

Wrap-up onderzoek boerenlandvogels en predatie



Pauline Alefs &
Wolf Teunissen

Sovon-rapport 2019/23



Wrap-up onderzoek boerenland- vogels en predatie

Pauline Alefs & Wolf Teunissen



Dit rapport is samengesteld in opdracht van
provincie Drenthe

provincie Drenthe

Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2019

Dit rapport is samengesteld in opdracht van provincie Drenthe

Wijze van citeren: Alefs P. & Teunissen W. 2019. Wrap-up onderzoek Boerenlandvogels en predatie. Sovon-rapport 2019/23. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Illustratie omslag: Wolf Teunissen

Opmaak: John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

e-mail: info@sovon.nl

website: 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

Samenvatting	3
1. Aanleiding voor dit wrap-up onderzoek	6
2. Achtergrond	7
3. Aanpak en focus	9
4. De effecten van predatie op weidevogels	11
4.1. Effecten van predatie in de eifase	11
4.2. Effecten van predatie in de kuikenfase	13
4.3. Effecten van predatie moeilijk en alleen contextafhankelijk te onderzoeken	13
4.4. Diversiteit aan predatoren	13
4.5. Wisselwerking tussen predatie en andere factoren	16
4.5.1. Wisselwerking tussen predatoren onderling	16
4.5.2. Wisselwerking tussen predatie en landbouwintensivering	17
4.5.3. Wisselwerking tussen predatie en landschapsverdichting	18
5. Monitoringtechnieken	21
5.1. Vaststellen of predatie een probleem is	21
5.2. Vaststellen van predatieverliezen	21
5.3. Vaststellen van predatoren	22
5.3.1. Eiereters	22
5.3.2. Kuikeneters	23
5.4. Monitoring van predatoren	25
5.4.1. Monitoring van zoogdieren	25
5.4.2. Monitoring van vogels	25
6. Predatiebeheer	27
6.1. Uitrasteren	27
6.2. Wegnemen van predatoren	28
6.3. Landschap veranderen ter vergroting van geschikt habitat en verlaging van de predatiedruk	29
7. Waarom beheer niet altijd werkt	31
8. Discussie en aanbevelingen	33
9. Kennishiaten	35
Literatuur	37

Samenvatting

Boerenlandvogels nemen al langere tijd in aantal af. Als hoofdoorzaak wordt intensivering van de landbouw gezien. Daar komt bovenop dat predatieverliezen in de afgelopen decennia eveneens zijn toegenomen. Voor een deel wordt dat veroorzaakt door het toegenomen aantal predatoren en voor een deel hangt dit samen met fragmentatie van het landschap en geïntensiveerde landbouwpraktijken waardoor er minder schuilplaatsen beschikbaar zijn voor boerenlandvogels in de vegetatie en bovendien de beschikbaarheid en kwaliteit van het voedsel zijn afgenomen. Hierdoor kunnen boerenlandvogels zich minder goed verweren tegen predatoren. Hoe groot de rol van predatie is ten opzichte van andere drukfactoren is moeilijk te onderzoeken, omdat de effecten van predatie contextafhankelijk zijn en niet goed geïsoleerd kunnen worden bestudeerd.

In Drenthe lijkt het predatieprobleem nog groter dan elders in het land. In het Plan van Aanpak voor Akker- en Weidevogels wordt dan ook veel aandacht besteed aan dit probleem. Voor een deel van de boerenlandvogels draagt Drenthe een extra verantwoordelijkheid omdat een relatief groot deel van de Nederlandse populatie zich in deze provincie bevindt. Het betreft Kwartel, Watersnip, Wulp, Grasmus, Roek en Geelgors. Een deel van deze soorten vertoont een gunstige ontwikkeling zoals de Geelgors, terwijl anderen sterk in aantal achteruit gaan zoals de Wulp. Dit sluit bij het algemene fenomeen dat vooral grondbroeders gevoelig zijn voor predatie.

Effecten van predatie

Predatie in de eifase is de laatste 20 jaar toegenomen met 40%. Een deel van de weidevogels begint een tweede broedpoging na het verlies van een legsel, maar doorgaans niet na het verlies van jongen. Daarom is kuikenoverleving een sleutelcomponent voor broedproductiviteit. De kuikenoverleving is in West-Europa sinds 1960 als gevolg van predatie en verminderde opgroeimogelijkheid afgenomen, van 40% naar 20% bij de Scholekster, Kievit, Grutto, Tureluur en Wulp. In Nederlandse weidevogelgebieden werd vastgesteld dat 70-85% van de sterfgevallen van kievit- en gruttojongen door predatie komt. Er is geen wetenschappelijk onderbouwd getal dat aangeeft welk verlies van kuikens door predatie teveel is. In Drenthe is het uitkomstsucces van legfels langzaam maar zeker afgenomen. Bij de Kievit is die afname in Drenthe groter dan in de rest van Nederland, maar bij de Wulp is het omgekeerde het geval. Grutto en Scholekster laten een vergelijkbare afname binnen en buiten Drenthe zien. De gemiddelde predatieverliezen zijn in Drenthe echter bij alle vier soorten groter dan in Nederland.

De predatoren van weidevogels in West-Europa zijn generalisten die bij afname van boerenlandvogels overschakelen op andere prooien, waardoor de aantallen van de predatoren op peil blijven en de predatiedruk voor weidevogels gehandhaafd blijft. In Nederland zijn 20 verschillende soorten predatoren van legfels en kuikens van Kievit en Grutto geïdentificeerd, waarvan de belangrijkste zijn: Vos, Buizerd, Blauwe Reiger en Hermelijn. Legfels worden vooral 's nachts gepredeerd door zoogdieren. De Vos is daarbij hoofdverantwoordelijke, maar lokaal kunnen andere soorten domineren. Predatie van kuikens vindt vooral overdag plaats, waarbij zowel (roof)vogels als zoogdieren de dader zijn, maar ook 's nachts worden kuikens gegeten en ook dan weer vooral door Vossen.

De predatiedruk kan sterk variëren tussen gebieden. De kans op aanwezigheid van een zoogdierpredator is gemiddeld kleiner dan die van een vliegende predator. Binnen de actieradius van zoogdieren kan echter geconcentreerde predatie optreden. De toegenomen predatorichtheid vormt vooral een probleem in gebieden met een relatief lage habitatkwaliteit, terwijl in gebieden waar de habitatkwaliteit wel op orde is voldoende mogelijkheden lijken te zijn voor weidevogels om dit op te vangen. De toegenomen predatiedruk is daarnaast het gevolg van een vermindering van het voedselaanbod en van eenvormige vegetaties zoals die ontstaan door het maaien van grasland. De afstand tot perceelranden is een sterke voorspeller van het broedsucces van vogels die in grasland broeden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een hogere predatiedruk nabij randen en de voorkeur van weidevogels voor grote open velden. In akkergebieden worden vergelijkbare processen waargenomen. Randenbeheer trekt niet alleen akkervogels aan, maar ook kleine zoogdieren die als prooi dienen voor predatoren, waardoor de predatiedruk groter kan worden. Een deel van de predatoren gebruikt vermoedelijk ook zelf die randen om zich te verplaatsen, zoals kleine marterachtigen. Boerenlandvogels nestelen niet graag in de buurt van uitkijkposten zoals bomen in verder open terrein, omdat die het zicht blokkeren en omdat deze als uitkijkpost worden gebruikt door vliegende predatoren.

Het dichtslibben van het open land door o.a. uitbreiding van infrastructuur vaak geflankeerd met opgaande begroeiing heeft geleid tot landschapsverdichting en veelal versnippering van populaties weidevogels, wat de kwetsbaarheid van lokale populaties voor predatie vergroot. Vogels kunnen zich gezamenlijk verweren tegen sommige soorten

predatoren, wat beter gaat als ze in hoge dichtheid broeden dan bij kleine aantallen. De effecten van landschapsverdichting op de predatiedruk zijn sterk afhankelijk van de dichtheid aan predatoren in een gebied. Vooral als het aantal predatoren relatief beperkt is kan in een gevarieerd landschap de verliezen door predatie kleiner zijn dan verwacht op basis van de aanwezige aantallen predatoren, doordat zo'n landschap de prooisorten meer schuilmogelijkheden biedt.

Monitoringstechnieken

Om predatie te monitoren dient als eerste bepaald te worden of de reproductie onvoldoende is. Dit kan bij Grutto's en Tureluurs door het berekenen van het Bruto Territoriaal Succes over een periode van minstens drie jaar. Bij een BTS <65% is er onvoldoende aanwas van jonge vogels en moet nader onderzocht worden wat de oorzaken hiervoor zijn. Bij nesten kan dat door de lotgevallen van legsels vast te stellen via nestcontroles. De daadwerkelijke kuikenoverleving kan eigenlijk alleen goed bepaald worden aan de hand van gezenderde kuikens.

Ten tweede dient de bijdrage bepaald te worden van predatie in het totale verlies tijdens de ei- en kuikenfase.

- Eifase: Bij nestvlinders kan dit door het nest te inspecteren en vast te stellen of de eieren zijn uitgekomen, het nest is verlaten of anderszins mislukt. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen predatie enerzijds en verliezen door werkzaamheden of vertrapping anderzijds.
- Kuikenfase: In hoeverre predatie een rol speelt bij de overleving van kuikens is alleen met geavanceerde technieken goed te onderzoeken, zoals met zenders.

Ten derde dient men de betrokken predatoren te identificeren. De meest productieve methode voor het identificeren van eiereters is het plaatsen van cameravallen met time lapse instelling bij de nesten van weidevogels. Kuikeneters kunnen geïdentificeerd worden door het zenderen van kuikens en het monitoren van de zenderactiviteit.

Ten vierde is het van belang om vast te stellen welke (potentiële) predatoren in het gebied voorkomen en in welke aantallen; dit weerspiegelt de mogelijke predatiedruk in een gebied. Potentiële zoogdierpredatoren kunnen gemonitord worden met behulp van wildcamera's, sporentunnels en DNA-onderzoek aan keutels. Deze technieken worden echter nauwelijks toegepast omdat ze tijdrovend zijn. Nadeel is dan ook dat er eigenlijk geen goede abundantiegegevens beschikbaar zijn van zoogdieren. Het gebruik van afschotcijfers of tellingen met lichtbakken zijn minder

geschikt om aantallen of ontwikkeling van predatoren te volgen vanwege het ontbreken van voldoende standaardisatie. Wil men echt serieus achterhalen welke zoogdieren in een gebied aanwezig zijn en in wat voor aantallen dan is een gestandaardiseerde aanpak een voorwaarde. Potentiële vogelpredatoren kunnen gemonitord worden met tellingen waarbij alle overvliegende vogels worden geteld en geregistreerd wordt hoe weidevogels hierop reageren. Het aantal overvliegende predatoren in combinatie met de impact die ze hebben op de weidevogels kan worden gebruikt als maat voor de predatiedruk in een gebied door de afzonderlijke soorten.

Beheermaatregelen

(Elektrische) rasters die goed zijn ontworpen, geplaatst en onderhouden, zijn effectief in het voorkomen van predatie door (grote) grondpredatoren, waardoor de nestoverleving toeneemt en mogelijk ook de kuikenoverleving. Nadelen van uitrasteren zijn: het feit dat Vossen niet geheel succesvol buitengesloten kunnen worden, kleine marterachtigen en vliegende predatoren niet worden tegengehouden en andere dieren ongewenst ingesloten kunnen worden door het raster, zoals Konijnen, Hazen en kuikens van boerenlandvogels. Daarnaast is uitrasteren op de lange termijn steeds minder effectief, geen realistische oplossing voor grote percelen, zijn de kosten hoog en kan de hoge concentratie van prooidieren tot aantrekking van predatoren leiden (het 'honey-pot'-effect).

Het (wegvangen en) doden van roofdieren kan effectief zijn om het broedsucces van grondbroeders te vergroten, mits er goede kennis is van de predatorengemeenschap. Sommige studies vonden dat het doden van predatoren geen zin had of zelfs een negatief effect op populaties van prooidieren. Andere studies vonden geen positief effect voor de overleving van volwassen prooidieren, maar wel op kuikenoverleving. Diverse studies laten zien dat de effectiviteit van predatorregulatie per gebied sterk kan verschillen en dat dit veelal samenhangt met de dichtheid aan aanwezige predatoren.

Om de predatiedruk te verlagen kan het landschap voor weidevogels aantrekkelijker worden gemaakt. Het verwijderen van stuikgewas, vrijstaande bomen of hagen vergroot het beschikbare gebied en leidt tot een hogere dichtheid aan broedende vogels, wat op zichzelf weer de predatieverliezen kan verkleinen, en beperkt ook de schuilmogelijkheden van predatoren. Weidevogels hebben verschillende eisen in vegetatielengte; Kievit en Scholekster prefereren kortere vegetaties, Grutto, Tureluur en Wulp juist langere vegetaties. Om al deze soorten te bedienen is variatie in vegetatielengte nodig. Verhogen van het waterpeil of

nathouden van land, verhoogt de vestigingsdichtheid van steltloperweidevogels en bevordert op de grond foeragerende vogels zoals de Kievit en de Grutto in directe zin, omdat insecten dan makkelijker bereikbaar zijn en verslechtert de toegankelijkheid van het gebied voor grondpredatoren. Ook in akkergebieden is variatie tussen gewassen belangrijk voor de vestiging en opgroeimogelijkheden van jongen. Vaak kan in randzones relatief veilig worden gefoerageerd doordat vanuit het foerageergewas indien nodig snel kan worden uitgeweken naar het aangrenzende gewas waar de kans om opgegeten te worden kleiner is. Maatregelen die moeten leiden tot een vergroot voedselaanbod of broedgelegenheid zoals randenbeheer in akkergebieden kunnen averechts werken doordat ze ook predatoren aantrekken. Betere resultaten worden bereikt door de maatregelen in de vorm van een blok binnen het perceel aan te bieden van voldoende omvang. Voorkomen moet worden dat spuitsporen uitkomen in een blok, omdat die sporen ook vaak gebruikt worden door predatoren en zij zo toch nog snel de vogels daarbinnen kunnen ontdekken.

Waarom beheer niet altijd werkt

Predatorbeheer wordt gehinderd door interacties tussen predatoren. Kleine predatoren dienen regelmatig als prooi voor grotere predatoren. Het wegnemen van één of een aantal predatoren kan ervoor zorgen dat andere predatoren juist algemener worden. Vaak is er competitie tussen predatoren om bepaalde prooi-soorten of nestplaatsen, waardoor ze

elkaar beïnvloeden en de predatiedruk gelijk blijft als één van de predatoren wegvalt. Hierdoor zijn de effecten van predatorbeheer lang niet altijd zichtbaar, of in ieder geval moeilijk voorspelbaar. De kennis over de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende predatoren is nog onvoldoende om een goede inschatting te kunnen maken van de mogelijke effecten van het beperken van hun aantallen.

Aanbevelingen

Indien het vermoeden bestaat dat predatie in een weidevogelgebied dusdanige vormen heeft aangenomen dat de lokale vogelbevolking wordt bedreigd in zijn voortbestaan, kan een beslisboom gehanteerd worden. Hiermee doorloopt men een aantal stappen/vragen, met als doel vast te stellen of er sprake is van een probleem, wat daarvan de oorzaak kan zijn, welke interacties er mogelijk spelen met andere factoren en welke maatregelen dan het beste kunnen worden toegepast. Uit deze studie blijkt dat alleen het aanpakken van de predatoren vrijwel nooit zal leiden tot het gewenste effect op de stand van boerenlandvogels. Met name gerichte inrichtings- en beheermaatregelen zijn cruciaal voor een goede vogelstand. Voor weidevogels zijn bijvoorbeeld het vergroten van de openheid, het verhogen van het waterpeil en het creëren van kruidenrijk grasland in het gebied maatregelen die veel kunnen opleveren. De effectiviteit van predatiebeheer kan belangrijk verbeteren wanneer de maatregelen in goede samenwerking en afstemming door gebiedspartijen worden uitgevoerd.

1. Aanleiding voor dit wrap-up onderzoek

Provinciale Staten van Drenthe hebben op 9 maart 2016 een motie aangenomen waarin wordt opgeroepen tot een programma behoud weide- en akkervogels in Drenthe (“Provinciale Staten,” 2016). Daarnaast is landelijk aandacht gevraagd voor de achteruitgang van weide- en akkervogels via de motie Grashoff (Grashoff & Leenders, 2015). Daarop werd in juni 2016 door een groep van betrokken partijen¹ in Drenthe een resolutie opgesteld en uitgewerkt tot een Plan van Aanpak voor Akker- en Weidevogels (*Akker- en weidevogels in Drenthe: Plan van aanpak*, 2017). Het doel van dit plan van aanpak is het behouden en herstellen van de akker- en weidevogelpopulaties in de provincie Drenthe.

In het Plan van Aanpak Akker- en Weidevogels is een voorstel opgenomen voor een wrap-up onderzoek naar de effecten van predatie. Hierin staat aangegeven dat er behoefte is aan een samenvattend document met een overzicht van de bevindingen van de belangrijkste onderzoeken, beschikbare data en een analyse van de ontbrekende kennis (*Akker- en weidevogels in Drenthe: Plan van aanpak*, 2017, paragraaf 5.3). Met een dergelijk document wil men zorgen voor actuele kennis van de stand van zaken en inzicht in de kennisleemten om een gedeelde analyse van de problematiek te waarborgen en mogelijke maatregelen te kunnen nemen op basis van onderzoek. Sovon is door de Provincie Drenthe gevraagd om dit wrap-up onderzoek uit te voeren.

¹ Agrarische Natuur Vereniging Drenthe, Drents Collectief, Drents Particulier Grondbezit, Stichting Het Drentse Landschap, Instituut voor Natuureducatie en duurzaamheid, Koninklijke Nederlandse Jagersvereniging, Landschapsbeheer Drenthe, LTO Noord, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Vereniging Drentse Boermarken, Vrijwillige weidevogelgroepen, Werkgroep Avifauna Drenthe, Werkgroep Grauwe Kiekendief en Provincie Drenthe

2. Achtergrond

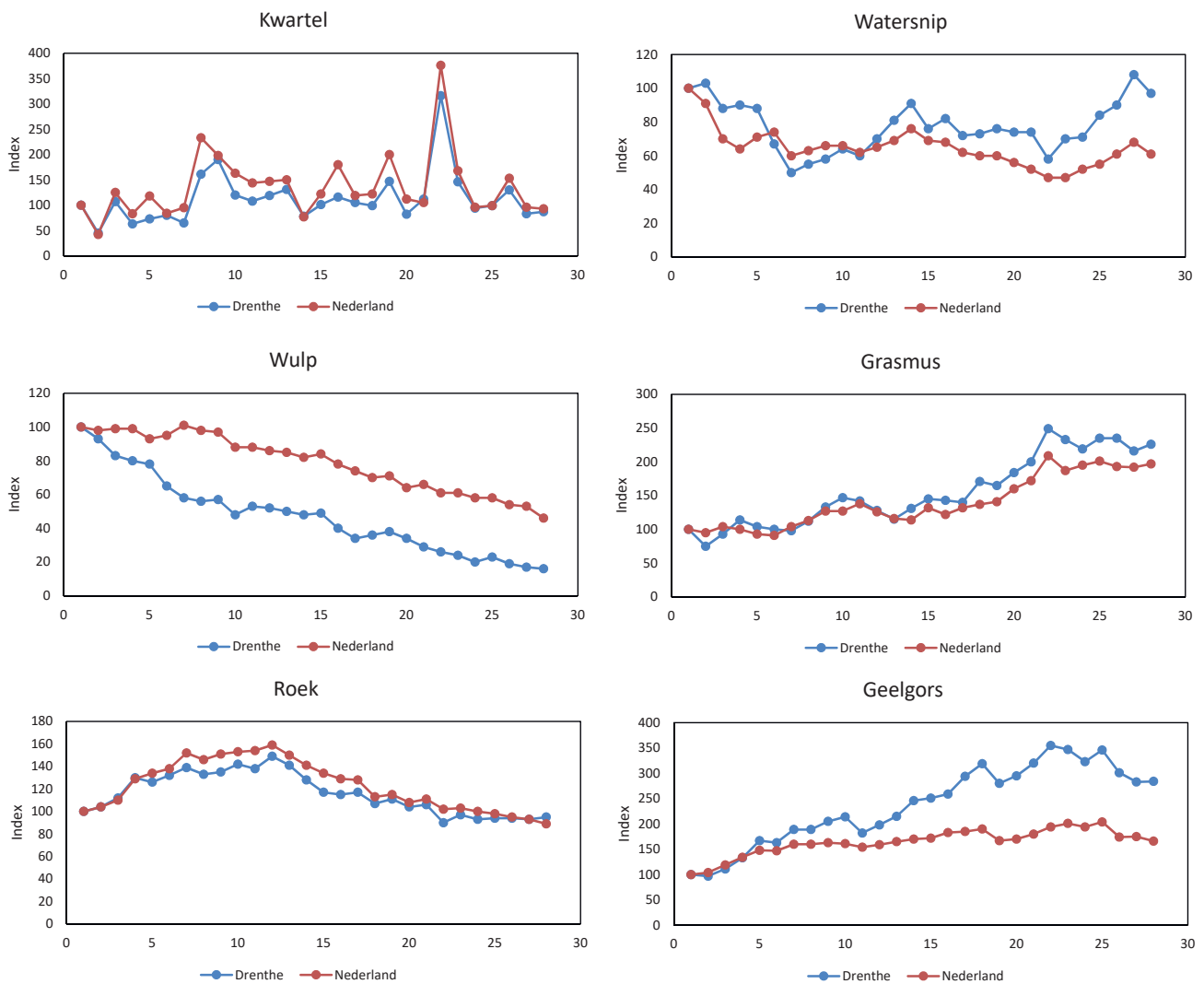
Boerenlandvogels laten sinds de jaren tachtig in Europa afnemende trends zien (Donald *et al.* 2001; Voříšek *et al.* 2010). Vergelijkbare ontwikkelingen spelen zich ook af in Nederland en Drenthe. De over-all-trend voor boerenlandvogels wordt in Nederland o.a. gevolgd via de Farmland Bird Index (FBI) die is gebaseerd op de ontwikkeling van 27 soorten in het agrarisch gebied. Voor een deel van deze soorten heeft Drenthe een extra verantwoordelijkheid omdat zich daar een groter deel van de populatie wordt aangetroffen dan op grond van het oppervlakaandeel van de provincie verwacht mag worden (tabel 1).

