

Prik maar raak!

Invloed van bodemfactoren en vegetatie op het foerageersucces
van volwassen Grutto's *Limosa limosa*

In opdracht van:
Ministerie van LNV

Auteurs:
Jeroen Noordhoek
Sandra Sibma

Begeleiding:

Altenburg & Wymenga
Ernst Oosterveld

Altenburg & Wymenga



ECOLOGISCH ONDERZOEK

Van Hall Larenstein
Theo Meijer
Marcel Rekers



In samenwerking met:

Alterra Wageningen
SOVON



Prik maar raak!

Invloed van bodemfactoren en vegetatie op het foerageersucces van
volwassen Grutto's *Limosa limosa*

Auteurs:	Email:	Studentnummer:
Jeroen Noordhoek	jeroen.noordhoek@wur.nl	871115001
Sandra Sibma	sandra.sibma@wur.nl	870318002
Titel:	Onderzoeksvoorstel, Invloed van bemesting en grondwaterpeil op het foerageersucces van volwassen Grutto's <i>Limosa limosa</i>	
In opdracht van:	LNV	
Uitgever:	Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek	
Uitgevoerd bij:	Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek	
	Telefoon:	0511-474764
	Internet:	www.altwym.nl
Begeleiding:	Ernst Oosterveld e.oosterveld@altwym.nl 0511-474764	
Van Hall Larenstein:	Theo Meijer	Marcel Rekers

Leeuwarden
03-09-2010

Voorwoord

In de eerste plaats gaat onze dank uit naar onze afstudeerbegeleider Ernst Oosterveld (Ecologisch Adviesbureau Altenburg & Wymenga) die ons heeft geholpen en ondersteund tijdens het hele proces. Tevens bedanken wij David Kleijn (Alterra) voor alle hulp tijdens het project.

Veel dank gaat uit naar Naomi Keehnen, Helen Schepp, Dennis Lammertsma (Alterra), Marten Sikkema (Ecologisch Adviesbureau Altenburg & Wymenga) en Frank Majoor (SOVON). Zij hebben geholpen bij het verzamelen van alle data.

Vanuit Ecologisch Adviesbureau Altenburg & Wymenga kwam veel hulp en collegialiteit, vooral tijdens de zwaardere momenten tijdens deze onderzoeksperiode.

Wij danken Theo Meijer en Marcel Rekers (Van Hall Larenstein) die ons hebben geholpen en gestuurd vanuit de opleiding. Ten slotte danken wij Henry Kuipers (Van Hall Larenstein) die ons steeds weer verder kon helpen bij de lastige SPSS onderdelen.

Samenvatting

Door de intensivering van de landbouw is de biodiversiteit in Nederland achteruit gegaan. Ondanks beleidsplannen van de overheid, gaat deze afname nog steeds door. Bepaalde vogelsoorten, waaronder de Grutto, lijden onder deze afname van biodiversiteit. Dit is terug te zien in de aantallen Grutto's welke elk jaar met 5% afnemen. Deze afname is te wijten aan kuikenmortaliteit. De volwassen vogels slagen er niet in om genoeg kuikens groot te brengen om de populatie in stand te houden. Omdat in Nederland ongeveer 60% van de populatie Grutto's broedt, voelt Nederland de verantwoordelijkheid om te proberen deze jaarlijkse afname te stoppen.

Als voornaamste oorzaken van de afname wordt de agricultuur genoemd. De afgelopen jaren is het grondwaterpeil verlaagd naar 80 centimeter onder het maaiveld. Dit kan complicaties opleveren voor de Grutto omdat deze in hardere, drogere grond, moeilijker voedsel kan zoeken. Ook het voedselaanbod, dat vooral uit regenwormen (*Lumbricidae*) en emelten (*Diptera*) bestaat, neemt af in droge grond. Vooral in het broedseizoen, wanneer de grond uitdroogt, kan dit problemen opleveren. De oudervogels vinden minder voedsel en hebben hierdoor minder energie om hun jongen te beschermen tegen predatoren.

Daarnaast lijkt bemesting een rol te spelen in het foerageersucces van Grutto's. Het wel of niet bemesten heeft invloed op de vegetatiegroei (hoge en dichte vegetatie zorgt ervoor dat Grutto's minder effectief kunnen foerageren) en het voedselaanbod.

Om te kijken wat de precieze invloed is van het grondwaterpeil en het wel of niet bemesten op het foerageersucces van Grutto's, is een onderzoek opgesteld. Dit onderzoek keek naar welke factoren (vegetatiehoogte, bodemvochtgehalte, indringingsweerstand van de grond en het voedselaanbod) werden beïnvloed door het grondwaterpeil en bemesting. Daarna werd gekeken welke van deze factoren het foerageersucces van volwassen Grutto's beïnvloedde. Drie gebieden werden bezocht in Friesland, Utrecht en Duitsland. Elk gebied was opgesplitst in vier percelen die wel of niet bemest waren en een hoog of laag waterpeil hadden.

Op deze percelen werden volwassen Grutto's geobserveerd en werd genoteerd hoe vaak zij in de grond prikten, en hoeveel van deze prikken succesvol waren. Op deze percelen werden bodemmonsters genomen om het voedselaanbod te kunnen bekijken en om het bodemvochtgehalte te kunnen bepalen. Daarnaast werden de indringingsweerstand van de grond en de vegetatiehoogte gemeten.

Met het programma SPSS is via General Linear Models (GLM) gekeken welke factoren invloed hadden op het aantal pogingen per minuut, succesvolle pogingen per minuut en percentage succesvolle pogingen.

Gekeken werd of het geslacht van de Grutto, de tijd van het (voor)jaar en de tijd van de dag invloed hadden op het foerageersucces per gebied. Dit bleek niet zo te zijn. Als redenen dat geen van de genoemde factoren invloed hadden werden het weer, verschillen in bodem en voedselaanbod en te weinig data genoemd.

Ook werd er gekeken naar de invloed van bodemfactoren (bodemvocht, indringingsweerstand, bodemfauna) en vegetatiehoogte op het foerageersucces van de Grutto. Er zat veel variatie in de invloed van factoren per locatie. Zo had het bodemvochtgehalte alleen bij Nij Bosma Zathe en Hetter invloed op het foerageren. Vegetatie had alleen effect op het aantal succesvolle prikken in Eemland en bodemfauna toonde significante effecten in Nij Bosma Zathe en Eemland. Er zijn een aantal factoren die niet waren meegenomen tijdens het onderzoek maar die mogelijk deze resultaten wel hebben beïnvloed. Er valt te denken aan bodemtype, de invloed van bemesting op bodemfauna, aanwezigheid van greppels, verschillende kruidenrijkdom, enzovoort.

Summary

Intensification of agriculture has led to a decline in biodiversity in The Netherlands. Despite governmental policy plans, there is still a continuous decline. Certain bird species, like the Blacktailed Godwit (*Limosa limosa*), suffer from this loss in biodiversity. An annual decline of 5% in Godwit numbers shows this. This decline is due to chick mortality. Adult birds do not succeed in raising their chicks to maintain a stable population. Because approximately 60% of the Godwit population breeds in The Netherlands, The Netherlands feel the responsibility to stop this annual decline.

Main reason for the decline in Godwit numbers is agriculture. The past years ground water levels have been lowered to 80 centimeters below Normal Amsterdam Level (NAP). This may cause some complications for the Godwit as searching for food in harder and dryer soil types is more difficult. Also food availability, which exists of earthworms (*Lumbricidae*) and *Diptera*, declines in dry soil types. This causes problems, especially during breeding season. Parenting birds find less food, thus have less energy to protect their chicks from predators.

Also manuring seems to play a role in the foraging success of Godwits. Whether a meadow has been treated with manure or not has an influence on vegetation growth (high and closed vegetation has a negative effect on Godwits foraging) and food availability.

A study was started to understand the exact influence of ground water levels and manure on Godwit foraging success. This study examined which factors (vegetation height, soil moisture content, soil penetration resistance and food availability) were influenced by ground water levels and manure. Besides that, the effect of these factors on Godwit foraging success was examined.

Three locations were visited in Friesland, Utrecht and Germany. Every location was divided into four plots which were treated with manure or not and had a high or low ground water level. At these plots adult Godwits were observed. During these observations foraging behavior (number of pricks and number of successful pricks) was recorded. Also soil samples were taken at these plots to examine soil moisture content. Soil penetration resistance and vegetation height were also measured.

With the function General Linear Models (GLM) in statistical programme SPSS the influence of factors on foraging behaviour could be measured.

It was measured whether or not Godwit gender, time of year and time of day would influence Godwit foraging success per location. Results showed that they did not. Possible reasons for these results were weather conditions, differences in soil types and too little data collected.

Also the influence of factors (vegetation height, soil moisture content, soil penetration resistance and food availability) on the foraging success was measured. There was a lot of variation in factor influences per location. Soil moisture content only showed a significant effect at Nij Bosma Zathe and Hetter. Vegetation height only had an influence on successful attempts in Eemland and food availability showed significant influences at Nij Bosma Zathe and Eemland.

The ground water level was important for Godwits because it influences the moisture of the ground. The moisture of the ground influences the hardness of the ground and the vegetation height, which influence Godwit's foraging success.

There are some factors that were not taken into account during this research, such as soil type, the influence of manure on soil fauna and different circumstances per location (availability of herbs etc.).

Inhoudsopgave

1. Inleiding	8
1.1 Achteruitgang van weidevogels	8
1.2 Foerageersucces van de Grutto	9
1.2.1 Grondwaterpeil	9
1.2.2 Bemesting	9
1.2.3 Covariabelen	10
1.3 De Grutto: gedrag en ecologie	11
1.4 Doelstelling	11
1.5 Onderzoeksvragen.....	11
1.6 Gehanteerde begrippen	12
2. Materiaal en methoden.....	14
2.1 Onderzoeksgebieden	14
2.1.1 Eemland	14
2.1.2 Hetter.....	15
2.1.3 Nij Bosma Zathe	17
2.2 Methoden	18
2.3 Gedragsobservaties	18
2.4 Programma in Access	18
2.5 Bodem- en vegetatiemonsters	18
2.5.1 Bodemfauna	18
2.5.2 Vegetatie en indringingsweerstand	19
2.5.3 Bodemvocht en grondwaterpeil	19
2.6 Data analyse	20
3. Resultaten	21
3.1 Nij Bosma Zathe	21
3.1.1 Grutto foerageersucces.....	21
3.1.2 Bodemvocht	24
3.1.3 Vegetatiehoogte	25
3.1.4 Bodemfauna	25
3.2 Eemland	26
3.2.1 Grutto foerageersucces.....	26
3.2.2 Bodemvocht	28
3.2.3 Vegetatiehoogte	28
3.2.4 Bodemfauna	29
3.3 Hetter.....	30
3.3.1 Grutto foerageersucces.....	30
3.3.2 Bodemvocht	33
3.3.3 Vegetatiehoogte	33
3.3.4 Bodemfauna	33
5 Discussie	36
5.1 Geslacht, seizoen en tijd van de dag	36
5.2 Bodemfactoren en vegetatie.....	36
5.3 Resultatendiscussie	38
5.3.1 Foerageersucces	38
5.3.2 Bodemvocht / Indringingsweerstand	38
5.3.3 Vegetatie	39
5.3.4 Bodemfauna	39
5.4 Methodendiscussie	40

6. Literatuur	41
Bijlage 1: Protocol volwassen Grutto foerageersucces	XLIV
Bijlage 2: Access programma	XLV
Bijlage 3: Data analyse	XLVI
Bijlage 4: Bemonsterdata	XLVII

1. Inleiding

1.1 Achteruitgang van weidevogels

In de agrarische landschappen van West-Europa heeft sinds de jaren vijftig een dramatische verarming van de biodiversiteit plaatsgevonden (Berendse *et al.*, 2006; Robinson & Sutherland, 2002¹). Intensivering van de landbouw heeft ertoe geleid dat voorheen kenmerkende wilde planten- en diersoorten sterk in aantal zijn achteruitgegaan. Sinds de publicatie van de Nota betreffende de relatie landbouw en natuur- en landschapsbehoud (Relatienota) in 1975 zijn er stappen ondernomen om deze achteruitgang te keren door het instellen van relatienotagebieden. In deze gebieden konden boeren subsidie krijgen voor de opbrengstvermindering als gevolg van uitgesteld maaien en het verminderen van de mestgift. (Sanders *et al.*, 2004)

Als reactie op de voortdurende achteruitgang van de natuur en landschap en de afname van planten- en diersoorten in Nederland verscheen in 1990 het Natuurbeleidsplan. Een strategisch plan, dat bedoeld was om de doelstellingen van het natuur- en landschapsbeleid van de Rijksoverheid op langere termijn weer te geven en om aan te geven welke maatregelen genomen moesten worden om de doelstellingen te bereiken. Nieuw bij dit plan was de opvatting dat het gevoerde beleid niet in staat was om de achteruitgang te stoppen. Dit beleid bestond voornamelijk uit het aankopen van natuurgebieden. Tevens werd op grond van het Relatienotabeleid het natuurbeheer in landbouwgebieden versterkt. De oorzaken van de achteruitgang werden hiermee echter niet aangepakt. In het Natuurbeleidsplan werden voorstellen gedaan om deze negatieve ontwikkelingen tegen te gaan. (Tromp, 2001)

Vanaf 1990 werden er vorderingen gemaakt door middel van beheerovereenkomsten met boeren die gericht waren op weidevogelbeheer (Berendse *et al.*, 2006). Ondanks de vorderingen die zijn gemaakt, is er tot op heden nog steeds een jaarlijkse afname van weidevogels. Zo hebben de Tureluur (*Tringa totanus*) en de Kievit (*Vanellus vanellus*) sinds eind jaren 70 een jaarlijkse afname van 2%. De Grutto (*Limosa limosa*) heeft een jaarlijkse afname van ongeveer 5% (Oosterveld 2006, Teunissen & Soldaat, 2006, Schröder, 2010). In het Nederlandse weidevogelbeheer fungeert de Grutto als een paraplu-soort (zie gehanteerde begrippen). Nederland heeft een belangrijke functie binnen het weidevogelbeheer voor de Grutto. Zo waren er in 2004 in totaal 62.000 broedparen (49.000 – 75.000) in Nederland, wat ongeveer 70% (61% - 94%) van de Europese populatie is (Teunissen *et al.*, 2005). Nederland is een van de belangrijkste broedgebieden voor de Grutto. Hierdoor voelt Nederland zich verantwoordelijk voor het voortbestaan van de soort.

De voornaamste reden dat de Grutto's naar Nederlandse weiden komen is het hoge grondwaterpeil vergeleken met andere Europese landen (Beintema & Muskens, 1987). Er is een negatieve populatietrend voor de Europese populatie van de Grutto (Beintema & Melter, 1997). De soort staat hierdoor genoteerd op de IUCN Rode Lijst als “gevoelig” (**BirdLife International, 2008**).

Als voornaamste reden voor de afname in Grutto aantallen word vooral het veranderen van het agrarische landschap van Nederland genoemd. De landbouw is snel veranderd de laatste jaren. Er wordt vroeger en vaker gemaaid, veel bemest en het grondwaterpeil is verlaagd. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot een lagere biodiversiteit op het boerenland. (Sanders *et al.*, 2004) Wat betekent dat het grasland een meer uniform karakter krijgt, met minder gras- en kruidensoorten; wat het voedselaanbod (beschikbaarheid) voor Grutto's negatief beïnvloedt (Er komen bijvoorbeeld minder kleine insecten voor die een belangrijke voedingsbron vormen voor jonge Grutto's). Het aantal jonge Grutto's dat geboren wordt, compenseert de jaarlijkse sterfte niet. (Altenburg & Wymenga, 2000) Uit onderzoek blijkt ook dat deze teruggang niet te wijten is aan een slechte overleving van volwassen Grutto's. Deze volwassenenoverleving wordt op ongeveer 80% geschat (Both *et al.*, 2006). Als er uit

¹ Literatuurverwijzingen die niet cursief gedrukt zijn vallen onder artikelen. Literatuur verwijzingen die *cursief* afgebeeld staan zijn afbeeldingen en **dikgedrukte** verwijzingen zijn websites.

wordt gegaan van een overleving van 80%, dan moet een Gruttopaar 0,84 jongen per jaar grootbrengen om de jaarlijkse afname te stoppen (Both *et al.*, 2006). Andere schattingen stellen dat er een reproductie van 0,6 tot 0,7 jongen per jaar per paar nodig is (Schekkerman & Muskens, 2000). Uit onderzoek blijkt dat dit bij lange na niet gehaald wordt (Schekkerman *et al.*, 2005). Vijf mogelijke directe redenen voor kuikenmortaliteit worden genoemd in het onderzoek van Roodbergen & Klok (2008): De kwaliteit van de ouders, het weer, voedselaanbod, predatiedruk en maaibeheer. Hiernaast zijn er nog indirecte factoren die het reproductiesucces van de Grutto indirect bepalen. Er moet hierbij gedacht worden aan bemesting, bodemtype, bodemvochtigheid, kwel, zuurgraad, indringingsweerstand van de bodem en beweiding. (Weijden & Guldemond, 2006) Deze factoren bepalen tevens de aanwezigheid en biomassa van het voedsel voor de Grutto, wat indirect de kwaliteit van de ouders beïnvloedt.

