



Vlaanderen
is wetenschap

Voedselaanbod ongewervelden voor Grutto en Wulp

Literatuurstudie en veldonderzoek

Daan Dekeukeleire, Luc De Bruyn, Hilbran Verstraete, Eric Stienen, Geert Spanoghe, Marc Pollet

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Daan Dekeukeleire , Luc De Bruyn , Hilbran Verstraete, Eric Stienen, Geert Spanoghe, Marc Pollet 

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Lotte Gielis (Agentschap voor Natuur en Bos)

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw
INBO Brussel
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel
vlaanderen.be/inbo

e-mail:

daan.dekeukeleire@inbo.be

Wijze van citeren:

Dekeukeleire D., De Bruyn L., Verstraete H., Stienen E., Spanoghe G., Pollet M. (2024). Voedselaanbod ongewervelden voor Grutto en Wulp. Literatuurstudie en veldonderzoek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (7). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.101785880

D/2024/3241/048

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (7)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Hilde Eggermont

Foto cover:

Gruttokuiken in grasland (Lars Soerink/Vilda)



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

VOEDSELAANBOD ONGEWERVELDEN VOOR GRUTTO EN WULP

Literatuurstudie en veldonderzoek

Daan Dekeukeleire, Luc De Bruyn, Hilbran Verstraete, Eric Stienen, Geert Spanoghe & Marc Pollet

doi.org/10.21436/inbor.101785880

Dankwoord/Voorwoord

Bernard Van Elegem en Lotte Gielis (ANB) bedanken we voor de aanzet van deze studie. Verder willen we de beheerders van het terreinen bedanken voor toelating en informatie, namelijk Dominiek Decleyre (ANB), Peter Claus (Natuurpunt), Michel Broeckmans (ANB) en Lt-Kol. Erik Van Reckem en Brecht Eeman (Defensie). Jef Hendrix (Natuurpunt Beheer), Robbert Schepers (Regionaal Landschap Schelde-Durme) en Stephanie Schelfhout (UGent) worden bedankt voor het aanleveren van literatuur; Axel Neukermans, Filip Berlengee en Emilie Gelaude (INBO) voor hulp bij de voorbereiding van het veldwerk; Lily Gora (ANB), Lotte Gielis (ANB) en Kjell Janssens (INBO) voor hulp bij veldwerk; en Frouke Decat en Alexander Cannaerts (UAntwerpen) voor de hulp van het sorteren en identificeren van de gevangen insecten.

Samenvatting

Weidevogels zoals Grutto en Wulp gaan sterk achteruit in West-Europa. De oorzaken van deze achteruitgang zijn complex en vinden zowel plaats in de broedgebieden, langs de migratieroutes als in de overwinteringsgebieden. Een van de factoren is de verminderde beschikbaarheid van voedsel tijdens de broedperiode. Door landbouwintensivering, habitatverlies, verzuring door atmosferische stikstofdepositie, en verdroging nemen de aantallen insecten en andere ongewervelden af. Het is mogelijk dat deze problemen variëren tussen gebieden met een zandige bodem en gebieden met een rijkere bodem die beter gebufferd zijn tegen dergelijke invloeden. Terreinbeheerders staan voor de uitdaging om doeltreffende maatregelen te nemen om op duurzame wijze de beschikbaarheid van voedsel voor weidevogels te behouden.

Voor een duurzame instandhouding van weidevogels in Vlaanderen werd in 2020 het Soortenbeschermingsprogramma (SBP) weidevogels met focus op Grutto en Wulp opgestart, waarin onderzoek naar verschillen in voedselbeschikbaarheid tussen gebieden op zandbodem en gebieden op rijkere bodem is opgenomen. Voordat onderzoek naar voedselbeschikbaarheid kan opgestart worden is het nodig om een beter inzicht te krijgen in wat de relevante ongewerveldengroepen (potentiële prooien of voedsel-items) zijn, en welke vangstmethodes het meest geschikt zijn om die op te volgen. Daarvoor werd deze studie uitgevoerd.

Deze studie bestond uit drie delen:

- (1) Aan de hand van een literatuurstudie werd nagegaan wat er gekend is over het dieet van Grutto en Wulp tijdens het broedseizoen. Hieruit bleek dat er over het algemeen weinig literatuur beschikbaar was, en veel studies enkele kwalitatieve data geven. Volwassen Grutto's en Wulpen eten voornamelijk regenwormen en emelten (larven van langpootmuggen), maar ook kevers, sprinkhanen, en zelfs plantaardig materiaal. Kuikens van Grutto eten voornamelijk vegetatie-bewonende insecten, met een groot aandeel vliegen (slankpootvliegen, dansmuggen, drekvliegen, etc), maar ook vliesvleugeligen en kevers. Kuikens van Wulp hebben een divers dieet met zowel bodem- als vegetatie-gebonden soorten, zoals regenwormen, kevers (loopkevers en snuitkevers), rupsen en bladwesplarven, spinnen, langpootmuggen en wantsen.
- (2) We testten vier verschillende verzamelmethode's voor het bepalen van de voedselbeschikbaarheid, namelijk (a) bodemstalen, (b) bodemvallen, (c) kleurvallen en (d) zuigstalen. Hiervoor selecteerden we twee onderzoeksgebieden: de Kalkense Meersen in de Oost-Vlaamse Scheldevallei waar Grutto broedt en het Schietveld van Houthalen-Helchteren in de Limburgse Kempen waar Wulp broedt. Per gebied werden twee plots geselecteerd op locaties waar weidevogels foeragerend waargenomen waren, en op elke plot werden vier replica's van elke vangstmethode toegepast. Op elke locatie vonden twee staalnames plaats nl. op het einde van de lente én het begin van de zomer. Uit de resultaten bleek dat een combinatie van bodemvallen, bodemstalen en kleurvallen het meest aangewezen is om representatieve groepen uit het dieet te onderzoeken. In tegenstelling tot onze verwachtingen vonden we weinig verschil in gemeenschapsstructuur (op orde-niveau) tussen beide gebieden, maar de gebruikte vangstmethode's lieten wel toe om variatie waar te nemen tussen plots.
- (3) We geven richtlijnen en protocols voor verder onderzoek om variatie in voedselbeschikbaarheid tussen verschillende gebieden te onderzoeken. We stellen

English abstract

Meadow birds such as Black-tailed Godwit and Curlew are in sharp decline in western Europe. The causes of this decline are complex, taking place both in breeding areas, along migration routes and in wintering areas. One factor is the reduced availability of food during the breeding season. Agricultural intensification, habitat loss, acidification from atmospheric nitrogen deposition, and drainage are reducing the availability of insects and other invertebrates. These problems may vary between areas with sandy soils and areas with richer soils that are better buffered against such impacts. Land managers face the challenge of taking effective measures to sustainably maintain food availability for meadow birds.

For sustainable conservation of meadow birds in Flanders, the Species Protection Programme (SBP) *meadow birds* with focus on Black-tailed Godwit and Curlew was launched in 2020, which includes research on differences in food availability between areas on sandy soil and areas on richer soil. Before research on food availability can be initiated, it is necessary to gain a better understanding of which trapping methods are most suitable for monitoring the relevant invertebrate groups (as potential prey or food items). To this end, the study as described below was conducted.

