



Wormenland en Vliegjesland

Bemesting in relatie tot voedsel
voor de grutto

Wormenland en Vliegjesland

Bemesting in relatie tot voedsel voor de grutto

A.G.G. van der Weijden

J.A. Guldemon

CLM Onderzoek en Advies

Culemborg, oktober 2006

CLM 646 - 2006

Inhoud

Inleiding	1
1 Voedselpatroon weidevogels	1
1.1 Steltlopers	3
1.2 Grutto	4
2 Wormenland	7
2.1 Regenwormen en emelten	7
2.2 Soort mest	10
2.3 Hoeveelheid mest	12
2.4 Toediening van mest	13
2.5 Overige factoren	16
3 Vliegjesland	19
3.1 Voedsel voor jong grutto's: insecten	19
3.2 Hoeveelheid mest	21
3.3 Lengte gras	22
3.4 Weiden	23
3.5 Beheer op soort mest	23
3.6 Waterpeil	23
Conclusies	25
Synthese	27
Bronnen	29

Inleiding

Nederland is een weidevogelland bij uitstek. Van enkele soorten steltlopers onder de weidevogels (met name de grutto) herbergt ons land een aanzienlijk deel van de Europese broedpopulatie. Zo broedt ruim de helft van de Europese grutto's in Nederland (www.vogelbescherming.nl).

Voorals sinds de jaren zestig en zeventig nemen de populaties van een aantal soorten sterk af. Een teruglopend broedsucces als gevolg van veranderingen in het agrarisch gebied wordt algemeen gezien als de belangrijkste oorzaak. Dit resulteerde in beleid gericht op het behoud van weidevogelpopulaties.

Belangrijke randvoorwaarden met betrekking tot het agrarisch graslandgebruik zijn voor de weidevogel (timing van) voorjaarswerkzaamheden, bemesting en optimale waterhuishouding. Hier heeft het beleid zich de afgelopen decennia dan ook op gericht, maar dat heeft onvoldoende mogen baten. Na 2000 is in Nederland het aantal weidevogels (waaronder de grutto) verder afgenomen.

Uit onderzoek blijkt dat wanneer het beheer optimaal is afgestemd op weidevogels, de beschikbaarheid van voedsel een belangrijke rol speelt (Wymenga et al., 1991), met name voor de jonge grutto. Uit de resultaten van Nederland Gruttoland blijkt dat de pullen mogelijk een structureel tekort aan voedsel hebben (Schekkerman et al., 2006).

Daarom heeft het CLM in opdracht van NFW (Noardlike Fryske Wâlden) onderzoek gedaan naar de volgende vraag: **Hoe kan een boer met zijn bemestingsbeheer ervoor zorgen dat er genoeg te eten is voor de volwassen grutto en haar jongen?**

Doel van het literatuuronderzoek is om tot een aantal beheersaanbevelingen te kunnen komen, die mogelijk een bijdrage leveren aan het keren van de trend van afnemende weidevogelpopulaties. Het heeft tevens als doel om als start en achtergrondinformatie voor een kleinschalig veldonderzoek naar bodemleven en grutto's te dienen.

De basis van dit rapport is verkregen uit literatuuronderzoek. Binnen dit onderzoek zijn een aantal accenten gelegd:

- De grutto staat centraal, als symbool voor de weidevogels van Nederland.
- Bemesting staat centraal omdat dit de belangrijkste manier is om het voedsel in en op de bodem te beïnvloeden.
- Voedsel in en op de bodem wordt opgedeeld in voedsel in de bodem, voedsel op de bodem en voedsel in mestflaten. Omdat deze laatste bron van voedsel in de literatuur nauwelijks wordt besproken, wordt hier minder aandacht aan besteed.

De resultaten van dit literatuuronderzoek zijn in een discussiebijeenkomst gepresenteerd aan weidevogelexperts en aan ervaringsdeskundigen zoals boeren en vrijwilligers. De feedback die uit deze bijeenkomst is voortgekomen, wordt gebundeld in een praktische concept folder voor boeren en terreinbeheerders die hun weidevogelbeheer, speciaal gericht op de grutto, willen verbeteren. Dit rapport dient als achtergrondrapport bij de folder.

Dankwoord

Het project is mogelijk gemaakt door financiering van de Stichting Transforum Agro & Groen. Hugo Hoofwijk (Wageningen Universiteit) heeft het project begeleid als coördinator van Innovatief praktijkproject Noordelijke Friese Wouden, samen met Jaap Dijkstra, werkzaam bij BoerenNatuur en adviseur van de NFW. Wij bedanken hen voor hun adviezen en voor het mede-organiseren van bijeenkomsten met boeren uit het gebied.

In een expert meeting hebben we voorlopige resultaten besproken, waarbij de volgende deelnemers actief inbreng hebben geleverd: J.L. Dijkstra (adviseur NFW), H. Hoofwijk (WUR), F. Algra (VEL), R. de Goede (WUR), P. van Vliet (WUR), J. Visser (Smelne's Singellân), S. Wadman (Wald & Finnen), P. Sibma (Wald & Finnen), J. Wiegersma (Wald & Finnen), A. Halbesma (VALD), W. de Groot (Smelne's Singellân), H. Agema (BFVW), E. Oosterveld (Altenburg & Wymenga), M. Douma (VANLA).

Ernst Oostveld, Petra van Vliet en Jack Faber (Alterra) hebben advies en/of commentaar gegeven.

Leeswijzer

Allereerst wordt het voedselpatroon van weidevogels in het algemeen en de grutto in het bijzonder besproken. Volwassen grutto's eten ander voedsel dan de gruttojongen. Dit betekent dat er ook ander beheer nodig is. Daarom is ervoor gekozen het rapport in tweeën te delen:

1. Beheer gericht op een optimale voedselbeschikbaarheid voor de volwassen grutto.
2. Beheer gericht op een optimale voedselbeschikbaarheid voor de gruttojongen.

Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

1 Voedselpatroon weidevogels

De meeste weidevogels leven van wormen, emelten en bovengrondse fauna. Afhankelijk van de soort en de levensfase van weidevogels is de ene of de andere bron van eiwitten belangrijker. Hieronder wordt ingegaan op het voedselpatroon van volwassen steltlopers en hun jongen. Vervolgens wordt het voedselpatroon van de grutto nader beschouwt.

1.1 Steltlopers

De volwassen grutto eet evenals de volwassen wulp en scholekster voornamelijk bodemfauna. Volwassen kieviten eten zowel bodemfauna als bovengrondse prooi. Kemphanen eten voornamelijk bovengrondse fauna. Grutto, tureluur, watersnip, wulp en scholekster jagen op de tast. Afhankelijk van hun snavellengte kunnen volwassen steltlopers dieper of minder diep in de bodem komen. Daarbij speelt de doordringbaarheid van de bodem een grote rol. Een droge harde bodem is ongeschikt voor de gevoelige snavel van bijvoorbeeld de grutto en de watersnip.

In onderstaande tabel (tabel 1.1) is het voedsel van volwassen steltlopers aangegeven. De bolletjes geven een inschatting van waar deze steltlopers hun voedsel verkrijgen.

Tabel 1.1 Voedsel van de volwassen steltlopers

Vogelsoort	Ondergronds	Bovengronds	Overig#
Grutto	***	*	*
Kieviet	**	**	*
Kemphaan	*	**	*
Tureluur	*	*	**
Watersnip	*	*	**
Wulp	***	*	*
Scholekster	***	*	*

*** = > 75% van het voedsel

** = 25 – 50% van het voedsel

* = < 25 % van het voedsel.

'overige' bij de tureluur en de watersnip bestaat uit waterinsecten en andere fauna die voorkomt in een moerassige bodem (bij slootkanten)

Bron: Den Hollander, 2003 op basis van Beintema et al., 1995 en expertjudgements; aangepast.

Uit onderzoek van Beintema e.a. (1995) (zie tabel 1.2.), blijkt dat het voedsel van de kuikens van steltlopers voornamelijk uit bovengrondse fauna bestaat. Gruttofamilies hebben voorkeur voor lang gras met veel kruiden en een open structuur. Hier zijn veel vliegende insecten te vinden die in het bovenste deel de vegetatie zitten. Families van kieviten en tureluur echter, hebben liever korter gras (beweide percelen). De kuikens van de scholekster worden gevoed met ondergrondse fauna, gevangen door hun ouders.

Tabel 1.2: Voedsel van de steltloper kuikens (Bron: naar Beintema et al., 1995)

Vogelsoort	Ondergronds		Bovengronds			
			Oppervlakte		vegetatie	
	Regenworm	Emelt	Kever	Slak	Mug	Vlieg
Grutto	*	*	***	*	***	***
Kievit	***	**	***	**	**	**
Kemphaan	**	*	***	*	**	***
Tureluur	*		***	*	***	***
Scholekster	**	***	**	*	*	*

*** = > 75%

** = 25-50%

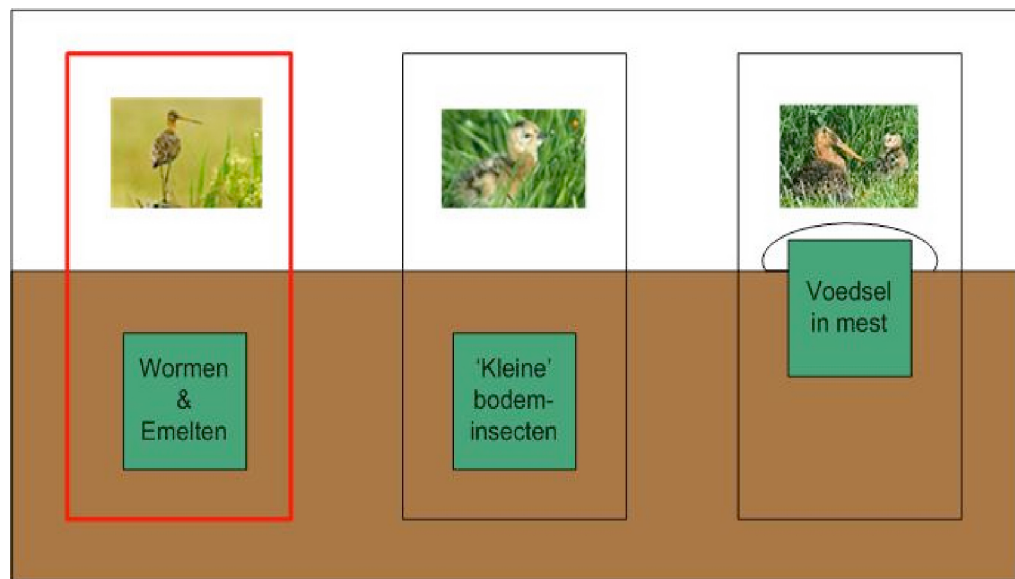
* = <25%

1.2 Grutto

Het stapelvoedsel van de volwassen grutto bestaat uit regenwormen en emelten. Regenwormen zijn vooral in het begin van het broedseizoen (maart – april) de belangrijkste bron van voedsel voor de volwassen grutto. Aan het eind van het broedseizoen (mei) eten grutto's voornamelijk emelten. In die periode zijn regenwormen waarschijnlijk minder beschikbaar in verband met de drogere bodem (Altenburg & Wymenga, 2001). De biomassa van individuele emelten neemt in mei snel toe, aangezien deze larven van de langpootmug dan volgroeid raken (Hut & Helmig, 2003). Het aantal emelten en de totale biomassa kan echter sterk variëren, afhankelijk van het beheer.