1.2 Foerageersucces van de Grutto

De verwachting is dat een weidevogelgebied met een hoge dichtheid aan regenwormen per vierkante meter een goed weidevogelgebied voor volwassen Grutto's is. Dit kan als resultaat hebben dat er meer jongen worden grootgebracht. Er wordt geopperd dat als de oudervogels in goede conditie zijn, ze eerder geneigd zijn meer energie in de nakomelingen te steken. Dit kan al invloed hebben vanaf het moment dat het eerste ei gelegd wordt. Zo zal een volwassen Grutto met een slechte conditie geen kans hebben om goede, grote eieren te leggen. Dit beïnvloedt vervolgens het overlevingssucces van de kuikens. (Teunissen *et al.*, 2008) Twee sturende factoren voor het foerageersucces van oudervogels zijn het grondwaterpeil en de bemesting.

1.2.1 Grondwaterpeil

In de huidige landbouw is een grondwaterpeil van ca 60-80 centimeter onder het maaiveld gangbaar (Sanders *et al.*, 2004). Gedurende het broedseizoen wordt de grond droger en trekken regenwormen dieper de grond in op zoek naar bodemvocht. Dit heeft invloed op het foerageersucces van Grutto's omdat zij met hun snavelengte van 10 cm (Svensson & Grant, 1999) niet dieper kunnen zoeken naar voedsel (slechte bereikbaarheid van bodemfauna). Vanwege energetische noodzaak schakelen jonge Grutto's aan het einde van het broedseizoen om van het eten van vliegjes en insecten naar het eten van regenwormen. Dit wordt bemoeilijkt door droogte wat leidt tot een verminderde groeisnelheid van de jongen. (Sanders *et al.*, 2004)

Het grondwaterpeil leidt tot een indirect gevolg: door de ontwatering kunnen landbouwkundige activiteiten, zoals maaien, eerder uitgevoerd worden. Het grondwaterpeil heeft ook invloed op de vegetatiestructuur. Bij hoge grondwaterpeilen ontstaat een ijle kruidenrijke vegetatie (open graslandstructuur) (Directie Kennis, 2008).

Oosterveld (2006) constateerde dat het grondwaterpeil een invloed heeft op weidevogels. Hij verdeelt weidevogels in twee groepen: de Gruttogroep (Grutto, Kievit, Tureluur en Scholekster (*Haematopus ostralegus*)) en de Kemphaangroep (Kemphaan (*Philomachus pugnax*) Watersnip (*Gallinago gallinago*) en Zomertaling (*Anas querquedula*)). De Kemphaangroep is kritischer wat betreft het grondwaterpeil. Zij gedijen het best in moerassig grasland. De Gruttogroep daarentegen is minder veeleisend en kan het goed doen op graslanden met een grondwaterpeil tot 80 centimeter onder het maaiveld. Oosterveld concludeerde dat bij een drooglegging tot een diepte van 80 centimeter andere factoren (zoals het beheer van de velden) sturend zijn voor de aantalontwikkeling van de Grutto dan het grondwaterpeil. Dat Grutto's niet erg kritisch zijn met betrekking tot een voorkeur voor grondwaterpeilhoogtes, is mogelijk doordat in greppels en andere laagtes het vochtgehalte plaatselijk hoog genoeg is om daar te foerageren.

1.2.2 Bemesting

Bemesting speelt een cruciale rol bij het voedselaanbod voor weidevogels (Sanders *et al.*, 2004; Oosterveld, 2006). Door het stoppen van bemesten, treedt er een verschraling op in

reservaten. De hoeveelheid regenwormen neemt af in niet bemeste en verzuurde percelen. (Sanders *et al.*, 2004)

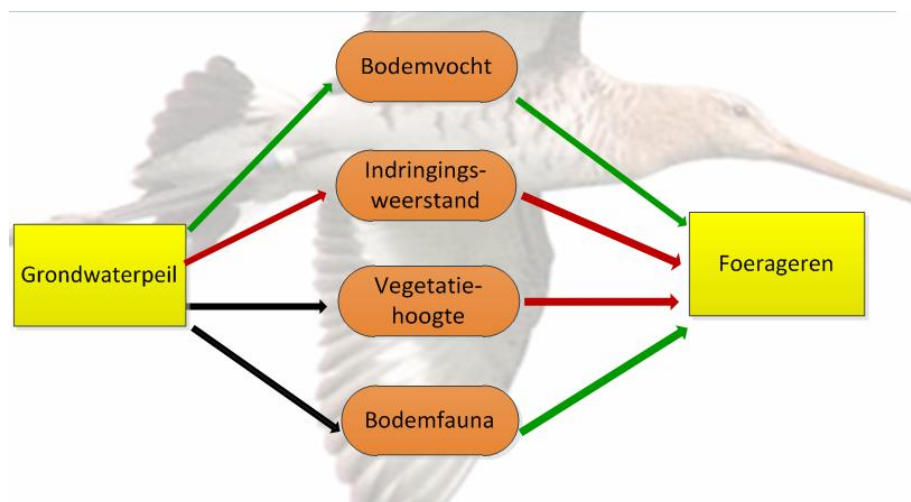
Verder zorgt een verdubbeling van nitraatbemesting voor snelgroeiende, soortenarme, dichte graslanden die andere (minder geschikte) leefomgevingen vormen voor weidevogels. Ten slotte worden prooien kleiner door een hogere bemestingsgraad en zal een omschakeling op regenwormen als voornaamste voedsel voor Grutto's in het broedseizoen eerder een noodzaak zijn. (Sanders *et al.*, 2004) Door al deze problemen ontstaat er een voedselgebrek voor Grutto's.

Bemesting heeft volgens Oosterveld een incidenteel negatief effect op de bodemfauna. Zo nam in 2002 de hoeveelheid regenwormen af gedurende vier weken na het bemesten, maar in 2005 was er een toename van de hoeveelheid regenwormen door het gehele seizoen heen. Ook concludeerde Oosterveld dat bij drijfmest minder, maar zwaardere regenwormen in de bodem zitten. De verschillende manieren van bemesten (drijfmest, sleepvoetenbemesting en zodebemesting) leken geen invloed te hebben op het foerageersucces van Grutto's. Geadviseerd wordt om drijfmest te gebruiken in reservaten, omdat drijfmest de regenwormen van vers organisch materiaal voorziet, wat een bufferende werking op de zuurgraad heeft en de grasgroei op peil houdt. (Oosterveld, 2006)

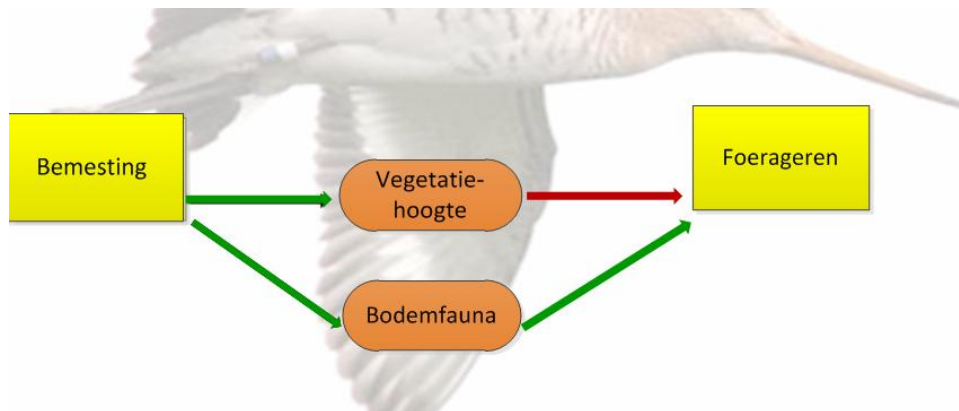
Uit Oostervelds onderzoek blijkt dat het grondwaterpeil en het wel of niet bemesten van een gebied nauwelijks invloed heeft op Grutto's (of hun voedsel), echter, duidelijk experimenteel onderzoek is nooit uitgevoerd.

1.2.3 Covariabelen

Het grondwaterpeil en de bemesting zullen uit zichzelf geen invloed kunnen uitoefenen op het foerageren (aantal prikken per minuut, aantal succesvolle prikken per minuut en foerageersucces) van Grutto's; maar wel via andere factoren. Het grondwaterpeil heeft invloed op het bodemvochtgehalte, de bodemfauna, de vegetatiehoogte en de indringingsweerstand. Via deze vier factoren wordt verwacht dat het grondwaterpeil een invloed kan hebben op het foerageersucces (figuur 1a). Bemesting beïnvloedt de vegetatiegroei en de aanwezigheid en hoeveelheid van bodemfauna en verwacht wordt dat via deze twee factoren, bemesting een invloed op het foerageren kan uitoefenen (figuur 1b).



Figuur 1a. Het model laat zien welke invloed het grondwaterpeil heeft op covariabelen en wat dat betekent voor het foerageren. Groen betekent dat een positieve reactie en rood een negatieve reactie verwacht wordt. Een zwarte pijl betekent dat er zowel een positieve als negatieve reactie verwacht kan worden.



Figuur 1b. Het model laat zien welke invloed het grondwaterpeil heeft op covariabelen en wat dat betekent voor het foerageren. Groen betekent dat een positieve reactie en rood een negatieve reactie verwacht wordt. Een zwarte pijl betekent dat er zowel een positieve als negatieve reactie verwacht kan worden.

1.3 De Grutto: gedrag en ecologie

De Grutto behoort tot de familie van de strandlopers (*Scolopacidae*), subfamilie *Tringinae*. Grutto's zijn gemiddeld 37 tot 42 centimeter lang en hebben een spanwijdte van 63-74 centimeter (Svensson & Grant, 1999). Grutto's zijn trekvogels en overwinteren in de moerassen en rijstvelden van West-Afrika waar rijst de belangrijkste voedingsbron is (Both *et al.*, 2006, Lourenço & Piersma, 2008). Tevens zijn de Platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*), Veelkleurige zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*) en af en toe het Wadslakje (*Hydrobia ulvae*) belangrijke voedingsbronnen tijdens de winter (Moreira, 1993). Tijdens het broedseizoen voeden Grutto's zich voornamelijk met regenwormen (*Lumbricidae*) en emelten (*Diptera*) (Weijden & Guldemon, 2006). Ze arriveren rond eind februari tot begin maart in Nederland voor het broedseizoen en vertrekken eind juni richting West-Afrika (Groen & Hemerik, 2002). De habitatvoorkeur van de Grutto tijdens het broedseizoen is vochtig grasland (Beintema *et al.*, 1995). Het zijn primaire weidevogels, wat inhoudt dat ze alleen in grasland broeden. (Sanders *et al.*, 2004). Grutto's zijn monogame koloniebroeders, ze broeden bij voorkeur in de nabijheid van andere Grutto's zodat vijanden sneller opgemerkt en verjaagd kunnen worden en ze komen vaak terug op hetzelfde nestgebied. Het leggen van de eieren begint in april, maar is afhankelijk van het weer (Groen & Hemrik, 2002). Beide ouders bebroeden gemiddeld een legsel van drie tot vier eieren (Holden, 2006). De kuikens zijn nestvlinders en verlaten het nest binnen 24 uur om zichzelf te voeden (Beintema *et al.*, 1995). De ouders delen de zorg over de kuikens tot ze vliegvlug zijn (Schroeder *et al.*, 2008). Deze zorg (het verjagen van predatoren en het verzorgen van de kuikens) lijkt gecorreleerd te zijn met het gewicht van de ouders. Grutto's met een hoger lichaamsgewicht besteden meer aandacht aan het verzorgen van de jongen (Hegyí & Sasvaril, 1998). Voedselbeschikbaarheid en bereikbaarheid zijn vooral tijdens het broedseizoen belangrijk. Een volwassen Grutto vrouwtje moet aan het begin van het broedseizoen, per dag 185 gram wormen en emelten eten (Altenburg & Wymenga, 1998). Er wordt gesteld dat de grens tussen een goed weidevogelgebied en een slecht weidevogelgebied ligt op 60 gram regenwormen per vierkante meter (Weijden & Guldemon, 2006).

1.4 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is inzicht krijgen in de invloed van bodemfactoren en vegetatie op het foerageersucces van volwassen Grutto's. Met inzicht in deze factoren kunnen beheermaatregelen ontwikkeld worden die gunstig zijn voor de Grutto. De doelgroep is weidevogelbeschermend Nederland.

1.5 Onderzoeksvragen

Voor het onderzoek zijn vier onderzoeksvragen opgesteld. De eerste drie vragen zijn als het ware controlevragen die antwoord moeten geven op de vraag of algemene factoren zoals geslacht, tijd van het jaar en tijdstip een invloed hebben op het foerageren. Vraag 4 gaat in op

de invloed van bodemfactoren en vegetatie op het foerageren van Grutto's. Hierbij is foerageren op drie manieren bekeken, namelijk het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het foerageersucces (F.succes).

Dit heeft geleid tot de volgende vragen:

1. Heeft het geslacht invloed op het aantal prikken per minuut en/of succesvolle prikken per minuut?
2. Heeft de tijd van het (voor)jaar invloed op het aantal prikken per minuut, succesvolle prikken per minuut en/of het percentage succes?
3. Heeft de tijd van de dag invloed op aantal prikken per minuut, succesvolle prikken per minuut en/of het percentage succes?
4. Welke invloed hebben de factoren bodemvocht, indringingsweerstand, vegetatiehoogte en bodemfauna aantallen/gewicht op aantal prikken per minuut, succesvolle prikken per minuut en/of het percentage succes?

1.6 Gehanteerde begrippen

De volgende begrippen komen in de tekst voor:

Beschikbaarheid voedsel	Het voedselaanbod (aantal/gewicht emelten, regenwormen en keverlarven)
Bereikbaarheid voedsel	Het voedselaanbod (wormen, emelten en keverlarven) dat tot 10 centimeter onder de grond zit. Grutto's hebben een snavellengte van ongeveer 10 centimeter (Svensson & Grant, 1999). Aangenomen wordt dat alle bodemfauna die lager dan 10 centimeter onder de grond zit niet geconsumeerd kan worden door Grutto's.
Bodemfauna	Wormen, emelten en keverlarven
Bodemvocht	Het vochtgehalte van de bodem (in procenten)
Covariabelen	Bodemvocht, indringingsweerstand, vegetatiehoogte en bodemfauna (wormen, emelten en keverlarven)
Foerageersucces (F.succes)	Foerageersucces is het aantal succesvolle (gevangen prooi) prikken in de grond per minuut ten opzichte van het aantal prikken in de grond per minuut.
Foerageren	Het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes.
Indringingsweerstand	Een maat voor de dichtheid van grond, gemeten in Newton per vierkante centimeter. (Koopmans & Brands, 2001)
Paraplu-soort	Een soort die beschermd wordt. Doordat deze soort beschermd wordt, worden andere soorten ook indirect beschermd. (Caro et al., 2004)

Primaire weidevogel	Vogelsoorten die meestal uitsluitend in uitgestrekte graslanden broeden (Sanders <i>et al.</i> , 2004). Zoals de Grutto en de Kievit. Dit in tegenstelling tot secundaire weidevogels die soms of slechts lokaal op graslanden broeden (Sanders <i>et al.</i> , 2004). Zoals de Meerkoet (<i>Fulica atra</i>) en Krakeend (<i>Anas strepera</i>). (Beintema <i>et al.</i> , 1995)
Vegetatiehoogte	De hoogte van de vegetatie gemeten in centimeters.

2. Materiaal en methoden

2.1 Onderzoeksgebieden

In drie vooraf bepaalde onderzoeksgebieden zijn bodemfaunamonsters, bodemvochtmonsters en vegetatiemonsters genomen. Daarnaast werd het grondwaterpeil, de vegetatiehoogte en de indringingsweerstand van de bodem gemeten. De gebieden zijn Eemland (Provincie Utrecht), Nij Bosma Zathe (Provincie Fryslân) en Hetter (Duitsland) (Figuur).



Figuur 2 Google Earth laat de 3 onderzoeksgebieden (Nij Bosma Zathe, Eemnes, Hetter) zien.