This study consisted of three parts:

- (1) A literature review was used to determine what is known about the diet of Black-tailed Godwit and Curlew during the breeding season. In general, there was little literature available, and many studies give only qualitative data. Adult Black-tailed Godwit and Curlew mainly eat earthworms and leatherjackets (larvae of crane flies), but also beetles, grasshoppers, and even plant material. Chicks of Black-tailed Godwit eat mainly vegetation-dwelling insects, with a high proportion of flies (chironomids, long-legged flies, dung flies, etc), but also hymenoptera and beetles. Chicks of Curlew have a diverse diet with both soil- and vegetation-inhabiting species, such as earthworms, beetles (ground beetles and weevils), caterpillars and sawfly larvae, spiders, crane flies and bugs.
- (2) We tested four different sampling methods for determining food availability, namely (a) pitfall traps, (b) soil sampling, (c) pantraps and (d) suction sampling. For this purpose, we selected two research areas: the Kalkense Meersen in the East Flanders Scheldt Valley where Black-tailed Godwit breeds and the Schietveld Houthalen-Helchteren in the Camine area of Limburg where Curlew breeds. Two plots were selected in each area at locations where meadow birds had been observed foraging, and in each plot each capture method was replicated four times. At each location, sampling was carried twice, during late spring and early summer. The results showed that a combination of pitfall traps, soil samples and pantraps was most appropriate to survey representative invertebrate groups from the diets of Black-tailed Godwit and Curlew. Contrary to our expectations, we found little difference in community structure (at order level) between the two areas, but the trapping methods used did allow variation to be observed between plots.
- (3) We provide guidelines and protocols for further research to investigate variation in food availability between different sites. We propose to select areas along a gradient from high breeding density to no breeding. In each area, 4 locations are selected (replicates) where the three trapping methods (bottom traps, soil samples and color

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
English abstract	5
1 Inleiding	9
1.1 Death by a thousand cuts	9
1.2 Voedselbeschikbaarheid en Weidevogels	10
1.3 Dit onderzoek	11
2 Literatuurstudie dieet Grutto en Wulp	12
2.1 Zoekmethode	12
2.2 Dieet van de Grutto (<i>Limosa limosa</i>)	13
2.2.1 Dieet van adulte vogels	13
2.2.2 Dieet van kuikens	14
2.3 Dieet Wulp (<i>Numenius arquata</i>)	16
2.3.1 Dieet van adulte vogels	16
2.3.2 Dieet van kuikens	17
3 Resultaten veldonderzoek voor bepalen voedselbeschikbaarheid	19
3.1 Studieopzet	19
3.1.1 Algemeen	19
3.1.2 Studiegebieden	21
3.1.3 Veldwerk: vier vangstmethodes voor ongewervelden	22
3.1.4 Verwerking in het labo	26
3.1.5 Analyse en dataverwerking	27
3.2 Resultaten	29
3.2.1 Algemeen	29
3.2.2 Analyse van vangstmethodes	35
3.2.3 Analyse van gebieden	38
3.3 Discussie	43
4 Richtlijnen en verder onderzoek	46
4.1 Evaluatie van staalnamesmethodes	46
4.2 Protocol voor bepalen voedselbeschikbaarheid en voor bepalen van beheeradvies hierrond	46
4.2.1 Selectiecriteria gebieden en locaties	46
4.2.2 Plots en subplots	47
4.2.3 Protocol Vangtmethodes	47
4.2.3.1 Bodemstalen	47

4.2.3.2	Bodemvallen.....	48
4.2.3.3	Kleurvallen.....	48
4.2.3.4	Abiotische bodemmaten en vegetatiedensiteit.....	49
4.3	Aanbevelingen voor verder onderzoek.....	51
4.3.1	Onderzoek naar beweging en foerageergedrag in verschillende habitats	51
4.3.2	Aanvullend onderzoek naar ongewervelden	51
	Referenties	53

1 INLEIDING

1.1 DEATH BY A THOUSAND CUTS

Weidevogels, zoals Kievit (*Vanellus vanellus*), Tureluur (*Tringa totanus*), Grutto (*Limosa limosa*) en Wulp (*Numenius arquata*), zijn soorten die **broeden in open, vaak drassige, graslanden**. In West-Europa gaan deze soorten, net als de meeste andere agrarische natuur, sterk achteruit. Sinds de jaren 1970 nemen de aantallen en verspreiding van weidevogels ernstig af (Roodbergen et al., 2012). Op de Europese Rode Lijst zijn Grutto en Wulp opgenomen in de categorie ‘bijna in gevaar’ (BirdLife International, 2023a, 2023b), en op de Vlaamse Rode Lijst als respectievelijk ‘kwetsbaar’ en ‘bedreigd’ (Devos et al., 2016).

De oorzaken van deze achteruitgang zijn complex. **Langs de trekroutes en in overwinteringsgebieden** in Zuid-Europa en West-Afrika heeft **habitatverlies** een belangrijke negatieve impact op de West-Europese broedpopulatie (Tucker and Heath, 1994). Dit habitatverlies wordt veroorzaakt door een combinatie van toenemende droogte en versterkte drainage van wetlands (Gill et al., 2008). Een actueel voorbeeld is de omgeving van het Doñana National Park in Andalusië waar wetlands, die zeer belangrijk zijn voor Grutto tijdens de winter en tijdens de trekperiode, sterk bedreigd zijn door (illegale) waterwinning in functie van serrelandbouw en door klimaatsverandering¹. Naast habitatverlies is ook **jacht en stroperij** tijdens de trek en in de overwinteringsgebieden problematisch (BirdLife International, 2023a, 2023b; Jiguet et al., 2023). Dit is ook voor de Vlaamse populatie relevant, zoals aangetoond door een gezenderde Wulp van de erg kleine Vlaams-Brabantse broedpopulatie die in 2020 illegaal afgeschoten werd langs de Franse kust (Jiguet et al., 2021). In de West-Afrikaanse overwinteringsgebieden nemen conflicten met rijstboeren toe doordat Grutto's daar alsmear vroeger op het seizoen naar terugkeren.

In **broedgebieden** leidt een toegenomen **intensivering van de landbouw tot verlies aan habitat en een gedegradeerde kwaliteit van het overblijvende habitat** (Kentie et al., 2013; Kleijn et al., 2010). Graslanden worden vroeg gemaaid, gedraineerd of genivelleerd, insectenrijke hooilanden worden omgezet naar monotone raaigraslanden en het grasland-areaal raakt versnipperd. Een direct effect is **de afname van het voedselaanbod in de vorm van insecten en andere geleedpotigen** (Kentie et al., 2013; Onrust, 2017). Daarnaast neemt ook de **(nest)predatie** toe en treedt predatiemijding op bij hoge dichtheden van de voornaamste predatoren (samengevat in Teunissen et al., 2020). Belangrijkste predatoren zijn zoogdieren als Vos, Steenmarter en Bruine rat, maar ook Zwarte kraai wordt vaak vermeld. Ook **verstoring** (bv. door recreanten of verkeer) kan een factor zijn in de afname van de kwaliteit van het overblijvende habitat (Oosterveld and Altenburg, 2005).

De relatieve bijdrage van deze verschillende factoren aan de achteruitgang van deze vogelsoorten is niet goed bekend, maar verschillende factoren spelen samen en hebben een **cumulatief effect**. Zo blijkt bijvoorbeeld uit studies op zowel Wulp als Grutto dat nestpredatie toeneemt met de mate van landbouw-intensivering (Kentie et al., 2015; Valkama et al., 1998).

¹ <https://www.theguardian.com/world/2022/feb/08/bitter-fruit-strawberry-boom-water-plan-raises-fears-for-spanish-wetlands>

Samen zorgen verschillende factoren dus voor ‘*a death by a thousand cuts*’. Voor terreinbeheerders is het daardoor vaak moeilijk om te weten welke combinatie aan maatregelen nodig is om de populatie weidevogels duurzaam te behouden (Franks et al., 2018).

