunnen worden naar een grotere cirkel rondom het nest. Bij sommige nesten was een van de ouders een zendervogel. Dit biedt de mogelijkheid om de relatie tussen foerageergebieden en conditie van de jongen (en ook nestsucces) nader te analyseren.

## 4.5. Dieetstudie

### 4.5.1. Inleiding

Nachtzwaluwen zijn actief in de schemering en in de nacht en foerageren vrijwel alleen vliegend. Hierdoor is het voedselaanbod beperkt tot nacht- en schemeractieve vliegende ongewervelde dieren. De samenstelling van het dieet bestaat in de regel daarom voornamelijk uit nachtvlinders, kevers en schietmotten (o.a. Naumann 1905, Cleere & Nurney 1997). De meest uitgebreide studies aan de dieetsamenstelling bij nestjongen van Nachtzwaluwen zijn die van Schlegel (1994) en Sierro *et al.* (2001). Hieruit blijkt duidelijk dat nachtvlinders de belangrijkste

prooigroep vormen met 51 tot 81% van het aantal individuen in het dieet. Een andere belangrijke prooigroep vormen kevers, voornamelijk bladsprietkevers (mestkevers, mei- en junikevers) en boktorren. Daarnaast zijn micronachtvlinders, schietmotten, muggen, vliegen, mierenleeuwen en gaasvliegen meestal in lage aantallen vertegenwoordigd. Zeker wanneer het dieet in percentage biomassa wordt omgerekend, vormen de relatief zware macronachtvlinders verreweg de belangrijkste prooigroep (o.a. Sierro *et al.* 2001). De resultaten van deze Europese studies vertonen grote overeenkomsten met die aan Amerikaanse nachtzwaluwsoorten, waar nachtvlinders, kevers en schietmotten eveneens de belangrijkste prooigroepen uitmaken (o.a. Mills 1986, Brigham & Barclay 1992, Todd *et al.* 1998).

Variatie in de dieetsamenstelling wordt grotendeels veroorzaakt door verschillen in het aanbod van geschikte prooidieren. Dit aanbod kan per locatie sterk verschillen, wat blijkt uit het zeer hoge aandeel schietmotten en meikevers (*Melolontha melolontha*) dat in enkele territoria werd aangetroffen (Schlegel 1967). Alhoewel Nachtzwaluwen in principe generalisten zijn, lijken ze wel selectief te foerageren op bepaalde prooigroepen wanneer er voldoende keuze is. Waarschijnlijk gaat het hierbij met name om de zichtbaarheid, waarbij grotere prooi-soorten die wat hoger vliegen het meeste opvallen tegen een lichtere hemel en hierdoor sterker vertegenwoordigd zijn in het dieet. Todd *et al.* (1998) vonden dat in het dieet van de Amerikaanse Nachtzwaluw (*Chordeiles minor*) vlinders en schietmotten in ongeveer dezelfde verhouding gegeten werden als er qua aanbod was. Kevers en vliesvleugeligen werden relatief vaker gegeten terwijl muggen en vliegen juist vermeden werden. Dit lijkt niet te gelden voor de fase waarin er nestjongen tot vier dagen oud gevoerd worden. In deze fase worden relatief veel kleine, goed verteerbare prooien gevoerd, zoals steekmuggen, en micronachtvlinders (Schlegel 1994). Ook Sierro *et al.* (2001) constateerden dat kevers vrijwel ontbraken in het dieet van nestjongen, terwijl het aandeel van zachte gaasvliegen en mierenleeuwen relatief hoog was.

*Onderzoeksmethoden dieet van Nachtzwaluwen*  
Alhoewel het soortenspectrum van het dieet al veelvuldig is beschreven, is het aantal studies waarin ook de verhouding tussen deze soorten is bepaald zeer schaars. Voornaamste reden is dat dit alleen mogelijk is met arbeidsintensieve methoden als het plaatsen van halsringen (conform Schlegel 1967) of het verzamelen van dode vogels om de maaginhoud te onderzoeken. Een alternatieve methode voor het bepalen van de dieetsamenstelling is het analyseren van prooiresten in uitwerpselen (o.a. Sierro *et al.* 2001). Omdat uitwerpselen accumuleren op dagrustplekken en nestlocaties levert dit een veel

grotere steekproef op. Als gevolg van grote verschillen in verteerbaarheid tussen prooidiersoorten geeft deze methode echter een veel minder exact beeld van de dieetsamenstelling. Bovendien zijn de meeste prooiresten slechts te determineren tot op het niveau van orde of hooguit geslacht, maar vrijwel niet tot op soortniveau. In eerdere deelstudies van het Nachtzwaluwonderzoek in Nederland, zowel op de Veluwezoom (van Kleunen *et al.* 2008) als in Zuidoost Brabant (van Kleunen 2009) is getracht om op basis van uitwerpselen een gedetailleerde analyse van het dieet te maken, maar dit bleek onmogelijk. Zo bleek dat de vorm, grootte en het aantal frenula (verbindingshaakjes tussen vleugels van nachtvlinders die veel in uitwerpselen worden aangetroffen) sterk te verschillen tussen soorten en tussen mannetjes en vrouwtjes van een soort. Hierdoor kon er zowel over de soortensamenstelling als over de aantalsverhoudingen van nachtvlinders in het dieet niets worden gezegd. Ook Sierro *et al.* (2001) gebruikte de methode enkel om een zeer ruwe schatting te maken van het aandeel van verschillende prooigroepen in het dieet. Aangezien er in de onderhavige studie keelproppen zijn verzameld en gedetermineerd, is besloten om de analyse van uitwerpselen hier geheel achterwege te laten.

#### *Doel van dit onderzoek*

Het doel van dit deelonderzoek is te achterhalen of begrazing het prooiaanbod voor Nachtzwaluwen beïnvloedt en daarmee de samenstelling van het dieet stuurt. Deze beïnvloeding kan zowel direct zijn door de aanwezigheid van mestfauna, als indirect op de dichtheid en het soortenspectrum van nachtvlinders via de structuur en compositie van de vegetatie. De vragen die in dit hoofdstuk aan de orde komen zijn:

- Waaruit bestaat het dieet van Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en het Leenderbos?
- Is er een verschil in dieet tussen deze gebieden en/of tussen onderzoeksjaren?
- Welke prooigroepen en -soorten zijn het belangrijkste in het dieet?
- Is er een duidelijk verband tussen het prooiaanbod in de terreinen en het dieet van Nachtzwaluwen?
- Wat zijn de effecten van begrazing en andere beheermaatregelen op het prooiaanbod en het dieet?

#### 4.5.2. Methoden

##### *Bepaling dieet Nachtzwaluwen aan de hand van keelproppen*

Om een gedetailleerd beeld te krijgen van het voedsel zijn voedselproppen opgevangen die door de ouders aan hun jongen werden gevoerd. Dit gebeurde door halsringen te plaatsen gemaakt van dunne stroken dubbelzijdig klittenband van ongeveer 0,5 bij 7cm. Deze zijn strak - maar niet knellend! - om de

Tabel 4.10. Overzicht van de verzamelde keelproppen waarop de dieetanalyse is uitgevoerd. Let wel; gelijke nestcodes in verschillende jaren betreffen niet dezelfde nestlocaties of dezelfde oudervogels. / Origin and number of collected food pellets for diet study of European Nightjar chicks.

	Nestcode	2008	2009	2010
Leenderbos	N1			7
Leenderbos	N2	2	3	7
Leenderbos	N3		3	9
Leenderbos	N4	7	2	
Leenderbos	N7		1	
Leenderbos	Totaal	9	9	23
Strabrechtse Heide	N1	3		
Strabrechtse Heide	N2	12		
Strabrechtse Heide	N3	4	1	
Strabrechtse Heide	N4		3	
Strabrechtse Heide	N6		7	
Strabrechtse Heide	N7		7	
Strabrechtse Heide	N8			11
Strabrechtse Heide	N9			7
Strabrechtse Heide	totaal	19	18	18
Totaal per jaar		28	27	41
Totaal aantal keelproppen gehele onderzoek				96

hals van de nestjongen aangebracht, zodat de vogel normaal kan ademen maar het aangebrachte voer niet kan doorslikken. De kuikens verbleven binnen de enclosure, die rondom het nest was gemaakt. Op afstand (indien mogelijk via de camera of een nachtkijker) werd gewacht tot de ouders kwamen voeren. Hierna werd de voedselprop met een pincet uit de bek verwijderd, waarna vervangend voedsel werd toegediend (verse krekels of andere geschikte insecten). De halsringmethode werd hooguit eens in

de twee dagen toegepast. De halsringen werden aan het begin van de schemering aangebracht, afhankelijk van de datum tussen 20:30 u en 21:30 u. Tijdens de eerste uren van de schemering is er namelijk een piek in de voederfrequentie, waardoor de halsringen slechts zeer kort aangebracht hoefden te worden. Het voedsel is in gelabelde potjes gedaan en in de diepvries bewaard. Van elke verzamelde keelprop werden alle diergroepen op naam gebracht, de nachtvlinders tot op soort en de overige groepen tot op orde of geslacht. Daarnaast is het drooggewicht bepaald van de individuen (na 24 uur drogen bij 70°C).

#### Bepaling van het prooiaanbod met lichtvallen

Voor het bepalen van het prooiaanbod is gebruik gemaakt van lichtvallen met een UV-lamp. Per terrein zijn er vier lichtvallen gebruikt die in de onderzoeksjaren 2009 en 2010 één maal per week gedurende twee nachten onder gunstige weersomstandigheden aan stonden. De lampen brandden de hele nacht, hierbij aangestuurd door een lichtsensoren. Hierdoor schakelden de lampen aan op moment van schemering (start activiteit Nachtzwaluwen) en schakelden weer uit wanneer het daglicht in sterkte toenam (einde activiteit nachtzwaluwen). Op deze wijze zijn alle vallen in beide gebieden ook telkens in exact dezelfde periode actief geweest.

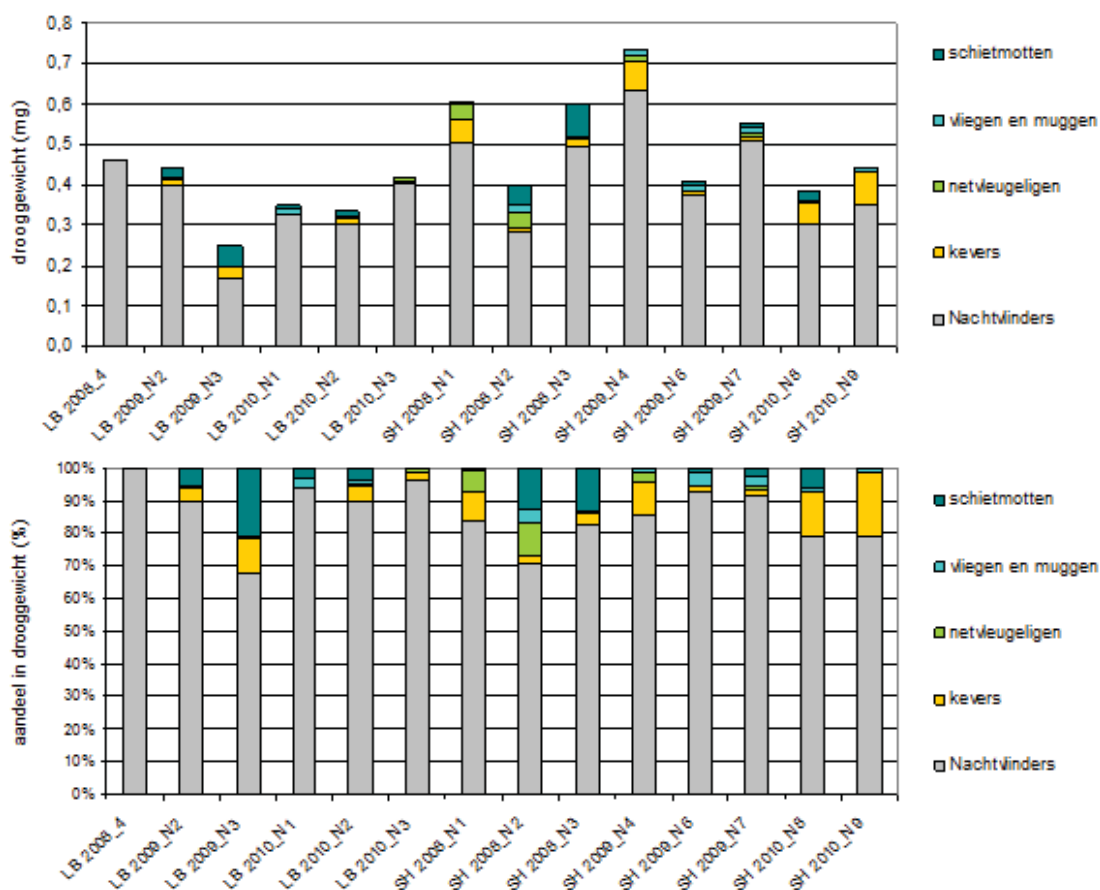
Nachtactieve insecten (met name nachtvlinders, maar ook gaasvliegen, muggen en kevers) die op het UV-licht afkomen, vallen door een rechter in een verzamelnet. 's Ochtends zijn de vallen geleegd en zijn de vangsten zo snel mogelijk ingevroren voor verdere analyse.

Alle diergroepen zijn op naam gebracht, de nachtvlinders tot op soort en de overige groepen tot op orde of geslacht. Daarnaast is het drooggewicht bepaald van de individuen (na 24 uur drogen bij 70°C).



Figuur 4.22. Prooien (hier met name Huismoeders *Noctua pronuba*) uit een opgevangen voedselprop. Foto: Pieter Wouters. / Prey items (in this case in particular the moth *Noctua pronuba*) in a collected food pellet.





Figuur 4.23. Totaal gewicht (boven) en aandeel (%) van verschillende diergroepen in het dieet van jonge Nachtzwaluwen. Alleen nesten waar van tenminste drie keelproppen zijn verzameld worden weergegeven. / Total dry mass (upper figure) and percentage of several invertebrate species groups in the diet of European Nightjar chicks. Only nests with at least three collected food pellets.

#### Trends van nachtvlinders

Voor de analyse van de nachtvlindertrends is gebruik gemaakt van de trendindexen van De Vlinderstichting. Op basis van het dieet is voor de belangrijkste soorten in het dieet van de Nachtzwaluwen een cumulatieve trendindex berekend over de periode 1980-2012.

#### 4.5.3. Resultaten en analyse

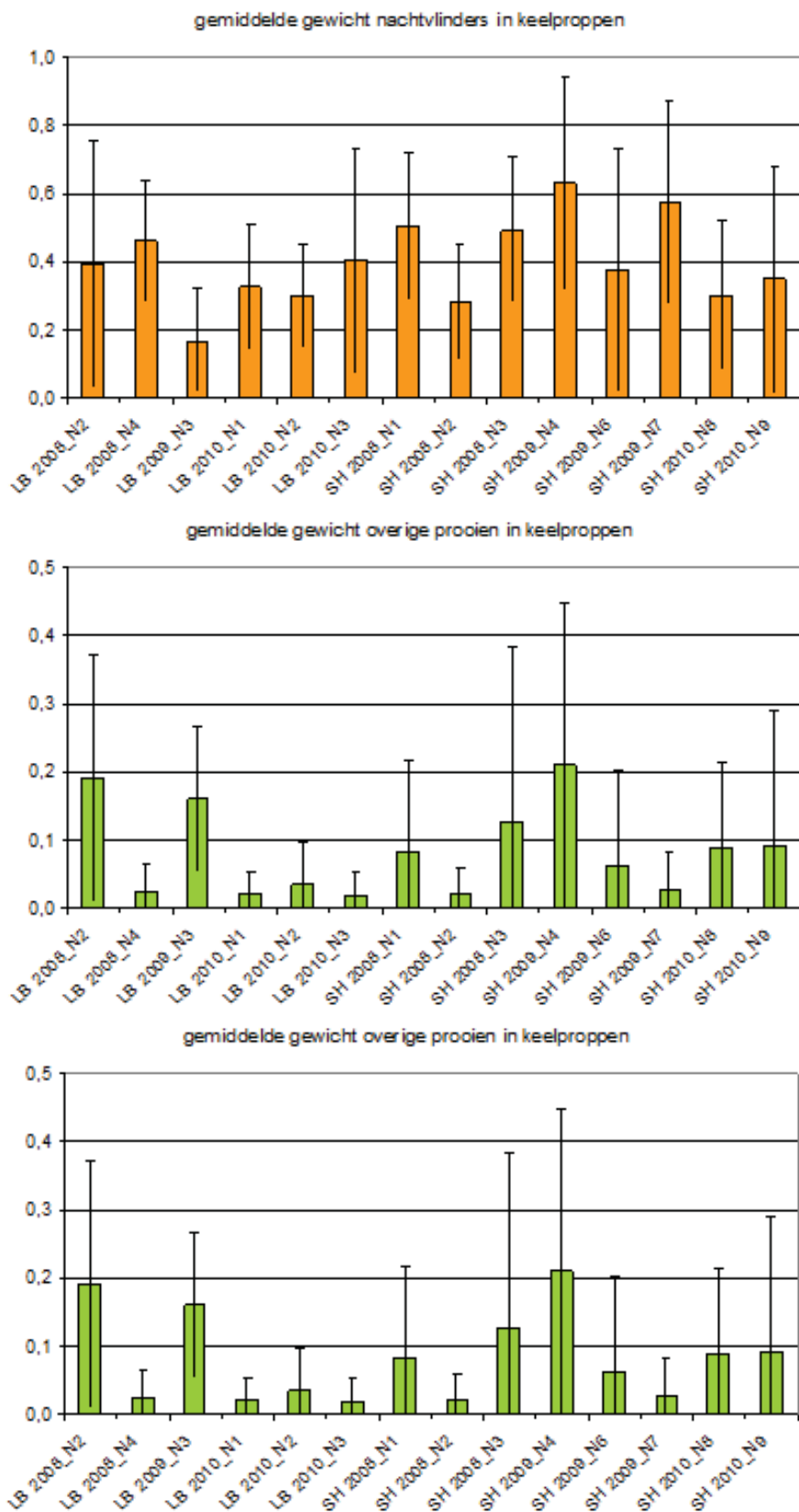
##### Het dieet van Nachtzwaluwen

##### Verhouding van diergroepen in het dieet

In figuur 4.23 is de samenstelling van het dieet van Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en in het Leenderbos weergegeven, gebaseerd op het drooggewicht van de verschillende prooigroepen. Nachtvlinders vormen in alle gevallen de belangrijkste prooigroep en maken gemiddeld 85,6% uit van het dieet (68% tot 100% van de afzonderlijke nesten). De belangrijkste andere diergroepen zijn schietmotten en kevers. Kevers maken gemiddeld 5,8% uit van het dieet (0 tot 19%) en ontbreken slechts bij twee nesten in het dieet. Schietmotten maken gemiddeld 5,0% van het dieet uit (0% tot 20%), maar ontbreken bij vier van de 14 nesten.

Vliegen, muggen, wantsen, mierenleeuwen en gaasvliegen maken samen gemiddeld slechts 3,5% van het dieet uit en zijn alleen in 2008 bij nest 2 op de Strabrechtse Heide substantieel in het dieet aanwezig (14,3%).

Het gemiddelde gewicht van keelproppen varieert sterk tussen de onderzochte nesten, maar er is geen significant verschil in gewicht van aangebrachte keelproppen tussen gebieden of tussen jaren. Dit geldt zowel voor het totale prooigewicht als voor de gewichten van nachtvlinders en overige prooien afzonderlijk. Met name de bijdrage van overige prooisoorten varieert zeer sterk tussen keelproppen die op een nest zijn verzameld, waardoor de standaarddeviatie vaak nog groter is dan het gemiddelde. Wel lijken kevers op de Strabrechtse Heide een belangrijker prooigroep te zijn dan in het Leenderbos. Voor het onderzoeksjaar 2008 is een analyse uitgevoerd aan de verdeling van prooigrootte tussen het Leenderbos en de Strabrechtse Heide (figuur 4.25). Hieruit blijkt dat op de Strabrechtse Heide gemiddeld vaker kleine prooien worden gevoerd ten opzichte van het Leenderbos.

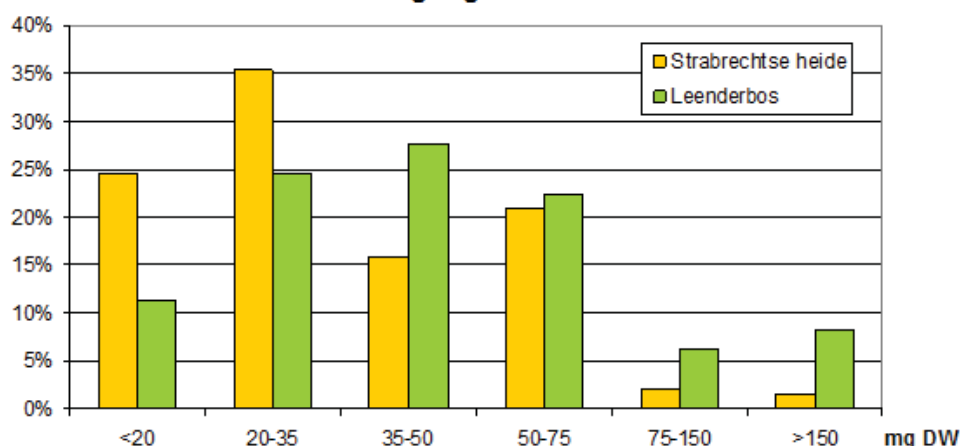


Figuur 4.24. Drooggewichten van keelproppen (gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie), zowel voor het totale aantal prooien in de keelproppen als onderverdeeld in nachtvlinders en overige prooigroepen. / Average dry mass of food pellets per nest (lower figure), subdivided in moths (upper figure) and other invertebrate species (middle) in the food pellets.

