

De invloed van beheer en predatie op de overleving van weidevogelkuikens in Friesland

M.Roodbergen, H.Schekkerman, W.A.Teunissen & E.Oosterveld



SOVON-onderzoeksrapport 2010/12
A&W rapport 1510
Dit rapport is samengesteld
in opdracht van de Provincie Fryslân

provinsje fryslân
provincie fryslân 

Colofon

Wijze van citeren: Roodbergen M., Schekkerman H., Teunissen W.A. & Oosterveld E. De invloed van beheer en predatie op de overleving van weidevogelkuikens in Friesland. SOVON-onderzoeksrapport 2010/12. A&W rapport 1510. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Samenstelling: M.Roodbergen, H.Schekkerman, W.A.Teunissen & E.Oosterveld

Lay out: Peter Eekelder

Foto's: F. Majoor, M. Roodbergen & W.A. Teunissen

SOVON Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: info@sovon.nl
website: www.sovon.nl

© 2010 SOVON Vogelonderzoek Nederland

ISSN 1382-6247

Inhoud

| | |
|---|----|
| Dankwoord..... | 4 |
| Samenvatting..... | 5 |
| 1. Inleiding..... | 7 |
| 2. Materiaal en methode..... | 9 |
| 2.1 Onderzoeksgebieden..... | 9 |
| Selectie..... | 9 |
| Skrok..... | 10 |
| Wyns..... | 11 |
| Weersomstandigheden in 2009..... | 12 |
| 2.2 Veldonderzoek..... | 13 |
| 2.3 Nesten..... | 13 |
| 2.4 Kuikens..... | 13 |
| Zenderen..... | 13 |
| Peilen..... | 13 |
| Bepaling van doodsoorzaken..... | 14 |
| Conditie van kuikens..... | 15 |
| Gebruiksstatus van percelen..... | 15 |
| 2.5 Analyses..... | 16 |
| Nestoverleving..... | 16 |
| Kuikenoverleving..... | 16 |
| Verlieskansen per doodsoorzaak..... | 17 |
| Invloed van omgevingsvariabelen op de kuikenoverleving..... | 17 |
| 3. Resultaten..... | 21 |
| 3.1 Nestsucces..... | 21 |
| Skrok..... | 21 |
| Wyns..... | 21 |
| 3.2 Kuikenoverleving..... | 22 |
| 3.3 Invloed van omgevingsvariabelen op de kuikenoverleving..... | 26 |
| 3.4 Reproductie..... | 30 |
| 4. Conclusies en discussie..... | 33 |
| Literatuur..... | 37 |

Dankwoord

Bij deze bedanken wij Marco Hoekstra (BFVW), Natuurmonumenten, in de persoon van Klaas Tiemersma, Jelle Hibma en Jelle de Boer en de vele boeren en vrijwilligers in Skrok, met name Murk-Nijland en Pieter Breeuwsma voor hun inzet en samenwerking. De volgende boeren gaven toestemming om het onderzoek op hun land uit te voeren: dhr. Murk-Nijland, dhr. Breeuwsma, dhr. Kuiper, dhr. Bakker, dhr. Reitsma, dhr. Van der Valk (Skrok), H. Meindertsma, D. Hoogland, dhr. Zijlstra, dhr. Hellinga en dhr. Hooghiemstra (Wyns). Een aantal vrijwillige weidevogelbeschermers hielp om

nesten te zoeken en de lotgevallen bij te houden: P. Breeuwsma, W. Bruinsma, C. Frankena (Skrok), H. Meindertsma, J. Tuinenga, L. Agema, J. Veenstra, J. van der Bij, J.H. de Vries en D. Herder (Wyns). Henk Oud van de Skriezekrite Wâld en Ie hielp ons op gang met de contacten in Wyns. Het veldwerk in Wyns is verricht door Rienk Jelle Hibma en André Duiven. Frank Majoor heeft de nodige instructies gegeven om het veldwerk succesvol te kunnen laten verlopen. Peter de Boer heeft op enkele Waddeneilanden meeuwenkolonies afgezocht naar zenders.

Samenvatting

Om te achterhalen welke rol agrarisch beheer en predatie spelen in de overleving van grutto- en kievitkuikens in Friesland, zijn in 2009 in twee onderzoeksgebieden (Skrok en Wyns), op zowel boerenland als reservaat, de overleving en doodsoorzaken van kuikens vastgesteld. Hiervoor zijn kuikens gezenderd en gevolgd tot uitvliegen of doodgaan. Ook is door vrijwilligers het nestsucces bijgehouden. De gegevens van gezenderde kuikens zijn samen met gegevens uit eerder onderzoek naar predatie en effectiviteit van mozaïekbeheer geanalyseerd.

Het nestsucces in de twee gebieden was redelijk tot goed, al is deze in Skrok waarschijnlijk overschat (Skrok: 74% bij Grutto, 83% bij Kievit; Wyns: 60% bij Grutto, 65% bij Kievit). De kuikenoverleving daarentegen was vrij laag bij de Grutto (21% in Skrok en 16% in Wyns) tot zeer laag bij de Kievit (4% in Skrok, 7% in Wyns). Dit resulteerde in een totale reproductie die voor beide soorten in beide gebieden te laag was om de populatie in stand te houden.

Er werden te weinig gegevens verzameld om de resultaten voor het boerenland en de reservaten apart te berekenen.

Predatie bleek de belangrijkste verliesoorzaak van kuikens (minimaal 31%, maximaal 77%), waarbij een veelheid aan predatoren in het spel was. Van de kuikens waarvan bekend was of deze door een vogel of zoogdier gepredeerd zijn, is 60% door een vogel gegrepen en 40% door een zoogdier. Nog eens 4% van de kuikens kwam om door verdrinking en eenzelfde percentage door uitputting. Er werden geen kuikens aangetroffen die door landbouwwerkzaamheden zijn gestorven. In Skrok bleef 17% van de kuikens vermist, in Wyns was dit 74%.

De totale verliezen waren in Skrok in 2009 voor de Grutto relatief laag, maar voor de Kievit juist hoog. In Wyns waren de totale verliezen voor beide soorten relatief hoog.

Uit de gezamenlijke analyse van de gegevens uit 2009 en gegevens uit eerder onderzoek (2003-2005) is gebleken dat gruttokuikens in gemaaid (of eerder beweide) grasland met een korte vegetatie een significant verhoogd risico liepen op sterfte ten opzichte van de geprefereerde ongemaaide percelen, met name door (vogel)predatie. Wanneer een perceel werd gemaaid, werd de kans op 'agrarische verliezen' door maaien en schudden met een factor zeven verhoogd ten opzichte van peilintervallen waarin het verblijfperceel niet is gemaaid. Ook de kans dat een kuiken na zo'n interval werd gevonden

als slachtoffer van 'predatie', met name door vogels, werd in dat geval significant verhoogd. Tot slot nam de sterftekans bij gruttokuikens significant toe bij afnemende conditie, deels door sterfte door uitputting, maar ook door andere verliesoorzaken, waarschijnlijk vooral predatie.

Bij kievitkuikens leek de sterftekans in korte, gemaaide vegetaties ook relatief hoog maar het verschil met ongemaaid grasland was niet significant. Ook vonden we geen significant effect van maaien op de sterftekans van kievitkuikens. De kans op vermissing op gemaaide percelen was wel significant verhoogd. Daarnaast hadden kievitkuikens op beweede percelen een significant lagere sterftekans, met name door een verminderde kans op predatie. De kans op sterfte door predatie was ook op bouwland significant lager. Bij een verminderde conditie van kievitkuikens was alleen de sterftekans voor uitputting significant hoger.

De nieuwe peilgegevens uit 2009, in combinatie met de gegevens uit eerder onderzoek, bevestigen de resultaten van de eerdere analyses. Een uitzondering vormt de conclusie dat 'predatie' bij gruttokuikens deels een gevolg is van maaiactiviteit, die door aanvulling met de nieuwe gegevens veel sterker onderbouwd wordt.

Intensief agrarisch gebruik leidt zowel direct als indirect tot verhoogde sterftekanzen bij gruttokuikens. Vroeg maaien leidt tot meer directe kuikensterfte door maaien en schudden, maar ook tot verhoogde predatie en/of aaseterij meteen na het maaien. Daarnaast verdwijnen door gelijktijdig maaien van grote oppervlakken grasland dekking en voedsel, wat leidt tot extra sterfte door predatie en uitputting. Er is dus een duidelijke interactie tussen effecten van agrarisch landgebruik en predatie op de overleving van gruttokuikens. Bij Kieviten lijken deze effecten vooralsnog geringer te zijn.

De resultaten uit dit onderzoek en uit het predatieonderzoek laten zien dat er een duidelijke relatie bestaat tussen verhoogde predatieverliezen en de intensiteit van het landgebruik. Onze onderzoeksresultaten laten ook zien dat extensiever beheer alléén mogelijk niet voldoende is om de noodzakelijke reproductie te halen. Tevens is gebleken dat ingrijpen in de aanwezigheid van predatoren ook niet altijd tot het gewenste effect leidt. De veiligste optie om de reproductie te verbeteren lijkt het werken aan de kenmerken van een gebied zoals bijvoorbeeld het creëren van openheid, verhogen van waterpeil en aanpassen van het agrarisch landgebruik. Door het agrarisch landgebruik aan te passen, met name door later te maaien en de voedselbeschikbaarheid voor

kuikens te verhogen, worden drie belangrijke verliesoorzaken van weidevogelkuikens gereduceerd: verliezen door maaien, uitputting en predatie. Als aan die voorwaarden is voldaan kan aanvullend predatorenbeheer worden overwogen totdat de populatie weer zelf in voldoende mate in staat is om zich te verdedigen tegen predatoren.

1. Inleiding

In Fryslân is geregeld discussie over de effecten van predatie op de weidevogelpopulaties. Daarbij komt vaak naar voren dat in gebieden waar veel wordt gedaan om het de weidevogels naar de zin te maken dit niet het gewenste effect heeft op de ontwikkeling van de weidevogelpopulaties. Als mogelijke oorzaak hiervan wordt vaak predatie genoemd. Ondanks alle beheermaatregelen in bijvoorbeeld *Skriezekriten* (gruttokringen) worden maar weinig jongen vliegvlug. Eerder onderzoek heeft al laten zien dat predatie de belangrijkste doodsoorzaak is van kuikens (Teunissen *et al.*, 2005; Schekkerman *et al.*, 2005). Uit het onderzoek kwam onder andere naar voren dat de kans dat een kuiken dood gaat sterk kan variëren afhankelijk van het type grasland waarin het zich bevindt.

De Provinsje Fryslân wil graag de discussie over oorzakelijke factoren achter de afname van de weidevogels verder helpen. Daarbij blijken er weinig feitelijke gegevens beschikbaar over de lotgevallen van kuikens, en speciaal in Fryslân. Door nieuwe onderzoeksgegevens te verzamelen over kuikenoverleving, en de rol van predatie daarbij, kan een betere onderbouwing worden verkregen van de oorzaken van de achteruitgang.

Onderhavig rapport beschrijft onderzoek door SOVON Vogelonderzoek Nederland en Bureau Altenburg & Wymenga naar de doodsoorzaken van weidevogelkuikens in twee gebieden in Fryslân en

de invloed van beheer hierop. Tijdens veldonderzoek werd de doodsoorzaak van kievit- en gruttokuikens vastgesteld. Hiervoor werden de kuikens voorzien van een kleine zender en gevolgd tot uitvliegen of doodgaan. Bij iedere peiling werd de locatie van de kuikens geregistreerd samen met het landgebruik van het perceel waarop de kuikens zich bevonden en van de omringende percelen. Werd een kuiken dood aangetroffen dan werd op grond van de locatie of sporen die bij het jong werden aangetroffen besloten wat de doodsoorzaak was. Hierdoor kon de doodsoorzaak van het kuiken worden gekoppeld aan het beheer/landgebruik op het moment van doodgaan. De analyse werd onder andere met ‘proportional hazard modellen’ uitgevoerd. Hierbij werd tevens gebruik gemaakt van gegevens die in eerder onderzoek (Teunissen *et al.*, 2005) zijn verzameld. Met deze modellen werd de kans berekend dat een kuiken doodgaat in een bepaald type perceel ten opzichte van een referentietype. Aan de hand van de uitkomsten wordt voorspeld hoe groot de kans op verlies van een kuiken is in relatie tot het type perceel waarop het zich bevindt. Dit biedt mogelijkheden om te bepalen welk type beheer de kans op predatie verkleint.

Het onderzoek is uitgevoerd in de gebieden Skrok en de Wynserpolder en omgeving. In beide gebieden is een combinatie van een reservaat en intensief en extensief beheerd boerenland onderzocht, zodat er grote variatie in beheer aanwezig is.

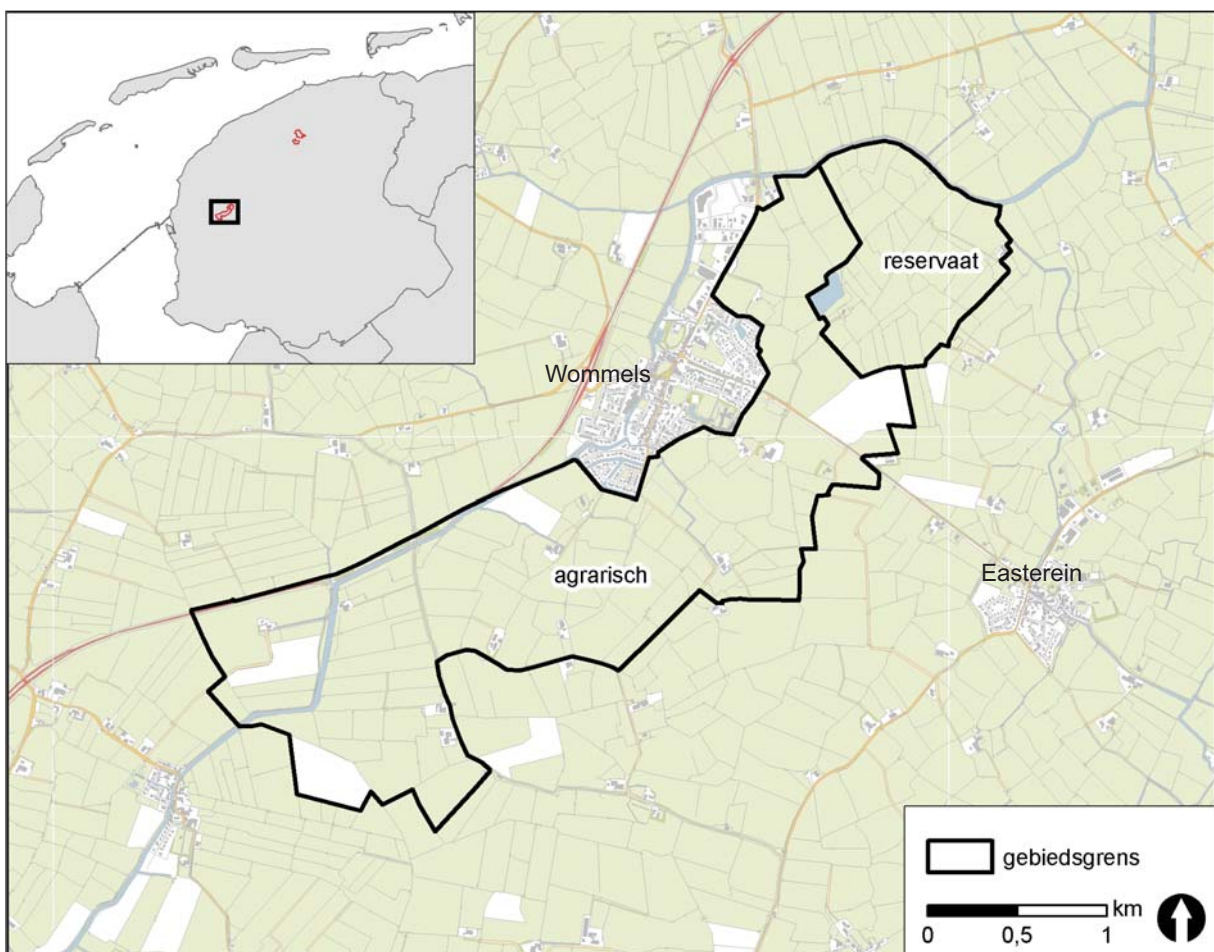
2. Materiaal en methode

2.1 Onderzoeksgebieden

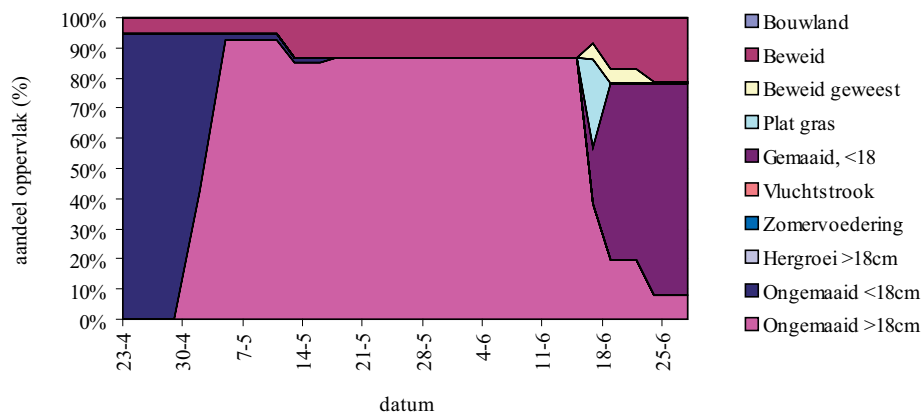
Selectie

Voor het onderzoek heeft de provincie Fryslân twee gebieden aangedragen waar de laatste jaren discussies worden gevoerd over de rol van predatie: het weidevogelreservaat Skrok en omgeving en het reservaat Wynserpolder en omgeving. Beide reservaten horen tot goede weidevogelgebieden in Fryslân met gruttodichtheden van ca. 80 broedparen per 100 ha (Oosterveld, 2006). Uit alarmtellingen blijkt echter dat er in sommige recente jaren maar weinig kuikens vliegvlug werden. Dit geldt ook voor landbouwgebied in de omgeving waar (lokaal) ook nog aanzienlijke dichtheden weidevogels voorkomen. Zowel het reservaat Skrok als Wynserpolder worden al jaren beheerd voor weidevogels. In recente 'opkrikplannen' wordt geconstateerd dat er weinig lijkt te schorten aan beheer en inrichting van deze terreinen (Oosterveld, 2006). Beide reservaten hebben een hoog waterpeil en worden matig intensief bemest, wat resulteert in