In de broedtijd kan het voedselaanbod limiterend zijn voor het aantal broedparen. Na de broedtijd foerageren volwassen grutto's vooral op pasgemaaid grasland. Daar is de bodem onder het lange gras vochtig gebleven en mogelijk is de zichtbaarheid van de gaatjes waarin de emelten zich bevinden ook groter. Ook trekken ze veelal naar ondiepe plassen waar ze muggenlarven eten en die als slaapplekken dienen. Voor zover bekend zijn er geen knelpunten in deze fase. Wel is een afname van het aantal slaapplekken gesignaleerd en is er weinig kennis over de voedselbeschikbaarheid in deze periode in boerengraslanden (Altenburg & Wymenga, 2001).

De gruttojongen komen uit het ei van eind april tot half juni. In juni en juli worden deze jongen vliegvlug. De kuikens van de grutto eten voornamelijk vliegende fauna: insecten uit de hogere delen van de vegetatie. Ze geven de voorkeur aan adulte muggen (langpootmug en dansmug), adulte vliegen (gele mestvlieg) en kevers (snuitkever) en vliesvleugelige (Den Hollander, 2003).



Figuur 1.3: Voedselvraag van de volwassen en jongen van de grutto.

Conclusie

De gruttojongen en de volwassen grutto eten niet hetzelfde voedsel. Voor volwassen grutto's is het belangrijk dat er voldoende 'wormenland' aanwezig is, terwijl voor de jongen 'vliegjesland' van belang is. Bemestingsbeheer voor volwassen grutto's richt zich dus op het bevorderen van een ander soort voedsel dan bemestingsbeheer voor jonge grutto's. Zowel gruttojongen als de volwassen grutto's profiteren van mestflatten. Dit is weergegeven in onderstaand figuur (figuur 1.3.).

In de volgende hoofdstukken wordt een onderscheid gemaakt in beheer gericht op voedsel voor de volwassen grutto (regenwormen en emelten) en voedsel voor de gruttojongen ("vliegjes").

2 Wormenland

Uit het vorige hoofdstuk blijkt dat de voedselbeschikbaarheid voor de volwassen grutto een probleem kan zijn in de broedtijd. In deze periode eet de grutto voornamelijk regenwormen en in mindere mate emelten. Om iets te kunnen zeggen over het beheer gericht op voedselbeschikbaarheid wordt allereerst achtergrondinformatie over emelten en regenwormen gegeven. Vervolgens wordt de voedselbehoefte van de volwassen grutto besproken en het voedselaanbod. Vanaf paragraaf 2.2 wordt het beheer gericht op een optimaal voedselaanbod voor de volwassen grutto toegelicht. Mest wordt hierbij als centraal sturingsmechanisme gebruikt. Achtereenvolgens komen de soort mest, hoeveelheid mest en manier van aanwenden aan bod. Tenslotte worden ook een aantal andere belangrijke sturingsfactoren behandeld.

2.1 Regenwormen en emelten

Emelten

Emelten zijn larven van de langpootmug. Alleen in Nederland komen al 81 soorten emelten voor. De aantallen emelten verschillen sterk van jaar tot jaar. De natheid van de nazomer is bepalend voor het voorkomen van emelten in het daaropvolgende voorjaar. De ei- en popproductie wordt bepaald door de bodemtemperatuur en de vochttoestand. Vooral de larven zijn in het voorjaar gevoelig voor droogte. Toch werd in onderzoek van Schekkerman geen effect gevonden van beheer en vochtigheid (Schekkerman, 1997). Hoewel individuele emelten in het voorjaar sterk groeien, neemt de aanwezige biomassa iets af. In de loop van juni schakelen volwassen grutto's over van regenwormen naar foerageren op emelten op pas gemaakte percelen (Schekkerman, 1997).

In de periode dat de voedselbeschikbaarheid van de volwassen grutto mogelijk een knelpunt kan vormen, eet deze dus voornamelijk regenwormen. Bovendien varieert het aantal en de biomassa van emelten sterk, onafhankelijk van het beheer. Daarom richten wij ons in dit hoofdstuk op beheer gericht op regenwormen.

Regenwormen

In Nederland komen acht soorten regenwormen voor. Deze zijn grofweg in te delen in drie groepen. Dit zijn de bodembewoners, de strooiselbewoners en de pendelaars. In onderstaande tabel (tabel 2.1) is van deze drie groepen regenwormen een aantal kenmerken weergegeven. Pendelaars (figuur 2.2) maken verticale gangen en komen tot diep in de bodem voor. Bodembewoners (figuur 2.3) komen niet of nauwelijks aan de oppervlakte. Ze zijn grijs van kleur. Strooiselbewoners (figuur 2.4) zijn wormen die in de bovenste laag van de bodem voorkomen.

Tabel 2.1. Onderverdeling van regenwormen in drie groepen

Groep	Kleur	Beweeglijkheid	Diepte	voedsel
Strooiselbewoners	Rood	Snel	0-20 cm	Plantenresten/mest
Bodembewoners	Grauw	Zwak	0-40 cm	Organische stof
Pendelaars	Rood/roze	Matig	0-300 cm	plantresten

(Bron: Van Eekeren et al., 2003)



Figuur 2.1. Pendelaar



Figuur 2.2. Bodembewoner (Endogeen)



Figuur 2.3. Strooiselbewoner (Epigeen)

Voedselbehoefte

Voor de voedselbeschikbaarheid van wormen in het broedseizoen is voor de grutto van belang. Het vrouwtje heeft in het begin van het broedseizoen ongeveer 185 gram versgewicht aan wormen en dergelijke nodig (Altenburg & Wymenga, 1998). Van Scharenburg noemt 163 gram (In: Hut & Helmig, 2003).

De voedselopname van grutto vrouwtjes in april verschilt van 0,22 gram / minuut in schrale graslanden tot 0,55 gram / minuut in voedselrijk grasland. Dit betekend voor de grutto een verschil van 12 - 14 uur foerageren versus 5-6 uur (Altenburg & Wymenga, 2001). Daarbij is niet alleen de totale hoeveelheid beschikbaar voedsel in een gebied van belang, maar ook de dichtheid van dit voedsel.

Verschillende drempelwaarden worden aangegeven om de geschiktheid van grasland voor grutto's te beschrijven, variërend van een minimale biomassa van 10 gram / m² (Brandsma, 1997), 15-30 gram regenwormen / m² (Brandsma, 1999) of 60 gram bodemfauna / m² (Hut & Helmig, 2003). Altenburg en Wymenga (1998) constateren nauwelijks foeragerende grutto's op graslandpercelen met een biomassa wormen en emelten lager dan 50 gram / m². Uit onderzoek van Hut & Helmig blijkt dat 50 gram versgewicht aan regenwormen / m² vaker samen gaat met een stabiele of enigszins positieve trend van de grutto.

Het omslagpunt tussen goede en minder goede weidevogelreservaten ligt bij een biomassa regenwormen van 60 gram / m² (Siepel et al., 1990). In (zeer) goede weidevogelreservaten en in gangbare graslanden is de biomassa van regenwormen 100- 130 gram /m² (Hut & Helmig, 2003).

Uit bovenstaande cijfers blijkt dat 60 gram wormen / m² aangehouden kan worden als omslagpunt tussen goede en minder goede weidevogelgebieden. Dit cijfer moet voorzichtig worden gebruikt, omdat nader onderzoek naar de kritische grens voor de grutto gewenst is (Brandsma, 1997). In hoeverre een groter voedselaanbod ook leidt tot een hogere dichtheid van de grutto is nog niet duidelijk. Vele andere factoren spelen een rol, waaronder predatiedruk (Brandsma, 1997).

Voedselaanbod

Hut en Helmig (2003) hebben een aantal onderzoeken naast elkaar gelegd en komen versgewichtwaarden voor regenwormen tegen variërend van 0 tot 300 gram / m². De biomassa regenwormen gevonden op boerenland varieert van 100-300 gram / m² (Altenburg & Wymenga, 2001; verwijzing naar Schekkerman 1997 en Ma et al; 1990). In onderstaande tabel zijn voor verschillende grondsoorten indicatieve waarden voor de biomassa weergegeven.

Tabel 2.2. Indicatieve hoeveelheden regenwormen voor verschillende grondsoorten op boerenland en in reservaat (bij voldoende bemesting) in de periode april / mei (Wymenga et al., 1991).

Grondsoort/type gebied	Biomassa regenwormen (gr/m ²)
Klei-op-veen, boerenland	150-200
Klei-op-veen, reservaat	80-100
Zware klei/boerenland	50-60
Veen/reservaat	70-120
Kritische grens voor grutto	25-30
Omslagpunt tussen goede en minder goede weidevogelreservaten	60

Uit tabel 2.2. blijkt dat de biomassa van regenwormen op alle grondsoorten veelal boven het omslagpunt van een goed weidevogelreservaat uit komt. Boerenland op klei-op-veen scoort daarbij het best. Dit beeld wordt bevestigd door verschillende onderzoeken (Oosterveld, 2006b; Wymenga & Alma, 1998; Brandsma, 1999).