2.1.1 Eemland

Dit gebied is aangewezen door het Rijk als Nationaal Landschap. Het bestaat uit twee delen: Arkemheen (Gelderland) en Eemland (Utrecht). Het gebied bestaat uit klei op veen en heeft een open karakter. Weinig vegetatie en bomen groeien in de ontgonnen weilanden. (Nationale landschappen, 2010)

Eemland ligt onder de zeespiegel. Gedurende het grootste deel van het jaar moeten gemalen het teveel aan water uit de polders pompen. Een groot deel van het gebied bestaat uit productieweiland. (IVN Eemland, 2007) De landbouw heeft altijd een zeer grote rol gespeeld hier, in het bijzonder de melkveehouderij. (Nationaal Landschap Arkemheen-Eemland, 2010) Het onderzoek zal uitgevoerd worden in de Eempolder in Eemland. Deze polder loopt van Amersfoort tot het Eemmeer. Door de hoge grondwaterstanden in dit gebied zijn er in de broedtijd veel soorten zoals de Grutto, Kievit, Scholekster en Tureluur te vinden. (IVN Eemland, 2007)

In

Figuur staat het proefgebied in Eemland. Dit gebied is opgedeeld in vier vlakken van elk 1,9 hectare groot: hoog-bemest (HB+), hoog-onbemest (HB-), laag-bemest (LB+) en laag-onbemest (LB-).



Figuur 3 Google Earth laat de 4 proefvlakken in Eemland (Utrecht) zien.

2.1.2 Hetter

De grote laaglanden tussen de steden Emmerich en Rees in Duitsland, die grenzen aan Nederland, zijn kenmerkend voor het traditionele plattelands landschap in het rivierengebied van de Rijn: wijdverspreide open weilanden met hier en daar een wilg. (LIFE, 2010)

Het conservatiegebied “Hetter-Millinger Bruch” grenst met Nederland aan twee kanten. In het noorden grenst het gebied aan drie greppels en in het zuiden grenst het gebied aan de A3 snelweg. In het verleden overstroomde dit gebied regelmatig, vooral gedurende de wintermaanden. Na deze overstromingen werden de lager gelegen delen van dit gebied voor een lange tijd niet bezet door vee waardoor weidevogels naar het gebied werden aangetrokken. Momenteel huisvest Hetter de meest significante populatie Grutto's van Noord-Rijnland-Westfalen. (LIFE, 2010)

Natte, open graslanden zijn kenmerkend voor Hetter. De bodemsoort is voornamelijk zand. Het gebied wordt onderhouden door lokale boeren. Hetter is het enige gebied in Noord-Rijnland-Westfalen waar Grutto, Tureluur, Watersnip, Wulp en Kievit voorkomen en broeden. Hetter is vooral een belangrijke broedplaats voor Grutto's. Daarom is deze soort in dit gebied een ‘paraplu-soort’. Door deze soort te beschermen, worden veel andere soorten die in het gebied voorkomen ook indirect beschermd. (LIFE, 2010)

Voor het Grutto-onderzoek was ongeveer 10 hectare beschikbaar gesteld om onderzoek uit te voeren. De weilanden die experimenteel behandeld zijn (grondwaterpeil en bemesting gemanipuleerd, door het slootwaterpeil hoog te zetten met behulp van een dam en door wel of niet te bemesten) worden aangegeven in figuur 4.



Figuur 4. Google Earth laat de 4 proefvlakken bij Hetter (Duitsland) zien.

2.1.3 Nij Bosma Zathe

In Goutum, Friesland zullen, bij Nij Bosma Zathe (onderdeel van Dairy Valley, het kennisnetwerk Melkveehouderij Noord-Nederland), twee weilanden gemanipuleerd worden. Nij Bosma Zathe is een proefboerderij met een grondoppervlakte van 170 ha, waar onderzoek wordt gedaan op het terrein van de melkveehouderij en waar kennis wordt overgedragen aan de drie noordelijke provincies van Nederland. Op het bedrijf zijn ongeveer 200 melkkoeien en 30 stuks jongvee aanwezig. Voor het Grutto-onderzoek is ongeveer 5 hectare beschikbaar om onderzoek uit te voeren. De grond bestaat voornamelijk uit zeeklei. (Nij Bosma Zathe, 2010) In 2006 is er het Weidevogelcentrum Nij Bosma Zathe opgericht, in het kader van Skries for You, onderdeel van het Interreg-project Farmers For Nature (Nij Bosma Zathe, 2010). Figuur 5 laat de proefvlakken zien die gemanipuleerd zijn bij de Nij Bosma Zathe.



Figuur 5 Google Earth laat de 4 proefvlakken bij Nij Bosma Zathe (Friesland) zien.

2.2 Methoden

2.3 Gedragsobservaties

Op de verschillende proefvlakken zijn Grutto's geobserveerd. Een individu werd geselecteerd zodra deze goed bekeken kon worden en duidelijk aan het foerageren was. Dit was gemakkelijk duidelijk te zien doordat de Grutto rondloopt en af en toe in de grond prikt. Vogels werden geobserveerd voor een maximale tijdsduur van 30 minuten. Tijdens een observatiesessie werd het aantal prikken in de grond, het aantal succesvolle prikken en het aantal 'andere activiteiten' op een laptop ingevoerd. Hiervoor was een observatieprotocol gemaakt (zie Bijlage 1). Onder 'andere activiteiten' vielen alle activiteiten die niets te maken hadden met foeragegedrag zoals baltsen, vechten en slapen. Zodra de Grutto uit het zicht was of wegvloog naar een ander perceel, werd de observatiesessie gestopt. Na een sessie werd een andere Grutto geselecteerd om te observeren.

Tijdens het observeren werd vooral gekeken naar het aantal prikken en succesvolle prikken per minuut. Om het uiteindelijke F.succes te meten was het belangrijk om het aantal succesvolle prikken per minuut te vergelijken met het aantal prikken per minuut. De tijd was vervolgens belangrijk om inzicht te krijgen in hoeveel tijd een Grutto nodig had om (succesvol) te prikken naar voedsel.

2.4 Programma in Access

Alle observaties werden tijdens het observeren ingevoerd op een laptop. Hiervoor was een programma in Access gemaakt (zie bijlage 2). In dit programma werden van te voren een observatie ID, het geslacht, de eventuele behandeling van het proefvlak (bemest of niet bemest, hoog of laag waterpeil), de observator en de locatie ingevoerd. Daarna kon een observatiesessie beginnen. Om een sessie te beginnen werd eerst een 9 (start protocol) ingevoerd en dan via tab/enter de volgende acties (prik/succesvolle prik/ander gedrag) van de vogel. Na 30 minuten, of omdat de vogel wegvloog/te lang uit het zicht was gebleven (een aantal prikken werd gemist) werd het protocol afgesloten. Een protocol werd altijd afgesloten met een 10 (einde protocol). De tijd werd automatisch bijgehouden (in seconden nauwkeurig) door het programma.

2.5 Bodem- en vegetatiemonsters

Bodem- en vegetatiemonsters werden elke twee weken genomen. Zie bijlage 4 voor de precieze bemonsterdata.

2.5.1 Bodemfauna

Elke twee weken werden de drie onderzoeksgebieden bezocht om in de proefvlakken van elk gebied bodemfauna-, bodem-, en vegetatiemonsters te nemen.

Voor de bodemfaunamonsters werd gewerkt met een grondboor (20 centimeter diameter) of een spade (16 centimeter breed). De locaties van de metingen binnen een proefvlak werden gestratificeerd random gekozen door de onderzoeker zelf, die met een zigzagbeweging door het proefvlak liep.

Eerst werd de bovenste 10 centimeter (snavel van de Grutto is gemiddeld 10 centimeter lang) grond eruit gehaald en in een zak gedaan, om te voorkomen dat er vocht zou verdampen. Daarna werd de volgende 10 centimeter (10 tot 20 centimeter diep) grond eruit gehaald en in een andere zak gestopt. Dit werd per proefvlak vijf keer gedaan (20 keer in totaal per locatie). Na het verzamelen van de bodemmonsters werden deze met de hand uitgepluisd. Alle regenwormen, emelten en overige bodemfauna die geconsumeerd worden door de Grutto werden uit de bodemmonsters gehaald. Vervolgens werd de bodemfauna gewassen en geteld. Dit wassen gebeurde variërend van één tot drie dagen na het bemonsteren. Daarna werd de bodemfauna gewogen en werd het versgewicht genoteerd in gram (op twee decimalen

nauwkeurig). Vervolgens werden de monsters voor minimaal 48 uur in een droogstoof (70 graden °C) gezet om het drooggewicht van de bodemfauna te bepalen.

2.5.2 Vegetatie en indringingsweerstand

Elke twee weken werd de vegetatiehoogte gemeten. Voor de vegetatiehoogtemeting werden in een proefvlak 20 hoogtes gemeten met een vegetatiehoogtemeter. De locaties van deze metingen werden random gekozen door de onderzoeker die met een zigzagbeweging door het veld liep. De vegetatiehoogtemeter bestond uit een buisje waar de hoogte op stond aangegeven en een schijfje piepschuim (31 gram) dat op de vegetatie bleef liggen (figuur 6).

Tevens werden er 20 plekken gekozen, wederom op een gestratificeerd random manier per proefvlak, om met een penetrometer de indringingsweerstand (Newton per cm²) te meten. Eén persoon was aangewezen om deze metingen te verrichten.



Figuur 6 De vegetatiehoogtemeter

2.5.3 Bodemvocht en grondwaterpeil

Daarnaast werden per proefvlak willekeurig tien bodemmonsters van tien centimeter diep genomen (inclusief zode) met een guts (2,5 centimeter diameter). Deze tien monsters werden bij elkaar in één zak gedaan die direct werd afgesloten. Dit werd gedaan om het bodemvochtgehalte te bepalen. Vervolgens werden ze voor minimaal 48 uur in een droogstoof (70 graden °C) gezet om het vocht dat in de bodem zat te laten verdampen. Het gewicht van de monsters werd zowel voor als na de droogstoof gewogen (in gram op twee decimalen nauwkeurig) om zo het percentage vocht te kunnen berekenen.

Elke twee weken werd het grondwaterpeil gemeten op de verschillende proefvlakken. Hiervoor waren aan het begin van het onderzoek peilbuizen in elk proefvlak in de grond gezet. Bij Nij Bosma Zathe werden 10 peilbuizen geplaatst. Hetter had in totaal 12 buizen en Eemland had 16 buizen (plus twee controlebuizen die buiten de proefvlakken lagen).

Het grondwaterpeil kon worden gemeten doordat het water in de buizen dezelfde hoogte aannam als het grondwaterpeil. Met een peilklokje, een meetlint met een kleine holle metalen buis op het uiteinde, werd het peil gemeten. Dit meetlint werd in de buis gedaan. Zodra de holle metalen buis het water raakte, werd een hol geluid geproduceerd. Bij het vrijkomen van dit geluid werd het meetlint afgelezen (figuur 7). **(Provincie Gelderland, 2004)**



Figuur 7. Voorbeeld meting grondwaterpeil (Provincie Gelderland, 2004).

2.6 Data analyse

Het statistische programma SPSS 17 werd gebruikt voor de data analyse. Binnen SPSS is General Linear Models (GLM) gebruikt. Om dit model te kunnen gebruiken zijn vooraf drie eisen getest waaraan de data moet voldoen voordat GLM kan worden toegepast.

De 3 eisen waren:

1. De residuen (het verschil tussen de gemeten waarde en de voorspelde waarde van het model) van de data zijn onafhankelijk van elkaar.
2. De data hebben een normale verdeling.
3. De residuen van groepen binnen de data hebben dezelfde variantie.

De invloed van bodemfactoren en vegetatie op het foerageersucces van de Grutto

Om de invloed van de bodemfactoren en vegetatie op het foerageersucces te kunnen meten, werd gebruik gemaakt van GLM. Het is gebruikt voor het model 'aantal succesvolle prikken per minuut'. Binnen dit model werd het aantal succesvolle prikken per minuut als afhankelijke variabele opgegeven.

Het geslacht werd als vaste factor meegenomen. Het gewicht van de bodemfauna, het aantal wormen en emelten, het bodemvocht, de indringingsweerstand, het aantal prikken per minuut en de hoogte van de vegetatie werden als covariaten ingevoerd.

Eis 1 kon worden beredeneerd. Omdat individuele Grutto's bekeken werden die elkaar niet beïnvloedden tijdens het foerageren (en omdat er van uit werd gegaan dat individuen niet van elkaar verschilden) kon worden aangenomen dat de residuen onafhankelijk van elkaar waren. Deze assumptie moest kunnen worden aangenomen om GLM te kunnen gebruiken.

Eis 2 werd getest met een histogram. Dit histogram liet geen normale verdeling zien (zie bijlage 3).

Eis 3 werd getest met een Levene's test. Deze test kwam significant uit ($F = 3,290$; $P = 0,00$; $df = 1$).

Omdat twee van de drie eisen niet klopten, moesten de data omgezet worden. Het foerageersucces per minuut werd omgezet in SPSS met $\text{Log}(\text{foerageersucces per minuut} + 1)$ omdat de data nullen bevatten. Daarna werd gekeken of de eisen wel voldeden aan het model. Na deze transformatie lieten de data een normale verdeling zien (zie bijlage 3) en was de test van Levene niet meer significant ($F = 0,849$; $P = 0,752$; $df = 1$).

De invloed van het geslacht en de tijd van de dag op het aantal pogingen per minuut, succesvolle pogingen per minuut en het percentage succes werd getest met een Independent T-test. De invloed van de datum op het aantal pogingen per minuut, succesvolle pogingen per minuut en het percentage succes werd getest met een Pearsons test.

3. Resultaten

In de maanden maart, april en mei van 2010 werden 182 volwassen Grutto's foeragerend geobserveerd. Hiervan waren 75 (483 uren) observaties in Nij Bosma Zathe (Friesland), 65 (320 uren) observaties in Eemland (Utrecht) en 42 (244 uren) in Hetter (Duitsland)

In de resultaten wordt altijd gesproken over F. succes, wat altijd refereert aan het percentage succesvolle prikken.

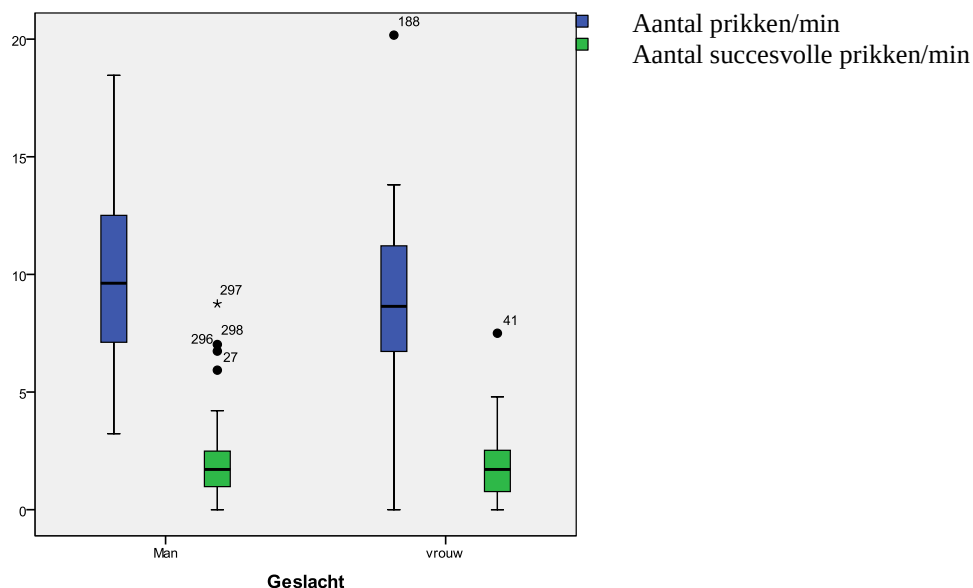
3.1 Nij Bosma Zathe

3.1.1 Grutto foerageersucces

Grutto's waren foeragerend geobserveerd op Nij Bosma Zathe van 22 maart tot 29 mei. Van de 75 geobserveerde Grutto's waren 36 man, 31 vrouw en van 8 Grutto's was het geslacht onbekend. Het gemiddelde aantal prikken per minuut van een Grutto was $10,10 (\pm 6)$, waarvan 2,11 pogingen ($\pm 1,9$) succesvol. Dit leidde tot een gemiddeld F. succes van 22% ($\pm 19\%$) over de gehele onderzoeksperiode.

man-vrouw verschillen

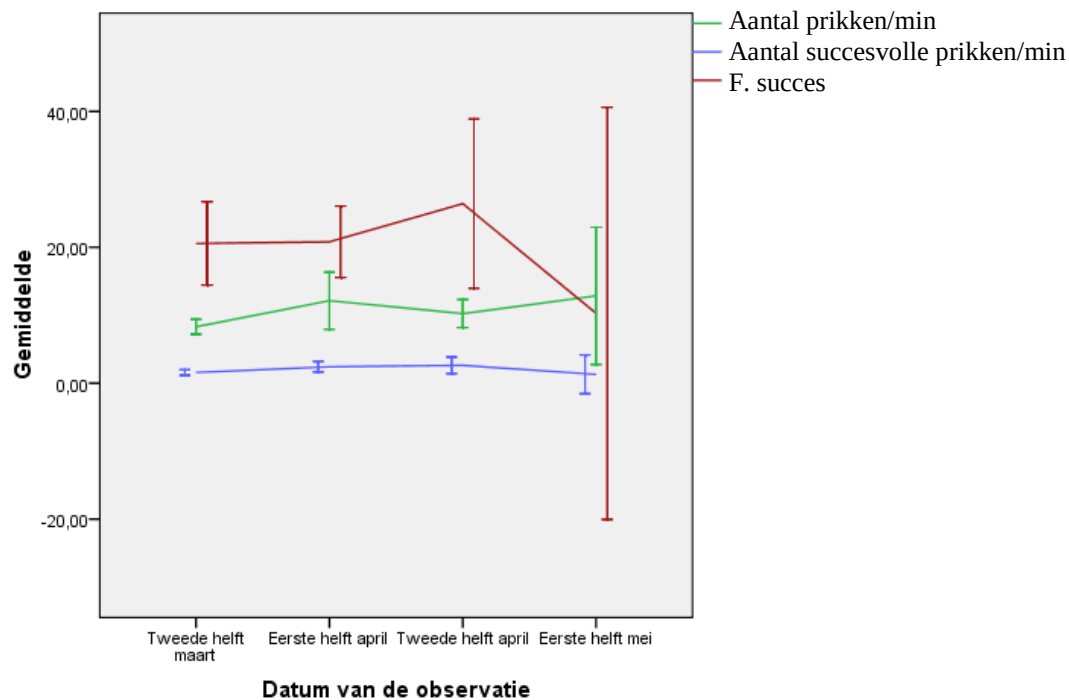
Gemiddeld deden mannelijke Grutto's $10,47 (\pm 5,5)$ pogingen, waarvan er 2,20 succesvol waren (± 2). Vrouwelijke Grutto's hadden gemiddeld $8,74 (\pm 4)$ pogingen waarvan er 2,06 (± 2) succesvol waren. Mannelijke Grutto's verschilden niet significant van vrouwelijke Grutto's in zowel de totale pogingen (Independent T-test, $p = 0,170$; $df = 65$; $t = 1,387$), als het aantal succesvolle pogingen (Independent T-test, $p = 0,528$; $df = 65$; $t = 0,635$) (figuur 8). De geslachten hoefden niet apart behandeld te worden.