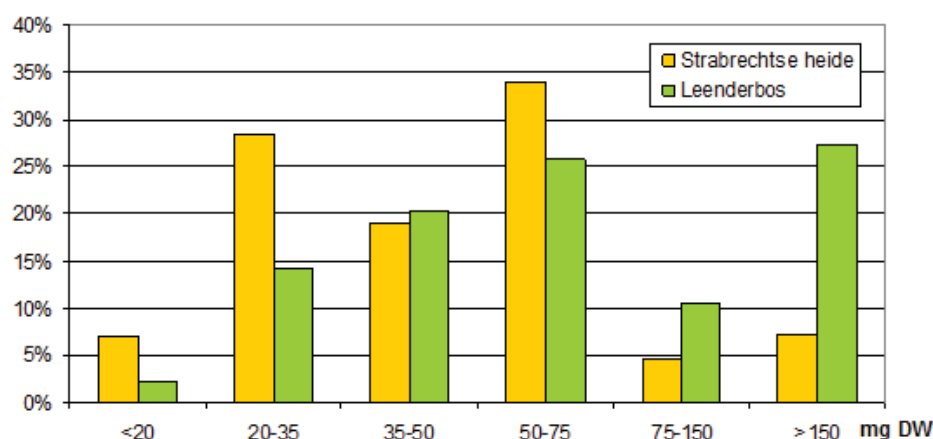
*Verhouding van nachtvlindersoorten in het dieet*  
 In figuur 4.25 is weergegeven uit welke nachtvlinder-groepen het dieet is opgebouwd ten opzichte van andere prooigroepen. Tussen het Leenderbos en de Strabrechtse Heide bestaat er geen verschil in samenstelling van nachtvlinder-groepen in het dieet. In beide terreinen nemen uiltjes (*Noctuidae*) verreweg

het belangrijkste aandeel in (respectievelijk 68% en 69% van het drooggewicht), gevolgd door beervlinders (*Arctiinae*). Op de Strabrechtse heide zijn daarnaast redelijk wat spanners aangetroffen, terwijl in het Leenderbos wortelboorders meer zijn gevonden. Deze laatste groep was echter slechts in één keelprop zeer dominant aanwezig (13 exemplaren).

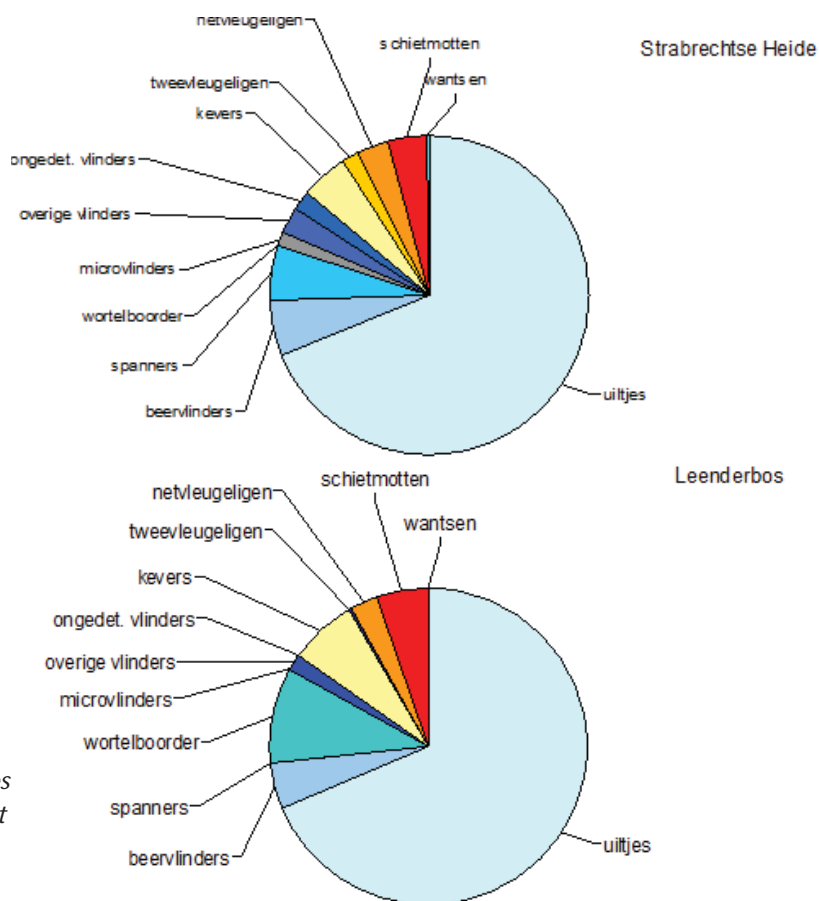
aantalverdeling in gewichtsklasse 2008



massaverdeling in gewichtsklasse 2008



Figuur 4.25. Verdeling van de prooigrootte in klassen voor het onderzoeksjaar 2008 (enige jaar dat dit is onderzocht), uitgedrukt in zowel absolute aantallen (boven) als omgerekend in drooggewicht (onder). / Frequency distribution of prey item sizes, both expressed in number of items (upper figure) and in dry weight (lower figure).



Figuur 4.26. Aandeel van nachtvlindergroepen en overige prooigroepen (uitgedrukt in drooggewicht) in het dieet van jonge Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en in het Leenderbos. / Contribution of moth species groups and other invertebrate species groups (expressed as dry weight mass) in diet of European Nightjar chicks at Strabrechtse Heide en Leenderbos.

Tabel 4.11. Aanwezigheid en gemiddeld drooggewicht van verschillende kevergroepen en -soorten in het dieet van jonge Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en in het Leenderbos. / Presence and average dry weight of beetle species groups and species in the diet of European Nightjar chicks at Strabrechtse Heide and Leenderbos.

	Waterroofkevers Dytiscidae	Lieveheersbeestjes Coccinellidae	Knipdorren Elateridae	Boktorren Cerambycidae	Boktorren Cerambycidae	Boktorren Cerambycidae	Bladspruitkevers Scarabaeidae	Bladspruitkevers Scarabaeidae	Bladspruitkevers Scarabaeidae	Bladspruitkevers Scarabaeidae
	Soort onbekend	Soort onbekend	Soort onbekend	Arophalus rusticus	Sphondylis buprestoides	Soort onbekend	Serica brunneus	Amphimallon solstitialis	Aphodius sp	
Gewicht/individu	0,0771	0,0033	0,0434	0,1299	0,1881	0,0033	0,01630	0,1027	0,0508	
Strabrechtse heide				5	1			1	39	
Leenderbos	2	1	2	1	1		1		3	
totaal	2	1	2	6	2	1	1	1	42	

#### Verhouding van keversoorten in het dieet

Kevers vormen met 5,8% van het totale drooggewicht de belangrijkste bijdrage aan het dieet naast nachtvlinders. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat kevers uit een relatief grote hoeveelheid onverteerbaar chitine bestaan. Het is niet onwaarschijnlijk dat de beter verteerbare schietmotten – ondanks hun iets lagere bijdrage in het totale gewicht van het dieet – functioneel belangrijker zijn voor Nachtzwaluwen dan kevers.

In tabel 4.11 zijn de verschillende kevergroepen en -soorten weergegeven. De twee belangrijkste groepen zijn mestkevers en boktorren. Lieveheersbeestjes (1), waterroofkevers (2; samen in één keelprop) en knipdorren (2) zijn slechts weinig aangetroffen.

Mestkevers van het geslacht *Aphodius* zijn vrij veel gevangen op de Strabrechtse Heide. Door hun kleine formaat leveren zij echter slechts een beperkte bijdrage aan het dieet. Andere bladspruitkevers betreffen de Roestbruine bladspruitkever *Serica brunneus* en de Junikever *Amphimallon solstitialis*. Deze leven als larve niet van mest maar van plantenwortels. Boktorren zijn niet zeer frequent aangetroffen in keelproppen, maar door hun vrij groot formaat leveren ze wel een belangrijke bijdrage aan het dieet. Beide soorten waarvan de resten nog op naam konden worden gebracht, te weten *Sphondylis buprestoides* en *Arophalus rusticus*, leven als larven in dood hout van naaldbomen en worden veel aangetroffen bij (kapvlaktes in) dennenbossen.

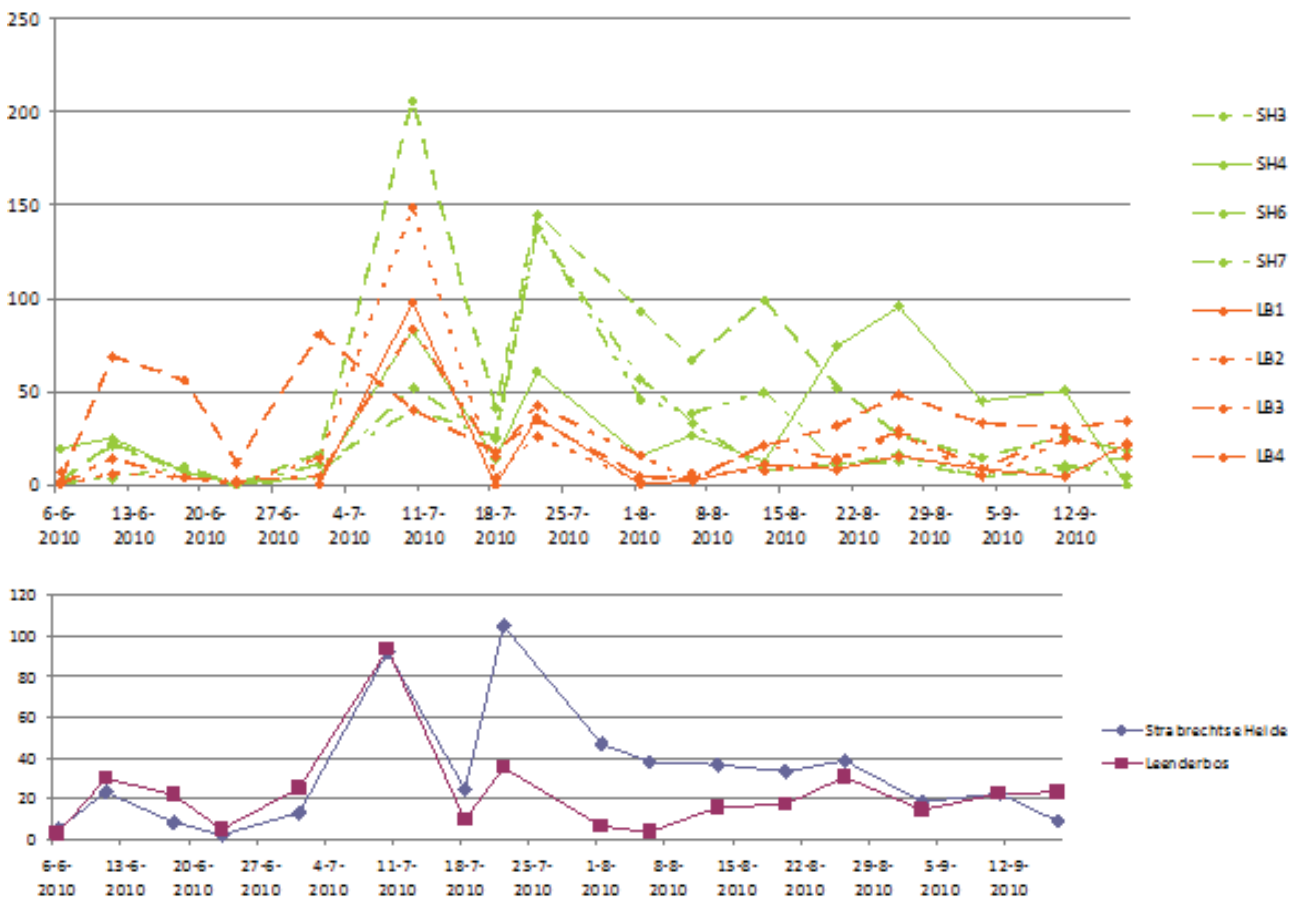
#### Conclusies dieet Nachtzwaluw

Het dieet van jonge Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en in het Leenderbos bestaat voor het grootste deel uit nachtvlinders, en dan met name uiltjes (*Noctuidae*). Andere prooigroepen die een belangrijke rol spelen zijn mestkevers, boktorren en schietmotten. Alhoewel deze groepen een relatief klein belang in het totale voedselaanbod hebben gedurende de onderzoeksperiode, blijkt wel dat deze groepen van belang kunnen zijn als alternatieve prooien wanneer er minder nachtvlinders aanwezig zijn. Het is onbekend of deze prooigroepen - en dan met name mestkevers en carnivore groepen als mierenleeuwen, gaasvliegen, waterroofkevers en sommige vliegen en muggen – een andere voedingswaarde hebben dan eters van plantaardig materiaal (nachtvlinders en boktorren). Dan zouden ze mogelijk een grotere bijdrage leveren aan het dieet van Nachtzwaluwen dan op basis van gewichtsbijdrage verondersteld mag worden.

#### Het prooiaanbod voor Nachtzwaluwen

Verschillen in prooidichtheid tussen gebieden en tussen jaren.

In de figuren 4.27 en 4.28 zijn de aantallen nachtvlinders weergegeven die zijn gevangen in de lichtvallen in beide onderzoeksgebieden. Uit figuur 4.26 blijkt dat het prooiaanbod in het seizoen 2010 in juni en de eerste helft van juli zeer gelijk opgaat. Tussen half juli en half augustus is het aanbod van nachtvlinders in het Leenderbos lager dan op de Strabrechtse Heide, maar na half augustus valt dit

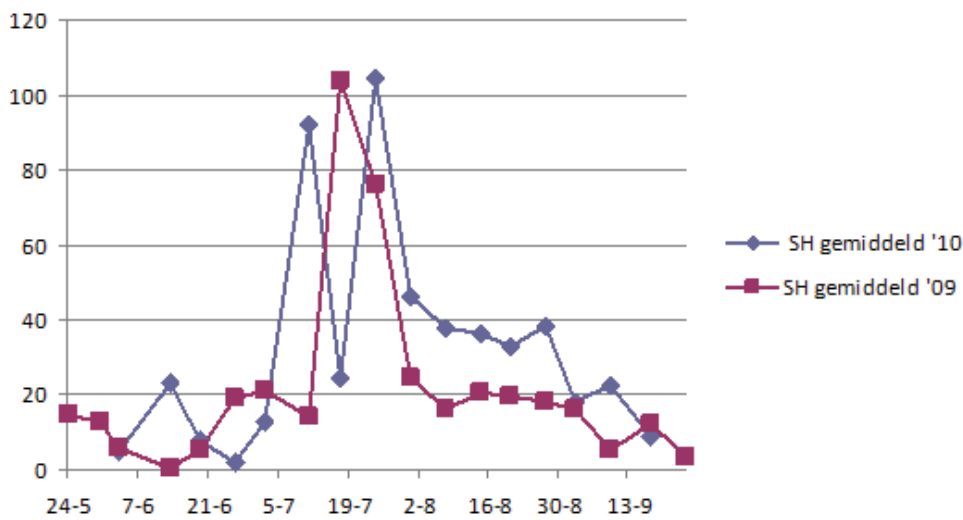
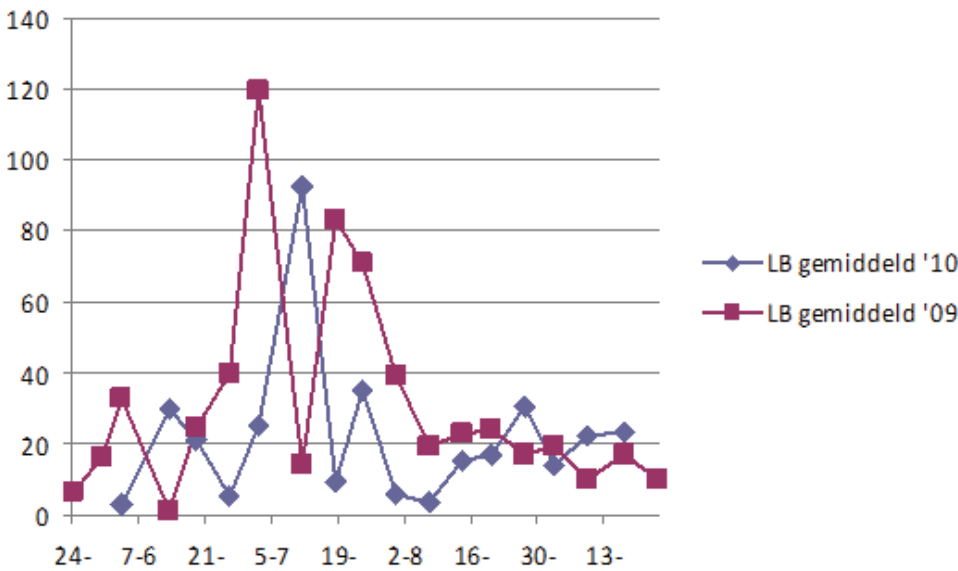


Figuur 4.27 Aantallen gevangen nachtvinders in het seizoen 2010 in de afzonderlijke vallen (boven) en gemiddeld voor de gebieden Strabrechtse heide en Leenderbos. / Numbers of moths caught per trap (upper figure) and averaged per study site (lower figure).

verschil weer weg. Het is niet duidelijk of de dip halverwege juli voor beide terreinen inderdaad te maken heeft met een daling van het aanbod, of dat de weersomstandigheden die nachten net iets minder gunstig waren, waardoor er weinig activiteit van nachtvinders was.

In figuur 4.28 zijn de verschillen tussen de seizoenen 2009 en 2010 weergegeven voor beide onderzoeksterreinen. Hieruit lijkt dat de verschillen in aanbod tussen de jaren vrij gering zijn, maar dat de nachtvinderpiek in het Leenderbos in de eerste helft van juli valt en op de Strabrechtse Heide in de tweede helft van juli.

Zowel uit de analyse over het seizoen 2008 (van Kleunen 2008), als uit een grote analyse van de complete dataset over 2009 en 2010 (Van der Linden 2011), blijkt echter dat het totale aanbod van nachtvinders niet verschilt tussen beide gebieden.

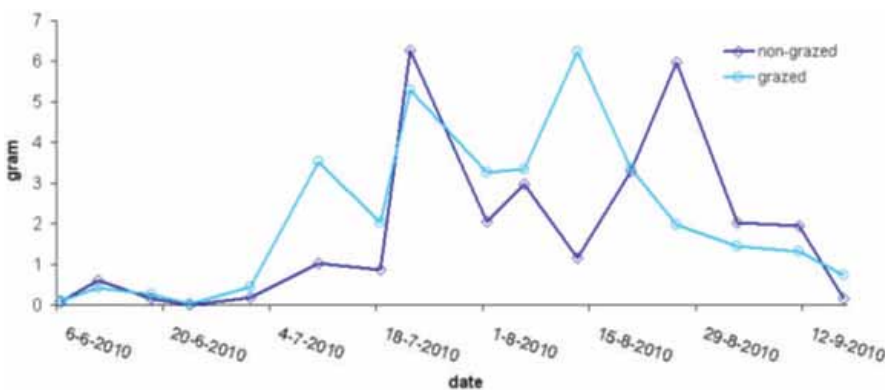


Figuur 4.28. Gemiddeld aantal nachtvlinders per val per nacht in de seizoenen 2009 en 2010 in het Leenderbos (boven) en op de Strabrechtse Heide (onder). / Average number of moths per trap per night in 2009 and 2010 at Leenderbos (upper figure) and Strabrechtse Heide (lower figure).

*Effecten van begrazing op het aanbod van nachtvlinders*

De lichtvallen op de Strabrechtse heide en in het Leenderbos stonden deels in begraasde en deels op onbegraasde terreinen. Doordat het type habitat varieert tussen de locaties (droge heide, kapvlakte, natte heide, beekdal) is het niet mogelijk om een goede analyse van de effecten van graasdruk te maken. Uit figuur 4.28 blijkt dat de effecten van begrazing in ieder geval niet zwaarder wegen dan andere factoren

die tussen de standplaatsen verschillen. Begrazing heeft dus geen groot negatief of positief effect op de dichtheid van nachtvlinders in de onderzochte deelgebieden. Wel lijkt er in onbegraasde terreinen een dip in het aanbod op te treden in de eerste helft van augustus, maar het aantal monsterpunten is te klein om deze verschillen op significantie te toetsen.



Figuur 4.29. Gemiddelde hoeveelheid nachtvlinders (uitgedrukt in drooggewicht) per lichtval verdeeld over begraasde en onbegraasde standplaatsen. / Average dry weight mass of moths per light trap in grazed and ungrazed sites.

### Koppeling dieet en prooi-aanbod

Om te kijken naar de overlap tussen dieet en prooi-aanbod is een eenvoudige overlap gemaakt tussen de soortsaanbesteding en aantallen individuen in het dieet en in de lichtvallen op basis van het onderzoek in 2008 (tabel 4.12). Een volledige lijst van de soorten nachtvlinders in het dieet vastgesteld in 2008-2010 is opgenomen in bijlage 4.2. Om een beeld te krijgen welke factoren nu precies bepalend zijn voor de selectie die Nachtzwaluwen maken uit het aanbod van nachtvlindersoorten, heeft Van der Linden (2010) een analyse gemaakt op basis van 'soorteigenschappen' van nachtvlinders. Hieruit blijkt dat het aandeel van nachtvlindersoorten in het dieet van Nachtzwaluwen niet wordt bepaald door de grootte van de soorten (gebaseerd op vleugellengte:  $P=0.796$ ) en ook niet door de absolute abundantie van soorten ( $p=0.142$ ), maar wel door de verhouding tussen de aanwezige soorten ( $p<0,001$ ). Dit betekent dat de trefkans van een soort ten opzichte van de andere aanwezige soorten bepalend is voor de samenstelling van het dieet. Andere factoren die de trefkans beïnvloeden zijn de mobiliteit van soorten en het zwermgedrag van soorten. Deze factoren hebben onafhankelijk van elkaar geen invloed op de samenstelling van het dieet, maar in een gecombineerd model van relatieve abun-

Tabel 4.12. Soorten nachtvlinders aangetroffen in de voedselproppen, de lichtvallen of beide. Per soort is het aantal exemplaren aangegeven; LB=Leenderbos, SH=Strabechtse Heide. / Moth species identified in food pellets, light traps or both. Number of items per species is shown.