Onderstaande grafieken tonen de landelijke en Drentse trend voor de zes donkergroen gemarkeerde soorten in tabel 1 over de periode 1990-2017 (fig. 1). Het blijkt dat deze soorten nogal verschillen in hun ontwikkeling en dat de trends in Drenthe niet altijd de landelijke ontwikkeling volgen. Kwartel, Grasmus en Roek vertonen een vergelijkbare ontwikkeling, waarbij de Kwartel sterk kan variëren tussen jaren, de Grasmus langzaam maar zeker toeneemt en de Roek in eerste instantie een toename te zien gaf, maar tegenwoordig weer is teruggezak op het niveau van 1990. De Watersnip lijkt zich in Drenthe te herstellen, terwijl die voor heel Nederland al langere tijd schommelt rond een indexwaarde van 60 ten opzichte van het startjaar 1990. De Wulp is hard aan het afnemen en dan vooral in Nederland als geheel. Momenteel zitten we nog op ongeveer 20% van de aantallen uit 1990, terwijl voor Drenthe geldt dat nog ongeveer 40% van de aantallen uit het startjaar aanwezig is. Een duidelijk lichtpunt is de ontwikke-

Tabel 1. Populatie-aandeel van 27 boerenlandvogelsoorten binnen Drenthe op basis van de Vogelatlas (Sovon 2018). Het oppervlakte-aandeel van de provincie binnen Nederland bedraagt 7,17%, populatieaandelen die groter, minimaal 1,5 keer zo groot of minimaal 2 keer zo groot, zijn respectievelijk met geel, lichtgroen of donkergroen aangegeven. Vetgedrukte soorten zijn als doelsoort vermeld in het Natuurbeheerplan Drenthe versie 2019.

Soort	Aandeel	Soort	Aandeel
Slobeend	2,5	Boerenwaluw	6,6
Torenavalk	6,3	Graspieper	9,6
Patrijs	4,2	Gele Kwikstaart	7,1
Kwartel	19,6	Roodborsttapuit	10,6
Scholekster	7,0	Grote Lijster	8,4
Kievit	8,4	Spotvogel	4,9
Kemphaan	0,8	Grasmus	19,4
Watersnip	19,8	Roek	15,4
Grutto	2,3	Spreeuw	7,1
Wulp	19,1	Ringmus	8,9
Tureluur	2,1	Putter	2,3
Zomertortel	9,9	Geelgors	27,2
Steenuil	1,5	Grauwe Gors	1,7
Veldleeuwerik	12,1		

ling van de Geelgors die landelijk behoorlijk is toegenomen en waarvan de populatie nu ruim anderhalf maal zo groot is. In Drenthe is die toename nog groter geweest in dezelfde periode.



Figuur 1. Landelijke trend en trend in Drenthe voor 6 soorten van het boerenland, waarvoor Drenthe een extra verantwoordelijkheid draagt (gebaseerd op systematische verzameling van gegevens binnen het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM)). Bron: NEM (Sovon, CBS, provincies).

De intensivering van de landbouw wordt gezien als hoofdoorzaak voor de afname van boerenlandvogels (Bell & Calladine, 2017; Chamberlain *et al.* 2000; Newton, 2004; Shrubbs, 1990; Wilson *et al.* 2004). Intensief landgebruik gaat onder meer gepaard met een lager waterpeil, minder variatie in gewassen, verschuiving van zomer- naar wintergranen en een snellere groei van de vegetatie, waardoor grasland vroeger en vaker gemaaid kan worden. Grotere nestverliezen, hogere kuikensterfte en een afname van de kwaliteit van het boerenland als foerageergebied voor de jongen zijn hier het gevolg van (Benton *et al.* 2002; Kragten *et al.* 2011; Mccracken & Tallwin, 2004; Schekkerman & Beintema, 2007; Wilson *et al.* 2004).

Predatie van eieren en jongen wordt ook als een belangrijke oorzaak genoemd voor de afname van populaties weidevogels (Bellebaum & Bock, 2009; Roodbergen *et al.* 2010; Roodbergen *et al.* 2012; Schekkerman, 2008; Schekkerman *et al.* 2009). Wat de effecten van predatie op weidevogels zijn, hoe monitoring van predatie kan plaatsvinden en hoe predatiebeheer kan worden vormgegeven, wordt in dit literatuuronderzoek gepresenteerd. Daarnaast wordt er een overzicht gegeven van de kennisleemten die bestaan over dit onderwerp.

Intensivering van de landbouw wordt gezien als hoofdoorzaak voor de afname van boerenlandvogels (Bell & Calladine, 2017; Chamberlain *et al.* 2000; Newton, 2004; Shrubbs, 1990; Wilson *et al.* 2004).

3. Aanpak en focus

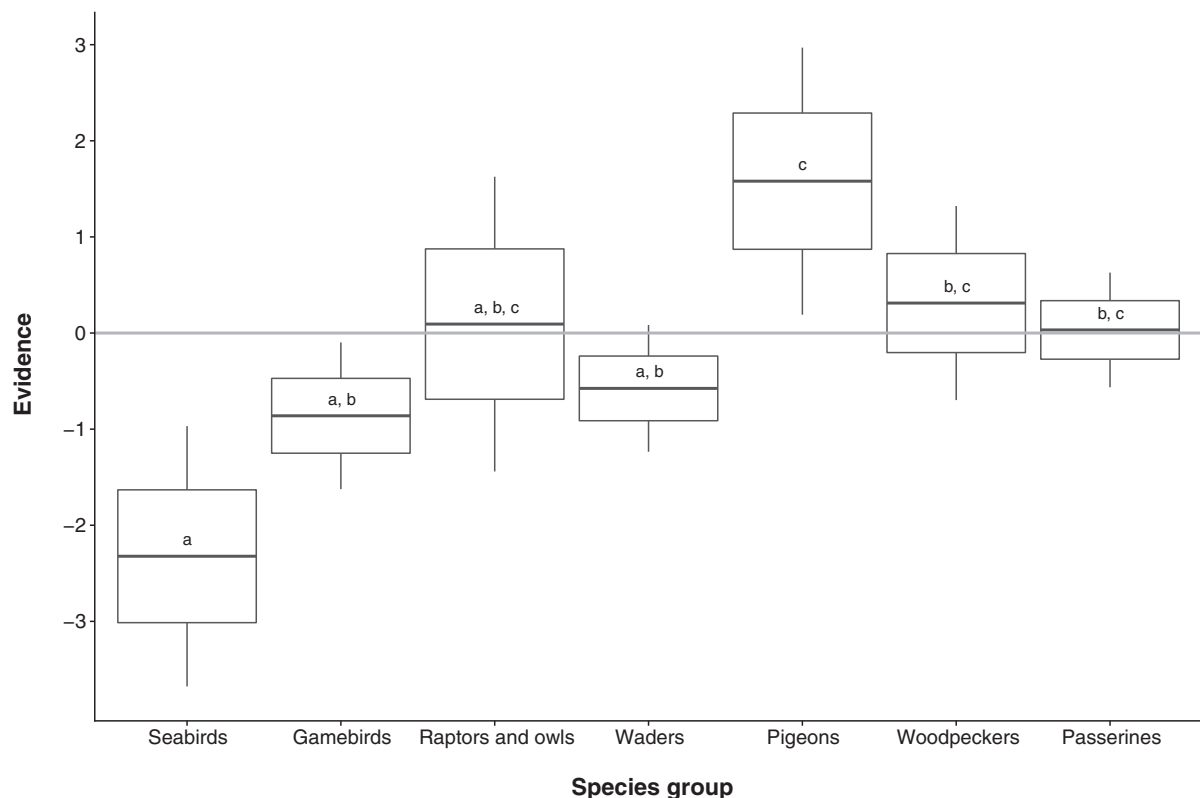
Omdat het verzoek van de Provincie Drenthe breed geformuleerd is, wordt een volledig overzicht gegeven door het beknopt beantwoorden van de volgende drie vragen:

1. Wat zijn de effecten van predatie op weidevogels?
2. Hoe kan monitoring van predatie het beste plaatsvinden?
3. Hoe kan predatiebeheer het beste vormgegeven worden?

Om deze vragen te beantwoorden is gebruik gemaakt van de literatuurstudies van Oosterveld (2011) en Van der Wal & Teunissen (2018). Deze studies zijn geüpdatet met recente publicaties. De update is uitgevoerd door PiCarta, Google Scholar en Web of Science te doorzoeken voor de periode 2007-2019 met de zoektermen 'grasland' en 'predatie', conform de strategie zoals gebruik door Van der Wal & Teunissen (2018). Een aanvullende zoektocht is uitgevoerd met zoektermen 'bouwland' en 'predatie'. Zowel internationale wetenschappelijke artikelen als

grijze literatuur (met name rapporten) zijn bij de beantwoording van de vragen gebruikt.

De focus in deze literatuurstudie ligt op grondbroedende weidevogels, omdat deze groep het sterkst te leiden heeft onder predatie (Roos *et al.* 2018). Hieronder vallen vele soorten, zowel weide- als akkervogels. Bij veel studies wordt het probleem predatie wel aangestipt als een van de belangrijke verliesoorzaken, maar is vaak weinig onderzoek uitgevoerd naar de directe invloed van predatie. In de praktijk is vooral predatieonderzoek uitgevoerd bij soorten als Grutto, Wulp, Kievit, Scholekster en Tureluur. Aangenomen wordt dat het effect van predatie bij deze soorten ook zal gelden voor andere grondbroeders, waaronder een aantal akkervogels. De soorten die in dit wrap-up onderzoek centraal staan, zullen in de tekst omschreven worden als weidevogels omdat ze tot die groep behoren; de term boerenlandvogels blijft daarmee gereserveerd voor de verzameling van zowel akkervogels, weidevogels als vogels van kleinschalig cultuurland.



Figuur 2. Boxplots met de variatie in bewijs dat verschillende soortgroepen worden beperkt door predatie. De horizontale lijnen in de vakken tonen het kleinste kwadratische gemiddelde (dat wil zeggen het gemiddelde wanneer rekening wordt gehouden met willekeurige termen van het statistische model), de vakjes tonen ± 1 standaardfout en de 'whiskers' tonen de bovenste en onderste 95% betrouwbaarheidsintervallen. Significante verschillen tussen groepen op grond van een post-hoc Tukey-test zijn met verschillende letters aangeduid (Roos *et al.* 2018).

4. De effecten van predatie op weidevogels

Predatie is een natuurlijk proces. De predator-prooi relatie is een belangrijke regulerende wisselwerking in de ecologie (van der Wal & Teunissen, 2018). Predatie kan het doden van de prooi als direct gevolg hebben, maar heeft ook indirect invloed op diergedrag (bijvoorbeeld indien een prooi de predator vermijdt door middel van camouflage) en populatiedynamiek (Sih *et al.* 1985). Predatiedruk is de geconstateerde mate waarin prooi-soorten door predatie verloren gaan; dit is afhankelijk van biotische en abiotische omgevingsfactoren (van der Wal & Teunissen 2018). Weidevogels die in een groot gebied broeden met voldoende opgroei- en schuilmogelijkheden voor kuikens kunnen een bepaalde mate van predatie verdragen. Een groot deel van de eieren en kuikens gaat daarbij verloren door natuurlijke oorzaken, waarvan predatie de voornaamste is (van der Wal & Teunissen 2018).

In Nederland zijn nog maar weinig gebieden waar sprake is van een natuurlijke situatie. De landschappen zijn gefragmenteerd en de landbouwpraktijk geïntensiveerd. Als gevolg hiervan zijn er minder schuilplaatsen beschikbaar in de vegetatie (Gibbons

et al. 2007) en is de beschikbaarheid en kwaliteit van voedsel afgenomen (Gibbons *et al.* 2007; Schekkerman *et al.* 2009). Hierdoor kunnen weidevogels zich minder goed verweren tegen predatoren: de predatiedruk is gestegen. De afgenomen aantallen als gevolg van landschapsveranderingen hebben ook bijgedragen aan een toename van de predatiedruk, doordat het aantal predatoren gelijk blijft en het aantal prooien is afgenomen (van der Wal & Teunissen 2018).

De mogelijke rol van predatie in het verminderd succes van weidevogels leidt tot veel discussie; predatie zou het herstel van populaties door middel van agrarisch natuurbeheer in de weg staan: de zogenaamde predatievalkuil (Bolton *et al.* 2007; Grant *et al.* 1999; Oosterveld 2011). Onderzoek heeft uitgewezen dat predatie de laatste decennia toeneemt (Schekkerman *et al.* 2009; Teunissen *et al.* 2005). Oosterveld (2011) vond dat in driekwart van 26 studies aan boerenlandsteltlopers in Noord- en West-Europa predatie de belangrijkste verliesfactor was en ervoor zorgde dat de populaties onvoldoende reproduceerden om op peil te blijven.

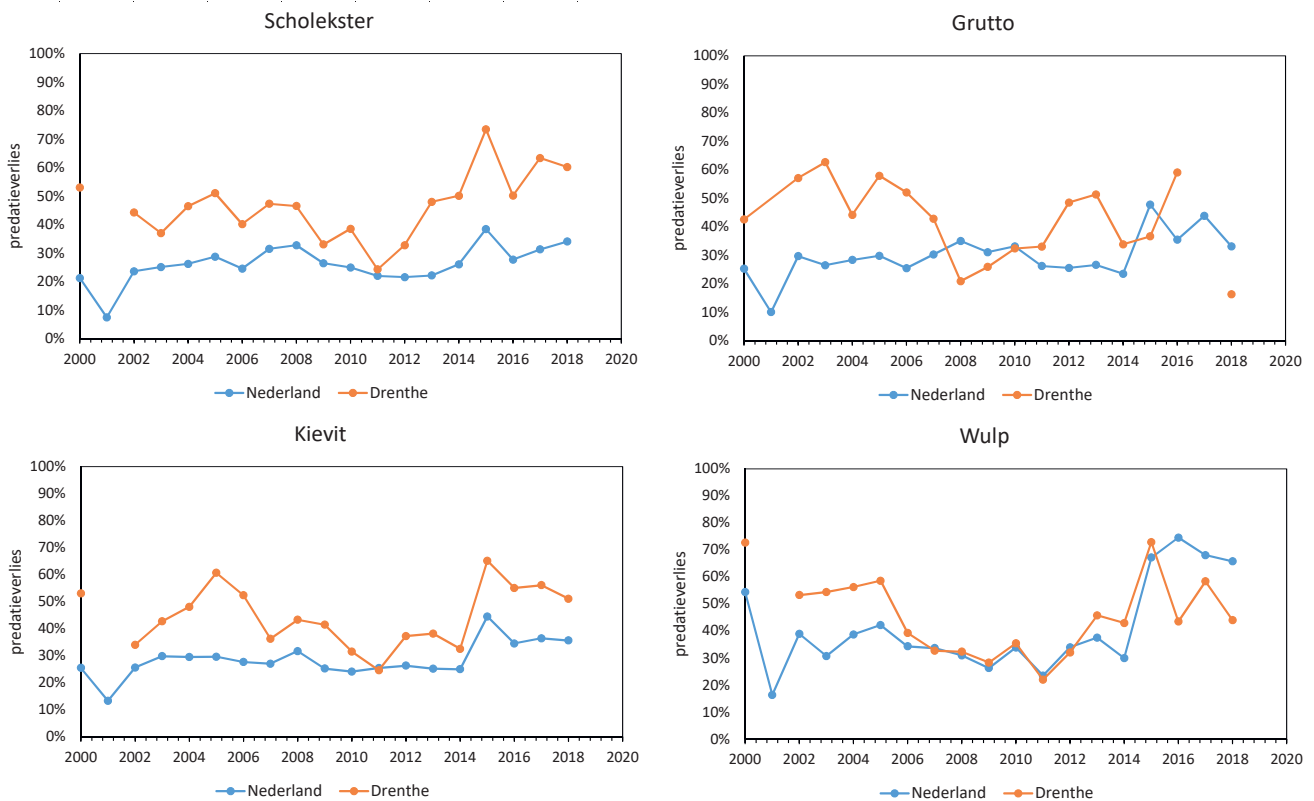
Door fragmentatie van het landschap en geïntensiveerde landbouwpraktijken zijn er minder schuilplaatsen beschikbaar voor boerenlandvogels in de vegetatie en is de beschikbaarheid en de kwaliteit van het voedsel afgenomen. Hierdoor kunnen boerenlandvogels zich minder goed verweren tegen predatoren (Gibbons *et al.* 2007; Schekkerman *et al.* 2009).

Predatie neemt de laatste decennia toe in Nederland (Gibbons *et al.* 2007; Schekkerman *et al.* 2009).

4.1. Effecten van predatie in de eifase

Legselgegevens verzameld door LandschappenNL en Sovon laten zien dat sinds 2000 het uitkomstsucces van vier steltlopers in Drenthe en Nederland langzaam maar zeker zijn afgenomen. Op grond van dagelijkse overlevingskansen is met een binomiaal verdeeld logistisch model voor deze soorten het uitkomstsucces berekend voor Drenthe en de rest van Nederland (Aebischer 1999). Voor de Kievit is er een significant verschil in uitkomstsucces ($p < 0,001$); voor Drenthe en Nederland respectievelijk 22% en 49%. Voor de Grutto is het uitkomstsucces resp. 27% en 46%, voor de Scholekster resp. 27% en 52% en voor de Wulp resp. 24% en 35%. Sinds 2000 neemt bij alle vier de soorten het uitkomstsucces af. Bij twee soorten verschilt de ontwikkeling tussen Drenthe en Overig Nederland significant; Kievit gemiddelde afname per jaar resp. 0,9% en 0,6% en Wulp resp. 1,8% en 4,3%. Scholekster en Grutto la-

ten geen verschil in de afname van het uitkomstsucces zien tussen Drenthe en de rest van Nederland; bij de Scholekster neemt het uitkomstsucces jaarlijks met gemiddeld 2,8% af en bij de Grutto 3,6%. De afname in uitkomstsucces blijkt vooral het gevolg te zijn van verliezen door predatie (fig. 3). De gemiddelde predatieverliezen door predatie zijn in Drenthe groter dan in Nederland. Roodbergen *et al.* (2010) vonden dat de nestpredatie bij steltlopers op boerenland in West-Europa over de periode 1970-2005 met 40% is toegenomen. In Nederland was het landelijk uitkomstsucces van de nesten van vier steltloper-soorten in beschermde weidevogelgebieden over de periode 2000-2017 gemiddeld 49-56% (Roodbergen & Teunissen 2019). In Friesland (BFVW 2007-2010) en Noord-Holland (Faber & van Belleghem, 2009) werd een iets hoger uitkomstsucces van 60-65% gevonden, maar deze getallen bevatten niet de laat-



Figuur 3. Legselsverliezen door predatie sinds 2000 verzameld door vrijwillige weidevogelbeschermers in Nederland en Drenthe voor vier steltlopers gebaseerd op dagelijkse overlevingskansen. Alleen jaren waarin het aantal nestdagen groter was dan 100 zijn weergegeven. Bron: Sovon en LandschappenNL.

ste tien jaar. Oosterveld (2011) concludeert op basis van Beintema *et al.* (1995) en Macdonald & Bolton (2008) dat percentages van meer dan 50% voldoende zijn voor het in stand houden van de populatie van weidevogelsoorten. Hij maakt echter ook de kanttekening dat deze cijfers betrekking hebben op de 'betere weidevogelgebieden' die aantrekkelijk zijn voor vrijwilligers om te beschermen. Nestbescherming draagt bij aan het nestsucces (Teunissen, 2000), be-

halve in gebieden met hoge predatiedruk, waar nestbezoeken de kans op predatie vergroten (Goedhart *et al.* 2010). Uit onderzoek van Kentie *et al.* (2015) blijkt dat het uitkomstsucces voor Grutto's in onbeschermde weidevogelgebieden lager ligt: $\pm 45\%$ op extensief beheerd grasland en 30% op intensief beheerd grasland. Ook voor de Kievit bleek dat het uitkomstsucces in de periode 2002-2010 met 41% een stuk lager was in Friesland (Teunissen *et al.* 2015).