De biomassa regenwormen varieert sterk per grondsoort, zuurgraad en waterhuishouding. De biomassa neemt sterk toe in vochtige perioden en sterk af in droge. De temperatuur speelt een ondergeschikte rol (Brandsma, 1997). Uit het onderzoek van Oosterveld (2006a) in de Hemptensermeer blijkt dat koude winters een sterker effect hebben op de hoeveelheid regenwormen dan de bemesting. Zo was na strenge winters het aantal regenwormen een factor 2 à 3 lager dan na zachte winters. Door de grote invloed van deze wisselende factoren moet er zeer kritisch omgegaan worden met een norm om gebieden te beoordelen op basis van het aantal regenwormen of het versgewicht. Een eenmalige bemonstering van de bodemfauna zegt dan niet zoveel.

Niet alleen de totale biomassa is van belang. De gevonden biomassa regenwormen is niet altijd goed te bereiken voor de grutto (zie paragraaf 1.2). Weidevogels hebben bovendien een voorkeur voor grotere (volwassen) wormen. Dit is vanuit energetisch oogpunt het meest voordelig. In gebieden met een stabiele of enigszins positieve trend van gruttopopulaties is het aandeel adulte wormen vaak groter dan 25% (Hut & Helmig, 2003). Of hier sprake is van een correlatie of een oorzakelijk verband behoeft verder onderzoek in andere gebieden.

Andersom blijken er ook gebieden te zijn waar het voedselaanbod laag is maar waar wel veel steltlopers broeden. Het voedselaanbod op zekere afstand van het broedgebied is dus ook van belang (Hut & Helmig, 2003). Dit maakt het bepalen van een minimumnorm voor aantal of gram versgewicht regenwormen per m² op perceelsniveau lastig (Altenburg & Wymenga 1998).

Begin mei zijn op alle typen percelen een groot deel van de regenwormen direct onder de grasmatten aanwezig. Agrarische percelen (vooral met diep grondwater) drogen snel uit in de loop van het voorjaar, zodat na midden juni op reservaatpercelen (met vaak een hogere grondwaterstand) meer regenwormen in de bovenste bodemlagen aanwezig waren dan op agrarische percelen.

Conclusie

Voor goede foerageerpercelen voor de grutto in de periode maart – mei, lijkt de minimumnorm op 60 gram (versgewicht) regenwormen / m² te liggen. Vrijwel alle graslanden in gangbaar agrarisch gebruik voldoen hier aan. Veel (vaak variabele) factoren beïnvloeden echter de hoeveelheid wormen: strenge winters, droogte, ontwatering, grondsoort. In een gebied moeten voldoende fourageerpercelen liggen, wil het geschikt zijn voor grutto's.

2.2 Soort mest

Wormen voeden zich met organisch materiaal. In de vorm van organische mest wordt direct organisch materiaal toegevoerd. Bovendien gaat het gewas beter groeien en neemt de hoeveelheid organisch materiaal uit gewasresten daarmee ook toe. Dit verklaart de toename van het aantal wormen bij organische bemesting.

Met name het aandeel jonge wormen neemt toe (Kloen, 1988). Alle gangbare vormen van organische bemesting leveren voldoende regenwormen op. Wel zijn bepaalde soorten mest beter dan andere.

Ruige mest en drijfmest

Op basis van een aantal artikelen kan een verdere specificering aangebracht worden in het effect van verschillende soorten organische mest op het voorkomen van regenwormen.

Drijfmest en ruige mest verschillen in soort organische materiaal dat de mest bevat. Ruige mest bevat langzaam afbreekbaar organisch materiaal en heeft daarmee op de lange termijn een positieve invloed op de organische stof in de bodem. Het zorgt voor een betere bodemstructuur, waardoor een stabielere vochthuishouding en dus ook een stabiel leefmilieu voor bodemorganismen ontstaat. Ruige mest heeft een positief effect op zowel aantallen als diversiteit van een aantal bodemfaunagroepen en zowel op korte als op lange termijn een positief effect op het aantal regenwormen in de bodem (Wymenga et al., 1991; verwijst naar Van Gelder, 1986).

Er zijn aanwijzingen dat drijfmest minder geschikt is dan ruige mest omdat drijfmest giftige stoffen bevat zoals ammoniak en sulfideverbindingen die direct tussen de regenwormen in de bodem worden gebracht. Wymenga geeft aan dat runderdrijfmest op korte termijn een negatief effect op het bodemleven heeft, maar na een aantal jaren treedt weer een herstel op. Hierbij vindt een verandering in de bodemfauna als geheel plaats (Wymenga et al., 1991). Oosterveld e.a. (2005) hebben in 2002 – 2005 de invloed van drijfmest vergeleken met vaste mest. Hieruit bleek een licht negatief effect van drijfmest op de bodemfauna, maar niet altijd. Oosterveld e.a. (2005) namen in 2002 twee weken na toepassing van drijfmest een afname in biomassa regenwormen (40-60%) waar. Na vier weken was dit verschil verdwenen. Bij de afname van de regenwormen na de bemesting met drijfmest in 2002, werd geen lager foerageersucces of een hogere foerageersnelheid (om eventueel lager succes te compenseren) gevonden, vergeleken met de andere bemestingstypen. In 2005 werd geen afname na bemesting gevonden, maar een toename door het gehele seizoen heen. Op basis van deze onderzoeken bestaat het vermoeden dat onder bepaalde omstandigheden ruige mest de voorkeur heeft boven drijfmest.

Ook Edwards & Lofty (1982) vergeleken de effecten van vaste mest ten opzichte van drijfmest. Het totaal aantal wormen nam niet toe bij vaste mest, maar er was wel een toename van het aantal pendelaars. Pendelaars zijn relatief grote wormen. Vanuit energetisch oogpunt zou het voor de grutto gunstig zijn als er relatief meer pendelaars in de bodem zitten (meer biomassa = meer energie per gevangen regenworm).

Organische mest of kunstmest

Bemesting met kunstmest is te verkiezen boven niet bemesten. Kunstmest heeft namelijk een positief effect op de totale biomassa regenwormen in grasland. Dit komt door een versnelde afbraak van organische stof en/of door een verhoogde gewasproductie, die weer tot een toename van gewasresten leidt (Kloen, 1988).

Omdat via organische bemesting (ruige stalmest en drijfmest) naast stikstof ook (direct) organische stof wordt geleverd, is de aanvoer van voedsel voor regenwormen met organische bemesting groter dan via kunstmest. Bovendien is bemesting van invloed op de zuurgraad van de bodem. Kunstmest heeft een verzurend effect

en heeft daarom indirect mogelijk een negatief effect op de voedselbeschikbaarheid (zie paragraaf 2.6.). Organische mest heeft daarentegen een bufferend effect op de zuurgraad. Op basis van deze waarneming is de verwachting dat organische mest de voorkeur heeft boven kunstmest. Uit een experiment van Siepel blijkt dat de biomassa en het aantal wormen bij organische bemeste percelen groter is dan bij onbemeste percelen of percelen bemest met kunstmest. Dit effect werd pas vanaf het 2e jaar waargenomen (Siepel et al., 1990). De verschillen werden echter niet door Wymenga e.a. (1991) gevonden.

Vaak wordt een negatief effect op de regenwormenpopulatie toegeschreven aan de zouten in kunstmest. Dit is echter niet waarschijnlijk. Proeven in de Flevopolder geven aan dat 2000 kg /ha landbouwsout nodig is om extreem hoge populaties wormen te reduceren. De verzurende werking van kunstmest is mogelijk wel een oorzaak (Van Eekeren et al., 2003).

De landbouwpraktijk

In de praktijk is nog maar moeilijk aan vaste (ruige) mest te komen. In biologische teelten wordt wel ervaring opgedaan met organische meststoffen op basis van diermeel (Biotuin –AZ). Daarnaast zijn er preparaten die aan drijfmest kunnen worden toegediend zodat gedeeltelijk compostering plaatsvindt en de toxische werking verdwijnt.

Stalmest wordt het liefst uitgereden als er vorst is, omdat het grasland in het voorjaar vaak te nat is. De mestwetgeving legt echter beperkingen op: stalmest mag niet voor 1 februari worden uitgereden. Dit heeft er toe geleid dat boeren de stalmest nu vaak later uitrijden op percelen die net ondergeploegd zijn (maïspcelen, graslandvernieuwing). Daar heeft de grutto dan geen profijt van (Wymenga et. al., 2001).

Herstelbeheer

In sommige graslandpercelen is het natuurlijke omzettingsproces in de bodem tot stilstand gekomen. De grasmat is vervuilde en er zit weinig leven in de bodem. Het aantal regenwormen is laag en er is voor de grutto niet veel te eten. Om het natuurlijke omzettingsproces weer op gang te helpen, moet overjarige stalmest toegevoegd worden. Overjarige stalmest heeft een positief effect op de bodemfauna, verhoogt de pH en heeft een positief effect op de ontwikkeling van de mesofauna (vooral mijten). Drijfmest voldoet waarschijnlijk niet, want het bevat te weinig 'leven' om het omzettingsproces weer op gang te brengen (Wymenga et al., 1991).

Conclusie

Uit bovenstaande kan worden opgemaakt dat de soort mest van invloed is op de biomassa regenwormen in grasland. Voor een grote voedselbeschikbaarheid voor de volwassen grutto, wordt gestreefd naar een maximale biomassa regenwormen. In volgorde van meest naar minst geschikte mest:

Ruige mest → drijfmest → kunstmest → geen mest

2.3 Hoeveelheid mest

Uit onderzoek van Wymenga & Alma (1998) bleken grutto's vooral te foerageren op bemeste huiskavels. Door het verschil in gebruik en bemestingsintensiteit was hier

meer voedsel beschikbaar (Altenburg & Wymenga 2001). In deze paragraaf wordt daarom besproken welke hoeveelheid mest resulteert in een maximale voedselbeschikbaarheid voor de grutto. Het gewicht van een regenworm wordt niet beïnvloed door de hoeveelheid mest (Oudshoorn et al., 1984). Verschillende onderzoeken hebben echter wel verschillen in aantallen regenwormen aangetoond en daarmee in de totale biomassa per m² grond.