	LB	SH	n val	n dieet
<b>aanwezig in lichtval en dieet</b>				
<i>Atalmis rubricollis</i>	1		1	1
<i>Diarsia mendica</i>		1	1	2
<i>Eilema complana</i>	43	38	81	9
<i>Lycophotia porphyrea</i>	222	265	487	70
<i>Mesapamea didyma/secalis</i>	1		1	3
<i>Mythimna impura</i>	1	3	4	1
<i>Noctua janthina</i>	1		1	2
<i>Noctua pronuba</i>	10	13	23	11
<i>Peliosa muscerda</i>	13	10	23	2
<i>Xestia c-nigrum</i>	2		2	2
<b>wel in dieet, niet in lichtvallen</b>				
<i>Amphipyra pyramidea</i>				2
<i>Autographa gamma</i>				3
<i>Craniophora ligustri</i>				2
<i>Electrophaes carylata</i>				1
<i>Euproctis similis</i>				1
<i>Hadula trifolii</i>				1
<i>Idaea aversata</i>				1
<i>Melanchnra persicariae</i>				1
<i>Mythimna pudorina</i>				9
<i>Nola aerugula</i>				1
<i>Nycteola revayana</i>				1
<i>Ochropacha duplaris</i>				1
<i>Perconia strigillaria</i>				1
<i>Thalpophila matura</i>				1
<i>Triodia sylvina</i>				13
<i>Xanthia ictertia</i>				1
<b>wel in lichtvallen, niet in dieet</b>				
<i>Euthrix potatoria</i>	30	59	89	
<i>Pachynemina hippocastanaria</i>	1	75	76	
<i>Calliteara fascelina</i>		59	59	
<i>Calamia tridens</i>	2	41	43	
<i>Phragmatobia fuliginosa</i>	4	27	31	
<i>Anarta myrtili</i>		22	22	
<i>Luperina testacea</i>	22		22	
<i>Thumatha senex</i>	14	2	16	
<i>Cybosia mesomella</i>	8	5	13	
<i>Sphinx pinastri</i>	4	8	12	
<i>Lasiocampa trifolii</i>		11	11	
<i>Diacrisia sannio</i>		9	9	
<i>Gymnoscelis rufifasciata</i>		7	7	
<i>Lasiocampa quercus</i>	1	6	7	
<i>Cerapteryx graminis</i>	4	2	6	
<i>Xestia xanthographa</i>	5		5	
<i>Eilema depressa</i>	2	2	4	
<i>Agrotis vestigialis</i>		3	3	
<i>Thera obeliscata</i>	1	2	3	
<i>Bupalus piniaria</i>	1	1	2	
<i>Habrosyne pyritoides</i>	1	1	2	
<i>Mamestra brassicae</i>	1	1	2	
<i>Ochropleura plecta</i>	1	1	2	
<i>Apamea remissa</i>	1		1	
<i>Cossus cossus</i>		1	1	
<i>Dendrolimus pini</i>		1	1	
<i>Earias clorana</i>	1		1	
<i>Eilema sororcula</i>	1		1	
<i>Eugnorisma glareosa</i>	1		1	
<i>Hylaea fasciaria</i>	1		1	
<i>Idaea straminata</i>	1		1	
<i>Lomaspilis marginata</i>	1		1	
<i>Lymantria dispar</i>		1	1	
<i>Macaria brunneata</i>	1		1	
<i>Miltochrista miniata</i>		1	1	
<i>Mythimna turca</i>		1	1	

dantie, mobiliteit en zwermgedrag kan ruim 50% van het dieet worden verklaard ( $p < 0,001$ ).

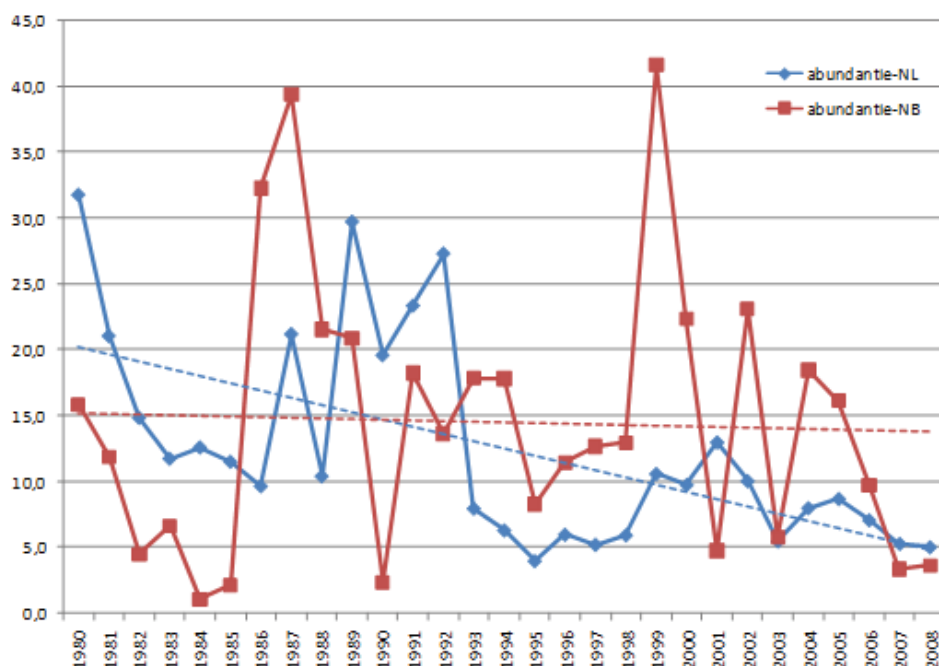
#### Cumulatieve trends van prooien sinds 1980

Als eerste is een selectie gemaakt van macronachtvlinders in de leefgebieden van Nachtzwaluwen op de zandgronden. Hiervoor zijn twee bestanden gebruikt, waarin de oppervlakte van alle verschillende typen heide en droge bossen per kilometerhok is berekend. Bij deze selectie zijn op basis van 'expert judgement' alleen de typen heiden en bossen geselecteerd die voor de Nachtzwaluw relevant zijn als broed- of jachtgebied. Daarna zijn de kilometerhokken geselecteerd die in de Fysisch Geografische Regio 'hogere zandgronden' liggen. Deze bestanden zijn gekoppeld aan het bestand met nachtvlinderwaarnemingen (alleen waarnemingen van na 1980 zijn gebruikt) en is een preferentie berekend voor elke soort macronachtvlinder voor de geselecteerde kilometerhokken en daarmee voor de begroeiingstypen heide en bos. Dit leverde een lijst op met soorten nachtvlinders met een relatief hoge abundantie op de zandgronden. Om de relevantie voor de Nachtzwaluw zo hoog mogelijk te maken, is vervolgens gekeken welke soorten nachtvlinders afvallen volgens hun vliegtijd (soorten met een vliegtijd tussen 1 mei en 1 september zijn allemaal meegenomen) en zijn ook de soorten afgevoerd die een zwervend karakter hebben en zeer zeldzaam zijn, naast de volledig dagactieve soorten. De overgebleven soorten zijn inhoudelijk gecontroleerd voordat verdere berekeningen zijn uitgevoerd. Deze zijn gebaseerd op de aantallen waargenomen nachtvlinders (en dus niet op het aantal waarnemingen) en geven daarmee inzicht in de aanwezige biomassa van het potentieel

aanwezige voedsel.

Uit de resultaten blijkt dat landelijk gezien de biomassa van de nachtvlinders in nachtzwaluwbiotopen afneemt vanaf 1980. Dit geldt ook voor (figuur 4.30). De trend is hier overigens wat minder duidelijk en onderhevig aan grotere fluctuaties, maar dat komt omdat de trend gebaseerd is op minder gegevens. Het beeld komt overeen met de landelijke achteruitgang van vlinders in Nederland. Dit lijkt in tegenspraak met de conclusie in Van Kleunen *et al.* (2008) dat nachtvlinders vooruit lijken te gaan. Maar deze conclusie is alleen gebaseerd op de trend van de 40 in de lichtvallen aangetroffen soorten, terwijl de trend in bijgaande figuur is gebaseerd op alle nachtvlinders met een voorkeur voor heide en open droge bossen.

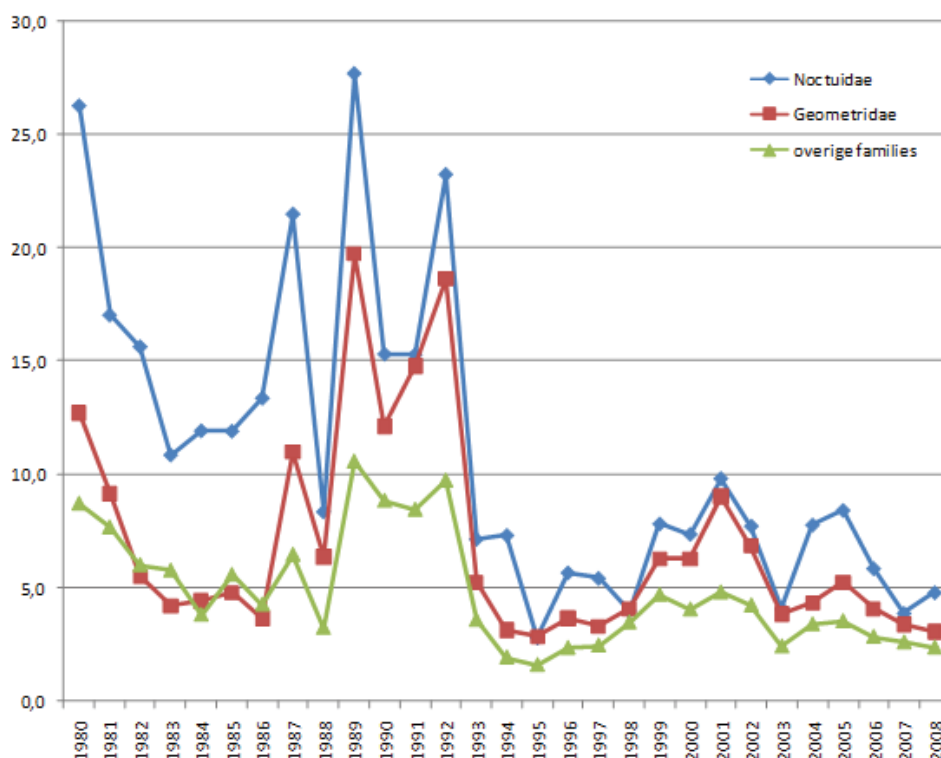
Vervolgens is gekeken of bepaalde nachtvlinderfamilies het beter doen dan andere. In figuur 4.30 is de trend weergegeven van drie groepen nachtvlinders. De soorten nachtvlinders zijn afkomstig van de selectie van soorten die potentieel tot het voedsel van de Nachtzwaluw behoren. De groepen bestaan uit de twee grootste vlinderfamilies, te weten de spanners (*Geometridae*) en de uilen (*Noctuidae*) en de overige kleinere families bij elkaar als derde groep. Deze drie groepen bestaan globaal uit een vergelijkbaar aantal soorten (spanners: 250 soorten; uilen: 290 en de overige families: 145). Omdat vertegenwoordigers van de *Noctuidae* het grootste deel van het voedsel vormen, zou een positieve trend bij de familie van de uilen een deel van de vooruitgaande trend van de Nachtzwaluw kunnen verklaren. Er is echter geen significant verschil gevonden in voor- of achteruitgang tussen deze drie groepen. Alle vlinderfamilies



Figuur 4.30. Relatieve nachtvlinderabundantie vanaf 1980 in Nederland (blauwe lijn) en Noord-Brabant (rode lijn) met trendlijn. / Trend in relative abundance of moths in The Netherlands (blue) and Noord-Brabant (red) since 1980.



*Figuur 4.31. Abundanties vanaf 1980 in Nederland voor alle Noctuidae (blauwe lijn), Geometridae (rode lijn) en overige vlinderfamilies (groene lijn). / Abundance of Noctuidae (blue), Geometridae (red) and other moth families (green) in The Netherlands since 1980.*

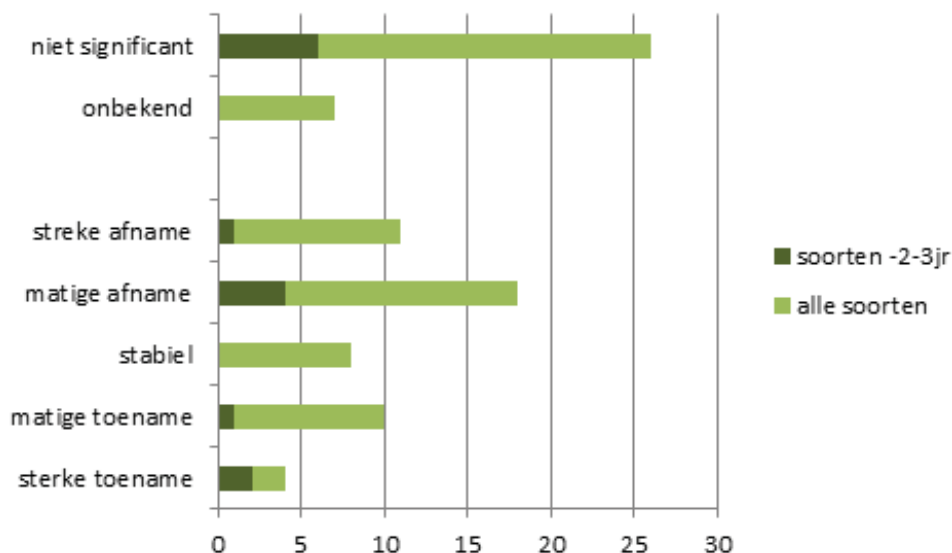


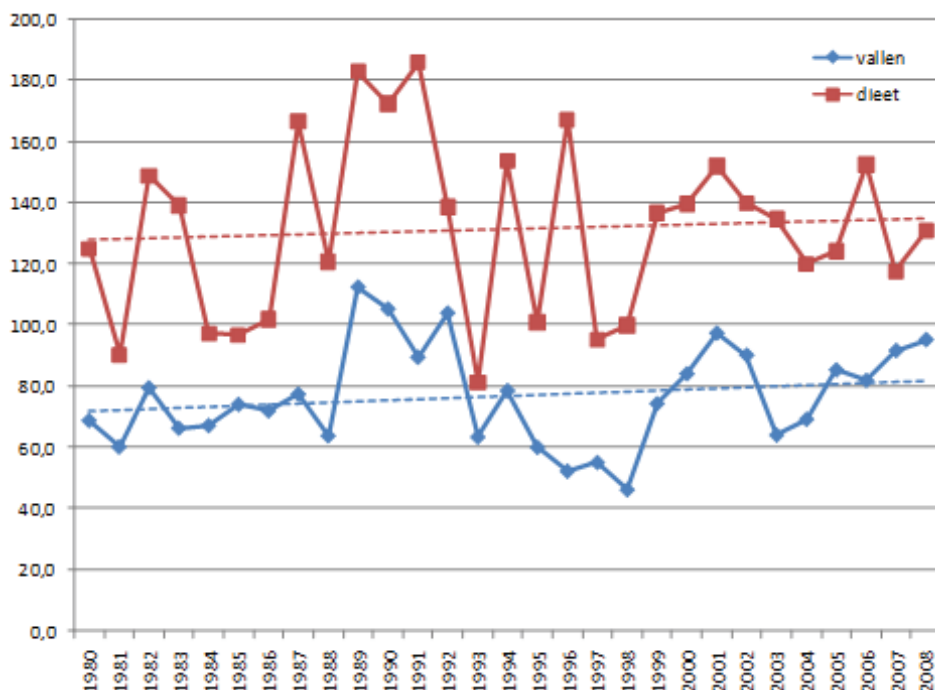
nemen in ongeveer gelijke mate af (figuur 4.31). De vooruitgang van de Nachtzwaluw is dus niet te verklaren uit een trendverschil tussen de verschillende vlinderfamilies.

Voor alle soorten vastgesteld in het dieet (bijlage 4.2) is de trend in 1980-2012 bepaald door De Vlinderstichting (bijlage 4.3). In figuur 4.32 zijn de trendbeoordelingen opgeteld voor alle soorten uit het dieet en voor de talrijke soorten (totaal  $\geq 10$ ). Hieruit blijkt geen duidelijk beeld van een positieve dan wel negatieve trend die domineert. Op basis van het onderzoek in 2008 zijn de trendindex-waarden 1980-2008 van de nachtvinders uit het dieet en de lichtvallen (tabel 4.11) gecombineerd

in figuur 4.33. Opvallend is dat de abundantie in de groep vlinders uit het dieet hoger is dan die uit de groep vlinders gevangen in de lichtvallen. De Nachtzwaluw foerageert dus op de meest algemene nachtvindersoorten. Verder is opvallend dat de trendlijn in beide groepen nachtvinders vanaf 1980 licht stijgend is (maar bedenk dat deze trend gebaseerd is op minder gegevens dan die in figuur 4.30). Duidelijk is wel dat de soorten die in de lichtvallen aanwezig zijn en de soorten die in het dieet van de Nachtzwaluw zijn gevonden, niet zo sterk afnemen als de totale set aan soorten van heide en droge bossen in Nederland (figuur 4.30). De Nachtzwaluw kiest voor zijn voedsel die soorten nachtvinders die relatief talrijk aanwezig zijn, en

*Figuur 4.32. Trendbeoordelingen 1980-2012 opgeteld voor alle soorten nachtvinders uit het dieet van de Nachtzwaluw, en de talrijke soorten, die in 2-3 onderzoeksjaren zijn vastgesteld (totaal  $\geq 10$ ), zie ook bijlage 4.3. / Trend classification 1980-2012 of all species of moths identified in the European Nightjar diet and the commonest species identified in the diet in 2-3 study years.*





Figuur 4.33. Abundanties van de nachtvinders vanaf 1980 verzameld in de lichtvallen (blauwe lijn) en in de voedselproppen (rode lijn). / Abundances of moths collected in light traps (blue) and in food pellets (red) since 1980.

dat zijn soorten die het naar verhouding goed doen. Door deze strategie is het voedsel geen beperkende factor in het voorkomen van de Nachtzwaluw. Maar de vooruitgang van de Nachtzwaluw is daarmee niet volledig te verklaren. Een andere belangrijke reden voor de toename zou ook het gevolg van verbeterde weersomstandigheden in de afgelopen 20 jaar kunnen zijn (zie hoofdstuk 3): hierdoor kunnen de vlinders langer vliegen en zijn daarom ook beter beschikbaar als prooi voor Nachtzwaluwen. Hoewel het aantal nachtvinders in de afgelopen jaren weinig is vermeerderd, kan hun *beschikbaarheid* wel sterk zijn toegenomen.

#### 4.5.4. Conclusies

Het dieet van Nachtzwaluwen op de Strabrechtse Heide en in het Leenderbos lijkt zeer sterk op elkaar en bestaat hoofdzakelijk uit nachtvinders. Andere prooigroepen die een aanzienlijk deel van het dieet uitmaken zijn mestkevers, boktorren en schietmotten.

Het totale aanbod van nachtvinders verschilt niet tussen het Leenderbos en de Strabrechtse Heide. Wel lijkt er een verschil in piekperiode op te treden, waardoor er tussen half juli en half augustus een groter aanbod van nachtvinders op de Strabrechtse heide is dan in het Leenderbos.

Begrazing heeft in de studiegebieden geen invloed op het aanbod van nachtvinders. Er treedt blijkbaar geen verstoring of facilitatie op, of deze twee effecten van begrazing zijn voor deze soortgroep in evenwicht met elkaar. Wel zorgt begrazing voor een hogere abundantie van mestkevers, en daarmee voor een aanvulling op het dieet van Nachtzwaluwen. Belangrijke elementen in de terreinen zijn dode bomen (met name naaldhout) voor boktorren en open water voor schietmotten en in mindere mate waterkevers.

Uit trendanalyses blijkt dat de abundanties van nachtvinders, aangetroffen in de lichtvallen en in de keelproppen, in Nederland zeer licht zijn toegenomen. Dit is onvoldoende om de sterke stijging van de nachtzwaluwpopulatie te verklaren. De meest waarschijnlijke reden is dat een toename van de activiteit van nachtvinders als gevolg van hogere nachtemperaturen de trefkans versterkt, waardoor de beschikbaarheid van voedsel voor Nachtzwaluwen is toegenomen. Dit komt overeen met de analyses van het dieet van Nachtzwaluwen in combinatie met 'eigenschappen' van nachtvinderssoorten. Hieruit blijkt dat de trefkans (relatieve abundantie x mobiliteit x zwermgedrag) significant bijdraagt aan de verklaring van de samenstelling van het dieet, maar absolute abundantie en grootte van nachtvinders niet.

## 5. Synthese

In de voorgaande hoofdstukken is via een aantal benaderingen onderzocht welke factoren het voorkomen van Nachtzwaluwen in Noord-Brabant bepalen. De focus hierbij lag op de invloed van kapbeheer en begrazingsbeheer. De volgende analyses werden uitgevoerd:

- Ruimtelijke analyse van variabelen die het voorkomen van Nachtzwaluwen in Noord-Brabant kunnen verklaren (hoofdstuk 2),
- Temporele analyse van variabelen die de aantalsontwikkeling van de Nachtzwaluw op landelijke schaal kunnen verklaren (hoofdstuk 3)
- Analyses van verzamelde gegevens over terreingebruik, broedsucces, dieet en voedselbeschikbaarheid in 2008-2010 in het Leenderbos en op de Strabrechtse Heide (hoofdstuk 4).
- Ligging van foerageergebieden in relatie tot kapbeheer en begrazing (paragraaf 4.3)
- Nestplaatskeuze, broedsucces en conditie jongen in relatie tot kapbeheer en begrazing (paragraaf 4.4)
- Dieet en voedselbeschikbaarheid (paragraaf 4.5).