Figuur 8. Het aantal totale prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min van mannelijke en vrouwelijke Grutto's op Nij Bosma Zathe in de gehele onderzoeksperiode. Getallen in de figuur zijn individuele observatie nummers. Verticale lijnen in de boxplots zijn de mediaan.

Seizoensverloop

De datum had geen significante invloed op het F. succes (Pearsons, $p = 0,185$), noch op het totale aantal pogingen (Pearsons, $p = 0,230$). Echter, gedurende het seizoen nam het aantal succesvolle pogingen toe (Pearsons, $p = 0,034$) (figuur 9).

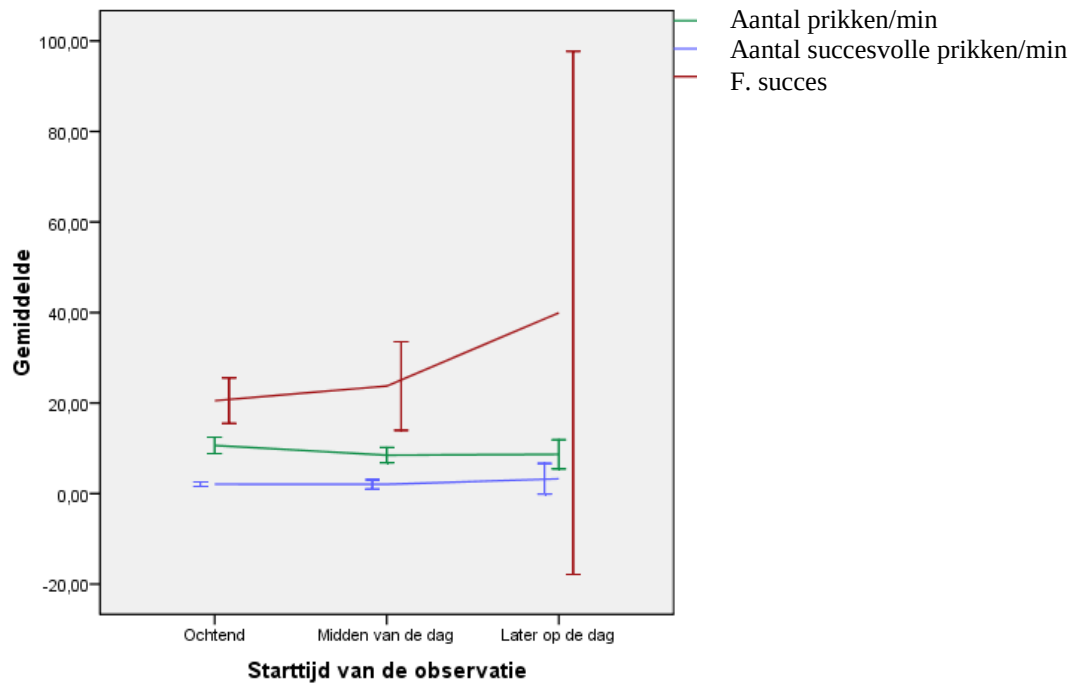


Figuur 9. Het F. succes, aantal prikken per minuut en het aantal succesvolle prikken/min over de gehele onderzoeksperiode op locatie Nij Bosma Zathe. De y-as laat het gemiddelde van F. succes, aantal prikken/min en succesvolle prikken/min zien. Verticale lijnen zijn errorbars (95%).

Dagverloop

Voor Nij Bosma Zathe steeg het F. succes later op de dag (van 20,54%; ± 19 in de ochtend naar 39,94%; ± 23 later op de dag, (Independent T-test, $p = 0,089$).

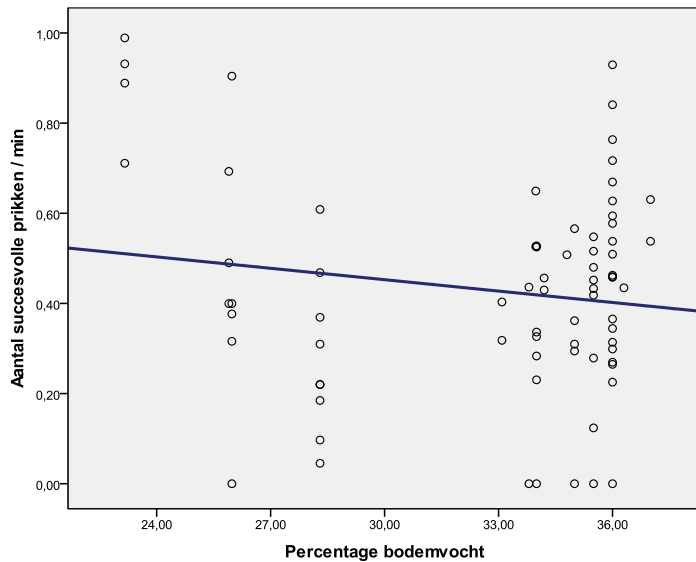
Het aantal succesvolle prikken per min. was 2,08 (± 2) in de ochtend en 3,27 (± 1) later op de dag (Independent T-test, $p = 0,289$). Het aantal prikken daalde van 10,54 (± 5) in de ochtend naar 8,67 (± 1) later op de dag, (Independent T-test, $p = 0,621$). Zie figuur 10 voor de gemiddelden.



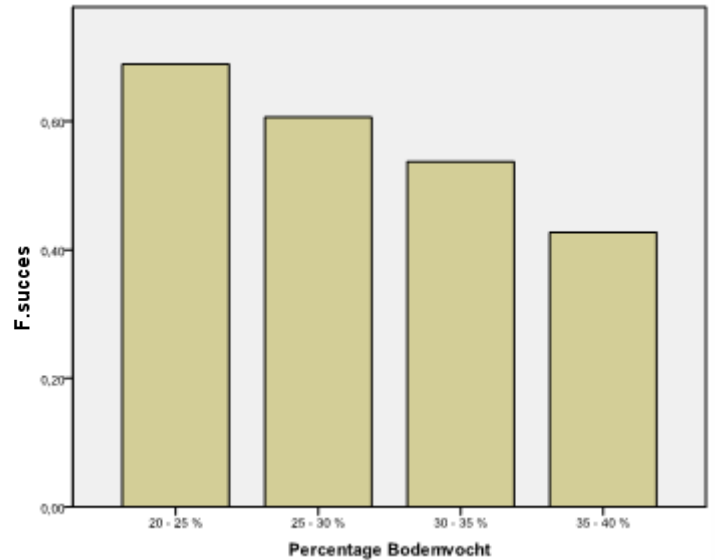
Figuur 10. Het F. succes de Grutto op locatie Nij Bosma Zathe, verdeeld over de dag. Ochtend is tot 11 uur, midden op de dag is tot 15 uur en later op de dag tot 19 uur. De y-as laat het gemiddelde van F. succes, totale prikken/min en succesvolle prikken/min zien. Verticale lijnen zijn errorbars (95%).

3.1.2 Bodemvocht

In vochtigere bodems bleef het aantal prikken per minuut onveranderd. Het aantal succesvolle prikken per minuut nam significant af (Pearson & GLM, $r = -,151$; $F = 9,056$; $p = 0,004$; $df = 65$) (figuur 11), alsmede het F.succes (Pearson & GLM, $r = -,363$; $F = 8,319$; $p = 0,005$; $df = 66$) (figuur 12).

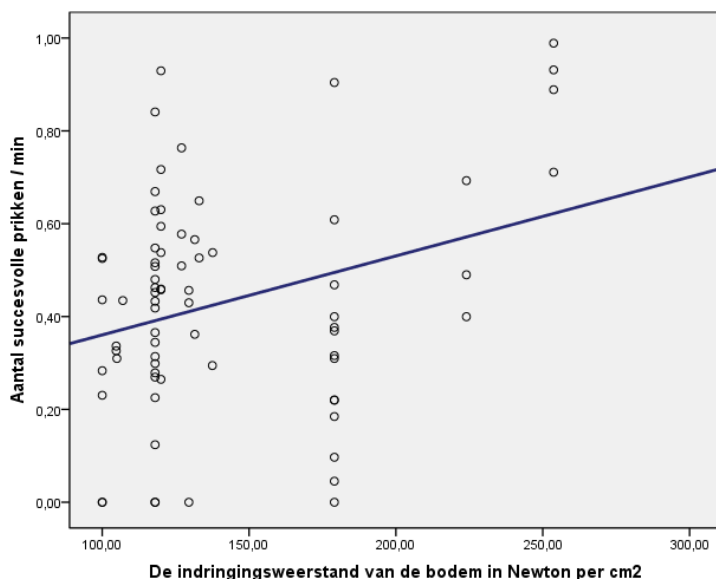


Figuur 11. De invloed van bodemvocht (%) op het aantal succesvolle prikken per minuut (blauwe lijn). De stippen zijn individuele observaties.

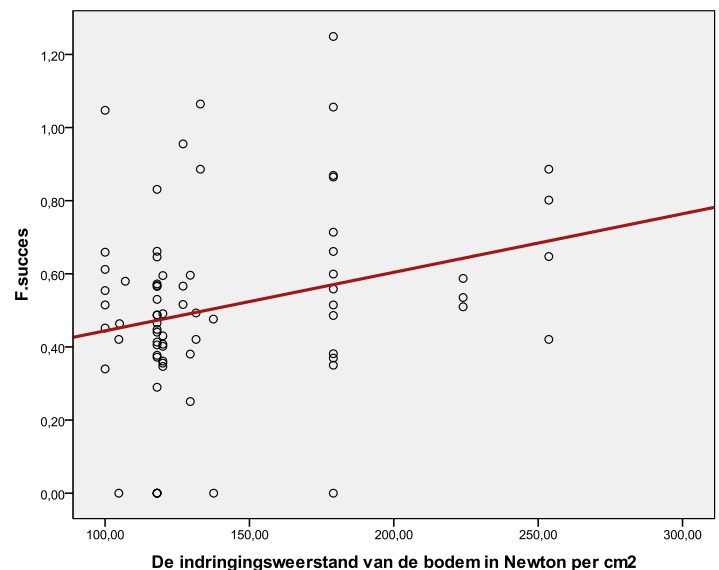


Figuur 12. De invloed van bodemvocht (%) op het F.succes.

Het aantal prikken per minuut veranderde niet in drogere bodems met een hoge indringingsweerstand. Het aantal succesvolle prikken per minuut nam significant toe (Pearson & GLM, $r = 0,298$; $F = 16,872$; $p = 0,000$; $df = 65$) (figuur 13). Het F.succes van de Grutto nam ook toe (Pearson & GLM, $r = 0,257$; $F = 4,811$; $p = 0,032$; $df = 66$) (figuur 14).



Figuur 13. De invloed van indringingsweerstand op het aantal succesvolle prikken per minuut (blauwe lijn). De stippen zijn individuele observaties.



Figuur 14. De invloed van indringingsweerstand op het F.succes (rode lijn). De stippen zijn individuele observaties.

3.1.3 Vegetatiehoogte

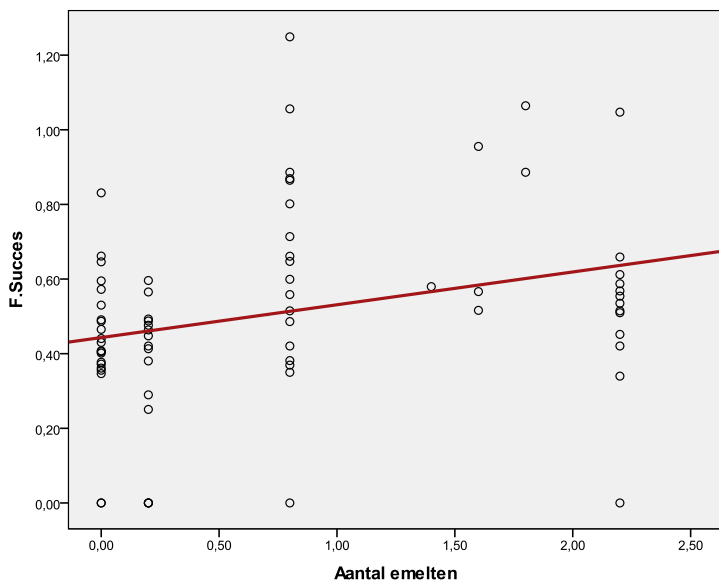
Over het seizoen nam de vegetatiehoogte toe van 3,475 cm in eind maart tot 12,46 cm in de periode van eind april tot begin mei.

Vegetatiehoogte had geen significant effect op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes.

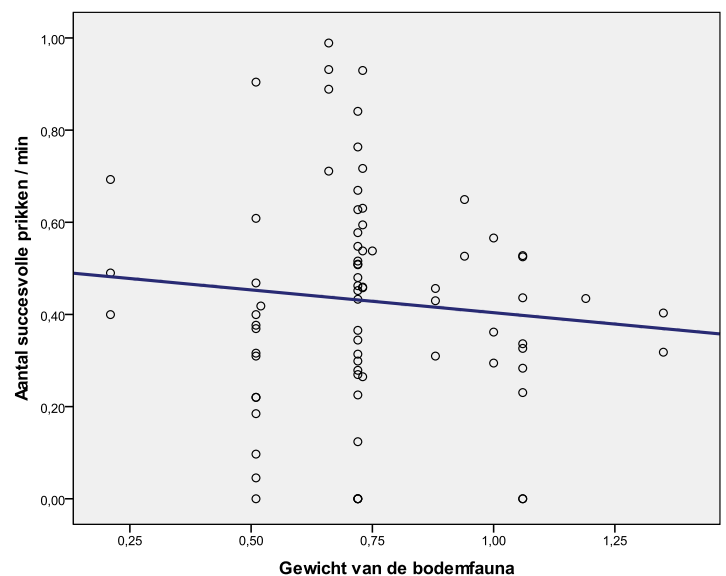
3.1.4 Bodemfauna

Over het seizoen nam het aantal regenwormen af (Pearson, $r = -,742$; $p = 0,000$) en het aantal emelten toe (Pearson, $r = 0,034$; $p = 0,760$). Het totale bodemfaunagewicht nam ook af (Pearson, $r = -,375$; $p = 0,001$). Het aantal regenwormen had geen invloed op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut of het F.succes. Het aantal emelten had geen invloed op het aantal prikken per minuut of het F.succes, maar wel op het aantal succesvolle prikken per minuut. De toename van emelten over het seizoen zorgde voor een significante toename van het F.succes (Pearson & GLM, $r = 0,279$; $F = 4,763$; $p = 0,033$; $df = 66$) (figuur 15)

Het gewicht van de bodemfauna vertoonde een significant effect op het aantal succesvolle prikken per minuut. Op plekken met zwaardere prooien nam het aantal succesvolle prikken per minuut af (Pearson & GLM, $r = -,096$; $F = 8,418$; $p = 0,005$; $df = 65$) (figuur 16). Het aantal prikken per minuut en het F.succes bleven onveranderd.



