



ALTERRA

WAGENINGEN UR

# De relatie tussen gebruiksintensiteit en de kwaliteit van graslanden als foerageerhabitat voor gruttokuikens

D. Kleijn  
W.J. Dimmers  
R.J.M. van Kats  
T.C.P. Melman



Alterra-rapport 1753, ISSN 1566-7197



De relatie tussen gebruikintensiteit en de kwaliteit van graslanden als foerageerhabitat voor gruttokuikens



# **De relatie tussen gebruiksintensiteit en de kwaliteit van graslanden als foerageerhabitat voor gruttokuikens**

**David Kleijn  
Wim Dimmers  
Ruud van Kats  
Dick Melman**

**Alterra-rapport 1753**

**Alterra, Wageningen, 2009**

## REFERAAT

Kleijn, D., W. Dimmers, R. van Kats & D. Melman, 2008. *De relatie tussen gebruikintensiteit en de kwaliteit van graslanden als foerageerhabitat voor gruttokuikens*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1753. 38 blz.; 9 fig.; 2 tab.; 18 ref.

De huidige studie onderzocht op welke wijze de intensiteit van graslandgebruik het aanbod en de bereikbaarheid van prooidieren (arthropoden) voor gruttokuikens beïnvloedt. De ontwikkelingsnelheid van de vegetatie werd daarbij gebruikt als maat voor de landgebruiksintensiteit omdat deze het product is van alle maatregelen die een boer neemt om de productiviteit van de vegetatie te verhogen. De resultaten suggereren dat de vegetatiestructuur de belangrijkste bepalende factor is die de geschiktheid van grasland als foerageerhabitat voor Grutto families bepaalt. Het totale aantal arthropoden nam licht toe met toenemende intensiteit van het landgebruik. De toename in vegetatiehoogte was echter zo groot dat de dichtheid in arthropoden per volume vegetatie afnam met toenemende beheersintensiteit. De dichtere vegetatiestructuur tezamen met de afnemende prooidierdichtheid leidt ertoe dat de energetische kosten van foerageren toenemen bij toenemende beheersintensiteit. Dit duidt erop dat de meest ijle en open vegetaties de meest geschikte foerageerhabitat vormen omdat arthropoden hierin het sterkst geconcentreerd voorkomen en omdat de foerageerkosten het laagst zijn. Voor het creëren van een dergelijke open structuur lijkt onder de huidige omstandigheden het vasthouden van een hoog waterpeil tot en met de kuikenperiode essentieel omdat hiermee onafhankelijk van de voedselrijkdom de vegetatiegroei sterk geremd kan worden.

Trefwoorden: agrarisch natuurbeheer, arthropoden, bemesting, graslandbeheer, grondwaterstand, Grutto, insecten, kuikenoverleving, vegetatiestructuur, weidevogels.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl) (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice).

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Methoden	15
2.1 Studieopzet	15
2.2 Bemonstering vegetatiebewonende arthropoden	16
2.3 Schatting verticale vegetatiestructuur	16
2.4 Het beheer op de verschillende perceeltypen	16
2.5 Het weer in de bemonsteringsperiode	17
2.6 Analyse	17
3 Resultaten	19
3.1 Samenstelling arthropoden en trends in de tijd	19
3.2 Effecten omgevingsvariabelen op arthropoden	22
3.3 Vegetatieontwikkeling gedurende de kuikenperiode	24
3.4 Het relatieve belang van vegetatiehoogte en arthropodenrijkdom	26
4 Discussie	29
4.1 Samenstelling van de arthropodengemeenschap in de tijd	29
4.2 Arthropoden en graslandgebruiksintensiteit	29
4.3 Vegetatieontwikkeling en graslandgebruiksintensiteit	31
4.4 Intensivering van graslandgebruik in relatie tot nestplaatskeuze en populatietrends van Grutto's	32
4.5 Conclusies – het beheer van grasland voor gruttokuikens	33
4.6 Kennishiaten	35
Literatuur	37



## Woord vooraf

Dit rapport beschrijft een gecombineerde analyse van data die in 2007 in het Wormer- en Jisperveld verzameld zijn met data die in 2006 in de gebieden Gerkesklooster en de Ronde Hoep verzameld zijn (zie Kleijn et al. 2007). De gecombineerde analyse heeft een grote meerwaarde omdat het de steekproefomvang en geografische spreiding van de data vergroot waardoor de resultaten beter generaliseerbaar worden.

Het onderzoek in 2006 werd mede mogelijk gemaakt door Vogelbescherming Nederland. Het onderzoek in 2007 werd geïntegreerd in een onderzoek in het Wormer- en Jisperveld naar de ecologische randvoorwaarden die vestigende weidevogels stellen aan hun broedbiotoop (Kleijn et al. 2008a). Hierdoor was het mogelijk data betreffende grondwaterstand en dichtheid regenwormen te koppelen aan de metingen aan vegetatiestructuur en voedselbeschikbaarheid voor gruttokuikens.

Onze grote dank gaat uit naar de boeren en beheerders die ons toestemming verleenden het onderzoek uit te voeren op hun land en hun werkzaamheden daar soms zelfs voor aanpasten.





## Samenvatting

### Achtergrond

‘Mozaïekbeheer’ richt zich op het aanbieden van voldoende dekking en foerageerhabitat van gruttokuikens gedurende de gehele kuikenperiode om zodoende kuikenoverleving te verhogen naar een niveau dat voldoende is voor een stabiele populatieomvang. Recent onderzoek wijst uit dat de huidige invulling van mozaïekbeheer nog niet het gewenste effect heeft gehad. Een mogelijke oorzaak van het falen van mozaïekbeheer om met name de kuikenoverleving te verhogen kan liggen in het feit dat de kwaliteit van het aangeboden lange gras te laag was. Er is momenteel weinig kennis van de relatie tussen graslandbeheer enerzijds en de hoeveelheid en toegankelijkheid van prooidieren voor gruttokuikens anderzijds. Deze studie richt zich op de vraag hoe de intensiteit van het graslandgebruik de kwaliteit van de vegetatie als foerageerhabitat beïnvloedt.

### Methoden

In 2006 werd in de gebieden Gerkesklooster en de Ronde Hoep (ieder 6 percelen) en in 2007 werd in het Wormer- en Jisperveld (16 percelen) de voor gruttokuikens relevante vegetatiebewonende ongewervelde fauna bemonsterd. De percelen vertegenwoordigden een range in gebruiksintensiteit van weidevogelgrasland van extensief beheerd reservaatland tot intensief beheerd boerenland. Bemonstering gebeurde met behulp van zogenaamde ‘foto-electors’. Per perceel werden drie vallen geplaatst die elk een oppervlak van 1 m<sup>2</sup> bemonsterden. Vallen werden wekelijks gelegegd gedurende zes (2006) en vijf (2007) weken waarna ze direct weer op een nieuwe plek op hetzelfde perceel werden uitgezet. Bij aanvang van de studie en aan het eind van iedere bemonsteringsronde werd de verticale vegetatiestructuur geschat met behulp van digitale foto’s.

Arthropoden werden gesorteerd op ordeniveau en het aantal individuen en drooggewicht werd bepaald. Bij de meest talrijke soortengroep, de Diptera, werd bij bepaling van de aantallen nog onderscheid gemaakt tussen kleine (< 3 mm), middelgrote (3-7 mm) en grote (> 7 mm) dieren.

De landgebruiksintensiteit werd uitgedrukt middels drie indicatoren: de vegetatiehoogte op 16 mei (mediane uitkomstdatum van gruttokuikens), de groeisnelheid van de vegetatie en het bemestingsniveau.

### Resultaten

Het totale aantal en de biomassa van de arthropoden nam toe in de loop van de bemonsteringsperiode en lag in de drie gebieden in dezelfde orde van grootte. Het gemiddelde lichaamsgewicht per individu veranderde niet significant gedurende de bemonsteringsperiode.

Het totaal aantal arthropoden was significant positief gerelateerd aan vegetatiehoogte op 16 mei maar significant negatief gerelateerd aan de groeisnelheid en bemestingsintensiteit. De biomassa van het totaal aan arthropoden was niet

significant gerelateerd aan hoogte en groeisnelheid van de vegetatie maar was negatief gerelateerd aan bemestingsintensiteit. Lichaamsgewicht van arthropoden, van belang voor de efficiëntie waarmee gruttokuikens kunnen foerageren, was uitsluitend significant gerelateerd aan groeisnelheid van de vegetatie (positief).

In het Wormer- en Jisperveld bleek de voedselbeschikbaarheid voor de kuikens in de kuikenperiode geen verband te houden met de voedselbeschikbaarheid van de oudervogels in de vestigingsfase (dichtheid regenwormen).

De ontwikkeling van de vegetatie verschilde sterk tussen de drie gebieden. In Gerkesklooster en de Ronde Hoep was de vegetatieontwikkeling veel sneller dan in het Wormer- en Jisperveld. Dit was opmerkelijk omdat winter en voorjaar van 2007 (bemonstering Wormer- en Jisperveld) veel warmer waren dan die van 2006 (bemonstering Gerkesklooster en Ronde Hoep). Bemestingsintensiteit bleek weinig voorspellend te zijn voor vegetatiehoogte en deze variabelen waren dan ook uitsluitend in de Ronde Hoep significant positief gerelateerd. In het Wormer- en Jisperveld was het effect van bemesting afhankelijk van de grondwaterstand: uitsluitend op percelen met een lage grondwaterstand had bemesting een positief effect op vegetatiehoogte.

Gruttokuikens plukken hun prooidieren uit de vegetatie. Aantal prooidieren per volume vegetatie is daarom mogelijk een realistischer maat voor de voedselbeschikbaarheid dan aantal prooidieren per oppervlak. Doordat bij toenemende vegetatiehoogte het volume van de vegetatie sterker toenam dan het aantal arthropoden nam de dichtheid arthropoden per volume vegetatie af. Dit suggereert dat de vindkans van prooidieren door gruttokuikens afneemt bij toenemende vegetatiehoogte.

### **Conclusies**

De belangrijkste resultaten suggereren dat aantal, biomassa en lichaamsgrootte van arthropoden niet sterk worden beïnvloed door de intensiteit van het graslandgebruik terwijl de vegetatiestructuur hier wel sterk van afhankelijk was. Het gebrek aan eenduidige relaties tussen landgebruiksintensiteit en arthropoden duidt erop dat vegetatiestructuur de bepalende factor is die de kwaliteit van graslanden als foerageerhabitat voor gruttokuikens bepaalt.

De foerageerkosten van gruttokuikens nemen toe met toenemende vegetatiehoogte. De concentratie van prooidieren in de vegetatie neemt af met toenemende vegetatiehoogte. Bemesting heeft uitsluitend negatieve effecten op arthropoden. De combinatie van deze resultaten maakt het aannemelijk dat de meest ijle en open vegetaties de meest geschikte foerageerhabitat vormen voor gruttokuikens.