### 5.1. Kapbeheer

Belangrijkste conclusies:

- Positieve relatie voorkomen Nachtzwaluw met aanwezigheid kapvlaktes (hoofdstuk 2)
- Positieve relatie voorkomen Nachtzwaluw met ouderdom kapvlaktes (hoofdstuk 2)
- Voorkeur Nachtzwaluw voor foerageren op kapvlaktes ten opzichte van besloten (bosrijke) terreinen (paragraaf 4.3)
- Voorkeur Nachtzwaluw voor nestlocaties op kapvlaktes (en heide) (paragraaf 4.4).

Het broedsucces op kapvlaktes is vergelijkbaar met dat op heideterrein en mogelijk hoger dan in bos, maar de dataset is hiervoor te klein. Een basale analyse met conditiedata van de jongen leverde geen aanwijzingen op voor een positief effect van kapvlaktes ten opzichte van meer besloten terreinen in de nabijheid van het nest. Een nadere uitwerking van de verzamelde onderzoeksgegevens zou meer inzicht kunnen bieden in de relatie tussen conditie broedsucces en de terreineigenschappen (kapvlaktes) van het omliggende gebied.

#### Eindconclusie kapbeheer

De aanwezigheid van kapvlaktes heeft een positief effect op de populatie Nachtzwaluwen.

### 5.2. Begrazing

Belangrijkste conclusies:

- Positieve relatie voorkomen Nachtzwaluw met aanwezigheid begrazing (hoofdstuk 2)
- Negatieve relatie voorkomen Nachtzwaluw met toenemende begrazingsdruk (hoofdstuk 2)
- Nauwelijks nesten in gebieden met relatief hoge begrazingsdruk (>75 GVE/ha/maand) ten opzichte van onbegraste en lichter begraste terreinen (paragraaf 4.4).
- Geen opvallend verschil in broedsucces en conditie van de jongen tussen onbegraste terrein en licht begraste terreinen (paragraaf 4.4)
- Begrazing heeft in deze studie geen invloed op het aanbod van nachtvlinders. Wel zorgt begrazing voor een hogere abundantie van mestkevers, en daarmee voor een aanvulling op het dieet van Nachtzwaluwen. Belangrijke elementen in de terreinen zijn dode bomen (met name naaldhout) voor boktorren en open water voor schietmotten en in mindere mate waterkevers (paragraaf 4.5).

De uitkomst van de foerageer-analyse (paragraaf 4.3) wijst niet op vermijding van begraste gebieden. Om echter meer duidelijkheid te krijgen over de voorkeur voor begrazing zou een vervolganalyse kunnen worden uitgevoerd, waarin een vergelijking met onbegrast open terrein wordt meegenomen. In een nadere uitwerking van de analyses zou gekeken kunnen worden naar het type begrazing in relatie tot het voorkomen van Nachtzwaluwen, zoals soort grazer en begrazingsduur.

#### Eindconclusie begrazing

Lichte begrazing is vermoedelijk positief voor de populatie Nachtzwaluwen in een gebied. Een relatief hoge begrazingsdruk (>75 GVE/ha/maand), daarentegen, is ongunstig.

### 5.3. Overige conclusies

- Positieve correlatie toenemende temperatuur en afnemende wind met aantal bezette territoria Nachtzwaluw (hoofdstuk 3)
- Positieve correlatie aantalstrend Nachtzwaluw met afname depositie van verzurende en vermes-tende stoffen (hoofdstuk 2 en 3)
- Omliggend agrarisch gebied wordt soms gebruikt als foerageergebied, mogelijk wanneer het voedselaanbod op de heide en kapvlaktes laag is (paragraaf 4.3).
- Het dieet van Nachtzwaluwen op de Strabrechtse

Heide en in het Leenderbos bestaat hoofdzakelijk uit nachtvlinders. Andere prooigroepen die een aanzienlijk deel van het dieet uitmaken zijn mestkevers, boktorren en schietmotten (paragraaf 4.5).

- Het totale aanbod van nachtvlinders verschilt niet tussen het Leenderbos en de Strabrechtse Heide. Wel lijkt er een verschil in piekperiode op te treden, waardoor er tussen half juli en half augustus een groter aanbod van nachtvlinders op de Strabrechtse Heide is dan in het Leenderbos (paragraaf 3.5).
- Hoewel er in het onderzoek geen duidelijke (negatieve) relatie naar voren is gekomen met verstoringfactoren anders dan de dichtheid aan inwoners in de omgeving, laat een ervaring met een nachtelijke dropping in het Leenderbos wel zien dat Nachtzwaluwen hierdoor ernstig verstoord kunnen worden. Hier verliet één van de gezenderde Nachtzwaluwen zijn zangpost bij de nadering van de groep mensen en vloog meer dan een kilometer ver naar het beekdal van de Tongelreep. Pas na anderhalf uur keerde de vogel terug op zijn zangpost. In de tussentijd werd er niet gevoeraagd of gezongen.

#### 5.4. Aanbevelingen voor verdere uitwerking van het Nachtzwaluwonderzoek

Deze rapportage is een eerste uitwerking van het onderzoek in de periode 2008-2010. Met de resultaten van het veldonderzoek zijn basale analyses uitgevoerd, beschreven en bediscussieerd met als doel om een beeld te krijgen van de relatie tussen Nachtzwaluw, kapbeheer en begrazingsbeheer. De dataset biedt veel mogelijkheden voor nadere analyse van aspecten die het voorkomen van deze soort bepalen. Dit was binnen de beschikbare tijd niet mogelijk. Hieronder worden enkele suggesties gedaan.

- Integrale analyse van de relatie tussen conditie en reproductiesucces met foerageerlocaties, terreineigenschappen, begrazing (gedetailleerde graaskaarten zijn nu beschikbaar) en verzamelde voedselinformatie. Er is een koppeling mogelijk op basis van gezenderde vogels waarvan het nest bekend was en waarvan voedselproppen zijn verzameld.
- Relatie tussen veranderend klimaat en voedselbeschikbaarheid. Mogelijk is er een verband tussen voedselbeschikbaarheid, nachttemperatuur en windsterkte.

## Referenties

- ASHDOWN A. M. & MCKECHNIE E. 2008. Environmental correlates of Freckled Nightjar (*Caprimulgus tristigma*) activity in a seasonal, subtropical habitat. *Journal of Ornithology* 149: 615–619.
- BEINTEMA A. 1992. Mayfield moet: oefeningen in het berekenen van uitkomstsucces. *Limosa* 65: 155-162.
- BIJLSMA R.G. 1989. Nachtzwaluwen *Caprimulgus europaeus* op de Zuidwest-Veluwe. *Vogeljaar* 37: 274-285.
- BIJLSMA R.G. 1996. Rondschrijven Nestkaartenproject Sovon i.s.m. CBS. *Broednieuws* 3, September 1996.
- BIJLSMA R.G. 2006. Effecten van menselijke verstoring op grondbroedende vogels van Planken Wambuis. *De Levende Natuur* 107: 191-198.
- BOSMAN W., VAN TURNHOUT C. & ESSELINK H. 1999. Effecten van herstelmaatregelen op diersoorten: Eerste versie van Standaard Meetprotocol Fauna (SMPF) en Richtlijnenprogramma Uitvoering Herstelmaatregelen Fauna (RUHF). Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- BOWDEN C.Y.R. & GREEN R.E. 1991. The ecology of nightjars on pine plantations in Thetford Forest. RSPB (Sandy).
- TER BRAAK C.J.F., VAN STRIEN A.J. MEIJER R. & VERSTRAEL T.J. 1994. Analysis of monitoring data with many missing values: which method? *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects. Proceedings of the 12th International Conference of IBCC and EOAC, Noordwijkerhout, The Netherlands. Statistics Netherlands, Voorburg/Heerlen & Sovon, Beek-Ubbergen*, pp. 663-673.
- BUSINK P. 2005. Inventarisatieverslag van de Nachtzwaluw in de bosgebieden van Gemeentebossen Reusel-De Mierden, Landgoed de Utrecht, Landgoed Gorp en Rovert 2001-2004. Rapport Vogelwerkgroep Midden-Brabant.
- CLEERE N. & NURNEY D. 1998. Nightjars, A guide to Nightjars and related Nightbirds. Pica Press, East Sussex.
- CRAMP S. & SIMMONS K.E.L. (Eds.) 1983. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Vol. 3, Waders to Gulls. Oxford University Press, Oxford.
- EVENS R., HONNAY O., ULENAERS E. & LENS L. 2012. Radiotelemetrisch onderzoek in Bosland. Een blik op de verborgen leefwereld van de Nachtzwaluw. *Natuur.oriolus* 78: 1-11.
- FOPPEN R., VAN KLEUNEN A., LOOS W.B., NIENHUIS J. & SIERDSEMA H. 2002. Broedvogels en de invloed van hoofdwegen, een nationaal perspectief. Onderzoeksrapport 2002/08. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Delft.
- HILL D., FASHAM M., TUCKER G., SHEWRY M. & SHAW P. 2007. Handbook of biodiversity methods. Survey, evaluation and monitoring. Cambridge University Press, Cambridge.
- VAN KLEUNEN A., SIERDSEMA H., VAN DER WEIDE M., VAN TURNHOUT C. & VOGEL R. 2005. Soortbeschermingsplan Nachtzwaluw Noord-Brabant. Sovon-onderzoeksrapport 2005/09. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN KLEUNEN A., SIERDSEMA H., NIJSSSEN M., LIPMAN V. & GROENENDIJK D. 2007. Het jaar van de Nachtzwaluw 2007. Sovon-onderzoeksrapport 2007/10. Sovon Vogel-onderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- LANGSTON R.H.W., LILEY D., MURISON G., WOODFIELD E. & CLARKE R.T. 2007. What effects do walkers and dogs have on the distribution and productivity of breeding European Nightjar *Caprimulgus europaeus*? *Ibis* 149 (Suppl. 1): 27-36.
- LANGSTON R., WOTTEN S., CONWAY G., WRIGHT L., MALLORD J., CURRIE F., DREWITT A., GRICE P., HOCCUM D. & SYMES N. 2007. Nightjar (*Caprimulgus europaeus*) and Woodlark (*Lullula arborea*) recovering species in Britain? *Ibis* V149, NO s2 p250-260.
- LIANG K.Y. & ZEGERS S.L. 1986. Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika* 73: 13-22.
- VAN DER LINDEN G. 2010. Characterization of moth species found in the diet and breeding habitat of European Nightjars (*Caprimulgus europaeus*): Abundance and behavior of moths determines Nightjar diet composition. Studentenverslag WUR.
- MAYFIELD H. 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin* 73: 255-261
- MAYFIELD H. 1975. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin* 87: 456-466.
- SANDERSON F.J., DONALD P.F., PAIN D.J., BURFIELD I.J. & VAN BOMMEL F.P.J. 2006. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biol. Conserv.* 131: 93-105.
- REIJNEN M.J.S.M., VEENBAAS G. & FOPPEN R.P.B. 1992. Het voorspellen van het effect van snelverkeer op broedvogelpopulaties. Dienst Weg- en Waterbouwkunde/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.
- VAN STRIEN A., PANNEKOEK J., HAGEMEIJER W. & VERSTRAEL T. 2004. A loglinear Poisson regres-

sion method to analyse bird monitoring data. *In*: ANSELIN A. (ed.) Bird Numbers 1995, Proceedings of the International Conference and 13th Meeting of the European Bird Census Council, Pärnu, Estonia. Bird Census News 13 (2000):33-39

SVENSSON L. 1992. Identification Guide to European Passerines. 4th edition. Stockholm. Pp. 19-23.

VAN TURNHOUT C., BROUWER E., NIJSSEN M., STUIJFZAND S., VOGELS J., SIEPEL H. & ESSELINK H. 2008. Herstelmaatregelen in heideterreinen. Samenvatting OBN onderzoek en richtlijnen met betrekking tot de fauna. Ministerie van LNV, Directie Kennis.

## Bijlagen hoofdstuk 2

### Bijlage 2.1. Resultaten statistische analyse voorkomen Nachtzwaluw Noord-Brabant -variabelen.

Er is een overzicht gegeven van de variabelen die een significante (= betekenisvolle) invloed hebben op de presentie van Nachtzwaluwen in de Brabantse onderzoeksgebieden. De significantie staat in de kolom 'p-waarde': hoe kleiner dit getal, hoe kleiner de kans dat de gevonden relatie op toeval berust. Waarden kleiner dan 0.05 worden over het algemeen als significant beschouwd. Per variabele is in de kolom 'teken' aangegeven of deze een positieve dan wel een negatieve invloed heeft. De variabelen zijn eerst gesorteerd per teken en daarbinnen op afnemende significantie. De relatie tussen de variabelen en het voorkomen van Nachtzwaluwen is gedaan voor drie buffers rondom een Nachtzwaluw-territorium: 100, 250 en 500 meter.

Variabele naam	Buffer	delta dev	deg. free.	p-value	Teken	Variabele omschrijving
Pntboom	100	-119,3	-2	1,24E-26	+	vrijstaande bomen
Pntboomrij	100	-119,3	-2	1,24E-26	+	vrijstaande bomen
Pntboom	250	-108,4	-1	2,19E-25	+	vrijstaande bomen
Pntboomrij	250	-108,4	-1	2,19E-25	+	vrijstaande bomen
Kap_stip_procent	100	-92,7	-1	6,12E-22	+	kapvlaktes
Kap_ouderdom	500	-75,7	-1	3,24E-18	+	leeftijd kapvlakte/jonge aanplant
Kap_ouderdom	250	-66,6	-1	3,42E-16	+	leeftijd kapvlakte/jonge aanplant
Gebtyp_onbekend	500	-58,7	-1	1,89E-14	+	onbekend gebiedstype
X	100	-49,4	-2	1,90E-11	-	x-coördinaat
X	250	-45,9	-2	1,09E-10	+	x-coördinaat
X2	250	-45,9	-1	1,27E-11		x-coördinaat
SN_Zeer.soortenrij	100	-30,7	-3	9,69E-07	+	soortenrijk grasland
Urbanisatie	100	-30,1	-1	4,13E-08	-	urbanisatie
Vlkwroute	100	-30,0	-3	1,39E-06	+	wegen
Vlkheide	500	-26,9	-1	2,19E-07	-	heide
X	500	-22,9	-2	1,06E-05	-	x-coördinaat
X2	500	-20,6	-1	5,67E-06	-	x-coördinaat
Urbanisatie	250	-18,6	-1	1,64E-05	-	urbanisatie
Y	500	-18,1	-1	2,05E-05		y-coördinaat
Y2	500	-18,1	-1	2,05E-05		y-coördinaat
Kap_oud_area	500	-18,1	-2	0,000119	-	oude kapvlaktes
Vlkzand	100	-17,9	-1	2,28E-05	+	open zand
Gebtyp_onbekend	100	-17,9	-1	2,28E-05	(-)	onbekend gebiedstype
Eco_moeras.overig	500	-16,6	-1	4,59E-05	-	overig moeras
Eco_akker	500	-15,4	-1	8,48E-05	-	akker
Eco_akker	250	-14,8	-2	0,000606	-	akker
NH <sub>3</sub> gem_buffer	100	-14,7	-2	0,000659	-	NH <sub>3</sub> -emissie
Eco_bebouwing.agra	250	-13,1	-1	0,000294	-	bebouwing in buitengebied
Gebtyp_agrarisch	250	-12,9	-1	0,000336	+	agrarisch gebied
Opp_intsct	250	-12,0	-2	0,00247		
Vlkbebou	100	-11,9	-1	0,000561	+	bebouwing
GVE	250	-10,7	-1	0,00106	-	vee-aantallen
GVE_100HA	250	-10,7	-1	0,00106	-	vee-dichtheid
GT2.vrij_nat	250	-10,6	-1	0,001135	+	vrij hoge grondwaterstand
Eco_bos.onbekend	100	-10,5	-2	0,005182	+	bos, type onbekend (veelal spontane opslag)
Kap_toel	250	-10,1	-1	0,001466		kaptype
GVE	500	-10,1	-1	0,001519	-	vee-aantallen
GVE_100HA	500	-10,1	-1	0,001519	-	vee-dichtheid
D_parkeerplaats	500	-9,9	-1	0,001614	-	afstand tot parkeerplaats
Padlengte_m	100	-9,6	-1	0,001966	-	padlengte
NH <sub>3</sub> gem_buffer	250	-9,5	-2	0,008708	-	NH <sub>3</sub> -emissie
Kap.recent	250	-9,1	-1	0,002607	+	recent gekapt

Variabele naam	Buffer	delta dev	deg. free.	p-value	Teken	Variabele omschrijving
Opp_intsct	500	-8,5	-1	0,003578		
Opslag_verw_recent	250	-8,5	-1	0,003622	(+)	opslag verwijderen
Plaggen_recent	250	-8,4	-2	0,014999	+	plaggen
Militair	250	-8,2	-1	0,004233	-	militair gebied
Militair_area	250	-8,2	-1	0,004233	-	militair gebied
Schaal	100	-7,8	-1	0,005357	+	geslotenheid van het landschap
Perc_begraasd_buf	500	-7,8	-1	0,005359	+	begrazing
Lokaal_plaggen_recent	500	-7,6	-1	0,005773	-	plaggen
Eco_moeras.overig	250	-7,5	-1	0,006106	-	overig moeras
Graasduur	250	-7,4	-1	0,006483	+	begrazingsduur
Vlkkwat	100	-5,9	-1	0,014755	-	open water
Eco_grasland	500	-4,6	-1	0,032515	+	grasland
Militair	500	-4,3	-1	0,03761	-	militair gebied
Militair_area	500	-4,3	-1	0,03761	-	militair gebied
Eco_moeras.ruigte	250	-4,0	-1	0,045139	+	moerasruigte
Opslag_verw_recent	500	-2,9	-1	0,087619	+	opslag verwijderen
Vlkautow	100	0,0	0	0		
GT7.droog	100	0,0	0	0		
Brandbeh_recent	250	0,0	0	0		
Vlkbebou	250	0,0	0	0		
SN_Zeer.soortenrij	500	0,0	0	0		
Vlkautow	500	0,0	0	0		
Kap_oud_perc	500	0,0	0	0		
Vlkkas	500	0,0	0	0		
Eco_bos.onbekend	500	0,0	0	0		
Eco_bos.overig	500	0,0	0	0		
Pnthmast	500	0,0	0	0		



## Bijlagen hoofdstuk 3

### Bijlage 3.1. landelijk gebiedenoverzicht

Overzicht van alle gebieden in Nederland met 1 of meer waargenomen Nachtzwaluw per jaar. Alleen genummerde gebieden zijn opgenomen in analyses (zie kolom 'Ongebruikt' voor reden). Gebiedsnominatie overgenomen uit databestand. Bestand: OT is oude tijdsreeks, NZ betreft bestand gebaseerd op OT-bestanden, waar grotere gebiedseenheden zijn gedefinieerd, en waar gebruik is gemaakt van enkele andere bronnen. Regio N(oord), W(est), O(ost), C(entraal), Z(uid). Biotoopcategorieën volgens opgave in OT-bestand. Oppervlaktes overgenomen uit verschillende bronnen. Oppervlakte Strijper Aagebied op oog geschat van kaart.