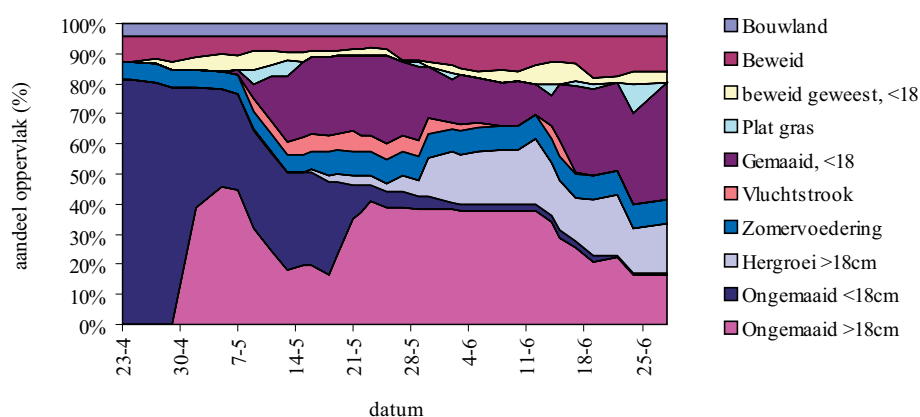
bloemrijke vegetaties met een open structuur die worden gedomineerd door soorten als Veldzuring, Scherpe Boterbloem en Reukgras. Dergelijke vegetaties vormen gunstig opgroeihabitat voor gruttokuikens en herbergen, onder andere door langdurige plasdras in het voorjaar, ook veel plekken met een korte vegetatie waar kievitkuikens voorkeur voor hebben (onder andere Oosterveld & Altenburg, 2004; Kleijn *et al.*, 2007). Ondanks het ogenschijnlijk goede weidevogelhabitat kwamen in de reservaten gedurende de laatste jaren weinig jongen groot en de betrokken beheerders en vrijwilligers hebben de indruk dat predatie hierbij een belangrijke rol speelt. Een zelfde idee bestaat voor een deel van het omringende boerenland, waar agrarisch mozaïekbeheer wordt toegepast. In beide gebieden wordt door een samenwerking tussen reservataasbeheerders en omringende boeren, vrijwillige weidevogelbeschermers ('nazorgers') en wildbeheerders geprobeerd de weidevogelstand op peil te houden.



Figuur 1. Onderzoekgebied Skrok bij Wommels.



Figuur 2. Het perceelsgebruik in de tijd in het reservaat Skrok, gegeven in percentages van het totaal oppervlak onderzochte percelen.



Figuur 3. Het perceelsgebruik in de tijd in het agrarisch gebied bij Skrok, gegeven in percentages van het totaal oppervlak onderzochte percelen.

Skrok

Dit onderzoeksgebied ligt in de Greidhoeke, bij Wommels ten noordoosten van Bolsward, in de gemeente Littenseradiel (figuur 1). Feitelijk is Skrok alleen het reservaat van Natuurmonumenten dat binnen het onderzoeksgebied ligt, maar voor het gemak hebben we het gehele onderzoeksgebied hiernaar vernoemd. Het ligt in zijn geheel in één van de *Skriezeken*, waarbinnen gebiedsgerichte samenwerking plaatsvindt voor het behoud van weidevogels. Het is een voormalig slenkengebied temidden van terpen, dat vroeger, ca. 2000 jaar geleden, regelmatig door de zee werd overstroomd tot het langzaam ingepolderd werd. Het gebied bestaat uit kleigrond met voornamelijk graslanden. Het reservaat van Natuurmonumenten omvat 88 hectare, waar het beheer sinds 1983 gericht is op weidevogels. Het ouderwetse greppelpatroon is hier nog voor 95% origineel. Het slootwaterpeil ligt op 30-50 cm beneden maaiveld. Alle percelen worden pas half juni gemaaid en op enkele percelen vindt vanaf 1 mei beweiding met lage dichtheden koeien plaats. Eens in de drie jaar wordt hier bemest met ruige stalmest. Medewerkers van Natuurmonumenten voeren hier zelf territoriumkarteringen en alarmtellingen uit en zochten in het kader van dit onderzoek ook naar nesten van Kieviten en Grutto's. Gruttodichtheden namen in dit reservaat begin jaren '90 toe van rond de 50 paren per 100ha in 1990 naar

ca. 200 in 1996. Sindsdien zijn de aantallen echter weer afgenomen naar ca. 100 paren in 2005. Ook de Kievit is eerst toe en dan afgenomen, van ca. 25 paren per 100ha in 1990, tot ca. 120 paren in 1998 en 45 paren in 2005. De afname wordt mogelijk veroorzaakt door toenemende predatie (de Boer *et al.*, 2006).

Daarnaast is onderzoek verricht op nabij het reservaat gelegen boerenland, dat varieerde in bedrijfsvoering van zeer extensief tot intensief. Op bedrijven met intensieve bedrijfsvoering werd voor het eerst op 7 mei gemaaid. Beweiding vond hier plaats met hoge dichtheden melk- en jongvee. Op het merendeel van de percelen van het extensieve bedrijf waren beheersovereenkomsten afgesloten met maaidatum van 8 respectievelijk 15 juni. De overige percelen werden alternerend beweide met lage dichtheden melkvee.

Op het boerenland werden nesten gezocht door vrijwillige weidevogelbeschermers van de BFWV (Friese bond van vogelwachters) en/of door boeren zelf.

In het gebied waren twee permanente ondiepe plassen aanwezig, één in het reservaat van Natuurmonumenten en één bij het extensieve bedrijf, beide met een schuilhut.

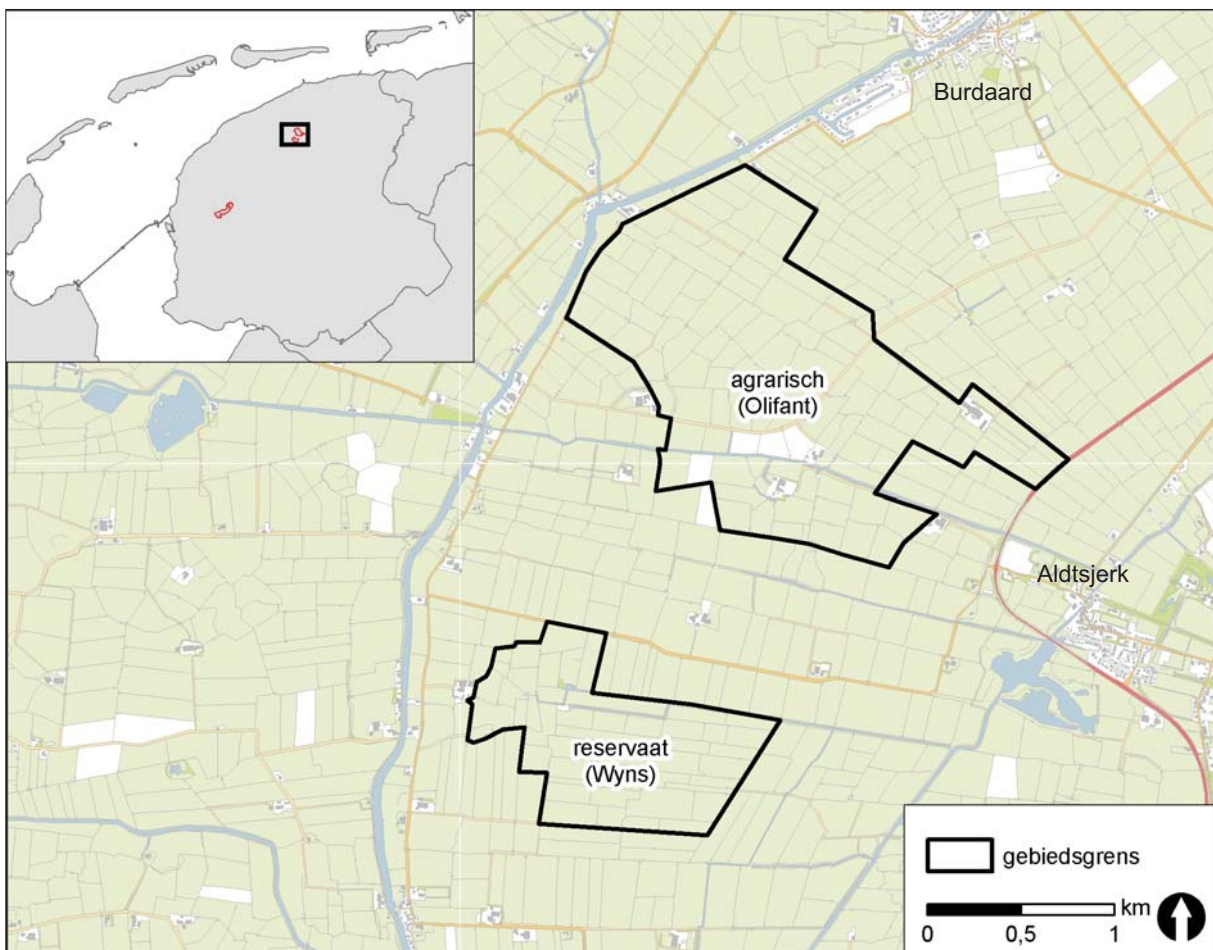
Het perceelsgebruik in de tijd in het reservaat en het boerenland bij Skrok is te zien in figuren 2 en 3.

Wyns

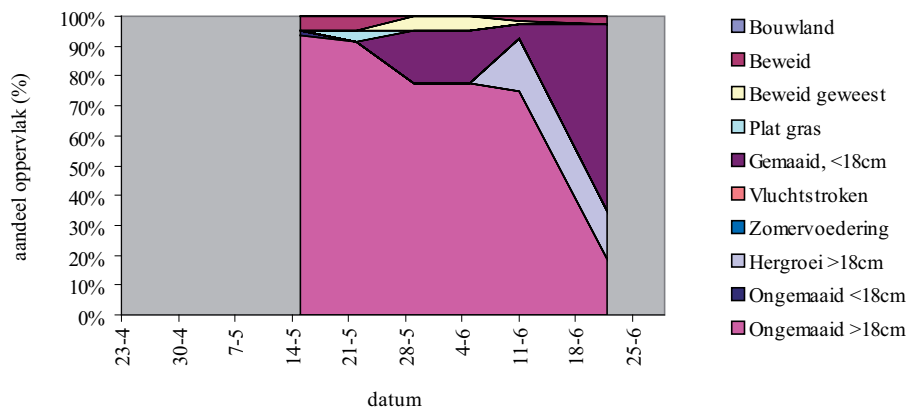
Dit onderzoeksgebied ligt op de overgang van het zandgebied van de Trynwâlden (omgeving Giekerk) naar het oude kweldergebied van Oostergo tussen de wateren Dokkumer Ee aan de westkant en de Murk aan de oostkant, ten noorden van Leeuwarden (figuur 4). Het is een graslandgebied op klei-opveen met hier en daar een perceel maïs en een totale oppervlakte van 350 ha. Het gebied is open met uitzondering van erf- en dorpsbeplantingen (van direct aangrenzend Wyns, Bartlehiem, Tergracht). In het gebied is sinds enige jaren de Skriezekrite Wâld en Ie actief. In de Skriezekrite werken de agrarische natuurvereniging Wâld en Finnen, Staatsbosbeheer, Vogelwachten en wildbeheerders samen ten behoeve van de weidevogels. Het onderzoek is uitgevoerd in het weidevogelreservaat Wynserpolder van Staatsbosbeheer van ca. 100 ha en op ca. 250 ha boerenland op ongeveer een kilometer naar het noorden in de polder de Olifant. De Wynserpolder is zeer weidevogelrijk en herbergde in 2008 75 broedparen Grutto en 28 broedparen Kievit per 100 ha. De trend van beide soorten was de afgelopen tien jaar positief. Het Bruto Territoriaal Succes (BTS) schommelde over de jaren 1999-2006 tussen 70 en 93%, wat erg hoog is. In 2007 en 2008 kwam er

echter de klad in en was het BTS respectievelijk 7 en 20%. Deze laatste lage percentages zijn de reden om dit gebied te kiezen voor dit onderzoek. Het grootste deel van het terrein wordt gemaaid vanaf 15 juni en een deel vanaf eind mei. Daarnaast wordt een deel beweid vanaf mei. Het hele terrein komt jaarlijks onder de vaste mest. Het slootpeil varieert van 10-50 cm beneden het maaiveld. Het terrein wordt al jaren beheerd als weidevogelreservaat en geldt als een van de beste weidevogelgebieden in Fryslân. Over vrijwel de hele oppervlakte komt kruidenrijk grasland voor met een open vegetatiestructuur, gedomineerd door Scherpe boterbloem, Veldzuring en Reukgras. Dit type grasland geldt als optimaal voor Grutto's met hun jongen. Lokaal blijft in laagtes en langs greppels tot ver in het voorjaar water op het maaiveld staan, waardoor de vegetatie laag blijft. Vooral deze plekken zijn aantrekkelijk voor Kieviten met hun jongen.

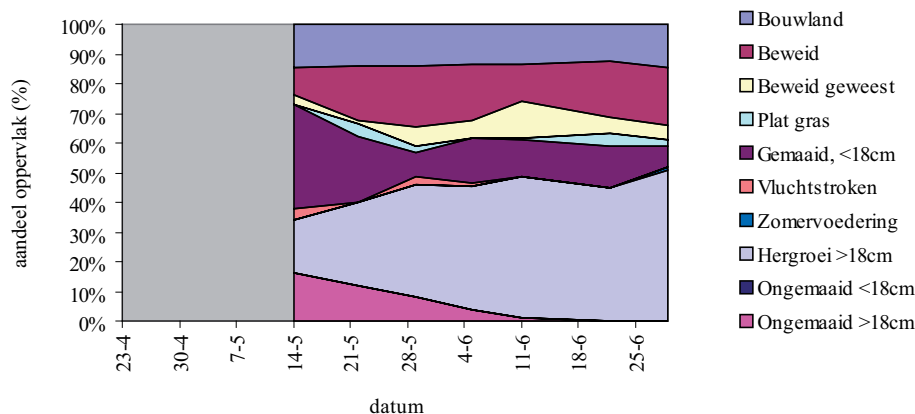
Het beheer op het boerenland van de Olifant is voor het grootste deel intensief met enkele hectares uitgesteld maaien. De meeste vogels broeden op 52 ha van één boer (dhr Meindertsma) die slechts enkele hectares maaidatumland heeft, maar verder in de graslandplanning veel rekening houdt met nesten en jongen. Ook houdt hij enkele sloten



Figuur 4. Onderzoekgebied bij Wyns.