1.2 VOEDSELBESCHIKBAARHEID EN WEIDEVOGELS

Voor weidevogels als Grutto en Wulp is niet alleen de **beschikbaarheid van prooien voor oudervogels** (Onrust, 2017), maar vooral ook de beschikbaarheid van prooien **voor jonge kuikens** van groot belang voor een succesvolle reproductie en daarmee duurzame overleving van populaties (Beintema et al., 1991; Kentie et al., 2013; Schekkerman and Beintema, 2007). Uit een studie bij Grutto blijkt dat kuikens trager groeien en kleiner blijven in insectenarme monocultuurgraslanden, in vergelijking met kuikens die opgroeien in insectenrijke gemengde graslanden (Kentie et al., 2013).

Uit onderzoek blijkt dat insecten en andere arthropoden in de voorbije decennia sterk zijn afgenomen (samengevat in Wagner, 2020). Deze achteruitgang vond ook plaats in gebieden onder natuurbeheer (zie bv. Hallmann et al., 2017). De oorzaken van deze achteruitgang zijn divers en contextafhankelijk, maar habitatversnippering, intensief landgebruik, vervuiling (o.a. stikstofdepositie), gebruik van insecticiden en herbiciden, en verdroging blijken belangrijke factoren. Naast de achteruitgang van het aantal prooidieren zorgen diverse factoren er ook voor dat de prooien in graslanden niet altijd toegankelijk zijn voor vogels, zelfs als ze aanwezig zijn. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de verdichting van de vegetatie door stikstofdepositie waar kuikens niet kunnen doorlopen, of door een door droogte verharde bodem die voor volwassen vogels ondoordringbaar wordt (McCracken and Tallowin, 2004).

Onderzoek in Nederland toonde aan dat er vooral op de zandige bodems een grote achteruitgang is van zowel de bovengrondse insectenpopulaties als het ondergrondse bodemleven en dat er daardoor ook bij broedvogels een sterke achteruitgang is (Wereld Natuur Fonds, 2020). De achteruitgang van veel vogelsoorten op de arme zandgronden wordt gelinkt aan de verzuringsproblematiek en de atmosferische depositie, die voor een grote achteruitgang van het voedsel van deze soorten zorgen. Als de zuurtegraad (pH) van de bodem onder de drempelwaarde van 5 zakt, sterft een groot deel van het bodemleven. In gebieden met een rijkere bodem, die beter gebufferd zijn, is voedselbeschikbaarheid vermoedelijk minder problematisch.

Er is in de gebieden in Vlaanderen waar belangrijke aantallen weidevogels gevonden worden **erg weinig data voorhanden over het voedselaanbod**. Analooq aan de Nederlandse situatie is in Vlaanderen het aantal weidevogels op de Kempische zandgronden de afgelopen jaren sterk gedaald. Belangrijke aantallen broedende weidevogels zijn nu hoofdzakelijk beperkt tot slechts enkele bastions in de Antwerpse (o.a. Turnhouts Vennengebied en rond de Brechtse Heide) en Limburgse Kempen (o.a. aan de noordrand van het Schietveld van Houthalen-Helchteren). Weidevogels zijn in deze gebieden nog wel aanwezig, maar halen hier een heel laag broedsucces (Achtergrondrapport bij het soortenbeschermingsprogramma voor de weidevogels (MB 21/12/2020)). Dit lijkt minder het geval te zijn in gebieden met weidevogels op de rijkere en beter gebufferde bodems, zoals de poldergraslanden in West-Vlaanderen en in de Scheldevallei.

1.3 DIT ONDERZOEK

Voor een duurzame instandhouding van weidevogels in Vlaanderen, werd in 2020 het **Soortenbeschermingsprogramma (SBP) weidevogels met focus op Grutto en Wulp** opgestart. In dit SBP werden twee acties opgenomen voor onderzoek naar voedselbeschikbaarheid in de bodem (actie 5.3) en in de vegetatie (actie 5.4).

Voordat zulk onderzoek naar voedselaanbod in verschillende gebieden kan opgestart worden is het nodig om **een beter inzicht te krijgen welke vangstmethodes het meest geschikt zijn om de relevante ongewerveldengroepen op te volgen**. Dit zou ook leiden tot kennis over welke methoden gebruikt kunnen worden voor een wetenschappelijke evaluatie van herstelmaatregelen zoals vernatting, afgravingen, of aangepast maaibeheer. Dit verkennend onderzoek werd uitgevoerd door INBO en had een driedelig doel:

1. Het bepalen van het ongewerveldendieet van de betrokken weidevogels aan de hand van een literatuurstudie;
2. Het uittesten van verschillende vangstmethodes voor de bepaling van de voedselbeschikbaarheid; en
3. De selectie van studiegebieden, de ontwikkeling van een protocol voor het bepalen van voedselbeschikbaarheid die zou moeten leiden tot onderzoek voor het bepalen van kritische sleutelfactoren en tot het opstellen van richtlijnen voor het beheer.

2.1 ZOEKMETHODE

Gebruikte zoektermen waren

- ("Diet" OR "Food*") AND ("Curlew*" OR "Numenius arquata" OR "Godwit*" OR "Limosa limosa")

We bespreken per soort het dieet voor zowel adulte vogels als voor kuikens. Ter samenvatting geven we een tabel (zie tabel 1), waarbij de belangrijkste prooigroepen (i.e. voorkomend in meerdere studies en >25% van de prooien) donkerder gekleurd worden, minder belangrijke prooigroepen (5-25% voorkomen) een lichtere kleur krijgen, en niet belangrijke soorten een de prooigroep volgens de literatuur (Witte vakjes duiden aan dat een soortgroep weinig of niet gegeten wordt).

2.2 DIEET VAN DE GRUTTO (LIMOSA LIMOSA)

2.2.1 Dieet van adulte vogels

Het dieet van volwassen Grutto's bestaat in de broedgebieden voornamelijk uit **bodembewonende prooien zoals emelten (larven van langpootmuggen - Tipulidae) en regenwormen** (Onrust, 2017; Teunissen and Wymenga, 2011), maar ook andere ongewervelden zoals kevers, sprinkhanen, weekdieren en zelfs plantaardig materiaal kunnen belangrijk zijn tijdens het broedseizoen (BirdLife International, 2023a; Cramp & Simmons 1983). Volwassen vogels foerageren in hoofdzaak door met hun snavel in de grond te boren ('tastjagers'). Onrust (2017) berekende dat een volwassen vrouwtje Grutto meer dan 700 wormen per dag nodig heeft om aan haar energiebehoefte te voldoen. Net voor of net na het broedseizoen kunnen ook prooien uit ondiepe aquatische biotopen een belangrijke voedselbron zijn (Cramp & Simmons 1983; Melman and Jonker, 2019). Vermelde prooi-soorten zijn hier muggenlarven (voornamelijk dansmuggen - Chironomidae), waterkevers (Dytiscidae, Hydrophilidae), waterwantsen (Corixidae) en weekdieren (waterslakken - Mollusca, tweekleppigen - Bivalvia).