Nr	Gebiedsnominatie	Bestand	Atlasblok	Regio	Biotoop	Oppervlakte (ha)	Ongebruikt
	Hoornerbos 49-50	OT	153	N	naaldbos	132.8431	slechts 1 jaar met 1 ex.
	Bos Willem van der Ploegweg	OT	627	N	naaldbos	20.027	slechts 1 jaar met 1 ex.
	Oostzijde Alde Feanen	OT	1113	N	moeras	150.76	slechts 1 jaar met 1 ex.
	Schaopedobbe	OT	1157	N	heide, stuifzand en hoogveen	66	slechts 1 jaar met 1 ex.
1	Stellingwerven	OT	1157	N	halfopen cultuurland	7900	
2	Drentse Aa	NZ	1225	N	heide	4003.78	
	Balloërveld	OT	1244	N	heide, stuifzand en hoogveen	370	onderdeel groter gebied
3	Fochteloërveen	NZ	1241	N	hoogveen	1700	
	Fochteloërveen-Esmeer	OT	1241	N	heide, stuifzand en hoogveen	1700	onderdeel groter gebied
4	Boswachterij Gieten	OT	1246	N	naaldbos	1100	
	Boswachterij Borger	OT	1256	N	naaldbos	1226	slechts 2 tellingen
	Drouwenerzand	OT	1257	N	heide, stuifzand en hoogveen	153.1777	slechts 1 jaar met 1 ex.
5	Drents-Friese Wold	NZ	1618	N	heide	6389.97	
	Bos Doldersumseveld	OT	1617	N	naaldbos	55	onderdeel groter gebied
	Boschoord, Vledder	OT	1617	N	naaldbos	670	onderdeel groter gebied
	Doldersumseveld	OT	1617	N	heide, stuifzand en hoogveen	259.9536	onderdeel groter gebied
	Driehoeksbos en Werkschuur	OT	1617	N	naaldbos	55	onderdeel groter gebied
	Wapserveld	OT	1617	N	heide, stuifzand en hoogveen	215.0051	onderdeel groter gebied
	Boswachterij Appelscha Zuid	OT	1618	N	naaldbos	1300	onderdeel groter gebied
	Berkenheuvel, Diever	OT	1628	N	naaldbos	755	onderdeel groter gebied
6	De Eese	OT	1635	N	naaldbos	500	
	De Woldberg	OT	1635	N	loof- en gemengd bos	370	slechts 2 tellingen
7	Ooster- en Westerzand	OT	1637	N	heide, stuifzand en hoogveen	1100	
	Oosterzand-plot, Uffelte	OT	1637	N	naaldbos	37.4291	slechts 1 jaar met 1 ex.
8	Holtinger-Havelterberg	NZ	1647	N	heide	2183.56	
	De Kijl	OT	1726	N	naaldbos	46.5321	slechts 1 jaar met 1 ex.
9	Het Schapenpark	OT	1727	N	naaldbos	268.9458	
	Boswachterij Exloo-Odoorn	OT	1727	N	naaldbos	1704	onderdeel groter gebied
10	Dwingelderveld	NZ	1732	N	heide	3765.8	
	Bossen Dwingeloo	OT	1732	N	naaldbos	2050	onderdeel groter gebied
	Bosw. Dwingeloo noord	OT	1732	N	naaldbos	695.275	onderdeel groter gebied
	Bosw. Dwingeloo zuid	OT	1732	N	naaldbos	669.2701	onderdeel groter gebied
	Anserdennen	OT	1741	N	naaldbos	200	onderdeel groter gebied
	Dwingelose & Kraloer Heide	OT	1741	N	heide, stuifzand en hoogveen	1350	onderdeel groter gebied
	Markensplek, Nieuw Balinge	OT	1743	N	naaldbos	101	slechts 1 jaar met 1 ex.
	Oosterbos midden	OT	1841	N	loof- en gemengd bos	119.6631	slechts 1 jaar met 1 ex.
11	Oosterbos noord	OT	1841	N	naaldbos	136.2408	
12	Veenmuseum_N	OT	1841	N	heide, stuifzand en hoogveen	126.2548	
13	Veenmuseum_Z	OT	1851	N	naaldbos	124.9703	
14	Schoorlsche Duinen	NZ	1912	W	duinen	1731	
	Centrale vlak	OT	1931	W	duinen	200	slechts 2 tellingen
	Beerzerveld	OT	2253	O	loof- en gemengd bos	255	slechts 2 tellingen
15	Bargerveen	NZ	2311	O	hoogveen	2088.9	
	Amsterdamscheveld AO	OT	2311	O	heide, stuifzand en hoogveen	290.9111	onderdeel groter gebied
	Schoonebeekerveld (BMP), Schoonebeek	OT	2311	O	heide, stuifzand en hoogveen	133.3985	onderdeel groter gebied
	Schoonebekerveld SM	OT	2311	O	heide, stuifzand en hoogveen	169.8489	onderdeel groter gebied
	A'damscheveld Bagv A4	OT	2312	O	heide, stuifzand en hoogveen	112.2048	onderdeel groter gebied
	A'damscheveld Bagv A5	OT	2312	O	heide, stuifzand en hoogveen	206.7999	onderdeel groter gebied
	Meerstalblok, Bargeveen, Schoonebeek	OT	2312	O	heide, stuifzand en hoogveen	553.9507	onderdeel groter gebied
	Schoonebekerveld SO	OT	2312	O	heide, stuifzand en hoogveen	303.9924	onderdeel groter gebied
	De Pan	NZ	2428	W	heide	375	slechts 1 telling
16	Kennemerduinen	OT	2521	W	duinen	1340	

Nr	Gebiedsnominatie	Bestand	Atlasblok	Regio	Biotoop	Oppervlakte (ha)	Ongebruikt
	Kleine Doornen oostelijk deel	OT	2521	W	duinen	#N/A	onderdeel groter gebied
	Spinnekoppenvlak II/Koevlak(1069)	OT	2521	W	duinen	13.8	onderdeel groter gebied
	Trommel	OT	2521	W	duinen	60	onderdeel groter gebied
	Diemerzeedijk	OT	2546	W	moeras	82.8016	slechts 1 jaar met 1 ex.
17	Cyriasische Veld	OT	2647	C	heide, stuifzand en hoogveen	52.165	
18	Hulshorsterzand	OT	2648	C	heide, stuifzand en hoogveen	616.1183	
	Hulshorsterzand 1	OT	2648	C	heide, stuifzand en hoogveen	16.238	onderdeel groter gebied
	Hulshorsterzand 3	OT	2648	C	heide, stuifzand en hoogveen	33.2752	onderdeel groter gebied
	Leuvenum-west	OT	2648	C	loof- en gemengd bos	640.5845	onderdeel groter gebied
19	Oldebroek (Veluwe)	NZ	2723	C	#N/A	1700	
	Zworse Bos	OT	2724	C	naaldbos	99.8	slechts 2 tellingen
20	Engbertsdijkvenen	NZ	2815	O	hoogveen	1781.26	
21	Sallandse Heuvelrug	NZ	2842	O	heide	2233.02	
	Numendal	OT	2841	O	naaldbos	93.6084	onderdeel groter gebied
	Haarl.b.Riet/Wolfslenk	OT	2842	O	heide, stuifzand en hoogveen	500	onderdeel groter gebied
	Holterberg Rondebelt	OT	2842	O	naaldbos	672.3707	onderdeel groter gebied
	Boerskotten en Duivelshof	OT	2951	O	halfopen cultuurland	1208	slechts 2 tellingen
	Berkheide	OT	3026	W	duinen	59.338	slechts 1 jaar met 1 ex.
22	Meijendel_A	OT	3035	W	duinen	54.6807	
	Meijendel_B	OT	3035	W	duinen	29.5473	
	Solleveld kavel 5	OT	3053	W	duinen	37.5702	slechts 1 jaar met 1 ex.
23	Utrechtse Heuvelrug	NZ	3243	C	heide	6000	
24	Harskampse Zand (Veluwe)	NZ	3331	C	vliegdenbos	3052.77	
25	Kootwijkerzand (Veluwe)	NZ	3331	C	heide	593.46	
26	Doornspijkse Heide (Veluwe)	NZ	3342	C	heide	1468.86	
27	Hoge Veluwe	NZ	3342	C	vliegdenbos en heide	3140.36	
	Otterlose Zand (Hoge Veluwe)	NZ	3341	C	heide	350	onderdeel groter gebied
	Otterlosche Zand	OT	3341	C	heide, stuifzand en hoogveen	315.0345	onderdeel groter gebied
	Loenermark	OT	3344	C	naaldbos	309.8817	onderdeel groter gebied
	Oud Reemsterzand	OT	3351	C	heide, stuifzand en hoogveen	119.2976	onderdeel groter gebied
	Deelensche& Middenzand	OT	3352	C	heide, stuifzand en hoogveen	173.6453	onderdeel groter gebied
28	Planken Wambuis	NZ	3351	C	vliegdenbos en heide	1957.47	
29	ZO-Veluwe	NZ	3354	C	vliegdenbos en heide	20934.74	
	De Stompen	OT	3353	C	heide, stuifzand en hoogveen	197.5897	onderdeel groter gebied
	Terletse Heide	OT	3353	C	heide, stuifzand en hoogveen	307.2621	onderdeel groter gebied
	Deurensche Berg	OT	3354	C	heide, stuifzand en hoogveen	196.017	onderdeel groter gebied
	Eerbeekseveld	OT	3354	C	loof- en gemengd bos	185.7419	onderdeel groter gebied
	Fagelsheide/Broodbult	OT	3354	C	heide, stuifzand en hoogveen	168.6867	onderdeel groter gebied
	Imbosch-oost	OT	3354	C	loof- en gemengd bos	338.0937	onderdeel groter gebied
	Kouwerik	OT	3354	C	loof- en gemengd bos	50.033	onderdeel groter gebied
	NP Veluwezoom	OT	3354	C	loof- en gemengd bos	5262	onderdeel groter gebied
	Rozendaelseveld noord	OT	3354	C	heide, stuifzand en hoogveen	177.708	onderdeel groter gebied
	Worth-Rhederheide	OT	3354	C	heide, stuifzand en hoogveen	377.5297	onderdeel groter gebied
	Zilvensche Heide	OT	3354	C	heide, stuifzand en hoogveen	103.7189	onderdeel groter gebied
	De Brandvlakte	OT	4013	C	loof- en gemengd bos	#N/A	onderdeel groter gebied
	Rozendaal B	OT	4013	C	loof- en gemengd bos	364.9819	onderdeel groter gebied
	Rozendaelseveld zuid	OT	4014	C	heide, stuifzand en hoogveen	289.6521	onderdeel groter gebied
	Akkers	OT	3437	O	heide, stuifzand en hoogveen	67.5111	slechts 2 tellingen
30	Buurserzand	OT	3437	O	heide, stuifzand en hoogveen	369	
31	Witteveen	OT	3438	O	naaldbos	107.077	
32	Kwade Hoek	OT	3658	W	duinen	379	
	Remmerdeuze Heide	OT	3925	C	naaldbos	55	slechts 2 tellingen
	Bergerbos	OT	4037	C	loof- en gemengd bos	1657	slechts 2 tellingen
	Zeepe-noord	OT	4234	Z	duinen	165.7963	slechts 1 jaar met 1 ex.
33	Loonse en Drunense Duinen	NZ	4448	Z	heide	3925.14	
	Dorst	NZ	4454	Z	bos	950	slechts 1 jaar met 1 ex.
34	Herperduin	OT	4526	Z	naaldbos	66.0019	
35	Maashorst	NZ	4537	Z	bos en heide	4000	
	Boswacht. Nistelrode	OT	4536	Z	loof- en gemengd bos	205.0146	onderdeel groter gebied
	Overasseltse en Hatertse Vennen	OT	4611	Z	naaldbos	500	
36	Mulderskop	OT	4612	Z	heide, stuifzand en hoogveen	34.7127	
	Groesbeekse bos	OT	4613	Z	loof- en gemengd bos	965	slechts 2 tellingen
37	Bergerheide	OT	4655	Z	heide, stuifzand en hoogveen	110.0157	
38	Bergerheide, rand	OT	4655	Z	heide, stuifzand en hoogveen	80.9784	

Nr	Gebiedsnominatie	Bestand	Atlasblok	Regio	Biotoop	Oppervlakte (ha)	Ongebruikt
39	Meeuwenven	OT	4655	Z	heide, stuifzand en hoogveen	63.6033	
40	Brabantse Wal	NZ	4935	Z	bos	4929.1	
	Brabantse Wal-zuid	NZ	4945	Z	bos	#N/A	geen waarnemingen
41	Chaam	NZ	5025	Z	bos	1324	
42	De Utrecht	NZ	5048	Z	bos	4368.07	
43	Kampina	NZ	5112	Z	heide	1661.13	
44	Oirschotse Heide	NZ	5133	Z	vliegdenbos	2074.21	
45	Diepmeerven e.o.	OT	5155	Z	heide, stuifzand en hoogveen	165.91	
46	Strabrechtse Heide & Beuven	NZ	5157	Z	heide	2474.85	
	Beuven	OT	5157	Z	heide, stuifzand en hoogveen	230.8004	onderdeel groter gebied
	Strabrechtse & Lieropse heide	OT	5157	Z	heide, stuifzand en hoogveen	1300	onderdeel groter gebied
47	Stippelbergen	NZ	5221	Z	bos	1968.5	
	Stippelberg, Bakel	OT	5221	Z	naaldbos	988.828	onderdeel groter gebied
	Stippelberg	OT	5222	Z	naaldbos	349.3127	onderdeel groter gebied
48	Vliegbasis De Peel	OT	5222	Z	heide, stuifzand en hoogveen	541.5693	
49	De Hamert	NZ	5226	Z	heide	1618.24	
50	Mariapeel & Deurnese Peel	NZ	5242	Z	hoogveen	1353.15	
	Deurnese Peel	NZ	5242	Z	hoogveen	#N/A	onderdeel groter gebied
	Deurnse Peel B	OT	5242	Z	heide, stuifzand en hoogveen	91.3759	onderdeel groter gebied
51	Cartierheide	NZ	5712	Z	bos en heide	390.86	
52	Hapertse Hei	OT	5712	Z	heide, stuifzand en hoogveen	123.2396	
53	Malpie	NZ	5714	Z	bos en heide	104.47	
54	Leenderbos & Grootte Heide	NZ	5715	Z	bos en heide	1561.47	
	Leenderbos	OT	5715	Z	heide, stuifzand en hoogveen	#N/A	onderdeel groter gebied
	Grootte Heide	NZ	5725	Z	heide	1099.23	onderdeel groter gebied
	Malpiebeemden	OT	5724	Z	heide, stuifzand en hoogveen	88	slechts 2 tellingen
	Soerendonksgoor	OT	5726	Z	moeras	137.9246	slechts 1 jaar met 1 ex.
	Strijper Aagebied	OT	5726	Z	heide, stuifzand en hoogveen	200	slechts 2 tellingen
55	Weerter- en Budelerbergen	NZ	5737	Z	vliegdenbos	1472.61	
56	Grootte Peel	NZ	5811	Z	hoogveen	1309.97	
57	Leudal	NZ	5833	Z	bos en heide	890.52	
58	Meinweg	NZ	5856	Z	heide	1802.19	
59	Mariahoop I	OT	6023	Z	loof- en gemengd bos	620.0739	
60	Brunsummerheide	OT	6054	Z	heide, stuifzand en hoogveen	552	
61	O.v. Brunssum kwbl 2	OT	6054	Z	halfopen cultuurland	411.5825	

## Bijlage 3.2. Omgevingsvariabelen, hoofdcategoriën

Hoofdcategorieën van omgevingsvariabelen gebruikt als onafhankelijke variabelen in analyses.

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Opmerkingen
Windsn	Etmaalgemiddelde windsnelheid	0.1 m/s	Niet-homogene reeks door meethoogte wijzigingen, zie <a href="http://www.knmi.nl/samenw/hydra">www.knmi.nl/samenw/hydra</a>
Windmax	Hoogste uurgemiddelde windsnelheid	0.1 m/s	
Tgem	Gemiddelde temperatuur	0.1 °C	
Tmin	Gemiddelde minimum-temperatuur	0.1 °C	gebaseerd op minimumtemperatuur per dag
Tmax	Gemiddelde maximum-temperatuur	0.1 °C	gebaseerd op maximumtemperatuur per dag
Zonuur	Zonneschijnduur	0.1 uur	-1 als <0.05 u
Zonperc	Zonneschijnduur	%	van max. mogelijk
Neerslduur	Duur van de neerslag	0.1 uur	
Neersl	Etmaalsom van de neerslag	0.1 mm	-1 als <0,05 mm; -1 veranderd in 0.1 in data
Wolkbed	Bedekkingsgraad van de bovenlucht	0..9	9 lucht onzichtbaar
Sigem	Gemiddelde Sahelindex*	0.1 mm	maandelijkse afwijking van gemiddelde
Simin	Minimum Sahelindex*	0.1 mm	maandelijkse afwijking van gemiddelde
Simax	Maximum Sahelindex*	0.1 mm	maandelijkse afwijking van gemiddelde
OAprec_gem	Gemiddelde precipitatie Oost- Afrika*	1 mm	op maandbasis
OAprec_min	Minimum precipitatie Oost-Afrika*	1 mm	op maandbasis
OAprec_max	Maximum precipitatie Oost-Afrika*	1 mm	op maandbasis
CAprec_gem	Gemiddelde precipitatie Centraal-Afrika*	1 mm	op maandbasis
CAprec_min	Minimum precipitatie Centraal-Afrika*	1 mm	op maandbasis
CAprec_max	Maximum precipitatie Centraal-Afrika*	1 mm	op maandbasis
CO	Jaargemiddelde hoeveelheid koolstofmonoxide	mg/m <sup>3</sup>	ruraal gebied
NH <sub>3</sub>	Jaargemiddelde hoeveelheid ammoniak	µg/m <sup>3</sup>	ruraal gebied
NO	Jaargemiddelde hoeveelheid stikstofmonoxide	µg/m <sup>3</sup>	ruraal gebied
NO <sub>2</sub>	Jaargemiddelde hoeveelheid stikstofdioxide	µg/m <sup>3</sup>	ruraal gebied
O <sub>3</sub>	Jaargemiddelde hoeveelheid ozon	µg/m <sup>3</sup>	ruraal gebied
SO <sub>2</sub>	Jaargemiddelde hoeveelheid zwaveldioxide	µg/m <sup>3</sup>	ruraal gebied

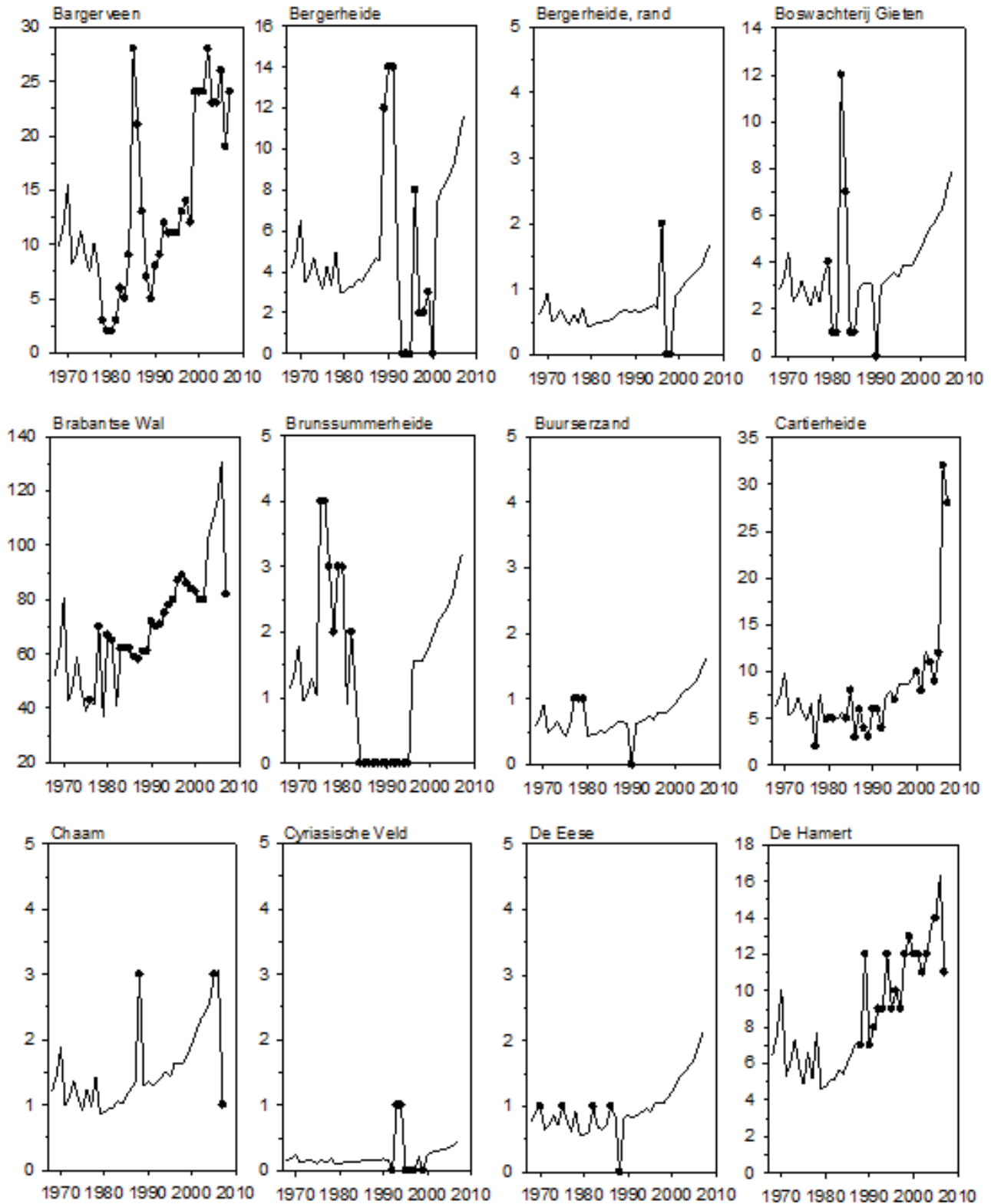
\*Locaties samenstelling weersgegevens. Centraal-Afrika: N'Djamena airport Lamy - Tsjaad; Moundou airport - Tsjaad; Bossangoa Meteo - Centraalafrikaanse Republiek; Bambari airport - Centraalafrikaanse Republiek; Bria - Centraalafrikaanse Republiek. Sahel: Tillabery - Niger; Tahoua - Niger; Maradi - Niger; Gao - Mali; Kita - Mali; Segou - Mali; Koutiala - Mali; Kiffa - Mauritanië; Dakar - Senegal; Thies - Senegal; Diourbel - Senegal; Kandi - Benin; Natitingue - Benin; Ougihoua - Opper-Volta. Oost-Afrika: Jimma - Ethiopië; Addis Ababa - Ethiopië; Dar Es Salaam airport - Tanzania; Dodoma Meteo - Tanzania; Tabora Observatory - Tanzania; Kenyatta Int. Airport - Kenia; Garissa - Kenia; Eldorat - Kenia; Moyale - Kenia; Juba - Soedan.