De resultaten suggereren dat het creëren van een ijle vegetatie van groot belang is om de kwaliteit van de foerageerhabitat van gruttokuikens te vergroten. De resultaten maken aannemelijk dat de magere resultaten van de huidige invulling van mozaïekbeheer deels te wijten is aan de ongunstige vegetatiestructuur van percelen met lang gras. Een hoog waterpeil lijkt een essentiële randvoorwaarde te zijn voor het

creëren van open ijle vegetaties in de kuikenperiode van Grutto's. Een hoge grondwaterstand zorgt voor een lage en open vegetatiestructuur onafhankelijk van de mate van bemesting of weersomstandigheden. Verschraling van voedselrijke landbouwgronden is waarschijnlijk minder effectief omdat de vegetatie van dit soort percelen de eerste jaren na instelling van het aangepaste beheer nog nauwelijks geschikt, en zeker niet optimaal zal zijn voor gruttokuikens. Daarnaast leidt verschraling tot een verlaging van de dichtheid regenwormen waardoor deze percelen gemeden gaan worden als broedhabitat waardoor gruttokuikens uit het ei kruipen in een suboptimale of zelfs slechte foerageerhabitat.

### **Kennishiaten en vervolgonderzoek**

De kwaliteit van grasland als foerageerhabitat voor gruttokuikens is een optelsom van de effecten van vele onderling samenhangende factoren. Op basis van de huidige resultaten kan worden vastgesteld dat het meest extensief beheerde grasland de meest optimale foerageer omstandigheden biedt aan gruttokuikens. Het is evenwel aannemelijk dat gruttokuikens ook in intensiever beheerd grasland in conditie kunnen blijven en vliegvlug kunnen worden. Waar het punt ligt dat de kwaliteit van het grasland te laag wordt om gruttokuikens in goede conditie te houden is onduidelijk. Beantwoording van deze vraag vergt een experimentele benadering waarbij het effect van verschillend beheerde graslanden wordt gemeten aan gruttokuikens zelf.

In Engeland is geëxperimenteerd met het inlaten van oppervlaktewater via greppels. Vermoedelijk door de hiermee verkregen heterogeniteit en open vegetatiestructuur werd een grotere vestiging van kieviten en een positief effect op de conditie van kievitkuikens vastgesteld. Vanwege de grote weerstand van boeren tegen het grootschalig opzetten van waterpeilen lijkt het de moeite waard om na te gaan of en hoe de grondwaterstand efficiënt gemanipuleerd kan worden om de graslandstructuren te creëren die geschikt zijn voor gruttokuikens.



# 1 Inleiding

Veranderende landbouwpraktijken worden gezien als een van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van karakteristieke vogels van het agrarisch landschap. In Nederland zijn de nadelige gevolgen van de landbouwkundige intensivering vooral goed gedocumenteerd voor de Grutto, het vlaggenschip van de Nederlandse weidevogelgemeenschap. De toegenomen intensiteit van de landbouw heeft geleid tot grotere nestverliezen (Teunissen et al. 2005), en wordt verantwoordelijk gehouden voor de slechtere conditie van kuikens en verlaagde kuikenoverleving (Scheckerman 2008).

De lage kuikenoverleving lijkt de belangrijkste factor te zijn die de jaarlijkse achteruitgang met ongeveer 4 % van de landelijke gruttipopulatie verklaart (Teunissen & Soldaat 2006), hoewel de grote nestverliezen zeker niet onbelangrijk zijn. Een belangrijke oorzaak van de hedendaagse lage Kuikenoverleving is het eerder en grootschaliger maaien van de graslanden in weidevogelgebieden. Gruttokuikens foerageren bij voorkeur in nog niet gemaaide of beweide vegetaties en het eerder maaien zorgt er niet alleen voor dat meer kuikens dan vroeger omkomen tijdens agrarische werkzaamheden maar ook dat nog maar weinig geschikt foerageerhabitat beschikbaar is als gruttokuikens uit het ei kruipen.

Recent is daarom 'mozaïekbeheer' geïntroduceerd, wat streeft naar het beschikbaar stellen van een voldoende oppervlak lang gras in de directe omgeving van gruttogezinnen. Evaluatieonderzoek naar de effecten op kuikenoverleving wijzen echter uit dat dat de huidige invulling van mozaïekbeheer niet effectief is (Scheckerman et al. 2008). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de hoeveelheid aangeboden oppervlak met ongemaaide percelen (gemiddeld zo'n 27%, Scheckerman et al. 2005) onvoldoende was. Een andere verklaring kan zijn dat de kwaliteit van het aangeboden lange gras onvoldoende was. Analyses Teunissen et al. (in druk) en Scheckerman (2008) suggereren dat de vegetatie op het moment van uitkomen van gruttoeieren, door het warmer worden van winters en voorjaren, veel verder ontwikkeld is dan vroeger. Dit maakt de vegetatie veel moeilijker doordringbaar voor foeragerende kuikens (Kleijn et al. 2007).

Er is slechts betrekkelijk weinig bekend over wat de geschiktheid van een vegetatie bepaalt als foerageerhabitat voor gruttokuikens. Er is nog minder bekend hoe de geschiktheid van de vegetatie verandert met toenemende intensiteit van het beheer (bemesting, begrazing, drainage, graslandvernieuwing). Kennis hierover is cruciaal om in te kunnen schatten welk type vegetatie gruttokuikens nodig hebben en hoe deze vegetatietypen beheerd kunnen worden. Kleijn et al. (2007) stelden dat de geschiktheid van de vegetatie wordt bepaald door een combinatie van voedselbeschikbaarheid en de vegetatiestructuur. De vegetatiestructuur bepaalt namelijk hoe gemakkelijk prooidieren te vinden zijn, maar ook hoeveel energie het kuikens kost om zich door de vegetatie te bewegen (open structuur – weinig energie, dichte structuur – veel energie).

Deze studie heeft tot doel de volgende vragen te beantwoorden:

1. Welke relatie bestaat tussen rijkdom aan arthropoden en de intensiteit van het graslandgebruik?
2. Welke relatie bestaat tussen graslandstructuur en de intensiteit van het graslandgebruik?
3. Wat zijn de consequenties voor beheer van graslanden die geschikt moeten zijn als foerageergebied voor gruttokuikens?

## 2 Methoden

Het doel van deze studie is vast te stellen hoe de kwaliteit van graslanden, voor wat betreft de voedselbeschikbaarheid en –bereikbaarheid voor gruttokuikens, varieert met de intensiteit waarmee deze graslanden worden beheerd. Omdat gruttokuikens vrijwel uitsluitend foerageren in percelen met lang gras is deze studie uitgevoerd in percelen die nog niet gemaaid of beweid zijn. Een aantal van deze percelen zou onder normale omstandigheden gedurende de studie zeker al gemaaid of beweid zijn geweest. Dit soort percelen is typerend voor percelen met weidevogelpakketten met uitgestelde maai-/weidedatum waarop het bemestingsbeheer niet is aangepast. Gemaaide percelen met hergroeiende vegetaties worden ook gebruikt door gruttogezinnen. Vanwege de opzet van de huidige studie zijn dit type percelen hier buiten beschouwing gelaten. Een analyse van de kwaliteit van hergroeipercelen als foerageerhabitat voor gruttokuikens wordt gegeven door Kleijn et al. (2007).

Boeren passen een reeks van maatregelen toe om de productiviteit van hun graslanden te verhogen, zoals bemesting, drainage, graslandvernieuwing en egalisatie. Elke maatregel op zich grijpt in op de beschikbaarheid en bereikbaarheid van voedsel voor gruttokuikens. Idealiter moet het effect van deze maatregelen in samenhang onderzocht omdat het effect van de combinatie van maatregelen groter kan zijn dan de som van de afzonderlijke maatregelen. In deze studie doen we dit door hoogte en ontwikkelingssnelheid van de vegetatie te gebruiken als indicatie voor de graslandgebruiksintensiteit. Immers, hoe intensiever het landgebruik, des te vroeger zal de vegetatiegroei op gang komen en des te sneller zal de vegetatie groeien.

### 2.1 Studieopzet

Het veldwerk vond plaats in drie verschillende gebieden. In 2006 werden zes percelen bemonsterd in Gerkesklooster (Friesland) en zes percelen in polder de Ronde Hoep (NH). In beide gebieden domineert het landbouwkundig gebruik en werden proeven uitgevoerd met weidevogel mozaïekbeheer. Per gebied werden telkens twee percelen bemonsterd met op het oog contrasterende vegetatietypen: kruidenrijk schraal, kruidenrijk bemest en gangbaar grasland (zie Kleijn et al. 2007). Polderpeil in de Ronde Hoep ligt tussen de 50-100 cm beneden maaiveld, dat in Gerkesklooster tussen de 90 – 110 cm beneden maaiveld.

In 2007 werden 16 percelen bemonsterd in het Wormer- en Jisperveld (NH). Dit gebied is grotendeels natuurreservaat met weidevogeldoelstellingen. Het gebied is grotendeels begrensd als Natura-2000 gebied. De percelen aan de randen van het gebied (veelal huiskavels) worden echter meer volgens gangbare landbouwkundige praktijken beheerd. Het polderpeil in het gehele gebied is hoog en staat afhankelijk van de locatie van een perceel op 0-25 cm onder maaiveld. De grondwaterstand gemeten in het midden van percelen op 3 mei 2007 na vijf weken zonder neerslag bedroeg 53 cm onder maaiveld (n = 39 percelen, Kleijn et al. 2008).



## 2.2 Bemonstering vegetatiebewonende arthropoden

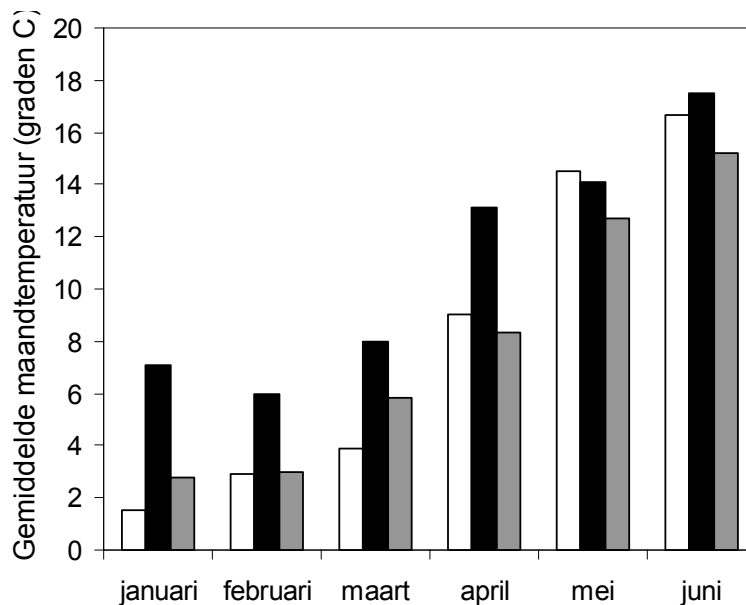
Bemonstering van de vegetatiebewonende ongewervelde fauna geschiedde met zogenaamde 'piramidevallen' of 'foto-electors'. Per perceel werden drie vallen geplaatst die elk een oppervlak van 1 m<sup>2</sup> bemonsteren. Een bemonsteringsronde duurde een week, waarna de val direct weer op een nieuwe plek op hetzelfde perceel werd uitgezet. In 2006 werden de vallen op 11 mei in Gerkesklooster en op 12 mei in de Ronde Hoep voor het eerst uitgezet. De volgende zes weken werden de vallen gelegd, de laatste op 21 en 22 juni, respectievelijk in Gerkesklooster en de Ronde Hoep. In 2007 in het Wormer- en Jisperveld werden de vallen voor het eerst op 3 mei uitgezet waarna ze de volgende vijf weken gelegd werden. In totaal zijn dus 456 monsters verzameld (12 percelen x 3 piramidevallen x 6 vangrondes + 16 percelen x 3 piramidevallen x 5 vangrondes). De insectenmonsters werden uitgesorteerd op ordeniveau. Vervolgens werden op ordeniveau aantal individuen geteld en drooggewicht bepaald. Bij de meest talrijke soortengroep, de Diptera, werd bij bepaling van de aantallen nog onderscheid gemaakt tussen kleine (< 3 mm), middelgrote (3-7 mm) en grote (> 7 mm) dieren.