Cramp and Simmons (1983) vermelden 3 studies op basis van maaganalyses van volwassen Grutto's tijdens het broedseizoen. Bij een studie uit Kazachstan werden voornamelijk kevers (73% van de stalen; loopkevers, waterroofkevers, mestkevers etc), vliegen (22% van de stalen; dazen, dansmuggen), waterslakken (31% van de stalen) en plantenmateriaal (51% van de stalen; zegges, graan en fonteinkruiden). Een andere studie uit Kazachstan vermeldt kevers, sprinkhanen, oorwormen, libellen, rupsen en vliegen. Een studie uit Oekraïne vond dan weer voornamelijk sprinkhanen en vliegen als prooi-soorten.

Op deze studies na, vonden we geen studies met kwantitatieve gegevens van het dieet van volwassen Grutto in de broedperiode. Deze studies vonden plaats in Oost-Europa en Centraal Azië, en het is onduidelijk of ze ook relevant zijn voor Noordwest-Europa. Het dieet kan verschillend zijn in andere types graslanden, met bv. een groter aandeel aan wormen (Onrust 2017).

Voor de migratie- en winterperiode zijn wel meerdere studies met kwantitatieve gegevens beschikbaar (o.a. Estrella and Masero, 2010; Robin et al., 2015; Scheiffarth, 2001). Aangezien deze studies plaatsvonden in kustgebieden en estuaria en de vermelde prooi-soorten (tweekleppigen en borstelwormen) niet voorkomen in graslanden, worden deze studies hier niet verder besproken.

Naast deze studies zijn er enkele studies die overleving, broedsucces of habitatvoorkeur van Gruttofamilies correleren met de aantallen van geledpotigen (bv. bepaald via bodemvallen), maar niet rechtstreeks naar het dieet kijken (o.a. Belting and Belting, 1999; Kleijn et al., 2007; Schekkerman and Beintema, 2007; Verhulst et al., 2008). Deze worden hier niet besproken, maar de resultaten van deze werden – indien relevant – wel besproken in deel 1.2.

2.3 DIEET WULP (NUMENIUS ARQUATA)

2.3.1 Dieet van adulte vogels

Het dieet van volwassen Wulpen bestaat in het broedseizoen voornamelijk uit **bodembewonende prooien zoals regenwormen en terrestrische insecten (kevers en sprinkhanen)**, hoewel ook kreeftachtigen, weekdieren en polychaete wormen (borstelwormen), spinnen, bessen, zaden, kleine visjes, amfibieën, hagedissen en jonge vogels en muizen gegeten worden (BirdLife International, 2023b; Buchanan et al., 2006). Wulp heeft een langere snavel dan Grutto, en kan prooien bereiken die zich dieper in de bodem ophouden.

Er zijn slechts beperkte – en meestal oudere – studies. Cramp & Simmons (1983) vermeldt drie studies tijdens het broedseizoen op basis van maaganalyses bij volwassen vogels. In Kazachstan werden voornamelijk sprinkhanen gevonden, maar ook (in afnemende mate van belang) kevers, vliegen, vlinders, kreeftachtigen, muizen, en een occasionele hagedis en pad. In bijna de helft van de stalen werd ook plantaardig materiaal gevonden (granen en groen materiaal). Een studie in Oekraïne vond vooral insecten (vooral loopkevers en mestkevers) en sprinkhanen, maar ook mieren, emelten (langpootmuglarven), oorwormen, wantsen, wormen en kikkers. In Estland werden voornamelijk kevers gevonden, maar in 2 van de 16 onderzochte stalen vond men ook grote hoeveelheden kleine veenbessen. Enkele studies vermelden ook mestkevers als (zeer) belangrijke prooi (Hibbert-Ware and Ruttledge, 1944, Cramp & Simmons 1983).

Deze studies plaats in Oost-Europa en Centraal Azië, en het is onduidelijk of ze ook relevant zijn voor Noordwest-Europa. Het dieet kan verschillend zijn in andere types graslanden. Bovendien geven de studies enkel kwalitatieve gegevens, en ontbreken kwantitatieve gegevens over welke prooi-soorten of welke prooigrootte volwassen Wulpen tijdens het broedseizoen eten, zoals die voor de migratie- en winterperiode wel beschikbaar waren (bv. Goss-Custard and Jones, 1976; Li et al., 2020). Aangezien deze studies plaatsvonden in kustgebieden en estuaria en de vermelde prooi-soorten (tweekleppigen en borstelwormen) niet voorkomen in graslanden, worden deze studies hier niet verder besproken.

Berg (1993) onderzocht via veldobservaties de voedselvoorkeur van Wulp in Centraal-Zweden, en maakte daarbij enkel een onderscheid tussen 'regenwormen' en 'andere ongewervelden (inclusief kleine wormen)'. Uit deze studie komen desalniettemin een aantal interessante vaststellingen: (1) regenwormen zijn de belangrijkste prooi-soort, (2) het relatief aandeel regenwormen neemt af in het broedseizoen, en (3) mannetjes (die een kortere snavel hebben) eten meer andere ongewervelden dan vrouwtjes (die een langere snavel hebben).

Tabel 1: Samenvatting van het dieet van Grutto en Wulp in het broedseizoen zoals hierboven besproken: hoe donkerder gekleurd, hoe belangrijker de prooigroep volgens de literatuur (Witte vakjes duiden aan dat een soortgroep weinig of niet gegeten wordt). Voor meer informatie over toewijzing aan categorieën (kleuren), zie 2.1.

	Grutto (<i>Limosa limosa</i>)		Wulp (<i>Numenius arquata</i>)	
	Adult	Kuiken	Adult	Kuiken
Regenwormen algemeen (Lumbricidae)				
Vliegen algemeen (Diptera)				
Emelten (langpootmug-larven) (Tipuloidea)				
Langpootmuggen (Tipuloidea)				
Slankpootvliegen (Dolichopodidae)				
Dansmuggen (Chironomidae)				
Drekvliegen (Scathophagidae)				
Vliesvleugelingen algemeen (Hymenoptera)				
Bladwesp-larven (Symphyta)				
Sluipwespen (Ichneumonidae)				
Kevers algemeen (Coleoptera)				
Snuitkevers (Curculionoidea)				
Loopkevers (Carabidae)				
Mestkevers (Scarabaeidae)				
Kniptorren (Elateridae)				
Sprinkhanen (Orthoptera)				
Rupsen (vlinder-larven) (Lepidoptera)				
Bladluizen (Aphidoidea)				
Spinnen (Araneae)				

3.1 STUDIEOPZET

Voor het uittesten van verschillende vangstmethodes voor het bepalen van de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels selecteerden we twee bezette weidevogelgebieden:

- In elk studiegebied werden twee plots geselecteerd, op plekken die representatief werden geacht als foerageerhabitat voor weidevogels, namelijk op plekken waar Grutto of Wulp foeragerend werd waargenomen door de beheerders. Beide plots per studiegebied kunnen dus als replica's beschouwd worden.

In elke plot werden op vier verschillende subplots staalnames genomen (Figuur 1). Deze werden geselecteerd waar de vegetatie representatief is voor de plot en lagen op een afstand van ca 50 tot 200m van elkaar. Op elk van die subplots werden vier methodes uitgetest (zie verder).

Verder werd in elke plot viermaal de bodemvochtigheid bepaald (door een staal te nemen, te wegen, in de droogoven te steken voor 48u en vervolgens opnieuw te wegen). Ook werden in elke plot twee temperatuurloggers (DS1925 iButton High-Capacity Temperature Logger, Maxim Integrated Products) in de bodem ingegraven (op een diepte van 10 cm) (steeds bij subplot 1 en 2).