Figuur 5. Het perceelsgebruik in de tijd in het reservaat bij Wyns, gegeven in percentages van het totaal oppervlak onderzochte percelen.



Figuur 6. Het perceelsgebruik in de tijd in het agrarisch gebied bij Wyns, gegeven in percentages van het totaal oppervlak onderzochte percelen.

gedurende het broedseizoen op een hoog waterpeil. In de rest van het gebied gebeurde niet veel meer dan nestbescherming. Bovendien broedden hier in 2009 veel minder weidevogels dan voorgaande jaren (mondelijke mededeling dhr Agema en de Jong, vogelwachters). In de Olifant lag ca. 10 ha maïs. Op één stuk daarvan, dat aan het land van dhr Meindersma grensde, was een concentratie van Kievitsnesten, die is meegenomen in het onderzoek. In 2009 lagen op de 52 ha van dhr Meindersma 18 Kievitsnesten en 14 Gruttonesten (respectievelijk 36 en 28 nesten per 100 ha). Sinds 1994 schommelt het aantal Kievitsnesten rond de 20 en het aantal Gruttonesten rond de 18. De aantallen van de laatste jaren zijn weer terug op het niveau van half jaren negentig na een piek rond 2005 van respectievelijk 27 Kieviten en 27 Grutto's. In 2008 was het BTS 60% (mondelijke mededeling H. Oud, mozaïekregisseur Wáld en Ie). Het is helaas onbekend hoeveel inloop van gruttofamilies vanuit de omgeving plaatsvond. Het perceelsgebruik in de tijd in het reservaat en het boerenland bij Wyns is te zien in figuren 5 en 6.

In erf- en dorpsbeplantingen, ruilverkavelingsbosjes, een landgoed en in rietland in de omgeving broedden predatoren zoals Buizerd, Bruine Kiekendief, Zwarte kraai, Blauwe reiger, Torenvalk, Vos. In het grasland zijn ook Hermelijnen waargenomen.

Weersomstandigheden in 2009

Het weer kan direct en indirect van invloed zijn op de groei en overleving van weidevogels. Direct door bijvoorbeeld onderkoeling van kuikens tijdens regenachtige en koude dagen en indirect door het effect op voedselbeschikbaarheid en agrarische werkzaamheden. Daarom wordt hier kort een beschrijving gegeven van het weer tijdens het onderzoek.

Het weer in de lente van 2009 was over het algemeen naar verwachting gunstig voor kievit- en gruttokuikens: zeer zacht, zeer zonnig en gemiddeld over het land vrij droog (http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoenoverzichten/index.html).

April: De gemiddelde temperatuur lag vrijwel de gehele maand ruim boven normaal, rond het midden van de maand zelfs regelmatig 5 tot 10 graden boven normaal. Koele dagen kwamen niet voor, noch vorstdagen, behalve lokaal op 1 en 23 april. April was zeer zonnig en droog, vooral in de noordelijke helft van het land, met op veel plaatsen minder dan 15 mm neerslag (gemiddeld 44 mm).

Mei: Vrijwel de gehele maand lag de temperatuur rond of boven de normale waarde voor de tijd van het jaar. Koele dagen en vorstdagen kwamen niet voor. Mei was vrij nat maar ook zonnig.

Juni: De maand juni kende een warme start, maar al snel lag de temperatuur lange tijd onder of rond

het langjarig gemiddelde. De laatste week van de maand was zonnig en zomers warm. Over de hele maand genomen lag de temperatuur net boven het langjarig gemiddelde. Juni was zonnig en vrij droog, een groot deel van de neerslag viel tussen 7 en 11 juni.

2.2 Veldonderzoek

Veldonderzoek in Skrok is uitgevoerd door medewerkers van SOVON, in Wyns door medewerkers van bureau Altenburg & Wymenga. In beide gebieden zijn gegevens over nesten verzameld door vrijwillige weidevogelbeschermers en de lokale reservatsbeheerders.

2.3 Nesten

Vanaf begin april werden door vrijwilligers, boeren en medewerkers van Natuurmonumenten nesten gezocht en gemarkeerd. Hen werd gevraagd ook het nestsucces bij te houden, door het resultaat (uitgekomen of mislukt) en de bezoekdata te noteren. Nieuw gevonden gruttonesten werden door de onderzoeker bezocht, om m.b.v. de drijfpest het bebroedingsstadium en daarmee de uitkomstdatum te schatten (Van Paassen *et al.*, 1984). Eenmaal uit het nest zijn gruttokuikens namelijk moeilijk terug te vinden, daarom werd getracht deze kuikens zoveel mogelijk in het nest te ringen en te zenderen.

2.4 Kuikens

Dit onderzoek volgt de methodiek van het predatieonderzoek (Teunissen *et al.*, 2005). Hier werd op dezelfde manier te werk gegaan, met het verschil dat per broedsel slechts één kuiken werd gezenderd, in tegenstelling tot twee kuikens per broedsel in het predatieonderzoek. Dit is gedaan

omdat er bij twee gezenderde kuikens per broedsel pseudo-replicatie optreedt; de waarnemingen zijn niet onafhankelijk van elkaar: vaak wordt een hele familie geconfronteerd met dezelfde predator. Door pseudo-replicatie wordt de effectieve steekproef verkleind. Een nadeel van het zenderen van slechts één kuiken per broedsel is dat het moeilijker wordt kuikens terug te vinden.

Zenderen

Grutto- en kievitkuikens werden van een kleine VHF zender voorzien direct na uitkomen terwijl ze nog in het nest verbleven (vooral Grutto), of door oudere kuikens te vangen die het nest al hadden verlaten, soms tijdens het maaien met hulp van de boer. Wanneer er meerdere kuikens van één gezin werden gevangen werden alle kuikens geringd en kreeg slechts één (willekeurig) kuiken een zender. Bij het zenderen en terugvangen van kuikens werd het kuiken gewogen en werden de snavel- en tarsuslengte gemeten, om de leeftijd te bepalen (indien onbekend) en conditie te schatten.

Peilen

Alle kuikens werden eens in de twee/drie dagen gepeild, waarbij werd vastgesteld op welk perceel het kuiken zich bevond en of het nog in leven was.



Wegen van een gruttokuiken (W.A.Teunissen).



Zenderen van gruttokuikens in nest (M.Roodbergen).



Metten van kievitkuikens (M.Roodbergen).

Eens in de vier tot zes (soms zeven) dagen werden de kuikens teruggevangen, om de bevestiging van de zender te controleren en indien nodig te herstellen, en de conditie van het kuiken te bepalen. Gruttokuikens bij Skrok werden bij een leeftijd van minimaal 20 dagen voorzien van kleurringen met het kleurringschema van de Rijksuniversiteit Groningen (Both *et al.*, 2006).



Gekleuringde jonge Grutto (M.Roodbergen)

Bij vermiste kuikens werd eerst gezocht in de buurt van de plaats waar het kuiken voor het laatst was waargenomen, en indien het daar niet werd aangetroffen, gezocht op steeds grotere afstanden, tot enkele kilometers. Ook werd geregeld gepeild bij nesten/burchten van mogelijke predatoren in het gebied, zoals Kraaien, Buizerden, Bruine Kiekendieven en Torenavalken, en op boerenerven. Als rond de vermissing van een zender in de omgeving was gemaaid, is op de betrokken kuilbult naar de betreffende zenders gezocht. Voor het moment dat de batterijen van de eerste zenders op zouden raken zijn alle slootkanten in het onderzoeksgebied al peiland afgelopen, om na te gaan of kuikens mogelijk door



Peilen van gezenderde kuikens. Voor een zo groot mogelijk bereik wordt een hoog punt uitgekozen (W.A.Teunissen).

bijvoorbeeld kleine marters in holen onder de grond zijn getrokken. Ook zijn de bekende nesten/burchten van mogelijke predatoren in een straal van ca. 5 km van het onderzoeksgebied bezocht om te peilen. Deze zijn na het broedseizoen nogmaals bezocht om de inhoud op grutto- en kievitringen te controleren met een metaaldetector, op dezelfde manier is ook onder enkele toegankelijke reigerkolonies naar ringen gezocht, in een straal van ca. 6-10 km van het onderzoeksgebied.

Vooral in het begin van het voorjaar foerageerden in Wyns regelmatig aanzienlijke aantallen Zilvermeeuwen of Kleine mantelmeeuwen in percelen kort gras. Om na te gaan of zij wellicht kuikens predeerden is een rustplaats op ca. 3 km afstand onderzocht op de aanwezigheid van zenders en van ringen in braakballen. Omdat bekend is dat meeuwen vanuit de broedkolonies op de Waddeneilanden tot ver op de vaste wal voedsel zoeken, zijn ook zoekacties ondernomen naar vermiste zenders op Ameland, Terschelling, Vlieland en Schiermonnikoog. Daarbij is 10-50% van de betreffende kolonies op deze eilanden uitgepeild. De kolonies waren te uitgestrekt en te slecht toegankelijk om een betere dekking te realiseren. In Skrok werden weinig foeragerende meeuwen waargenomen.

Als uitkomst van de peilwaarnemingen werden vier mogelijke lotgevallen onderscheiden:

- (1) 'peilperiode overleefd': het kuiken is waargenomen tot na de vliegvlugleeftijd of de zender voortijdig afgevallen. Tot dit laatste werd besloten indien een losse zender zonder sporen van predatie of andere doodsoorzaken werd teruggevonden langer dan vijf dagen na de laatste vangst en controle van het kuiken.
- (2) 'dood': resten van kuikens of ring zijn teruggevonden nadat het kuiken voor de



Zoeken naar een zender in een sloot (F.Majoor).

- vliegvlugleeftijd vermist raakte
- (3) 'dood of zender afgevallen': losse zender teruggevonden zonder andere sporen, na vermissing minder dan vijf dagen na de laatste vangst en controle van het kuiken.
 - (4) 'vermist': zendersignaal verdwenen voor de vliegvlugleeftijd maar geen zender, ring of andere resten teruggevonden.

Bepaling van doodsoorzaken

Informatie over doodsoorzaken van kuikens is afkomstig van gezenderde kuikens waarvan na hun dood resten of de zender werden teruggevonden. Hierbij gaf vooral de locatie waar de resten werden teruggevonden vaak informatie over de vermoedelijke doodsoorzaak (bijv. in torenvalkenkast, in buizerdnest, in braakbal onder reigerkolonie, in steile slootkant). Soms gaf ook de rest zelf hierover aanwijzingen (bijv. kuiken heel, met slechte conditie: uitputtingveren afgebeten: zoogdier), en in een aantal gevallen ook de los gevonden zender (bijv. knik in antenne door snavel van vogel die zender van kuiken af heeft getrokken). Interpretatie van de sporen bleek niet altijd gemakkelijk of eenduidig en van een aanzienlijk deel van de kuikens is dan ook de doodsoorzaak omschreven als 'onbekend', 'opgegeten maar predator onbekend', 'opgegeten door vogel', etc. Ook over de wel specifiek



Kuiken heel, met relatief laag gewicht: uitputting (M.Roodbergen).



Afgebeten veren en poten gruttokuikens met ring en zender: predatie door zoogdier (M.Roodbergen).

toegewezen doodsoorzaken bestaat niet in alle gevallen volledige zekerheid.

In het veld werden notities gemaakt over de plek en de staat waarin de resten werden gevonden; in veel gevallen werden foto's gemaakt. Op grond van deze beschrijvingen is de interpretatie van de veldonderzoekers achteraf nog eens nagelopen volgens gestandaardiseerde criteria. Op deze wijze kon ook de ervaring uit het predatieonderzoek worden gebruikt, en zijn sommige interpretaties nog achteraf gewijzigd. Gevallen waarbij alleen een losse zender in de sloot werd gevonden werden ondergebracht in een eigen categorie en in verdere berekeningen geïnterpreteerd als waarschijnlijk opgegeten door Blauwe Reiger (zie Teunissen *et al.*, 2005).

Conditie van kuikens

Van alle tijdens het zenderen en peilen gevangen kuikens werden ook snavelengte en gewicht gemeten. Als de leeftijd van een kuiken bekend is, geeft het gewicht een maat voor de conditie; deze is in een index uit te drukken als:

conditie = waargenomen gewicht / verwacht gewicht op betreffende leeftijd.



Zender gevonden in sloot: vaak het werk van een reiger (M.Roodbergen).



Zender met ring: dood door predatie (M.Roodbergen).

Het verwachte gewicht is gebaseerd op de gemiddelde groeicurven voor Kievit- en grutto kuikens in Nederland in de periode 1975-1980 (Beintema & Visser, 1989). De leeftijd van het kuiken was in de meeste gevallen bekend; voor kuikens die niet in het nest waren geringd maar op latere leeftijd werd de leeftijd geschat aan de hand van de snavelengte (Beintema & Visser, 1989). Een conditie-index van 1 geeft aan dat het kuikens precies zo zwaar is als verwacht.

Gebruiksstatus van percelen

In de periode waarin gezenderde weidevogelkuikens werden gevolgd werd geregeld (in Skrok tijdens elke peilronde, in Wyns wekelijks in de periode half mei – eind juni) in het kerngebied het perceelsgebruik ingetekend. Omdat de kuikens zich naar percelen buiten het kerngebied kunnen verplaatsen werd ook van deze nieuwe percelen en enkele percelen hieromheen het beheer ingetekend. Hiervoor werden dezelfde klassen gebruikt als in het onderzoek door Teunissen *et al.* (2005) en Schekkerman *et al.* (2009). Tabel 1 geeft de gebruikte klasse-indeling. De karteringen geven een kwantitatieve beschrijving van (de intensiteit van) het agrarisch landgebruik in de onderzoeksgebieden. Op grond hiervan kon achteraf worden nagegaan of het perceel waarop

een gezenderd kuiken verbleef in het interval tot aan de volgende peilwaarneming (waarbij werd vastgesteld of het kuiken nog in leven was) al of niet was gemaaid, en of er in dat interval vee in het perceel was ingeschaard. Perceeltype, maaien en inscharen van vee zijn in de analyses gerelateerd aan de overlevingskansen van kuikens.

2.5 Analyses

Nestoverleving

De nestoverleving is berekend met behulp van de Mayfield methode (Mayfield, 1975).

Daar waar het aantal nestdagen niet bekend was omdat bezoekdata niet zijn genoteerd, maar de uitkomst van het nest wel bekend was zijn de nestdagen bijgeschat. Hiervoor is de gemiddelde observatieduur berekend aan de hand van de uitgekomen nesten waarvan de observatieduur (het aantal nestdagen) wel bekend was. Voor uitgekomen nesten met onbekende observatieduur is deze gemiddelde observatieduur aangehouden; voor mislukte nesten werd de helft van de gemiddelde observatieduur aangenomen (Beintema *et al.*, 1995).