De predatie in de eifase is de laatste 20 jaar toegenomen met 40% (Roodbergen *et al.* 2012).

De verliezen door predatie zijn in Drenthe evenals in Nederland in de loop der jaren langzaam maar zeker toegenomen (fig. 6). Gemiddeld over alle jaren liggen die verliezen voor de vier steltlopersoorten rond de 44% .

Het uitkomstsucces van de nesten van vier steltlopersoorten was in Friesland en Noord-Holland in beschermde weidevogelgebieden in de periode 2000-2008 ongeveer $60\text{-}65\%$ (van Paassen & Teunissen 2010, BFWW 2007-2010, Faber & van Belleghem, 2009).

Het uitkomstsucces van de nesten van Grutto's in Zuidwest Friesland was in de periode 2007-2012 ongeveer 45% op extensief beheerde graslanden en 30% op intensieve beheerde graslanden (Kentie *et al.* 2015).

Het uitkomstsucces van de nesten van Kieviten in tien gebieden uit Friesland in de periode 2000-2008 was 41% (Teunissen *et al.* 2015).

Gegevens over uitkomstsucces schetsen nog geen eenduidig beeld. In veel gebieden in Nederland ligt het uitkomstsucces van weidevogels onder de $50\text{-}60\%$, waarbij voldoende reproductie waarschijnlijk niet meer mogelijk is (Beintema *et al.* 1995; Macdonald & Bolton, 2008).

4.2. Effecten van predatie in de kuikenfase

Weidevogels zijn kwetsbaar voor predatie, omdat ze op de grond broeden. De kuikens van steltlopers zijn in de eerste weken grondgebonden en zoeken zelf voedsel; het zijn nestvlieders. Tijdens het foerageren zijn ze in vergelijking met jongen die in een nest blijven gemakkelijker zichtbaar voor roofdieren. Een deel van de weidevogels begint een tweede broedpoging als ze hun legsel verliezen, maar doorgaans niet meer na het verlies van jongen (Schekkerman *et al.* 2009). Kuikenoverleving is daarmee een sleutelcomponent voor broedproductiviteit. Oosterveld (2011) stelde vast dat de kuikenverliezen door predatie over diverse studies varieerden van 31-99%. Roodbergen *et al.* (2012) vonden dat in de laatste veertig jaar in

West-Europa de kuikenoverleving bij Scholekster, Kievit, Grutto, Tureluur en Wulp sterk is afgenomen. Dit is niet alleen het gevolg van predatie, maar ook van verminderde opgroeimogelijkheden voor kuikens. Schekkerman *et al.* (2009) vonden in Nederlandse weidevogelgebieden dat 70-85% van de sterftegevallen van kievit- en gruttojongen door predatie komt (met name door vliegende predatoren). Van der Wal & Teunissen (2018) geven aan dat een verlies van meer dan 70% door predatie bij kuikens erg veel lijkt. Een wetenschappelijk onderbouwd getal is er echter niet en is in de praktijk ook moeilijk vast te stellen, vanwege de contextafhankelijkheid (van der Wal & Teunissen, 2018).

Een deel van de weidevogels begint een tweede broedpoging na het verlies van een legsel, maar doorgaans niet na het verlies van jongen. Daarom is kuikenoverleving een sleutelcomponent voor broedproductiviteit (Schekkerman *et al.* 2009).

De kuikenoverleving is in West-Europa sinds 1960 afgenomen als gevolg van predatie en verminderde opgroeimogelijkheden van 40% naar 20% bij de Scholekster, Kievit, Grutto, Tureluur en Wulp (Roodbergen *et al.* 2012).

In Nederlandse weidevogelgebieden werd vastgesteld dat 70-85% van de sterftegevallen van kievit- en gruttojongen door predatie komt (Schekkerman *et al.* 2009).

Er is geen wetenschappelijk onderbouwd getal dat aangeeft welk verlies van kuikens door predatie teveel is (van der Wal & Teunissen, 2018).

4.3. Effecten van predatie moeilijk en alleen contextafhankelijk te onderzoeken

Hoe groot de rol van predatie is ten opzichte van andere drukfactoren is moeilijk te onderzoeken. De effecten van predatie op een populatie kunnen namelijk niet goed geïsoleerd worden bestudeerd, vanwege de vele interacties met andere factoren (zie paragraaf 4.5) (van der Wal & Teunissen, 2018).

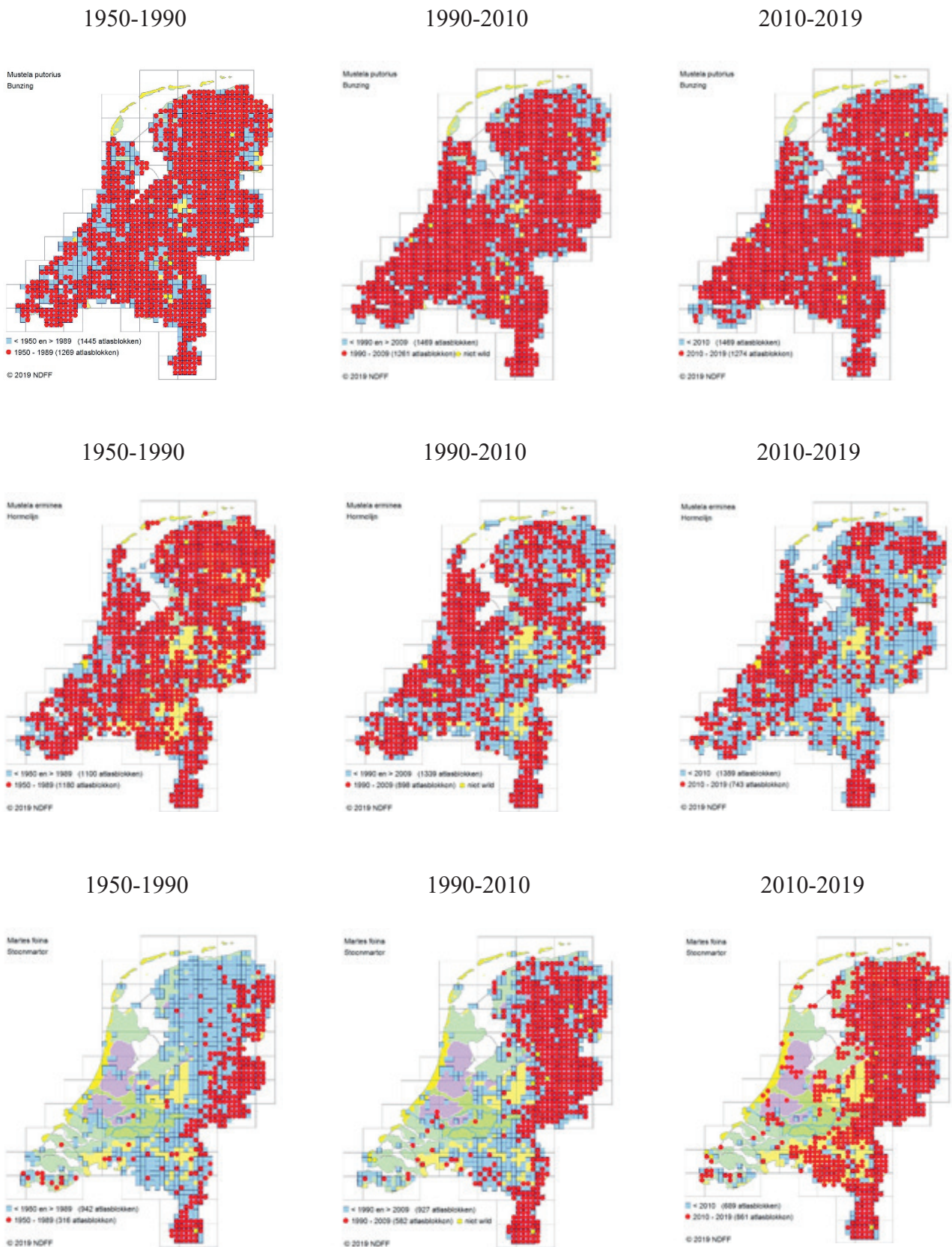
Daarnaast is de impact van predatie contextafhankelijk, omdat lokaal verschillende dynamische interacties met andere factoren plaatsvinden en de onderzoeken zich beperken tot gebieden waarin predatie duidelijk aanwezig is (van der Wal & Teunissen, 2018).

Hoe groot de rol van predatie is ten opzichte van andere drukfactoren is moeilijk te onderzoeken, omdat de effecten van predatie contextafhankelijk zijn en niet goed geïsoleerd kunnen worden bestudeerd (van der Wal & Teunissen, 2018).

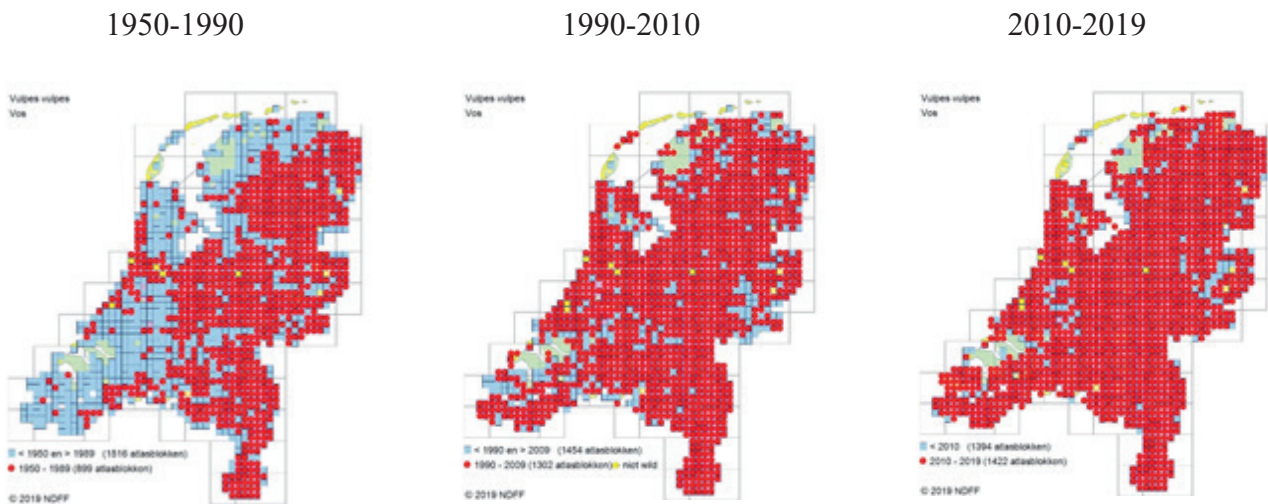
4.4. Diversiteit aan predatoren

Een gespecialiseerde predator is afhankelijk van één of enkele prooi-soorten en kan zijn prooi niet gemakkelijk sterk in aantal terugbrengen, omdat zijn eigen populatiegrootte de afnemende prooidieraantallen zal volgen. Generalisten onder de predatoren kunnen dat wel: zij schakelen bij afname van één prooi-soort over op andere prooien, waardoor hun aantallen op peil blijven en de predatiedruk gehandhaafd blijft. De predatoren van boerenlandvogels in West-

Europa zijn allemaal te omschrijven als generalisten en voor de meeste ervan vormen boerenlandvogels slechts een beperkt deel van hun voedselpakket. Legfels van boerenlandvogels worden vooral geprederd door zoogdieren in de nacht (Teunissen *et al.* 2008), terwijl foeragerende jongen vooral door vliegende predatoren worden gepakt (Dadam *et al.* 2014; Macdonald & Bolton, 2008; Mason *et al.* 2016; Schekkerman *et al.* 2009). Uit een recente studie



Figuur 4. Verandering in verspreiding van drie marterachtigen in Nederland. Van boven naar beneden Bunzing, Hermelijn en Steenmarter. Voor drie perioden is de aan- of afwezigheid van een soort weergegeven per atlasblok (5x5 km). Bron: verspreidingsatlas.nl.



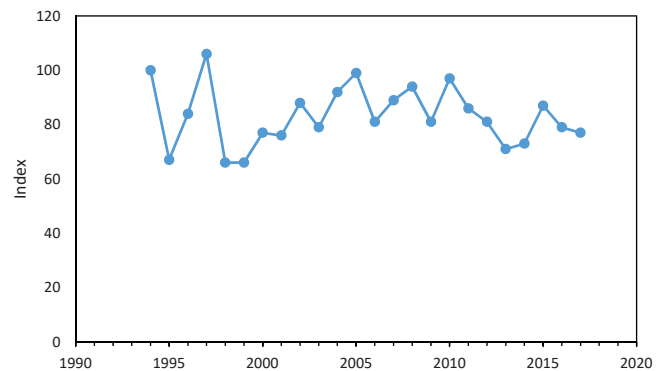
Figuur 5. Verandering in verspreiding van de Vos in Nederland. Voor drie perioden is de aan- of afwezigheid van deze soort weergegeven per atlasblok (5x5 km). Bron: verspreidingsatlas.nl.

met gezenderde kuikens in Engeland (Mason *et al.* 2018) bleek echter dat 40% van de gepredeerde kuikens 's nachts werd gedood en dat alleen zoogdieren hiervoor verantwoordelijk waren. De overige 60% werd overdag gedood, waarvan 13% door zoogdieren, 59% door vogels en 28% door onbekende daders (Mason *et al.* 2018).

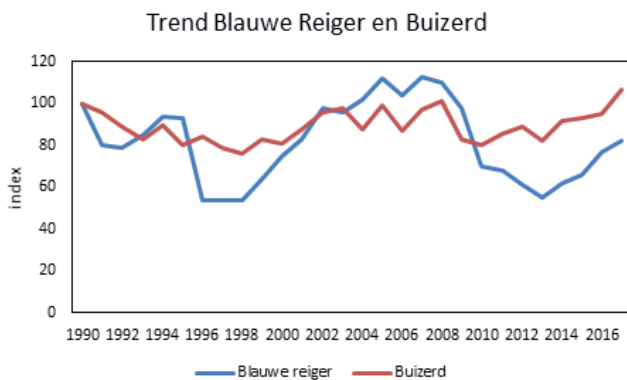
In Nederland zijn 20 verschillende soorten geïdentificeerd als predatoren van legsels en kuikens van Kievit en Grutto, waarvan de belangrijkste zijn: Vos, Buizerd, Blauwe Reiger en Hermelijn (Jonge Poerink *et al.* 2017; Oosterveld *et al.* 2018; Oosterveld *et al.* 2017; Teunissen *et al.* 2008). Deze predatoren komen niet verspreid over het land voor; de predatorengemeenschap is plaats- en contextafhankelijk (Bolton *et al.* 2007; Teunissen *et al.* 2005). Hoofdverantwoordelijke voor nachtelijke predatie van legsels lijkt de Vos te zijn, een roofdier met een grote actieradius. Lokaal kunnen andere soorten dan bovengenoemde domineren, zoals Steenmarter of Bruine kiekendief (Jonge Poerink *et al.* 2017; Oosterveld *et al.* 2018).

Er zijn weinig gegevens beschikbaar om de trend te bepalen van predatoren op provincieniveau en de gegevens die er zijn worden als onvoldoende betrouwbaar aangemerkt om op provinciaal niveau uitspraken te kunnen doen. Wel kan voor een aantal zoogdieren de verandering in verspreiding op basis van aan- en afwezigheid worden geschetst waarbij drie perioden zijn onderscheiden; 1950-1990, 1990-2010 en meest recent 2010-2019 (fig. 4 en 5). Hieruit blijkt dat in de periode 1950-1990 de Bunzing vrij algemeen voorkwam, alleen in West-Nederland waren er gaten in de verspreiding, maar in de periode 1990-2010 kwam de Bunzing in vrijwel heel Nederland voor, behalve op de Waddeneilanden.

Dit beeld is in de laatste tien jaar onveranderd gebleven. Hermelijnen waren in de periode 1950-1990 nog vrij algemeen, maar na 1990 zien we een duidelijke afname in de verspreiding en zijn ze nog redelijk algemeen aanwezig in West-Nederland, maar slechts beperkt verspreid aanwezig in Oost- en Zuid-Nederland. In de periode 1950-1990 kwam de Steenmarter alleen in Oost-Nederland dicht langs de grens met Duitsland vrij algemeen voor, maar sinds 1990 is de verspreiding enorm uitgebreid en komen Steenmarters in de oostelijke helft van Nederland algemeen voor en worden ze in de westelijke helft nog beperkt aangetroffen. Vossen kwamen in de periode 1950-1990 nauwelijks voor in Laag-Nederland, maar sinds 1990 zijn Vossen alom tegenwoordig. Alleen voor de Vos zijn vanaf 1993 relatief betrouwbare gegevens bekend over de aantalsontwikkeling (fig. 6). Dit laat zien dat de aantallen Vossen redelijk constant te noemen zijn. Voor de provincie Drenthe zijn bij Sovon alleen trendgegevens voor de Buizerd bekend (fig. 7); als broedvogel neemt deze soort significant toe, met minder dan 5% per jaar.



Figuur 6. Aantalsverandering van de Vos in Nederland. Bron: Zoogdierverseniging



Figuur 7. Trend in Drenthe voor 2 vliegende predatoren: de Buizerd en de Blauwe Reiger. De trend van de Buizerd is significant toenemend <math><5\%</math>; de trend van de Blauwe Reiger is onzeker (gebaseerd op de systematische verzameling van gegevens binnen het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM)). Bron: NEM (Sovon, CBS, provincies).

Niet-broedende buizerds nemen in de afgelopen 10 seizoenen in Drenthe juist significant af met minder dan 5% per jaar. Voor de Blauwe Reiger is de trend onzeker.

De beschikbare gegevens laten de noodzaak zien om tot een goede gestandaardiseerde monitoring te komen van zoogdieren. Alleen dan wordt het mogelijk te schetsen wat de actuele verspreiding is van de relevante zoogdieren en hoe hun aantallen zich ontwikkelen. Bij een op te zetten monitoring zal dan

rekening gehouden moeten worden met het beheer in bepaalde regio's. Zie voor een mogelijke aanpak ook hoofdstuk 5.