## 2.3 Schatting verticale vegetatiestructuur

Bij aanvang van de studie en aan het eind van iedere arthropoden bemonsteringsronde werd de verticale vegetatiestructuur geschat met behulp van digitale foto's. Een wit bord met maataanduiding (60 cm hoog en 70 cm breed) werd verticaal in de vegetatie gezet. Vervolgens werd een digitale foto gemaakt op 1 m afstand en op 50 cm hoogte van het bord, zodat de tussenliggende vegetatie donker afsteekt tegen een lichte achtergrond. Bepalingen van de vegetatiestructuur zijn altijd binnen 2 m van de bijbehorende piramideval gemaakt. De eerste bepaling vond plaats bij aanvang van de arthropoden bemonstering (Gerkesklooster - 11 mei 2006; de Ronde Hoep - 12 mei 2006; Wormer- en Jisperveld – 26 april 2007, een week voor de eerste arthropoden bemonstering). Vervolgens werd aan het einde van elk van de zes bemonsteringsrondes een structuurbepaling uitgevoerd.

## 2.4 Het beheer op de verschillende perceeltypen

Na afloop van het veldwerk werd met de boeren telefonisch een vragenlijst doorlopen waarmee getracht werd het beheer op het onderzochte perceel in kaart te brengen. De vragen betroffen (1) type en hoeveelheid bemesting in 2006, (2) maai en/of beweidingsbeheer in 2006 (3) of het beheer in 2006 regulier dan wel uitzonderlijk was voor dit perceel en (4) of er bijzonderheden te vermelden waren die structuur en samenstelling van de vegetatie zouden kunnen beïnvloeden (bv. of een perceel plas-dras heeft gestaan of recent is heringezaaid). Bemestingsintensiteit werd uitgedrukt in kg stikstof per hectare per jaar. Deze werd afzonderlijk berekend voor N-mineraal (N concentratie uit kunstmest) en N-organisch (met behulp van de gemiddelde samenstelling van organische meststoffen gegeven door van Dijk (2003)).



Figuur 1. De ontwikkeling in de tijd van de gemiddelde maandtemperaturen in 2006 (witte staven), 2007 (zwarte staven) en het langjarig gemiddelde (grijze staven). Bron: KNMI.

## 2.5 Het weer in de bemonsteringsperiode

Het jaar 2007 werd gekenmerkt door een extreem warme winter en voorjaar terwijl die van 2006 behoorlijk gemiddeld was (Fig. 1). In de bemonsteringsperiode (mei en eerste helft van juni) was de temperatuur in de beide jaren vergelijkbaar en iets warmer dan het langjarig gemiddelde. Bij een temperatuursom van 890 °C is in goede weidevogelgebieden gemiddeld 50% van het gebiedoppervlak gemaaid of beweid (Teunissen et al. 2008). Deze temperatuursom werd in 2007 al op 26 april bereikt terwijl deze in 2006 pas op 1 juni bereikt werd.

## 2.6 Analyse

Met behulp van de verticale bedekkingprofielen die uit de digitale foto's konden worden afgeleid werd per perceel, per piramideval en per bemonsteringsdatum berekend op welke hoogte de vegetatie 50 % doorzicht had. Vervolgens werd per perceel berekend wat de gemiddelde vegetatiehoogte met 50 % doorzicht was op 16 mei. Het afgelopen decennium viel de gemiddeld mediane uitkomstdatum van gruttokuikens op 16 mei (Teunissen et al. 2008). Vegetatiehoogte op deze datum geeft daarmee een goede indicatie van de geschiktheid van de vegetatie om in te foerageren (de doordringbaarheid of toegankelijkheid van de vegetatie). De gemiddelde groeisnelheid van de vegetatie werd per perceel berekend door de lineaire trend te bepalen van de relatie tussen vegetatiehoogte met 50 % doorzicht en bemonsteringstijdstip. In de percelen die in 2006 bemonsterd waren ging de vegetatie legeren in de laatste weken van de studie wat resulteerde in een dalende gemiddelde

vegetatiehoogte in deze periode en een curvilineair verband tussen vegetatiehoogte en bemonsteringstijdstip. In deze percelen werd groeisnelheid uitsluitend geschat aan de hand van de data uit het lineaire deel van de vegetatieontwikkeling. Zowel de vegetatiehoogte op 16 mei als de groeisnelheid werden vervolgens gerelateerd aan de arthropodenrijkdom gedurende de gehele bemonsteringsperiode.

De data werden geanalyseerd met behulp van 'Generalized Linear Regression Models'. De weekvangsten van individuele piramidevallen werden gebruikt als experimentele eenheid. De data waren echter afkomstig uit verschillende jaren (2006 en 2007) en gebieden (Gerkesklooster, Ronde Hoep en Wormer- en Jisperveld). Om een correct beeld van het effect van landgebruiksintensiteit op aantal en gewicht van arthropoden te krijgen zal moeten worden gecorrigeerd voor seizoen- en gebiedseffecten. Tevens zijn waarnemingen afkomstig van hetzelfde perceel maar uit verschillende vangperiodes en/of piramidevallen niet onafhankelijk van elkaar. Om hiervoor te corrigeren werden de factoren 'Gebied', 'Perceel', 'Piramideval' en 'Datum' opgenomen in de statistische modellen. Aantal, biomassa en samenstelling van de bemonsterde arthropoden verschilden veelal significant tussen gebieden. Temporele trends en samenstelling van de arthropodengemeenschap worden daarom voor de gebieden afzonderlijk gegeven. In de analyses van de effecten van graslandgebruiksintensiteit wordt hiervoor echter gecorrigeerd door opname van de hierboven genoemde factoren zodat de resultaten van deze analyses worden gepresenteerd voor de drie gebieden gemeenschappelijk. De verklarende variabelen vegetatiehoogte (op 16/5), groeisnelheid en bemestingsintensiteit waren onderling gecorreleerd (Vegetatiehoogte-Groeisnelheid,  $r = 0.393$ ,  $P = 0.039$ ; Vegetatiehoogte-bemestingsintensiteit,  $r = 0.412$ ,  $P = 0.029$ ; Groeisnelheid-bemestingsintensiteit,  $r = 0.352$ ,  $P = 0.066$ ,  $n = 28$ ). Het effect dat een van deze verklarende variabelen heeft op de responsvariabelen kan dus afhangen van de aanwezigheid van de andere verklarende variabelen. Vegetatiehoogte werd beschouwd als de meest zuivere schatting van landgebruiksintensiteit omdat deze het product is van bemesting, groeisnelheid en starttijdstip van gewasgroei. Groeisnelheid van de vegetatie wordt in belangrijke mate bepaald door bemesting, maar ook door bijvoorbeeld ontwatering. In de analyses werd vegetatiehoogte daarom altijd vóór groeisnelheid en deze weer vóór bemesting ingevoerd. Op deze manier werd getest of groeisnelheid en bemesting nog additionele effecten hadden op het effect van de variabelen die al in het model zaten. Het volledige model bestond daarmee uit:

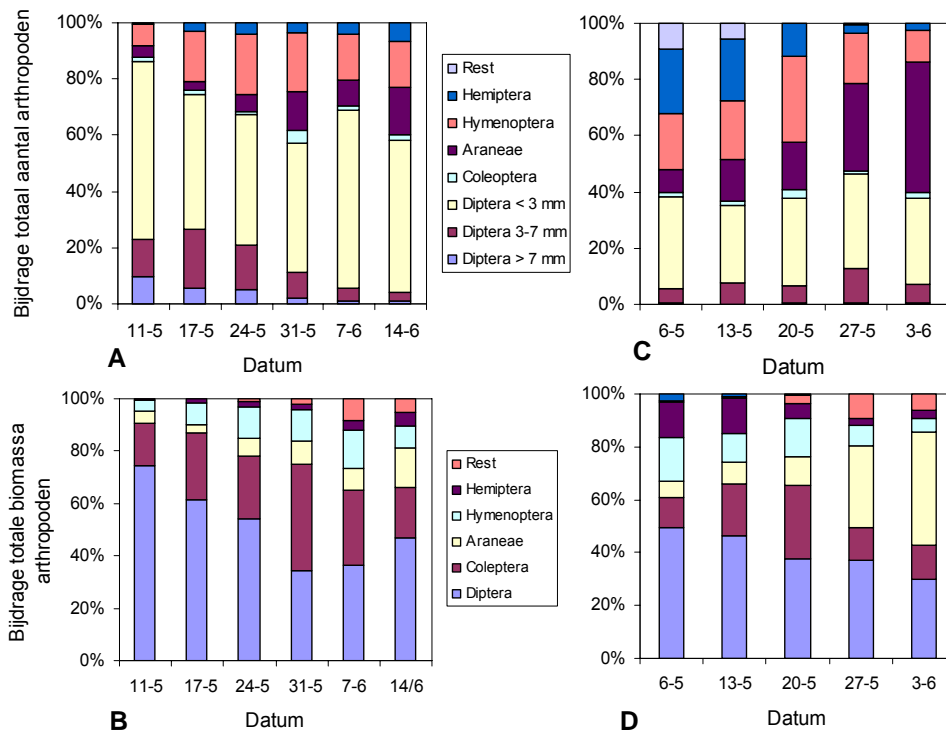
$$\text{Arthropoden} = \text{Gebied} + \text{Perceel} + \text{Piramideval} + \text{Datum} + \text{Vegetatiehoogte} \\ + \text{Groeisnelheid} + \text{Bemestingsintensiteit}$$

Aantalgegevens werden geanalyseerd met behulp van statistische modellen die uitgaan van Poisson verdeelde data en die gebruik maken van een logistische link functie. Waar nodig werden drooggewichten en lichaamsgrootte log-getransformeerd om constante variantie van data te bewerkstelligen waarna deze werden geanalyseerd met gangbare lineaire modellen zonder link-functie. Alle analyses werden uitgevoerd met het statistisch softwarepakket Genstat 8.11 (Payne et al. 2002).