In elke plot werden de vier verschillende vangstmethodes tweemaal uitgevoerd in 2023, namelijk begin juni en begin juli (in de Kalkense meersen 31 mei en 5 juli; in Houthalen-Helchteren 5 juni en 7 juli)

Deze staalnamemomenten werden bewust laat in het broedseizoen gepland om eventuele verstoring tot een minimum te herleiden. In het komend protocol wordt die periode aangepast (zie ook deel 4.1).



Figuur 1: Kaart van de studiegebieden in (A) Kalkense Meersen (Laarne, Oost-Vlaanderen) en (B) op het militair domein van Houthalen-Helchteren (Limburg). Per gebied werden twee plots geselecteerd. In elke plot werden op 4 verschillende subplots de vier vangstmethodes tweemaal uitgevoerd tijdens 2023.

3.1.3 Veldwerk: vier vangstmethodes voor ongewervelden

Bodemvallen

Bodemvallen zijn interceptievallen die vooral organismen verzamelen die zich over de bodem, tussen de vegetatie, voortbewegen. Deze stalen werden genomen door een plastic bodemval (diameter 10 cm) in te graven. Eerst wordt met een schopje een PCV-koker ingegraven, daarna wordt hier een plastic beker ingezet met een 70%-oplossing van propyleenglycol en een druppel ongeparfumeerd afwasmiddel om de oppervlaktespanning te breken. Per plot werd begin juni op de vier verschillende subplots een bodemval geplaatst. Deze werden na 7 dagen leeggemaakt en bewaard in 70 % propyleenglycol. Dit werd begin juli herhaald op dezelfde locaties.



Figuur 2: Eén van de bodemvallen in de Kalkense meersen (plot K1, juni 2023) (foto: Daan Dekeukleire).

Bodemstalen

Bodemstalen worden genomen om in de grond levende organismen te inventariseren. Bodemstalen werden genomen door een stuk bodem van 20cm x 20cm x 20cm uit te graven met een spade. Per subplot werden telkens één bodemstaal genomen begin juni en begin juli. Het staal werd in een gesloten plastic zak bewaard om de dag nadien te sorteren in het labo.



Figuur 3: Links: Bodemstaalname in de Kalkense meersen (plot K2, juni 2023) (foto: Luc De Bruyn).
Rechts: uitsorteren van bodemstalen met enkele regenwormen zichtbaar (foto: Daan Dekeukeleire).

Zuigstalen (*suction sampling*)

Zuigstalen worden aangewend voor het verzamelen van insecten die zich op en in de vegetatie ophouden. Zuigstalen werden genomen met behulp van een elektrische bladblazer (Black&Decker GWC3600) waarvan de luchtstroom werd omgekeerd zodat het toestel fungeert als stofzuiger met een zuigoppervlakte van 0,00628 m². Elke staalname bestond uit 10 afzuigingen van 15 seconden waarbij de zuigermond lichtjes op en neer werd bewogen. Met één staalname werd dus een oppervlakte van 0,0628 m² bemonsterd. De punten lagen ca. 1 m uit elkaar verwijderd op een rij. Per subplot werden één staalname genomen (startpunt steeds bij de bodemval).

De verzamelde ongewervelden werden opgevangen in een net (maaswijdte ca. 0.2 mm), verdoofd met ethylacetaat en bewaard in 70 % propyleenglycol.



Figuur 4: Luc De Bruyn klaar voor het nemen van een zuigstaal in de Kalkense meersen (plot K1, juni 2023) (Foto: Daan Dekeukeleire)

Pan traps (kleurvallen)

Pan traps of kleurvallen worden gebruikt om vooral vliegende insecten te verzamelen (Grootaert et al., 2010). Pan traps bestonden uit gekleurde triplets van plastic schaaltes (inhoud 350 ml; Salbert, artikelnummer: 92012A500) bespoten met UV-reflecterende SparVar "Leuchtfarbe" verf (1 × wit, 1 × geel, 1 × blauw). Elk schaalte bevatte ca. 200 ml propyleenglycol met een druppel ongeparfumeerd afwasmiddel om de oppervlaktespanning te verlagen. Elk triplet werd bevestigd aan een houten paaltje met behulp van draadsteunen en werd geplaatst op de gemiddelde hoogte van bloemen of andere omringende vegetatie of nabij de grond bij zeer korte vegetatie of kale grond. Voor meer uitleg over de methode, zie O'Connor et al. (2019). De pan traps werden na 7 dagen opgehaald. Per subplot werd één triplets opgesteld (nabij de bodemval) begin juni en vier begin juli. Vangsten werden bewaard in 70 % propyleenglycol.



Figuur 5: Triplet van pantraps in de heide van het schietveld van Houthalen-Helchteren (plot HH2, juni 2023) (foto: Daan Dekeukeleire).

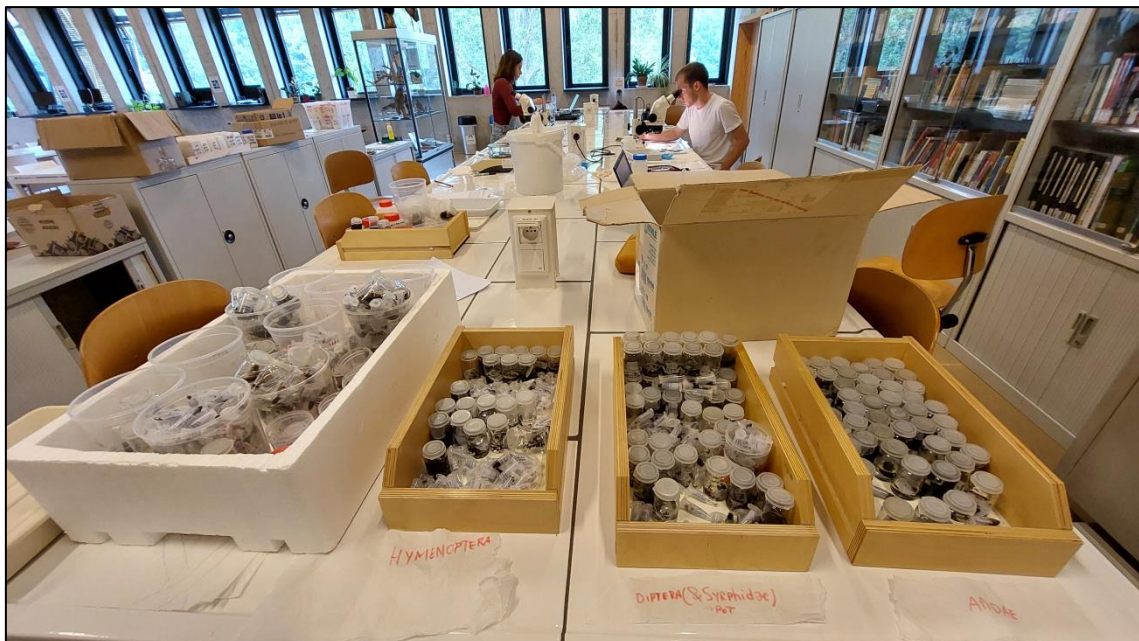
3.1.4 Verwerking in het labo

De **bodemstalen** werden handmatig doorzocht in het labo. Daarbij werden alle aanwezige ongewervelden geïdentificeerd in grote groepen (Schelfhout 2023). De grote ecologische groepen waarin de soorten onderverdeeld werden waren:

- anekische regenworm (diepe graver)
- epigeïsche regenworm (strooiselworm)
- endogeïsche regenworm (bodemwoeler)
- juveniele regenworm
- emelt (larve langpootmuggen Tipulidae)
- keverlarves
- overige soorten

Stalen van de **bodemvallen**, **pan traps** en **zuigstalen** werden in de bioruimte van het Departement Biologie aan de Universiteit Antwerpen uitgesorteerd en gewogen door jobstudenten. De aanwezige ongewervelden werden per staal gesorteerd. Organismen werden onderverdeeld in klassen 'Klein' (lengte < 0.5 cm), 'Middel' (lengte = 0.5 - 2 cm) en 'Groot' (lengte > 2 cm). Op één staal na, werden springstaarten (Collembola) en mijten (Acari) niet verder uitgezocht. Ten eerste bleek dit zeer tijdrovend vermits er regelmatig honderden individuen in een staal zaten. Ten tweede zijn deze taxa zeer klein (<1mm) waardoor ze een verwaarloosbare voedingswaarde hebben en komen ze niet voor in de dieetstudies (zie deel 2).