Bemesting met kunstmest (tot 100 kg N/ha) leidt tot hogere aantallen regenwormen dan geen bemesting. Bij hogere giften (>200 kg N/ha) worden juist lagere wormendichtheden gevonden (De Goede & Brussaard, 2001). Door Altenburg & Wymenga (2001) wordt een vergelijkbaar resultaat gevonden. Zij nemen als richtlijn voor het bemestingsniveau in weidevogelreservaten een gemiddelde jaarlijks bemesting van 50-200 kg zuiver N/ha, waarbij het vermeende optimum ligt op percelen met een bemesting van 100 kg zuivere N/ha.

Uit onderzoek van Oudshoorn op veengraslanden bleek circa 200 kg N/ha (dierlijke en kunstmest samen) optimaal voor de aantallen en biomassa regenwormen. Dit onderzoek betrof bemestingsonderzoek binnen het traject van 130-280 kg N/ha (Oudshoorn et al., 1984).

Onderzoek in reservaatgebieden in Nederland komt op heel andere cijfers uit. Hieruit blijkt 10-15 ton drijfmest of 20 ton stalmest / ha optimaal. Dit komt grofweg overeen met zo'n 40-60 kg N / ha voor drijfmest (4,4 kg N / ton) en 100 kg N / ha voor stalmest (5,5 kg N / ton) (Wymenga et al., 1991). Opmerkelijk is dat er hier van lagere doseringen wordt gesproken dan in Altenburg & Wymenga (2001). Deze lagere dosering van drijfmest (max 15 ton / ha / jr) is gerelateerd aan de vermeende toxische werking.

Conclusie

De beschikbaarheid van regenwormen voor de grutto, wordt beïnvloed door bemesting. Voor kunstmest en organische mest is 100-200 kg zuiver N optimaal. Voor reservaatgebieden ligt de hoeveelheid mogelijk lager in verband met de vermeende toxische effecten van drijfmest. Een optimale hoeveelheid is in reservaten 20 ton/ha/jr stalmest of 10-15 ton/ha/jr drijfmest.

2.4 Toediening van mest

Boeren zijn verplicht om drijfmest emissiearm toe te dienen op grasland. Hier zijn verschillende technieken voor zoals zodenbemesting, mestinjectie, gebruik van de sleepvoetmachine of de sleufkouter. Afhankelijk van de toedieningsmethode treedt in meer of mindere mate een fysische verstoring van de bovenste centimeters van de bodem op. Juist hier wordt de hoogste biologische activiteit aangetroffen.

Door boeren wordt algemeen verondersteld dat versturende emissiearme uitrijtechnieken zoals mestinjectie en zodenbemesting een negatief effect hebben op regenwormen. In theorie kunnen wormen schade ondervinden als gevolg van:

- De snijdende werking van de zodenbemesting of mestinjecteur: wormen worden doorgesneden;
- Tijdelijke zuurstofarme condities in de bodem door het inbrengen van drijfmest;
- Grotere concentraties zouten in de mest omdat deze in de bodem niet kunnen vervliegen;

- Trillingen van de machine;
- Berijdingsschade en structuurbederf.

Grofweg kan een tweedeling gemaakt worden in technieken die de bodem doorsnijden (zoals de mestinjectie en zodenbemester) en technieken die de mest tussen het gras aanbrengen (sleufkouter en sleepvoet). Op basis van Rougoor & Reus (2001) veronderstellen we voor emissiearme aanwendingstechnieken de volgende volgorde van relatief meest naar minst verstorend voor de bodemfauna:

mestinjectie – zodenbemesting – sleufkouter – sleepvoet (zonder slang) – sleepvoet (met slang).

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de effecten van de manier van mestaanwending van drijfmest op regenwormen. Daarbij is niet alleen gekeken naar het totale aantal regenwormen, maar ook naar hun gewicht en naar verschillende soorten regenwormen. Hieronder worden enkele resultaten van onderzoeken besproken.

Effect van toedieningsmethode op aantallen en gewicht van wormen

Oosterveld e.a. (2006a) onderzochten de invloed van mestaanwending op regenwormen met drie verschillende vormen van bemesting: 1. drijfmest toedienen met behulp van de sleepvoetmachine, 2. drijfmest toedienen met behulp van de zodenbemester en 3. vaste mest uitrijden met de mestverspreider. De resultaten van deze onderzoeken bleken niet eenduidig:

- Er werd geen verschil in de totale biomassa (gram regenwormen per m²) gevonden tussen de verschillende vormen van aanwending;
- Er werd wel een lager aantal wormen gevonden (40% lager) bij zodenbemesting, maar de wormen die aanwezig waren wogen zwaarder;
- Grutto's hadden geen voorkeur voor een fourageerperceel met een bepaalde mestaanwending.

Ook in het kader van VEL/VANLA is onderzoek gedaan naar de manier van mestaanwending (De Goede & Brussaard, 2001). Hierbij is gekeken naar de verschillen tussen zodenbemesting en bovengronds uitrijden; het totaal aantal regenwormen bij zodenbemesting was hoger dan bij bovengronds uitrijden. Dit lijkt tegenstrijdig met de resultaten gevonden door Oosterveld e.a. (2006a). Het probleem met de cijfers van De Goede & Brussaard (2001) is dat alle bedrijven die bovengronds uitrijden gebruik maakten van Euromestmix. Dus het effect van mesttoediening is niet te scheiden van het mogelijke effect van het mesttoevoegmiddel.

De Goede et al. (2004) beschrijven een afname in het aantal wormen bij bovengronds bemesten ten opzichte van mestinjectie in het voorjaar van 2002 (nat voorjaar). In de zomer van 2003 (erg droog) werd echter een toename gevonden in het aantal wormen bij bovengronds bemesten en een afname bij zodenbemesting. Het aantal strooiselbewoners (was al laag) en nam bij zodenbemesting nog meer af.

Door een perceel te bewerken met de zodenbemester zonder mest is onderzocht of eventuele verschillen in aantallen wormen te herleiden zijn op de snijdende werking van de machine. Hieruit bleek dat er geen verschillen waren in aantallen (juvenile en volwassen) regenwormen (persoonlijke mededeling P. van Vliet, Wageningen Universiteit). De hypothese is daarom dat de verschillen terug te voeren zijn op de zouten in de drijfmest. Deze zijn mogelijk schadelijk voor juvenile regenwormen. De wormenpopulatie herstelt zich echter vrij snel.

Het is niet eenvoudig effecten van verschillende aanwendingstechnieken aan te tonen. In sommige jaren worden wel effecten gevonden en in andere jaren niet. Mogelijk hangen de effecten van de aanwending van mest samen met de weersinvloeden (nat of droog).

Effect van toedieningsmethode op verschillende soorten wormen

Ook in het kader van VEL/VANLA is onderzoek gedaan naar de manier van mestaanwending (De Goede & Brussaard, 2001): het aantal strooiselbewoners was lager bij zodenbemesting en het aantal pendelaars en bodembewoners hoger dan bij het bovengronds uitrijden van vaste mest.

Van Eekeren e.a. verwijzen naar wormenonderzoek in Noorwegen waarbij toediening met de zodenbemester gepaard gaat met meer bodembewoners, en een afname van de strooiselbewoners (van Eekeren et al., 2003). Minder strooiselbewoners lijkt logisch, want deze wormen zitten meest bovenin de bodem en hebben mogelijk de meeste last van de snijdende beweging.

Uit onderzoek van De Goede et al. (2003) blijkt dat mestinjectie pendelende wormen stimuleert en bovengronds uitrijden de oppervlakkig levende wormen stimuleert. Dit effect werd niet gevonden in een proef van De Goede en collega's uit 2004, maar dat komt mogelijk door de verschillen in grondvochtigheid tussen de twee jaren.

Structuurbederf

Wanneer met zware machines of onder natte omstandigheden het land op wordt gegaan, kan structuurbederf optreden. Gekozen kan worden voor lichtere machines zoals een kleine mesttank of voor de sleepslang. Hierdoor kan de agrariër eerder het land op en kan eerder bemest worden, waar regenwormen van kunnen profiteren. Risico van het gebruik van de sleepslang is wel dat er te veel mest op het perceel wordt uitgereden, omdat de tank leeg moet.

Conclusie

Uit bovenstaande blijkt dat er ondanks verschillende onderzoeken nog veel onduidelijk is over de manier van aanwenden van mest.

- Er zijn aanwijzingen dat juvenielen gevoeliger zijn voor mestinjectie dan volwassen wormen.
- Ook reageren verschillende groepen regenwormen mogelijk anders.
- De vochttoestand van de bodem is van invloed op de resultaten van experimenten. De manier van aanwenden hangt vaak samen met de soort mest. In sommige gevallen wordt gevonden dat de sleepvoet beter werkt dan de zodenbemester, maar niet alle jaren. Dit alles maakt het geven van een concreet advies niet gemakkelijk.
- De volgende vuistregel kan worden aangehouden, van een meer geschikte naar een minder geschikte manier van aanwenden:

Oppervlakkig uitrijden (sleepvoet) → zodenbemesting / mestinjectie

Bij gangbaar bemest grasland blijven er in het algemeen voldoende regenwormen beschikbaar voor de grutto onafhankelijk van de toegepaste techniek.

2.5 Overige factoren

Niet alleen bemesting is van invloed op de biomassa van regenwormen. Hieronder is kort aangegeven welke andere factoren een rol spelen. Voor elke factor is aangegeven wat een optimale situatie is voor een maximale biomassa regenwormen.

Bodemvochtigheid

Begin mei zijn op alle typen percelen een groot deel van de regenwormen direct onder de grasmat aanwezig. Agrarische percelen (vooral met lage grondwaterstand) drogen snel uit in de loop van het voorjaar, zodat na midden juni op reservaatpercelen meer regenwormen in de bovenste bodemlagen aanwezig waren dan op agrarische percelen. Van hoogste dichtheid en biomassa regenwormen naar laagste: vochtige agrarische percelen – droge reservaatpercelen – natte reservaatpercelen – droge agrarische percelen (Schekkerman, 1997). Dit betreft reservaten die wel zijn bemest. Onbemeste reservaten (zonder baserijke kwel) verzuren en de regenwormen verdwijnen hier.