### 3 Resultaten

#### 3.1 Samenstelling arthropoden en trends in de tijd

De Diptera waren de meest talrijke arthropodengroep in de drie gebieden (Fig. 2 a, c). Het overgrote deel van de Diptera bestond uit kleine dieren. Gemiddeld 73% en 86% (in respectievelijk 2006 en 2007) van de Diptera bestond uit individuen kleiner dan 3 mm. In de loop van de bemonsteringsperiode nam het aandeel Diptera wat af terwijl vooral de Araneae toenamen. De aantallen Hymenoptera en Hemiptera werden nooit echt dominant maar konden, afhankelijk van gebied en periode, nog tot 30% van het totaal aantal arthropoden uitmaken. Daarentegen waren de aantallen Coleoptera in alle gebieden verwaarloosbaar klein.



Figuur 2. De samenstelling van de arthropoden aanwezig gedurende de kuikenperiode in graslandvegetaties met verschillende beheersintensiteit. A, B Gerkesklooster en de Ronde Hoep bemonstert in 2006, C, D Wormer- en Jisperveld bemonstert in 2007. A, C Proportionele bijdrage van de verschillende orden arthropoden aan het totale aantal bemonsterde individuen, B, D Proportionele bijdrage van de verschillende orden arthropoden aan het totale drooggewicht van de bemonsterde arthropoden.

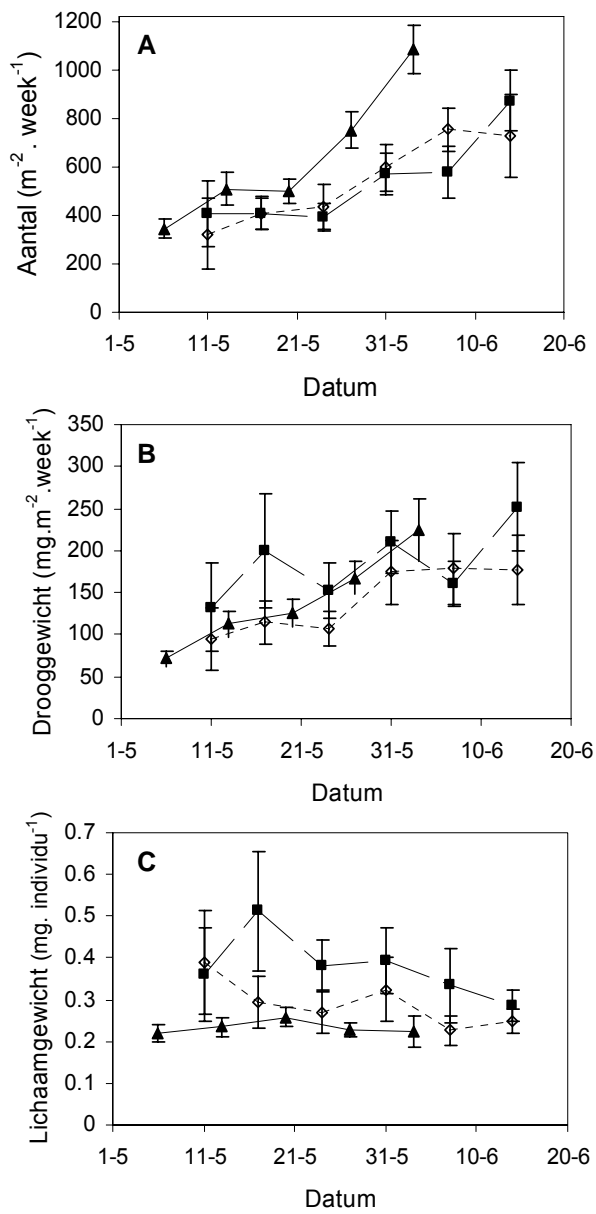
In de twee verschillende bemonsteringsjaren was het gemiddelde gewicht van Diptera, Coleoptera en Hymenoptera in dezelfde orde van grootte (Tabel 1). Die van Hemiptera, Araneae en de restgroep verschilden echter sterk. Het verschil in lichaamsgrootte van de restgroep tussen de twee jaren werd grotendeels verklaard doordat in 2007 regelmatig Lepidoptera werden aangetroffen welke een relatief groot

lichaamsgewicht hebben. In 2006 werden Lepidoptera nauwelijks aangetroffen. De verdeling van de biomassa over de verschillende orden was redelijk vergelijkbaar met de verdeling van de aantallen (vergelijk Fig. 2 a met b en c met d). De Coleoptera vertegenwoordigden de uitzondering op deze regel. Ondanks hun geringe aantallen leverden Coleoptera een behoorlijke bijdrage aan de totale biomassa (Fig. 2 b, d) wat werd veroorzaakt door hun grote individuele lichaamsgewicht (Tabel 1).

*Tabel 1. Het gemiddelde gewicht (in mg) per individu van de verschillende orden arthropoden in 2006 en 2007.*

	2006	2007
Diptera	0.269	0.252
Coleoptera	4.226	2.105
Araneae	0.045	0.229
Hymenoptera	0.191	0.125
Hemiptera	0.023	0.208
Rest	0.010	4.273
Totaal	0.335	0.232

Het totale aantal en biomassa van de arthropoden nam toe in de loop van de bemonsteringsperiode (Aantal  $F_{1,396} = 111.15$ ,  $P < 0.001$ ; Drooggewicht  $F_{1,396} = 58.45$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 3 ab). Ondanks, of mogelijk juist dankzij de grote verschillen tussen de drie gebieden in klimatologische omstandigheden en omgevingsfactoren, was het totale aantal en vooral het totaal drooggewicht arthropoden vergelijkbaar. Het gemiddelde lichaamsgewicht per individu veranderde niet significant gedurende de bemonsteringsperiode ( $F_{1,396} = 0.05$ ,  $P = 0.826$ , Fig. 3 c). De trend in het Wormer- en Jisperveld leek echter wat te verschillen: constante lichaamsgewichten in het Wormer- en Jisperveld en licht afnemende gewichten in Gerkesklooster en Ronde Hoep (Fig. 3 c; interactie Gebied.Datum;  $F_{2,396} = 2.77$ ,  $P = 0.064$ ).



Figuur 3. Ontwikkeling in de tijd in totaal aantal (A), totaal drooggewicht (B), en gemiddeld individueel drooggewicht van arthropoden gedurende een belangrijk deel van de kuikenperiode van grutto's in graslanden met uiteenlopend bebeer. Open ruiten, Gerkesklooster 2006; gesloten vierkanten, Ronde Hoep 2006, gesloten drieboeken, Wormer- en Jisperveld 2007.

### 3.2 Effecten omgevingsvariabelen op arthropoden

Het aantal bemonsterde individuen van de Diptera was positief gerelateerd aan de hoogte van de vegetatie op 16 mei (Tabel 2). Ook de verschillende grootteklassen binnen de Diptera waren allen significant positief gerelateerd aan vegetatiehoogte. De Araneae waren negatief gerelateerd aan vegetatiehoogte terwijl de overige orden niet significant gerelateerd waren. Waarschijnlijk vanwege de dominantie van de Diptera was het totaal aantal arthropoden positief gerelateerd aan vegetatiehoogte op 16 mei.

De groeisnelheid van de vegetatie was significant negatief gerelateerd aan het aantal bemonsterde Hymenoptera en Diptera. Uitsluitend Diptera kleiner dan 3 mm waren significant gerelateerd aan de groeisnelheid van de vegetatie. Het aantal Coleoptera was positief gerelateerd aan groeisnelheid maar dit betrof slechts geringe aantallen. Het totale aantal arthropoden was daardoor significant negatief gerelateerd aan de groeisnelheid.

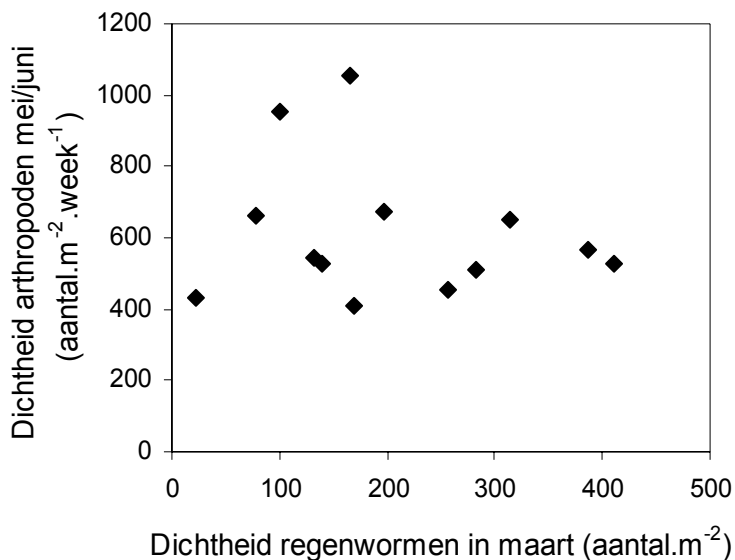
Na rekening te hebben gehouden met de effecten van vegetatiehoogte en groeisnelheid was bemestingsintensiteit negatief gerelateerd aan het aantal Diptera groter dan 7 mm en alle andere arthropodenorden, Coleoptera uitgezonderd. Ook het totale aantal arthropoden was significant negatief gerelateerd aan bemestingsintensiteit.

De effecten van vegetatiehoogte op de biomassa van verschillende orden arthropoden was vergelijkbaar met die op de aantallen (Tabel 2). De positieve relatie tussen vegetatiehoogte en biomassa Hemiptera was nu echter significant terwijl die tussen vegetatiehoogte en de biomassa van alle arthropoden gezamenlijk juist niet meer significant was. Groeisnelheid van de vegetatie had geen significant effect op de biomassa van de verschillende soortengroepen. Bemesting had een negatief effect op de biomassa van de Diptera en de biomassa van alle arthropoden gezamenlijk.

De gemiddelde individuele lichaamsgrootte was bij geen enkele arthropodengroep significant gerelateerd aan de vegetatiehoogte op 16 mei. Groeisnelheid van de vegetatie was echter positief gerelateerd aan lichaamsgrootte van Diptera en Hymenoptera en daardoor ook aan die van alle arthropoden gezamenlijk. De lichaamsgrootte van Diptera was negatief gerelateerd aan bemestingsintensiteit.

**Tabel 2.** Het effect van vegetatiehoogte op 16 mei, groeisnelheid van de vegetatie en bemestingsintensiteit op de aantallen, biomassa en lichaamsgrootte van verschillende groepen arthropoden uit graslanden. Uitsluitend effecten met een betrouwbaarheid groter dan 99.9% ( $\alpha < 0.001$ ) zijn als significant weergegeven. Effecten van corrigerende factoren Gebied, Perceel, Piramideval en Datum zijn hier buiten beschouwing gelaten.