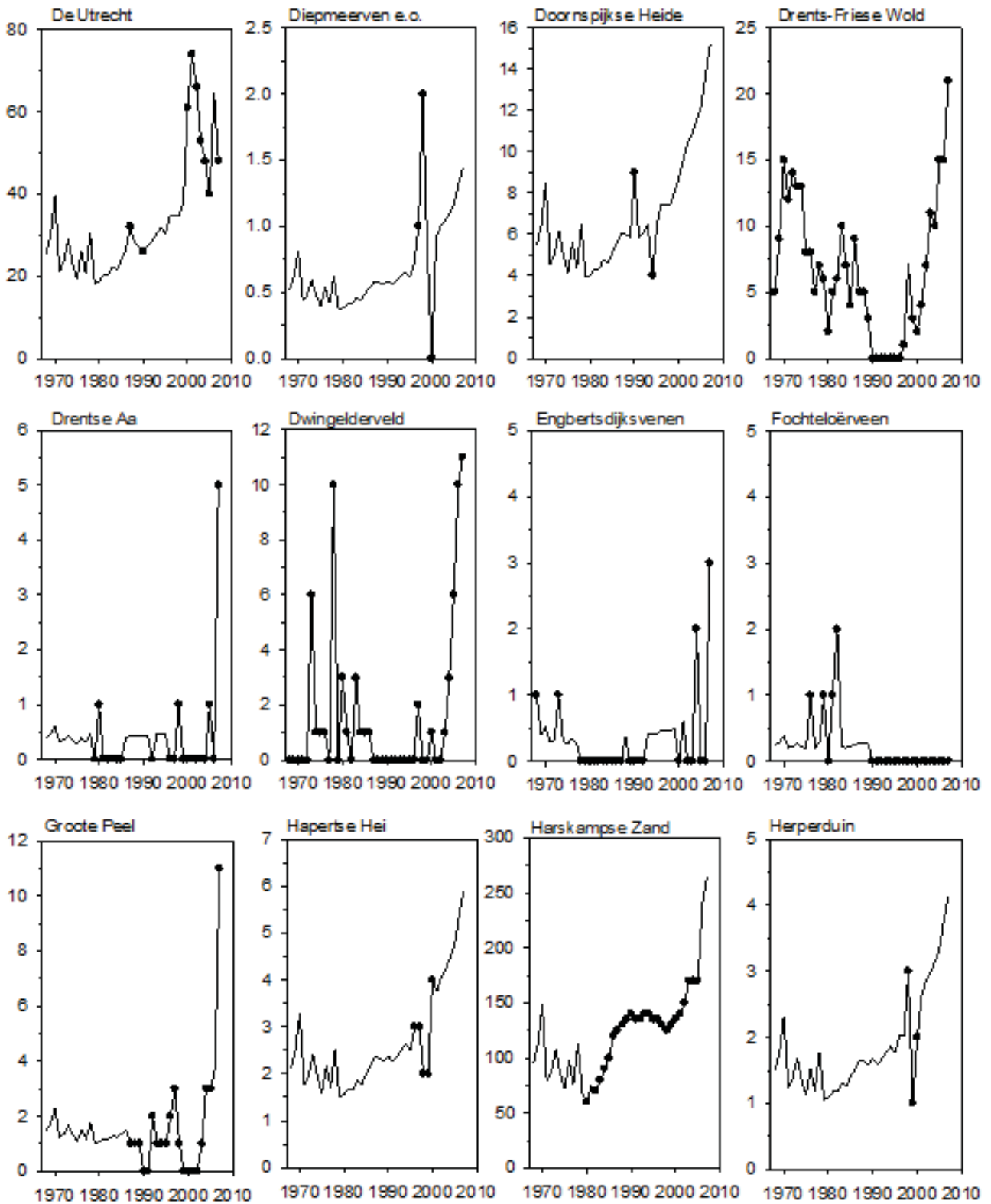
## Bijlage 3.3. Subcategorieën van variabelen in tabel 3.1.

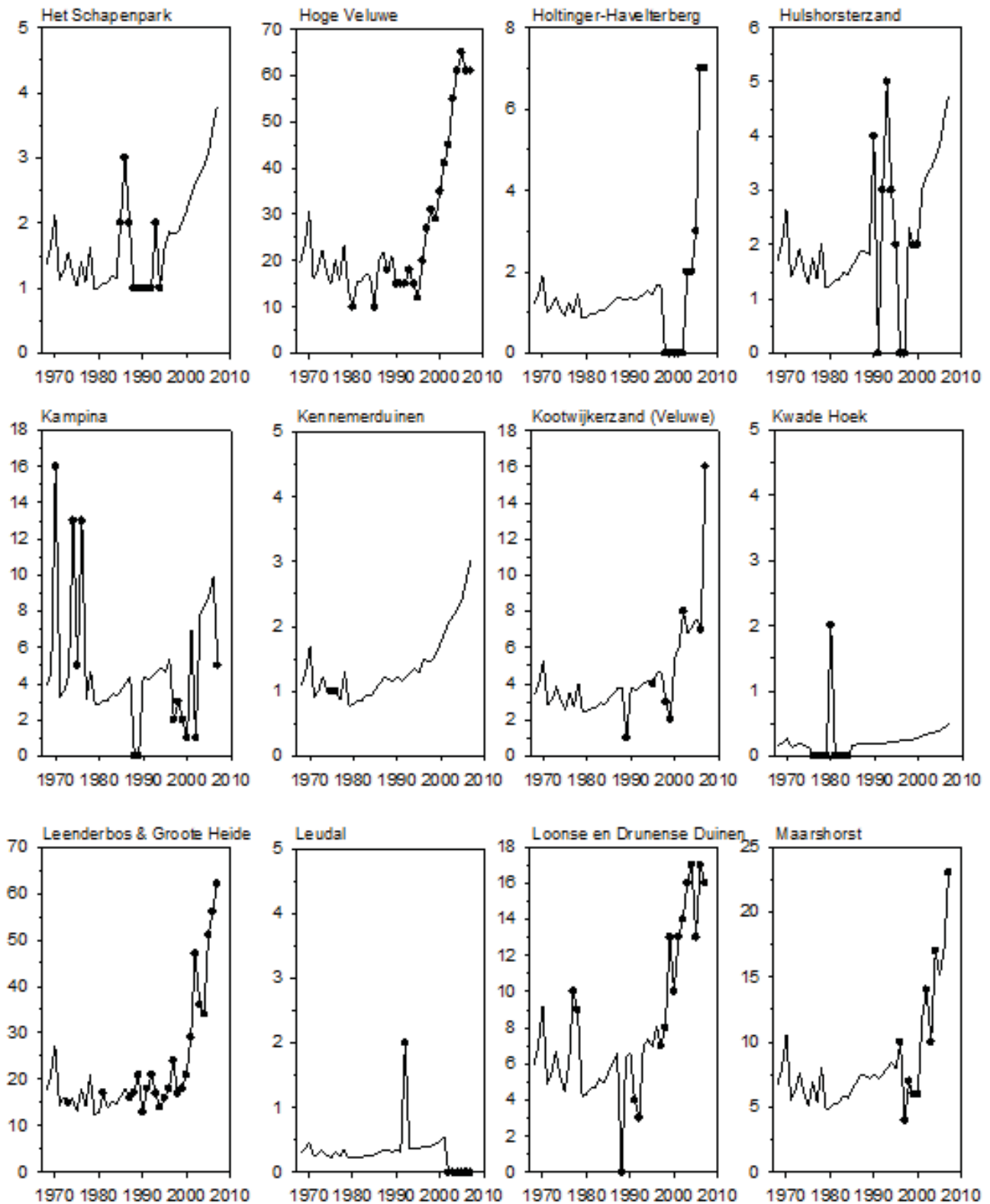
Variabele	Variabele <i>subscript</i>	Periode
Windsn, Windmax, Tgem, Tmin, Tmax,	meijun	mei t/m juni
Zonuur, Zonperc, Neerslduur, Neersl,	meiaug	mei t/m augustus
Wolkbed, Slgem, Slmin, Slmax,	n_meijun	Aantal dagen boven gemiddeld in periode mei t/m juni
OAprec_gem, OAprec_min,	n_meiaug	Aantal dagen boven gemiddeld in periode mei t/m augustus
OAprec_max, CAprec_gem,	jaar	mei t/m april
CAprec_min, CAprec_max.	voorj	jan t/m april
	zomer	mei t/m augustus
	winter	september t/m december

### Bijlage 3.4. Aantalsontwikkelingen per gebied

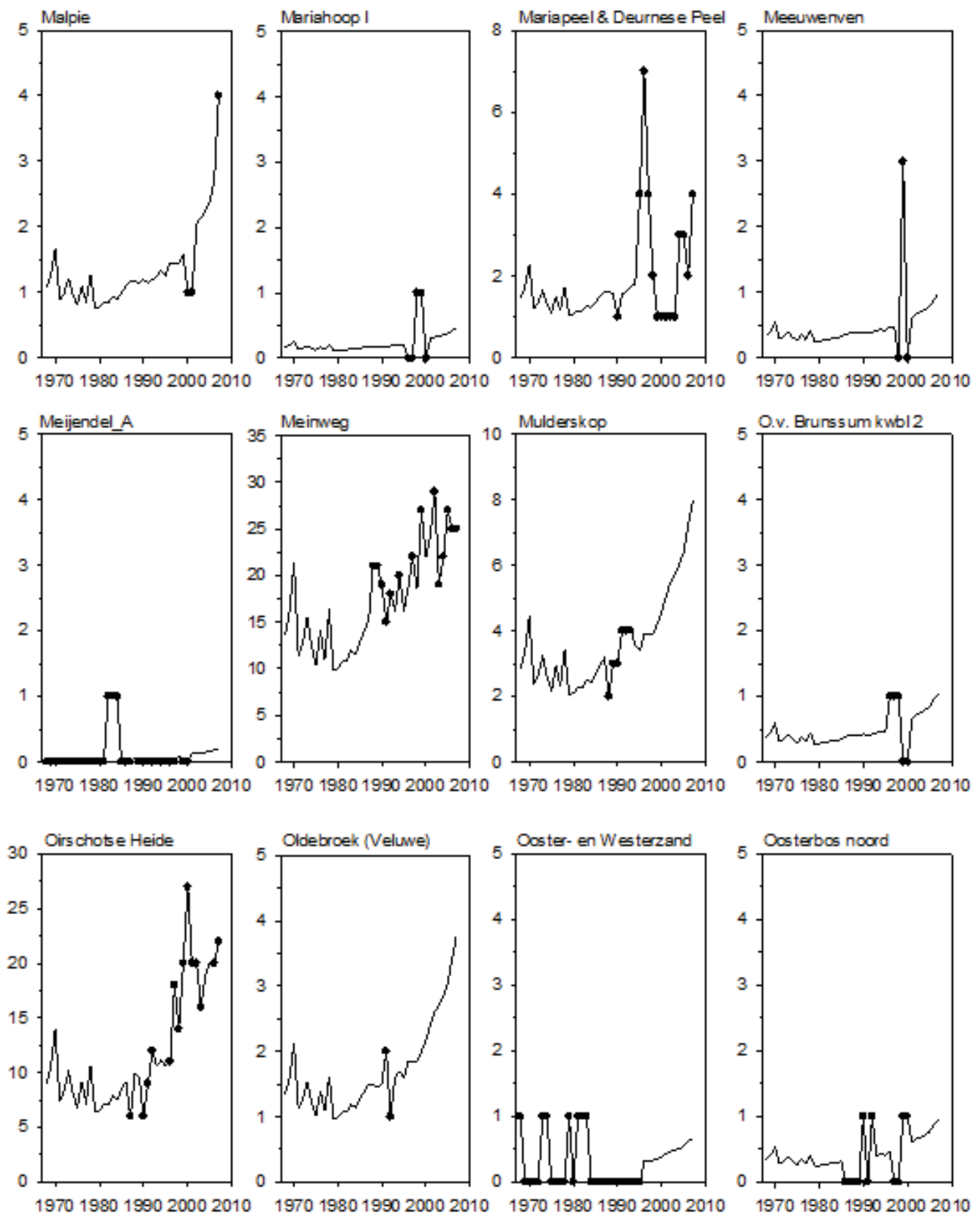
Jaarlijkse aantallen Nachtzwaluwen voor verschillende gebieden in Nederland in de periode 1968-2007. Punten geven werkelijk getelde aantallen weer en de lijn volgt geïmputeerde datapunten berekend m.b.v. TRIM.

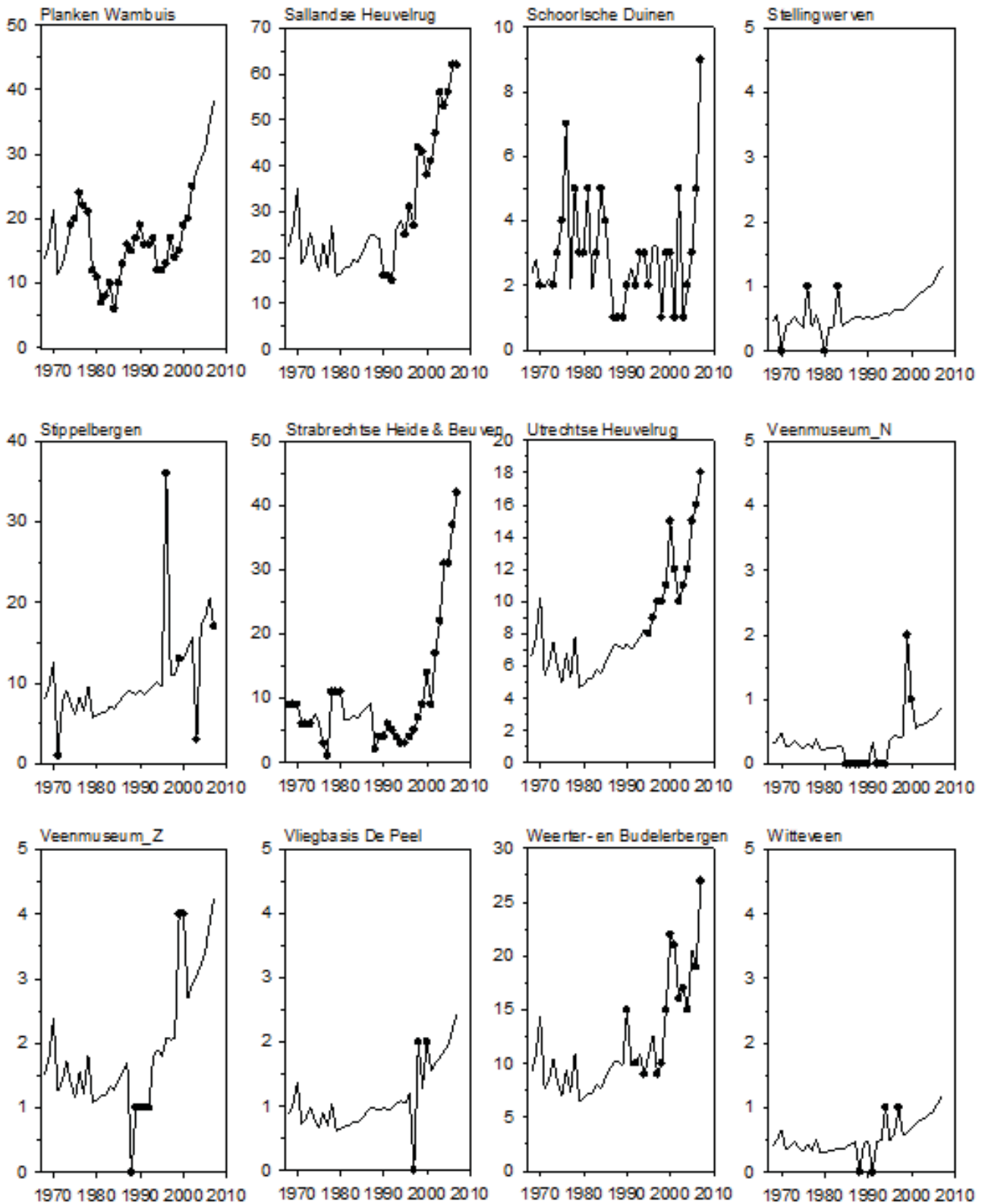


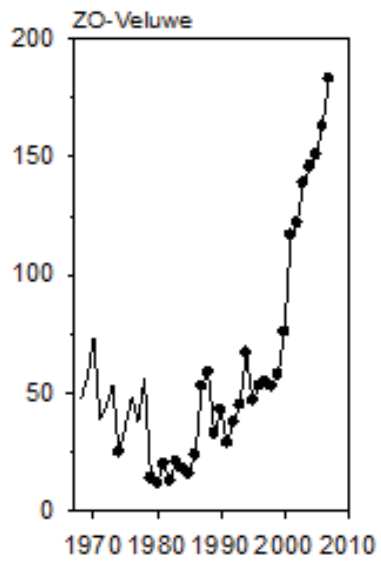












## Bijlage 3.5. Correlaties

Correlaties van omgevingsvariabelen met jaarlijkse indexgetallen (inclusief imputed getallen). Voor Afrika-gegevens geldt: jaar = mei afgelopen jaar - april huidige jaar; zomer = mei - augustus huidige jaar; voorjaar = januari - april huidige jaar; winter = september – december voorgaande jaar. N dagen = percentage aantal dagen boven gemiddelde.

Variabele	huidige/afgelopen jaar			voorafgaande jaar		
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>n</i>
T <sub>gem</sub> (mei-jun)	0.511	0.001	40	0.432	0.006	39
T <sub>gem</sub> (mei-aug)	0.471	0.002	40	0.411	0.009	39
T <sub>gem</sub> <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.438	0.005	40	0.416	0.008	39
T <sub>gem</sub> <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.448	0.004	40	0.407	0.010	39
T <sub>min</sub> (mei-jun)	0.350	0.027	40	0.300	0.063	39
T <sub>min</sub> (mei-aug)	0.393	0.012	40	0.362	0.023	39
T <sub>min</sub> <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.244	0.129	40	0.233	0.154	39
T <sub>min</sub> <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.350	0.027	40	0.372	0.020	39
T <sub>max</sub> (mei-jun)	0.497	0.001	40	0.426	0.007	39
T <sub>max</sub> (mei-aug)	0.452	0.003	40	0.392	0.014	39
T <sub>max</sub> <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.482	0.002	40	0.430	0.006	39
T <sub>max</sub> <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.437	0.005	40	0.403	0.011	39
Rel. luchtvochtigheid (%) (mei-jun)	-0.111	0.513	37	-0.017	0.923	37
Rel. luchtvochtigheid (%) (mei-aug)	-0.005	0.979	37	0.075	0.658	37
Rel. luchtvochtigheid (% <i>n</i> dagen) (mei-jun)	-0.156	0.358	37	-0.040	0.813	37
Rel. luchtvochtigheid (% <i>n</i> dagen) (mei-aug)	-0.007	0.967	37	0.052	0.762	37
Windsnelheid <sub>max</sub> (mei-jun)	-0.460	0.003	40	-0.464	0.003	39
Windsnelheid <sub>max</sub> (mei-aug)	-0.452	0.003	40	-0.449	0.004	39
Windsnelheid <sub>max</sub> <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.450	0.004	40	-0.438	0.005	39
Windsnelheid <sub>max</sub> <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.498	0.001	40	-0.476	0.002	39
Windsnelheid piek (mei-jun)	-0.266	0.112	37	-0.323	0.052	37
Windsnelheid piek (mei-aug)	-0.296	0.075	37	-0.321	0.053	37
Windsnelheid piek <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.145	0.391	37	-0.228	0.175	37
Windsnelheid piek <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.177	0.295	37	-0.217	0.196	37
Windsnelheid (mei-aug)	-0.416	0.008	40	-0.400	0.012	39
Windsnelheid (mei-jun)	-0.412	0.008	40	-0.412	0.009	39
Windsnelheid <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.413	0.008	40	-0.418	0.008	39
Windsnelheid <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.340	0.032	40	-0.328	0.041	39
Wolkbedekking (mei-jun)	-0.069	0.692	35	0.034	0.848	34
Wolkbedekking (mei-aug)	-0.005	0.977	35	0.083	0.643	34
Wolkbedekking <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.015	0.933	35	0.092	0.606	34
Wolkbedekking <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.041	0.814	35	0.074	0.678	34
Zicht <sub>min</sub> (mei-jun)	0.403	0.010	40	0.314	0.051	39
Zicht <sub>min</sub> (mei-aug)	0.417	0.007	40	0.353	0.028	39
Zicht <sub>min</sub> <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.379	0.016	40	0.283	0.081	39
Zicht <sub>min</sub> <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.376	0.017	40	0.314	0.051	39
Zonduur (%) (mei-jun)	0.290	0.120	30	0.293	0.117	30
Zonduur (%) (mei-aug)	0.302	0.112	29	0.301	0.113	29
Zonduur (%) <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.304	0.102	30	0.292	0.117	30
Zonduur (%) <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.339	0.067	30	0.335	0.070	30
Zonuur (mei-jun)	0.295	0.113	30	0.296	0.112	30
Zonuur (mei-aug)	0.311	0.101	29	0.307	0.105	29
Zonuur <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.321	0.084	30	0.302	0.105	30
Zonuur <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.332	0.073	30	0.327	0.078	30
Luchtdruk (mei-jun)	0.083	0.611	40	0.000	0.999	39
Luchtdruk (mei-aug)	-0.202	0.211	40	-0.272	0.094	39
Luchtdruk <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.098	0.547	40	0.028	0.865	39
Luchtdruk <i>n</i> dagen (mei-aug)	-0.254	0.114	40	-0.337	0.036	39

Variabele	huidige/afgelopen jaar			voorafgaande jaar		
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>n</i>
Neerslag (mei-jun)	0.050	0.820	23	0.100	0.648	23
Neerslag (mei-aug)	0.352	0.100	23	0.329	0.125	23
Neerslag <i>n</i> dagen (mei-jun)	0.151	0.491	23	0.212	0.332	23
Neerslag <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.315	0.144	23	0.326	0.129	23
Neerslagduur (mei-jun)	-0.155	0.479	23	-0.139	0.526	23
Neerslagduur (mei-aug)	-0.023	0.915	23	-0.030	0.893	23
Neerslagduur <i>n</i> dagen (mei-jun)	-0.098	0.658	23	-0.051	0.816	23
Neerslagduur <i>n</i> dagen (mei-aug)	0.065	0.767	23	0.072	0.743	23
CO	-0.219	0.382	18	-0.165	0.514	18
NH <sub>3</sub>	-0.155	0.669	10	-0.128	0.724	10
NO	-0.615	0.003	21	-0.588	0.005	21
NO <sub>2</sub>	-0.691	0.001	21	-0.673	0.001	21
O <sub>3</sub>	-0.020	0.931	21	-0.004	0.986	21
SO <sub>2</sub>	-0.687	0.001	21	-0.712	0.000	21
C.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (jaar)	-0.322	0.043	40	-0.293	0.070	39
C.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (voorjaar)	-0.399	0.011	40	-0.381	0.017	39
C.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (voorjaar)	0.010	0.950	40	-0.019	0.909	39
C.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (voorjaar)	-0.356	0.024	40	-0.294	0.069	39
C.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (winter)	0.133	0.414	40	0.154	0.349	39
C.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (winter)	0.006	0.972	40	0.033	0.843	39
C.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (winter)	0.004	0.978	40	0.001	0.993	39
C.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (zomer)	-0.085	0.602	40	-0.123	0.457	39
C.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (zomer)	-0.303	0.058	40	-0.345	0.032	39
C.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (zomer)	0.059	0.720	40	0.007	0.968	39
O.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (jaar)	0.362	0.022	40	0.388	0.015	39
O.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (voorjaar)	0.007	0.965	40	0.067	0.684	39
O.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (voorjaar)	-0.344	0.030	40	-0.276	0.090	39
O.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (voorjaar)	-0.013	0.936	40	0.055	0.739	39
O.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (winter)	0.014	0.934	40	0.020	0.904	39
O.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (winter)	-0.536	0.000	40	-0.482	0.002	39
O.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (winter)	0.377	0.017	40	0.365	0.022	39
O.-Afrika neerslag <sub>gem</sub> (zomer)	0.430	0.006	40	0.485	0.002	39
O.-Afrika neerslag <sub>min</sub> (zomer)	0.166	0.307	40	0.204	0.214	39
O.-Afrika neerslag <sub>max</sub> (zomer)	0.380	0.016	40	0.429	0.006	39
Sahelindex <sub>gem</sub> (jaar)	0.220	0.172	40	0.304	0.060	39
Sahelindex <sub>gem</sub> (voorjaar)	0.122	0.452	40	0.235	0.149	39
Sahelindex <sub>min</sub> (voorjaar)	0.126	0.438	40	0.142	0.387	39
Sahelindex <sub>max</sub> (voorjaar)	0.121	0.455	40	0.227	0.164	39
Sahelindex <sub>gem</sub> (winter)	0.183	0.258	40	0.121	0.462	39
Sahelindex <sub>min</sub> (winter)	0.271	0.091	40	0.260	0.109	39
Sahelindex <sub>max</sub> (winter)	0.080	0.623	40	0.002	0.990	39
Sahelindex <sub>gem</sub> (zomer)	0.230	0.154	40	0.262	0.108	39
Sahelindex <sub>min</sub> (zomer)	0.267	0.095	40	0.308	0.056	39
Sahelindex <sub>max</sub> (zomer)	0.040	0.805	40	0.094	0.569	39

### Bijlage 3.6. Principale componenten

Als eerste benadering voor de analyse van de aantalsontwikkeling hebben we naar relaties tussen aantallen en omgevingsvariabelen gezocht zonder rekening te houden met aantallen zoals ze in voorgaande jaren waren. Correlaties van omgevingsvariabelen met Principale Componenten berekend op basis van jaargemiddelde gegevens. De variabelen 'windrichting', 'zicht' en percentage 'zonneshijn' zijn niet meegenomen in de berekening.