In afzonderlijke gebieden in Nederland kunnen meerdere soorten (3-8) een rol spelen in per gebied wisselende samenstelling met soms één of meer dominante soorten en soms geen dominante soort (van der Wal & Teunissen, 2018). Zelfs in gebieden waar habitat en beheer identiek lijken, kan de predatiedruk erg verschillen (Grant *et al.* 1999). Dit geldt vooral voor predatie van de eieren waarbij zoogdieren een belangrijke rol spelen. De predatiedruk op kuikens (vooral door vogels), laat minder variatie zien (Teunissen *et al.* 2005), hoewel dit mede een gevolg kan zijn van een aanzienlijk kleinere steekproef en waarschijnlijk verklaard wordt doordat de actieradius van zoogdieren (Vos uitgezonderd) vaak kleiner is dan die van vogels. Hierdoor zal de kans op aanwezigheid van een zoogdierpredator gemiddeld kleiner zijn dan die van een vliegende predator (van der Wal & Teunissen, 2018). Binnen de actieradius van zoogdieren kan echter geconcentreerde predatie optreden. Uit onderzoek komt naar voren dat er geen aanwijzingen zijn dat Vossen gebieden selecteren met een hoge dichtheid aan weidevogels (Meisner *et al.* 2014). Vossen jagen incidenteel en opportunistisch op vogels en hun eieren; deze maken slechts een klein deel uit van hun totale dieet (Meisner *et al.* 2014). Dit komt overeen met het beeld dat Vossen generalisten zijn (van der Wal & Teunissen, 2018).

De predatoren van weidevogels in West-Europa zijn generalisten die bij afname van boerenlandvogels overschakelen op andere prooien, waardoor de aantallen van de predatoren op peil blijven en de predatiedruk voor weidevogels gehandhaafd blijft (van der Wal & Teunissen, 2018).

In Nederland zijn 20 verschillende soorten predatoren van legsels en kuikens van Kievit en Grutto geïdentificeerd, waarvan de belangrijkste zijn: Vos, Buizerd, Blauwe Reiger en Hermelijn. (Jonge Poerink *et al.* 2017; Oosterveld *et al.* 2018; Oosterveld *et al.* 2017; Teunissen *et al.* 2008).

Legsels worden vooral 's nachts gepredeerd door zoogdieren. De Vos is daarbij hoofdverantwoordelijke in Nederland, maar lokaal kunnen andere soorten domineren (Jonge Poerink *et al.* 2017; Oosterveld *et al.* 2018; Teunissen *et al.* 2008).

Predatie van kuikens vindt vooral overdag plaats. 's Nachts zijn zoogdieren hiervoor verantwoordelijk en overdag voornamelijk vogels (Dadam *et al.* 2014; Macdonald & Bolton, 2008; Mason *et al.* 2018; Mason *et al.* 2016; Schekkerman *et al.* 2009; Teunissen *et al.* 2008).

De predatiedruk kan sterk variëren tussen gebieden. De kans op aanwezigheid van een zoogdierpredator is gemiddeld kleiner dan die van een vliegende predator. Binnen de actieradius van zoogdieren kan geconcentreerde predatie optreden (Grant *et al.* 1999; Teunissen *et al.* 2005; van der Wal & Teunissen, 2018).

4.5. Wisselwerking tussen predatie en andere factoren

4.5.1. Wisselwerking tussen predatoren onderling

Kleine predatoren dienen regelmatig als prooi voor grote predatoren. Het wegnemen van één of een aantal predatoren kan ervoor zorgen dat andere predatoren juist algemener worden (Brook *et al.* 2012; Ellis-Felege *et al.* 2012; Woodroffe & Redpath, 2015). Hierdoor zijn de effecten van predatorbeheer op prooipopulaties niet altijd zichtbaar en moeilijk voorspelbaar. Zo zijn er voorbeelden van diverse locaties in Nederland waar de Vos intensief bejaagd is om predatie van legsels en kuikens terug te dringen, maar werd de rol van de Vos vervolgens overgenomen door Steenmarters, Hermelijn,

Buizerd of Bruine Kiekendief (Jonge Poerink *et al.* 2017; Oosterveld *et al.* 2014; Oosterveld *et al.* 2018; Teunissen *et al.* 2005). De kennis over de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende predatoren is nog onvoldoende om een goede inschatting te kunnen maken van de mogelijke effecten van het beperken van hun aantallen (van der Wal & Teunissen, 2018). Allereerst moet duidelijk worden of er sprake is van een toppredator die ook andere predatoren bejaagt (in Nederland bij de zoogdieren waarschijnlijk alleen de Vos) of dat we te maken hebben met andere predatoren die dezelfde prooikeuze hebben (van der Wal & Teunissen, 2018).

Kleine predatoren dienen regelmatig als prooi voor grote predatoren. Het wegnemen van één of een aantal predatoren kan ervoor zorgen dat andere predatoren juist algemener worden (Brook *et al.* 2012; Ellis-Felege *et al.* 2012; Woodroffe & Redpath, 2015).

De kennis over de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende predatoren is nog onvoldoende om een goede inschatting te kunnen maken van de mogelijke effecten van het beperken van hun aantallen (van der Wal & Teunissen, 2018).

4.5.2. Wisselwerking tussen predatie en landbouwintensivering

Er is een duidelijke interactie tussen de effecten van agrarisch landgebruik en predatie van nesten en kuikens (Amar *et al.* 2011; Oosterveld, 2011; Roodbergen *et al.* 2010; Teunissen *et al.* 2005; Wilson *et al.* 2005). Op recent gemaaid gras is de predatiekans voor gruttokuikens drie tot vijf maal groter dan in ongemaaid gras, omdat gruttokuikens beter zichtbaar zijn in de lage, eenvormige vegetatie die ontstaat door maaien. Voor de kuikens is er dan weinig dekking, wat hun vindbaarheid vergoot (Arthur *et al.* 2005; Kleijn *et al.* 2010; Schekkerman *et al.* 2009). Eenvormige vegetaties vergroten ook de zichtbaarheid van nesten (Wilson *et al.* 2005) en bieden weinig voedsel aan kuikens (Schekkerman & Beintema, 2007) ten opzichte van ongemaaid graspercelen. Het gaat hierbij niet om aantallen, maar om biomassa, doordat in ongemaaid grasland meer grote insecten zitten (Schekkerman *et al.* 2008; Roodbergen *et al.* 2011), wat resulteert in een betere overleving voor kuikens.

Bij Patrijzen is het type gewas waarin een individu zich bevindt van invloed. In de periode januari-april worden Patrijzen relatief vaak gepredeerd als ze in grasland zitten, terwijl de predatieverliezen in braakpercelen en randen kleiner waren (Kaiser *et al.* 2006). Bro *et al.* (2004) vonden juist een toename in de predatieverliezen binnen speciaal voor Patrijzen ingerichte perceelranden. Zij bevelen dan ook aan om in plaats van randen maatregelen in de vorm van

een blok aan te bieden en dan bij voorkeur midden op het perceel en niet langs de rand.

Een kleiner voedselaanbod leidt tot een verminderde lichaamsconditie, waardoor de overlevingskansen van kuikens verkleinen (Naef-Daenzer & Gruebler, 2008; Schekkerman & Visser, 2001), onder andere doordat de kans op predatie toeneemt (Schekkerman *et al.* 2009). Minder (bereikbaar) voedsel kan ook betekenen dat jongen die nog gevoerd worden door de ouders meer bedelen, waardoor ze sneller door predatoren worden opgemerkt en een makkelijker doelwit vormen (Husby, 2018; van der Wal & Teunissen, 2018). Jonge nestvlinders die hun eigen voedsel zoeken, moeten bij een beperkt voedselaanbod langer foerageren, een activiteit waardoor ze sneller zullen opvallen (van der Wal & Teunissen, 2018). Ook nemen vogels die honger hebben, in het algemeen meer risico en foerageren ze noodgedwongen vaker op plekken waar de predatiedruk hoger is (Cresswell *et al.* 2010; Naef-Daenzer & Gruebler, 2008). Maar ook voor nestblijvers geldt dat een beperkt voedselaanbod kan leiden tot een vergroot predatierisico (Evans 2004). Jongen bedelen meer bij een verminderd voedselaanbod waardoor nesten sneller worden opgemerkt door predatoren.

Voorgaande effecten laten zien dat de achteruitgang van weidevogels vaak veroorzaakt lijkt te worden door vermindering van het voedselaanbod, eenvormige vegetaties en toegenomen predatiedruk. Kentie *et al.* (2015) hebben aangetoond dat het intensiever

landgebruik hier een rol in speelt: de toegenomen predatordichtheid vormt vooral een probleem in gebieden met een relatief lage habitatkwaliteit, terwijl

in habitats waar de kwaliteit wel op orde is voldoende mogelijkheden zijn voor weidevogels om dit op te vangen (Kentie *et al.* 2015).

De toegenomen predatiedruk is het gevolg van een vermindering van het voedselaanbod en van eenvoudige vegetaties die ontstaan door het maaien van grasland. In ongemaaid grasland zitten meer grote insecten en is meer beschutting, wat resulteert in een betere overleving voor kuikens (Arthur *et al.* 2005; Kleijn *et al.* 2010; Schekkerman & Beintema, 2007; Schekkerman *et al.* 2008; Schekkerman *et al.* 2009; Teunissen & Wymenga, 2011; Wilson *et al.* 2005).

De toegenomen predatordichtheid vormt vooral een probleem in gebieden met een relatief lage habitatkwaliteit, terwijl in gebieden waar de habitatkwaliteit wel op orde is voldoende mogelijkheden zijn voor weidevogels om dit op te vangen (Kentie *et al.* 2015).

4.5.3. Wisselwerking tussen predatie en landschapsverdichting

Onder landschapsverdichting wordt het proces verstaan waarbij het van oorsprong open karakter van het Nederlandse landschap minder open is geworden. Daar heeft bijvoorbeeld de ruilverkaveling aan bijgedragen, waarbij boerderijen in het open land werden geplaatst, maar ook de verstedelijking die heeft geleid tot de aanleg van veel wegen, paden, heggen en waterwegen (Lesbarrères & Fahrig, 2012). Dergelijke lijnvormige elementen en de daarvan afkomstige verstoring (Foppen *et al.* 2002), leiden tot een vermindering van het potentieel broedhabitat, doordat weidevogels dit mijden en een voorkeur hebben voor grote open velden (Besnard *et al.* 2016; Coppedge *et al.* 2001; van der Vliet, *et al.* 2010). Afstand tot perceelranden is een sterke voorspeller van broedsucces van weidevogels (Besnard & Secondi, 2014; Besnard *et al.* 2016; Winter *et al.* 2006). Dit heeft waarschijnlijk te maken met een hogere predatiedruk nabij randen (Whittingham & Evans, 2004). MacDonald en Bolton (2008) hebben aangetoond dat nesten verder verwijderd van de rand van een gebied minder vaak worden gepredeerd.

De aanleg van wegen en paden gaat vaak vergezeld met de aanleg van bomenrijen of hoog opgaande struiken. Weidevogels nestelen niet graag in de buurt van uitkijkposten zoals bomen in verder open terrein, omdat die het zicht blokkeren en omdat deze worden gebruikt door vliegende predatoren (Atuo & O'Connell, 2017; Bertholdt *et al.* 2017; van der Vliet *et al.* 2008; Wallander *et al.* 2006). Bovendien is aangetoond dat de jachthefficientie van een predator in theorie toeneemt met de beschikbaarheid en de hoogte van uitkijkposten in open landschappen (Andersson *et al.* 2009). Vergeleken met zweven kost het jagen vanaf uitkijkposten minder energie en kunnen predatoren hun prooi beter detecteren en vangen (Tomé *et al.* 2011). De soortenrijkdom aan wilde

carnivoren is het grootst in landschappen waarin een sterke afwisseling voorkomt tussen akkers en semi-natuurlijk habitat en dat bleek ook al het geval te zijn in gebieden met een dicht netwerk aan irrigatiekanalen en bomenrijen die percelen omgrenzen (Pita *et al.* 2009).

Landschapsverdichting heeft ook geleid tot versnippering van populaties weidevogels, wat de kwetsbaarheid van lokale populaties voor predatie vergroot. Vogels kunnen zich gezamenlijk verweren tegen sommige soorten predatoren, wat beter gaat als ze in hoge dichtheid broeden dan bij kleine aantallen (Macdonald & Bolton, 2008). Zo blijkt bij een dichtheid van minder dan vijf broedparen aan Patrijzen predatie door roofvogels toe te nemen (Watson 2004). Een dergelijke sociale afweer is echter niet bij alle soorten predatoren effectief en vermoedelijk alleen overdag. Waarschijnlijk is er sprake van een zelfversterkend randeffect: de dichtheid aan predatoren neemt mogelijk af met toenemend afstand tot de rand (nog niet aangetoond) en tegelijk is gebleken dat legsels minder gepredeerd worden als zich meer nesten in hun directe nabijheid bevinden (Fischer & Lindenmayer, 2007).

Het is belangrijk te benadrukken dat de effecten van landschapsverdichting op de predatiedruk erg afhankelijk zijn van de aanwezigheid en dichtheid aan predatoren in een gebied. Een verhoogde predatiedruk treedt niet altijd op als de dichtheid van predatoren beperkt is (Oosterveld, 2011). Als de dichtheid van predatoren in een gebied klein is, kunnen complexe landschappen juist goede dekking bieden voor prooi-soorten (Whittingham & Devereux, 2008). Daarom moeten zowel distributie als aantallen predatoren op gestandaardiseerde wijze (Nicoll & Norris, 2010) in kaart gebracht worden, voordat interacties tussen landschapsverdichting en predatie kunnen worden bestudeerd en beoordeeld (Eglington *et al.* 2010).

Afstand tot perceelranden is een sterke voorspeller van het broedsucces van vogels die in het grasland broeden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een hogere predatiedruk nabij randen en de voorkeur van weidevogels voor grote open velden (Besnard & Secondi, 2014; Besnard *et al.* 2016; Coppedge *et al.* 2001; Foppen *et al.* 2002; Lesbarrères & Fahrig, 2012; Macdonald & Bolton, 2008; van der Vliet *et al.* 2010; Whittingham & Evans, 2004; Winter *et al.* 2006).

Weidevogels nestelen niet graag in de buurt van uitkijkposten zoals bomen in verder open terrein, omdat die het zicht blokkeren en omdat deze worden gebruikt door vliegende predatoren (Atuo & O'Connell, 2017; Bertholdt *et al.* 2017; van der Vliet *et al.* 2008; Wallander *et al.* 2006).

Landschapsverdichting heeft geleid tot versnippering van populaties weidevogels, wat de kwetsbaarheid van lokale populaties voor predatie vergroot. Vogels kunnen zich gezamenlijk verweren tegen sommige soorten predatoren, wat beter gaat als ze in hoge dichtheid broeden dan bij kleine aantallen (Macdonald & Bolton, 2008).

De effecten van landschapsverdichting op de predatiedruk zijn sterk afhankelijk van de aanwezigheid en dichtheid aan predatoren in een gebied. Een verhoogde predatiedruk treedt niet altijd op als de dichtheid van predatoren beperkt is (Oosterveld, 2011). Als de dichtheid van predatoren in een gebied klein is, kunnen complexe landschappen juist goede dekking bieden voor prooi-soorten (Whittingham & Devereux, 2008).

5. Monitoringstechnieken

Bij predatieproblematiek zijn verschillende vormen van monitoring van belang om een indruk te krijgen van de omvang van het probleem en de mogelijke oorzaken van verliezen aan eieren of kuikens.

5.1. Vaststellen of predatie een probleem is

Omdat predatie een natuurlijk proces is en populaties een bepaald predatieniveau kunnen opvangen, is de eerste vraag of predatie daadwerkelijk een probleem is. Een eerste verkennende stap hiervoor is het Bruto Territoriaal Succes (BTS) bepalen. Het BTS is een indicatie van het reproductiesucces bij Grutto en Tureluur (soorten die vrij synchroon broeden waardoor dit type tellingen een indicatie vormt voor het reproductiesucces); het percentage van de broedparen dat vliegvlugge jongen voortbrengt (Nijland *et al.* 2010). Wanneer dit percentage 65% of hoger is, is het waarschijnlijk dat de lokale populatie voldoende jongen produceert om de populatie op peil te houden (Nijland *et al.* 2010). Omdat bij langlevende soorten als Grutto en Tureluur een jaar met slecht broedsucces kan worden gecompenseerd in volgende jaren, moet het gemiddelde BTS over minstens 3 jaar worden bepaald. Als uit het BTS blijkt dat de aanwas van jonge vogels onvoldoende

is (<65%), dan is het noodzakelijk om te achterhalen waardoor dit komt (van der Wal & Teunissen, 2018): predatie of andere verliesoorzaken, zoals vertrapting door vee, verlies bij werkzaamheden, onvoldoende voedsel voor de jongen, etc. (van der Wal & Teunissen, 2018). Bovendien kan er ook sprake zijn van aaseterij bij kuikens die maaisslachtoffer zijn (van der Wal & Teunissen, 2018).

Om deze redenen is het beter, hoewel arbeidsintensiever en duurder, om een reproductieschatting te maken op basis van gegevens van nestresultaten en kuikenoverleving, waarbij kuikenoverleving wordt bepaald aan de hand van gezenderde kuikens (dit is goed mogelijk voor Grutto's, zie Oosterveld *et al.* 2014; Roodbergen *et al.* 2010; Schekkerman *et al.* 2008). Door daarbij goed de lotgevallen van legsels en kuikens te registreren, wordt eerder duidelijk waarom de noodzakelijke aanwas van jongen niet wordt gehaald en kan besloten worden hoe dit aan te pakken. Langs deze weg kan bovendien bepaald worden hoeveel jongen per (grutto-)broedpaar in een gebied vliegvlug worden. Wanneer dit aantal gelijk is aan of meer dan 0,6-0,86 dan komen in principe voldoende jongen groot om de lokale (grutto-)populatie op peil te houden (Schekkerman & Müskens, 2000; Schröder *et al.* 2009; Roodbergen *et al.* 2010).

Als eerste dient bepaald te worden of de reproductie onvoldoende is (van der Wal & Teunissen, 2018). Dit kan door het berekenen van het Bruto Territoriaal Succes (BTS) over een periode van minstens drie jaar. Bij BTS <65% is er onvoldoende aanwas van jonge vogels en moet nader onderzocht worden wat de oorzaken hiervoor zijn (Nijland *et al.* 2010).

Indien de reproductie onvoldoende is zal moeten worden vastgesteld wat hiervan de oorzaak is. Bij nesten kan dat goed worden gedaan door de lotgevallen van legsels vast te stellen via nestcontroles. Kuikenoverleving en welke factoren daarop van invloed zijn kan eigenlijk alleen goed bepaald worden aan de hand van gezenderde kuikens. Dit is een betere, maar ook arbeidsintensievere en duurdere methode dan observaties (van der Wal & Teunissen, 2018).

5.2. Vaststellen van predatieverliezen

Als het broedsucces van weidevogels langdurig tekort schiet, is de volgende stap te monitoren in welke mate predatie bijdraagt aan het totaal aan verliezen (van der Wal & Teunissen, 2018). Bij nestblijvers kan relatief eenvoudig worden vastgesteld hoeveel jongen zijn uitgevlogen door het nest vlak voor de verwachte uitvliegdatum te controleren en te bepalen in hoeverre dit wordt beïnvloed door predatie. Bij nestvlinders, waar onder de steltlopers, is dat lastiger. Zodra de eieren zijn uitgekomen verlaten

de jongen het nest en is het niet eenvoudig vast te stellen welk deel van die jongen vliegvlug wordt en waarom ze het eventueel niet gehaald hebben (van der Wal & Teunissen, 2018).

De lotgevallen van legsels (de eifase) worden op grote schaal in Nederland gevolgd door vrijwilligers die nesten opzoeken om ze indien nodig te beschermen bij agrarische werkzaamheden of beweiding. Het leeuwendeel ($\pm 90\%$) van de legsels is afkomstig van

Kievit, Grutto, Scholekster en Tureluur. Bij het bepalen van de lotgevallen zijn er drie mogelijke uitkomsten die vrij eenvoudig kunnen worden vastgesteld:

1. Eieren zijn uitgekomen (kleine schilfers van de eierschalen zijn nog terug te vinden in/op de bodem van het nest);
2. Het nest is verlaten (eieren zijn achtergebleven in het nest) of
3. Het is mislukt.

In het laatste geval kunnen er resten van de eieren in het nest liggen en op grond daarvan kan soms worden ingeschat wat er is gebeurd. In geval van predatie kan bijvoorbeeld door tandafdrukken dan soms ook de mogelijke dader worden achterhaald. In de meeste gevallen is het nest echter leeg en zijn er geen directe aanwijzingen zichtbaar die iets over het lotgeval van het nest kunnen zeggen. In de derde

categorie zitten onder andere de predatieverliezen, maar daarnaast gaan er ook legsels verloren door werkzaamheden op het land of vertrapping door vee. Het onderscheid tussen verliezen door werkzaamheden of vertrapping met predatie is vaak goed te maken, omdat bij werkzaamheden of vertrapping meestal eiresten achterblijven in het nest.