Tabel 1. Onderscheiden perceeltypen bij de kartering van het perceelgebruik. In de kolommen 'indeling Grutto / Kievit' is aangegeven hoe sommige typen in de analyses zijn samengevoegd of weggelaten (=samengevoegd met 'onbekend') vanwege een te kleine steekproef.

| Type | indeling Grutto | indeling Kievit | Omschrijving |
|--------------------------|------------------------|------------------------|--|
| 1 Bouwland | Bouwland | Bouwland | Maisland, recent (her)ingezaaid grasland, en andere gewassen |
| 2 Beweid | Beweid | Beweid | Vee aanwezig, of zichtbaar op peildag aanwezig geweest |
| 3 Beweid geweest | Gemaaid/ beweid <18 | Gemaaid/ beweid <18 | Begraasd geweest in voorafgaande ca. 10 dagen |
| 4 Plat gras | Gemaaid, plat | Onbekend | Gemaaid, gras/hooi nog gespreid of op swelen aanwezig (0-3 dagen na maaien) |
| 5 Gemaaid/ beweid <18 | Gemaaid/ beweid <18 | Gemaaid/ beweid <18 | Gemaaid of langer dan 10 d geleden beweid, met vegetatie lager dan 18 (15-20) cm Recent gemaaid (als 5), maar met niet gemaaide vluchtstrook of vluchtheuvel. Valt in deze klasse totdat vluchtstrook wordt gemaaid of beweid of gemaaide deel door hergroei 15-20 cm hoog is geworden. |
| 6 Vluchtstrook | Vluchtstrook | Onbekend | Perceel wordt in kleine porties strooksgewijs gemaaid als stalvoer; gemaaide deel nog niet hergroeit tot >18 (15-20) cm. |
| 7 Stalvoer | Stalvoer | Onbekend | Eerder gemaaid of beweid grasland waar de vegetatie weer hoger is geworden dan 18 (15-20) cm (meestal na ca. 3 weken). |
| 8 Hergroei >18 | Hergroei >18 | Hergroei >18 | Ongemaaid en onbeweid grasland met vegetatie lager dan 18 (15-20) cm (alleen vroeg in het voorjaar) |
| 9 Ongemaaid <18 | Ongemaaid <18 | Ongemaaid <18 | Ongemaaid en onbeweid grasland met vegetatie hoger dan 18 (15-20) cm. |
| 10 Ongemaaid >18 | Ongemaaid >18 | Ongemaaid >18 | |

Kuikenoverleving

De peilgegevens van gezenderde kuikens lijken enigszins op waarnemingen aan de overleving van nesten, maar bij kuikens is het zeer onaannemelijk dat de dagelijkse overlevingskans gedurende de gehele opgroeiperiode gelijk is, zoals wordt verondersteld in de Mayfield-methode. Daarom is de kuikenoverleving geschat met een zogenaamde Kaplan-Meier curve (Kaplan & Meier, 1958). Hierbij worden leeftijdsspecifieke overlevingskansen geschat uit de verhouding tussen het aantal overlevende kuikens en het totale aantal kuikens in de steekproef op elke leeftijd. Vermenigvuldiging van deze dagelijkse kansen over de totale opgroeiperiode levert de kans dat een kuiken vliegvlug wordt. Voor gruttokuikens is hierbij gerekend met een opgroeiperiode van 25 dagen, voor Kievit met 33 dagen. De berekening houdt er rekening mee dat sommige kuikens niet bij geboorte maar pas op latere leeftijd een zender kregen (*staggered entry*), en dat sommige kuikens uit de steekproef wegvielen voordat ze vliegvlug waren (afgefallen zenders; *right censoring*). Vervolgens is in Genstat (Payne *et al.*, 2008) met een regressieanalyse met binomiale verdeling getoetst of de minimale en maximale dagelijkse overlevingskans van kuikens afhangt van de leeftijd en/of leeftijd in het kwadraat. Hierbij is gewogen naar het aantal kuikens in de steekproef.

Bij de peilwaarnemingen werden vier mogelijke 'uitkomsten' onderscheiden: 'peilperiode overleefd', 'dood', 'dood of zender afgefallen', of 'vermist'. De categorieën 'vermist' en 'dood of zender

afgefallen' vormen een complicatie omdat van deze kuikens niet duidelijk is of zij zijn gesneuveld of op andere wijze uit de steekproef verdwenen. In voorkomende gevallen is daarom een minimum- en een maximumschatting van de kuikenoverleving berekend. De minimumschatting behandelt alle 'vermiste' kuikens en losse zenders alsof de kuikens op de dag van vermissing zijn gestorven. De maximumschatting neemt aan dat de kuikens op de betreffende dag nog wel in leven waren maar uit de steekproef zijn genomen (*right-censored*). Uit waarnemingen in eerder onderzoek aan gruttogezinnen met zowel gezenderde kuikens als een gezenderde ouder is gebleken dat in de gevallen dat kuikens werden vermist deze vrijwel altijd dood waren (Schekkerman *et al.*, 2005; Schekkerman *et al.*, 2009). Hoewel dit niet in alle situaties hoeft op te gaan zullen doorgaans de minimumschattingen (veel) dichter bij de werkelijkheid liggen dan de maximumschattingen. Om te komen tot een meest waarschijnlijke overlevingsschatting is daarom aan het minimum een (min of meer arbitrair gekozen) vijf maal zo groot gewicht toegekend als aan de maximumschatting.

Verlieskansen per doodsoorzaak

De totale verlieskansen van kuikens per doodsoorzaak, over de gehele opgroeiperiode, per gebied en per soort zijn geschat door de fractie van de verschillende verliesoorzaken in het totale aandeel verdwenen kuikens te vermenigvuldigen met het aandeel kuikens dat niet vliegvlug werd. Als in een gebied bijvoorbeeld 20% van de kuikens

Tabel 2. Onderzoeksgebieden in de studies 'Nederland Gruttoland' (Schekkerman *et al.* 2005) en 'Weidevogels en predatie' (Teunissen *et al.* 2005) waarmee de gegevens uit dit onderzoek zijn gecombineerd in de proportional hazard analyses. K=Kievit, G=Grutto; MB='Mozaïekbeheer' gericht op het verbeteren van broedsucces van Grutto. De grootte van gebieden varieerde van 117 tot 493 ha.

| Gebied | Provincie | Habitat (grondsoort) | Beheer | Jaar | Soort |
|-------------------|------------|-------------------------|---------------------|--------|-------|
| 1 Skrok | Friesland | grasland (klei) | melkvee + reservaat | 2009 | K,G |
| 2 Wyns | Friesland | grasland (klei op veen) | melkvee + reservaat | 2009 | K,G |
| 3 Arkemheen | Gelderland | grasland (klei op veen) | melkvee + reservaat | 2003-4 | K,G |
| 4 IJsseldelta | Overijssel | grasland (klei) | melkvee, maïs | 2003 | K,G |
| 5 Soest | Utrecht | grasland (klei op veen) | melkvee + maïs | 2003 | K |
| 6 Leende | N-Brabant | gras+akker (zand) | akkerbouw + melkvee | 2004 | K |
| 7 Ruinen | Drenthe | gras+akker (zand) | maïs + melkvee | 2004 | K |
| 8 Texel | N-Holland | gras+akker (zand) | akkerbouw + melkvee | 2004 | K |
| 9 Tijnje | Friesland | grasland (veen) | reservaat | 2005 | K,G |
| 10 Gerkesklooster | Friesland | grasland (klei) | melkvee met MB | 2004 | G |
| 11 Grijskerk | Groningen | grasland (klei) | melkvee | 2004 | G |
| 12 Oldeboorn A | Friesland | grasland (veen) | melkvee met MB | 2005 | G |
| 13 Oldeboorn B | Friesland | grasland (veen) | melkvee | 2005 | G |
| 14 Amstelveen | N-Holland | grasland (klei op veen) | melkvee met MB | 2004-5 | G |
| 15 Mijdrecht | Utrecht | grasland (klei op veen) | melkvee | 2004-5 | G |
| 16 Noordeloos | Z-Holland | grasland (veen) | melkvee met MB | 2005 | G |
| 17 Ottoland | Z-Holland | grasland (veen) | melkvee | 2005 | G |

de vliegvlugge leeftijd bereikte, en 50% van de vastgestelde doodsoorzaken predatie betrof, werd de totale predatiekans geschat als $0,5 \times (1-0,2) = 0,4$ ofwel 40%.

Invloed van omgevingsvariabelen op de kuikenoverleving

Naast de totale overlevingskans van kuikens en het aandeel van verschillende verliesoorzaken in de sterfte zijn we geïnteresseerd in de vraag of variatie in de sterftekans samenhangt met bepaalde omgevingsfactoren, zoals het beheer en de uitvoering van agrarische activiteiten op het verblijfsperceel en de conditie van de kuikens.

Om deze vragen te beantwoorden zijn de peilgegevens uit 2009 geanalyseerd in samenhang met gegevens verzameld in eerder onderzoek aan kuikenoverleving in het kader van een evaluatie van de effectiviteit van mozaïekbeheer voor Grutto's ('Nederland Gruttoland', Schekkerman *et al.*, 2005; Schekkerman *et al.*, 2008) en van het voorkomen en de effecten van predatie op weidevogels in Nederland ('Weidevogels en Predatie', Teunissen *et al.*, 2005; Teunissen *et al.*, 2008). In deze projecten werden in totaal 365 gezenderde gruttokuikens gevolgd in 11 verschillende gebieden/jaren, en 297 gezenderde kievitkuikens in 7 gebieden/jaren (zie tabel 2). De gegevens uit 2009 zijn hiermee samengevoegd omdat ze op zichzelf een onvoldoende grote steekproef opleveren om effecten van omgevingsvariabelen op de overlevingskansen statistisch te kunnen onderscheiden, en omdat niet alle relevante toestanden van die omgevingsvariabelen en niet alle mogelijke doodsoorzaken in de in 2009 onderzochte gebieden werden aangetroffen. Door samenvoeging van de gegevens krijgen de analysesresultaten dus een meer algemene geldigheid. De peilgegevens uit 2009 voegen respectievelijk 12% en 17% toe aan het aantal in de twee genoemde eerdere studies gezenderde kuikens. Waar wel genoeg gegevens voorhanden waren zijn effecten overigens ook apart onderzocht voor de twee gebieden uit 2009, maar dit kon slechts voor een zeer beperkte set variabelen.

De samenhang tussen kuikensterfte en een aantal omgevingsfactoren is geanalyseerd met het *Proportional Hazard Model* (Cox, 1972). Dit is een vorm van overlevingsanalyse voor datasets bestaande uit objecten (kuikens) die op een of meer bekende tijdstippen worden waargenomen. De 'eindtijd' voor een kuiken is het moment van sterfte, tenzij het kuiken overleeft tot het einde van de waarnemingsperiode (vliegvlug, zender afgevallen, etc.); in dat geval wordt de waarneming 'gecensureerd' genoemd. Het model doet de aanname dat de kuikens op elk tijdstip een 'basissterftekans' (*baseline hazard*) hebben die proportioneel wordt beïnvloed door de te onderzoeken omgevingsfactoren. 'Proportioneel' betekent hier dat de

omgevingsvariabele de sterftekans op elk tijdstip met dezelfde factor verhoogt of verlaagt (dus steeds 'de helft', of 'vijf keer zo hoog'). Kenmerkend voor de door ons onderzochte omgevingsvariabelen is dat ze niet constant zijn maar van dag tot dag kunnen veranderen. Het model houdt daarmee rekening door de waarnemingen per kuiken in de tijd te partitioneren en de *baseline hazard* te berekenen over een serie intervallen, gedefinieerd door de tijdstippen waarop waarnemingen werden gedaan. Het komt er ongeveer op neer dat de overleving van de kuikens wordt gemodelleerd over de intervallen tussen de peilingen, en dat wordt onderzocht hoe de kans het peilinterval te overleven afhangt van bijvoorbeeld de conditie of het type verblijfsperceel aan het begin van dat interval. In deze analyse zijn we minder geïnteresseerd in de vorm van de *baseline hazard* dan in de effecten van de omgevingsvariabelen. De vorm van de *baseline hazard* (inclusief effecten van leeftijd) zal in de praktijk doorgaans sterk gelijken op het verloop van de dagelijkse sterftekans (1 min de dagelijkse overlevingskansen uit figuur 7). De modellen zijn aangepast in Genstat, met behulp van de procedure RPROPORTIONAL (Payne, 2005). De procedure houdt rekening met het feit dat meerdere peilintervallen afkomstig kunnen zijn van hetzelfde kuiken.

De analyses zijn uitgevoerd voor de totale kans dat een kuiken 'verdwijnt' (dwz. dood wordt gevonden of vermist raakt) en apart voor de belangrijkste sterfteoorzaken (predatie (totaal, door vogel, of door zoogdier), vermissing, agrarische, en andere oorzaken). Daarbij geldt dat een kuiken dat in een peilinterval is omgekomen door een bepaalde verliesoorzaak (bijv. maaien) dat interval voor de overige verliesoorzaken (predatie, uitputting etc.) heeft overleefd (*competing risks*). Alleen de sterftefactoren 'predatie door vogel' en 'predatie door zoogdier' zijn genest binnen 'predatie' (dus een interval met 'predatie door vogel' scoort ook positief voor 'predatie').

De waarnemingen zijn verzameld in meerdere gebieden en aan kuikens van uiteenlopende leeftijden. Alleen niet-vliegvlugge kuikens tot 25 (Grutto) of 33 (Kievit) dagen oud zijn in de analyse meegenomen. Omdat sterftekans kunnen variëren tussen gebieden (bijv. door variatie in talrijkheid van predators) en met de leeftijd van de kuikens, zijn deze twee variabelen in alle modellen en steeds als eerste opgenomen. Effecten van de overige onderzochte variabelen zijn dus altijd 'gecorrigeerd' voor mogelijke effecten van gebied en leeftijd. Het leeftijdseffect is hierbij lineair verondersteld. Opname van een kwadraatterm voor leeftijd (niet-lineair verband) leverde in de grote meerderheid van de analyses geen significante verbetering van het *proportional hazard* model.

Met het *proportional hazard* model is onderzocht of de volgende factoren effect hebben op de sterftekans van kuikens: perceeltype, landbouwactiviteit op het verblijfperceel (maaien/schudden en inscharen van vee), en conditie van het kuiken. Informatie over deze factoren was niet voor ieder peilinterval beschikbaar. Bij de categorische variabelen perceeltype en maaien is daarom voor ontbrekende waarden een extra categorie 'onbekend' toegevoegd; anders zouden de betreffende intervallen ook niet hebben bijgedragen aan de schatting van de *baseline hazard*. Dit beïnvloedt de globale toets op significantie van de betreffende variabele (minder gevoelig door gebruik van een extra vrijheidsgraad), zodat de significantie van effecten is afgelezen aan de standaardfouten rond de berekende *proportional*

hazards per categorie (getoetst is of de *proportional hazard* significant verschilt van 1 of niet). Als significantiedrempel is $\alpha=0.05$ gehanteerd.

Omdat weidevogelgezinnen met kuikens zich kunnen verplaatsen en de peilintervallen doorgans meer dan een dag bedroegen, zijn de toetsen in de praktijk enigszins conservatief. Verplaatsingen van gezinnen, bijvoorbeeld naar een ander perceeltype of naar een ander perceel voordat het oorspronkelijke verblijfperceel wordt gemaaid, veroorzaken 'ruis' in de gegevens die het moeilijker maakt effecten (zoals van maaien) op te sporen. Om dit soort ruis te minimaliseren zijn alleen peilintervallen met een lengte van 1-3 dagen in de analyse meegenomen.

3. Resultaten

Met uitzondering van de nestgegevens in Wyns, zijn de steekproeven in de reservaten klein (tabel 3). Hierdoor konden geen aparte analyses worden uitgevoerd per beheerstype (reservaat/agrarisch). Bovendien zijn de verschillende typen perceelsgebruik (tabel 1) als verklarende factor in de analyses meegenomen, wat een hoger detailniveau en groter verklarend vermogen geeft dan samenvattende analyses op het niveau van beheerstype. De verschillende beheerstypen binnen één gebied zorgen wel voor voldoende spreiding in perceelsgebruik.

3.1 Nestsucces

Skrok

In Skrok bleek in veel gevallen het nestsucces niet of slecht bijgehouden. Vaak werd na het vinden en markeren van een nest het nest niet meer bezocht (vooral aan het einde van het seizoen), of werd de vinddatum en/of de datum waarop geconstateerd werd dat het nest was mislukt dan wel uitgekomen niet genoteerd. Vaak moest de observatieduur daarom achteraf worden bijgeschat (zie methoden). Verder werden de gegevens aangevuld met aantekeningen van de onderzoeker, gemaakt tijdens nestbezoeken. Dit gebeurde echter vooral tijdens het zenderen van kuikens, wat betekent dat in deze steekproef de succesvolle nesten waarschijnlijk

oververtegenwoordigd zijn. Gegevens van het nestsucces bij de Grutto komen uitsluitend uit het reservaat en van het extensieve bedrijf, van de Kievit waren daarnaast ook gegevens van het intensieve bedrijf beschikbaar.

Dit alles zorgt ervoor dat in Skrok de steekproef niet representatief is voor het hele gebied, noch voor de hele periode, aangezien het nestsucces later in het seizoen minder goed is bijgehouden. De resultaten zijn daarom minder betrouwbaar en moeten gezien worden als een indicatie van het nestsucces, niet als een hard cijfer.

Het nestsucces is weergegeven in tabellen 4 (Grutto) en 5 (Kievit), samen met het aantal uitgekomen eieren per succesvol nest. Het nestsucces lijkt voor beide soorten vrij hoog (Grutto: 73%, Kievit: 80%). Dit is vrijwel zeker een overschatting, maar strookt met de algehele indruk dat veel nesten uitkwamen.

Wyns

De gegevens over het nestsucces uit Wyns bestrijken de hele broedperiode en komen uit zowel het reservaat als het agrarisch gebied. Het aantal eieren dat is uitgekomen per succesvol nest is alleen in het reservaat bijgehouden. Voor de Grutto is ook hier voor een aantal nesten de ligduur bijgeschat. Met 61-65% is het nestsucces redelijk hoog.