	Vegetatiehoogte	Groeisnelheid	Bemesting
<b>Aantallen</b>			
Diptera	+++	---	-
Diptera < 3 mm	+++	---	-
Diptera 3-7 mm	+++	-	-
Diptera > 7 mm	+++	+	---
Coleoptera	+	+++	+
Araneae	---	-	---
Hymenoptera	+	---	---
Hemiptera	+	-	---
<b>Totaal aantal</b>	+++	---	---
<b>Biomassa</b>			
Diptera	+++	-	---
Coleoptera	+	+	-
Araneae	---	+	-
Hymenoptera	-	+	-
Hemiptera	+++	+	+
<b>Biomassa alle groepen</b>	+	+	---
<b>Lichaamsgrootte</b>			
Diptera	-	+++	---
Coleoptera	-	-	-
Araneae	-	+	+
Hymenoptera	-	+++	+
Hemiptera	-	+	+
<b>Lichaamsgrootte alle groepen</b>	-	+++	-



*Figuur 4.* De relatie tussen voedselaanbod voor volwassen grutto's in de vestigingsfase en gruttokuikens in de kuikenperiode in het Wormer- en Jisperveld. Dichtheid regenwormen werd geschat op 7-12 maart 2007 in de bovenste 10 cm van de bodem (zie Kleijn et al. 2008). Dichtheid arthropoden is het gemiddelde totaal aantal arthropoden zoals bepaald in de huidige studie.



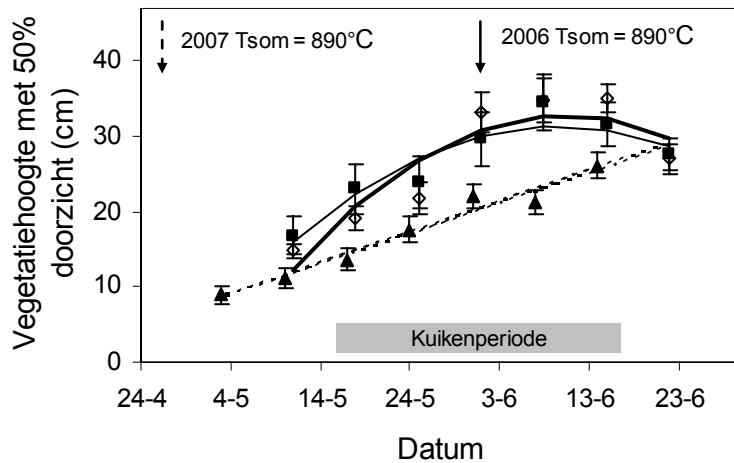
Voor een dertiental percelen die in 2007 bemonsterd waren in het Wormer- en Jisperveld waren data beschikbaar van de dichtheid regenwormen ten tijde van de vestigingsfase van de volwassen Grutto's (maart 2007, zie Kleijn et al. 2008). Hierdoor kon onderzocht worden of de voedselbeschikbaarheid voor de kuikens in de kuikenperiode gerelateerd was aan de voedselbeschikbaarheid van de oudervogels in de vestigingsfase. De dichtheid arthropoden was niet gerelateerd aan de dichtheid regenwormen (Fig. 4).

### 3.3 Vegetatieontwikkeling gedurende de kuikenperiode

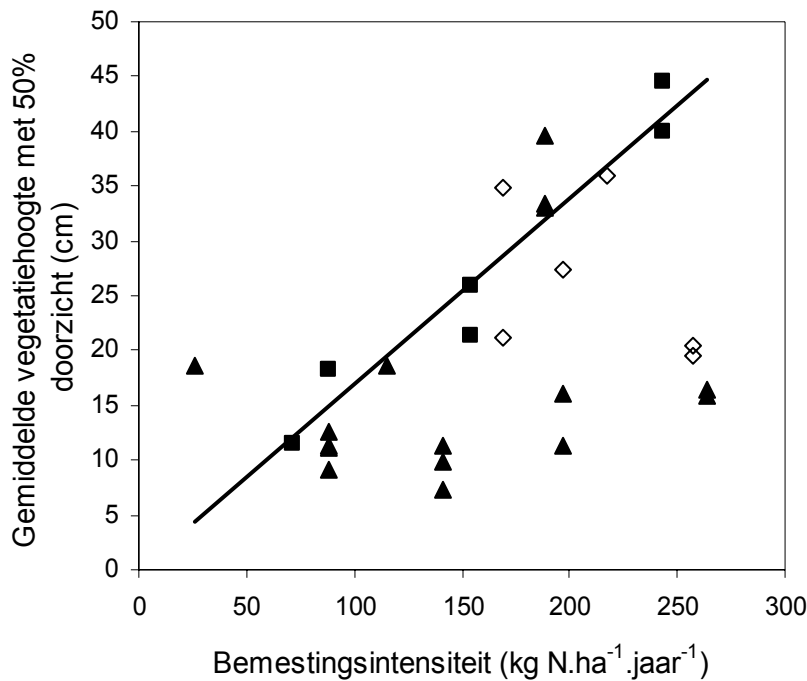
De ontwikkeling van de vegetatie verschilde sterk tussen Gerkesklooster en de Ronde Hoep enerzijds en het Wormer- en Jisperveld anderzijds (Fig. 5). Hoewel winter en voorjaar van 2007 veel warmer waren dan die van 2006 (Fig. 1) was de ontwikkeling van de vegetatie in de kuikenperiode in Gerkesklooster en de Ronde Hoep veel sneller dan in het Wormer- en Jisperveld. Gemiddeld was de vegetatie op eenzelfde datum 34-39 % hoger dan in het Wormer- en Jisperveld. In de beide landbouwgebieden nam de gemiddelde vegetatiehoogte door legering van de vegetatie vanaf 7 juni weer af. In 2006 werd in beide gebieden omstreeks 1 juni een temperatuursom van 890 °C bereikt. In door agrariërs beheerde, goede weidevogelgebieden is deze temperatuursom indicatief voor de mediane maai/weidedatum (Teunissen et al. 2008). Deze vegetaties zouden dan ook zeker gemaaid zijn als boeren niet beperkt werden door beheersovereenkomsten of onderzoek. In 2007 in het Wormer- en Jisperveld werd een temperatuursom van 890 °C al bereikt voor aanvang van de bemonstering. Desondanks was de vegetatiehoogte op 3 mei nog zeer laag (vegetatiehoogte met 50 % doorzicht op 8.9 cm) en nam tot 14 juni lineair toe (Fig. 5).

De vegetatiehoogte was uitsluitend in de Ronde Hoep significant gerelateerd aan de bemestingsintensiteit (interactie Gebied.Bemestingsintensiteit,  $F_{2,22} = 3.65$ ,  $P = 0.043$ , Effect bemesting Ronde Hoep  $F_{1,4} = 63.9$ ,  $P < 0.001$ , Fig. 6). Het ontbreken van een dergelijke relatie in Gerkesklooster en het Wormer- en Jisperveld ( $P > 0.20$ ) werd waarschijnlijk veroorzaakt door versturende effecten van omgevingsvariabelen waarvan grondwaterstand vermoedelijk de belangrijkste was.

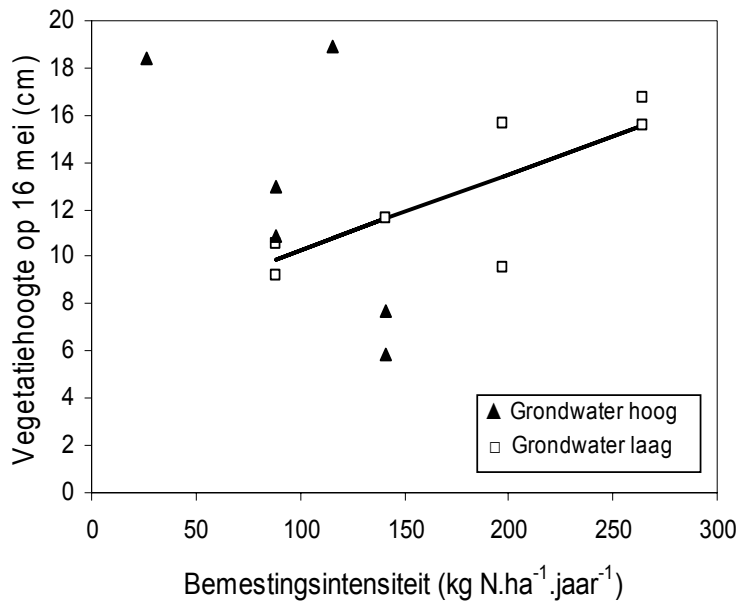
Op de 13 percelen in het Wormer- en Jisperveld waarvoor zowel structuurmetingen als gegevens over grondwaterstand beschikbaar waren (Kleijn et al. 2008) werd een interactie tussen de effecten van bemesting en grondwaterstand worden waargenomen ( $F_{1,9} = 7.46$ ,  $P = 0.023$ ). Deze interactie is geïllustreerd in Fig. 7 en toont dat bemesting uitsluitend positief gerelateerd was aan vegetatiehoogte op percelen met een relatief lage grondwaterstand.



Figuur 5. De ontwikkeling in vegetatiehoogte in de loop van de bemestingsperiode in de drie studie gebieden. De balk geeft de periode aan waarin de piek van de kuikens in het veld aanwezig zijn (mediane uitkomstdatum + 30 dagen: 16 mei – 15 juni). Tsom: temperatuursom. Open ruiten, Gerkesklooster 2006; gesloten vierkanten, Ronde Hoep 2006, gesloten driehoeken, Wormer- en Jisperveld 2007.