In hoeverre predatie een rol speelt bij de overleving van kuikens van deze soorten is alleen met geavanceerde technieken goed te onderzoeken. Deze technieken kunnen ook gebruikt worden om te achterhalen wie de daders zijn van de predatie. Dit betreft echter arbeidsintensieve werkzaamheden die alleen op relatief kleine schaal haalbaar zijn. Om op nationaal of provinciaal niveau uitspraken te doen over de daadwerkelijke impact van predatie op de overleving van kuikens is daarmee vrijwel onmogelijk.

Ten tweede dient bepaald te worden in welke mate predatie bijdraagt aan het totaal aan verliezen in ei- en kuikenfase:

Eifase: Bij nestvlinders kan dit door het nest te inspecteren en vast te stellen of de eieren zijn uitgekomen, het nest is verlaten of het nest is mislukt. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen predatie enerzijds en verliezen door werkzaamheden en vertrapping anderzijds (van der Wal & Teunissen, 2018).

Kuikenfase: In hoeverre predatie een rol speelt bij de overleving van kuikens van deze soorten is alleen met geavanceerde technieken goed te onderzoeken. Deze technieken kunnen ook gebruikt worden om te achterhalen wie de daders zijn van de predatie (van der Wal & Teunissen, 2018).

5.3. Vaststellen van predatoren

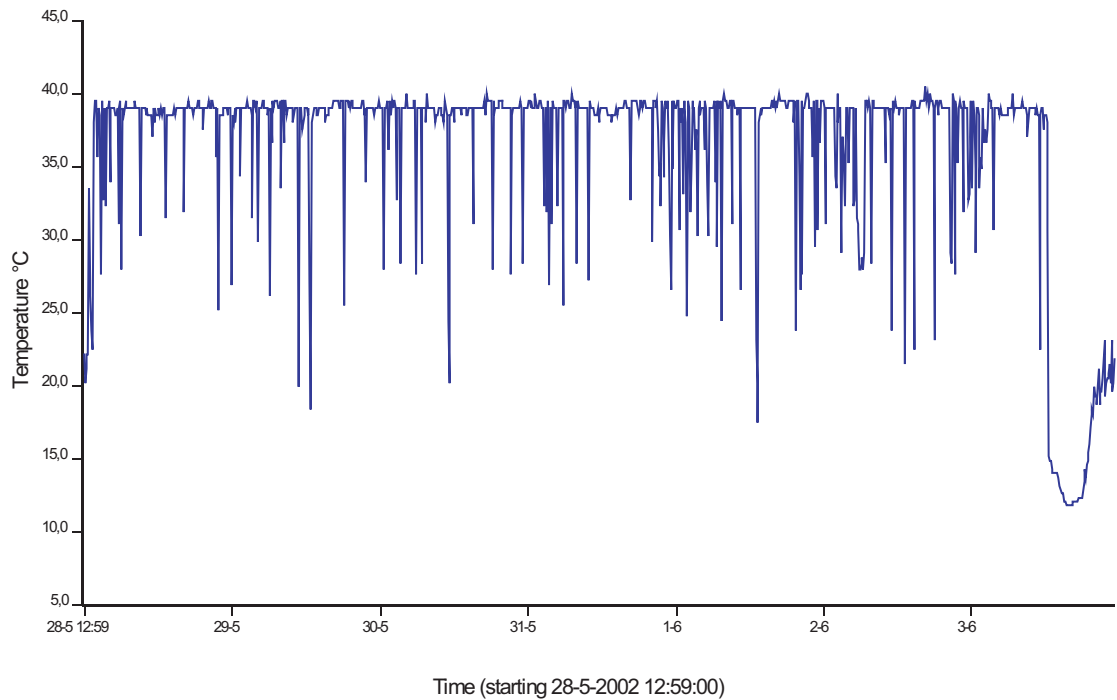
Om predatieverliezen te verkleinen, moeten de betrokken predatoren worden geïdentificeerd. Afhankelijk van de vraag of men alleen wil vaststellen welke predatoren betrokken zijn of dat men wil kwantificeren wat de relatieve bijdrage is van de verschillende predatoren aan de predatieverliezen, kiest men een methode (Anthony *et al.* 2006). De meest eenvoudige methode is observatie (Samelius & Alisauskas, 2000). Dit vraagt echter veel tijd en vrij zicht op de nesten of kuikens en is daardoor vaak niet realistisch. Alternatieve methoden kunnen worden ingedeeld naar eiereters en kuikeneters.

5.3.1. Eiereters

Voor rovers van eieren kan gebruik worden gemaakt van temperatuurloggers in het nest, om overdag actieve predatoren van nachtelijke predatoren te onderscheiden (Dadam *et al.* 2014; Teunissen *et al.* 2008, fig. 8). Om meer inzicht te krijgen in de werkelijke daders kunnen predatierestanten bij het nest onderzocht worden op sporen van predatoren, zoals tandafdrukken van zoogdieren (Bellebaum & Bock, 2009) of DNA-sporen van predatoren (Jonge

Poerink *et al.* 2017). Deze manieren van gegevensverzameling hebben als nadeel dat er weinig informatie over het aandeel van verschillende predatoren in het totaal aan predatieverlies verkregen wordt (van der Wal & Teunissen, 2018). In veel gevallen wordt een nest namelijk leeg aangetroffen zonder enig spoor van de dader. Bovendien is het goed denkbaar dat de ene soort predator vaker herkenbare sporen achterlaat dan de andere, waardoor vertekening ontstaat in toewijzen (van der Wal & Teunissen, 2018). Verder is voor deze methode regelmatig nestbezoek vereist, omdat sommige sporen snel kunnen verdwijnen. Frequent nestbezoek vergroot echter de kans op predatie, doordat loopsporen en geursporen worden gecreëerd (Goedhart *et al.* 2010).

Een andere mogelijkheid is om nesten met kunst-eieren in het veld te plaatsen en aan de hand van tandafdrukken een dader te identificeren (Anthony *et al.* 2006). Hierbij kan gekozen worden voor dummy-eieren van keramiek, hout, schuim, was, plasticine of commercieel beschikbare eieren van



Figuur 8. Voorbeeld van het temperatuurverloop in een kievitnest gemeten met een temperatuurlogger. Zo lang de Kievit op de eieren zit is de temperatuur in het nest 39 °C. Als de vogel het nest heeft verlaten daalt de temperatuur. De vogel heeft het nest permanent verlaten op 4 juni 's nachts om 01:36 en bleek gepredeerd.

kwartel, gans of kip (Chibowsk *et al.* 2015; Major & Kendal, 2008; Masoero *et al.* 2016; Svobodová *et al.* 2012). Plasticine eieren worden soms bedekt met een coating van geurloze, vloeibare rubber (PlastiDip), om de synthetische geur te maskeren (Masoero *et al.* 2016; Purger *et al.* 2012). Met paraffine gevulde kunsteeieren in natuurlijke nesten veroorzaakten sterfte van embryo's in de natuurlijke eieren, doordat olie via de poriën uit de eieren lekte en dit bleek giftig te zijn voor de embryo's. Maar dit soort eieren leverden wel de beste resultaten op in het identificeren van daders in vergelijking met schuim gevulde eieren. Het gebruik van met schuim gevulde kunsteeieren bleek de meest kostenefficiënte manier om nestpredatie te monitoren (Anthony *et al.* 2006). Er zijn echter aanwijzingen dat kunsteeieren in natuurlijke nesten, of kunstmatige nesten, niet altijd dezelfde predatiedruk ondervinden als in de natuurlijke situatie (Hernández *et al.* 2001; Martin, 1987).

De productiefste methode voor het identificeren van predatoren is het plaatsen van cameravallen met time lapse instelling (hierbij wordt om de zoveel tijd een foto gemaakt) of een bewegingssensor (Calladine *et al.* 2017; Liebezeit & George, 2002; MacDonald & Bolton, 2008; Morris & Gilroy, 2008; Murray, 2015; Oosterveld *et al.* 2017; Pietz & Granfors, 2000; Stake & Cimprich, 2003; Teunissen *et al.* 2005). Cameravallen kennen diverse nadelen: het installeren is duur, waardoor ze vaak maar bij een beperkt aantal nesten kunnen worden geplaatst (Cutler &

Swann, 1999). Ook verbruiken cameravallen veel energie en moeten batterijen en accu's vaak worden vervangen. Daarnaast is de responstijd van de camera bij kleine zoogdieren als de Hermelijn, die binnen één seconde een ei kan verwijderen uit een nest, met minimaal 1,5 seconde niet snel genoeg. Deze nadelen worden door voortschrijdende techniek verminderd en het gebruik van time lapse instellingen zorgt voor een hogere trefkans (Teunissen *et al.* 2008). Eerder onderzoek heeft nog niet kunnen uitwijzen dat cameravallen invloed hebben op het nestsucces. Een eventuele invloed kan zowel positief als negatief zijn voor het nestsucces (Anthony *et al.* 2006; Pietz & Granfors, 2000; Stake & Cimprich, 2003; Teunissen *et al.* 2005).

5.3.2. Kuikeneters

Kuikens kunnen niet met camera's worden gevolgd vanwege hun mobiliteit. Methoden die wel gehanteerd worden zijn het verzamelen van restanten nabij predatorennesten of rond een vossenhol (Panek, 2013) en het analyseren van DNA-restanten op dood gevonden kuikens (Jonge Poerink *et al.* 2017). Een probleem bij dergelijke methoden is dat men vaak gericht op zoek gaat naar bepaalde daders en dat dood gevonden kuikens niet altijd representatief zijn voor alle gepredeerde kuikens. Bijvoorbeeld omdat kuikens meegenomen worden naar een hol (zoals bij Hermelijnen, Teunissen *et al.* 2005) of nest (zoals bij Blauwe Reigers, Teunissen *et al.* 2005). Observeren is theoretisch mogelijk, maar zeer tijdrovend en



Met behulp van een cameraal kon deze Vos worden betrapt op het eten van eieren.

weinig betrouwbaar, omdat kuikens het grootste deel van de tijd niet te zien zijn in de vegetatie. Daarom wordt bij kuikens veelal gewerkt met zendertjes (Grant *et al.* 1999; Schekkerman *et al.* 2009). Hiermee kunnen dode kuikens in veel gevallen worden teruggevonden en kan op grond van wat men aantreft worden geconcludeerd waardoor het kuiken is dood gegaan. In sommige gevallen is dat duidelijk, bijvoorbeeld bij maaislachtoffers of kuikens aangetroffen in het nest van een roofdier. Niettemin werd in elk onderzoek met gezenderde kuikens een substantieel deel van de kuikenzenders niet meer teruggevonden en bleef daarbij onduidelijk of dergelijke vermissingen evenredig zijn verdeeld over predatorsoorten of vooral zijn geassocieerd met een bepaalde dader (van der Wal & Teunissen, 2018).

Recent zijn nieuwe technieken toegepast waarmee het moment van sterfte bij kievitkuikens bepaald werd met een zender en een vaste ontvangstantenne die continu scant op de aanwezigheid van kuikens aan de hand van afzonderlijke radiofrequenties in hun zenders (Mason *et al.* 2018). Verandering in de aard van het signaal of het wegvallen daarvan kon worden geïnterpreteerd als het moment waarop het kuiken werd gedood. Tot slot valt niet uit te sluiten dat de zenders de predatiekans van het kuiken beïnvloeden. Schekkerman *et al.* (2009) constateerden dat kievitkuikens met een zender een iets lagere conditie hebben dan kuikens zonder zender. Aangezien de zenders met de jaren kleiner worden, hebben ze wellicht ook steeds minder effect op hun dragers.

Ten derde dient men de betrokken predatoren te identificeren. Methoden hiervoor kunnen worden onderscheiden naar eiereters en kuikeneters.

De meest productieve methode voor het identificeren van eiereters is het plaatsen van camera's met time lapse instelling bij de nesten van weidevogels (van der Wal & Teunissen, 2018).

De meest zorgvuldige methode voor het identificeren van kuikeneters is het zenderen van kuikens en het monitoren van de zenderactiviteit (Mason *et al.* 2018; Schekkerman *et al.* 2009).

5.4. Monitoring van predatoren

Naast het identificeren van de betrokken eier- en kuikeneters, is het van belang om vast te stellen welke predatoren in het gebied voorkomen en in welke aantallen. Volgens Mason *et al.* (2018) wordt het aandeel predatie in een gebied goed weerspiegeld door de zichtbare aanwezigheid van predatoren. Het vaststellen en tellen van predatoren is een lastige opgave. De Zoogdierverseniging heeft de beschikbare technieken hiervoor beschreven (La Haye *et al.* 2018), in paragraaf 5.4.1 staan deze kort samengevat.

5.4.1. Monitoring van zoogdieren

De aan- of afwezigheid van zoogdieren is lastig vast te stellen, omdat ze in lage dichtheden voorkomen en/of gedeeltelijk nachtactief zijn. Grote zoogdier-soorten, zoals Vos, Steen- en Boommarter, Bunzing, Kat kunnen het best in beeld gebracht worden met wildcamera's. Naast het vaststellen van de aanwezigheid van soorten, kunnen soms ook individuen onderscheiden worden. Om een goed overzicht te krijgen van grotere gebieden, zijn veel camera's nodig (voor grote soorten één wildcamera per 10-15 ha). De effectiviteit van deze camera's kan worden vergroot door de camera's op strategische plekken te plaatsen, zoals op een toegangsdam met aan weerszijden sloten. Indien alleen het vaststellen van de aanwezigheid van een soort het doel is, kan gebruik gemaakt worden van lokmiddelen binnen het bereik van de camera, waardoor de kans vergroot wordt om een soort in beeld te krijgen. Als aantalsinformatie ook van belang is, is deze methode minder geschikt, omdat lokmiddelen tot een overschatting van de werkelijk aanwezige aantallen kunnen leiden. Een tweede optie is het verzamelen van keutels en op basis van DNA-analyses achterhalen welke soort het is.

Voor kleinere zoogdieren als Wezel en Hermelijn kan beter gebruik gemaakt worden van cameraboxen en/of sporentunnels (Bouwens, 2017; Smaal & van Manen, 2017). Beide methoden werken volgens het principe dat kleine marters door een tunneltje lopen en daarbij worden gefotografeerd dan wel sporen achterlaten op een schone ondergrond na het passeren van een inktbed. Nadeel is dat cameraboxen kostbaar zijn en sporentunnels zeer regelmatig moeten worden gecontroleerd. Ook hier geldt dat de methode minder geschikt is als middel om aantalsinformatie te achterhalen; per 20 ha is minimaal één transect nodig met 10 cameraboxen met afstanden ertussen van ongeveer 150 meter (van Norren *et al.* 2015) of 10 sporentunnels met afstanden ertussen van ongeveer 100 meter (Gillies & Williams, 2013).

Monitoring van absolute aantallen en dichtheden van zoogdieren is erg lastig. Dit kan met behulp

van zenders worden gedaan of door zoogdieren te vangen, markeren en terug te vangen, maar deze methoden zijn erg arbeidsintensief en niet voor monitoringdoeleinden toe te passen (Dempsey *et al.* 2014). Grote zoogdieren (zoals Vos, Huiskat, Steen- of Boommarter en Wezel) kunnen onderscheiden worden aan de hand van foto's. Bij marterachtigen (zoals Bunzing en Hermelijn) is dit niet mogelijk. Met camerabeelden blijft het lastig om werkelijke dichtheden vast te stellen, zeker als gebruik gemaakt wordt van lokmiddelen om dieren voor de camera te krijgen. Het gebruik van eDNA-samples (keutels) heeft als belangrijkste beperking dat er voldoende monsters verzameld moeten kunnen worden. Opnieuw lijkt dat voor grote zoogdieren nog wel mogelijk, maar bij minder algemene en kleinere predatoren is dit zeer lastig. Met behulp van DNA-technieken kan tenslotte een beeld van de relatieve activiteit van een aantal zoogdiersoorten verkregen worden. Een grotere activiteit kan namelijk zowel het resultaat zijn van een beperkt aantal individuen dat veelvuldig door het gebied loopt of van een groter aantal individuen dat in het gebied aanwezig is. In het kader van monitoring van predatierisico zijn deze technieken echter niet noodzakelijk en kan worden volstaan met het tellen van keutels langs een transect, zoals in het Verenigd Koninkrijk al regelmatig is toegepast en geschikt blijkt voor de Vos en waarschijnlijk ook voor de Huiskat (Mason *et al.* 2018; Webbon *et al.* 2004).

Het gebruik van afschotcijfers of tellingen met lichtbakken zijn niet geschikt om aantallen of ontwikkeling van predatoren te volgen. Afschotcijfers blijken zeer gevoelig voor de intensiteit van bejaging en seizoenvariëaties (Toms *et al.* 1999). Lichtbakken kunnen leiden tot leereffecten bij predatoren, waardoor zij zich in de loop van de tijd steeds minder makkelijk laten zien en zijn mogelijk ook verstoring voor broedende vogels (van der Wal & Teunissen, 2018).

5.4.2. Monitoring van vogels

Ook het monitoren van vogels als potentiële predatoren blijkt lastig, omdat wel bekend is waar en in welke aantallen broedvogels zich bevinden, maar die informatie bevat slechts een deel van de in werkelijkheid aanwezige individuen. Niet alle in een gebied aanwezige vogels broeden, zoals bijvoorbeeld jonge vogels en individuen die geen territorium hebben kunnen bemachtigen. Zo bestaat er het vermoeden dat juist niet-territoriale Zwarte Kraaien die in groepen door een gebied trekken, prederen op de eieren van weidevogels. Niettemin is er wel veel bekend over de ligging van kolonies van bijvoorbeeld reigers en Roeken, maar rondtrekkende groepen kraaiachtigen, meeuwen en dergelijke worden niet standaard

in een gebied geregistreerd. Daar komt bij dat het op voorhand onwenselijk is om een groep van soorten te selecteren als predator van eieren of kuikens en dan alleen die soorten te gaan volgen. Een betere methode is om via de boerenlandvogels te onderzoeken wie de predatoren zijn. In het Verenigd Koninkrijk is daarom een methode gehanteerd die is gebaseerd op Walters (1990), waarbij de reactie van boerenlandvogels op een overvliegende vogel bepalend is voor de kans dat die soort betrokken is bij predatie.

Dit bleek goed te correleren met de vastgestelde verliezen door die groep (Mason *et al.* 2018). Mason *et al.* (2018) hanteerden hiervoor een methode die bestond uit een wekelijkse telling van twee uur waarin alle overvliegende vogels werden geteld en hoe Kieviten daarop reageerden. Het aantal overvliegende predatoren in combinatie met de impact die ze hebben op de Kievit kan worden gebruikt als maat voor de predatiedruk door vogels in een gebied.

Ten vierde is het van belang om vast te stellen welke predatoren in het gebied voorkomen en in welke aantallen; dit weerspiegelt het aandeel predatie in een gebied (Mason *et al.* 2018).

Potentiële zoogdierpredatoren kunnen gemonitord worden met behulp van wildcamera's (vooral grote zoogdieren), sporentunnels (vooral kleine zoogdieren) en DNA-onderzoek aan keutels (Bouwens, 2017; Gillies & Williams, 2013; Mason *et al.* 2018; Smaal & van Manen, 2017). Het gebruik van afschotcijfers of tellingen met lichtbakken zijn niet geschikt om aantallen of ontwikkeling van predatoren te volgen (Toms *et al.* 1999; van der Wal & Teunissen, 2018).

Potentiële vogelpredatoren kunnen gemonitord worden met tellingen waarbij alle overvliegende vogels worden geteld en geregistreerd wordt hoe weidevogels hierop reageren. Het aantal overvliegende predatoren in combinatie met de impact die ze hebben op de weidevogels kan worden gebruikt als maat voor de predatiedruk in een gebied (Mason *et al.* 2018).

6. Predatiebeheer

Een generieke aanpak om predatiedruk te verminderen is moeilijk omdat de situatie per gebied vaak verschilt. Er zijn diverse methoden beschreven om predatoren weg te houden en de resultaten en risico's verschillen. Hierna wordt een aantal van deze methoden, de toepassing, resultaten hiervan en de bijbehorende risico's beschreven (Smith *et al.* 2011).