Na het sorteren van al het materiaal werd per staal de massa bepaald van alle verzamelde groepen (tot 0.01 gr nauwkeurig)



Figuur 6. Verzamelde stalen werden achteraf in het lab gesorteerd, gedetermineerd tot op orde en gewogen (foto: Luc De Bruyn).

3.1.5 Analyse en dataverwerking

Dataverkenning

Bij een eerste verkenning van de data werden de waargenomen aantallen en gewichten per vangstmethode en per soortgroep voor de verschillende plots grafisch weergegeven. We geven ook abiotische factoren, zoals de temperatuur en bodemvochtigheid, grafisch weer.

Analyse van de vangtmethodes

Om relaties tussen potentiële prooi-soorten en vangstmethode te kunnen visualiseren en interpreteren werd gebruik gemaakt van NMDS (*Non-Metric Multidimensional Scaling*), een type multivariate analyse die niet uitgaat van een specifiek response model, met het R package Vegan (Oksanen et al., 2022). Voor deze analyse werden soortgroepen die slechts in zeer beperkte aantallen aanwezig waren verwijderd, namelijk schietmotten (Trichoptera), hooiwagens (Opiliones), en netvleugeligen (Neuroptera). Ook konden 4 stalen niet in de analyse opgenomen worden, namelijk de drie kleurvallen van subplot K2_4 (binnen Kalkense meersen) omdat die vallen vernield waren en het zuigstaal van subplot HH2_4 (binnen Houthalen-Helchteren) omdat er niets in zat. We vergeleken de gemeenschapsstructuur voor beide gebieden op deze manier eerst volgens maand en vangstmethode.

Daarnaast werd gebruik gemaakt van een indicator taxa analyse om na te gaan of bepaalde taxa specifiek gebonden waren aan bepaalde vangstmethoden. Daarvoor werd het R package 'indicspecies' gebruikt (Cáceres and Legendre, 2009). Bij deze analyse werden groepen opgesplitst indien mogelijk: kevers in Loopkevers (Carabidae), Korstschildekevers (Staphylinidae) en overige kevers, vliesvleugeligen in bijen (Apidae) en overige hymenoptera, en vliegen in Zweefvliegen (Syrphidae) en overige vliegen.

Analyse van verschillen tussen gebieden

We gebruikten *Generalized Linear Mixed Models* om te onderzoeken of aantallen en biomassa verschilden tussen de gebieden voor (1) ongewervelden in het algemeen en de belangrijkste groepen in het dieet van de weidevogels, namelijk (2) wormen, (3) vliegen, (4) kevers. Alle exemplaren uit de klasse ‘Klein’ (< 0.5 cm) werden niet opgenomen in de analyse omdat die volgens de literatuur weinig bijdragen aan de voedselvoorziening van de vogels.

Door het beperkt aantal gebieden in deze studie (twee gebieden) is deze analyse er niet zozeer op gericht om verschillen tussen de gebieden te kunnen verklaren en interpreteren. Daarvoor zijn namelijk meer datapunten nodig. Maar de analyses laten wel toe om na te gaan of we met de gebruikte verzameltechnieken al variatie tussen gebieden en/of plots kunnen waarnemen.

Voor aantallen werd een negatief binomiale verdeling gebruikt (er was overdispersie bij een Poisson verdeling). De biomassa werd eerst logaritmisches getransformeerd om aan de assumpties van een normaalverdeling te voldoen en er werd een normaalverdeling gebruikt. *Fixed factors* waren respectievelijk gebied, vangstmethode en de interactie gebied*vangstmethode om verschillen tussen gebieden te bepalen, of plot, vangstmethode en de interactie om verschillen tussen plot te bepalen. Vermits de vallen opgesteld in een plot niet statistisch onafhankelijk zijn werd voor de gebiedsanalyse plot toegevoegd als random

Ten tweede werd, net als bij de analyse van de vangstmethodes, gebruikt gemaakt van een NMDS om verschillen en gelijkenissen in gemeenschapsstructuur (op ordeniveau) tussen plots en gebieden na te gaan.

3.2 RESULTATEN

3.2.1 Algemeen

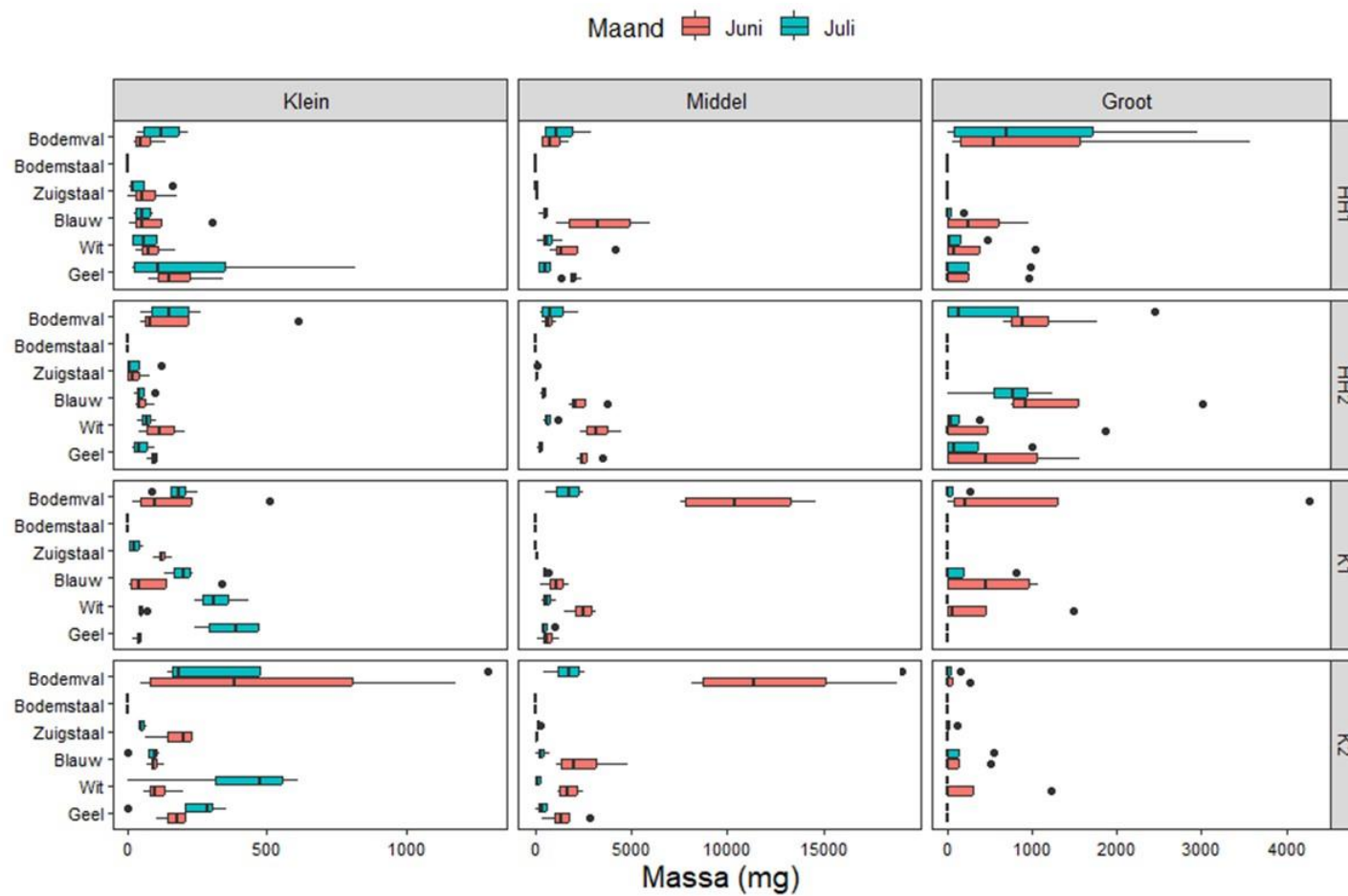
In het totaal werden 41.318 arthropoden en wormen gevonden in 63 stalen (8 stalen per vangstmethode per plot; één staal, de kleurvallen van subplot K2_4 binnen Kalkense meersen) was geïndiceerd).