Figuur 15. De invloed van het aantal emelten op het F.succes (rode lijn). De stippen zijn individuele observaties.



Figuur 1. De invloed van het bodemfauna gewicht op het aantal succesvolle prikken per minuut (blauwe lijn). De stippen zijn individuele observaties.

3.2 Eemland

3.2.1 Grutto foerageersucces

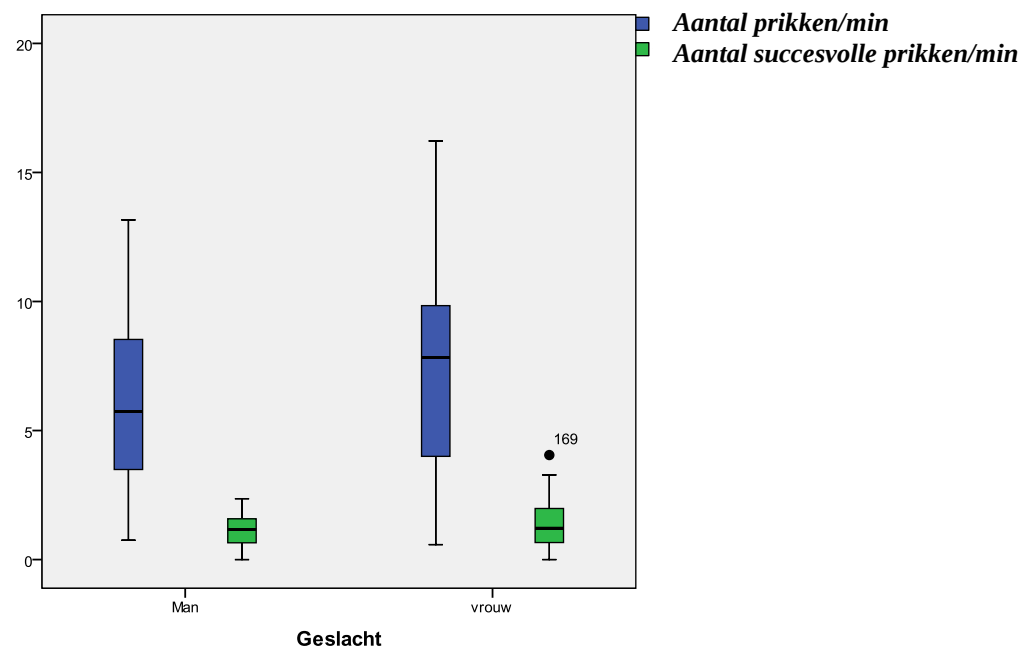
In Eemland waren Grutto's foeragerend geobserveerd van 24 maart tot 5 mei. Van de 65 geobserveerde Grutto's waren 25 man, 22 vrouw en van 18 Grutto's was het geslacht onbekend.

Het gemiddelde aantal prikken/min van een Grutto was $6,62 (\pm 3,7)$, waarvan 1,27 pogingen (± 1) succesvol. Dit leidde tot een gemiddeld succespercentage van 20,41% ($\pm 15\%$) over de gehele onderzoeksperiode.

Man-vrouw verschillen

Gemiddeld deden mannelijke Grutto's $5,98 (\pm 3,5)$ prikken/min, waarvan er 1,07 succesvol waren ($\pm 0,7$). Vrouwelijke Grutto's hadden gemiddeld $7,83 (\pm 4)$ prikken/min waarvan er 1,37 (± 1) succesvol waren. Het verschil tussen man en vrouw was niet significant voor aantal prikken/min (Independent T-test, $p = 0,103$; $df = 45$; $t = -1,663$) en aantal succesvolle prikken/min (Independent T-test, $p = 0,244$; $df = 45$; $t = -1,180$) (figuur 17).

De geslachten hoefden niet apart behandeld te worden.

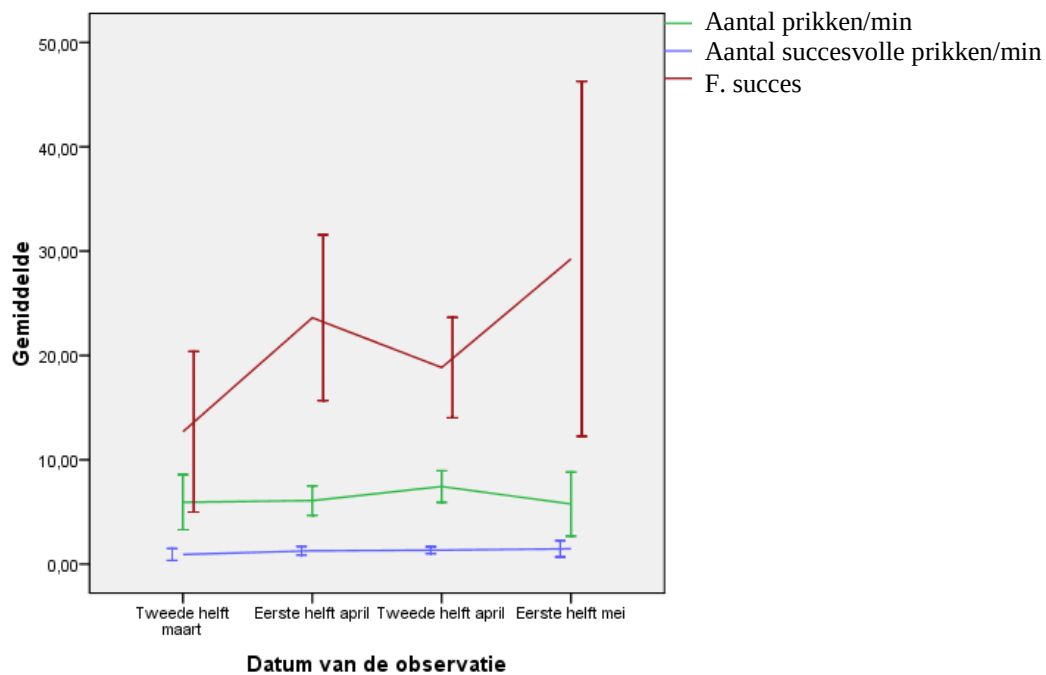


Figuur 17. Het aantal prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min van mannelijke en vrouwelijke Grutto's in Eemland in de gehele onderzoeksperiode. Getallen in de figuur zijn individuele observatie nummers. Y-as laat het gemiddelde zien. Verticale lijnen in de boxplots zijn de mediaan.

Seizoenverloop

De datum had geen significante invloed op F. succes (Pearson, $p = 0,127$), noch prikken/min (Pearson, $p = 0,409$), noch aantal succesvolle prikken/min (Pearson, $p = 0,156$).

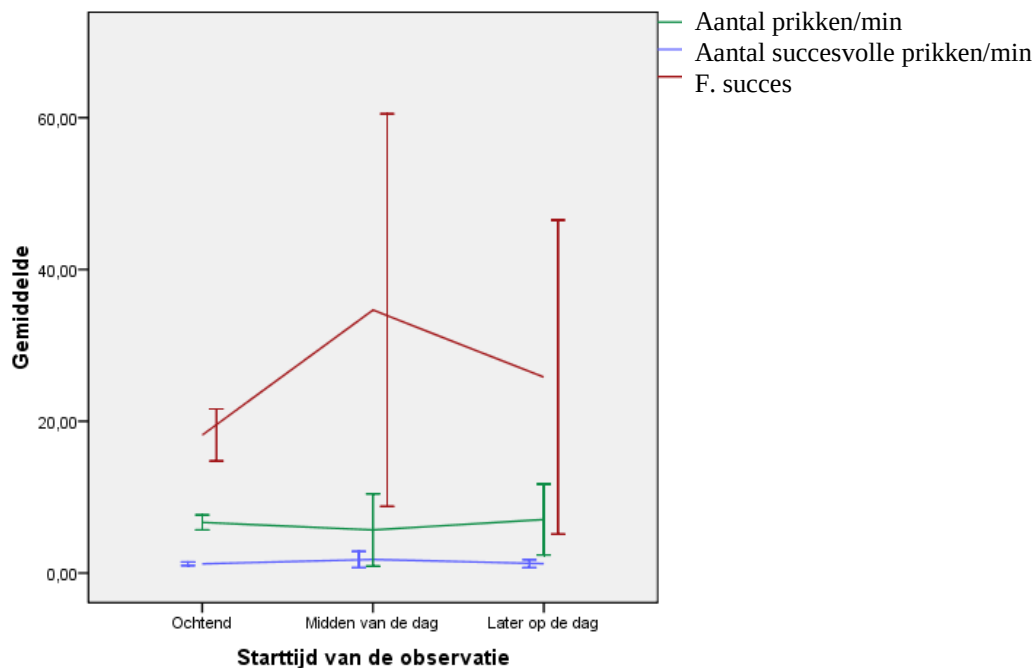
Zie figuur 18 voor details over gemiddelden.



Figuur 18. F. succes, aantal prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min over de gehele onderzoeksperiode bij Eemland. De y-as laat het gemiddelde van F. succes, prikken/min en succesvolle prikken/min zien. Verticale lijnen zijn errorbars (95%).

Dagverloop

Grutto's hadden het meeste F. succes op het midden van de dag (34,66%, ± 25) en het minste F. succes in de ochtend (18,19%; ± 12) (figuur 19). Dit verschil was echter niet significant (Independent T-test, $p = 0,164$).



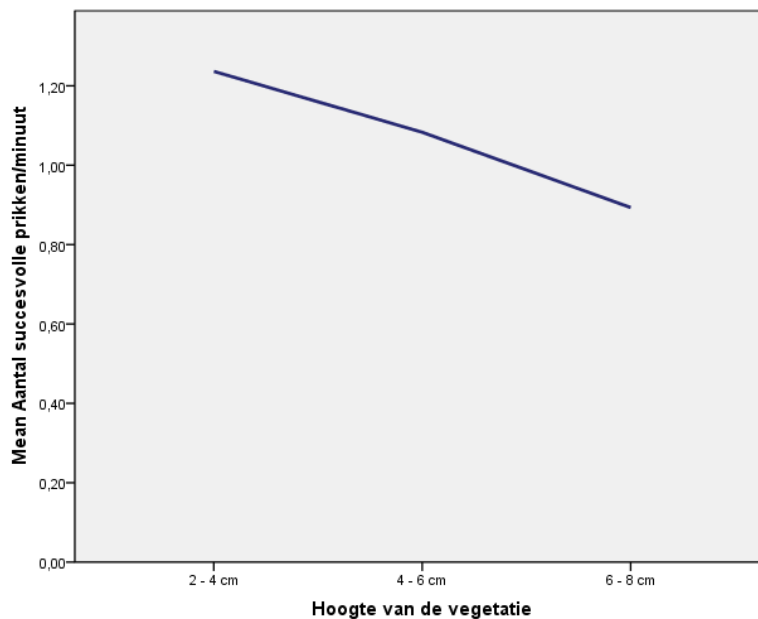
Figuur 19. F. succes van de Grutto in Eemland, verdeeld over de dag. Ochtend is tot 11 uur, midden op de dag is tot 3 uur en later op de dag tot 7 uur. De y-as laat het F. succes, aantal prikken/min en succesvolle prikken/min. Verticale lijnen zijn errorbars (95%).

3.2.2 Bodemvocht

Het bodemvochtgehalte en de indringingsweerstand in Eemland hadden geen significant effect op het aantal prikken per minuut en het aantal succesvolle prikken per minuut, noch op het F.succes.

3.2.3 Vegetatiehoogte

De vegetatiehoogte nam over het seizoen toe van 2,5 cm in eind maart tot 6,79 cm in de periode van eind april tot begin mei. Het aantal prikken per minuut en het F.succes veranderden niet bij een hogere vegetatie. Het aantal succesvolle prikken per minuut nam echter significant af (Pearson & GLM, $r = -,031$; $F = 7,646$; $p = 0,008$; $df = 50$) (figuur 20).



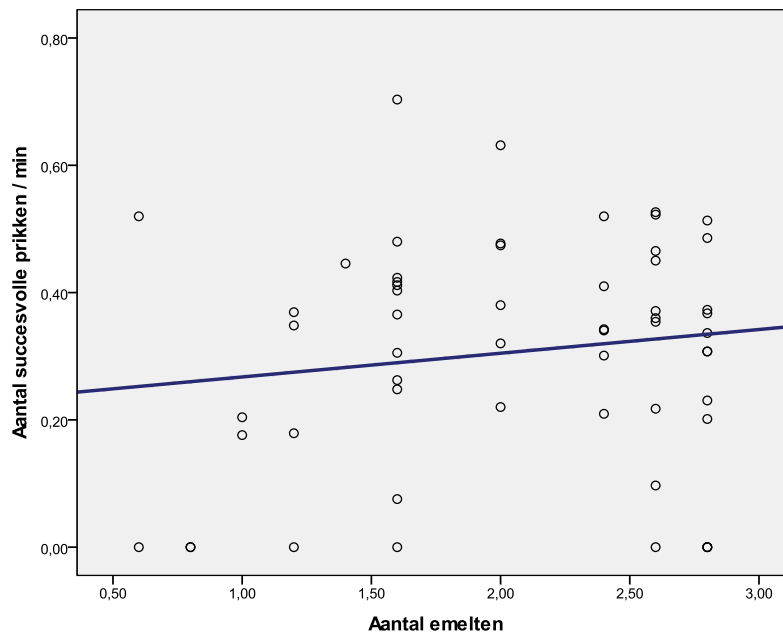
Figuur 20. De invloed van vegetatiehoogte op het (gemiddelde) aantal succesvolle prikken per minuut (blauwe lijn).

3.2.4 Bodemfauna

Het aantal regenwormen nam af over het seizoen (Pearson, $r = -,078$; $p = 0,563$). Deze afname had geen invloed op het aantal prikken per minuut en succesvolle prikken per minuut, noch op het F.succes.

Over het seizoen nam het aantal emelten toe (Pearson, $r = 0,558$; $p = 0,000$), alsook het totale gewicht van de bodemfauna (Pearson, $r = 0,471$; $p = 0,000$).

De toename in aantal emelten zorgde voor meer succesvolle prikken per minuut. (Pearson & GLM, $r = 0,141$; $F = 7,371$; $p = 0,009$; $df = 50$) (figuur 21). De toename in het totale bodemfauna gewicht had geen invloed op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes van de Grutto.



Figuur 21. De invloed van het aantal emelten op het aantal succesvolle prikken per minuut (blauwe lijn). De stippen zijn individuele observaties.

3.3 Hetter

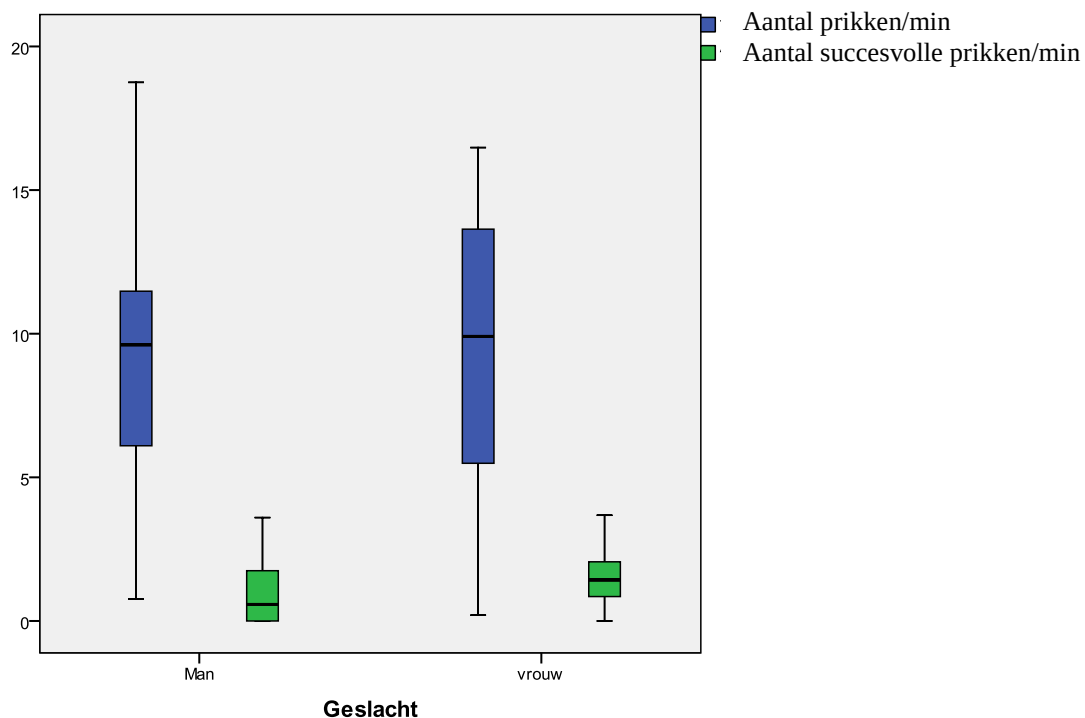
3.3.1 Grutto foerageersucces

In Hetter waren Grutto's foeragerend geobserveerd van 8 april tot 28 april. Van de 42 geobserveerde Grutto's waren 14 man, 22 vrouw en van 6 Grutto's was het geslacht onbekend. Het gemiddelde aantal prikken/min van een Grutto was 9,21 (± 5), waarvan 1,24 pogingen (± 1) succesvol. Dit leidde tot een F. succes van 12,58% ($\pm 10,68\%$) over de gehele onderzoeksperiode.