Kwel

In reservaten waarin sprake is van kwel van grondwater tot in het maaiveld, is er aanleiding terughoudend te zijn met drijfmest. Uit langjarig onderzoek in de Hempenstermeer, een droogmakerij bij Leeuwarden, is gebleken dat bij de toepassing van drijfmest 20-30% minder regenwormen voorkomen dan bij het gebruik van vaste mest en, opvallend genoeg, ook vergeleken met onbemeste percelen (Timmerman et al., in voorbereiding). Door het optreden van kwel tot in het maaiveld is in de Hempenstermeer ook zonder bemesting en bekalking de zuurgraad en de hoeveelheid organische stof geschikt voor het talrijk voorkomen van regenwormen. Het gebruik van drijfmest blijkt in dat geval een averechts effect te hebben.

Waterpeil

Door een lagere grondwaterstand neemt de doordringbaarheid en daarmee de bereikbaarheid van bodemfauna af. Bovendien zijn emelten gevoelig voor droogte (Den Hollander, 2003). Ook regenwormen hebben een voorkeur voor vochtige omstandigheden (slootpeil < 60 cm – mv). Wanneer het land echter enkele weken geïnnundeerd is heeft dit een negatief effect op het voorkomen van regenwormen (Schekkerman, 1997; Altenburg & Wymenga, 1998; Hut & Helmig, 2003).

Oosterveld en collega's (2006b) laten zien dat in verschillende gebieden met een slootpeil van 50 – 80 cm –mv hoge gruttodichtheden aanwezig zijn. Op basis hiervan concludeert Oosterveld dat bij een drooglegging tot een diepte van 80 cm andere factoren voor de grutto sturend zijn voor de aantalontwikkeling dan het slootpeil. Pas bij een slootwaterpeil lager dan 80 cm-mv zijn de aantallen broedende grutto's, tureluurs en kieviten 30 tot 50% lager (Guldemond et al., 1995). Melman merkt op dat er nog geen uitsluitend onderzoek beschikbaar is waaruit blijkt dat waterpeil niet de cruciale factor is. Hij bepleit om het zekere voor het onzekere te nemen en een hoger peil na te streven (Melman, 2006).

Agrarische percelen zijn vaak goed ontwaterd. Hierdoor warmt de grond sneller op en is er bij aankomst voldoende voedsel voor de weidevogels. Dit is van groot belang voor de grutto. Vroeg beginnen met de broedcyclus levert immers vaak de meest succesvolle jongen (ongepubliceerd onderzoek Rijksuniversiteit Groningen; Piersma et al.).

Nadeel is echter dat juist op deze percelen vaak vroeg wordt gemaaid of beweide, waardoor er ook extra verliezen optreden (Altenburg & Wymenga, 2001).

Zuurgraad

Het aantal gevonden regenwormen neemt toe met de zuurgraad (Hut & Helmig 2003). Van een optimale diversiteit is sprake bij een pH tussen de 5,0 en 7,0. Voor veengronden is een pH van 5,0 al vrij hoog. Bij een pH (KCl) < 4,5 (afhankelijk van het bodemtype) neemt de regenwormenstand drastisch af en kan

de voedselvoorziening van de weidevogels in gevaar komen. En bij een pH lager dan 3,5 komen vrijwel geen regenwormen meer voor.

Een (te) lage pH speelt vooral in gebieden van terreinbeheerders en daarbinnen vooral op veen en klei-op-veen gebieden. In weidevogelreservaten op veen en klei-op-veen worden soms pH's gemeten die erg laag zijn (klei-op-veen: 4,0-4,3 veen: 4,3-4,7). Door Hut & Helmig (2003) en Harm Keidel (Blgg Oosterbeek, persoonlijke mededeling) zijn ervaringen opgedaan met het uitvoeren van bekalkingen ter verhoging van de zuurgraad. Vervolgens wordt (periodiek) bemonsterd en bepaald of aanvullend een onderhoudsbekalking nodig is. Het bekalken heeft vaak een positief effect op de hoeveelheid regenwormen en de weidevogelstand reageert eveneens veelal positief.

Bodemtype

Het voorkomen van regenwormen is bodemtype afhankelijk. Over het algemeen komen op zandgronden minder regenwormen voor dan op klei. Ook worden hogere aantallen regenwormen gevonden op klei in vergelijking met veen en klei-op-veen (Altenburg & Wymenga, 1998). Op leemarme zandgronden komen minder regenwormen voor dan op lemige zandgronden (De Goede & Brussaard, 2001).

Grasklaver

Vlinderbloemigen hebben een positief effect op het voorkomen van regenwormen (De Goede & Brussaard, 2001). De lage worteldichtheid van klaver gecombineerd met de stikstofrijke wortelresten en gewasresten zijn waarschijnlijk de verklaring voor meer regenwormen in gras/klaver in vergelijking met graspercelen.

Grondbewerking en vruchtwisseling

Grasland bevat veel organisch materiaal en een stabielere omgeving voor de regenworm. In de bouwlandfase worden door grondbewerking wormen gedood. Beschadiging door de mechanische grondbewerking en schade aan wormgangen en verminderen van voedselbeschikbaarheid. De regenwormenpopulatie herstelt zich vrij snel na de bouwlandfase. Eén tot twee jaar na het scheuren van grasland zijn er net zoveel wormen terug. Er is wel een verschuiving in soorten regenwormen. Op bouwland is er minder voedsel voor de strooiselbewoners en ook de gangen van de pendelaars worden steeds verstoord. Deze nemen dus af ten gunste van de bodembewoners (De Goede & Brussaard, 2001).

Indringingsweerstand van de bodem

Vroeg in het voorjaar bevinden regenwormen zich in het bovenste deel van de bodem. In juni trekt een deel van de populatie zich dieper in de bodem terug, in reactie op uitdroging van de bovengrond. Dit gebeurt sneller op agrarische percelen dan op reservaatpercelen. Uitdroging gaat gepaard met een toename van de indringingsweerstand. Uitdroging vindt op agrarische percelen sneller plaats dan op reservaatpercelen, vermoedelijk door een verschil in bodemstructuur (Scheekerman, 1997).

Beweiden

Beweiden is gunstig voor de grutto omdat het een verdichting (vervilting) van de grasmat voorkomt en ook een positieve invloed heeft op de bodem- en oppervlak-tefauna (Altenburg & Wymenga, 2001).

Conclusie

Naast bemesting zijn er nog een aantal andere factoren van invloed op het aanbod regenwormen. Zo is de pH bij voorkeur hoger zijn dan 4,5 en is het grasland niet te droog (max. 80 cm ontwatering). Ook hebben beweiding en grasklaver een positief effect hebben op het voorkomen van regenwormen.

3 Vliegjesland

In het vorige hoofdstuk is beschreven wat de voedselbehoefte is van de volwassen grutto en hoe bemestingsbeheer een maximale hoeveelheid voedsel (regenwormen) kan opleveren. Maar uit steeds meer onderzoeken blijkt dat het voedselaanbod voor de gruttojongen mogelijk een beperkende factor is voor de overlevingskansen van de grutto. Recent is aangetoond dat de conditie van de jonge grutto's achteruit is gegaan vergeleken met de jaren '70-'80 (Teunissen et al., 2005). Ook onderzoek van Wymenga en collega's (2001) geeft aan dat er de laatste jaren te weinig vliegvlugge jongen worden geproduceerd om de populatie in stand te houden. De agrarische werkzaamheden zoals beweiding en maaien resulteren er in dat het aanbod van grotere insecten afneemt.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op beheer om het voedselaanbod voor de gruttojongen te verhogen. Hiertoe wordt in de eerste paragraaf nader ingegaan op het voedsel van de jongen, namelijk insecten. In paragraaf 3.2. wordt aangegeven wat een optimale hoeveelheid mest is om met name grote insecten te stimuleren. Vervolgens wordt in paragraaf 3.3 besproken hoeveel mest moet worden aangewend om vliegjesrijk land te krijgen.

3.1 Voedsel voor jong grutto's: insecten

Insecten als voedsel

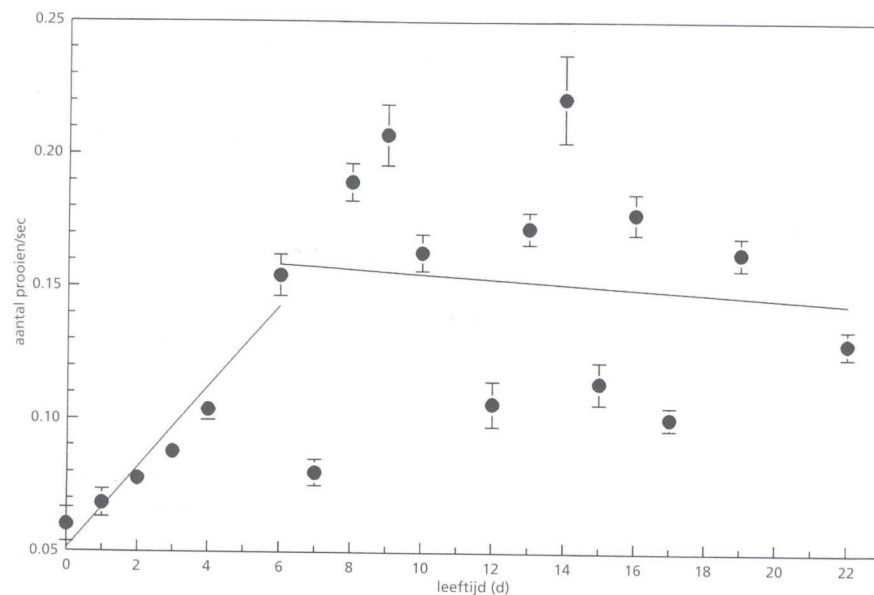
De kuikens van de grutto eten voornamelijk vliegende insecten. Ze eten snelle prooien in de hogere delen van de vegetatie en hebben een voorkeur voor muggen (langpootmug en dansmug), vliegen, wespjes, bijtjes en kevers (snuitkever). Een zeer belangrijke prooi voor gruttojongen is de geelharige strontvlieg.