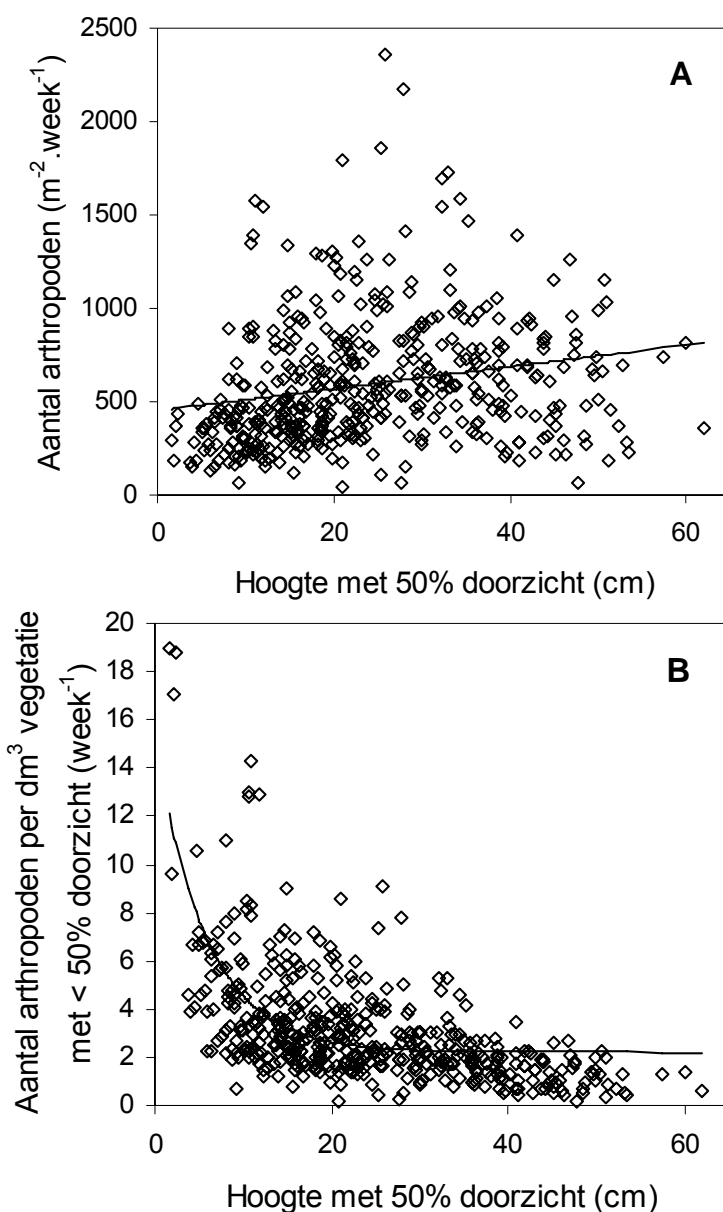
Figuur 6. De relatie tussen vegetatiehoogte en bemestingsintensiteit op graslandpercelen in drie verschillende weidevogelgebieden. Open ruiten, Gerkesklooster 2006; gesloten vierkanten, Ronde Hoep 2006, gesloten driehoeken, Wormer- en Jisperveld 2007.



Figuur 7. Een illustratie van de interactie tussen effecten van bemesting en grondwaterstand op de vegetatiehoogte op 16 mei. Weergegeven is de relatie tussen bemesting en vegetatiehoogte op percelen met een grondwaterstand van 38 cm of minder onder maaiveld (hoge grondwaterstand) of 39 cm of meer (lage grondwaterstand). De relatie is niet significant bij hoge grondwaterstand ( $F_{1,4} = 3.37$ ,  $P = 0.14$ ) maar wel bij lage grondwaterstand ( $F_{1,5} = 8.77$ ,  $P = 0.031$ ).

### 3.4 Het relatieve belang van vegetatiehoogte en arthropodenrijkdom

De resultaten van deze studie tonen dat het aantal arthropoden toeneemt met toenemende vegetatiehoogte op 16 mei (Tabel 2). Dit betekent dat de voedselbeschikbaarheid voor gruttokuikens per oppervlakte-eenheid toeneemt met toenemende intensiteit van het graslandgebruik. De toenemende vegetatiehoogte op het moment van uitkomst van gruttotoeieren is echter ongunstig voor gruttokuikens omdat dit de toegankelijkheid van de vegetatie vermindert. Of het toenemende aantal arthropoden compenseert voor de afnemende toegankelijkheid is moeilijk te bepalen. Een ander aspect dat de kwaliteit van de vegetatie als foerageerhabitat van gruttokuikens bepaalt, is wat door Kleijn et al. (2007) de vindkans van arthropoden is genoemd. Omdat gruttokuikens hun prooidieren vooral uit de vegetatie plukken zal de vindkans van een prooidier afhangen van het aantal arthropoden in de vegetatie en het volume van de vegetatie waarin deze zich bevinden. In de huidige studie nam het aantal arthropoden slechts beperkt toen met toenemende vegetatiehoogte (Fig. 8a). De vegetatiehoogte zelf, en daarmee het volume van de vegetatie, nam veel sterker toe dan het aantal arthropoden waardoor het aantal arthropoden per volume vegetatie exponentieel af nam met toenemende vegetatiehoogte (Fig. 8b). Dit suggereert dat de vindkans van prooidieren in lage, open vegetaties de arthropoden veel hoger is dan in hoge, gesloten vegetaties voornamelijk omdat arthropoden ondanks hun lagere aantallen veel geconcentreerder voorkomen in open vegetaties.



Figuur 8. De relatie tussen vegetatiehoogte en (A) het aantal arthropoden per oppervlakte en (B) de dichtheid arthropoden per volume vegetatie. Deze analyse gaat uit van de conservatieve aanname dat de dichtheid van de vegetatie met < 50% doorzicht gelijk blijft bij toenemende vegetatiehoogte. Het onderste paneel toont een significant exponentieel verband ( $F_{2, 450} = 130.60$ ,  $P < 0.001$ ,  $R^2 = 36.4$ ) die een iets betere fit gaf dan een lineair verband ( $F_{1, 451} = 169.32$ ,  $P < 0.001$ ,  $R^2 = 27.1$ ).



## 4 Discussie

### 4.1 Samenstelling van de arthropodengemeenschap in de tijd

In overeenstemming met de bevindingen van Schekkerman & Beintema (2007) waren in de huidige studie de Diptera (muggen en vliegen) de meest talrijke orde. De resultaten suggereren echter een afnemende dominantie van Diptera gedurende het kuikenseizoen (Fig. 2). De Araneae (spinachtigen) vertonen een respons die tegenovergesteld is aan die van de Diptera. Hun aandeel neemt toe naarmate de kuikenperiode vordert. Het aandeel van de overige soortengroepen vertonen geen duidelijke trends met de tijd die consistent zijn tussen gebieden.

In alle drie de gebieden nam het totaal aantal, en in iets mindere mate het totaal drooggewicht arthropoden toe gedurende de gehele bemonsteringsperiode. Deze resultaten zijn in tegenstelling met de bevindingen van Schekkerman & Beintema (2007) die een maximum arthropoden rijkdom vonden rondom 25 mei waarna de rijkdom aan arthropoden sterk afnam. Deze afname werd door Schekkerman (1997) aan de veroudering en verhouting van de vegetatie geweten. In de onderzoeksjaren van Schekkerman & Beintema (2007; 1993-1995) werd de arthropodenpiek bereikt bij een temperatuursom van gemiddeld 1070 °C. In 2006 werd deze temperatuursom pas bereikt op 6 juni, een week voor het einde van de bemonstering. Het is dus niet ondenkbaar dat de bemonsteringsduur in dit jaar te kort was voor het vaststellen van een piek. In 2007 werd de temperatuursom van 1070 °C al op 1 mei bereikt. Vanwege redenen die hieronder bediscussieerd worden was de vegetatieontwikkeling in het Wormer- en Jisperveld echter veel langzamer dan die in gangbare landbouwgebieden zodat hier niet verwacht mocht worden een mogelijke piek in arthropodenrijkdom in de bemonsteringsperiode zou vallen.

### 4.2 Arthropoden en graslandgebruiksintensiteit

Vegetatiehoogte was significant positief gerelateerd aan het totaal aantal arthropoden maar niet aan de biomassa of de lichaamsgrootte van arthropoden. Van de verschillende orden waren Diptera (zowel aantallen als biomassa) en Hymenoptera (biomassa) positief en de Araneae (zowel aantallen als biomassa) negatief gerelateerd aan de vegetatiehoogte. Soorten uit de orde Hemiptera (cicaden, wantsen en bladluizen) voeden zich door sappen uit planten te zuigen. Een hogere vegetatie vertegenwoordigt meer voedsel en dit zou de positieve relatie tussen de rijkdom aan individuen van deze orden en vegetatiehoogte goed kunnen verklaren. Soorten uit verschillende geslachten van de Diptera voeden zich met levend plantaardig materiaal (bijv. Tipulidae, sommige Tephritidae, sommige Syrphidae). De meeste Diptera voeden zich echter met dood organisch materiaal. Zowel levend als dood organisch materiaal neemt toe met toenemende productiviteit wat een goede verklaring biedt voor de positieve relatie van het aantal Diptera met de vegetatiehoogte. De negatieve relatie tussen vegetatiehoogte op 16 mei en de rijkdom aan Araneae is mogelijk te

verklaren doordat veel soorten uit deze orde zich over het bodemoppervlak voortbewegen. Een hogere vegetatie betekent een dichtere vegetatie op het bodemoppervlak. Percelen met een zich eerder ontwikkelende en hogere vegetatie zijn daardoor waarschijnlijk minder geschikt als leefgebied voor het gros van deze soorten.

De groeisnelheid van de vegetatie was significant negatief gerelateerd aan het aantal arthropoden. De positieve relatie van de groeisnelheid en het beperkte aantal Coleoptera werd ruimschoots gecompenseerd door de negatieve relatieve relatie met de veel talrijkere groepen Hymenoptera en Diptera (Table 2). Groeisnelheid was positief gerelateerd met lichaamsgrootte van Diptera, Hymenoptera en alle arthropoden gezamenlijk. Groeisnelheid van de vegetatie was niet significant gerelateerd aan de biomassa van de verschillende orden, wat vermoedelijk verklaard werd doordat aantallen Diptera en Hymenoptera afnamen maar het individueel lichaamsgewicht toenam. Een goede verklaring voor het hogere lichaamsgewicht van deze orden bij hogere groeisnelheid van de vegetatie hebben we niet.

Bemesting had, nadat voor de effecten van de gecorreleerde variabelen vegetatiehoogte en groeisnelheid is gecorrigeerd, uitsluitend negatieve effecten op arthropoden. Met uitzondering van de Coleoptera waren de aantallen van alle onderzochte orden negatief gerelateerd aan bemestingsintensiteit. Biomassa en lichaamsgrootte van de Diptera was negatief gerelateerd aan bemesting. Het negatieve effect op lichaamsgrootte was ook terug te zien in de respons van de aantallen Diptera van verschillende grootteklassen. Alle grootteklassen waren negatief gerelateerd aan bemesting maar de relatie was uitsluitend significant voor Diptera groter dan 7 mm. De lichaamsgrootte van Araneae, Hymenoptera en Hemiptera was positief gerelateerd aan bemesting. Hoewel dit niet significante relaties betrof kan dit het negatieve effect van bemesting op de aantallen enigszins geneutraliseerd hebben waardoor bemesting niet significant gerelateerd was aan de biomassa van deze orden. Omdat indirecte effecten van bemesting via de vegetatie al in de effecten van vegetatiehoogte en -groeisnelheid zitten, is het aannemelijk dat de in deze studie vastgestelde effecten van bemesting op arthropoden voornamelijk directe effecten betreft, zoals blootstelling aan meststoffen zoals ammonium en ureum zelf. Deze zijn zonder uitzondering negatief.