Man-vrouw verschillen

In zowel aantal prikken/min (Independent T-test, $p = 0,897$; $df = 34$; $t = -0,130$) als succesvolle prikken/min (Independent T-test, $p = 0,252$; $df = 34$; $t = -1,164$) verschilden mannelijke Grutto's niet significant van vrouwelijke Grutto's. Gemiddeld deden mannelijke Grutto's 9,33 (± 4) prikken/min, waarvan er 1,03 succesvol waren (± 1). Vrouwelijke Grutto's deden gemiddeld 9,53 (± 5) prikken/min waarvan er 1,48 (± 1) per minuut succesvol waren.

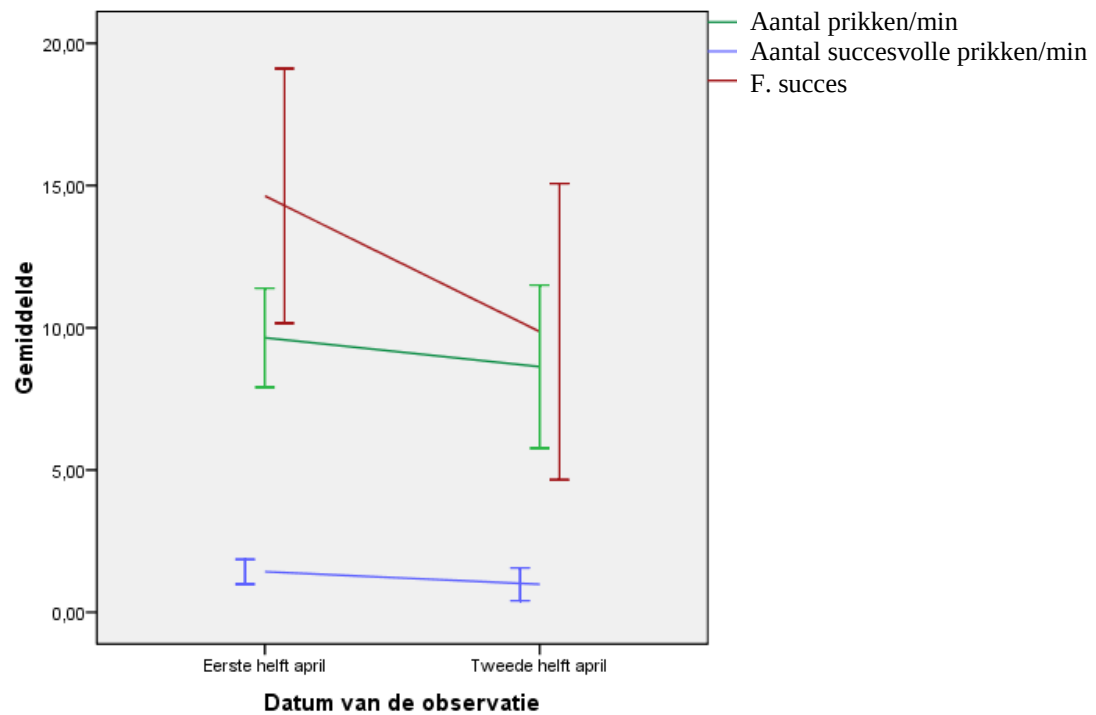
De geslachten hoefden niet apart behandeld te worden. Zie figuur 22 voor details.



Figuur 22. Het aantal prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min van mannelijke en vrouwelijke Grutto's in Hetter in de gehele onderzoeksperiode. Getallen in de figuur zijn individuele observatie nummers. De y-as laat het gemiddelde zien. Verticale lijnen in de boxplots zijn de mediaan.

Seizoenverloop

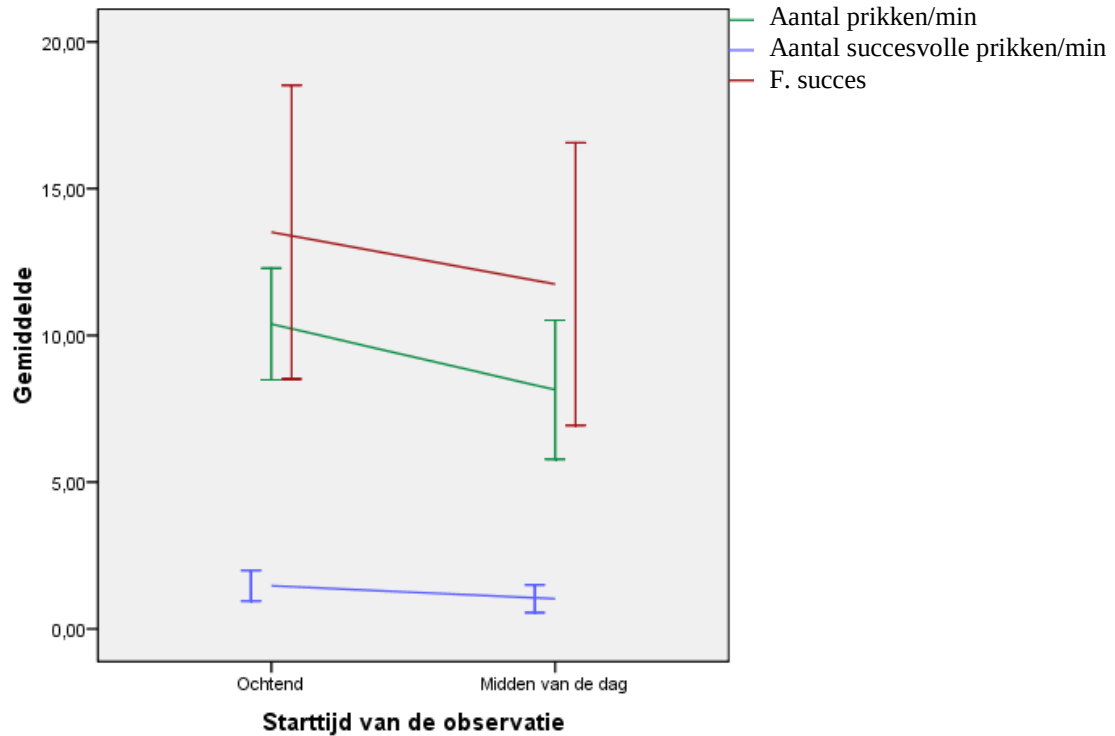
Het F. succes van de Grutto daalde in de tweede helft van 14,63 ($\pm 10,5$) naar 9,86 ($\pm 10,5$), echter, deze daling was niet significant (Pearsons, $p = 0,154$; $df = 40$; $t = 1,45$). Ook het aantal prikken/min daalde in de tweede helft van april. Deze daling was van 9,65 (± 4) naar 8,63 ($\pm 5,5$) maar niet significant (Pearson, $p = 0,510$; $df = 40$; $t = 0,665$). Daarnaast daalde het aantal succesvolle prikken/min van 1,43 (± 1) naar 0,98 ($\pm 1,5$) maar ook dit was niet significant (Pearsons, $p = 0,199$; $df = 40$; $t = 1,306$) (figuur 23).



Figuur 23. F. succes, aantal prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min over de gehele onderzoeksperiode bij Hetter. Verticale lijnen zijn errorbars. De y-as laat het gemiddelde zien van zowel F. succes, aantal prikken/min als het aantal succesvolle prikken/min.

Dagverloop

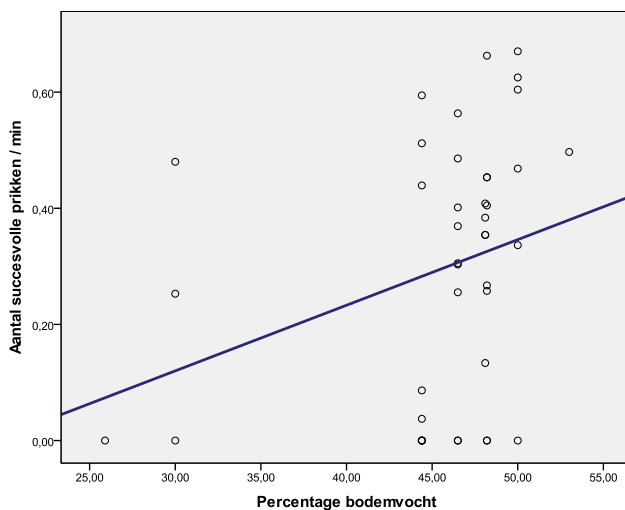
Grutto's waren in Hetter alleen in de ochtend en middag geobserveerd. F. succes (Independent T-test, $p = 0,598$; $df = 40$; $t = 0,531$), aantal prikken/min (Independent T-test, $p = 0,137$; $df = 40$; $t = 1,518$) en succesvolle prikken/min (Independent T-test, $p = 0,196$; $df = 40$; $t = 1,134$) daalde in de loop van de dag. Echter, dit was niet significant. Figuur 24 laat meer details zien.



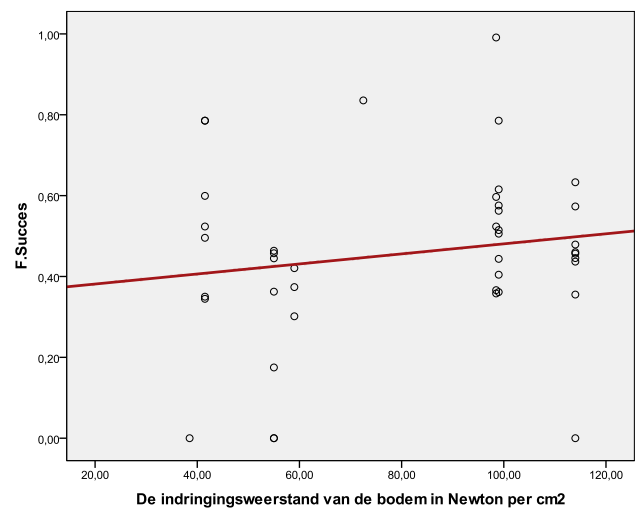
Figuur 24. F. succes van de Grutto in Hetter, verdeeld over de dag. Ochtend is tot 11 uur, midden op de dag is tot 3 uur en later op de dag tot 7 uur. Verticale lijnen zijn errorbars.

3.3.2 Bodemvocht

Net als bij Nij Bosma Zathe speelde de vochtigheid van de bodem in Hetter een significante rol bij het aantal succesvolle prikken per minuut (Pearson & GLM, $r = ,294$; $F = 5,009$; $p = 0,032$; $df = 35$) (figuur 25). Het percentage bodemvocht had geen significant effect op het aantal prikken met minuut of het F.succes. De indringingsweerstand van de bodem had geen significant effect op het aantal prikken per minuut en succesvolle prikken per minuut maar wel op het F.succes van Grutto's (Pearson & GLM, $r = ,163$; $F = 4,659$; $P = 0,037$; $df = 37$) (figuur 26).



Figuur 25. De invloed van bodemvocht (%) op het aantal succesvolle prikken per minuut (blauwe lijn.) De stippen zijn individuele observaties.



Figuur 26. De invloed van indringingsweerstand op het F.succes (rode lijn). De stippen zijn individuele observaties.

3.3.3 Vegetatiehoogte

De vegetatiehoogte nam toe van 5,18 cm in begin april tot 8,19 cm in eind april. De hoogte van de vegetatie had geen significant effect op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut of het F.succes.

3.3.4 Bodemfauna

Over het seizoen nam het aantal regenwormen af (Pearson, $r = -,011$; $p = ,945$) en het aantal emelten toe (Pearson, $r = ,546$; $p = 0,000$). Het totale bodemfaunagewicht nam af over het seizoen (Pearson, $r = -,034$; $p = ,829$). De bodemfauna had geen invloed op het aantal prikken en succesvolle prikken per minuut, noch op het F.succes van de Grutto.

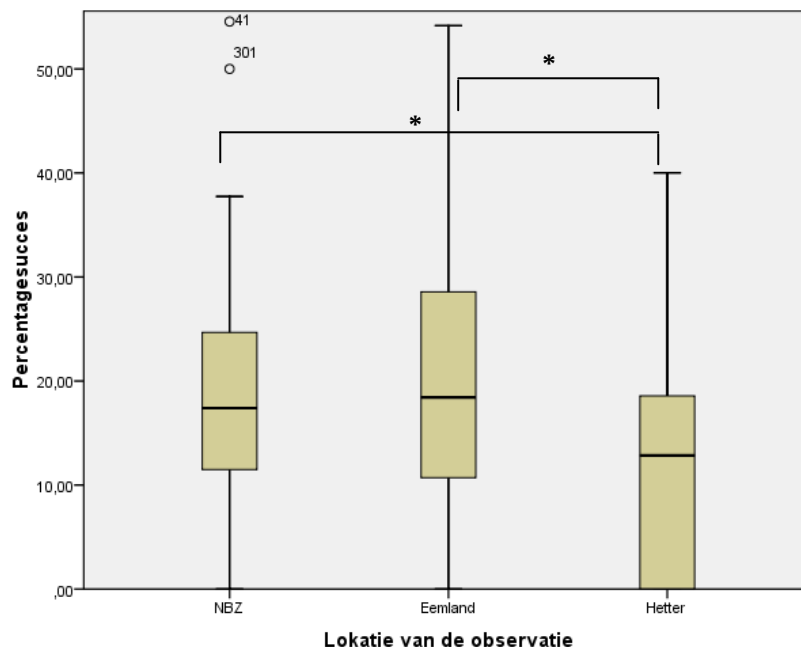
3.4 Gebieden onderling

De drie gebieden werden met elkaar vergeleken met behulp van drie factoren: F. succes, aantal prikken per minuut en het aantal succesvolle prikken per minuut. Dit leverde in totaal 9 combinaties op.

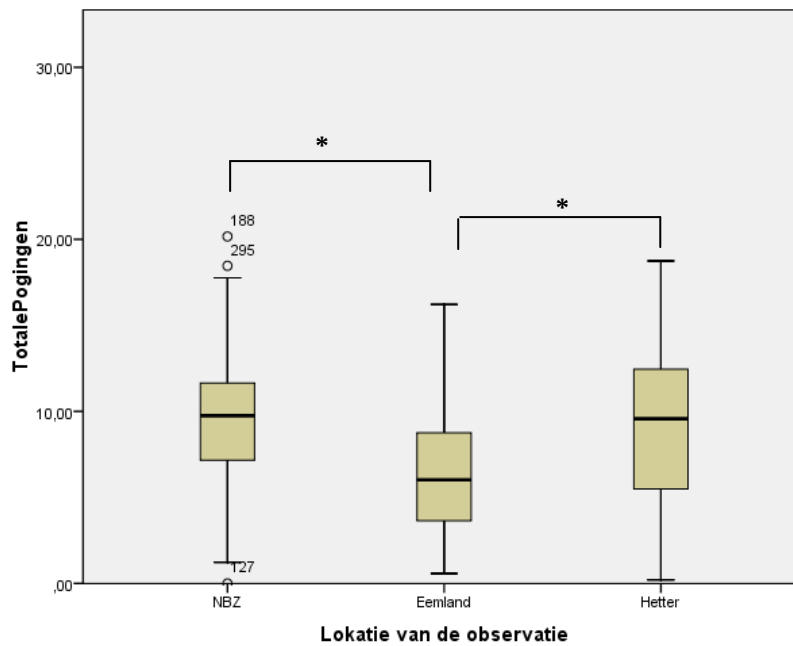
Wat betreft F. succes verschilden Grutto's alleen in Nij Bosma Zathe en Hetter ($P = 0,004$; $df = 115$; $t = 2,963$) en Eemland en Hetter ($P = 0,004$; $df = 105$; $t = 2,913$) significant van elkaar. Figuur 27 laat zien dat Grutto's in Hetter minder F.succes hadden dan Grutto's in NBZ en Eemland.