Er zijn zowel uit de praktijk als uit de literatuur aanwijzingen dat er onvoldoende voedsel beschikbaar is voor gruttojongen. Om een uitspraak te kunnen doen of de voedselbeschikbaarheid beperkend is in sommige gebieden, moet bekend zijn wat de minimale hoeveelheid insecten is die consumeerbaar aanwezig moet zijn.

Kievitskuikens en gruttokuikens beconcurreren elkaar niet om voedsel. Kievitskuikens eten gemiddeld grotere prooidieren dan grutto's. Ze eten meer vanaf jongs af aan meer bodemdieren. De gruttokuikens foerageren in korte vegetaties, op open plekken, langs slikkige slootoevers en in greppels. Lange vegetaties (gunstig voor de grutto) worden door de kievitkuikens gemeden.

Prooiopnamesnelheid

Naarmate de gruttokuikens groter zijn hebben ze meer insecten nodig (Altenburg & Wymenga, 2001). Een jonge grutto eet zo'n 10.000 insecten per dag. Dit is echter wel afhankelijk van de leeftijd (zie figuur 3.1.). In de eerste vier dagen stijgt de consumptie naar zes bestjes per minuut en na een week bereiken ze tien prooien per minuut. In de tweede week van hun leven hebben ze de grootste voedselbehoefte en halen opnamesnelheden tot vijftien prooien per minuut (figuur 3.1; Beintema et al., 2005).



Figuur 3.1. Gemiddelde prooiopnamesnelheid bij gruttojongen als functie van de leeftijd. (Uit: Beintema et al., 1995)

Aanbod van insecten in de tijd

Zijn er op het juiste moment voldoende vliegjes beschikbaar in een grasland? Normaal gesproken loopt de hoeveelheid insecten in grasland in de loop van het voorjaar op tot er in (de tweede week van) mei een piek bereikt wordt. Vervolgens daalt vooral het aanbod van de grotere soorten insecten. Deze daling hangt grotendeels samen met het maaien. Hierdoor worden de levensomstandigheden van juist de grotere insecten minder gunstig (korter gras). In juni en juli verdwijnen niet alleen de grotere insecten, maar ook een deel van de regenwormen uit de bovenste laag (Schekkerman, 1997). Dit geeft aan dat het gunstig is voor kuikens om vroeg in het seizoen op te groeien. In hooiland wordt de piek in hoeveelheid insecten in juni bereikt (Beintema et al., 2005). Daar kunnen grutto's die later broeden van profiteren.

Het voedselaanbod voor weidevogelkuikens in graslanden neemt dus na begin juni af. De temperatuur en daglengte nemen nog steeds toe. Dit betekent een langere potentiële foerageerperiode en geringere energie-uitgaven voor thermoregulatie. Waarschijnlijk profiteren oude kuikens hier meer van dan jonge, waardoor deze grotere overlevingskansen hebben (Schekkerman, 1997).

Grootte van de prooi

Kuikens van de grutto selecteren hun prooien op grootte. Ze hebben een voorkeur voor grote prooien (> 1 milligram droog lichaamsgewicht of > 4 millimeter lichaamslengte). Kleine insecten zijn niet alleen kleiner, maar door een grotere oppervlakte / inhoudrelatie bevatten zij naar verhouding ook veel minder eetbaar weefsel dan grote insecten. Zij bestaan voor een groter deel uit onverteerbaar chitine (de 'huid' van het insect). De moeite die gedaan moet worden om kleine insecten op te sporen en op te pikken weegt niet op tegen de energie / voedsel-opbrengst.

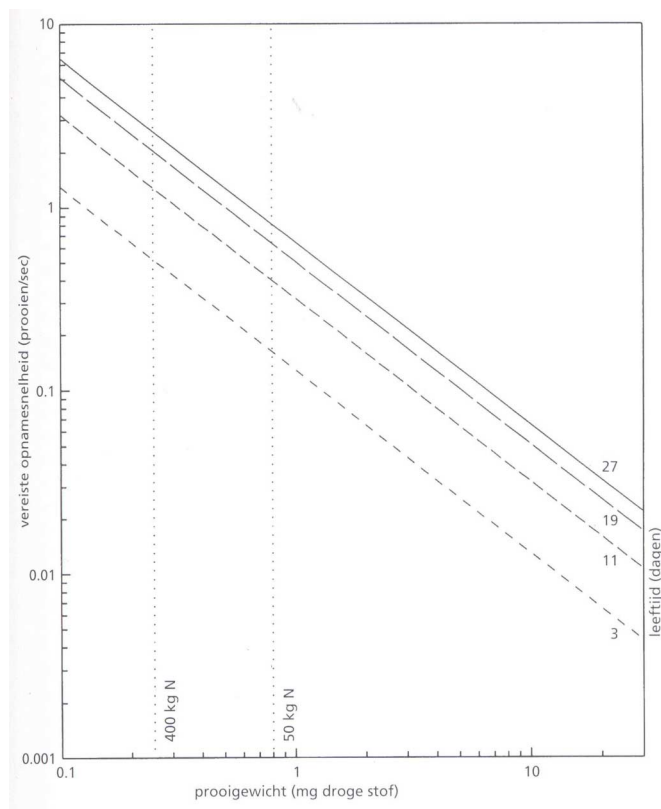
Conclusie

Beheer ten behoeve van het voedselaanbod voor gruttojongen moet gericht zijn op het leveren van grote insecten (> 1 milligram of > 4 millimeter) in de periode dat de grutto jongen heeft, met een piek in de periode dat de gruttojongen 2 weken oud zijn. Dit is grofweg de periode half mei tot half juni.

3.2 Hoeveelheid mest

Bemesting is van invloed op de (grootte van de) beschikbare insectenfauna. Bij een lagere bemesting neemt het totaal aantal insecten af, maar de diversiteit aan insecten neemt toe. Een lagere bemesting leidt namelijk tot een gevarieerde grassamenstelling. Bovendien groeit het gras minder hard en is de grasmatt minder dicht. Met name de grote soorten insecten zijn gebaat bij een lage bemesting (Beintema et al., 2005). Juist deze grote insecten soorten zijn vanuit energetisch oogpunt goed voedsel voor de gruttojongen. Wanneer er minder grote insecten zijn, moeten gruttojongen meer insecten eten om voldoende voedsel binnen te krijgen. Dit kost extra energie (Siepel et al., 1990).

Een gemiddeld insect weegt bij een bemestingsniveau van 50 kg N/ha bijna 1 milligram (drooggewicht). Dit komt overeen met de voor gruttokuikens zo belangrijke grootte van 4 millimeter. Bij een zeer hoge bemesting (400 kg N/ha), is het gemiddelde gewicht gedaald tot minder dan een derde. Er komen dan nog wel grotere insecten voor, alleen zijn deze veel schaarser. Het onderzoek waar dit uit bleek betrof agrarisch beheerde percelen, dus met een relatief lage grondwaterstand. Op natte vochtige percelen is dit verschil veel minder duidelijk (Siepel, 1990). Uit onderzoek van Schekkerman (1997) blijkt dat vanaf een bemestingsniveau hoger dan 100 kg N/ha/jr steeds minder grote insecten voorkomen. Wanneer we deze bemestingsgraad vergelijken met de gewenste bemestingsgraad voor 'wormenland', dan blijkt dat percelen die met name geschikt zijn voor de volwassen grutto een te hoge bemestingsgraad hebben voor kuikenbeheer.



Figuur 3.2. Benodigde prooiopnamesnelheden voor gruttokuikens bij vier leeftijden in relatie tot prooigewicht. (Uit: Beintema et al., 1995)

Onderzocht is welke gevolgen een bemesting van meer dan 100 kg N / ha / jr, en de bijbehorende afname van grote insecten, heeft voor gruttokuikens. Wanneer gruttokuikens kunnen overschakelen op wormen hoeft het gebrek aan grote vliegen geen probleem te vormen. Een hoge bemestingsgraad zorgt immers voor beschikbaarheid van voldoende wormen. Het blijkt dat jongen in beperkte mate naar bodemfauna zoeken, maar dat wormen geen belangrijk deel uitmaken van het menu van gruttokuikens (Scheckerman, 1997). Gruttokuikens kunnen dus bij een hogere bemesting niet van insecten naar wormen overschakelen. In plaats daarvan blijkt dat gruttokuikens vliegjes blijven vangen, maar dat ze meer tijd nodig hebben om voldoende voedsel binnen te krijgen. Wanneer de fourageertijd beperkt is (bijvoorbeeld door koud weer, vooral bij een vroege broedcyclus) krijgen de jongen onvoldoende voedsel binnen. Dit kan weer leiden tot een vertraagde groei. Daarom is het van groot belang voor het overleven van gruttojongen dat het beheer gericht is op grote insectenprooien (Siepel et.al., 1990).

De meeste weidevogelgebieden hebben een bemestingsniveau tussen de 50 en 200 kg stikstof per ha. Daar zullen gruttokuikens dus mogelijk al extra tijd aan het foerageren moeten besteden. Het is waarschijnlijk dat het bij toenemende bemestingsintensiteit moeilijk voor gruttokuikens is om voldoende energie uit de insectenfauna te kunnen halen. Wellicht maakt dit ze kwetsbaarder voor weersinvloeden die de foerageermogelijkheden beperken. Wanneer het koud is brengen de kuikens namelijk meer tijd bij hun moeder door om op te warmen. In kruidenrijke percelen met afwisselende vegetatie, die niet te zwaar wordt bemest zijn meestal wel voldoende vangbare prooien voor weidevogelkuikens (Wymenga, 2000).

Conclusie

Voor de voedselbeschikbaarheid van gruttojongen is het van belang om voldoende grote insecten in de grasmat te hebben. Dit kan gerealiseerd worden met een bemesting van minder dan 100 kg N / ha / jr.