6.1. Uitrasteren

Het (elektrisch) uitrasteren van (grote) percelen is een belangrijke maatregel om predatie door zoogdieren te verkleinen door (grote) grondpredatoren (zoogdieren) eruit weg te houden (Jackson, 2001; Malpas *et al.* 2013; Rickenbach *et al.* 2011; Smith *et al.* 2011). Rasters kunnen een fysieke barrière vormen of predatoren afschrikken met een elektrische schok (Poole & McKillop, 2002). Rasters werken alleen als ze goed zijn ontworpen en geplaatst, en worden onderhouden (Malpas *et al.* 2013; RSPB, 2017). Uit onderzoek in het Verenigd Koninkrijk blijkt dat weidevogels zich na predatie buiten een raster ver-

plaatsen voor hun tweede legsel naar binnen de rasters (RSPB, 2017). Ook is met behulp van radiozenderdertjes aangetoond dat de kuikenoverleving hoger was binnen de rasters dan daarbuiten (Rickenbach *et al.* 2011).

Rasters zijn echter vaak niet honderd procent succesvol in het buitensluiten van Vossen (West *et al.* 2007); de handigheid waarmee Vossen kunnen klimmen, springen, graven en zich door kleine gaten kunnen persen, moet niet worden onderschat (RSPB, 2017). Rasters houden bovendien geen vliegende predatoren tegen, dus in gebieden waar predatie van kuikens door vogels groot is, heeft uitrasteren waarschijnlijk geen of minder effect (van der Wal & Teunissen, 2018). Een bijkomend probleem bij uitrasteren is dat ook dieren kunnen worden buiten- of ingesloten die je niet wil beïnvloeden met het raster, bijvoorbeeld konijnen of hazen, maar ook de kuikens van de boerenlandvogels. In een Engelse variant is daarom de onderste draad een aardedraad (een louter fysieke barrière), waardoor passerende kuikens geen schok krijgen (van der Wal & Teunissen, 2018).



Het plaatsen van een elektrisch raster om grote zoogdieren buiten te houden

Volgens Jackson (2001) is elektrisch uitrasteren niet de oplossing voor de lange termijn, omdat rasters niet heel lang mee gaan en omdat het uitrasteren van grote percelen niet realistisch is en duur. Bovendien neemt de effectiviteit van een raster naarmate het

meerdere jaren wordt gebruikt, af als gevolg van slijtage en doordat binnen het raster een hoge concentratie van weidevogels en kuikens ontstaat, waardoor predatoren worden aangetrokken (het 'honeypot'-effect) (RSPB, 2017).

Het (elektrisch) uitrasteren van (grote) percelen is een belangrijke maatregel om predatie door zoogdieren te verkleinen door (grote) grondpredatoren (zoogdieren) eruit weg te houden (Jackson, 2001; Malpas *et al.* 2013; Rickenbach *et al.* 2011; Smith *et al.* 2011).

Rasters die goed zijn ontworpen, geplaatst en onderhouden, zijn effectief in het voorkomen van predatie, waardoor de kuikenoverleving toeneemt (Malpas *et al.* 2013; Rickenbach *et al.* 2011; RSPB, 2017).

Nadelen van uitrasteren zijn: het feit dat Vossen niet voor honderd procent succesvol buitengesloten kunnen worden (West *et al.* 2007), vliegende predatoren niet worden tegengehouden en andere dieren ongewenst beïnvloed kunnen worden door het raster, zoals konijnen, hazen en kuikens van boerenlandvogels (van der Wal & Teunissen, 2018). Daarnaast is uitrasteren op de lange termijn steeds minder effectief, geen realistische oplossing voor grote percelen, zijn de kosten hoog en leidt de hoge concentratie van prooidieren tot aantrekking van predatoren (het 'honeypot'-effect) (Jackson, 2001; RSPB, 2017).

6.2. Wegnemen van predatoren

Het (wegvangen en) doden van roofdieren kan effectief zijn om het broedsucces van groundbroeders te vergroten, mits er goede kennis is van de predatorengemeenschap (Bolton *et al.* 2007; Fletcher *et al.* 2010; Jonge Poerink & Dekker, 2018; Oosterveld, 2011). Het is echter een gevoelig onderwerp; veel mensen zijn principieel/ethisch tegen het doden van dieren. De complexiteit van ecologische systemen zorgt er bovendien voor dat prooi-soorten niet automatisch profiteren van predatorbeheer. Sommige studies vonden dat het doden van predatoren geen zin had of zelfs een negatief effect op populaties van prooidieren (Calladine *et al.* 2014). Andere studies vonden geen positief effect voor de overleving van volwassen prooidieren, maar wel op kuikenoverleving (Mateo-Moriones *et al.* 2012). Predatorbeheer resulteerde sneller in een toename van nestoverleving in gebieden waar predator-dichtheden hoog waren (Bolton *et al.* 2007).

Een belangrijke, lastig te beantwoorden vraag blijft wat de effecten zijn van het doden van significante hoeveelheden predatoren op het resterende deel van

de predatorpopulatie en op de rest van het ecosysteem. Diverse studies (Bolton *et al.* 2007; Eglinton *et al.* 2009; Kauhala & Ihalainen, 2014) laten zien dat de effectiviteit van predatorregulatie per gebied sterk kan verschillen en dat dit veelal samenhangt met de dichtheid aan aanwezige predatoren. Ook in Nederland blijken er grote verschillen in predatieverliezen te bestaan tussen jaren in een gebied of tussen gebieden binnen een jaar (Teunissen *et al.* 2005, 2008). Wat hiervan de oorzaak is, is niet onderzocht, maar vermoed wordt dat dit enerzijds samenhangt met het soort predator dat in een gebied actief is en anderzijds wat voor andere prooien beschikbaar zijn (van der Wal & Teunissen, 2018).

Oosterveld (2011) stelt dat het belangrijk is consistent te zijn wat betreft de maatregelen binnen een groter gebied. Het komt voor dat in het weidevogelgebied van een agrarische natuurvereniging intensief wordt gejaagd op Vossen en Zwarte Kraaien, terwijl dat in het aangrenzende natuurreserveaat niet of (te) extensief gebeurt.

Het (wegvangen en) doden van roofdieren kan effectief zijn om het broedsucces van groundbroeders te vergroten, mits er goede kennis is van de predatorengemeenschap (Bolton *et al.* 2007; Fletcher *et al.* 2010; Jonge Poerink & Dekker, 2018; Oosterveld, 2011).

Sommige studies vonden dat het doden van predatoren geen zin had of zelfs een negatief effect op populaties van prooidieren (Calladine *et al.* 2014). Andere studies vonden geen positief effect voor de overleving van volwassen prooidieren, maar wel op kuikenoverleving (Mateo-Moriones *et al.* 2012).

Diverse studies (Bolton *et al.* 2007; Eglinton *et al.* 2009; Kauhala & Ihalainen, 2014) laten zien dat de effectiviteit van predatorregulatie per gebied sterk kan verschillen en dat dit veelal samenhangt met de dichtheid aan aanwezige predatoren.

6.3. Landschap veranderen ter vergroting van geschikt habitat en verlaging van de predatiedruk

Veel weidevogels prefereren een open landschap; dit kan gezien worden als anti-predatorgedrag. Het creëren van een meer open landschap beïnvloedt op meerdere manieren weidevogels op een positieve wijze. Het verwijderen van stuikgewas, vrijstaande bomen of hagen vergroot het beschikbare gebied voor de vogels (van der Vliet *et al.* 2010) en leidt tot een hogere dichtheid aan broedende vogels, wat op zichzelf weer de predatieverliezen kan verkleinen (Bertholdt *et al.* 2017; MacDonald & Bolton, 2008). Predatoren vinden hierdoor minder geschikt habitat en uitkijkposten. Van de vijf steltlopersoorten die in het Nederlandse agrarisch gebied broeden, is bekend dat Kievit en Scholekster kortere vegetaties prefereren, terwijl Grutto, Tureluur en Wulp een voorkeur hebben voor langere vegetaties (van der Wal & Teunissen, 2018). Deze laatste drie soorten vertrouwen daarbij voor een belangrijk deel op hun camouflage. Om al deze soorten te bedienen is dus variatie in habitat nodig.

Naast openheid van het landschap en lengte van de vegetatie, kan ook de hoogte van het waterpeil van invloed zijn op weidevogels; de vestigingsdichtheid van steltloperweidevogels is groter bij hoog waterpeil dan bij laag waterpeil (Kleijn *et al.* 2009). Nat houden van land bevordert op de grond foeragerende vogels zoals de Kievit in directe zin (Eglington *et al.*

2010); insecten zitten in de natte grond dichter onder de oppervlakte dan in droge grond, zodat ze beter bereikbaar zijn voor de vogels (Ausden & Hirons, 2002). In een Friese studie leidde een hoog waterpeil tot een vergroting van het foerageersucces van adulte Grutto's met 50% ten opzichte van gangbaar landbouwpeil (Oosterveld *et al.* 2017). Een hoge grondwaterstand onderdrukt ook de vegetatiegroei en lage vegetatie kan de beschikbaarheid en vindbaarheid van ongewervelden bevorderen (Ausden *et al.* 2001; Eglington *et al.* 2010). Aquatische insecten langs de randen van ondiepe plassen zijn belangrijke prooien voor kuikens van Tureluur en Kievit. Een hoog waterpeil kan ook zorgen voor een verslechterde toegankelijkheid voor grondpredatoren zoals de Vos en de Hermelijn. Zoogdieren betreden en nestelen niet (graag) op nat of overstroomd land (Bellebaum & Bock, 2009).

Er zijn ook verschillende studies die aangeven dat de predatiedruk in verstedelijkte delen van het land, zoals industrieterreinen, braakliggend gebied, bouwgrond en groeves veel kleiner is vergeleken met het platteland (Kamp *et al.* 2014; Reboló-Ifrán *et al.* 2017). Deze gebieden kunnen belangrijk zijn om de kievitpopulatie op lokaal niveau te stimuleren, zoals is aangetoond in Duitsland (Kamp *et al.* 2014) en Nederland (Dijkstra, 2011).

Om de predatiedruk te verlagen kan het landschap voor weidevogels aantrekkelijker worden gemaakt.

Het creëren van een meer open landschap beïnvloedt op meerdere manieren weidevogels op een positieve wijze. Het verwijderen van stuikgewas, vrijstaande bomen of hagen vergroot het beschikbare gebied voor de vogels (van der Vliet *et al.* 2010) en leidt tot een hogere dichtheid aan broedende vogels, wat op zichzelf weer de predatieverliezen kan verkleinen (Bertholdt *et al.* 2017; MacDonald & Bolton, 2008).

Weidevogels hebben verschillende eisen in vegetatielengte; Kievit en Scholekster prefereren kortere vegetaties, Grutto, Tureluur en Wulp juist langere vegetaties. Om al deze soorten te bedienen is variatie in vegetatielengte nodig (van der Wal & Teunissen, 2018).

Verhogen van het waterpeil of nathouden van land, verhoogt de vestigingsdichtheid van steltloperweidevogels (Kleijn *et al.* 2009), bevordert op de grond foeragerende vogels zoals de Kievit en de Grutto in directe zin (Eglington *et al.* 2010), omdat insecten dan makkelijker bereikbaar zijn (Ausden & Hirons, 2002) en verslechtert de toegankelijkheid van het gebied voor grondpredatoren (Bellebaum & Bock, 2009).

7. Waarom beheer niet altijd werkt

Predatorbeheer wordt gehinderd door interacties tussen predatoren (Griffin *et al.* 2015; Sergio & Hiraldo, 2008). Zo kan de aanwezigheid van Vossen van invloed zijn op het voorkomen van kleinere predatoren zoals de Hermelijn (Bellebaum & Bock, 2009; Mulder, 1990). Kleine predatoren dienen dan ook regelmatig als prooi voor grotere predatoren (Calladine *et al.* 2017; Jackson, 2001). Het wegnemen van één of een aantal predatoren kan er voor zorgen dat andere predatoren juist algemener worden (Brook *et al.* 2012; Ellis-Felege *et al.* 2012; Woodroffe & Redpath, 2015). Veel grote roofvogels eten andere vliegende predatoren en zoogdieren (Lourenço *et al.* 2011). Als grote roofvogels afnemen in aantal, krijgen hun prooien (ook predatoren) meer kans om te overleven. Zoogdieren, op hun beurt, roven ook grondnesten van roofvogels (McMillan, 2014). Vaak is er competitie tussen predatoren om bepaalde prooi-soorten of nestplaatsen, wat er voor zorgt dat ze elkaar beïnvloeden en dat eventueel de predatiedruk gelijk blijft als één van de predatoren wegvalt (Chakarov & Krüger, 2010). Hierdoor zijn de effecten van predatorbeheer lang niet altijd zichtbaar, of in ieder geval moeilijk voorspelbaar (van der Wal & Teunissen, 2018).

Uit onderzoek van Teunissen (2005, 2008) blijkt dat de rol van een predator in een gebied overgenomen kan worden door een andere predator. In Langezwaag en Bontebok werd met camera's vastgesteld dat de Vos de voornaamste predator van nesten was; de aanwezigheid van Steenmarters was in 2007 nog beperkt, waarbij zoogdierexperts opmerkten dat Vos en Steenmarter moeilijk samen gaan. Recent werden in een nabij gelegen gebied (Aldeboarn) de nog steeds hoge verliezen onder legsels onderzocht met camera en DNA-technieken (Jonge Poerink *et al.* 2017). Daarbij bleek dat Steenmarters voor ongeveer 60% van de predatieverliezen verantwoordelijk zijn, nadat de Vos sinds het onderzoek uit 2005 kort gehouden wordt en nauwelijks meer voorkomt in het gebied. Uit een recent uitgevoerde studie blijkt dat het wegvangen en doden van deze Steenmarters het nestsucces van weidevogels wel verbeterde, hoewel niet alle Steenmarters konden worden weggenomen, omdat zogende vrouwtjes niet gedood mochten worden (Jonge Poerink & Dekker, 2018). In het voorjaar van 2018 zijn in Eemland legsels gevolgd met cameravallen om de rovers van eieren vast te stellen. In dit gebied worden de Vossen door middel van afschot zo kort mogelijk gehouden. Toch bleek nog steeds een substantieel deel van de legsels te worden

gepredeerd en wel door de Bunzing (ongepubliceerde data). Hier lijkt dus hetzelfde te spelen als in het steenmartergebied.

Het wegnemen of beperken van een bepaalde predator in een gebied kan dus tot ongewilde effecten leiden, doordat onvoldoende aandacht is besteed aan de aanwezigheid van alle (potentiële) predatoren in een gebied en sommige van deze (potentiële) predatoren na verwijdering van een andere predator meer schade kunnen aanrichten dan de predator die oorspronkelijk aanwezig was in het gebied. Op basis van een uitgebreide predatiestudie, waarbij zowel Vossen als Zwarte Kraaien kort voor en tijdens het broedseizoen werden bestreden bleek eveneens dat het wegnemen van deze predatoren in een deel van de gebieden juist voor extra predatieverliezen zorgde. Dit leidde tot de conclusie dat het belangrijk is om eerst informatie te verzamelen over welke predatoren in een gebied aanwezig zijn, in welke aantallen en wat hun impact is op de prooipopulatie (Bolton *et al.* 2007). Dit is uitgemond in een beslisboom die kan helpen in het bepalen van wat wanneer te doen (zie volgende hoofdstuk).

Teunissen *et al.* (2005) onderzochten modelmatig in hoeverre het uitsluiten van bepaalde predatieverliezen kan bijdragen aan het herstel van de populatie weidevogels. Daaruit bleek dat het uitsluiten van één van de verliesoorzaken in de nest- of kuikenfase niet leidde tot de vereiste productie aan jongen. Alleen als predatie door vogels van kievitkuikens kan worden uitgesloten zou dit tot een stabiele trend kunnen leiden. Los van de ethisch/maatschappelijke overwegingen lijkt dit niet de oplossing; juist vogels zijn mobiel en hun plek kan snel overgenomen worden door een soortgenoot.

Wat veel van de studies duidelijk maken is dat onze kennis over de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende predatoren nog onvoldoende is om een goede inschatting te kunnen maken van de mogelijke effecten van het beperken van hun aantallen. Allereerst zal duidelijk moeten worden of we te maken hebben met een toppredator die ook andere predatoren belaagt of dat we te maken hebben met andere predatoren die dezelfde prooikeuze hebben. Maar misschien nog wel belangrijker is te achterhalen welke factor(en) aantalsregulerend werkt(en) voor de verschillende predatoren. Wat bepaalt hun aantallen en kunnen we dat beïnvloeden (van der Wal & Teunissen, 2018)?

Predatorbeheer wordt gehinderd door interacties tussen predatoren (Griffin et al. 2015; Sergio & Hiraldo, 2008). Kleine predatoren dienen regelmatig als prooi voor grotere predatoren (Calladine et al. 2017; Jackson, 2001). Het wegnemen van één of een aantal predatoren kan er voor zorgen dat andere predatoren juist algemener worden (Brook et al. 2012; Ellis-Felege et al. 2012; Woodroffe & Redpath, 2015).

Vaak is er competitie tussen predatoren om bepaalde prooisorten of nestplaatsen, wat ervoor zorgt dat ze elkaar beïnvloeden en dat eventueel de predatiedruk gelijk blijft als één van de predatoren wegvalt (Chakarov & Krüger, 2010). Hierdoor zijn de effecten van predatorbeheer lang niet altijd zichtbaar, of in ieder geval moeilijk voorspelbaar (van der Wal & Teunissen, 2018).

De kennis over de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende predatoren is nog onvoldoende om een goede inschatting te kunnen maken van de mogelijke effecten van het beperken van hun aantallen (van der Wal & Teunissen, 2018).

8. Discussie en aanbevelingen

De rol van predatie in de populatieontwikkeling van weidevogels is substantieel, maar niet eenduidig. Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt dat vele voorbeelden laten zien dat predatie een ingewikkeld probleem is, waarbij wisselwerkingen complexe gevolgen hebben die per gebied verschillen. Predatie kan niet alleen op zichzelf worden beoordeeld, maar altijd in de context van de omgeving en in relatie tot andere factoren die de aantallen prooidieren beïnvloeden. Daarbij dienen gebiedspecifieke maatregelen te worden ontworpen en zal er een keuze gemaakt moeten worden in welke gebieden men de maatregelen wel en niet gaat toepassen. Maatregelen kunnen zowel gericht zijn op de predatoren in een gebied als op de inrichting van het landschap.

Hoe nu te handelen als het vermoeden bestaat dat predatie dusdanige vormen heeft aangenomen dat de lokale vogelbevolking wordt bedreigd in zijn voortbestaan? Hierbij kan een beslisboom (fig. 9) gehanteerd worden, waarbij men een aantal stappen/vragen doorloopt, met als doel vast te stellen of er sprake is van een probleem, wat daarvan de oorzaak kan zijn, welke interacties er mogelijk spelen met andere factoren en welke maatregelen dan het beste kunnen worden toegepast. De uiteindelijke keuze die wordt gemaakt kan tot veel commotie leiden, bijvoorbeeld omdat er dieren gedood gaan worden, of omdat de maatregel ecologische gevolgen heeft voor andere soorten (zowel andere predatoren als andere prooidieren). Daarnaast moet er wel zekerheid zijn over de effectiviteit van de maatregel die men wil toepassen. Tenslotte speelt het kostenaspect ook een rol. In alle gevallen betekent dit dat men pas tot handelen moet overgaan als er ook (enige) duidelijkheid is over de effecten en of de inspanningen/geld daartegen opwegen.