Grutto's lieten wat betreft aantal prikken per minuut alleen een verschil zien tussen Nij Bosma Zathe en Eemland ($P = 0,000$; $df = 138$; $t = 4,003$) en Eemland en Hetter ($P = 0,002$; $df = 105$; $t = -3,136$). Figuur 28 laat zien dat Grutto's in Hetter het grootste aantal prikken per minuut deden.

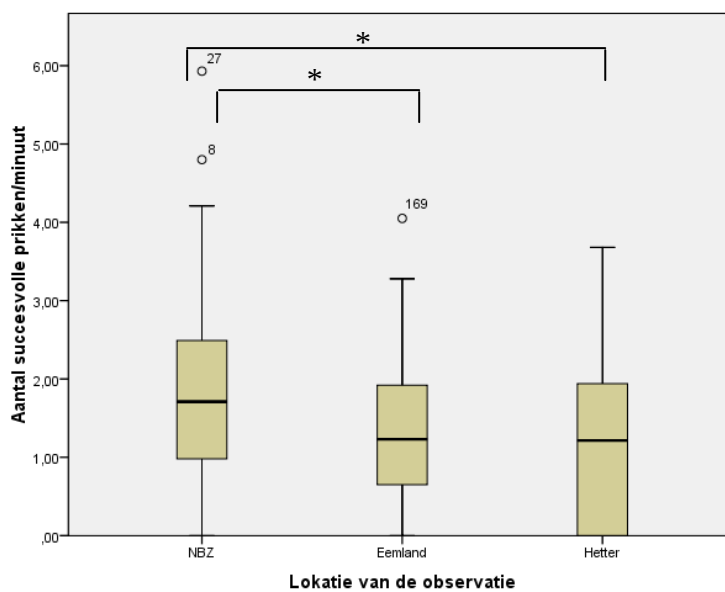
Grutto's verschilden qua aantal succesvolle prikken per minuut alleen als Nij Bosma Zathe vergeleken werd met Eemland ($P = 0,001$; $df = 107,20$; $t = 3,49$) en Hetter ($P = 0,006$; $df = 115$; $t = 2,780$). Figuur 29 laat zien dat Grutto's in NBZ het grootste aantal succesvolle prikken per minuut hadden.



Figuur 27. Boxplots van de drie gebieden wat betreft F. succes van de Grutto. Significante verschillen (5%) tussen twee gebieden zijn aangegeven met een *.



Figuur 28. Boxplots van de drie gebieden wat betreft het aantal prikken per minuut van de Grutto. Significante verschillen (5%) tussen twee gebieden zijn aangegeven met een *.



Figuur 29. Boxplots van de 3 gebieden wat betreft het aantal succesvolle prikken per minuut van de Grutto. Significante verschillen (5%) tussen twee gebieden zijn aangegeven met een *.

5 Discussie

5.1 Geslacht, seizoen en tijd van de dag

Voor alle drie gebieden gold dat mannelijke en vrouwelijke Grutto's niet verschilden in het aantal prikken, noch in het aantal prikken dat succesvol was.

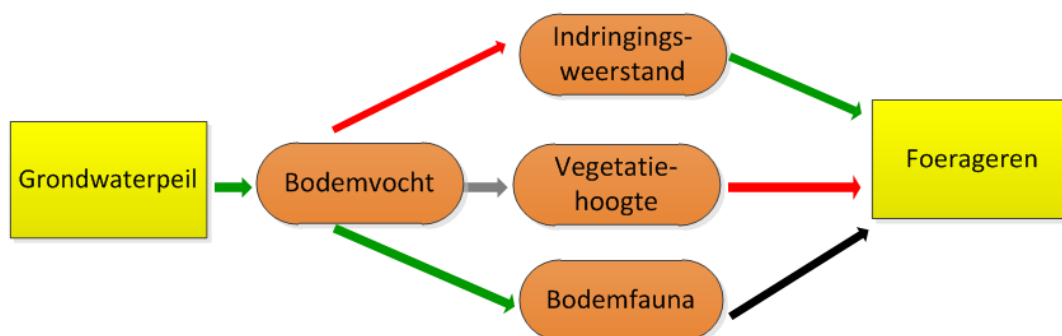
Het tijdstip van de dag leek geen verschil uit te maken wat betreft F. succes, aantal prikken per minuut en aantal succesvolle prikken per minuut in alle drie gebieden.

Gedurende het voorjaar veranderde het F. succes, aantal prikken per minuut en aantal succesvolle prikken per minuut van de Grutto in alle drie gebieden niet.

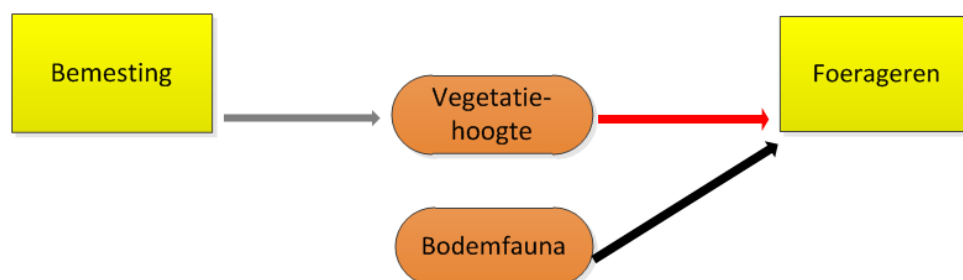
De gebieden verschilden onderling sterk wat betreft het aantal prikken en succesvolle prikken per minuut, alsmede het F.succes.

5.2 Bodemfactoren en vegetatie

Het model dat te zien was in de inleiding (kopje covariabelen) was na het onderzoek aangepast en zag er als volgt uit:



Figuur 30. Het eindmodel voor grondwaterpeil. Groen betekent dat een positieve reactie en rood een negatieve reactie gevonden was. Een zwarte pijl betekent dat er zowel een positieve als negatieve reactie was gevonden. Grijs betekent dat het niet is getoetst in dit onderzoek.



Figuur 31. Het eindmodel voor bemesting. Rood betekent dat een negatieve reactie gevonden was. Een zwarte pijl betekent dat er zowel een positieve als negatieve reactie was gevonden. Grijs betekent dat het niet is getoetst in dit onderzoek.

Te zien in het model van het grondwaterpeil is dat bodemvocht tussen het grondwaterpeil en de factoren is te komen staan. Uit onderzoek (Keehnen en Schepp, ongepubliceerd) was gebleken dat het grondwaterpeil een sterke invloed uitoefende op het bodemvocht.

Bij Nij Bosma Zathe namen bij een vochtigere bodem het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes af. Het aantal prikken per minuut bleef onveranderd. Gekoppeld aan het bodemvochtgehalte was de indringingsweerstand. Waar bij een hogere indringingsweerstand de Grutto meer succesvolle prikken per minuut en een hoger F.succes had. Het aantal prikken per minuut veranderde wederom niet.

In Eemland bleef het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes onveranderd bij een vochtigere bodem.

Bij Hetter speelde de vochtigheid van de bodem een significante rol bij het aantal succesvolle prikken per minuut. Het percentage bodemvocht had geen significant effect op het aantal prikken met minuut of het F.succes. De indringingsweerstand van de bodem had geen significant effect op het aantal prikken per minuut en succesvolle prikken per minuut maar wel op het F.succes van Grutto's.

Bodemvocht had uit zichzelf meestal geen invloed op het F. succes (behalve in NBZ), maar had via de overgebleven drie factoren wel invloed, vandaar dat bodemvocht voor de factoren was geplaatst in het model.

De indringingsweerstand bleek onverwacht een positieve invloed te hebben op het F. succes van de Grutto, vandaar dat een groene pijl werd geplaatst in het model.

In NBZ bleef het aantal prikken per minuut en het F. succes onveranderd op plekken met zwaardere prooien. Bij een hoger bodemfauna gewicht had de Grutto minder succesvolle prikken per minuut. Een hoger aantal emelten zorgde bij Nij Bosma Zathe voor meer F.succes. Het aantal prikken per minuut en succesvolle prikken per minuut bleven hierbij gelijk.

In Hetter had de bodemfauna geen invloed op het F. succes, aantal prikken/min of het aantal succesvolle prikken/min.

In Eemland nam het aantal emelten, alsmede het totale gewicht van de bodemfauna toe over het seizoen. De toename in aantal emelten zorgde voor meer succesvolle prikken per minuut. De toename in het totale bodemfauna gewicht had geen invloed op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes van de Grutto. Over het seizoen was een afname van regenwormen zichtbaar in Eemland. Deze afname veranderde het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het F.succes niet.

In Hetter was geen invloed te zien van de bodemfauna op het F. succes, aantal prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min.

Omdat de bodemfauna zowel een positieve als negatieve invloed had op het foerageren van de Grutto, werd een zwart pijl geplaatst in het eindmodel.

De hoogte van de vegetatie had geen significante effecten in NBZ en Hetter wat betreft F. succes, aantal prikken/min en het aantal succesvolle prikken/min..

In Eemland liet een hogere vegetatie geen verandering zien in het aantal prikken per minuut en het F.succes. Echter, het aantal succesvolle prikken per minuut nam wel af.

Omdat in Eemland het aantal succesvolle prikken/min afnam werd een rode pijl geplaatst in het eindmodel.

Concluderend is dat het waterpeil, via bodemvocht, een belangrijke factor was voor de Grutto omdat deze via de indringingsweerstand en vegetatiehoogte een invloed uitoefende op het F. succes of het aantal succesvolle prikken/min van de Grutto.

Bemesting had geen invloed op de vier factoren (Keehnen en Schepp, ongepubliceerd) en had dus ook geen invloed op het F. succes van de Grutto.

5.3 Resultatendiscussie

5.3.1 Foerageersucces

Mannelijke en vrouwelijke Grutto's verschilden niet in het aantal pogingen dat zij deden, noch het aantal succesvolle pogingen. Mannen foerageren over het algemeen verder van het nest, terwijl vrouwen in de buurt blijven (Hegyí & Sasvári, 1998). Blijkbaar was er geen verschil in voedselaanbod in gebieden die dicht bij of verder weg van het nest lagen. Daarnaast kan de energiebehoefte van man en vrouw vrijwel gelijk zijn, vooral tijdens de opgroei van de jongen. Vrouwelijke Grutto's besteden meer aandacht aan het broeden en de zorg van de jongen, terwijl mannelijke Grutto's vaker reageren op gevaren rond het nest (Hegyí & Sasvári, 1998). Beide taken kosten energie, wat ervoor gezorgd kan hebben dat beide seksen niet significant verschillen in hun aantal pogingen en aantal succesvolle pogingen.

De tijd van het (voor)jaar had geen invloed op het succes van de Grutto. Ondanks grasgroei, weersverschillen, indroging van de grond en verandering van de bodemfauna aantallen, reageerden Grutto's in hun F.succes en aantal prikken per minuut en succesvolle prikken per minuut hier nauwelijks op. Het F.succes werd waarschijnlijk niet beïnvloed doordat het aantal wormen niet omhoog ging in de onderzoeksperiode. Wormen produceren hun cocons grotendeels in mei, juni en juli, en komen uit na drie weken tot vijf maanden, wat na de onderzoeksperiode was (Edwards & Bohlen 1996).

Een andere reden dat er geen significantie te zien was kan zijn dat de periode waarin de dataverzameling plaatsvond kort was. De twee maanden waarin de data werden verzameld kan te kort geweest zijn om significante verschillen in foerageersucces van de Grutto te laten zien omdat het verschil in grasgroei, bodemfauna en bodemfactoren nog niet erg groot was.

Weersinvloeden kunnen het F.succes van de Grutto hebben beïnvloed, hetzij direct of indirect. Het weer heeft een directe invloed op bijvoorbeeld bodemvocht (Met name regen, maar ook de zon via verdamping (Dolman et al., 1999)) en indirect heeft dit invloed op wormen en vegetatiegroei. Het is niet bekend of het weer een directe invloed heeft op het foerageergedrag van de Grutto. Echter, in de Kanoet bleek het weer geen invloed te hebben op de foerageerintensiteit (McGowan et al., 2002). Verwacht werd dat het weer geen directe invloed heeft gehad op het foerageren van de Grutto's, tenzij het uitzonderlijk slecht weer (harde wind) was.

Grutto's werden meestal in de ochtend foeragerend gezien. Rond het middaguur waren de meeste dieren in rust. Ondanks dat ze meer in de ochtend foerageerden, hadden ze niet meer succes. Dit kan gedeeltelijk komen doordat regenwormen nachtdieren zijn. Hun activiteit tijdens daglicht is erg beperkt (Baldwin, 1917) en er is geen meetbaar verschil in activiteit (en dus ook niet meer of minder kans voor de Grutto om succes te hebben) tussen de ochtend en de middag.

5.3.2 Bodemvocht / Indringingsweerstand

Een factor die niet is meegenomen tijdens dit onderzoek is 'bodemtype'. Het bodemtype kan echter wel een rol hebben gespeeld bij de verkregen resultaten. Zo verschilt het bodemvochtgehalte per grondsoort. Zandgronden hebben wijde poriën die weinig vocht vasthouden, waar kleigronden hele fijne poriën hebben die veel vocht vasthouden (Townsend, et al., 2008). De drie locaties die waren gebruikt voor dit onderzoek hebben verschillende grondsoorten. Zo bestaat de bodem bij Nij Bosma Zathe vooral uit zeeklei, in tegenstelling tot Eemland en Hetter waar de bodem vooral uit zand en rivierklei bestaat (Alterra, 2006). Het percentage bodemvocht had alleen bij Nij Bosma Zathe een significant effect op het aantal prikken per minuut en het aantal succesvolle prikken per minuut. Deze namen beide af bij een hoger bodemvochtgehalte. Op de andere twee locaties had bodemvocht geen

significante invloed op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut of het foerageersucces. Bij Hetter is dit mogelijk te wijten aan het feit dat de bodem daar te vochtig was. Dit was zichtbaar tijdens het nemen van bodemmonsters op deze locaties. Bij Eemland daarentegen was de bodem erg droog.

5.3.3 Vegetatie

De toegankelijkheid van prooidieren wordt voor een groot deel bepaald door de dichtheid en hoogte van de vegetatie. De vindkans van een prooi neemt af bij een toenemende vegetatiehoogte (Kleijn, *et al.*, 2009).

Tijdens dit onderzoek is het effect van vegetatiedichtheid op foerageersucces niet getoetst. De manier waarop de vegetatiedichtheid werd gemeten, verschilde per persoon. Vegetatie werd geknipt en al tijdens de dataverzameling werd zichtbaar dat iedere onderzoeker op een andere manier knipte waarbij de ene onderzoeker net iets meer of minder knipte dan de ander.

Daarom was besloten om alleen te werken met de factor vegetatiehoogte, die werd gemeten met een vegetatiehoogtemeter.

Op alle drie de locaties werd een toename van vegetatiehoogte gemeten. Echter deze toenames toonden nauwelijks tot geen significante effecten op het aantal prikken per minuut, het aantal succesvolle prikken per minuut en het foerageersucces van Grutto's. Alleen in Eemland nam het aantal prikken per minuut significant af en namen het aantal succesvolle prikken per minuut en het succes van foeragerende Grutto's significant toe bij de toenemende vegetatiehoogte.

5.3.4 Bodemfauna

De biomassa van regenwormen verschilt sterk per grondsoort (en zuurgraad) (Brandsma, 1997).

Het type bodem hangt dus samen met de voedselbeschikbaarheid, maar die is ook weer afhankelijk van bemesting (de Goeij, 2003). Echter, volgens Oosterveld (2006) heeft bemesting nauwelijks tot geen effect op de foerageerplaatsvoorkeur en het foerageersucces van Grutto's. Ook uit de resultaten van dit onderzoek bleek er geen verschil te zijn in de aanwezigheid van Grutto's op wel of niet bemeste percelen. Ondanks dat bemesting wel een effect kan hebben op de aanwezigheid van bodemfauna (voedselbeschikbaarheid) (Oosterveld, 2006), heeft dit kennelijk geen effect op het foerageergedrag van Grutto's.

De bodem van de proefvlakken in Hetter was in het begin veel te nat. Hierdoor waren de omstandigheden voor bodemfauna niet gunstig. Naarmate de bodem droger werd, nam het aantal regenwormen en emelten, alsmede hun totale gewicht toe. In NBZ en Eemland werd de bodem over het seizoen simpelweg te droog om een gunstige leefomgeving te bieden aan regenwormen; vandaar een afname van de regenwormen in deze gebieden. Emelten leven in een iets drogere bodem. (Weijden & Guldemon, 2006)

Dit verklaart de situatie voor Eemland: een afname in wormen en een toename in emelten.

5.4 Methodendiscussie

Het broedseizoen van Grutto's begint rond eind februari en eindigt eind juni. De dataverzameling van dit onderzoek concentreerde zich rond maart en april. Dit beslaat niet het gehele broedseizoen van Grutto's. Hierdoor kunnen belangrijke seizoensinvloeden gemist zijn.