3.3 Lengte gras

Hierboven is al eerder gerefereerd aan het onderzoek van Scheckerman (1997) over de voedselbeschikbaarheid voor gruttojongen. De meest duidelijke effecten van beheer zag Scheckerman op het moment dat agrarische percelen al waren gemaaid en reservaatpercelen nog niet (mei-juni, zeer relevante periode voor de kuikens). In deze periode waren arthropoden ongeveer tweemaal zo talrijk op reservaatpercelen dan op agrarische percelen. Het verschil in voedselaanbod werkt door op het foerageersucces van de kuikens, en de gruttogezinnen houden zich ook bij voorkeur op in ongemaaide percelen. Verschillen in insectenaanbod lijken vooral bepaald te worden door de vegetatiehoogte (Scheckerman, 1997).

Grutto's met kuikens hebben een sterke voorkeur voor lang gras. De optimale lengte is 15 – 28 cm. De maaidatum lijkt daardoor een heel belangrijke factor te zijn bij agrarisch graslandbeheer op voedselaanbod en foerageersucces. Uitstel van maaidatum kan de foerageermogelijkheden voor gruttokuikens aanzienlijk verbeteren (Scheckerman, 1997). Ook Siepel toonde aan dat laat maai-beheer een positief effect heeft op de voor de gruttojongen belangrijke oppervlaktefauna (Siepel et al., 1990). Dit effect trad in na 3 jaar beheer. Naast uitstel van maaidatum kunnen perceelsranden of stroken worden overgeslagen bij de eerste snede. Dit kan in combinatie met bijvoorbeeld randenbeheer.

Veel ongemaaid (lang) gras wordt tussen begin en eind juni minder aantrekkelijk voor de gruttojongen omdat het te lang en te dicht wordt. Hierdoor kunnen gruttojongen er niet meer tussendoor lopen, maar ook het beste voedsel (grote insecten) verdwijnen uit het lange gras. Dan zijn de gemaaide percelen met hergroei van gras weer interessanter. Daar is het aanbod van insecten inmiddels vergelijkbaar met dat van de ongemaaide percelen. Mozaïekbeheer bij maaien is dus gunstig voor de voedselbeschikbaarheid van gruttojongen. Voor de grutto heeft een maaidatum later dan 15 juni dus niet zoveel zin, maar wel voor laat broedende weidevogels zoals de kempfaan, kwartelkoning en allerlei soorten eenden.

Conclusie

Een late maaidatum (na 1 juni) gecombineerd met een (te) hoge mestgift kan in een ongunstige vegetatiestructuur (te dicht, te lang gras) resulteren. Dit wordt verbeterd wanneer de latere maaidatum gepaard gaat met een lagere mestgift en als gevolg hiervan de vegetatie minder dicht is (Wymenga et. al., 2001).

3.4 Weiden

Voor gruttojongen en ook voor de jongen van de kievit spelen koeienvlaaien een belangrijke rol in de voedselvoorziening. Kievitskuikens boren door de korst heen en zoeken naar larven van wapenvliegen en kleine mestkeversoorten. Gruttojongen daarentegen pikken er gele strontvliegen vanaf.

Voorweiden of standweiden in lage dichtheden draagt zo bij aan een grotere voedselbeschikbaarheid voor met name oudere gruttojongen. Zeker wanneer de beweide percelen dicht bij de broedplaatsen liggen.

De verwachting is dat mest die op de grond wordt uitgereden (sleepvoetmachine of sleufkouter) meer vliegjes aantrekt dan mest die in de grond wordt gebracht (mestinjecteur of zodeninjecteur).

3.5 Beheer op soort mest

Siepel et al., (1990) heeft onderzoek gedaan naar de invloed van de soort bemesting op oppervlaktefauna. Hij kon geen significante verschillen aantonen op de gemiddelde populatiedichtheid als gevolg van de soort mest (organische meststoffen zoals ruige- en overjarige stalmest en runderdrijfmest) of kunstmest of geen bemesting. Na een aantal jaren van bemesting bleek er wel een verschil in soorten-samenstelling van de oppervlaktefauna (kunstmest vs organische mest). Wat voor gevolgen dit heeft voor de grootteverdeling en aantallen is niet bekend.

3.6 Waterpeil

De beschikbaarheid van bodemfauna (arthropoden) is groter in vochtige gebieden dan in droge (Den Hollander, 2003). Wanneer een gebied echter te nat is (>20 cm -mv) neemt de hoeveelheid bodemfauna af. In natte gebieden is het effect van verschillende bemestingsniveaus op de grootte van insecten ook minder duidelijk dan op droge percelen (Siepel et al., 1990).

Conclusies

Volwassen grutto's en hun jongen eten niet hetzelfde voedsel. De volwassen grutto eet voornamelijk wormen en emelten. De jongen van de grutto eten kleine insecten die zij tussen het gras vinden. Daarnaast kan de grutto voedsel vinden op mest. Daarom is het ene perceel meer geschikt voor volwassen grutto's ("wormenland"), terwijl op een ander perceel meer voedsel voor de jongen te vinden is ("vliegjesland").

Wormenland

- Goede foerageerpercelen voor de volwassen grutto hebben een minimumnorm voor regenwormen van 60 gr / m² in maart - mei (versgewicht wormen). Vrijwel alle graslanden in gangbaar agrarisch gebruik voldoen hier aan.
- Sturing op een groter aanbod van regenwormen voor de volwassen grutto kan met bemestingsbeheer. In volgorde van beste naar minst geschikte mest: Ruige mest → drijfmest → kunstmest.
- Ook de mestaanwending kan van invloed zijn op de biomassa wormen. Soms wordt gevonden dat bij gebruik van de sleepvoet meer biomassa wormen aanwezig is dan bij de zodenbemester. De volgende vuistregel kan worden aan gehouden: van meer geschikte naar minder geschikte manier van aanwenden: Oppervlakkig uitrijden (sleepvoet / sleufkouter) → zodenbemesting / mestinjectie.
- Bij gangbaar bemest grasland blijven er in het algemeen voldoende regenwormen beschikbaar voor de grutto, los van welke aanwendingsmethode is toegepast.
- Een groot aantal wisselende factoren heeft invloed op de biomassa van regenwormen. Het aantal bodemorganismen wisselt onder invloed van omstandigheden die losstaan van het bodembeheer. Bij droog weer bijvoorbeeld, neemt de biomassa aan regenwormen af.
- Tenslotte zijn er nog een aantal andere factoren van invloed op het aanbod regenwormen. Zo is de pH bij voorkeur hoger dan 4,5 en mag grasland niet te droog zijn (max. 80 cm ontwatering).

Vliegjesland

- Er worden de laatste jaren te weinig vliegvlugge jongen geproduceerd om de populatie in stand te houden. Het voedselaanbod voor de gruttojongen is mogelijk een beperkende factor voor de overlevingskansen van de grutto.
- Voor de gruttojongen is niet bekend welke hoeveelheid vliegjes minimaal beschikbaar moet zijn. Wel zijn de vliegjes bij voorkeur zwaarder dan 1 milligram (drooggewicht) of groter dan 4 millimeter. Wanneer de insecten kleiner zijn kost het teveel energie om deze te vangen of leveren ze te weinig energie op.

- Beheer ten behoeve van het voedselaanbod voor gruttojongen moet gericht zijn op het leveren van grote insecten (> 1 milligram of > 4 millimeter) in de periode dat de grutto jongen heeft, met een piek in de periode dat de gruttojongen 2 weken oud zijn, dat wil zeggen in de periode half mei – half juni.
- Dit kan gerealiseerd worden met een bemesting van minder dan 100 kg N / ha / jr. De verwachting is dat organische mest die op de grond wordt uitgereden meer vliegjes oplevert dan mest die in de grond wordt ingebracht.
- Gruttojongen hebben een sterke voorkeur voor lang gras van 15 – 28 cm. Bij deze lengte zijn er voldoende grote prooiën beschikbaar en kunnen de kuikens zich gemakkelijk bewegen. Mozaïekbeheer in het maaien, in combinatie met extensief beweidde percelen, zorgt ervoor dat er altijd voldoende voedsel is.

Mozaïekbeheer

Mozaïekbeheer voor grutto's moet 'wormenland' en 'vliegjesland' opleveren. Dit vereist een gangbaar bemestingsniveau op wormenland en een duidelijk lager bemestingsniveau op vliegjesland. Dit lagere bemestingsniveau kan op later maailand worden toegepast (maaien na 1 juni), omdat daardoor de structuur van het gras niet te dicht wordt en het geschikt blijft voor de gruttojongen.

Synthese

Wormenland en vliegjesland

Gruttojongen eten vliegjes en volwassen grutto's regenwormen. De beschikbaarheid van regenwormen is in vrijwel alle gangbare agrarisch beheerde graslanden voldoende. In reservaten kunnen wel te weinig wormen zitten vanwege te weinig bemesten en bekalking en daardoor een te lage pH. Hoogstwaarschijnlijk is in agrarische graslanden de voedselbeschikbaarheid voor de gruttojongen een knelpunt.

Percelen met een goede voedselbeschikbaarheid voor de volwassen grutto ('wormenland') vragen een ander beheer dan percelen met een goede voedselbeschikbaarheid voor gruttojongen ('vliegjesland'). Hieronder staan een aantal vuistregels voor het beheer van wormen- en vliegjesland:

Wormenland	Vliegjesland
• Ruige mest en / of drijfmest • 100 – 200 kg N / ha / jr • Grasklaver • pH > 4,5, zo nodig bekalken • Drooglegging tot max. 80 cm	• Dierlijke organische mest • Maximaal 100 kg N/ha/jr • Open structuurrijke grasmat • Graslengte van 15 – 28 cm • Mestflatten/extensief beweide grasland

Waar bemesting met 100 – 200 kg N per ha goed is voor 'wormenland', is het voor 'vliegjesland' beter om minder dan 100 kg N per ha te bemesten. Waar een graslengte van 15 – 28 cm voor voldoende grote insecten zorgt voor de gruttojongen, kunnen volwassen grutto's beter wormen en emelten vinden in kort gras. Daarom moet het beheer op sommige percelen gericht zijn op het creëren van 'wormenland' en op andere percelen gericht op 'vliegjesland'. Dit betekent niet alleen een mozaïek in graslengte, maar ook in bemestingsregime.