Variabele	Principale Component																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tgem_meijuni	0.88	-0.15	-0.06	-0.16	0.08	0.29	-0.09	0.01	-0.02	-0.02	0.03	0.04	0.07	-0.04	-0.09	0.09	-0.06	0.08
Tgem_n_meijuni	0.86	-0.13	-0.03	-0.14	0.07	0.34	0.00	-0.01	-0.07	-0.12	-0.12	0.08	-0.01	0.02	-0.11	0.08	-0.04	0.03
Tgem_meiaug	0.86	-0.20	-0.13	-0.13	0.00	-0.24	0.02	-0.09	0.08	0.12	0.19	-0.04	0.01	-0.13	0.12	-0.07	-0.02	-0.06
Tgem_n_meiaug	0.86	-0.18	-0.07	-0.03	-0.05	-0.24	0.06	-0.11	0.11	0.06	0.08	0.00	-0.13	-0.03	0.21	-0.07	-0.05	-0.01
Tmax_meijuni	0.86	-0.18	-0.17	-0.16	0.08	0.25	-0.09	-0.04	0.04	0.01	0.05	0.09	0.06	0.02	-0.04	0.19	-0.07	0.07
Tmax_n_meijuni	0.85	-0.15	-0.14	-0.17	0.00	0.30	-0.04	-0.02	-0.01	-0.10	0.00	0.12	0.05	0.05	-0.06	0.18	0.02	0.05
Tmax_meiaug	0.83	-0.24	-0.22	-0.13	-0.01	-0.21	-0.01	-0.12	0.12	0.17	0.21	0.01	0.02	-0.06	0.18	0.00	-0.02	-0.05
Tmax_n_meiaug	0.80	-0.26	-0.23	-0.08	0.01	-0.28	-0.01	-0.11	0.12	0.09	0.14	0.05	-0.01	0.01	0.23	0.03	-0.03	-0.05
Tmin_n_meiaug	0.77	0.02	0.29	-0.04	0.16	-0.20	0.08	0.03	0.05	-0.10	-0.02	0.00	-0.14	-0.12	-0.17	-0.23	-0.05	0.10
Tmin_meiaug	0.76	0.07	0.16	-0.20	0.12	-0.28	0.11	-0.02	-0.02	-0.10	0.06	-0.17	0.01	-0.24	-0.08	-0.23	-0.04	0.01
Tmin_meijuni	0.72	0.06	0.27	-0.18	0.11	0.37	-0.07	0.11	-0.18	-0.13	-0.09	-0.07	0.13	-0.08	-0.16	-0.15	-0.03	0.13
Wolkbed_meijuni	-0.65	0.07	0.45	-0.23	-0.01	-0.12	0.11	0.13	0.01	-0.13	0.00	-0.05	0.07	0.02	-0.08	-0.39	-0.20	-0.07
Vocht_rel_meiaug	-0.60	-0.16	0.48	-0.23	0.19	0.16	-0.08	-0.06	-0.03	-0.32	-0.12	0.06	-0.15	0.08	0.05	-0.18	-0.07	0.11
Tmin_n_meijuni	0.59	-0.01	0.31	-0.23	0.05	0.50	-0.03	0.19	-0.27	-0.01	-0.13	0.07	0.10	-0.01	-0.10	-0.18	-0.03	0.08
Wolkbed_meiaug	-0.56	0.11	0.44	-0.17	0.09	0.19	0.09	0.25	-0.07	-0.28	-0.04	0.07	0.00	0.00	-0.30	-0.14	-0.29	0.05
Zonuur_n_meiaug	0.54	-0.26	-0.36	0.00	0.07	-0.08	0.00	-0.05	0.11	0.02	0.10	0.18	0.06	-0.27	0.30	0.24	0.04	-0.24
Zonuur_meijuni	0.53	-0.17	-0.46	-0.08	0.27	0.20	-0.12	-0.14	0.05	-0.04	0.08	0.17	-0.03	-0.18	0.06	0.39	0.09	-0.09
Wolkbed_n_meiaug	-0.51	0.17	0.50	-0.12	0.08	0.17	0.20	0.25	-0.04	-0.29	-0.03	-0.01	0.03	0.06	-0.27	-0.12	-0.26	-0.04
Zonuur_meiaug	0.43	-0.34	-0.40	-0.14	0.11	-0.13	-0.05	-0.24	0.05	0.10	0.14	0.04	0.05	-0.25	0.29	0.18	0.21	-0.25
Windmax_meijuni	-0.16	0.94	0.07	-0.03	0.01	-0.10	0.03	0.13	-0.08	-0.01	0.00	-0.06	0.01	0.07	0.00	0.00	0.08	-0.04
Windsn_meijuni	-0.14	0.93	0.08	-0.02	0.02	-0.08	-0.15	-0.02	-0.03	-0.05	-0.06	-0.09	0.01	-0.01	-0.05	-0.16	0.01	-0.01
Windsn_n_meijuni	-0.13	0.92	0.09	0.02	-0.03	-0.13	-0.11	-0.06	-0.07	-0.06	-0.03	-0.07	0.06	0.04	-0.02	-0.19	-0.02	-0.08
Windsn_n_meiaug	-0.08	0.92	0.05	-0.03	-0.11	0.01	-0.13	-0.12	0.01	-0.10	-0.07	0.06	0.09	0.10	-0.06	-0.12	-0.02	0.00
Windmax_meiaug	-0.14	0.92	0.06	-0.01	-0.16	0.01	0.00	0.06	-0.05	-0.02	-0.02	0.08	0.07	0.17	-0.06	0.07	0.13	-0.03
Windmax_n_meijuni	-0.17	0.92	0.00	0.00	-0.02	-0.08	0.02	0.14	-0.10	-0.01	0.00	-0.02	0.04	0.07	-0.01	-0.06	0.04	-0.08
Windsn_meiaug	-0.13	0.92	0.08	-0.03	-0.13	0.01	-0.16	-0.06	-0.02	-0.06	-0.11	0.04	0.05	0.10	-0.09	-0.06	0.08	0.00
Windmax_n_meiaug	-0.17	0.91	0.02	0.00	-0.18	0.04	0.00	0.08	-0.09	-0.04	-0.04	0.04	0.09	0.16	-0.04	-0.01	0.14	-0.02
Windpiek_meijuni	-0.03	0.90	0.14	0.01	0.20	-0.09	0.05	0.07	0.02	0.04	-0.05	-0.15	0.00	-0.14	0.08	0.00	-0.06	0.08
Windpiek_meiaug	0.00	0.88	0.18	0.07	-0.16	0.05	0.10	-0.08	0.04	0.01	-0.06	0.01	0.02	-0.07	-0.03	0.14	0.03	0.09
Windpiek_n_meiaug	0.08	0.88	0.10	0.06	-0.13	0.07	0.12	-0.13	-0.03	-0.10	0.03	-0.02	0.02	-0.14	-0.02	0.12	-0.19	0.10
Windpiek_n_meijuni	0.02	0.86	0.07	0.00	0.14	-0.09	-0.01	0.02	-0.02	-0.03	0.08	-0.12	-0.02	-0.17	0.05	0.02	-0.27	0.04
Neersduur_n_meijuni	-0.13	0.11	0.89	0.21	-0.01	0.05	-0.12	0.04	-0.01	-0.07	0.14	-0.05	0.05	0.04	0.15	-0.09	0.10	-0.06
Neersl_meijuni	0.01	0.12	0.87	-0.04	0.17	0.04	-0.04	-0.18	-0.13	0.02	0.13	-0.01	0.21	-0.01	0.15	0.04	0.09	-0.09
Neersduur_n_meiaug	-0.07	0.20	0.86	0.13	0.01	0.21	-0.06	-0.06	0.10	-0.10	-0.04	0.01	-0.09	0.00	-0.24	0.01	-0.09	0.02
Neersl_n_meijuni	0.03	0.09	0.84	0.06	0.19	0.04	-0.04	0.01	-0.01	-0.10	0.08	-0.05	0.36	-0.03	0.12	-0.01	0.11	0.03
Neersduur_meijuni	-0.24	0.04	0.83	0.19	-0.16	-0.09	-0.17	0.09	0.05	0.05	0.14	-0.16	0.03	0.00	0.07	0.02	0.08	-0.17
Neersl_n_meiaug	0.11	0.16	0.83	-0.02	0.02	0.03	0.08	-0.15	-0.01	-0.16	-0.16	0.00	-0.02	-0.03	-0.27	0.14	-0.09	0.08
Neersduur_meiaug	-0.13	0.18	0.79	0.25	-0.18	0.16	-0.09	0.03	0.06	-0.09	-0.10	-0.04	-0.19	-0.02	-0.31	-0.05	-0.06	0.01
Neersl_meiaug	0.08	0.25	0.71	-0.15	0.05	0.00	0.07	-0.21	0.03	-0.19	-0.05	0.10	-0.11	-0.03	-0.43	0.13	-0.09	0.07
Vocht_rel_n_meijuni	-0.50	-0.17	0.68	0.01	-0.05	-0.07	-0.03	0.02	-0.07	-0.12	-0.01	-0.01	-0.01	0.11	0.17	-0.28	0.08	0.11
Vocht_rel_meijuni	-0.56	-0.23	0.58	-0.12	-0.04	-0.05	-0.03	-0.05	-0.06	-0.11	-0.04	-0.01	-0.08	0.08	0.21	-0.32	0.11	0.07
Vocht_rel_n_meiaug	-0.57	-0.07	0.57	-0.25	0.23	0.13	-0.06	0.00	-0.07	-0.28	-0.04	0.05	-0.14	0.08	-0.03	-0.10	-0.11	0.17
Wolkbed_n_meijuni	-0.54	0.04	0.55	-0.11	-0.02	-0.05	0.19	0.17	0.06	-0.18	0.02	-0.18	0.05	-0.03	-0.05	-0.37	-0.20	-0.05
Zonuur_n_meijuni	0.51	-0.15	-0.51	-0.20	0.23	0.11	-0.07	-0.06	0.00	0.02	0.08	0.19	-0.02	-0.21	0.00	0.36	0.12	-0.09
NO	-0.26	-0.01	0.07	0.90	-0.01	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	0.03	-0.10	-0.02	-0.07	0.00	0.11	-0.04	0.02	-0.14
NO <sub>2</sub>	-0.18	-0.02	0.06	0.90	0.10	0.09	-0.13	0.02	-0.15	0.11	-0.08	0.04	0.04	0.00	0.13	-0.03	0.13	-0.04
SO <sub>2</sub>	-0.31	-0.01	0.18	0.78	-0.21	0.05	-0.21	0.05	-0.09	0.11	-0.09	-0.09	-0.07	-0.03	-0.15	-0.01	0.12	-0.05
OAprec_winter_gem	0.13	-0.24	0.06	-0.02	0.85	0.02	0.10	-0.07	-0.08	-0.03	-0.11	-0.14	-0.06	-0.09	-0.02	0.08	0.26	0.10
OAprec_winter_max	0.14	-0.32	-0.11	-0.20	0.80	0.01	0.09	-0.05	0.15	-0.04	-0.02	-0.07	-0.01	-0.28	-0.13	0.09	-0.08	-0.04
CAprec_winter_min	0.04	-0.05	0.21	0.09	0.79	-0.11	0.06	-0.40	-0.17	0.04	0.09	0.05	-0.11	0.00	0.12	0.00	-0.10	-0.13
OAprec_voorj_gem	-0.05	-0.15	0.18	0.19	-0.12	0.77	0.24	-0.12	-0.04	-0.14	0.03	-0.04	0.06	0.23	0.06	0.03	0.03	-0.04
OAprec_voorj_max	0.13	-0.15	0.02	0.08	0.17	0.73	0.22	-0.16	0.05	-0.10	0.11	-0.19	-0.21	-0.04	-0.09	0.03	0.16	-0.13
OAprec_jaar_gem	-0.06	-0.24	0.15	-0.19	-0.22	0.59	0.31	-0.08	0.23	0.21	0.15	-0.12	0.09	-0.18	0.06	0.06	-0.28	-0.21
SI_voorj_gem	-0.07	-0.09	-0.05	-0.11	0.08	0.14	0.93	0.00	0.10	-0.04	0.00	0.09	-0.01	0.06	0.03	0.06	0.04	-0.01

Variabele	Principale Component																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SI_voorj_max	-0.14	-0.06	-0.02	-0.06	0.00	0.24	0.87	0.02	0.00	-0.13	-0.06	-0.01	-0.01	-0.03	-0.07	0.18	-0.05	-0.02
SI_voorj_min	0.12	-0.02	-0.19	-0.22	0.13	-0.06	0.64	-0.11	0.09	0.01	0.08	0.19	0.05	0.15	0.21	-0.26	0.13	0.09
CAprec_zomer_gem	-0.15	-0.02	-0.06	0.00	-0.28	-0.12	0.00	0.87	-0.10	0.04	0.11	0.05	0.20	0.13	0.04	-0.01	-0.01	0.01
CAprec_zomer_min	-0.18	0.00	-0.27	0.08	0.04	-0.12	-0.06	0.74	-0.08	0.04	0.21	-0.05	-0.19	0.21	-0.13	-0.14	0.22	0.04
CAprec_zomer_max	-0.06	0.08	0.08	-0.06	-0.43	-0.03	-0.02	0.64	-0.13	0.10	0.08	0.17	0.39	-0.01	0.09	0.20	-0.12	0.11
OApres_zomer_gem	0.09	-0.13	-0.06	-0.12	0.00	0.06	0.05	-0.09	0.93	0.08	-0.05	0.12	-0.02	-0.12	-0.03	-0.03	-0.01	-0.09
OApres_zomer_max	0.05	-0.19	0.07	-0.15	-0.02	-0.07	0.08	-0.08	0.88	0.06	-0.18	0.00	0.05	0.10	-0.08	0.06	-0.11	0.00
OApres_zomer_min	0.02	0.12	-0.14	0.08	-0.04	0.04	0.11	-0.04	0.63	0.13	0.10	0.24	-0.21	-0.36	0.04	-0.16	0.32	-0.19
CAprec_jaar_gem	-0.07	0.34	-0.12	0.20	0.15	-0.37	0.24	-0.16	-0.42	0.09	-0.19	0.18	0.17	0.16	-0.21	0.25	0.17	-0.14
Luchtdr_n_meiaug	0.00	-0.22	-0.46	0.14	0.06	-0.13	-0.15	0.02	0.07	0.76	0.04	-0.10	-0.09	0.11	0.08	-0.13	0.00	-0.03
Luchtdr_meiaug	0.06	-0.16	-0.51	0.12	-0.04	-0.06	-0.06	0.12	0.11	0.75	-0.03	-0.05	-0.06	0.04	0.22	0.01	0.01	0.02
Luchtdr_n_meijuni	0.19	-0.35	-0.47	0.06	-0.05	-0.07	-0.11	-0.01	0.20	0.55	-0.01	0.04	-0.09	0.05	-0.22	0.22	-0.20	0.13
Luchtdr_meijuni	0.22	-0.28	-0.51	0.08	-0.11	-0.05	-0.10	0.17	0.20	0.55	-0.04	0.05	-0.08	-0.05	-0.02	0.28	-0.17	0.16
SI_winter_gem	0.16	-0.17	0.01	-0.09	0.03	0.03	-0.01	0.20	-0.09	0.02	0.88	0.16	0.11	0.05	-0.06	0.00	-0.05	0.17
SI_winter_min	0.09	-0.18	0.06	-0.22	0.04	0.14	-0.04	0.10	-0.05	-0.07	0.81	0.27	0.06	0.04	-0.23	0.03	-0.02	-0.21
SI_winter_max	0.25	-0.02	0.08	-0.04	-0.19	-0.04	0.06	0.01	-0.08	0.05	0.68	-0.01	0.20	0.09	0.13	-0.01	-0.03	0.46
SI_zomer_gem	0.17	-0.19	-0.13	-0.02	-0.14	-0.04	0.11	0.13	0.12	-0.13	0.17	0.84	0.07	0.11	0.08	0.09	-0.13	0.03
SI_zomer_max	-0.13	0.02	-0.08	-0.07	0.05	-0.15	0.18	-0.12	0.06	0.15	0.15	0.79	0.16	-0.02	-0.07	-0.05	0.06	0.25
SI_zomer_min	0.34	-0.21	-0.01	0.07	-0.17	-0.06	-0.10	0.23	0.17	-0.29	0.14	0.64	0.06	0.14	0.13	0.12	-0.15	-0.10
CAprec_winter_max	-0.06	0.17	0.05	-0.11	-0.20	-0.07	-0.03	0.14	0.00	-0.07	0.15	0.14	0.85	0.04	-0.12	-0.02	-0.03	0.00
CAprec_winter_gem	0.13	0.28	0.25	-0.02	0.09	0.07	0.05	0.00	-0.06	-0.12	0.15	0.05	0.82	0.13	-0.09	0.04	-0.17	-0.02
O <sub>3</sub>	0.13	-0.14	-0.36	0.23	-0.24	-0.06	0.04	0.17	-0.07	0.10	-0.12	0.10	0.55	-0.32	-0.18	0.05	0.32	-0.08
CAprec_voorj_max	-0.33	0.14	0.01	-0.07	-0.23	0.04	0.15	0.29	-0.14	0.19	0.12	0.16	0.00	0.71	0.01	0.04	0.05	-0.10
CAprec_voorj_gem	-0.29	0.17	0.01	-0.09	-0.20	-0.04	0.15	0.27	-0.20	0.12	0.25	0.10	0.07	0.68	-0.07	0.12	0.15	0.04
OApres_voorj_min	-0.16	0.05	0.14	0.33	-0.13	0.37	-0.05	-0.07	0.07	-0.22	-0.12	0.06	0.12	0.55	0.26	-0.10	0.13	0.18
CO	0.07	-0.08	-0.12	0.13	-0.02	0.02	0.09	-0.03	-0.09	0.08	-0.17	0.08	-0.25	0.04	0.81	0.01	0.02	0.02
SI_jaar_gem	0.23	-0.23	-0.11	-0.15	0.12	-0.03	0.35	0.01	-0.09	0.00	0.00	0.04	0.07	0.16	0.01	0.66	-0.07	0.05
OApres_winter_min	-0.10	0.03	0.13	0.31	0.15	0.08	0.07	0.10	-0.04	-0.10	-0.08	-0.16	-0.12	0.17	0.07	-0.02	0.80	0.16
CAprec_voorj_min	0.04	0.02	-0.04	-0.21	-0.01	-0.13	0.00	0.07	-0.18	0.06	0.18	0.20	-0.06	0.01	0.00	0.02	0.14	0.72
NH <sub>3</sub>	0.05	0.15	0.16	0.14	0.36	0.00	-0.02	-0.23	-0.21	0.29	0.31	0.34	-0.08	-0.36	0.14	-0.16	0.12	-0.37

## Bijlage 3.7. GLM-modellen relatie Nachtzwaluw-indexen en variabelen

Resultaten van de General Linear Models (GLM's) die zijn gemaakt voor de gehele periode van 1968-2007 en 1986-2007.