Voor de Nederlandse situatie is de beslisboom van Bolton *et al.* (2007) aangepast en veralgemeniseerd door van der Wal en Teunissen (2018). In de beslisboom worden de volgende stappen onderscheiden (voor gedetailleerde toelichting, zie van der Wal en Teunissen, 2018):

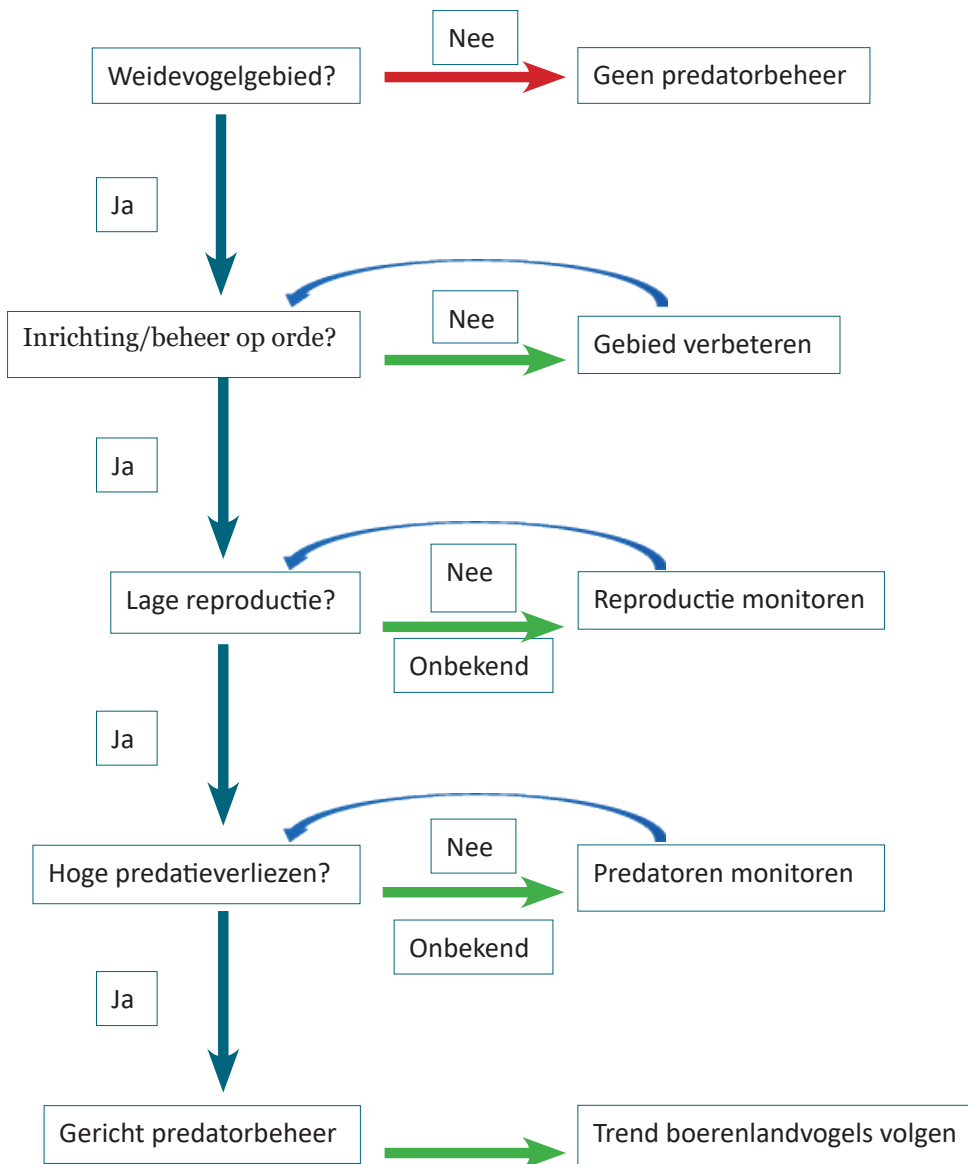
1. **Weidevogelgebied.** De eerste stap is bepalen of er sprake is van goed weidevogelgebied. De definitie hiervoor kan worden gebaseerd op de randvoorwaarden waaraan het gebied moet voldoen op de begrenzings van de aangewezen weidevogelkerngebieden.
2. **Inrichting en beheer.** In deze stap moet worden

vastgesteld of de habitatkwaliteit van het gebied op orde is. De randvoorwaarden die hierbij opgesteld moeten worden, kunnen worden afgeleid uit eerdere studies naar habitateisen van weidevogelsoorten, uit bestaande gegevens over gebiedskwaliteit en uit onderzoek naar de hoogte van predatieverliezen in een gebied en de landschappelijke kenmerken dat in 2019 zal worden gepubliceerd.

3. **Reproductiesucces.** De derde stap vergt een gestandaardiseerde monitoringopzet om de weidevogelstand en de reproductie te kunnen vaststellen. Dit is grotendeels voorhanden via de bestaande methoden voor het tellen van vogels en het volgen van legsels.
4. **Predatordichtheid en -identiteit.** Voor dit onderdeel zal een goede, gestandaardiseerde opzet voor het vaststellen van predatordichtheden en -identiteit moeten worden ontwikkeld. Een aantal van de methoden is beschreven in hoofdstuk 5.
5. **Beheermaatregelen.** De laatste stap is nog onderdeel van vervolgonderzoek. Maar zoals in hoofdstuk 6 al beschreven, bestaan er al verschillende manieren om de aanwezigheid van predatoren te beperken. Hoe effectief die zijn is vaak nog onderwerp van discussie en/of onderzoek.

Uit deze studie blijkt dat alleen aanpakken van de predatoren vrijwel nooit zal leiden tot het gewenste effect op de stand van boerenlandvogels. Met name gerichte inrichtings- en beheermaatregelen zijn cruciaal voor een goede vogelstand. Voor weidevogels zijn bijvoorbeeld het vergroten van de openheid, het verhogen van het waterpeil en het creëren van kruidenrijk grasland in het gebied maatregelen die veel kunnen opleveren.

De effectiviteit van predatiebeheer kan belangrijk verbeteren wanneer de maatregelen in goede samenwerking en afstemming door gebiedspartijen worden uitgevoerd. In Fryslân is met dat doel een protocol Predatiebeheer opgesteld, waarin maatregelen voor predatiebeheer op een rij zijn gezet waarover overeenstemming bestaat tussen alle partijen (TBO's, collectieven, vrijwillige weidevogelbeschermers, wildbeheerders). Hiermee kan maatschappelijk draagvlak worden gecreëerd op een dossier dat vele emoties kent. De Friese praktijk wijst uit dat dit tot handelingsperspectief leidt en eindeloze discussies vermindert. Of het afdoende is om ook de predatiedruk tot een aanvaardbaar niveau te verminderen, moet nog blijken.



Figuur 9. Beslisboom om te bepalen of er sprake is van een predatieprobleem in een gebied. Belangrijke stappen om tot maatregelen over te gaan zijn onder andere het vaststellen van de habitatkwaliteit van het gebied, of de reproductie laag is, of predatie als relatief hoog kan worden aangemerkt en zo ja, welke predatoren daarin een rol spelen. Op basis van die informatie kan dan besloten worden welke maatregelen genomen kunnen worden. Vrij naar Bolton et al. 2007)

9. Kennishiaten

Redelijk veel is bekend over mogelijke daders van predatie. Dat geldt in elk geval voor de rovers van eieren en in iets mindere mate voor de liefhebbers van kuikens. Bij de kuikeneters is er nog wel een onbekend aantal kuikens dat verdwijnt zonder dat precies duidelijk is waardoor dat komt. Maar de grootste kennishiaten zien we aan de kant van de predatoren en dan met name de zoogdieren:

- Er blijkt nog erg weinig bekend te zijn over interacties tussen predatoren onderling. Daarbij gaat het zowel om predatoren die als prooi dienen voor een andere predator, als om competitie tussen predatoren onderling. Meer kennis over hoe predatoren zich onderling verhouden, is essentieel om beter in te kunnen schatten wat het effect van het beperken van een bepaalde predator kan zijn op de predatiedruk voor bepaalde boerenlandvogels.
 - Het huidige onderzoek rondom predatie is meestal gericht op de predator vanuit het perspectief van de prooi: wie is de boosdoener? Daaruit kan dan blijken dat een bepaalde predator veel van de predatie voor zijn rekening neemt, maar dat de afname van die prooi niet leidt tot een afname van de predator zelf. De boerenlandvogels zijn in dat geval hooguit bijvangst. Voor veel van de potentiële predatoren ontbreekt het aan kennis over wat hun aantallen bepaalt. Is er een bepaalde periode in het jaar waarin de predator het extra moeilijk heeft en heeft dat bijvoorbeeld met een bepaalde prooi-soort te maken? Biedt die kennis dan vervolgens mogelijkheden om de aantallen van de predator op een acceptabel niveau te houden?
 - Een onderdeel in het huidige predatieproject is het leggen van relaties tussen predatieverliezen bij legfels en landschappelijke kenmerken. Hiervoor zijn inmiddels analysetechnieken beschikbaar gekomen die onderzoek hiernaar mogelijk maken. In aanvulling hierop kan ook de relatie tussen landschapskenmerken en de verschillende predatoren worden bepaald. Deze kunnen met elkaar worden gecombineerd waardoor naar verwachting het beter mogelijk wordt aan te geven in wat voor landschapstype er meer of minder kans is op predatie door een bepaalde predator en hoe het landschap eventueel kan worden aangepast om het predatierisico te verkleinen. De resultaten van deze analyse komen naar verwachting in de loop van 2019 beschikbaar.
-

Literatuur

- AEBISCHER N.J. 1999. Multi-way comparisons and generalized linear models of nest success: extensions of the Mayfield method. *Bird Study*, 46 (suppl), S22-31.
- AKKER- en weidevogels in Drenthe: Plan van aanpak. 2017.
- AMAR A., GRANT M., BUCHANAN G., SIM I., WILSON J., PEARCE-HIGGINS J.W. & REDPATH S. 2011. Exploring the relationships between wader declines and current land-use in the British uplands. *Bird Study*, 58(1), 13–26. <https://doi.org/10.1080/00063657.2010.513412>
- ANDERSSON M., WALLANDER J. & ISAKSSON D. 2009. Predator perches: A visual search perspective. *Functional Ecology*, 23(2), 373–379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01512.x>
- ANTHONY R.M., GRAND J.B., FONDEL T.F. & MILLER D.A. 2006. Techniques for identifying predators of goose nests. *Wildlife Biology*, 12(3), 249–256. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[249:tfipog\]2.o.co;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[249:tfipog]2.o.co;2)
- ARTHUR A., PECH R. & DICKMAN C. 2005. Effects of predation and habitat structure on the population dynamics of house mice in large outdoor enclosures. *Oikos*, 108(3), 562–572.
- ATUO F.A. & O'CONNELL T.J. 2017. The landscape of fear as an emergent property of heterogeneity: Contrasting patterns of predation risk in grassland ecosystems. *Ecology and Evolution*, 7, 4782–4793. <https://doi.org/10.1002/ece3.3021>
- AUSDEN M. & HIRONS G.J.M. 2002. Grassland nature reserves for breeding wading birds in England and the implications for the ESA agri-environment scheme. *Biological Conservation*, 106(2), 279–291. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00254-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00254-3)
- AUSDEN M., SUTHERLAND W.J. & JAMES R. 2001. The effects of flooding lowland wet grassland on soil macroinvertebrate prey of breeding wading birds. *Journal of Applied Ecology*, 38(2), 320–338. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00600.x>
- BEINTEMA A., MOEDT O. & ELLINGER D. 1995. *Ecologische Atlas van de Nederlandse weidevogels*. Schuyt & Co, Haarlem.
- BELL M.V. & CALLADINE J. 2017. The decline of a population of farmland breeding waders: a twenty-five-year case study. *Bird Study*, 64(2), 264–273. <https://doi.org/10.1080/00063657.2017.1319903>
- BELLEBAUM J. & BOCK C. 2009. Influence of ground predators and water levels on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding success in two continental wetlands. *Journal of Ornithology*, 150, 221–230. <https://doi.org/10.1007/s10336-008-0341-7>
- BENTON T.G., BRYANT D.M., COLE L., CRICK H.Q.P., BENTON T.I.M.G. & CRICK H.Q.P. 2002. Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology*, 39, 673–687.
- BERTHOLDT N.P., GILL J.A., LAIDLAW R.A. & SMART J. 2017. Landscape effects on nest site selection and nest success of Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in lowland wet grasslands. *Bird Study*, 64(1), 30–36. <https://doi.org/10.1080/00063657.2016.1262816>
- BESNARD A.G., FOURCADE Y. & SECONDI J. 2016. Measuring difference in edge avoidance in grassland birds: The corncrake is less sensitive to hedgerow proximity than passerines. *Journal of Ornithology*, 157(2), 515–523. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1281-7>
- BESNARD A.G. & SECONDI J. 2014. Hedgerows diminish the value of meadows for grassland birds: Potential conflicts for agri-environment schemes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 189, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.014>
- BOLTON M., TYLER G., SMITH K. & BAMFORD R. 2007. The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. *Journal of Applied Ecology*, 44(3), 534–544. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01288.x>
- BOUWENS S. 2017. Handreiking Kleine Marters in relatie tot soortbescherming. Nijmegen: Zoogdierverseniging.
- BRO E., MAYOT P., CORDA E. & REITZ F. 2004. Impact of habitat management on grey partridge populations: assessing wildlife cover using a multiside BACI experiment. *Journal of Applied Ecology*, 41, 846–857.
- BROOK L.A., JOHNSON C.N. & RITCHIE E.G. 2012. Effects of predator control on behaviour of an apex predator and indirect consequences for mesopredator suppression. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1278–1286. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02207.x>
- CALLADINE J., CRITCHLEY C. N. R., BAKER D., TOWERS J. & THIEL A. 2014. Conservation management of moorland: A case study of the effectiveness of a combined suite of management prescriptions which aim to enhance breeding bird populations. *Bird Study* 61, 56–72. <https://doi.org/10.1080/00063657.2013.876615>
- CALLADINE J., HUMPHREYS E.M., GILBERT L., FURNESS R.W., ROBINSON R. A., FULLER R. J., LITTLEWOOD N.A., PAKEMAN R.J., FERGUSON J. & THOMPSON C. 2017. Continuing influences of introduced hedgehogs *Erinaceus europaeus* as a predator of wader (*Charadrii*) eggs four decades after their release on the Outer Hebrides, Scotland. *Biological Invasions*, 19(7), 1981–1987. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1422-4>
- CHAKAROV N. & KRÜGER O. 2010. Mesopredator Release by an Emergent Superpredator: A Natural Experiment of Predation in a Three Level Guild. *PLoS ONE*, 5(12), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015229>
- CHAMBERLAIN D.E., FULLER R.J., BUNCE R.G.H.,

- DUCKWORTH J.C. & SHRUBB M. 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, 37, 771–788. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00548.x>
- CHIBOWSK P., BRZEZIŃSKI M. & JEDLIKOWSKI J. 2015. Predation on artificial nests imitating the broods of two rallid species: The influence of habitat features. *Polish Journal of Ecology*, 63(4), 573–584. <https://doi.org/10.3161/15052249PJE2015.63.4.009>
- COPPEDGE B.R., ENGLE D.M., MASTERS R.E. & GREGORY M.S. 2001. Avian Response to Landscape Change in Fragmented Southern Great Plains Grasslands. *Ecological Applications*, 11(1), 47–59.
- CRESSWELL W., LIND J. & QUINN J. L. 2010. Predator-hunting success and prey vulnerability: Quantifying the spatial scale over which lethal and non-lethal effects of predation occur. *Journal of Animal Ecology*, 79(3), 556–562. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01671.x>
- CUTLER T.L. & SWANN D.E. 1999. Photography in Wildlife Ecology: *Oecologia*, 27(3), 571–581.
- DADAM D., LEECH D.J., ROBINSON R.A. & CLARK N.A. 2014. Towards a better understanding of predation on breeding meadowbird populations. The Nunnery, Thetford, Norfolk: British Trust for Ornithology. Retrieved from http://www.bto.org/sites/default/files/shared_documents/publications/research-reports/2014/tr651.pdf
- DEMPSEY S.J., GESE E.M. & KLUEVER B.M. 2014. Finding a fox: An evaluation of survey Methods to Estimate Abundance of a Small Desert Carnivore. *PLoS ONE*, 9(8), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105873>
- DIJKSTRA B. 2011. Kieviten *Vanellus vanellus* op bedrijventerrein Graswijk, een leven tussen hoop en asfalt. *Drentse Vogels*, 25, 26–31.
- DONALD P.F., GREEN R.E. & HEATH M.F. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1462), 25–29. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1325>
- EGLINGTON S.M., BOLTON M., SMART M.A., SUTHERLAND W.J., WATKINSON A.R. & GILL J.A. 2010. Managing water levels on wet grasslands to improve foraging conditions for breeding northern lapwing *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology*, 47(2), 451–458. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01783.x>
- EGLINGTON S.M., GILL J.A., SMART M.A., SUTHERLAND W.J., WATKINSON A.R. & BOLTON M. 2009. Habitat management and patterns of predation of Northern Lapwings on wet grasslands: The influence of linear habitat structures at different spatial scales. *Biological Conservation*, 142(2), 314–324. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.027>
- ELLIS-FELEGE S.N., CONROY M.J., PALMER W.E. & CARROLL J.P. 2012. Predator reduction results in compensatory shifts in losses of avian ground nests. *Journal of Applied Ecology*, 49(3), 661–669. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02126.x>
- EVANS K.L. 2004. The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, 146, 1–13.
- FABER R. & VAN BELLEGHEM S. 2009. Weidevogelbescherming. *In: Weidevogels in Noord-Holland. Jaarboek 2008. Kenniscentrum weidevogels Noord-Holland.*
- FISCHER J. & LINDENMAYER D.B. 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 265–280. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00287.x>
- FLETCHER K., AEBISCHER N.J., BAINES D., FOSTER R. & HOODLESS A.N. 2010. Changes in breeding success and abundance of ground-nesting moorland birds in relation to the experimental deployment of legal predator control. *Journal of Applied Ecology*, 47(2), 263–272. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01793.x>
- FOPPEN R., VAN KLEUNEN A., LOOS W., NIENHUIS J. & SIERDSEMA H. 2002. Broedvogels en de invloed van hoofdwegen, een nationaal perspectief. *Sovon-onderzoeksrapport 2002/08 Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.*
- Gibbons D.W., Amar A., Anderson G.Q.A., Bolton M., Bradbury R.B., Eaton M.A., Evans A.D., Grant M.C., Gregory R.D., Hilton G.M., Hirons G.J.M., Hughes J., Johnstone I., Newbery P., Peach W.J., Ratcliffe N., Smith K.W., Summers R.W., Walton P. & Wilson J.D. 2007. The Predation of Wild Birds in the UK: a review of its conservation impact and management. *Sandy: RSPB.*
- GILLIES G. & WILLIAMS D. 2013. DOC tracking tunnel guide v2.5.2: Using Tracking Tunnels To Monitor Rodents and Mustelids. *Hamilton, New-Zealand.* Retrieved from <http://www.doc.govt.nz/Documents/science-and-technical/inventory-monitoring/im-toolbox-animal-pests-using-tracking-tunnels-to-monitor-rodents-and-mustelids.pdf>
- GOEDHART P.W., TEUNISSEN W.A. & SCHEKKERMAN H. 2010. Effect van nestbezoek en onderzoek op weidevogels. *Sovon-onderzoeksrapport 2010/01. Nijmegen: Sovon-onderzoeksrapport 2010/01.*
- GRANT M.C., ORSMAN C., EASTON J., LODGE C., SMITH M., THOMPSON G., RODWELL S. & MOORE N. 1999. Breeding success and causes of breeding failure of curlew *Numenius arquata* in Northern Ireland. *Journal of Applied Ecology*, 36, 59–74. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1999.00379.x>
- GRASHOFF & LEENDERS. 2015. Motie Grashoff/Leenders over instandhouding en herstel van de weidevogelpopulaties. Retrieved January 23, 2019, from https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9tvgaicovz8izf_j9vvij5epmj1eyo/vjv2oc2oadzt
- GRIFFIN J.N., TOSCANO B.J., GRIFFEN B.D. & SILLI-