Tabel 3. Het aantal onderzochte nesten en gezenderde kuikens per soort, gebied en beheerstype.

| Soort Gebied Type | Grutto | | | | Kievit | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Skrok | | Wyns | | Skrok | | Wyns | |
| | reservaat | agrarisch | reservaat | agrarisch | reservaat | agrarisch | reservaat | agrarisch |
| Nesten | 9 | 23 | 54 | 24 | 4 | 32 | 33 | 26 |
| Kuikens | 3 | 27 | 7 | 8 | 7 | 21 | 4 | 19 |

Tabel 4. Dagelijkse overlevingskans, nestsucces en aantal eieren uit per succesvol nest van de Grutto in onderzoeksgebieden Skrok en Wyns (agrarisch en reservaatbeheer) in Friesland.

| Parameter | Skrok | | Wyns | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|
| | Waarde (betrouwbaarheids- interval) | Aantal nesten (nestdagen) | Waarde (betrouwbaarheids- interval) | Aantal nesten (nestdagen) |
| Dagelijkse overleving | 0,989 (0,980-0,998) | 32 (532) | 0,981 (0,973-0,989) | 79 (1159) |
| Nestsucces% | 73 (57-95) | 32 (532) | 61 (47-74) | 79 (1159) |
| Aantal ei uit per succesvol nest | 3,67 (2,38-4,96) | 21 | 3,55 (1,69-5,41) | 38 |

Tabel 5. Dagelijkse overlevingskans, nestsucces en aantal eieren uit per succesvol nest van de Kievit in onderzoeksgebieden Skrok en Wyns (agrarisch en reservaatbeheer) in Friesland.

| Parameter | Skrok | | Wyns | |
|----------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|
| | Waarde (betrouwbaarheids- interval) | Aantal nesten (nestdagen) | Waarde (betrouwbaarheids- interval) | Aantal nesten (nestdagen) |
| Dagelijkse overleving | 0,993 (0,987-0,999) | 36 (744) | 0,987 (0,976-0,996) | 59 (1140) |
| Nestsucces% | 80 (65-96) | 36 (744) | 65 (52-81) | 59 (1140) |
| Aantal ei uit per succesvol nest | 3,80 (3,00-4,60) | 20 | 3,46 (1,60-5,32) | 26 |

3.2 Kuikenoverleving

In Skrok kon de overleving worden gevolgd van 30 gezenderde gruttokuikens en 28 kievitkuikens. In Wyns bedroegen de steekproefgroottes respectievelijk 15 en 23 kuikens (tabel 3).

Tabel 6 toont de lotgevallen van de gezenderde kuikens. De fractie kuikens met een onzeker lot, vooral de fractie ‘vermist’, was met name in Wyns groot (74% gesommeerd over de soorten). Dit heeft mogelijk te maken met predatie door Zilver- en Kleine mantelmeeuwen die in het veld is waargenomen. Deze predatoren nemen hun prooi waarschijnlijk ver mee, ver buiten het bereik van de zenders. In Skrok was deze fractie bij de Kievit vergelijkbaar met wat in eerdere zenderstudies is gevonden, en bij de Grutto zelfs opmerkelijk klein. Het aandeel vermist heeft een grote invloed op de nauwkeurigheid van de overlevingsschattingen, deze nauwkeurigheid is dus het grootst voor de Grutto in Skrok en het kleinst voor beide soorten in Wyns.

In totaal is 11% van de kuikens met zekerheid vliegvlug geworden. Dit is minder dan de 18% uit het predatieonderzoek (Teunissen *et al.*, 2005) en komt vooral door de lage overleving van kievitkuikens (6% vs 18% bij de Grutto). Het (minimale) aandeel kuikens dat gepredeerd is kan berekend worden door de verschillende predatiecategorien onder ‘Doodsoorzaken’ bij elkaar op te tellen. Na ‘vermist’ was predatie met 31% de belangrijkste reden voor het verdwijnen van kuikens in beide gebieden. Omdat waarschijnlijk ook een (groot) deel van de ‘vermiste’ kuikens is gepredeerd, kunnen predatoren verantwoordelijk zijn geweest voor maximaal 77% van de verdwijningen (minimaal gepredeerd + doodsoorzaak onbekend + vermist + zender afgevallen of dood). Dit is vergelijkbaar met wat in het eerdere onderzoek is gevonden

(85%, Schekkerman *et al.*, 2009). Bedacht moet worden dat hieronder ook kuikens kunnen zijn die al door een andere oorzaak waren omgekomen maar vervolgens door aasetende predatoren zijn meegenomen (zie verderop in dit hoofdstuk). Ook vergelijkbaar met het predatieonderzoek is de uitkomst dat niet één predator overheersend is maar dat meerdere predatoren in min of meer gelijke mate een rol spelen. Verder bleek ook nu dat vogels een grotere rol spelen als predatoren van kuikens dan zoogdieren (12% vogels vergeleken met 8% zoogdieren in Skrok/Wyns, 20% vergeleken met 10% in het onderzoek 2003-2005). Het voorkomen van sterfte door verdrinking in sloten en door uitputting is eveneens in overeenstemming met de resultaten van eerder onderzoek. Opvallend is dat agrarische werkzaamheden (maaien) niet voorkomen onder de in 2009 vastgestelde doodsoorzaken (5-10% in de studie van Schekkerman *et al.*, 2009). Het aandeel kuikens dat door agrarische werkzaamheden is omgekomen kan zijn onderschat doordat een deel van deze kuikens niet wordt gevonden, doordat ze door aaseters zijn weggevoerd of diep in een graskuil terecht zijn gekomen of de zender kapot is gegaan door de landbouwmachine. De eerste kuikens zouden dan in de categorie ‘gepredeerd’ terecht komen, de laatste twee in de categorie ‘vermist’. Dit speelt echter evengoed in de eerdere studie, dus dit kan het verschil niet verklaren.

Figuur 7 toont de overlevingscurven en leeftijdsspecifieke dagelijkse overlevingskansen per gebied. Door het grote aandeel ‘vermiste’ kuikens is het verschil tussen de minimale en maximale overleving, en daarmee de onzekerheid rond de ‘beste overlevingsschatting’, in Wyns veel groter dan in Skrok. In eerder onderzoek (Schekkerman *et al.*, 2009) nam de fractie kuikens die nog in leven was met toenemende leeftijd eerst snel en daarna steeds langzamer af. Dit was ook het geval bij gruttokuikens in Wyns en bij kievitkuikens in Skrok.

Tabel 6. Lotgevallen van gezenderde grutto- en Kievitkuikens in 2009 en in het predatieonderzoek uit 2003-2005. Onder 'Doodsoorzaken' zijn de doodsoorzaken gegeven van de kuikens waarvan de resten zijn gevonden (categorie 'dood, resten gevonden'). Onder samenvatting verdwenen kuikens zijn de lotgevallen gegeven van kuikens uit de categorieën 'zender afgevallen of dood', 'vermist' en 'dood, resten gevonden'.

| Eindresultaat | Grutto 2009 | | | | Kievit 2009 | | | | 2009 | | 2003-2005 | |
|----------------------------------|-------------|------|-----|-----|-------------|------|-----|-----|------|-----|-----------|-----|
| | Skrok | Wyns | tot | % | Skrok | Wyns | tot | % | tot | % | tot | % |
| Totaal kuikens gezenderd | 30 | 15 | 45 | | 28 | 23 | 51 | | 96 | | 662 | |
| vliegvlug | 6 | 2 | 8 | 18% | 3 | 0 | 3 | 6% | 11 | 11% | 119 | 18% |
| zender defect | 1 | 0 | 1 | 2% | 1 | 0 | 1 | 2% | 2 | 2% | 0 | 0% |
| zender afgevallen | 1 | 0 | 1 | 2% | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| zender afgevallen of dood | 0 | 1 | 1 | 2% | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 1% | 23 | 3% |
| vermist | 2 | 11 | 13 | 29% | 8 | 17 | 25 | 49% | 38 | 40% | 150 | 23% |
| dood, resten gevonden | 20 | 1 | 21 | 47% | 16 | 6 | 22 | 43% | 43 | 45% | 370 | 56% |
| Doodsoorzaken | | | | | | | | | 0 | | 0 | |
| dood onbekend | 1 | 0 | 1 | 2% | 3 | 1 | 4 | 8% | 5 | 5% | 35 | 5% |
| landbouwwerkzaamheden | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0% | 26 | 4% |
| predatie, soort onbekend | 3 | 1 | 4 | 9% | 4 | 2 | 6 | 12% | 10 | 10% | 35 | 5% |
| predatie zoogdier | 6 | 0 | 6 | 13% | 2 | 0 | 2 | 4% | 8 | 8% | 65 | 10% |
| predatie onbekende vogel | 2 | 0 | 2 | 4% | 0 | 0 | 0 | 0% | 2 | 2% | 44 | 7% |
| predatie Bruine kiekendief | 1 | 0 | 1 | 2% | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 1% | 1 | 0% |
| predatie Buizerd | 2 | 0 | 2 | 4% | 0 | 1 | 1 | 2% | 3 | 3% | 31 | 5% |
| predatie Torenvalk | 2 | 0 | 2 | 4% | 0 | 0 | 0 | 0% | 2 | 2% | 5 | 1% |
| predatie Blauwe reiger | 1 | 0 | 1 | 2% | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 1% | 20 | 3% |
| zender in sloot (Blauwe reiger?) | 1 | 0 | 1 | 2% | 2 | 0 | 2 | 4% | 3 | 3% | 25 | 4% |
| kuiken in sloot (verdrinking) | 0 | 0 | 0 | 0% | 3 | 1 | 4 | 8% | 4 | 4% | 24 | 4% |
| uitputting | 1 | 0 | 1 | 2% | 2 | 1 | 3 | 6% | 4 | 4% | 13 | 2% |
| Samenvatting verdwenen kuikens | 22 | 13 | 35 | | 24 | 23 | 47 | | 82 | | 543 | |
| vermist + afgevallen/predatie | 2 | 12 | 14 | 40% | 8 | 17 | 25 | 53% | 39 | 48% | 173 | 32% |
| opgegeten, predator onbekend | 3 | 1 | 4 | 11% | 4 | 2 | 6 | 13% | 10 | 12% | 35 | 6% |
| opgegeten door vogel | 9 | 0 | 9 | 26% | 2 | 1 | 3 | 6% | 12 | 15% | 155 | 29% |
| opgegeten door zoogdier | 6 | 0 | 6 | 17% | 2 | 0 | 2 | 4% | 8 | 10% | 65 | 12% |
| landbouwwerkzaamheden | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0% | 26 | 5% |
| sloot/greppel | 0 | 0 | 0 | 0% | 3 | 1 | 4 | 9% | 4 | 5% | 29 | 5% |
| andere oorzaak | 1 | 0 | 1 | 3% | 2 | 1 | 3 | 6% | 4 | 5% | 18 | 3% |
| onbekend | 1 | 0 | 1 | 3% | 3 | 1 | 4 | 9% | 5 | 6% | 42 | 8% |

Tabel 7. Geschatte overleving tot de vliegvlugge leeftijd van grutto- en Kievitkuikens in Skrok en Wyns in 2009. Het aantal kuikendagen is het aantal kuikens in de steekproef vermenigvuldigd met het aantal dagen waarover zij werden gevolgd.

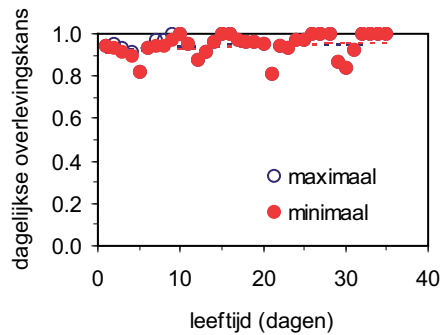
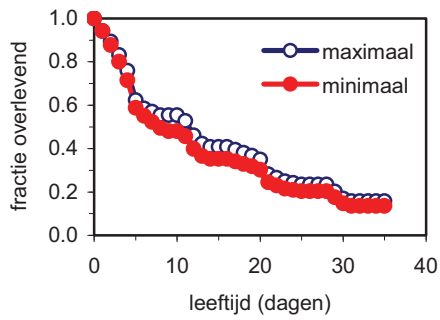
| soort | gebied | vliegvlug- leeftijd (dgn) | kuiken- dagen (# kuikens) | kuikenoverleving | | |
|--------|--------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|---------|--------------------------------|
| | | | | minimum | maximum | 'beste schatting' ¹ |
| Grutto | Skrok | 25 | 290 (30) | 0.20 | 0.23 | 0.21 |
| Grutto | Wyns | 25 | 87 (15) | 0.03 | 0.80 | 0.16 |
| Kievit | Skrok | 33 | 188 (28) | 0.03 | 0.11 | 0.04 |
| Kievit | Wyns | 33 | 136 (23) | 0.0 | 0.43 | 0.07 |

¹ 'beste schatting' = (5 x minimum + maximum) / 6

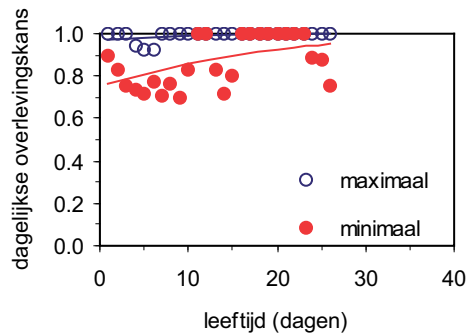
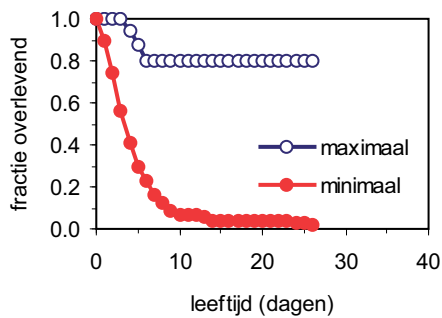
In Skrok werd geen significante relatie gevonden tussen de minimale en maximale overleving van gruttokuikens en de leeftijd. Dit gold ook voor de maximale overleving van kievitkuikens in Wyns, terwijl de minimale overleving van kievitkuikens hier zelfs significant afnam met leeftijd. In Wyns lijkt de hoogste sterfte op te treden rond een leeftijd van ca. 3 weken, maar bij deze leeftijden omvatten de dagelijkse steekproeven nog slechts één kuiken, waardoor het toeval een grote rol speelt. Na dag 24 waren alle gezenderde kievitkuikens in Wyns verdwenen zodat voor de laatste 10 dagen van de opgroeperiode geen overleving berekend kon worden.

De op grond van deze gegevens berekende schattingen voor de overleving van kuikens tot de vliegvlugge leeftijd staan vermeld in tabel 7. De overleving van gruttokuikens was met 16-21% iets hoger dan het gemiddelde, maar binnen de spreiding gevonden in Nederlandse zenderstudies in 2003-2005 (gemiddelde 7%, spreiding 0-24%, N=14; Schekkerman *et al.*, 2009). In vergelijking met getallen uit de jaren tachtig van de vorige eeuw (17-43%; Schekkerman *et al.*, 2008) was de overleving van gruttokuikens echter laag. De overleving van kievitkuikens was met 4-7% zelfs in vergelijking met de recente cijfers laag (gemiddeld 14%, spreiding 0-23%, N=8; Schekkerman *et al.*, 2009).