De ligging en het beheer van de weilanden zal de aanwezigheid van prooi-soorten beïnvloeden (Beintema *et al.* 1995). Grondsoort, begrazing, bemesting en ontwatering kunnen de beweeglijkheid en de ingraafdiepte van prooidieren bepalen, wat gevolgen kan hebben voor het gemak waarmee Grutto's prooiën kunnen vinden. Dit is bijvoorbeeld te zien bij de Kemphaan (Zwarts & Wanink 1993).

De aanwezigheid van greppels kan een positieve invloed hebben op het foerageersucces van Grutto's. Vooral in droge perioden kunnen vochtvasthoudende greppels een bron van voedsel zijn voor de Grutto (Visbeen *et al.*, 2007). De aanwezigheid van greppels verschilde in de drie proefgebieden. Alle proefvlakken waren grotendeels omringd door sloten, maar alleen de proefvlakken in Eemland en Hetter hadden greppels in het midden. Dit kan het foerageersucces van de Grutto beïnvloed hebben aangezien Grutto's foeragerend werden gezien in en nabij greppels.

Naast greppels verschilden de gebieden ook in kruidenrijkdom. Hetter was zeer kruidenrijk, terwijl Eemland en Nij Bosma Zathe nauwelijks tot geen kruidengroei hadden (persoonlijke observaties). Een stabiel weidevogelgebied heeft een grote kruidenrijkdom (Van 't Veer *et al.*, 2007) en heeft dus blijkbaar invloed op Grutto's en hun jongen.

De wormenverzameling is niet altijd nauwkeurig uitgevoerd. In het begin werd gebruik gemaakt van een grondboor, maar later in het seizoen werd een schep gebruikt. Het oppervlakverschil was minimaal maar kan toch een klein verschil hebben gemaakt.

De bodem- en vegetatiemonsters zijn niet random, maar gestratificeerd random genomen in een perceel. Dit houdt in dat bepaalde delen van een perceel over- of ondervertegenwoordigd kunnen zijn.

De hoeveelheid verkregen data verschilt ook per locatie. Zo zijn er uiteindelijk minder data verzameld bij Hetter. Hierdoor kan Hetter alleen voor de maand april vergeleken worden met de andere locaties.

6. Literatuur

Altenburg, W., Wymenga, E., 1998. Onderzoek naar de achteruitgang van weidevogels in het natuurreserveaat de Gouden Bodem, Altenburg & Wymenga rapport 170, Veenwouden, Nederland

Altenburg, W., & Wymenga E., 2000. Help, de Grutto verdwijnt!, De Levende Natuur 107(3): 62-64.

Altenburg, W., Sierdsema, H., & Teunissen, W.A. Toelichting op de Gruttokaart van Nederland 2004, Altenburg & Wymenga rapport 668, Veenwouden, Nederland

Baldwin, F., M., 1917, Diurnal activity of the earthworm, Journal of animal behaviour(3): 187-190

Beintema, A.J., & Melter, J., 1997. The Black-tailed Godwit, In Hagemeijer, W.M. & Blair, M.J. 1997. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance, Poyser, London

Beintema, A. J., & Muskens, G. J. D. M., 1987. Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grasslands, Journal of Applied Ecology 24:743-758

Beintema, A. J., Moedt, O., & Ellinger, D., 1995, Ecologische Atlas van de Nederlandse weidevogels, Schuyt & Co, Haarlem.

Berendse, F., Verhulst, J., Willems, F., Breeuwer, A., Foppen, R., Kleijn, D., 2006, De effectiviteit van het Nederlandse weidevogelbeleid, De Levende Natuur 107(3): 112-117

Both, C., Schroeder, J., Hooijmeijer, J., Groen, N., Piersma, T., 2006, Grutto's het jaar rond: balans tussen reproductie en sterfte, De Levende Natuur 107(3): 126-129

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

Dolman, A. J., Moors, E. J. & Elbers, J. A., 1999, Verdamping van kale grond in de winter, Stromingen (3): 23-34

Edwards, C. A. & Bohlen, P. J., 1996, Biology and ecology of earth worms, Chapman & Hall, London, UK.

Eekelder, P., 2005, Kolonievogels en zeldzame soorten in Fryslân in 2004: een eerste impressie, SOVON Nieuwsbrief 2005/1

Goei, P. de, & Verkuil, P., 2003, Kemphennen willen wat anders: weilandkeuze van doortrekkende Kemphanen in het voorjaar in Zuidwest-Friesland, Limosa 76 (2003): 157-168

Groen, N. M., Hemerik, L., 2002, Reproductive success and survival of black-tailed godwits limosa limosa in a declining local population in the Netherlands, Area 90(2): 239-248

Hegyí, Z., & Sasvári, L., 1998, Parental condition and breeding effort in waders, Journal of animal ecology 67(1): 41-53

- Lourenço P., Piersma T., 2008, Stopover ecology of Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa* in Portuguese rice fields: a guide on where to feed in winter: Capsule Conservation management of rice fields may be necessary to guarantee the availability of high quality stopover habitats, Bird Study 55(2): 194 - 202
- McGowen, A., Cresswell, W. & Ruxton, G., 2002, The effects of daily weather variation on foraging and responsiveness to disturbance in overwintering Red Knot, Ardea 90(2): 229-237
- Moreira F., 1993, Diet, prey-size selection and intake rates of Black-tailed Godwits *Limosa limosa* feeding on mudflats, IBIS 136(3): 349-355
- Oosterveld, E., 2006, Weidevogelmozaïekbeheer in Noord-Nederland 2000-2005, De Levende Natuur 107(3): 130-133
- Robinson R.A., Sutherland W.J., 2002, Post-War Changes in Arable Farming and Biodiversity in Great Britain, Journal of Applied Ecology 39(1): 157-176
- Sanders, M. E., Pouwels, R., Baveco J. M., Blankena, A., Reijnen M, J, S, M., 2004, Effectiviteit van agrarisch natuurbeheer voor weidevogels, Natuurplanbureau, Wageningen, Nederland
- Schekkerman, H., Muskens, G., 2000, Producteren Grutto's *Limosa limosa* in agrarisch grasland voldoende jongen voor een duurzame populatie?, Limosa, 73: 121-134.
- Schekkerman, H., Teunissen, W., Oosterveld, E., 2005, Resultaatonderzoek Nederland Gruttoland; broedsucces van Grutto's in beheersmozaïeken in vergelijking met gangbaar agrarisch graslandgebruik, Wageningen, Alterra-document 1291, SOVON-onderzoeksrapport 2005/10, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Schroeder, J., Lourenço, P.M., Velde, M., Hooijmeijer, J.C.E.W., Both, C., Piersma, T., 2008, Sexual dimorphism in plumage and size in Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa*, Ardea 96(1): 25-37
- Schröder J., 2010, Individual fitness correlates in the Black-tailed Godwit, Proefschrift RUG
- Svensson L. Grant P.J., 1999, Bird guide: The most complete field guide to the birds of Britain and Europe, Collins: 148
- Townsend, C.R., Begon, M., Harper, J.L., 2008, Essentials of Ecology, Blackwell Publishing
- Teunissen, W.A., Altenburg W., Sierdsema H., 2005, Toelichting op de Gruttokaart van Nederland 2004, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen. A&W-rapport 668. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Teunissen, W., Soldaat, L., 2006, Recente aantalontwikkelingen weidevogels in Nederland, De Levende Natuur 107(3): 70-74
- Tromp G, H, M., 2001, Politiek door de staten: doel- of waarderatieneel handelen in het besloten overleg over de Wadden en het openbaar beraad over de ecologische hoofdstructuur, Rijksuniversiteit Groningen.
- Van 't Veer, R., Sierdsma, H., Musters, K., Groen, N. & Teunissen, W., 2007, Veranderingen en trends van weidevogels op landschapsschaal, Centrum voor milieuwetenschappen, Leiden.

Visbeem, F., Van 't Veer, R. & Scharringa, K., 2007, Weidevogels op Marken, Gemeente Waterland /LTO afdeling Groot Waterland, Noord-Holland.

Weijden, A, A, G., Guldemon, J, A., 2006, Wormenland en vliegjesland. Bemesting in relatie tot voedsel voor de Grutto, CLM onderzoek en advies, Culemborg, Nederland

Websites

Aldeboarn. *Dorpsgeschiedenis en ligging*. Website van het dorp Aldeboarn. www.aldeboarn.net. (18 juni 2010)

Alterra, 2006, *Grondsoortenkaart*, www.alterra.wur.nl, (03-08-2010)

BirdLife International 2008. *Limosa limosa*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. www.iucnredlist.org. (01 maart 2010)

Natuurmonumenten. *Natuurgebieden: Wormer- en Jisperveld*. www.natuurmonumenten.nl. (17 juni 2010)

PTC+. *Over PTC+*. www.ptcplus.com. (18 juni 2010)

Tietsjerksteradeel. *Mijn dorp*. Website van de gemeente Tietsjerksteradeel. www.tietsjerksteradeel.nl (18 juni 2010)

Bijlage 1: Protocol volwassen Grutto foerageersucces

Voorbereiding:

Grutto's worden opgezocht op óf de proefvlakken, óf in gebieden daarbuiten. Hiervoor wordt vanuit een auto geobserveerd. Eén persoon kijkt met een telescoop naar de Grutto en noemt de gedragingen die gezien worden. Een andere persoon typt het gedrag in op een laptop.

Zodra een Grutto in beeld is en goed gezien kan worden wat het dier doet, kan een observatie gestart worden. Elke observatie krijgt een uniek nummer. De observator wordt vermeld. De observator vermeld of de Grutto een man of een vrouw is en in welk proefperceel of gebied de Grutto zit (alle gebieden buiten de percelen krijgen individuele namen).

Observeren:

Zodra een Grutto gaat foerageren, kan een protocol gestart worden. De volgende getallen kunnen worden gebruikt:

9	=	Start protocol, start foerageergedrag
1	=	Prik
2	=	Succesvolle prik
4	=	Niet foerageergedrag
10	=	Einde protocol

9 = Een protocol start altijd met een 9 zodra een Grutto foeragerend wordt gezien. Onder foerageren valt het prikken in de grond en eten van de prooi. Als een Grutto tijdens het foerageren om zich heen kijkt (minder dan 5 seconden) dan valt dat nog steeds onder foerageergedrag. Een 9 komt ook na het zien van een ander gedrag (zie 4).

1 = Een prik is een peur in de grond. Deze prik kan een korte prik van slechts een seconde zijn, maar ook meerdere korte prikken in de grond. Zodra de Grutto zijn kop naar beneden doet, begint een nieuwe prik, zodra de kop helemaal omhoog komt, eindigt de prik. Een prik wordt altijd aangegeven op het moment dat de kop van de Grutto omhoog komt (einde prik).

2 = Hetzelfde als 1, maar dan wordt gezien dat de Grutto een prooi doorslikt.

4 = Al het andere gedrag dat niet onder foerageergedrag valt. Te denken valt aan zichzelf poetsen, rondlopen zonder dat er gekeken wordt naar prooien, vechten, nestelgedrag, drinken etc. 4 betekent in principe dat het protocol stop gezet wordt. Dit houdt in dat zodra de Grutto weer foerageergedrag vertoont, eerst een 9 wordt vermeld om vervolgens het protocol te hervatten.

10 = Een protocol eindigt zodra de Grutto wegvliegt, naar een ander perceel loopt/vliegt, te lang ander gedrag (meer dan 5 minuten) vertoont of wanneer er 30 minuten zijn verstreken.

Nadat alle Grutto's op een proefvlak of een gebied zijn geobserveerd mag de bemonstering beginnen.

Bijlage 2: Access programma

ObserverFormgrutto - Microsoft Access

Start Maken Externe gegevens Hulpmiddelen voor databases

Weergave Plakken Lettertype Tekst met opmaak Records Filter Sorteren en filteren Grootte aanpassen aan formulier Venster Zoeken Zoeken

ObsID: Actions:
 1 = Prik onsuccesvol
 2 = Prik succesvol
 3 = Vorige prik was fout, volgende actie was de juiste
 4 =
 9 = start observatie
 10 = einde observatie

Geslacht: Experiment:
 Treatment:
 Waarnemer: Locatie:

Experiment:
 H= Hoge waterpeil
 L= Lage waterpeil

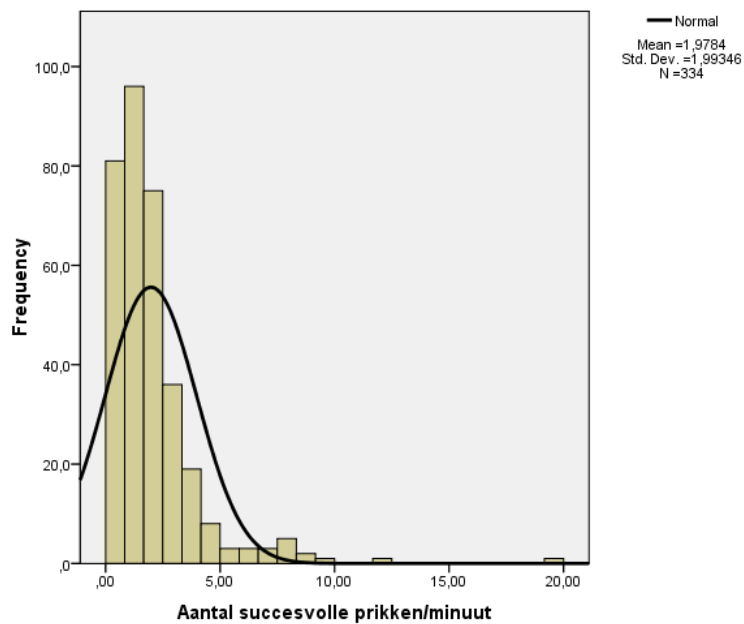
Treatment:
 B+= Bemesting
 B- = Onbemest

Waarnemer:
 N= Naomi Keehnen
 H= Helen Schepp
 J= Jeroen Noordhoek
 S= Sandra Sibma

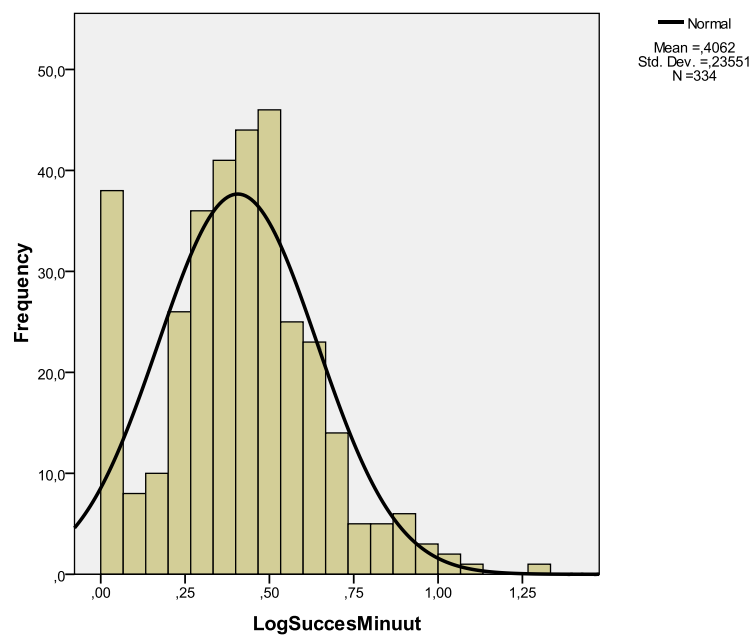
Naavigatievenster

ObsID:	action:	time:
1	9	17-3-2010 9:41:03
1	10	17-3-2010 9:41:06
1	9	17-3-2010 9:42:46
1	1	17-3-2010 9:42:46
1	1	17-3-2010 9:42:48
1	1	17-3-2010 9:42:50
1	1	17-3-2010 9:42:52
1	1	17-3-2010 9:42:57
1	1	17-3-2010 9:42:58

Bijlage 3: Data analyse



Figuur 2: Een bar diagram liet zien dat de data geen normale verdeling had.



Figuur 3: Na de log transformatie van het aantal succes/per minuut, liet de data een normale verdeling zien.

Bijlage 4: Bemonsterdata

Onderstaande tabel laat de bemonsterdata van de verschillende gebieden zien.

Eemland	Hetter	Nij Bosma	Zathe	
8-mrt	9-mrt	10-mrt		
24-mrt	25-mrt	26-mrt		
7-apr	8-apr	9-apr		
21-apr	22-apr	23-apr		
5-mei	6-mei	7-mei en 10-mei		Wegens slecht weer NBZ gesplits over 2
19-mei	20-mei	21-mei		dagen
2-jun	3-jun	4-jun		Aangepaste bemonstering