- MAN B.R. 2015. Does relative abundance modify multiple predator effects? *Basic and Applied Ecology* 16(7): 641–651. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.05.003>
- HERNÁNDEZ F., HENKE S.E., SILVY N.J. & ROLLINS D. 2001. Comparison of success between actual northern bobwhite and wild turkey nests and simulated nests. *Wildlife Society Bulletin* 29(4): 1212–1218.
- HUSBY M. 2018. Nestling begging calls increase predation risk by corvids. *Animal Biology* 69(2): 1–19. <https://doi.org/10.1163/15707563-20181058>
- JACKSON D.B. 2001. Experimental Removal of Introduced Hedgehogs Improves Wader Nest Success in the Western Isles, Scotland. *Journal of Applied Ecology* 38(4): 802–812.
- JONGE POERINK B. & DEKKER J. 2018. Monitoring pilot project beheer steenmarters weidevogelgebied Soarremoarre. *Ecosensys*, Jasja Dekker Dierecoloog.
- JONGE POERINK B., DEKKER J. & VAN BOCHOVE K. 2017. Rapportage Pilot project predatie weidevogels door Steenmarters in de provincie Fryslân. Jonge Poerink, Jasja Dekker Dierecoloog, Datura.
- KAISER W., STORCH I., CARROLL J.P. 2006. Habitat Use and Survival of Gray Partridge Pairs in Bavaria, Germany. *Gamebird* 2006: Guail VI and Perdix XII. 31 May - 4 June 2006.
- KAMP J., PELSTER A., GAEDICKE L., KARTHÄUSER J., DIEKER P. & MANTEL K. 2014. High nest survival and productivity of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* breeding on urban brownfield sites. *Journal of Ornithology* 156(1): 179–190. <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1114-0>
- KAUHALA K. & IHALAINEN A. 2014. Impact of landscape and habitat diversity on the diversity of diets of two omnivorous carnivores. *Acta Theriologica* 59(1): 1–12. <https://doi.org/10.1007/s13364-013-0132-2>
- KENTIE R., BOTH C., HOOLMELJER J. & PIERSMA T. 2015. Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits *Limosa limosa*. *Ibis* 157: 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2015.05.030>
- KLEIJN D., DIMMERS W., VAN KATS R., & MELMAN D. 2009. Het belang van hoog waterpeil en bemesting voor de Grutto: I. de vestingsfase. *De Levende Natuur* 110(4): 180–183.
- KLEIJN D., SCHEKKERMAN H., DIMMERS W.J., VAN KATS R.J.M., MELMAN D. & TEUNISSEN W.A. 2010. Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of Black-tailed Godwits *Limosa l. Limosa* in the Netherlands. *Ibis* 152(3): 475–486. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2010.01025.x>
- KRAGTEN S., TAMIS W.L.M., GERTENAAR E., MIDCAP RAMIRO, S.M., VAN DER POLL R.J., WANG J. & DE SNOO G.R. 2011. Abundance of invertebrate prey for birds on organic and conventional arable farms in the Netherlands. *Bird Conservation International* 21: 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0959270910000079>
- LA HAYE M., BEKKER D. & MÜSKENS G. 2018. Monitoring van zoogdierpreparaten en muizen. Nijmegen: Zoogdierverseniging.
- LESBARRÈRES D. & FAHRIG L. 2012. Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know? *Trends in Ecology and Evolution* 27(7): 374–380. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.01.015>
- LIEBEZEIT J.R. & GEORGE T.L. 2002. Nest Predators, Nest-Site Selection, and Nesting Success of the Dusky Flycatcher in a managed ponderosa pine forest. *The Condor* 104(3): 507–517. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1370731> <http://www.jstor.org/stable/>
- LOURENÇO R., PENTERIANI V., DEL MAR DELGADO M., MARCHI-BARTOLOZZI M. & RABAÇA J.E. 2011. Kill before being killed: An experimental approach supports the predator-removal hypothesis as a determinant of intraguild predation in top predators. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65(9): 1709–1714. <https://doi.org/10.1007/s00265-011-1178-2>
- MACDONALD M.A. & BOLTON M. 2008. Predation on wader nests in Europe. *Ibis* 150(SUPPL.1): 54–73. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00869.x>
- MACDONALD M.A. & BOLTON M. 2008. Predation of Lapwing *Vanellus vanellus* nests on lowland wet grassland in England and Wales: Effects of nest density, habitat and predator abundance. *Journal of Ornithology*, 149(4): 555–563. <https://doi.org/10.1007/s10336-008-0303-0>
- MAJOR R.E. & KENDAL C.E. 2008. The contribution of artificial nest experiments to understanding avian reproductive success: a review of methods and conclusions. *Ibis* 138(2): 298–307. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1996.tb04342.x>
- MALPAS L.R., KENNERLEY R.J., HIRONS G.J.M., SHELDON R.D., AUSDEN M., GILBERT J.C. & SMART J. 2013. The use of predator-exclusion fencing as a management tool improves the breeding success of waders on lowland wet grassland. *Journal for Nature Conservation* 21(1): 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.09.002>
- MARTIN T.E. 1987. Artificial Nest Experiments: Effects of Nest Appearance and Type of Predator. *The Condor* 89: 925–928. <https://doi.org/10.1001/jama.1994.03510290064038>
- MASOERO G., MAURINO L., ROLANDO A. & CHAMBERLAIN D. 2016. The effect of treeline proximity on predation pressure: an experiment with artificial nests along elevational gradients in the European Alps. *Bird Study* 63(3): 395–405. <https://doi.org/10.1080/00063657.2016.1214106>
- MASON L.R., SMART J. & DREWITT A.L. 2018. Tracking day and night provides insights into the relative importance of different wader chick predators. *Ibis* 160: 71–88. <https://doi.org/10.1111/ibi.12523>
- MASON L., SMART J. & DREWITT A.L. 2016. Tracking

- day and night provides insights into the different predators of the chicks of breeding waders. BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III, 1–2.
- MATEO-MORIONES A., VELLAFUERTE R. & FERRERAS P. 2012. Does fox control improve red-legged partridge (*Alectoris rufa*) survival? An experimental study in Northern Spain. *Animal Biodiversity and Conservation* 35(2): 395–404.
- MCCRACKEN D.I. & TALLOWIN J.R. 2004. Swards and structure: the interactions between farming practices and bird food resources in lowland grasslands. *Ibis* 146(SUPPL. 2): 108–114. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00360.x>
- MCMILLAN R.L. 2014. Hen Harriers on Skye, 2000–12: nest failures and predation. *Scottish Birds* 34(2): 30–39. <https://doi.org/10.1080/01639370802177620>
- MEISNER K., SUNDE P., CLAUSEN K.K., CLAUSEN P., FÆLLED C. C. & HOELGAARD M. 2014. Foraging ecology and spatial behaviour of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a wet grassland ecosystem. *Acta Theriologica* 59(3): 377–389. <https://doi.org/10.1007/s13364-014-0178-9>
- MORRIS A.J. & GILROY J.J. 2008. Close to the edge: Predation risks for two declining farmland passerines. *Ibis* 150(SUPPL.1): 168–177. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00857.x>
- MULDER J.L. 1990. The Stoat *Mustela erminea* in the Dutch Dune Region, its Local Extinction, and a Possible Cause: The Arrival of the Fox *Vulpes vulpes*. *Lutra* 33(1): 1–21.
- MURRAY L. 2015. Success and Predation of Bird Nests in Grasslands at Valley Forge National Historical Park. *Northeastern Naturalist* 22(1): 10–19. <https://doi.org/10.1656/045.022.0103>
- NAEF-DAENZER B. & GRÜEBLER M.U. 2008. Post-Fledging Range use of Great Tit *Parus major* Families in Relation to Chick Body Condition. *Ardea* 96(2): 181–190. <https://doi.org/10.5253/078.096.0204>
- NEWTON I. 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146(4): 579–600. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00375.x>
- NICOLL M. & NORRIS K. 2010. Detecting an impact of predation on bird populations depends on the methods used to assess the predators. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 300–310. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00030.x>
- NIJLAND F., SCHEKKERMAN H. & TEUNISSEN W. 2010. Methodes monitoring weidevogels. Sovon-onderzoeksrapport 2010/09. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- OOSTERVELD E.B. 2011. Weidevogels en predatie: een literatuuroverzicht. Feanwâlden: Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4491.6328>
- OOSTERVELD E.B., BRUINZEEL L.W. & WYMENGA E. 2014. Ecologie van weidevogels: Kennisbundeling voor bescherming en beheer. A&W-Rapport 1831. Feanwâlden: Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2525.5521>
- OOSTERVELD E.B., HIBMA R.J. & SIKKEMA M. 2014. Onderzoek naar de reproductie van de Grutto in de Filenspolder in 2014. Feanwâlden: A&W-rapport 2045. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.
- OOSTERVELD E.B., HOVING I., SIKKEMA M., VAN DER KAMP J., METTROP I. & HENDRIKS R. 2017. Effecten van tijdelijk hoog waterpeil op weidevogels, bodem en grasopbrengst. A&W-rapport 2151. Feanwâlden: Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek.
- OOSTERVELD E., DE HOOP P. & VAN DER HEIDE Y. 2018. Predatie en reproductie bij weidevogels in de Medenertilster- en Fransumerpolder (Gr) in 2017. Feanwâlden: Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek.
- OOSTERVELD E., MULDER J., DE HOOP P. & DAVIDS L. 2017. Predatie en predatoren bij weidevogels in drie gebieden in West-Overijssel. Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek.
- PANEK M. 2013. Landscape structure, predation of red foxes on grey partridges, and their spatial relations. *Central European Journal of Biology* 8(11): 1119–1126. <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0237-2>
- PIETZ P.J. & GRANFORS D.A. 2000. Identifying Predators and Fates of Grassland Passerine Nests Using Miniature Video Cameras. *The Journal of Wildlife Management* 64(1): 71–87. <https://doi.org/10.2307/3802976>
- PITA R., MIRA A., MOREIRA F., MORGADO R. & BEJA P. 2009. Influence of landscape characteristics on carnivore diversity and abundance in Mediterranean farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132: 57–65.
- POOLE D.W. & MCKILLOP I.G. 2002. Effectiveness of two types of electric fence for excluding the Red Fox (*Vulpes vulpes*). *Mammal Review* 32(1): 51–57. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2002.00095.x>
- PROVINCIALE STATEN. 2016. Retrieved January 23, 2019, from <https://www.drentsparlement.nl/Vergaderingen/Provinciale-Statens-PS/2016/09-maart/13:30:00/Motie-Vreemd-Aan-De-Orde-Behoud-weide-en-akker-vogels-in-Drenthe/M-Bakker/15:50:13/>
- PURGER J.J., KURUCZ K., TÓTH Á. & BATÁRY P. 2012. Coating plasticine eggs can eliminate the overestimation of predation on artificial ground nests. *Bird Study* 59(3): 350–352. <https://doi.org/10.1080/00063657.2012.684550>
- REBOLO-IFRÁN N., TELLA J.L. & CARRETE M. 2017. Urban conservation hotspots: predation release allows the grassland-specialist burrowing owl to perform better in the city. *Scientific Reports* 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03853-3>
- RICKENBACH O., GRÜEBLER M.U., SCHAUB M., KOLLER A., NAEF-DAENZER B. & SCHIFFERLI L. 2011. Exclusion of ground predators improves Northern

- Lapwing *Vanellus vanellus* chick survival. *Ibis* 153: 531–542.
- ROODBERGEN M., SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W.A. & OOSTERVELD E. 2010. De invloed van beheer en predatie op de overleving van weidevogelkuikens in Friesland. Sovon-onderzoeksrapport 2010/12. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- ROODBERGEN M., TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H. & MAJOUR F. 2011. Vegetatiestructuur en de groei van gruttokuikens, pp. 87–118. *In*: Teunissen W.A. & Wymenga E. (Eds.) 2011. Factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van weidevogelpopulaties. Belangrijke factoren tijdens de trek, de invloed van waterpeil op voedselbeschikbaarheid en graslandstructuur op kuikenoverleving. Sovon-onderzoeksrapport 2011/10. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. A&W-rapport 1532. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden. Alterra rapport 2187, Alterra, Wageningen.
- ROODBERGEN M. & TEUNISSEN W. 2019. Meadow birds in The Netherlands. *Wader Study* 126(1): 7–18. doi:10.18194/ws.00134.
- ROODBERGEN M., VAN DER WERF B. & HÖTKER H. 2012. Revealing the contributions of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: review and meta-analysis. *Journal of Ornithology* 153: 53–74. <https://doi.org/10.1007/s10336-011-0733-y>
- ROOS S., SMART J., GIBBONS D.W. & WILSON J.D. 2018. A review of predation as a limiting factor for bird populations in mesopredator-rich landscapes: a case study of the UK. *Biological Reviews* 93(4): 1915–1937. <https://doi.org/10.1111/brv.12426>
- RSPB. 2017. Guidance on the use of predator exclusion fences to reduce mammalian predation on ground-nesting birds on RSPB reserves. Intern document.
- SAMELIUS G. & ALISAUSKAS R.T. 2000. Foraging patterns of arctic foxes at a large arctic goose colony. *Arctic*, 53(3), 279–288. <https://doi.org/10.14430/arctic858>
- SCHEKKERMAN H. 2008. Precocial problems. Shorebird chick performance in relation to weather, farming, and predation. Alterra Wageningen. Rijksuniversiteit Groningen. Retrieved from <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/science/2008/h.schekkerman/?pLanguage=en&pFullItemRecord=ON>
- SCHEKKERMAN H. & BEINTEMA A.J. 2007. Abundance of invertebrates and foraging success of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* chicks in relation to agricultural grassland management. *Ardea*, 95(1), 39–54. <https://doi.org/10.5253/078.095.0105>
- SCHEKKERMAN H. & MUSKENS G. 2000. Produceren Grutto's *Limosa limosa* in agrarisch grasland voldoen de jongen voor een duurzame populatie? *Limosa* 73: 121–134.
- SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W. & OOSTERVELD E. 2008. The effect of “mosaic management” on the demography of black-tailed godwit *Limosa limosa* on farmland. *Journal of Applied Ecology* 45(4): 1067–1075. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01506.x>
- SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W. & OOSTERVELD E. 2009. Mortality of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chicks in wet grasslands: influence of predation and agriculture. *Journal of Ornithology* 150: 133–145. <https://doi.org/10.1007/s10336-008-0328-4>
- SCHEKKERMAN H. & VISSER G.H. 2001. Prefledging Energy Requirements in Shorebirds : Energetic Implications of Self-Feeding Precocial Development. *The Auk* 118(4): 944–957.
- SERGIO F. & HIRALDO F. 2008. Intraguild predation in raptor assemblages: A review. *Ibis* 150(SUPPL.1): 132–145. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00786.x>
- SCHRÖDER J. 2010. Individual fitness correlates in the Black-tailed Godwit. Proefschrift RU Groningen.
- SHRUBB M. 1990. Effects of agricultural change on nesting lapwings *Vanellus vanellus* in England and Wales. *Bird Study* 37: 115–127. <https://doi.org/10.1080/00063659009477047>
- SIH A., CROWLEY P., MCPEEK M., PETRANKA J. & STROHMEIER K. 1985. Predation, competition, and prey communities: a review of field experiments. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 269–311.
- SMAAL M. & VAN MANEN W. 2017. Monitoring weasels (*Mustela nivalis*) with nest boxes. *Lutra* 60(1): 19–26.
- SMITH R.K., PULLIN A.S., STEWART G.B. & SUTHERLAND W.J. 2011. Is nest predator exclusion an effective strategy for enhancing bird populations? *Biological Conservation* 144(1): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.008>
- SOVON VOGELONDERZOEK NEDERLAND 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos uitgevers, Utrecht/Antwerpen.
- STAKE M.M. & CIMPRICH D.A. 2003. Using Video to Monitor Predation at Black-Capped Vireo Nests. *The Condor* 105(2): 348–357. [https://doi.org/10.1650/0010-5422\(2003\)105\[0348:uvtmpa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1650/0010-5422(2003)105[0348:uvtmpa]2.0.co;2)
- SVOBODOVÁ J., KOUBOVÁ M., MRŠTNÝ L., ALBRECHT T. & KREISINGER J. 2012. Temporal variation in nest predation risk along habitat edges between grassland and secondary forest in Central Europe. *European Journal of Wildlife Research* 58(1): 315–323. <https://doi.org/10.1007/s10344-011-0582-2>
- TEUNISSEN W.A. 2000. Vrijwillige weidevogelbescherming. Het effect van vrijwillige weidevogelbescherming op de aantalsontwikkeling en het reproductiesucces van weidevogels. Sovon-onderzoeksrapport 2000/04. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- TEUNISSEN W., KAMPICHLER C., ROODBERGEN M. & VOGEL R. 2015. Beoordeling van de staat van instandhouding van de Kievit (*Ljip*) *Vanellus vanellus* als broedvogel in de provincie Fryslân. Sovon-rapport 2015/56. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H. & WILLEMS F. 2005. Predatie bij weidevogels. Op zoek naar de mogelijke

- effecten van predatie op de weidevogelstand. Sovon-onderzoeksrapport 2005/11 / Alterra-Document 1292. Sovon Vogelonderzoek Nederland / Alterra, Beek-Ubbergen / Wageningen.
- TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H., WILLEMS F. & MAJOUR F. 2008. Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. *Ibis* 150: 74–85.
- TEUNISSEN W. & WYMENGA E. 2011. Factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van weidevogelpopulaties. Alterra-rapport 2187.
- TOMÉ R., DIAS M.P., CHUMBINHO A.C. & BLOISE C. 2011. Influence of perch height and vegetation structure on the foraging behaviour of Little Owls *Athene noctua*: how to achieve the same success in two distinct habitats. *Ardea* 99(1): 17–26. <https://doi.org/10.5253/078.099.0103>
- TOMS M.P., SIRIWARDENA G.M. & GREENWOOD J.J.D. 1999. Developing a mammal monitoring programme for the UK. BTO - Research Report. Thetford, Norfolk. Retrieved from <http://btoweb01.bto.org/sites/default/files/u196/downloads/rr223.pdf>
- VAN DER VLIET R.E., VAN DIJK J. & WASSEN M.J. 2010. How different landscape elements limit the breeding habitat of meadow bird species. *Ardea* 98(2): 203–209. <https://doi.org/10.5253/078.098.0210>
- VAN DER VLIET R.E., SCHULLER E. & WASSEN M.J. 2008. Avian predators in a meadow landscape: Consequences of their occurrence for breeding open-area birds. *Journal of Avian Biology* 39(5): 523–529. <https://doi.org/10.1111/j.0908-8857.2008.04310.x>
- VAN DER WAL J. & TEUNISSEN W. 2018. Boerenlandvogels en predatie : een update van de huidige kennis. Sovon-rapport 2018/31. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VAN NORREN E., LA HAYE M. & HOLLANDER H. 2015. ANLb-beleidsmonitoring landzoogdieren: Meetnetontwerp en haalbaarheidsanalyse. Zoogdierverseniging, Nijmegen.
- VOŘÍŠEK P., JIGUET F., VAN STRIEN A., ŠKORPILOVÁ J., KLVAŇOVÁ A. & GREGORY R.D. 2010. Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost? *In*: BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III (<http://www.bou.org.uk/bouproc-net/lfb3/vorisek-eta>). Retrieved from <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/lfb3/vorisek-etal.pdf>
- WALLANDER J., ISAKSSON D. & LENBERG T. 2006. Wader nest distribution and predation in relation to man-made structures on coastal pastures. *Biological Conservation* 132(3): 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.026>
- WALTERS J.R. 1990. Anti-Predatory Behavior of Lapwings: Field Evidence of Discriminative Abilities. *The Wilson Bulletin* 102(1): 49–70. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2007.01957.x>
- WATSON M. 2004. The effects of raptor predation on Grey Partridges *Perdix perdix*. PhD thesis. Linacre Collage, University of Oxford
- WEBBON C.C., BAKER P.J. & HARRIS S. 2004. Faecal density counts for monitoring changes in red fox numbers in rural Britain. *Journal of Applied Ecology* 41(4): 768–779. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00930.x>
- WEST B.C., MESSMER T.A. & BACHMAN D. 2007. Using predator exclosures to protect ground nests from red fox. *Human-Wildlife Conflicts*, 1(1), 24–26.
- WHITTINGHAM M.J. & DEVEREUX C.L. 2008. Changing grass height alters foraging site selection by wintering farmland birds. *Basic and Applied Ecology* 9(6): 779–788. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2007.08.002>
- WHITTINGHAM M.J. & EVANS K.L. 2004. The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis* 146: 210–220. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00370.x>
- WILSON A.M., AUSDEN M. & MILSOM T.P. 2004. Changes in breeding wader populations on lowland wet grasslands in England and Wales: Causes and potential solutions. *Ibis* 146(SUPPL. 2): 32–40. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00371.x>
- WILSON J.D., WHITTINGHAM M.J. & BRADBURY R.B. 2005. The management of crop structure: A general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? *Ibis* 147(3): 453–463. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2005.00440.x>
- WINTER M., JOHNSON D.H., SHAFFER J.A., DONOVAN T.M. & SVEDARSKY W.D. 2006. Patch size and landscape effects on density and nesting success of grassland birds. *Journal of Wildlife Management* 70(1): 158–172. [https://doi.org/10.2193/0022-541x\(2006\)70\[158:psaleo\]2.0.co;2](https://doi.org/10.2193/0022-541x(2006)70[158:psaleo]2.0.co;2)
- WOODROFFE R. & REDPATH S.M. 2015. When the hunter becomes the hunted. *Science* 348(6241): 1312–1314. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8465>



In opdracht van:

provincie Drenthe

Sovon Vogelonderzoek Nederland

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

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl