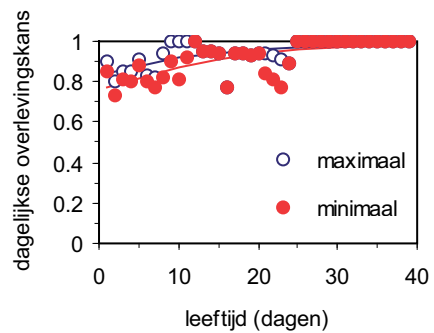
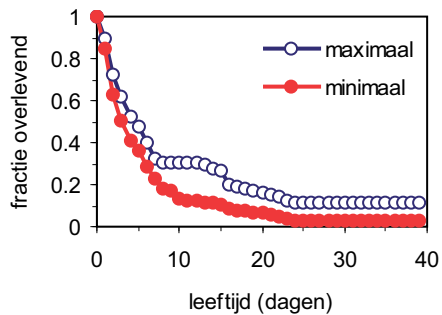
A.Grutto-Skrok



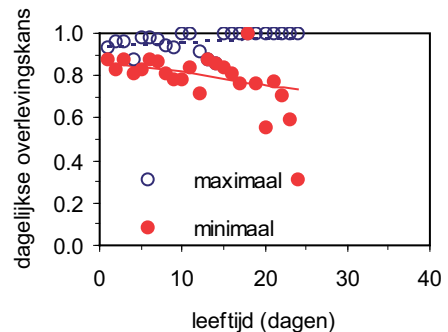
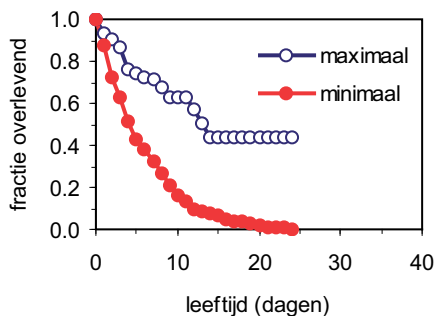
B.Grutto-Wyns



C.Kievit-Skrok



D.Kievit-Wyns



Figuur 7. Overlevingscurven (links) en leeftijdsspecifieke dagelijkse overlevingskansen (rechts) van met zenders gevolgde grutto- en kievitkuikens in de gebieden Skrok en Wyns. De minimale en maximale overleving zijn berekend op grond van verschillende aannames over het lot van ‘vermiste’ zenderkuikens (zie tekst); de ‘minimale’ schatting is het meest waarschijnlijk. Een doorgetrokken lijn in de rechterfiguren geeft een significante relatie weer, bij een onderbroken lijn is de relatie niet significant. De grafieken lopen door tot de leeftijd waarop het laatste kuiken doodging/vermist raakte.

3.3 Invloed van omgevingsvariabelen op de kuikenoverleving

Als achtergrondinformatie geeft tabel 8 een overzicht van de ‘gemiddelde’ relatieve sterftekansen in de verschillende gebied-jaarcombinaties waar grutto- en kievitkuikens zijn gezenderd in 2003-2009. Deze *hazard ratios* zijn gecorrigeerd voor de effecten van leeftijd en zijn relatief ten opzichte van het gebied met de grootste verliezen, en kunnen onder meer samenhangen met gebiedsverschillen in het voorkomen van predatoren, maar ook met verschillen in landschap en landgebruik. Door het ontbreken van kwantitatieve gegevens hieromtrent voor alle gebieden vallen deze mogelijke relaties niet nader te analyseren, maar de gebiedseffecten zijn wel meegenomen in de analyses van het effect van landgebruik (op perceelniveau) en conditie. De gebiedsvariatie in de gemiddelde sterftekansen belooft een factor drie voor de totale verliezen bij beide soorten, en een factor vijf tot negen bij de predatieverliezen. Opvallend is dat Skrok in 2009 voor de Grutto tot de gebied-jaarcombinaties met de geringste verliezen behoorde, terwijl de verliezen

voor de Kievit in hetzelfde gebied juist het hoogst waren. In Wyns waren de totale verliezen voor beide soorten relatief hoog. Dat dit niet tot uitdrukking komt in de predatieverliezen heeft te maken met het grote aandeel ‘vermiste’ kuikens hier.

Tabellen 9 en 10 geven de gevonden effecten weer van het perceeltype waarin de kuikens aan het begin van een peilinterval verbleven op de overlevingskans tijdens dat interval, voor respectievelijk Grutto en Kievit. De sterftekans op het geprefereerde perceeltype is daarbij gelijkgesteld aan de *baseline hazard*: voor gruttokuikens ongemaaid grasland (Schekkerman *et al.*, 2005), voor kievitkuikens percelen met kort (recent gemaaid of beweide) gras (ongepubliceerde data H. Schekkerman).

Ten opzichte van het geprefereerde type lopen gruttokuikens in gemaaid (of eerder beweide) grasland met een korte vegetatie (< 15-20 cm) een significant verhoogd risico op sterfte, met name door (vogel)predatie (tabel 9). Dit effect was ook eerder gevonden in de analyse door Schekkerman *et al.* (2009), maar is door de aanvullende gegevens uit 2009 voor predatie nog iets versterkt, hoewel

Tabel 8. Relatieve verlieskansen (*hazard ratios*), voor alle verliesoorzaken en afzonderlijk voor predatie, van grutto- en kievitkuikens in de gebied-jaarcombinaties waar in 2003-2009 zenderonderzoek heeft plaatsgevonden. Alle verlieskansen zijn uitgedrukt ten opzichte van die in de gebied-jaarcombinatie met de hoogste verliezen voor de betreffende oorzaak (*hazard ratio* = 1; vet weergegeven). De *hazard ratios* zijn gecorrigeerd voor effecten van kuikenleeftijd op de verlieskans en geven een indicatie voor de ‘gemiddelde’ verlieskansen van kuikens, beïnvloed door gebiedsverschillen in voorkomen van predatoren, landschap en landgebruik.

| gebied/jaar | Grutto | | Kievit | |
|-------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | alle oorzaken | predatie | alle oorzaken | predatie |
| IJsseldelta 03 | 0.50 | 0.35 | 0.28 | 0.19 |
| Arkemheen 03 | 0.51 | 0.35 | 0.33 | 0.30 |
| Arkemheen 04 | 0.29 | 0.11 | 0.33 | 0.37 |
| Soest 03 | | | 0.58 | 0.26 |
| Leende 04 | | | 0.78 | 0.70 |
| Ruinen 04 | | | 0.56 | 0.74 |
| Texel 04 | | | 0.32 | 0.42 |
| Amstelveen 04 | 1.00 | 0.29 | | |
| Amstelveen 05 | 0.33 | 0.25 | | |
| Mijdrecht 04 | 0.40 | 0.45 | | |
| Mijdrecht 05 | 0.40 | 0.58 | | |
| Gerkesklooster 04 | 0.28 | 0.20 | | |
| Grijpskerk 04 | 0.40 | 0.26 | | |
| Noordeloos 05 | 0.77 | 0.76 | | |
| Ottoland 05 | 0.54 | 0.79 | | |
| Oldeboorn mozaïek 05 | 0.62 | 0.36 | | |
| Oldeboorn referentie 05 | 0.63 | 0.53 | | |
| Tijnje 05 | 0.73 | 1.00 | 0.45 | 0.43 |
| Skrok 09 | 0.41 | 0.57 | 1.00 | 1.00 |
| Wyns 09 | 0.74 | 0.36 | 0.69 | 0.19 |

Table 9. Sterftekansen (proportional hazards) van gezenderde **grutto**kuikens verblijvend op verschillende typen percelen, voor verschillende verliesoorzaken. Weergegeven zijn de relatieve sterftekansen (hazard ratios, HR) ten opzichte van de sterftekans in het referentietype, ongemeaid grasland met een vegetatie hoger dan 15-20 cm (HR=1), met daarachter het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Indien dit interval niet 1 omvat verschilt de sterftekans significant van die in het referentietype (weergegeven in vet en met * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$ en *** = $P < 0.001$). Tevens is het aantal peilintervallen weergegeven dat in de analyses is betrokken. Met ‘-’ is aangegeven dat bepaalde hazard ratios niet konden worden geschat vanwege een te klein aantal waarnemingen of omdat het algoritme niet convergeerde voor het betreffende model. Omdat dit voor verliesoorzaken ‘predatie door zoogdier’ en ‘overig’ veel voorkwam zijn deze resultaten geheel weggelaten. Resultaten zijn gegeven voor de combinatie van alle onderzochte gebieden in 2003-2009, en apart voor de gebieden Skrook en Wyns in 2009.

| Perceeltype | alle verliesoorzaken | | | | | | predatie door vogel | | | vermist | | | agrarisch | | | sloot/greppel | | |
|--------------------|----------------------|---------|-------------|------------------|-------------|------------------|---------------------|----------------|-----|------------|--------------|--------------------|-----------|------------|-----|---------------|-----|--------|
| | N | interv. | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL |
| 2003-2009 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ongemaaid >18 | 97 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | |
| ongemaaid <18 | 10 | | 1.3 | 0.3 - 5.3 | 1.3 | 0.1 - 22.7 | 1.3 | 0.1 - 22.4 | 1.4 | 0.3 - 6.9 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| hergroei >18 | 99 | | 1.1 | 0.6 - 1.9 | 1.5 | 0.6 - 3.7 | 0.7 | 0.1 - 3.1 | 1.0 | 0.4 - 2.4 | 0.4 | 0 - 3.4 | 1.3 | 0.1 - 14 | - | - | - | - |
| stalvoeding | 16 | | 0.7 | 0.2 - 2.9 | 1.3 | 0.3 - 5.8 | 1.0 | 0.1 - 7.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| gemeaid, plat | 35 | | 1.0 | 0.4 - 2.3 | 2.2 | 0.8 - 5.9 | 2.4 | 0.5 - 11.5 | 0.5 | 0.1 - 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| vluchtstrook | 30 | | 1.9 | 0.9 - 3.8 | 1.9 | 0.7 - 5 | 0.7 | 0.1 - 5.8 | 1.2 | 0.3 - 5.5 | 23.8* | 1.9 - 298.4 | - | - | - | - | - | - |
| beweid, met vee | 115 | | 0.8 | 0.4 - 1.3 | 0.5 | 0.2 - 1.5 | 0.7 | 0.2 - 2.6 | 1.2 | 0.6 - 2.4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| gemeaid / bew. <18 | 115 | | 1.6* | 1.1 - 2.5 | 2.0* | 1.1 - 3.7 | 3.4** | 1.6 - 7 | 1.3 | 0.7 - 2.7 | - | - | 1.2 | 0.1 - 13.5 | - | - | - | - |
| bouwland | 10 | | 0.3 | 0 - 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| onbekend | 97 | | 1.1 | 0.6 - 2.1 | 1.4 | 0.5 - 3.6 | 1.1 | 0.3 - 3.5 | 1.3 | 0.5 - 3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| alleen 2009 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ongemaaid >18 | 93 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | |
| hergroei >18 | 14 | | 1.4 | 0.4 - 5 | 1.5 | 0.3 - 7.4 | 0.9 | 0.1 - 8.1 | 2.4 | 0.4 - 13.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| gemeaid/bew. <18 | 23 | | 0.7 | 0.1 - 5.8 | 1.2 | 0.1 - 10.3 | 1.5 | 0.2 - 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Table 10. Sterftekansen (proportional hazards) van gezenderde **kievit**kuikens verblijvend op verschillende typen percelen, voor verschillende verliesoorzaken. Weergegeven zijn de relatieve sterftekansen (hazard ratios, HR) ten opzichte van de sterftekans in het referentietype, gemaaid of eerder beweide grasland met een vegetatie lager dan 15-20 cm (HR=1), met daarachter het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Indien dit interval niet 1 omvat verschilt de sterftekans significant van die in het referentietype (weergegeven in vet en met * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$ en *** = $P < 0.001$). Tevens is het aantal peilintervallen weergegeven dat in de analyses is betrokken. Met ‘-’ is aangegeven dat bepaalde hazard ratios niet konden worden geschat vanwege een te klein aantal waarnemingen of omdat het algoritme niet convergeerde voor het betreffende model. Omdat dit voor verliesoorzaken ‘predatie door zoogdier’, ‘agrarische oorzaken’ en ‘overig’ veel voorkwam zijn deze resultaten geheel weggelaten. Resultaten zijn gegeven voor de combinatie van alle onderzochte gebieden in 2003-2009, en apart voor de gebieden Skrok en Wÿns in 2009.

| Perceeltype | N interv. | alle verliesoorzaken | | | predatie totaal | | | predatie door vogel | | | vermist | | | sloot/greppel | | |
|------------------|-----------|----------------------|------------------|--------------|------------------|---------------|----------------|---------------------|------------|-----|------------|-------|------------|---------------|------------|--|
| | | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | |
| 2003-2009 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gemaaid/bew. <18 | 102 | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | 1.0 | | |
| hergroei >18 | 309 | 0.6 | 0.3 - 1.3 | 0.5 | 0.2 - 1.5 | 0.3 | 0.1 - 1.2 | 0.6 | 0.2 - 1.7 | 0.3 | 0.1 - 1.2 | 0.6 | 0.2 - 1.7 | 0.3 | 0 - 4.9 | |
| ongemaaid <18 | 139 | 0.7 | 0.4 - 1.5 | 0.8 | 0.3 - 2.3 | 0.3 | 0.1 - 1.4 | 0.6 | 0.2 - 1.6 | 0.1 | 0 - 1 | 0.6 | 0.2 - 1.6 | 0.1 | 0 - 1 | |
| ongemaaid >18 | 88 | 0.6 | 0.3 - 1.3 | 0.7 | 0.2 - 2.5 | 0.3 | 0 - 2.4 | 0.2 * | 0.1 - 0.9 | 0.2 | 0 - 2.9 | 0.2 * | 0.1 - 0.9 | 0.2 | 0 - 2.9 | |
| beweide, met vee | 356 | 0.4* | 0.2 - 0.9 | 0.2** | 0.1 - 0.6 | 0.1*** | 0 - 0.3 | 0.7 | 0.2 - 1.8 | 1.2 | 0.1 - 22.6 | 0.7 | 0.2 - 1.8 | 1.2 | 0.1 - 22.6 | |
| bouwland | 106 | 0.6 | 0.2 - 1.6 | 0.2* | 0 - 1 | 0.2 | 0 - 1.5 | 0.9 | 0.2 - 3.5 | 0.6 | 0 - 8.4 | 0.9 | 0.2 - 3.5 | 0.6 | 0 - 8.4 | |
| onbekend | 140 | 0.8 | 0.3 - 2.1 | 0.7 | 0.2 - 2.7 | 0.2 | 0 - 1.9 | 0.6 | 0.2 - 2.4 | 1.3 | 0.1 - 16.6 | 0.6 | 0.2 - 2.4 | 1.3 | 0.1 - 16.6 | |
| alleen 2009 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gemaaid/bew. <18 | 22 | 1.0 | | 1.0 | | - | | 1.0 | | - | | 1.0 | | - | | |
| hergroei >18 | 6 | 0.7 | 0.1 - 3.7 | - | | - | | 1.7 | 0.2 - 12.1 | - | | 1.7 | 0.2 - 12.1 | - | | |
| ongemaaid <18 | 33 | 0.7 | 0.2 - 2 | 1.0 | 0.1 - 7.8 | - | | 0.9 | 0.2 - 4.1 | - | | 0.9 | 0.2 - 4.1 | - | | |
| ongemaaid >18 | 22 | 0.3 | 0.1 - 1.5 | 0.5 | 0 - 6.3 | - | | 0.5 | 0.1 - 3.3 | - | | 0.5 | 0.1 - 3.3 | - | | |
| beweide, met vee | 8 | 0.8 | 0.2 - 3.3 | - | | - | | 0.9 | 0.1 - 5.8 | - | | 0.9 | 0.1 - 5.8 | - | | |
| bouwland | 3 | - | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| onbekend | 3 | 1.8 | 0.2 - 15.7 | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |

er uit 2009 op zichzelf te weinig gegevens zijn om een significant effect te vinden. Het grote aantal peilwaarnemingen op gemaaid grasland, ondanks de voorkeur voor percelen met lang gras, betekent dat gruttokuikens vaak met dit verhoogde risico geconfronteerd worden. Daarnaast werd een significant hogere sterfte door agrarische oorzaken vastgesteld in vluchtstroken, maar deze komt geheel op het conto van een incident in 2005 waarbij twee kuikens sneuvelden toen een boer een brede vluchtstrook na een paar dagen enigszins ‘bijmaaide’. Aan de ogenschijnlijk geringe sterftetekans van gruttokuikens op bouwland kan geen waarde worden gehecht in verband met de kleine steekproefgrootte; vermoedelijk zullen de gepilde gezinnen ook niet lang op de betreffende bouwlandpercelen zijn gebleven.

Ook bij kievitkuikens konden in 2009 op zichzelf geen significante relaties worden vastgesteld tussen perceelgebruik en de relatieve sterftetekansen van kuikens. In de analyse waarin de gegevens uit 2009 samengevoegd zijn met die uit eerder onderzoek lijkt ook bij kievitkuikens de sterftetekans in korte, gemaaide vegetaties relatief hoog. Dit is opmerkelijk aangezien dit ook het geprefereerde perceeltype is (*baseline hazard*). In tegenstelling tot bij de Grutto is de sterftetekans op korte, gemaaide percelen bij deze soort echter niet significant verschillend van die op ongemaaide percelen (tabel 10). De kans op vermissing daarentegen wel. Aangezien de meeste vermiste kuikens zullen zijn omgekomen, waarschijnlijk door predatie, wijzen deze resultaten in dezelfde richting als bij de Grutto. Opvallend

bij de Kievit is bovendien de significant lagere sterftetekans op beweide percelen. Ook dit effect komt met name tot uitdrukking in predatie en is door de toevoeging van gegevens uit 2009 nog iets versterkt ten opzichte van de resultaten van Schekkerman *et al.* (2009). Mogelijk schrikt de aanwezigheid van vee predatoren af. Tot slot is de kans op sterfte door predatie op bouwland significant lager dan op korte, gemaaide vegetaties.