De talrijkste groep was de vliegen (Diptera), gevolgd door spinnen (Araneae) en vliesvleugeligen (Hymenoptera) (tabel 2). Collembola en Acari werden niet verder uitgezocht (zie ook 3.1.3).

De meeste specimens , van alle groottes, werden gevonden met bodemvallen en kleurvallen (zie ook figuur 7), hoewel er ook redelijk wat variatie waar te nemen was tussen plots. Eenzelfde patroon kon ook waargenomen worden voor de massa (figuur 8). Als we per orde kijken zien we dat vooral kevers dit patroon kunnen verklaren (figuur 9).

Tabel 2: Overzicht van gevonden arthropoden en andere ongewervelden verdeeld over de verschillende plots (HH: Schietveld Houthalen-Helchteren; K: Kalkense Meersen; cijfer duidt plotnummer aan)

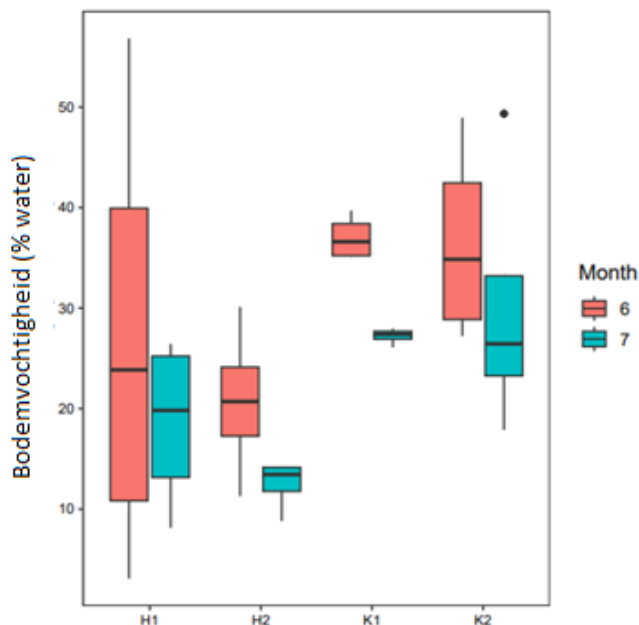
Groep	HH1	HH2	K1	K2	Totaal
Diptera – vliegen en muggen	3039	3212	17808	5110	29169
Araneae - spinnen	153	257	1879	4177	6466
Hymenoptera - vliesvleugeligen	732	1031	388	415	2566
Coleoptera - kevers	195	298	564	430	1487
Homoptera - cicaden	198	77	221	288	784
Thysanoptera - tripsen	97	115	122	67	401
Heteroptera - wantsen	55	38	14	12	119
Lepidoptera - vlinders	25	41	12	9	87
Annelida - ringwormen	7	15	48	10	80
Orthoptera –	35	9	3	11	58



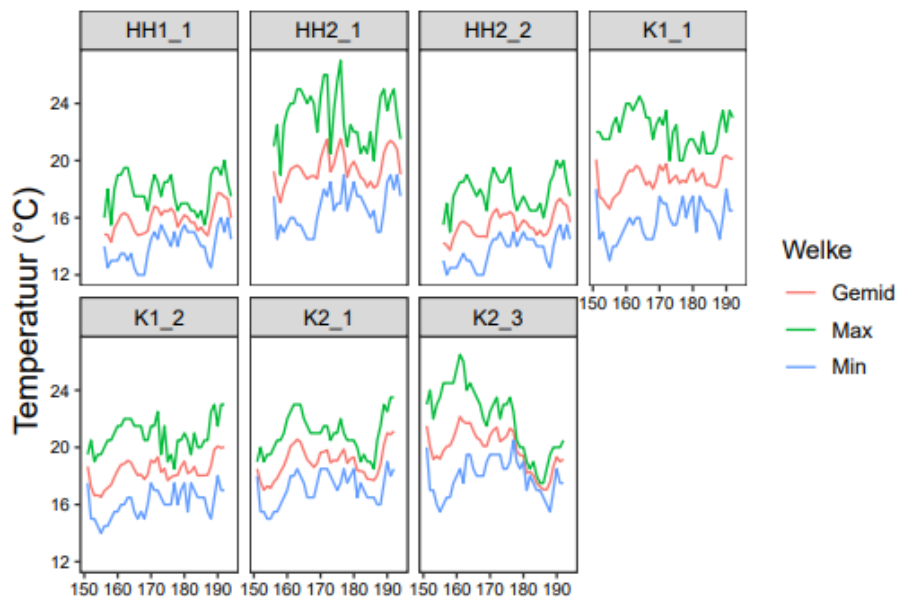
Figuur 8: Gemiddelde totale massa per staal verzameld met de verschillende verzamelmethoden

////////////////////////////////////

De bodemvochtigheid was hoger in de Kalkense meersen dan in Houthalen-Helchteren. In plot H1 was de variatie opvallend hoog (figuur 10). Logischerwijs was de bodemvochtigheid ook lager in juli dan in juni. De bodemtemperatuur vertoonde veel variatie tussen de plots (figuur 11).



Figuur 10: Bodemvochtigheid (% water) in de verschillende onderzochte plots.