De afwezigheid van een duidelijke negatieve relatie tussen de gemiddelde lichaamsgrootte van arthropoden en landgebruiksintensiteit verdient enige nadere discussie omdat de grootte van arthropoden bepaalt hoe efficiënt gruttokuikens kunnen foerageren. Siepel (1990) vond een afnemende lichaamsgrootte bij toenemende bemestingsintensiteit van 0-400 kg N. ha<sup>-1</sup>. jaar<sup>-1</sup>. Schekkerman & Beintema (2007) vonden net als deze studie geen verband tussen lichaamsgrootte en bemestingsintensiteit maar stelden dat dit mogelijk het gevolg was van het feit dat effecten van bemestingsintensiteit op graslandarthropoden zich vooral voordoen onder de 100 kg N. ha<sup>-1</sup>. jaar<sup>-1</sup> wat buiten de door hen bemonsterde range viel. Deze hypothese valt met de resultaten van deze studie niet geheel te ontkrachten (slechts één perceel had een bemestingsintensiteit van ver beneden de 100 kg N. ha<sup>-1</sup>. jaar<sup>-1</sup>). De resultaten geven echter weinig steun aan de hypothese. De onderzochte range

vegetatiestructuren liep van zeer weinig productief grasland in natuurresevaten tot zeer productief agrarisch grasland. Effecten van graslandstructuur op lichaamsgrootte waren afwezig (vegetatiehoogte) of positief (groeisnelheid). Bemesting had uitsluitend een direct negatief effect op lichaamsgrootte van de Diptera maar dit zal in ieder geval deels geneutraliseerd worden door het positieve effect van (door bemesting gestimuleerde) groeisnelheid op diezelfde Diptera. *Het lijkt daarmee gerechtvaardigd als werkhypothese te stellen dat in Nederlandse weidevogelgraslanden de prooigrootte van gruttokuikens niet beïnvloed wordt door de gebruikintensiteit.*

De grootte van prooidieren is belangrijk omdat dit bepaalt hoe efficiënt gruttokuikens kunnen foerageren (Beintema et al. 1991). Beintema et al. (1991) en Schekkerman (1997) suggereerden dat arthropoden groter dan 1 mg drooggewicht energetisch het gunstigst zijn en worden geprefereerd door gruttokuikens. Onze resultaten (Table 1) laten zien dat gemiddeld genomen alleen de Coleoptera en in 2007 de restgroep met voornamelijk Lepidoptera deze grootte halen. In deze studie bestonden de Coleoptera voornamelijk uit Staphilinidae welke weinig worden gegeten door gruttokuikens (Beintema et al. 1991). De lichaamsgrootte van de overige soortengroepen blijft gemiddeld genomen ruim onder de 1 mg. Het gemiddelde is weliswaar een maat die gevoelig is voor uitschieters maar in de huidige dataset kunnen uitsluitend uitschieters naar boven voorkomen wat aangeeft dat onze schattingen van de gemiddelde lichaamsgrootte van insecten waarschijnlijk het lichaamsgewicht van het grootste deel van de insecten nog overschat. Het onderscheid dat bij de Diptera gemaakt is in verschillende grootteklassen illustreert dit goed. Tachtig procent van de Diptera bestond uit dieren kleiner dan 3 mm, 17 % was tussen 3 en 7 mm groot en slechts 3 % was groter dan 7 mm. De door ons gehanteerde grootteklassen komen globaal overeen met de grootteklassen die gebruikt werd door Beintema et al. (1991). Zij vonden dat gruttokuikens vooral arthropoden tot zich namen uit de middelste en hoogste grootteklassen. Dat zou er op duiden dat zo'n 80% van de aanwezige Diptera niet bijdraagt aan de voedselbeschikbaarheid van gruttokuikens. Het is niet onwaarschijnlijk dat dit ook geldt voor de overige soortengroepen.

### 4.3 Vegetatieontwikkeling en graslandgebruiksintensiteit

De vegetatieontwikkeling varieerde bijzonder sterk tussen het Wormer- en Jisperveld enerzijds en Gerkesklooster en de Ronde Hoep anderzijds. De veel tragere en latere vegetatieontwikkeling in het Wormer- en Jisperveld kon niet verklaard worden door klimatologische verschillen tussen de verschillende bemonsteringsjaren. Winter en voorjaar van 2007, het jaar waarin het Wormer- en Jisperveld bemonsterd werd, waren juist extreem warm terwijl 2006 het jaar waarin de beide andere gebieden bemonsterd werden gemiddelde voorjaarstemperaturen hadden. Onder vergelijkbare omstandigheden zouden de waargenomen verschillen dus nog aanzienlijk *groter* geweest zijn. Het is opmerkelijk dat de verschillen zo groot zijn aangezien vier van de twaalf in 2006 bemonsterde percelen geselecteerd waren op hun kruidenrijke, schrale voorkomen, nog eens vier op hun kruidenrijkdom en slechts vier percelen daadwerkelijk gangbaar boerengrasland vertegenwoordigden. De verschillen in



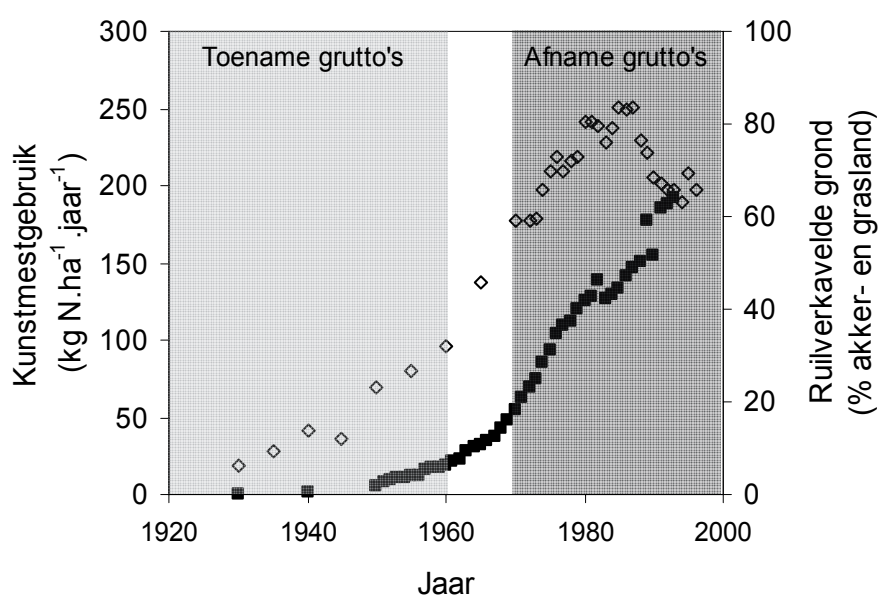
vegetatiestructuur tussen de drie in 2006 bemonsterde perceeltypen waren al aanzienlijk met een relatief ijle structuur in de kruidenrijk bemeste en vooral de kruidenrijk schrale vegetatietypen (Kleijn et al. 2007).

In natte graslanden blijkt bemesting een slechte maat voor graslandgebruiksintensiteit. Slechts in de Ronde Hoep werd een significante relatie gevonden tussen bemesting en vegetatieontwikkeling. Opvallend genoeg ontlieden de mestgiften in de drie gebieden elkaar niet sterk met uitsluitend in Gerkesklooster wat hogere mestgiften (gemiddeld 211 kg N.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> tegen 159 en 150 kg N.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> op de onderzochte percelen in respectievelijk de Ronde Hoep en het Wormer- en Jisperveld; zie ook Fig. 6). Het gebrek aan effect van bemesting op vegetatieontwikkeling wordt vermoedelijk veroorzaakt door het beperkende effect van hoge grondwaterstanden. Bemesting resulteert uitsluitend in groei van de vegetatie als de grondwaterstand voldoende laag is (Fig. 7). Bij hoge grondwaterstand is onvoldoende zuurstof in de wortelzone aanwezig om te resulteren in groei en ontwikkeling van planten. Het polderpeil in het Wormer- en Jisperveld, voor en gedurende de bemonsteringsperiode was veel hoger dan die in de beide andere gebieden (zie sectie 2.1). Dit wordt bevestigd door het feit dat in het Wormer- en Jisperveld bemesting uitsluitend op percelen met een lage grondwaterstand gerelateerd was aan vegetatiehoogte (Fig. 7). Een langdurig hoge grondwaterstand in het voorjaar lijkt dan ook de belangrijkste reden te zijn voor de late en trage vegetatieontwikkeling in het Wormer- en Jisperveld en daarmee voor de grote verschillen met de overige twee gebieden.

#### **4.4 Intensivering van graslandgebruik in relatie tot nestplaatskeuze en populatietrends van Grutto's**

De resultaten van deze studie geven, in combinatie met historische gegevens over het Nederlandse landgebruik (Fig. 9), een mogelijke verklaring voor de populatietrend van Grutto's in de twintigste eeuw. Verlagen van de grondwaterstand, veelal in het kader van ruilverkavelingen, werden pas grootschalig uitgevoerd vanaf 1960 terwijl kunstmestgebruik door boeren al vanaf 1930 gestaag toenam. In 1960 was slechts 6% van het oppervlak Nederlandse landbouwgrond ruilverkaveld, terwijl het gemiddelde kunstmestgebruik toen al op zo'n 100 kg N.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> lag. Tot de jaren '60 bestond intensivering van de landbouw dus vooral uit toegenomen bemesting. Bemesting leidde tot een hoger voedselaanbod voor volwassen vogels (regenwormen; Standen 1984, Kleijn et al. 2008a) terwijl een hoge grondwaterstand ervoor zorgde dat de vegetatie geschikt bleef als foerageerhabitat voor de kuikens (Fig. 4, 5, 7). Tot ongeveer de jaren '60 van de vorige eeuw nam de populatie van de Grutto toe en leek de soort te profiteren van de intensivering van de landbouw. In jaren '70 was het jaarlijkse oppervlak gereedgemaakte ruilverkavelde grond op zijn hoogtepunt en vanaf deze periode begon de populatieomvang van de Grutto weer duidelijk af te nemen. Ingrepen in de waterhuishouding van Nederlandse natte graslanden zijn dus waarschijnlijk bepalend geweest voor de geschiktheid van deze habitat voor Grutto's

De resultaten bieden ook inzicht in de oorzaak voor de soms tegenstrijdige bevindingen van studies naar factoren die nestplaatskeuze van de Grutto's beïnvloeden. Bij een hoge grondwaterstand bestaat er geen 'trade-off' tussen voedselaanbod van volwassen Grutto's en voedselaanbod van kuikens (Fig. 4). Onder deze omstandigheden verhogen de oudervogels hun eigen fitness en daarmee indirect die van de kuikens (Hegyí & Sasvári, 1998) door te kiezen voor een territorium met hoge dichtheid regenwormen. Bij een lage of ruimtelijk gevarieerde grondwaterstand levert selectie van territoria met een hoge grondwaterstand (Kleijn et al. 2008b, Kleijn & van Zuijlen 2004, Struwe-Juhl 1995) vermoedelijk meer fitnessvoordeel zeker in landbouwgebieden waar door de hoge mestgiften de dichtheid aan regenwormen sowieso al hoog is.



Figuur 9. Trends in het gebruik van kunstmest (ruiten) en het oppervlak gereedgemaakte ruilverkaveling (vierkanten). Over het algemeen wordt in het kader van ruilverkaveling het polderpeil optimaal ingericht voor landbouwkundig gebruik van het gebied. Percentage ruilverkavelde grond is daarmee indicatief voor het percentage landbouwgrond waarop de grondwaterstanden drastisch verlaagd zijn. Bron: CBS.