Tabel 11 toont het effect op de overlevingskans wanneer het verblijfperceel van de kuikens tijdens het peilinterval werd gemaaid. Bij de Grutto vinden we net als in eerdere analyses een significante verhoging (met een factor 7) van de kans op ‘agrarische verliezen’ (hoofdzakelijk sterfte door maaien en schudden) wanneer het perceel werd gemaaid. Maar ook de kans dat een kuiken na zo’n interval wordt gevonden als slachtoffer van ‘predatie’, met name door vogels, is in dat geval significant verhoogd ten opzichte van peilintervallen waarin het verblijfperceel niet is gemaaid. Dit wijst erop dat een deel van de kuikens die worden opgegeten door predatoren ofwel voor hen vangbaar zijn gemaakt door de onrust en het wegvallen van dekking tijdens het maaien, ofwel niet door henzelf zijn gedood maar als maaislachtoffer verzameld (aaseterij). In een eerdere analyse van een groot deel van de gegevens door Schekkerman *et al.* (2009) was dit effect nog niet zo duidelijk aanwijsbaar; met de gegevens uit 2009 toegevoegd is de conclusie dat ‘predatie’ deels een indirect gevolg is van maaiactiviteit een stuk sterker geworden. Per saldo over alle doodsoorzaken verdubbelt de verdwijnkans van een gruttokuiken

Tabel 11. Relatieve sterftetekansen (hazard ratios, HR), voor verschillende verliesoorzaken, van gezenderde grutto- en kievitkuikens wanneer het verblijfperceel tijdens het peilinterval werd gemaaid ten opzichte van de sterftetekans wanneer het verblijfperceel niet werd gemaaid ($HR = 1$), met daarachter het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Indien dit interval niet 1 omvat verschilt de sterftetekans significant van die bij afwezigheid van maaien (weergegeven in vet en met * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$ en *** = $P < 0.001$). N is het aantal peilintervallen (waarin wel of niet gemaaid) dat in de analyses is betrokken. Resultaten hebben betrekking op de combinatie van alle gebieden onderzocht in 2003-2009, en alleen op peilintervallen waarin het verblijfperceel ongemaaid hoog of maairijp hergroeid gras hoger dan 15-20 cm bevatte.

| | Grutto | | | Kievit | | |
|------------------------|--------|---------------|-------------------|--------|-----|-----------|
| | N | HR | 95%-CL | N | HR | 95%-CL |
| niet gemaaid | 789 | | | 370 | | |
| wel gemaaid | 58 | | | 28 | | |
| alle oorzaken | | 1.8 * | 1.1 - 3.1 | | 0.5 | 0.2 - 1.6 |
| predatie totaal | | 2.5 * | 1.1 - 5.5 | | 0.6 | 0.2 - 1.9 |
| predatie door vogel | | 4.4 ** | 1.6 - 12 | | 0.7 | 0.2 - 2.1 |
| predatie door zoogdier | | 1.7 | 0.3 - 8.9 | | 0.7 | 0.2 - 2.1 |
| vermist | | 1.5 | 0.7 - 3.6 | | 0.6 | 0.2 - 1.9 |
| agrarisch | | 6.8 * | 1.5 - 30.7 | | 0.7 | 0.2 - 2.1 |

bijna wanneer het verblijfperceel tijdens het peilinterval wordt gemaaid. Opvallend genoeg vinden we bij Kievitkuikens geen enkel significant effect van maaien op de sterftkans (tabel 11). Dat komt overigens overeen met de eerdere analyse van Schekkerman *et al.* (2009). Kievitkuikens verblijven in vergelijking met Grutto's veel minder graag op hooggrazige maairijpe percelen; de steekproef op deze percelen was dan ook kleiner bij de Kievit. Bovendien kan het zijn dat wanneer Kieviten aan het begin van een peilinterval in maairijp gras werden aangetroffen het verblijf kortstondig was en ze, vaker dan bij Grutto's, niet meer aanwezig waren tijdens het maaien zelf.

Tabel 12 toont hoe de sterftkans samenhangt met de conditie-index van kuikens. Bij Grutto's vinden we een significante verhoging van deze kans bij afnemende conditie. Voor een deel is dat het logische gevolg van een toenemende kans te worden gevonden als slachtoffer van uitputting: criterium daarvoor was een conditie-index <0.5 . In de analyse convergeerde ongelukkigerwijze het model voor de verliesoorzaak 'overig', waaronder uitputting valt, niet, maar de eerdere analyse door Schekkerman *et al.* (2009) wees op een sterke verhoging van deze verlieskans (HR = 220). Ook de kans op andere verliesoorzaken dan uitputting was bij afnemende conditie echter hoger, en dat werd in de nieuwe analyse bevestigd. Dit effect lijkt voornamelijk tot stand te komen door een toename van de kans op predatie. In overeenstemming met de eerdere analyse was bij Kievitkuikens alleen de sterftkans

voor uitputting ('overig') significant hoger bij een verminderde conditie (tabel 12). Waarom bij deze soort niet een vergelijkbaar predatie-effect lijkt op te treden als bij de Grutto is onduidelijk.

3.4 Reproductie

Uit de nestgegevens en de gegevens over kuikenoverleving kan voor de Grutto de totale reproductie, het aantal kuikens dat vliegvlug wordt per broedpaar, worden berekend met de formule (Schekkerman & Müskens, 2000):

$$R = (1 + V \times (1 - N)) \times N \times U \times K$$

Voor de Kievit is deze formule aangepast, omdat deze vaker (hier wordt twee keer aangenomen) een vervolglegsel kan maken:

$$R = (1 + V_1 \times (1 - N) + V_2 \times (1 - V_1 \times (1 - N))) \times N \times U \times K$$

In beide formules is R de totale reproductie, V de kans op een vervolglegsel, N het nestsucces, U het aantal eieren dat per succesvol nest uitkomt en K de kuikenoverleving. Voor de Grutto is aangenomen dat de kans op een vervolglegsel 50% is, voor de Kievit dat de kans op een vervolglegsel nadat het eerste legsel verloren is gegaan (V_1) 90% is en nadat ook het vervolglegsel verloren is gegaan (V_2) 50% is.

De waarden voor N, U en K, samen met de resulterende schatting van de reproductie R, zijn

Tabel 12. Relatieve sterftkansen (hazard ratios, HR), voor verschillende verliesoorzaken, van gezenderde grutto- en Kievitkuikens bij een daling van de conditie-index van 1 (gemiddeld gewicht voor de gegeven leeftijd, HR = 1) tot 0.6 (60% van verwachte gewicht), met daarachter het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Indien dit interval niet 1 omvat stijgt de sterftkans significant bij afnemende conditie (weergegeven in vet en met * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$ en *** = $P < 0.001$). N is het aantal peilintervallen betrokken in de analyses. Met '-' is aangegeven dat bepaalde hazard ratios niet zijn geschat vanwege een te klein aantal waarnemingen, omdat het algoritme niet convergeerde voor het betreffende model, of omdat geen effecten van conditie werden verwacht. De verliesoorzaak 'geen uitputting' omvat alle andere oorzaken dan evidente uitputting. Resultaten zijn gegeven voor de combinatie van alle onderzochte gebieden in 2003-2009, en apart voor de gebieden Skrok en Wyns in 2009.

| verliesoorzaak | Alle gebieden 2003-2009 | | | | Alleen Skrok & Wyns 2009 | | | |
|-------------------|-------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------------------|------------|---------------|-----------|
| | Grutto (N=342) | | Kievit (N=746) | | Grutto (N=62) | | Kievit (N=66) | |
| | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL | HR | 95%-CL |
| alle oorzaken | 2.8 ** | 1.5 - 5.3 | 1.0 | 0.7 - 1.5 | 2.4 | 0.8 - 7.3 | 0.7 | 0.4 - 1.9 |
| predatie totaal | 2.0 | 0.7 - 5.6 | 1.0 | 0.5 - 2.1 | 3.2 | 0.6 - 16.7 | 0.4 | 0.1 - 2.3 |
| predatie vogel | 2.0 | 0.5 - 6.1 | 0.5 | 0.2 - 1.4 | 3.0 | 0.5 - 19.4 | 1.5 | 0 - 6.5 |
| predatie zoogdier | - | - | - | - | - | - | - | - |
| vermist | 2.0 | 0.6 - 4 | 0.5 | 0.2 - 1.4 | 2.1 | 0.5 - 10.2 | 1.6 | 0.5 - 4.9 |
| agrarisch | - | - | - | - | - | - | - | - |
| sloot/greppel | - | - | 1.0 | 0.6 - 1.8 | - | - | - | - |
| overig | - | - | 6.0 ** | 1.6 - 23.4 | - | - | 1.3 | 0 - 5.6 |
| 'geen uitputting' | 2.0 * | 1.1 - 3.2 | 1.0 | 0.7 - 1.5 | - | - | - | - |

Tabel 13. De waarden voor het nestsucces (N), het aantal eieren dat per succesvol nest uitkomt (U) en de kuikenoverleving (K) per soort en per gebied, en de resulterende schatting voor de reproductie (R).

| Parameter | Grutto | | Kievit | |
|-----------|--------|------|--------|------|
| | Skrok | Wyns | Skrok | Wyns |
| N | 0.73 | 0.61 | 0.80 | 0.65 |
| U | 3.67 | 3.55 | 3.80 | 3.46 |
| K | 0.21 | 0.16 | 0.04 | 0.07 |
| R | 0.64 | 0.41 | 0.19 | 0.26 |

gegeven in tabel 13. Aangezien elke parameter een zekere onbetrouwbaarheid heeft die cumuleert bij de berekening van de totale reproductie, zijn de onzekerheidsmarges rondom de schattingen van R aanzienlijk. Deze schattingen moeten daarom slechts als indicatief worden beschouwd.

Volgens Schekkerman & Müskens (2000) moet voor een stabiele populatie de reproductie bij Grutto's minimaal 0,6-0,7 vliegvlugge kuikens per broedpaar bedragen, volgens Schroeder *et al.* (2009) minimaal 0,85 vliegvlugge kuikens per broedpaar onder de volgens de auteurs meest gunstige omstandigheden en volgens Roodbergen (in voorbereiding), 0.86 vliegvlugge kuikens per broedpaar. In Skrok

wordt alleen de laagste schatting gehaald, waarbij moet worden aangemerkt dat het nestsucces in Skrok waarschijnlijk is overschat. In Wyns is de reproductie in 2009 duidelijk te laag voor een stabiele populatie.

Voor de Kievit zijn minimaal ca. 0,7 vliegvlugge kuikens per broedpaar nodig (Klok *et al.*, 2009). Ook deze waarde wordt in beide gebieden bij lange na niet gehaald.

Bij gelijkblijvende reproductiewaarden zullen dus zowel de kievitpopulaties als de gruttopopulaties in beide gebieden waarschijnlijk afnemen, tenzij er Kieviten en Grutto's uit de omgeving het gebied in trekken.

4. Conclusies en discussie

De lotgevallen van de gezenderde kuikens in Skrok en Wyns kwamen goed overeen met resultaten uit eerder onderzoek. Het aandeel predatie in de twee gebieden was minimaal 31% en maximaal 77% (Teunissen *et al.*, 2005: minimaal 30%, maximaal 85%). De belangrijkste verschillen met het onderzoek van Teunissen *et al.* (2005) waren dat er in 2009 minder kuikens vliegvlug werden (11% t.o.v. 18%), er in Wyns meer kuikens vermist werden (74% t.o.v. 23%), en dat er geen kuikens werden gevonden die zijn gesneuveld door agrarische werkzaamheden (0% t.o.v. 5%).

De totale kuikenverliezen waren in Skrok in 2009 voor de Grutto relatief laag, maar voor de Kievit juist hoog. In Wyns waren de totale verliezen voor beide soorten relatief hoog.

Verschillen in predatiekansen tussen gebieden kunnen worden veroorzaakt door onder andere het aantal aanwezige predatoren, de dichtheden aan weidevogels en de openheid van het landschap. Dergelijke factoren zijn niet in de analyses opgenomen, deels door gebrek aan tijd en middelen om deze gegevens te verzamelen, maar deels simpelweg door de afwezigheid van deze gegevens, zoals in het geval van predatorendichtheden. Wel is in de analyses voor verschillen in deze variabelen tussen gebieden en jaren gecorrigeerd door steeds eerst de factoren gebied en jaar mee te nemen.

De totale reproductie was voor beide soorten in beide gebieden te laag om de populatie in stand te houden. Het nestsucces was redelijk tot goed, maar de kuikenoverleving was vrij laag tot zeer laag. Predatie bleek de belangrijkste verliesoorzaak van kuikens, waarbij een veelheid aan predatoren in het spel was.

Uit de gezamenlijke analyse van de gegevens uit 2009 en gegevens uit eerder onderzoek (2003-2005) is gebleken dat gruttokuikens in gemaaid (of eerder beweide) grasland met een korte vegetatie een significant verhoogd risico liepen op sterfte ten opzichte van de geprefereerde ongemaaide percelen, met name door (vogel)predatie. Dit effect was ook eerder gevonden in de analyse door Schekkerman *et al.* (2009). Een functionele verklaring voor het gevonden verband is dat kuikens in de eenvormige en korte vegetatie van pas gemaaide percelen minder mogelijkheden hebben om zich te verstoppen en beter zichtbaar zijn voor predatoren. Wanneer een perceel werd gemaaid werd de kans op 'agrarische verliezen' (hoofdzakelijk sterfte door maaien en schudden) met een factor zeven verhoogd ten opzichte van peilintervallen waarin het verblijfperceel niet is gemaaid. Ook de kans

dat een kuiken na zo'n interval werd gevonden als slachtoffer van 'predatie', met name door vogels, werd in dat geval significant verhoogd (met een factor twee). Tot slot neemt de sterftetekans bij gruttokuikens significant toe bij afnemende conditie. Dit komt deels door sterfte door uitputting, maar ook de kans op andere verliesoorzaken dan uitputting was bij afnemende conditie hoger. Dit effect lijkt tot stand te komen door een toename van de kans op predatie. Kennelijk vormen gruttokuikens in slechte conditie een relatief gemakkelijke prooi, vermoedelijk doordat zulke kuikens minder alert zijn of meer risico nemen bij het foerageren in een poging om hun conditieachterstand in te lopen.

Bij kievitkuikens lijkt de sterftetekans in korte, gemaaide vegetaties ook relatief hoog maar dit effect is bij deze soort niet significant. Ook vinden we geen significant effect van maaien op de sterftetekans van kievitkuikens. De kans op vermissing is echter wel significant hoger op korte, gemaaide percelen, wat toch zou kunnen wijzen op verhoogde sterfte op dit type percelen. Kievitkuikens hebben op beweide percelen een significant lagere sterftetekans, met name door verminderde predatie (factor vijf), een resultaat dat ook werd gevonden door Schekkerman *et al.* (2009). De kans op sterfte door predatie is ook op bouwland significant lager dan op korte, gemaaide vegetaties (ook factor vijf).

Bij een verminderde conditie van kievitkuikens was alleen de sterftetekans voor uitputting significant hoger.

Om de invloed van perceelsgebruik op de overleving van gruttokuikens te illustreren, is het interessant om te berekenen hoeveel kuikens vliegvlug zouden worden als families genoodzaakt zouden zijn steeds op gemaaide percelen te verblijven, of juist de mogelijkheid zouden hebben om deze volledig te mijden. Dit wordt gedaan door eerst de gebiedsgebonden *baseline hazard* te bepalen door de gevonden dagelijkse sterftetekans te delen door het gemiddelde van de *hazard ratios* van alle perceelstypen, gewogen naar de mate van gebruik door gruttokuikens (alle gebieden samen, tabel 9). Vervolgens wordt de (dagelijkse) *baseline hazard* vermenigvuldigd met de perceelsgebonden *hazard ratio* (1.6 voor gemaaide percelen, 1 voor de overige perceelstypen, aangezien de bijbehorende *hazard ratios* niet significant verschilden van 1), waaruit de nieuwe dagelijkse sterfte- en dus overlevingskans kan worden berekend. De dagelijkse overlevingskans tot de macht 25 (opgroeiperiode kuikens) is dan de kans op uitvliegen.