Betekenis van de afkortingen:

Riza\_gew: trend Rietzanger

Grasm\_gew: trend Grasmus

Tmax\_n\_meijuni: Aantal dagen met bovengemiddelde temperatuur in periode mei t/m juni

SI\_jaar\_gem: gemiddelde Sahel neerslagindex

Tmax\_n\_meijuni: SI\_jaar\_gem: interactie van deze twee variabelen

CO: CO jaargemiddelde

SO<sub>2</sub>: SO<sub>2</sub> jaargemiddelde

### Model (1968-2007)

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )		
(Intercept)	2.121e-01	2.035e-01	1.042	0.304707	
Riza_gew	4.294e-01	1.172e-01	3.663	0.000841	***
Grasm_gew	2.925e-01	1.091e-01	2.682	0.011204	*
Tmax_n_meijuni	1.177e-02	3.502e-03	3.361	0.001930	**
SI_jaar_gem	-3.393e-03	9.780e-04	-3.469	0.001438	**
Tmax_n_meijuni:SI_jaar_gem	9.447e-05	3.175e-05	2.976	0.005349	**

Verklaarde variantie: 77%

Neerslag Sahel alleen significant in interactie met aantal warme voorjaarsdagen in Nederland

### Model (1986-2007)

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )		
(Intercept)	3.808e+00	9.926e-01	3.837	0.00328	**
Tmax_n_meijuni	4.126e-02	1.974e-02	2.090	0.06308	.
SI_jaar_gem	2.263e-02	1.322e-02	1.711	0.11778	.
Tmax_meijuni	-1.403e-02	7.461e-03	-1.881	0.08943	.
log10(CO)	-3.506e-01	1.521e-01	-2.305	0.04390	*
log10(SO <sub>2</sub> )	-4.358e-01	6.707e-02	-6.497	6.92e-05	***
Tmax_n_meijuni:SI_jaar_gem	4.845e-04	2.245e-04	2.158	0.05631	.
SI_jaar_gem:Tmax_meijuni	-1.874e-04	9.653e-05	-1.942	0.08083	.

Verklaarde variantie: 88%



## Bijlagen hoofdstuk 4

### Bijlage 4.1. De verdeling van de foerageerlocaties en de random-punten over habitats in de onderzoeksgebieden

Gebied	code	Terreintype- terreintype gedetailleerd	habitat_indeling analyse	absoluut aantal punten			relatief aantal punten (%)		
				foerageren	random 500m	random 1000m	foerageren	random 500m	random 1000m
Leenderbos	1023	Groot Gebouw	overig	0	0	1	0,0	0,0	0,1
Leenderbos	2303	Hoofdverb. weg > 7	overig	0	0	1	0,0	0,0	0,1
Leenderbos	3343	Verh. weg lok. belang 2-4	overig	0	1	3	0,0	0,1	0,3
Leenderbos	3433	Onverh. weg > 2	onverharde wegen	15	34	55	1,7	3,8	6,1
Leenderbos	3603	Fietspad > 2	overig	1	3	1	0,1	0,3	0,1
Leenderbos	5023	Loofbos	Loofbos	18	57	61	2,0	6,3	6,8
Leenderbos	5053	Naaldbos	Naaldbos	244	369	342	27,1	40,8	38,0
Leenderbos	5063	Gemengd bos	Gemengd bos	15	43	48	1,7	4,8	5,3
Leenderbos	5064	Kapvlakte	Kapvlakte	163	95	105	18,1	10,5	11,7
Leenderbos	5203	Bouwland	Bouwland	26	43	67	2,9	4,8	7,4
Leenderbos	5213	Weiland	Weiland	69	43	71	7,6	4,8	7,9
Leenderbos	5233	Boomkwekerij	overig	4	2	1	0,4	0,2	0,1
Leenderbos	5243	Heide	Heide	331	193	127	36,7	21,3	14,1
Leenderbos	5263	Overig bodem gebruik	overig	1	5	7	0,1	0,6	0,8
Leenderbos	6113	Oeverlijn/Landblauw	overig	15	17	10	1,7	1,9	1,1
Strabrechtse Heide	2003	Autoweg ongelijkvlrs 2 rijb.	overig	0	1	4	0,0	0,1	0,5
Strabrechtse Heide	2403	Hoofdverb. weg 4-7	overig	1	0	1	0,1	0,0	0,1
Strabrechtse Heide	3343	Verh. weg lok. belang 2-4	overig	0	3	2	0,0	0,4	0,3
Strabrechtse Heide	3433	Onverh. weg > 2	onverharde wegen	12	28	21	1,6	3,8	2,9
Strabrechtse Heide	5023	Loofbos	Loofbos	27	13	18	3,7	1,8	2,5
Strabrechtse Heide	5053	Naaldbos	Naaldbos	80	137	157	10,9	18,7	21,5
Strabrechtse Heide	5063	Gemengd bos	Gemengd bos	6	33	36	0,8	4,5	4,9
Strabrechtse Heide	5064	Kapvlakte	Kapvlakte	29	26	19	4,0	3,6	2,6
Strabrechtse Heide	5083	Populieren opstand	Loofbos	0	0	1	0,0	0,0	0,1
Strabrechtse Heide	5203	Bouwland	Bouwland	5	9	20	0,7	1,2	2,7
Strabrechtse Heide	5213	Weiland	Weiland	65	70	61	8,9	9,6	8,4
Strabrechtse Heide	5243	Heide	Heide	507	393	370	69,2	53,7	50,7
Strabrechtse Heide	5253	Zand	overig	0	3	2	0,0	0,4	0,3
Strabrechtse Heide	5263	Overig bodem gebruik	overig	0	0	3	0,0	0,0	0,4
Strabrechtse Heide	6113	Oeverlijn/Landblauw	overig	1	16	15	0,1	2,2	2,1
totaal	1023	Groot Gebouw	overig	0	0	1	0,0	0,0	0,1
totaal	2003	Autoweg ongelijkvlrs 2 rijb.	overig	0	1	4	0,0	0,1	0,2
totaal	2303	Hoofdverb. weg > 7	overig	0	0	1	0,0	0,0	0,1
totaal	2403	Hoofdverb. weg 4-7	overig	1	0	1	0,1	0,0	0,1
totaal	3343	Verh. weg lok. belang 2-4	overig	0	4	5	0,0	0,2	0,3
totaal	3433	Onverh. weg > 2	onverharde wegen	27	62	76	1,7	3,8	4,7
totaal	3603	Fietspad > 2	overig	1	3	1	0,1	0,2	0,1
totaal	5023	Loofbos	Loofbos	45	70	79	2,8	4,3	4,8
totaal	5053	Naaldbos	Naaldbos	324	506	499	19,8	30,9	30,6
totaal	5063	Gemengd bos	Gemengd bos	21	76	84	1,3	4,6	5,2
Totaal	5064	Kapvlakte	Kapvlakte	192	121	124	11,7	7,4	7,6
Totaal	5083	Populieren opstand	Loofbos	0	0	1	0,0	0,0	0,1
Totaal	5203	Bouwland	Bouwland	31	52	87	1,9	3,2	5,3
Totaal	5213	Weiland	Weiland	134	113	132	8,2	6,9	8,1
Totaal	5233	Boomkwekerij	overig	4	2	1	0,2	0,1	0,1
Totaal	5243	Heide	Heide	838	586	497	51,3	35,8	30,5
Totaal	5253	Zand	overig	0	3	2	0,0	0,2	0,1
Totaal	5263	Overig bodem gebruik	overig	1	5	10	0,1	0,3	0,6
Totaal	6113	Oeverlijn/Landblauw	overig	16	33	25	1,0	2,0	1,5

## Bijlage 4.2. De verdeling van de foerageerlocaties en de random-punten over de graas- klassen in de onderzoeksgebieden

Gebied	Type punt	Graasklasse	aantal punten	aantal punten (%)
Leenderbos	Foeragerend	0	447	56,1
Leenderbos	random1000	0	603	82,9
Leenderbos	Random500	0	597	75,2
Leenderbos	Foeragerend	2	323	40,5
Leenderbos	random1000	2	118	16,2
Leenderbos	Random500	2	190	23,9
Leenderbos	Foeragerend	3	27	3,4
Leenderbos	random1000	3	6	0,8
Leenderbos	Random500	3	7	0,9
Strabrechtse Heide	Foeragerend	0	51	8,5
Strabrechtse Heide	random1000	0	51	10,3
Strabrechtse Heide	Random500	0	52	9,1
Strabrechtse Heide	Foeragerend	1	109	18,3
Strabrechtse Heide	random1000	1	104	21,0
Strabrechtse Heide	Random500	1	121	21,3
Strabrechtse Heide	Foeragerend	2	208	34,8
Strabrechtse Heide	random1000	2	140	28,2
Strabrechtse Heide	Random500	2	187	32,9
Strabrechtse Heide	Foeragerend	3	229	38,4
Strabrechtse Heide	random1000	3	201	40,5
Strabrechtse Heide	Random500	3	209	36,7
Totaal	Foeragerend	0	498	35,7
Totaal	random1000	0	654	53,5
Totaal	Random500	0	649	47,6
Totaal	Foeragerend	1	109	18,3
Totaal	random1000	1	104	21,0
Totaal	Random500	1	770	39,9
Totaal	Foeragerend	2	531	38,1
Totaal	random1000	2	258	21,1
Totaal	Random500	2	377	27,7
Totaal	Foeragerend	3	256	18,4
Totaal	random1000	3	207	16,9
Totaal	Random500	3	216	15,8

### Bijlage 4.3. Overzicht van alle geïdentificeerde nachtvlindersoorten in het dieet van de Nachtzwaluw

In groen alle soorten die jaarlijks (2008-2010) in het dieet zijn gevonden, in grijs alle soorten gevonden in het dieet in twee van de drie jaar. Bron: Van der Linden 2010.

Soorten	Totaal #	2008 #	2008 %	2009 #	2009 %	2010 #	2010 %	Totaal %
<i>Lycophotia porphyrea</i>	89	70	49,0	6	2,2	13	4,4	12,5
<i>Triodia sylvina</i>	78	13	9,1	55	20,1	10	3,4	11,0
<i>Autographa gamma</i>	70	3	2,1	22	8,0	45	15,3	9,8
<i>Thaumetopoea processionea</i>	52			39	14,2	13	4,4	7,3
<i>Agrotis segetum</i>	37			14	5,1	23	7,8	5,2
<i>Xestia c-nigrum</i>	36	2	1,4	19	6,9	15	5,1	5,1
<i>Cerapteryx graminis</i>	31			2	0,7	29	9,9	4,4
<i>Noctua pronuba</i>	30	11	7,7	8	2,9	11	3,7	4,2
<i>Agrotis puta</i>	26			12	4,4	14	4,8	3,7
<i>Eilema complana</i>	21	9	6,3	4	1,5	8	2,7	3,0
<i>Mythimna pudorina</i>	17	9	6,3	8	2,9			2,4
<i>Ochropleura plecta</i>	16			10	3,6	6	2,0	2,3
<i>Notodonta dromedarius</i>	11			2	0,7	9	3,1	1,5
<i>Noctua comes</i>	10			5	1,8	5	1,7	1,4
<i>Cosmia trapezina</i>	9			4	1,5	5	1,7	1,3
<i>Euthrix potatoria</i>	9			8	2,9	1	0,3	1,3
<i>Hoplodrina ambigua</i>	9					9	3,1	1,3
<i>Noctua janthina</i>	9	2	1,4	4	1,5	3	1,0	1,3
<i>Mesapamea didyma/secalis</i>	8	3	2,1			5	1,7	1,1
<i>Peliosa muscerda</i>	8	2	1,4	5	1,8	1	0,3	1,1
<i>Anarta trifolii</i>	6	1	0,7	2	0,7	3	1,0	0,8
<i>Apamea monoglypha</i>	6			1	0,4	5	1,7	0,8
<i>Eilema depressa</i>	6			6	2,2		0,0	0,8
<i>Hepialus humuli</i>	6			3	1,1	3	1,0	0,8
<i>Axylia putris</i>	5			1	0,4	4	1,4	0,7
<i>Calamia tridens</i>	5			5	1,8		0,0	0,7
<i>Oligia fasciuncula</i>	5			4	1,5	1	0,3	0,7
<i>Agrotis vestigialis</i>	4			3	1,1	1	0,3	0,6
<i>Biston betularia</i>	4					4	1,4	0,6
<i>Lasiocampa trifolii</i>	4			1	0,4	3	1,0	0,6
<i>Mesoligia furuncula</i>	4					4	1,4	0,6
<i>Mythimna ferrago</i>	4					4	1,4	0,6
<i>Phragmatobia fuliginosa</i>	4			2	0,7	2	0,7	0,6
<i>Agrotis exclamationis</i>	3					3	1,0	0,4
<i>Apamea lithoxylea</i>	3					3	1,0	0,4
<i>Cucullia umbratica</i>	3			1	0,4	2	0,7	0,4
<i>Mythimna straminea</i>	3					3	1,0	0,4
<i>Noctua fimbriata</i>	3			2	0,7	1	0,3	0,4
<i>Agrotis clavis</i>	2					2	0,7	0,3
<i>Agrotis ipsilon</i>	2			1	0,4	1	0,3	0,3
<i>Amphipyra pyramidea</i>	2	2	1,4					0,3
<i>Craniophora ligustri</i>	2	2	1,4					0,3
<i>Diarsia mendica</i>	2	2	1,4					0,3
<i>Diarsia rubi</i>	2					2	0,7	0,3
<i>Idaea aversata</i>	2	1	0,7	1	0,4		0,0	0,3
<i>Lacanobia oleracea</i>	2					2	0,7	0,3
<i>Mamestra brassicea</i>	2					2	0,7	0,3
<i>Mythimna impura</i>	2	1	0,7	1	0,4		0,0	0,3
<i>Xestia triangulum</i>	2					2	0,7	0,3

Soorten	Totaal #	2008 #	2008 %	2009 #	2009 %	2010 #	2010 %	Totaal %
<i>Acronicta menyanthidis</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Acronicta rumicis</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Atolmis rubricollis</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Cosmia affinis</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Cybosia mesomella</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Deltote bankiana</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Dicallomera fascelina</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Dyptergia scabriuscula</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Electrophaes corylata</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Ematurga atomaria</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Epirrhoe alternata</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Euproctis similis</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Furcula furcula</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Hypena proboscidalis</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Lateroligia ophiogramma</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Luperina testacea</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Macaria brunneata</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Malacosoma castrensis</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Melanchra persicariae</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Mythimna albipuncta</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Mythimna l-album</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Mythimna turca</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Noctua janthe</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Nola aerugula</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Nycteola revayana</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Ochropacha duplaris</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Opisthograptis luteolata</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Perconia strigillaria</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Ptilodon cucullina</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Scoliopteryx libatrix</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Sideridis turbida</i>	1			1	0,4			0,1
<i>Sphinx pinastri</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Tethea or</i>	1					1	0,3	0,1
<i>Thalpophila matura</i>	1	1	0,7					0,1
<i>Xanthia icteritia</i>	1	1	0,7					0,1
Totaal	711	143	100	274	100	294	100	100

## Bijlage 4.4. Trendbeoordeling 1980-2012 van alle nachtvlindersoorten uit het dieet van de Nachtzwaluw

Wetenschappelijke naam	Nederlandse soortnaam	Totaal	trend (1980 t/m2012)
<i>Lycophotia porphyrea</i>	granietuil	89	matige afname
<i>Triodia sylvina</i>	oranje wortelboorder	78	niet significant
<i>Autographa gamma</i>	gamma-uil	70	niet significant
<i>Thaumetopoea processionea</i>	eikenprocessierups	52	sterke toename
<i>Agrotis segetum</i>	gewone velduil	37	niet significant
<i>Xestia c-nigrum</i>	zwarte -c-uil	36	sterke toename
<i>Cerapteryx graminis</i>	bonte grasuil	31	sterke afname
<i>Noctua pronuba</i>	huismoeder	30	niet significant
<i>Agrotis puta</i>	puta-uil	26	niet significant
<i>Eilema complana</i>	streepkokerbeertje	21	matige afname
<i>Mythimna pudorina</i>	grijze grasuil	17	matige afname
<i>Ochropleura plecta</i>	haarbos	16	niet significant
<i>Notodonta dromedarius</i>	dromedaris	11	matige afname
<i>Noctua comes</i>	volgeling	10	matige toename
<i>Cosmia trapezina</i>	hyena	9	matige toename
<i>Euthrix potatoria</i>	rietvink	9	niet significant
<i>Hoplodrina ambigua</i>	zuidelijke stofuil	9	matige afname
<i>Noctua janthina</i>	kleine breedbandhuismoeder	9	niet significant
<i>Mesapamea didyma/secalis</i>		8	
<i>Peliosa muscerda</i>		8	
<i>Anarta trifolii</i>		6	sterke afname
<i>Apamea monoglypha</i>	graswortelvlinder	6	sterke afname
<i>Eilema depressa</i>	naaldboombeertje	6	niet significant
<i>Hepialus humuli</i>	hopwortelboorder	6	niet significant
<i>Axylia putris</i>	houtspaander	5	matige afname
<i>Calamia tridens</i>	groene weide-uil	5	stabiel
<i>Oligia fasciuncula</i>	oranjegeel halmuiltje	5	niet significant
<i>Agrotis vestigialis</i>	bonte worteluil	4	sterke afname
<i>Biston betularia</i>	peper-en-zoutvlinder	4	sterke afname
<i>Lasiocampa trifolii</i>	kleine hageheld	4	matige afname
<i>Mesoligia furuncula</i>	zandhalmuiltje	4	niet significant
<i>Mythimna ferrago</i>	gekraagde worteluil	4	sterke afname
<i>Phragmatobia fuliginosa</i>	kleine beer	4	matige toename
<i>Agrotis exclamationis</i>	gewone worteluil	3	sterke afname
<i>Apamea lithoxylea</i>		3	niet significant
<i>Cucullia umbratica</i>	grauwe monnik	3	matige afname
<i>Mythimna straminea</i>	spitsvleugelgrasuil	3	stabiel
<i>Noctua fimbriata</i>	breedbandhuismoeder	3	niet significant
<i>Agrotis clavis</i>	geogde worteluil	2	niet significant
<i>Agrotis ipsilon</i>	grote worteluil	2	matige afname
<i>Amphipyra pyramidea</i>		2	niet significant
<i>Craniophora ligustri</i>	schedeldrager	2	matige toename
<i>Diarsia mendica</i>	variabele breedvleugeluil	2	matige afname
<i>Diarsia rubi</i>	gewone breedvleugeluil	2	sterke afname
<i>Idaea aversata</i>	grijze stipspanner	2	matige toename
<i>Lacanobia oleracea</i>		2	
<i>Mamestra brassicea</i>		2	
<i>Mythimna impura</i>	stompvleugelgrasuil	2	matige afname
<i>Xestia triangulum</i>	driehoekuil	2	matige afname
<i>Acronicta menyanthidis</i>	veenheide-uil	1	niet significant
<i>Acronicta rumicis</i>	zuringuil	1	niet significant
<i>Atolmis rubricollis</i>	zwart beertje	1	matige toename
<i>Cosmia affinis</i>		1	

Wetenschappelijke naam	Nederlandse soortnaam	Totaal	trend (1980 t/m2012)
<i>Cybosia mesomella</i>	vierstipbeertje	1	sterke afname
<i>Deltote bankiana</i>	zilverstreep	1	matige afname
<i>Dicallomera fascelina</i>	grauwe borstel	1	stabiel
<i>Dypthergia scabriuscula</i>		1	
<i>Electrophaes corylata</i>	kleine wortelhoutspanner	1	stabiel
<i>Ematurga atomaria</i>	gewone heispanner	1	niet significant
<i>Epirrhoe alternata</i>	bonte bandspanner	1	matige toename
<i>Euproctis similis</i>	donsvlinder	1	matige afname
<i>Furcula furcula</i>	kleine hermelijnvlinder	1	stabiel
<i>Hypena proboscidalis</i>	bruine snuituil	1	matige toename
<i>Lateroligia ophiogramma</i>	moeras-grasuil	1	niet significant
<i>Luperina testacea</i>	gewone grasuil	1	sterke afname
<i>Macaria brunneata</i>	bosbesbruintje	1	sterke toename
<i>Malacosoma castrensis</i>		1	
<i>Melanchra persicariae</i>	perzikkruiduil	1	matige afname
<i>Mythimna albipuncta</i>	witstipgrasuil	1	matige toename
<i>Mythimna l-album</i>	witte-l-uil	1	stabiel
<i>Mythimna turca</i>	tweestreepgrasuil	1	niet significant
<i>Noctua janthe</i>	open-breedbandhuismoeder	1	sterke toename
<i>Nola aerugula</i>	licht visstaartje	1	matige afname
<i>Nycteola revayana</i>	variabele eikenuil	1	niet significant
<i>Ochropacha duplaris</i>	tweestip-orvlinder	1	matige afname
<i>Opisthograptis luteolata</i>	hagedoornvlinder	1	matige toename
<i>Perconia strigillaria</i>	gestreepte bremspanner	1	niet significant
<i>Ptilodon cucullina</i>	esdoorntandvlinder	1	niet significant
<i>Scoliopteryx libatrix</i>	roesje	1	niet significant
<i>Sideridis turbida</i>	tandjesuil	1	stabiel
<i>Sphinx pinastri</i>	dennenpijlstaart	1	niet significant
<i>Tethea or</i>	orvlinder	1	stabiel
<i>Thalpophila matura</i>	geelvleugeluil	1	matige afname
<i>Xanthia icteritia</i>	gewone gouduil	1	sterke afname











Dit project is mogelijk gemaakt door een subsidie van Provincie Noord-Brabant

**Provincie Noord-Brabant**



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521  
6503 GA Nijmegen  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
T (024) 7 410 410

E [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
I [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)