#### 4.5 Conclusies – het beheer van grasland voor gruttokuikens

De huidige studie onderzoekt op welke wijze de intensiteit van graslandgebruik het aanbod en de bereikbaarheid van prooidieren (arthropoden) voor gruttokuikens beïnvloedt. De ontwikkelingssnelheid van de vegetatie werd daarbij gebruikt als maat voor de landgebruiksintensiteit omdat deze het product is van alle maatregelen die een boer neemt om de productiviteit van de vegetatie te verhogen. De belangrijkste resultaten suggereren dat de aantal, biomassa en lichaamsgrootte van arthropoden niet sterk wordt beïnvloedt door graslandgebruiksintensiteit. Dit wordt deels

veroorzaakt door tegenstrijdige effecten van verschillende componenten van graslandgebruiksintensiteit op arthropoden of contrasterende relaties met verschillende soortengroepen. Zo was bijvoorbeeld het aantal arthropoden positief gerelateerd aan de vegetatiehoogte op 16 mei maar negatief aan groeisnelheid van de vegetatie en bemestingsintensiteit. De vegetatiestructuur verschilde wel duidelijk afhankelijk van de intensiteit van het graslandgebruik. Daarbij speelde grondwaterstand een doorslaggevende rol. Onafhankelijk van de mate van bemesting is de vegetatiestructuur laag en open bij een hoge grondwaterstand. Omgekeerd leidt bemesting uitsluitend tot een hoge gesloten vegetatiestructuur bij een lage grondwaterstand. *Het gebrek aan eenduidige relaties tussen landgebruiksintensiteit en arthropoden suggereert dat vegetatiestructuur de bepalende factor is die de kwaliteit van graslanden als foerageerhabitat voor gruttokuikens bepaalt.*

De foerageerkosten van gruttokuikens nemen toe met toenemende vegetatiehoogte. De vindkans van prooidieren neemt af met toenemende vegetatiehoogte. Bemesting heeft uitsluitend negatieve effecten op arthropoden. *Dit duidt erop dat de meest ijle en open vegetaties de meest geschikte foerageerhabitat vormen omdat arthropoden hierin het sterkst geconcentreerd voorkomen en omdat de foerageerkosten het laagst zijn.*

Een hoog waterpeil zorgt ervoor dat onafhankelijk van de productiviteit van de locatie of de jaarlijkse weersomstandigheden de vegetatiegroei geremd wordt zodat in de kuikenperiode een gemakkelijk toegankelijke vegetatie aanwezig is. *Voor het creëren van graslanden met optimale foerageeromstandigheden voor gruttokuikens lijkt onder de huidige omstandigheden het vasthouden van een hoog waterpeil tot en met de kuikenperiode essentieel omdat hiermee onafhankelijk van de beheersgeschiedenis of klimaat de vegetatiegroei sterk geremd kan worden.*

Verschraling van voedselrijke landbouwgronden is een langdurig proces en de vegetatie van dit soort percelen zal de eerste jaren na instelling van het aangepaste beheer nog nauwelijks geschikt, en zeker niet optimaal zijn voor gruttokuikens. Daar komt bij dat verschraling niet alleen leidt tot een opener vegetatiestructuur, maar tevens tot een verlaging van de dichtheid regenwormen. Tegen de tijd dat de vegetatie voldoende verschraald is om geschikte foerageerhabitat voor gruttokuikens te bieden zullen deze percelen als broedhabitat door volwassen vogels vermeden worden (Kleijn et al. 2001). Het gevolg daarvan kan zijn dat gruttokuikens in de kwetsbare eerste dagen nadat ze uit het ei zijn gekropen in een suboptimale of zelfs slechte foerageerhabitat door moeten brengen wat hun overlevingskansen sterk zal doen verminderen. *Uit oogpunt van de Grutto is het reduceren van de bemesting zonder verbod van het waterpeil een minder effectieve maatregel.*

Door voor de kuikenperiode graslanden te maaien kan hun toegankelijkheid voor Grutto kuikens verbeterd worden. In de tweede en derde week na maaien is de doordringbaarheid van deze zogenaamde hergroei-percelen betrekkelijk goed (Kleijn et al. 2007). In deze periode zijn de aantallen en biomassa arthropoden op dit perceeltype echter bijzonder laag. In juni is prooidichtheid weer op een gemiddeld peil maar is de doordringbaarheid van de vegetatie inmiddels sterk afgenomen (Kleijn et al. 2007).

*Hergroeiende, gangbaar beheerde percelen lijken weinig uitkomst te bieden als foerageerhabitat voor gruttokuikens.*

*De resultaten suggereren dat een hoge grondwaterstand in de broed- en kuikenperiode een cruciale randvoorwaarde is voor het duurzaam behoud van Grutto's in Nederland. Bemesting in combinatie met hoge grondwaterstanden verhoogt de draagkracht van een gebied waarschijnlijk. Te veel mest bij hoge grondwaterstanden leidt echter tot uitspoeling van meststoffen en eutrofiering van het oppervlaktewater wat negatieve gevolgen kan hebben voor andere natuurwaarden in het gebied.*

#### **4.6 Kennishiaten**

De belangrijkste kennishiaten hebben te maken met de inpasbaarheid van de bevindingen van deze studie in de bedrijfsvoering. Deze studie bevestigt en verklaart eerdere stellingen (bijv. Beintema et al. 1995) dat productieve graslanden met een langdurig zeer hoog grondwaterpeil de optimale habitat vormen voor de Grutto. Vooral het opzetten van het waterpeil, maar ook het inpassen van het gebruik van minder eiwitrijk gras in de voeding van melkvee, stuit echter op veel weerstand bij boeren. Uit oogpunt van inpasbaarheid staan de volgende vragen open:

\* In welke range van graslandstructuren kunnen gruttokuikens foerageren zonder dat dit negatieve gevolgen heeft hun conditie?

De kwaliteit van grasland als foerageerhabitat voor gruttokuikens is een optelsom van de effecten van vele onderling samenhangende factoren. Hierdoor is het uitsluitend mogelijk op korte termijn antwoord op deze vraag te krijgen door het effect van verschillend beheerde graslanden direct te meten aan gruttokuikens onder experimentele omstandigheden.

\* Hoe kan de grondwaterstand efficiënt gemanipuleerd worden om deze graslandstructuren te creëren?

In Engeland is geëxperimenteerd met het inlaten van oppervlaktewater via greppels (Eglington et al. 2008). Vermoedelijk door de hiermee verkregen heterogeniteit en open vegetatiestructuur werd een grotere vestiging van Kieviten en een positief effect op de conditie van Kievitkuikens vastgesteld. Vanwege de grote weerstand van boeren tegen het grootschalig opzetten van waterpeilen lijkt het de moeite waard om na te gaan of een dergelijke benadering ook effectief is voor Grutto's.

\* Is er sprake van interactie tussen vegetatiestructuur en andere factoren die kuikenoverleving beïnvloeden, met name predatie?

Vegetatiestructuur beïnvloedt de conditie van kuikens en de kans op predatie. De conditie van kuikens is van invloed op de kans dat een kuiken gepredeerd wordt. Aangezien predatie een van de belangrijkste verliesoorzaken van gruttokuikens is, is het belangrijk om te onderzoeken in hoeverre vegetatiestructuur de kans op predatie beïnvloedt.



## Literatuur

- Beintema A.J., Thissen J.B., Tensen D., Visser G.H. (1991) Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Ardea*, 79, 31–44.
- Eglington, S.M., Gill, J.A., Bolton, M., Smart, M.A., Sutherland, W.J., Watkinson, A.R. (2008) Restoration of wet features for breeding waders on lowland grassland. *Journal of Applied Ecology*, 45, 305-314.
- Hegyí, Z. & Sasvári, L. (1998) Parental condition and breeding effort in waders. *Journal of Animal Ecology*, 67, 41-53.
- Kleijn, D. & Van Zuijlen, G.J.C. (2004) The conservation effects of meadow bird agreements on farmland in Zeeland, The Netherlands, in the period 1989-1995. *Biological Conservation*, 117, 443-451.
- Kleijn, D., Berendse, F., Smit, R. & Gilissen, N. (2001) Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature*, 413, 723-725.
- Kleijn, D., Berendse, F., Verhulst, J., Roodbergen, M., Klok, C. & van 't Veer, R. (2008b). Ruimtelijke dynamiek van weidevogelpopulaties in relatie tot de kwaliteit van de broedhabitat - welke factoren beïnvloeden de vestiging van weidevogels? Rapport DK nr. 2008/091, Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit/ Alterra-rapport 1579/Wageningen, Alterra.
- Kleijn, D., Dimmers, W., van Kats, R., Melman, D. & Schekkerman, H. (2007). De voedselsituatie voor Gruttokuikens bij agrarisch mozaïekbeheer. Alterra-rapport 1487, Alterra, Wageningen.
- Kleijn, D., Lamers, L., van Kats, R., Roelofs, J. & van 't Veer, R. (2008a). Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen – resultaten van een pilotstudie in het Wormer- en Jisperveld. Alterra-rapport 1613, Alterra, Wageningen.
- Schekkerman H. & Beintema A.J. 2007. Abundance of invertebrates and foraging success of black-tailed godwit (*Limosa limosa*) chicks in relation to agricultural grassland management. *Ardea*, 95, 39-54.
- Schekkerman, H. (1997) Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkukens. IBN-rapport 292/DLG-publicatie 102. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Schekkerman, H. (2008) Precocial problems – shorebird chick performance in relation to weather, farming and predation. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Schekkerman, H., Teunissen, W. & Oosterveld, E. (2008) The effect of 'mosaic management' on the demography of black-tailed godwit *Limosa limosa* on farmland. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1067-1075.
- Schekkerman, H., Teunissen, W.A. & Oosterveld, E. (2005) Broedsucces van Grutto's bij agrarisch mozaïekbeheer in Nederland Gruttoland. Alterra-rapport 1291, Alterra, Wageningen.
- Siepel, H. (1990) The influence of management on food size in the menu of insectivorous animals. *Proceedings in Experimental and Applied Entomology*, N.E.V. Amsterdam, 1, 69-74.

- Standen, V. (1984) Production and diversity of Enchytraeids, earthworms and plants in fertilized hay meadow plots. *Journal of Applied Ecology*, 21, 293-312.
- Struwe-Juhl, B. (1995) Auswirkungen der Renaturierungsmaßnahmen im Hohner See-Gebiet auf Bestand, Bruterfolg und Nahrungsökologie der Uferschnepfe (*Limosa limosa*). *Corax*, 16, 153-171.
- Teunissen W.A., Schekkerman H. & Willems F. (2005) Predatie bij weidevogels. Op zoek naar de mogelijke effecten van predatie op de weidevogelstand. Sovon-onderzoeksrapport 2005/11. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen. Alterra-rapport 1292, Alterra, Wageningen.
- Teunissen, W. & Soldaat, L. (2006) Recente aantalsontwikkelingen van weidevogels in Nederland. *De Levende Natuur*, 107, 70-74.