Indien gruttokuikens in Skrok alleen op pas gemaaide of begraasde percelen zouden verblijven (scenario 'gemaaid'), zou de uitvliegkans afnemen van 21%

naar 11%. Indien de kuikens alleen op ongemaaide percelen zouden verblijven (scenario 'ongemaaid'), zou de uitvliegkans in dit gebied toenemen tot 25%. In Wyns zou in het eerste scenario de uitvliegkans afnemen van 16% naar 7% en in het laatste toenemen tot 20%. In beide gebieden zou dus overal vroeg en vaak maaien de kuikenoverleving halveren, terwijl niet maaien tijdens het broedseizoen de kuikenoverleving met een kwart zou verhogen.

Een uitvliegkans van 25% uit het scenario 'ongemaaid' zou in Skrok resulteren in 0.76 vliegvlugge kuikens per broedpaar (zie berekening in paragraaf 3.4), terwijl een uitvliegkans van 20% in Wyns 0.52 vliegvlugge kuikens per broedpaar zou opleveren. Scenario 'ongemaaid' zou in Skrok volgens Schekkerman & Müskens (2000) voldoende vliegvlugge kuikens moeten opleveren voor een stabiele populatie, maar volgens Schroeder et al. (2009) en Roodbergen (in voorbereiding) zou de populatie ook in dat optimistische scenario nog steeds afnemen, zij het minder snel. In Wyns zou het scenario 'ongemaaid' volgens geen van de auteurs een stabiele populatie opleveren.

Al kon de kuikenoverleving niet apart worden bepaald voor reservaat en agrarisch gebied, achteraf kan deze wel worden voorspeld aan de hand van het gevonden perceelsgebruik in de twee typen gebieden (figuren 2, 3, 5 en 6) en bovenstaande berekening, aannemende dat de kuikens zich willekeurig over het gebied verspreiden. Omdat het perceelsgebruik varieert in de tijd is dit apart gedaan voor 'vroeg' (29 april - 24 mei), 'gemiddelde' (14 mei - 8 juni) en 'late' (3 - 28-juni) kuikens. In het reservaat in Skrok werden 'vroeg' en 'gemiddelde' kuikens nog niet geconfronteerd met gemaaide percelen, en is de verwachte uitvliegkans dus gelijk aan 25% (zie boven). Rond 17 juni werd hier echter massaal gemaaid, waardoor de verwachte uitvliegkans van late kuikens afneemt tot 20%. In het agrarische gebied bij Skrok werd al eerder gemaaid, de verwachte overleving van 'vroeg' kuikens is hier 22%, van 'gemiddelde' kuikens 21% en van 'late' kuikens 20%. In Wyns is het perceelsgebruik niet gedurende de hele periode genoteerd, waardoor in het reservaat de berekening alleen voor 'gemiddelde' kuikens kon worden uitgevoerd (12%) en in het agrarische gebied voor 'gemiddelde' en 'late' kuikens (in beide gevallen 11%). Hieruit is op te maken dat de kuikenoverleving, vooral van vroeg kuikens, naar verwachting hoger is in het reservaat dan in het agrarische gebied, al is het verschil klein. In combinatie met een hoger uitkomstsucces van nesten in reservaatgebieden door afwezigheid van verliezen als gevolg van maaien of bescherming (nestbezoeken; Goedhart et al. 2010) kan dit echter een aanzienlijke verbetering van het reproductiesucces te zien geven. Verder is te zien dat de overleving van kuikens naar verwachting af zal nemen gedurende het seizoen, een resultaat dat ook

door Roodbergen & Klok (2008) werd gevonden. In deze berekeningen is geen rekening gehouden met het feit dat maaien op zich de sterftkans ook vergroot, zowel direct, in de vorm van verhoogde verliezen door agrarische werkzaamheden en predatie, als indirect, door een mogelijk negatief effect van maaien op de voedselbeschikbaarheid en dus conditie. Zouden ook deze effecten mee worden genomen, dan zou het verschil tussen reservaat en agrarisch gebied verder toenemen. Tenslotte is geen rekening gehouden met de voorkeur van gruttokuikens voor ongemaaide percelen. Deze voorkeur zou ervoor kunnen zorgen dat in agrarische gebieden de kuikenoverleving in werkelijkheid hoger is dan verwacht op grond van bovenstaande berekeningen, omdat de overleving op ongemaaide percelen hoger is. Echter, ongemaaide percelen met lang gras zullen relatief vaker gemaaid worden, waardoor de sterftkans weer wordt vergroot.

In grote lijnen bevestigen de nieuwe peilgegevens uit 2009 in combinatie met de gegevens uit eerder onderzoek de resultaten van de eerdere analyse door Schekkerman *et al.* (2009). Een uitzondering vormt de conclusie dat 'predatie' deels een indirect gevolg is van maaiactiviteit, die door aanvulling met de nieuwe gegevens veel sterker onderbouwd wordt. Voor Grutto's leidt dit tot het volgende beeld van effecten van intensief agrarisch gebruik op de overlevingskansen van kuikens. Vroeg maaien leidt tot meer directe kuikensterfte door maaien en schudden, omdat kuikens vaker worden geconfronteerd met maaiactiviteiten en omdat jonge kuikens minder gemakkelijk aan de machines ontsnappen dan oudere (Teunissen *et al.*, 2005). Het leidt echter ook tot verhoogde predatie en/of aaseterij direct na het maaien. Door het hoge maaitempo ontstaan daarnaast grote oppervlakten recent gemaaid grasland met een lage en eenvormige vegetatie, waarin kuikens kwetsbaar zijn voor predatie. Deze vegetaties bieden ook weinig voedsel aan kuikens (Schekkerman & Beintema, 2007), wat via een verminderde conditie eveneens de overlevingskansen verkleint, hetzij via directe sterfte door uitputting, hetzij via een verder verhoogde kans op predatie. Er is dus een duidelijke interactie tussen effecten van agrarisch landgebruik en predatie op de overleving van gruttokuikens. De berekeningen voor optimaal beheer (waarbij de kuikens de hele opgroeiperiode in ongemaaid gras verblijven) laten echter zien dat het de vraag is of dat wel tot voldoende reproductie leidt om de populatie in stand te houden

Bij Kieviten lijken deze effecten vooralsnog geringer te zijn. De sterftkans van kievitkuikens is alleen op beweidde percelen en op bouwland lager dan op korte, gemaaide of voorheen beweidde percelen. Voor een deel kan dit verschil in effecten een gevolg zijn van de andere perceelvoorkeur en het foeragegedrag

van Kievitkuikens en van een kleinere steekproef, maar gedeeltelijk zijn deze verschillen op dit moment ook nog niet te verklaren.

Hoewel hier niet onderzocht, is ook een interactie tussen effecten van agrarisch beheer en predatie op het nestsucces te verwachten, bijvoorbeeld doordat nesten makkelijker vindbaar zijn voor predatoren op intensieve éénvormige graslanden of op gemaaide percelen in tegenstelling tot andere typen percelen. Bovendien worden nesten door vrijwilligers opgespoord om maaiverliezen te voorkomen. Uit onderzoek door Goedhart *et al.* (2010) is gebleken dat het bezoeken van nesten leidt tot hogere nestverliezen, doordat de kans op predatie verhoogd wordt.

De predatiekans van legsels is toegenomen in de afgelopen 40 jaar (Roodbergen *et al.*, in voorbereiding, Teunissen *et al.*, 2005). Ook de kans op nestverliezen door werkzaamheden is toegenomen (Teunissen *et al.*, 2005). Waarschijnlijk geldt dit ook voor kuikens, maar harde bewijzen hiervoor ontbreken, aangezien er geen kwantitatieve gegevens over doodsoorzaken van kuikens uit het verleden zijn (Teunissen *et al.*, 2005).

De resultaten uit dit onderzoek en uit het predatieonderzoek laten zien dat er een duidelijke relatie bestaat tussen verhoogde predatieverliezen en de intensiteit van het landgebruik. De toename in predatieverliezen kan dan ook niet geheel los worden gezien van de landbouwkundige ontwikkelingen in de afgelopen jaren. Onze onderzoeksresultaten laten ook zien dat extensiever beheer alléén mogelijk niet voldoende is om de noodzakelijke reproductie te halen. Weidevogelgebieden met een stabiele populatie worden gekenmerkt door een relatief hoog waterpeil, een open landschap, een kruidenrijke vegetatie en een late maaidatum (Van 't Veer *et al.* 2008). Extensiever beheer stuurt vooral op het laatste kenmerk en niet of in ieder geval veel minder op de andere kenmerken. Beheer dat er op is gericht om ook die kenmerken te verbeteren leidt automatisch tot een verbetering in het aanbod van laat gemaaid land en een beperking van het aantal predatoren in een gebied. De vraag is in hoeverre de inrichting van het landschap de toename van predatoren in Nederland (Teunissen *et*

al., 2005) kan compenseren. Scenariostudies wezen uit dat uitsluiting van predatieverliezen lang niet altijd leidt tot een stabilisering of toename van de populatie en dat in een aantal gevallen vergelijkbare resultaten konden worden behaald als bijvoorbeeld alle agrarische verliezen vermeden zouden kunnen worden. Tevens blijkt dat ingrijpen in de aanwezigheid van predatoren ook niet altijd tot het gewenste effect leidt, doordat predatoren ook andere predatoren opeten. Uitschakeling van een predator kan in die gevallen juist leiden tot een verergering van de predatieverliezen onder weidevogels. De conclusie lijkt dan ook gerechtvaardigd dat met dit soort maatregelen zeer voorzichtig dient te worden omgesprongen, vooral omdat het tot onverwachte en niet gewenste resultaten kan leiden. De veiligste optie om de reproductie te verbeteren lijkt het werken aan de kenmerken van een gebied zoals bijvoorbeeld het creëren van openheid, verhogen van waterpeil en aanpassen van het agrarisch landgebruik. Als aan die voorwaarden is voldaan kan aanvullend predatorenbeheer worden overwogen (Oosterveld 2010), vooral omdat dit de populatie sneller op een niveau kan brengen waarin de populatie weer zelf in voldoende mate in staat is om zich te verdedigen tegen predatoren en predatieverliezen dus een beperkter rol zullen spelen dan nu soms het geval is. Het moge echter duidelijk zijn dat predatorenbeheer maatschappelijk erg gevoelig ligt en men terecht ook verlangt dat zo'n aanpak onderbouwd wordt met goede gegevens over de predatoren die lokaal een rol spelen. Door het agrarische beheer aan te passen, met name door later te maaien en de voedselbeschikbaarheid voor kuikens te verhogen, worden drie belangrijke verliesoorzaken van weidevogelkuikens en twee van weidevogellegsels gereduceerd: verliezen door maaien, predatie en uitputting. Dit geldt met name voor de Grutto. Voor de Kievit zou beweiding in lage veedichtheden tijdens de kuikenperiode gunstig kunnen zijn, aangezien beweiding de overlevingskans van kuikens verhoogt. Bovendien wordt het gras op beweidde percelen kort gehouden, wat weer nestgelegenheid biedt voor late en herlegsels (Hart *et al.*, 2002). Hoge veedichtheden verhogen weer de kans op vertrapping van legsels (Beintema & Müskens, 1987).

Literatuur

- BEINTEMA, A. J., O. MOEDT & D. ELLINGER. 1995. Ecologische Atlas van de Nederlandse weidevogels, first ed. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs bv., Haarlem, the Netherlands.
- BEINTEMA, A. J. & G. J. D. M. MÜSKENS. 1987. Nesting Success of Birds Breeding in Dutch Agricultural Grasslands. *Journal of Applied Ecology* 24:743-758.
- BEINTEMA, A. J. & G. H. VISSER. 1989. The Effect of Weather on Time Budgets and Development of Chicks of Meadow Birds. *Ardea* 77:181-192.
- BOTH, C., J. SCHROEDER, J. C. E. W. HOOIJMEIJER, N. M. GROEN & T. PIERSMA. 2006. Grutto's het jaar rond: balans tussen reproductie en sterfte. *De Levende Natuur* 107.
- COX, D. R. 1972. Regression models and life tables (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society Series B* 34:187-220.
- DE BOER, J., K. TIEMERSMA & H. DOMMERHOLT. 2006. Weidevogels bij Natuurmonumenten in Fryslân. *De Levende Natuur* 107(3), 86-91.
- GOEDHART, P.W., TEUNISSEN, W.A. & SCHEKKERMAN, H. 2010. Effect van nestbezoek en onderzoek op weidevogels. Sovon-onderzoeksrapport 2010/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- HART, J. D., T. P. MILSOM, A. BAXTER, P. F. KELLY & W. K. PARKIN. 2002. The impact of livestock on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding densities and performance on coastal grazing marsh. *Bird Study* 49:67-78.
- KAPLAN, E. L. & P. MEIER. 1958. Nonparametric-Estimation from Incomplete Observations. *Journal of the American Statistical Association* 53:457-481.
- KLEIJN, D., R. VAN KATS, D. MELMAN & H. SCHEKKERMAN. 2007. De voedselsituatie van gruttokuikens bij agrarisch mozaïekbeheer. Alterra-rapport 1487. Wageningen, Alterra.
- KLOK, C., M. ROODBERGEN & L. HEMERIK. 2009. Diagnosing declining grassland wader populations using simple matrix models. *Animal Biology* 59:127-144.
- MAYFIELD, H. F. 1975. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin* 456-466.
- OOSTERVELD, E. 2006. Opkrikplannen Friese weidevogelreservaten. Deel 1 Knelpunten en maatregelen bij inrichting en beheer. A&W rapport 821. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.
- OOSTERVELD, E.B. 2010. Weidevogels en predatie. Een literatuuronderzoek. A&W- rapport 1448. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- OOSTERVELD, E. & W. ALTENBURG. 2004. Kwaliteitscriteria voor weidevogelgebieden. A&W-rapport 412. Veenwouden, Altenburg en Wymenga ecologisch onderzoek.
- PAYNE, R. W. 2005. The guide to Genstat Release 8. Part 2: Statistics. VSN International, Oxford.
- PAYNE, R. W., HARDING S.A., MURRAY D.A., SOUTAR D.M., D. B. BAIRD, A. I. GLASER, I. C. CHANNING, S. J. WELHAM, A. R. GILMOUR, THOMPSON R. & WEBSTER R. 2008. Genstat Release 11 Reference Manual. VSN International Ltd, Hemel Hempsted, UK.
- ROODBERGEN, M. & C. KLOK. 2008. Timing of breeding and reproductive output in two Black-tailed Godwit *Limosa limosa* populations in The Netherlands. *Ardea* 96:219-232.
- SCHEKKERMAN, H. & A. J. BEINTEMA. 2007. Abundance of invertebrates and foraging success of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* chicks in relation to agricultural grassland management. *Ardea* 95:39-54.
- SCHEKKERMAN, H. & G. MÜSKENS. 2000. Produceren Grutto's *Limosa limosa* in agrarisch grasland voldoende jongen voor een duurzame populatie? Do Black-tailed Godwits *Limosa limosa* breeding in agricultural grasslands produce sufficient young for a stable population? *Limosa* 73:121-134.
- SCHEKKERMAN, H., W. TEUNISSEN & E. OOSTERVELD. 2008. The effect of 'mosaic management' on the demography of black-tailed godwit *Limosa limosa* on farmland. *Journal of Applied Ecology* 45:1067-1075.
- SCHEKKERMAN, H., W.A. TEUNISSEN & E. OOSTERVELD. 2005. Resultaatonderzoek Nederland Gruttoland; broedsucces van grutto's in beheersmozaïeken in vergelijking met gangbaar agrarisch graslandgebruik. Alterra-rapport 1291. Wageningen, the Netherlands, Alterra Wageningen UR.

SCHEKKERMAN, H., W.A. TEUNISSEN & E. OOSTERVELD. 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.

SCHROEDER, J., M. HINSCH, J. HOOIJMEIJER & T. PIERSMA. 2009. Faillissement dreigt voor Nederlandse weidevogelbeleid. *De Levende Natuur* 110, 333-338.

TEUNISSEN, W. A., H. SCHEKKERMAN & F. WILLEMS. 2005. Predatie bij weidevogels. Op zoek naar de mogelijke effecten van predatie op de weidevogelstand. SOVON-onderzoeksrapport 2005/11, Alterra-Document 1292.

TEUNISSEN, W. A., H. SCHEKKERMAN, F. WILLEMS & F. MAJOOR. 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.

VAN PAASSEN, A. G., D. H. VELDMAN & A. J. BEINTEMA. 1984. A simple device for determination of incubation stages in eggs. *Wildfowl* 35:173-178.