Inpassing in de bedrijfsvoering

Inpassing in de bedrijfsvoering van wormenland geeft nauwelijks problemen. Het inpassen van vliegjesland is minder eenvoudig. In het huidige gruttomozaïekbeheer kennen we al het 'kuikenland'. Dit zijn percelen met een maaidatumbelasting (maaien na 1 juni), met lang gras (15 – 28 cm) in de periode half mei tot half juni. Toch levert dit 'kuikenland' voor gruttokuikens waarschijnlijk te weinig voedsel op. Maaibeheer op juniland met een grote N-nalevering leidt tot een te zwaar en dicht gewas dat weinig insecten bevat en waar gruttojongen zich niet in kunnen bewegen. Pas wanneer de vroegere bemesting is uitgewerkt is het gewas voldoende open om geschikt te zijn voor gruttokuikens. Voor 'vliegjesland' is een lagere bemesting van maximaal 100 kg N /ha/jr noodzakelijk. Dat levert meer insecten op en een minder zware grassnede. Dit is het 'vliegjesland'.

Beheer zonder bemesting of met een lage organische mestgift hoeft dus niet op het gehele kuikenland plaats te vinden, maar kan zich concentreren op delen daarvan:

- langs slootkanten (koppeling aan slootkantbeheer);
- op brede bonte weideranden (SAN+ zonder bemesting);
- langs de randen van percelen met standbeweiding;

- langs de randen van percelen met voorbeweiding;
 - (op delen van) grasland met een late maaidatum (na 1 juni).
- Daarmee wordt 'vliegjesland' beter inpasbaar in de bedrijfsvoering.

De families beginnen enkele dagen na het uitkomen van de eieren met omzwervingen. Gruttogezinnen kunnen zich over aanzienlijke afstanden verplaatsen naar percelen met hogere vegetaties. Hoe groot deze afstanden precies zijn is van belang om een optimale ruimtelijke variatie in beheer te kunnen maken (Schekkerman, 1997). Een richtlijn voor de hoeveelheid vliegjesland is 0,7 tot 1 ha per gruttopaar. 75% van de gruttonesten moet in de directe omgeving van een kruidenrijke vegetatie liggen.

Bronnen

Altenburg W. & E. Wymenga (1998) Onderzoek naar de achteruitgang van weidevogels in het natuurreservaat de Gouden bodem. Altenburg & Wymenga rapport 170. Veenwouden.

Andersen N.C. (1983). Nitrogen turnover by earthworms in arable plots treated with farmyard manure and slurry. In: Earthworm ecology: from Darwin to vermiculture. Satchell, J.E (ed). Chapman and Hall. London: pp 67-105.

Beintema, A., O. Moedt & D. Ellinger (1995) Ecologische Atlas van de Nederlandse Weidevogels. Uitgave in samenwerking met Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek en Samenwerkende Organisaties Vogelonderzoek Nederland. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs BV, Haarlem. Blz. 164-171.

Beintema, A.J. & G.J.D.M. Müskens (1981) De invloed van beheer op de productiviteit van weidevogels. RIN- Rapport 81/19. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Beintema, A.J., J.B. Thissen, D. Tensen & G.H. Visser (1991) Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. Ardea 79: 31-44

Brandsma, O.H. (1997) Onderzoek weidevogelbeheer en bodemfauna in het reservaatgebied Giethoorn-Wanneperveen VIII (1992-1996). Dienst Landelijk Gebied, Utrecht. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. Provincie Overijssel, Zwolle. Nr. 101.

Brandsma, O. (1999) Het belang van bemesting voor het voedselaanbod van weidevogels. De Levende Natuur 100 (4): 118-123.

De Goede R. & L. Brussaard (2001) Voorlopige resultaten van het bodembologisch onderzoek binnen de veldproef van het Mineralenproject VEL en VANLA: Effecten van toevoegmiddelen en mestaanwendig op de bodemfauna en bodemrespiratie. In: Een nieuw milieuspoor: Tus-senrapportage mineralenproject VEL en VANLA 1998-2000. Verhoeven F. (ed.). Wageningen Universiteit en Praktijonderzoek veehouderij. pp 21.

De Goede R.G.M., van Vliet, P.C.J., van der Stelt, B., Verhoeven, F.P.M., Temminghoff, E.J.M., Bloem, J., Dimmers, W.J., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Brussaard, L., van Riemsdijk, W.H. (2004) Verantwoorde toepassing van runderpest in graslandbodems. Stichting Kennisontwik-keling Kennisoverdracht Bodem. Gouda.

De Goede R.G.M., L. Brussaard & A.D.L. Akkermans (2003) On-farm impact of cattle slurry manure management on biological soil Quality. NJAS - Wageningen Journal of Life Science 51 (1/2) 103 – 133.

Den Hollander, H.J. (2003) Voedselaanbod Weidevogels. Relatie waterpeil, bodemfauna en steltlopers. Stageverslag CLM, Utrecht.

Guldemon J.A., M.C. Sosa Romero & P. Terwan (1995) Weidevogels, waterpeil en nestbe-scherming: tien jaar onderzoek aan Kievit, Grutto en Tureluur in een veenweidegebied. Limosa 68 (3):89-96.

Edwards C.A. & J.R. Lofty, (1982). Nitrogenous fertilizers and earthworm populations in agricultural soils. *Soil Biol Biochem* 14:515-521

Eekeren, E. Van, E. Heeres & F. Smeding (2003) Leven onder de graszode. Discussiestuk over het beoordelen en beïnvloeden van bodemleven in de biologische melkveehouderij. LBI, Driebergen. Handboek Melkveehouderij 1997

Hut H. & F. Helmig (2003) Valt hier nog wat te vreten? Onderzoek naar de relaties tussen voedsel, zuurgraad en broedende weidevogels. SBB, Fryslan / Groningen-Drenthe

Kloen, H. (1988) Introductie en handhaving van regenwormen in gemengde biologische bedrijven. Stageverslag LBI, Driebergen.

Korevaar H., J.F.M. Huijsmans, H.A. Boeschoten & J.H.A.M. Steenvoorden (1991) Weidevogelstand en ammoniakemissiearme mesttoediening. Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Directie Beheer Landbouwgronden, Informatie en Kenniscentrum Veehouderij. Wageningen.

Kruk M. (1994). Meadow bird conservation on modern commercial dairy farms in the western peat district of the Netherlands: possibilities and limitations. Proefschrift Rijks Universiteit van Leiden.

Melman, T.C.P. (2006) Hoop is nog geen werkelijkheid, reactie op Oosterveld et al. *Landschap* 23 (2): 100 – 102.

Oosterveld, E.B. & W. Altenburg (2004) Kwaliteitscriteria voor weidevogelgebieden, met toetslijst. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek. A&W-rapport 412. Veenwouden.

Oosterveld, E.B., D. Bos, A. Brenninkmeijer, M. Engelmoer, J. Zonderland en studenten (2005) Effecten van bemesting op de voedselvoorziening van de Grutto. Presentatie gruttoday RUG. September 2005.

Oosterveld E.B. (2006a) Betekenis van waterpeil en bemesting voor weidevogels *De Levende Natuur* 107 (3): 134-137.

Oosterveld E.B., Altenburg, W., & E. Wymenga (2006b) Toekomst weidevogelbescherming. Bij hoog en bij laag. *Landschap* 23 (2): 95 - 99.

Oudshoorn N.E.J., M.J. Rijks, M.M. Dorenbosch, A.J. van Strien (1984) Effecten van ontwatering en bemesting op regenwormen en emelten in veengrasland. Afdeling milieubiologie Rijksuniversiteit Leiden. Leiden.

Rensenbrink, G. Th. (1987) Weidevogels in relatie tot voedselaanbod, bodemgesteldheid en hydrologie. Wageningen.

Rougoor, C.W. & J.A.W.A. Reus (2001) Mest in Waterland: werken aan oplossingen met winst voor natuur en milieu. CLM-rapport 475.

Schekkerman (1997) Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuikens. IBN-DLO Instituut voor Bos en Natuuronderzoek. DLG-publicatie 102. IBN-rapport 292 ISSN: 0928-6888.

Schekkerman, H. W. Teunissen & E.B. Oosterveld (2006) Broedsucces van grutto's bij agrarisch mozaïekbeheer in 'Nederland Gruttoland'. Alterrapport 1291. Alterra, Wageningen.

Siepel, Slim, Ma, Meijer, Wijnhoven, Bodt en van Os (1990) Effect van verschillen in meststoort en waterstand op vegetatie en fauna van klei-op-veen graslanden in de Alblasserwaard. RIN-rapport 90/8 Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Arnhem

Teunissen W., Schekkerman H. & F. Willems (2005) Predatie bij weidevogels. Op zoek naar de mogelijke effecten van predatie op de weidevogelstand. Alterra Rapport 1292. Alterra, Wageningen.

Tiburg, T. van (1994) Criteria waaraan een goed weidevogelgebied moet voldoen. Directie Beheer Landbouwgronden Afdeling Beheersregelingen, Utrecht. Landbouwuniversiteit Ruimtelijke Planvorming, Wageningen.

Visser, A. (2005) Invloed van plasdrasbeheer op weidevogels Aantrekking & voedselbeschikbaarheid. Stageverslag CLM, Culemborg.

Wymenga E. (2000) Weidevogels onder de loep in het grutto- en greppelveld. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A&W-rapport 231. Veenwouden.

Wymenga E. & R. Alma (1998) Onderzoek naar de achteruitgang van weidevogels in het natuurreservaat Gouden Bodem. A&W-rapport 170. Altenburg & Wymenga, Veenwouden / Staatsbosbeheer Fryslân, Leeuwarden.

Wymenga E., van der Veen, W.S., & W. Altenburg (1991) Bemesting en bodemfauna in weidevogelreservaten. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A&W-rapport 17. Veenwouden.

Wymenga E., M. Engelmoer & F. Nijland (2001) Takomst foar de skries. Bouwstenen voor een beschermingsprogramma voor de Grutto in Fryslân. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek. A&W-rapport 275. Veenwouden.