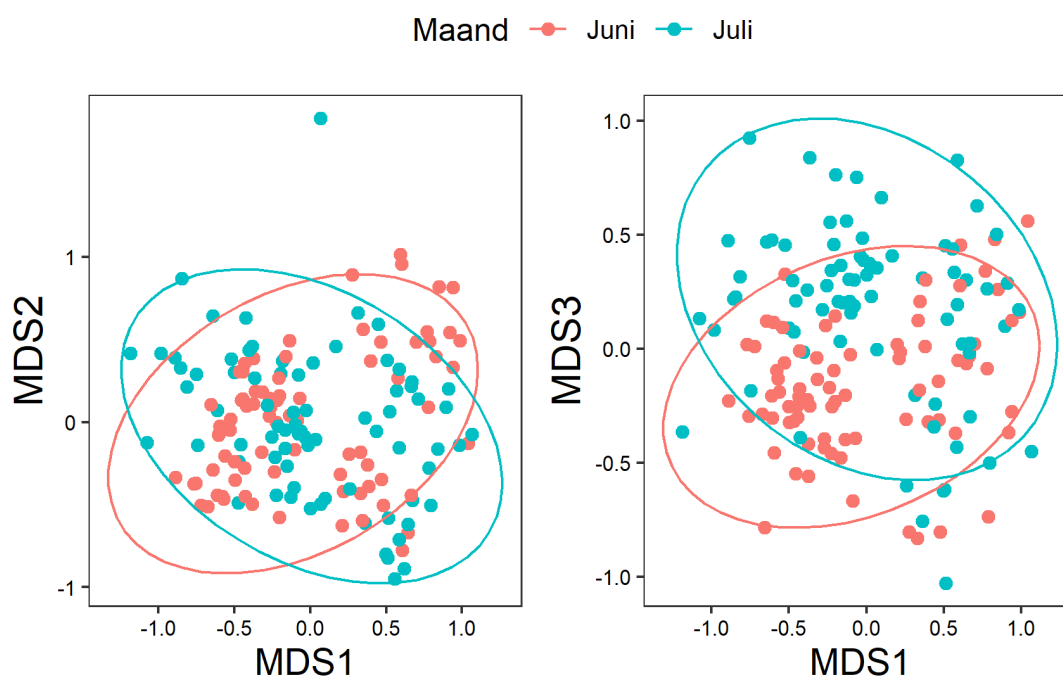


Figuur 12: Verloop van de bodemtemperatuur op 10 cm diepte (minimum, maximum en gemiddelde per dag) zoals gemeten met iButtons in de verschillende plots (HH: Houthalen-Helchteren; K: Kalkense meersen). De X-as geeft de dag van het jaar weer (30 mei 2023 = 150).

3.2.2 Analyse van vangstmethodes

Gemeenschapsstructuur

Uit de multivariate analyse (NMDS) blijkt dat er een grote overlap is tussen de twee onderzochte maanden (figuur 13). Voor de drie vangstmethodes zijn duidelijke verschillen waar te nemen (figuur 14). De drie kleurvallen clusteren samen aan de linkerkant van de eerste as en beide andere vallen aan de rechterkant van deze as. Bodemvallen en zuigstalen vallen uit elkaar volgens de tweede as met hoge waarden voor bodemvallen en lage waarden voor zuigstalen.



Figuur 13: Visualisatie van de gemeenschapsstructuur (op orde-niveau) per maand via NMDS voor de eerste drie assen. Elk punt is een staalname. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen in de figuur, hoe gelijkaardiger de samenstelling van de gemeenschappen. Om de groepen beter te visualiseren werden 95% confidentie ellipsen rond de punten getrokken. Er is geen significant verschil tussen verschillende maanden.

Tabel 3: Indicator taxa voor de verschillende staalname methodes (Zie 3.1.5 voor uitleg over de opsplitsing van ordes)

Taxon	Bodemval	Bodemstaal	Wit	Geel	Blauw	Zuigstaal	Index	p
Annelida-Groot		1					1	0.001
Annelida-Klein		1					1	0.001
Annelida-Middel		1					1	0.001
Apidae-Groot					1		4	0.001
Apidae-Middel			1	1	1		22	0.001
Araneae-Klein	1					1	9	0.001
Araneae-Middel	1						1	0.001
Carabidae-Groot	1						1	0.001
Carabidae-Klein	1						1	0.001
Carabidae-Middel	1						1	0.001
Chilopoda-Groot	1						1	0.005
Chilopoda-Middel	1						1	0.001
Coleoptera-Groot	1						1	0.019
Coleoptera-Middel	1		1	1	1		26	0.001
Diptera-Klein			1	1	1		22	0.001
Diptera-Middel			1	1	1		22	0.001
Heteroptera-Middel	1					1	9	0.042
Homoptera-Middel						1	5	0.006
Hymenoptera-Middel			1	1			10	0.001
Isopoda-Klein	1						1	0.038
Isopoda-Middel	1						1	0.001
Lepidoptera-Middel			1	1	1		22	0.001
Orthoptera-Groot	1						1	0.046
Orthoptera-Klein	1					1	9	0.001
Orthoptera-Middel	1					1	9	0.001
Staphylinidae-Middel	1						1	0.001
Syrphidae-Middel				1			3	0.001
Thysanoptera-Klein			1	1	1		22	0.001

3.2.3 Analyse van gebieden

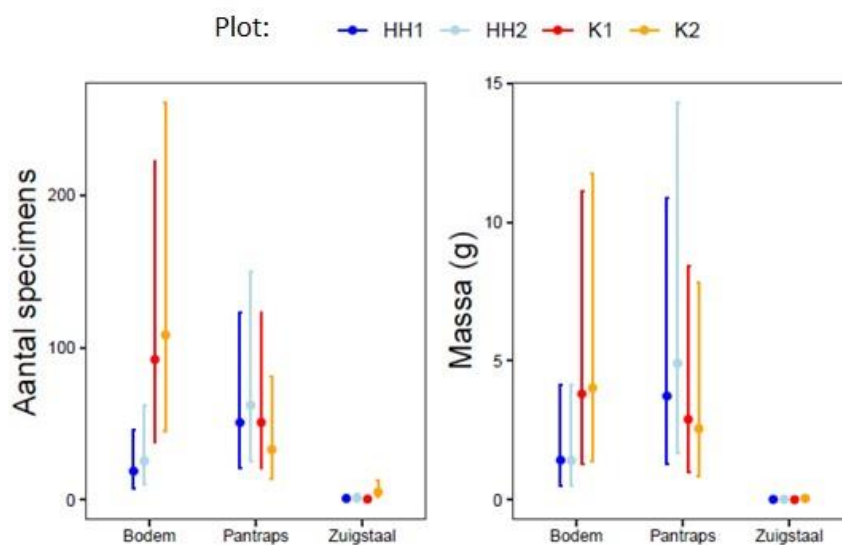
Verschillen in aantallen en biomassa tussen gebieden

Voor alle ongewervelden samen vonden we een significante interactie Gebied*Vangstmethode ($df = 6$; $p < 0.001$) en voor biomassa ($df = 6$, $p = 0.022$) (zie ook figuur 15). Het effect van vangstmethodes op aantal en biomassa verschilt dus volgens het gebied.

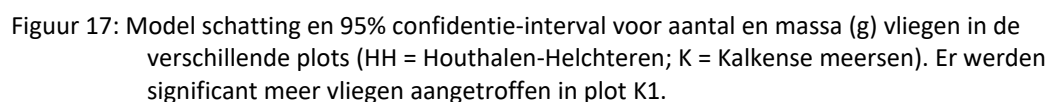
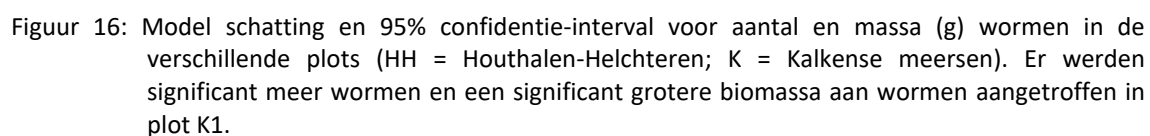
Bij wormen werden een significant verschil gevonden in aantal ($df = 3$, $p = 0.010$) en biomassa ($df = 3$, $p < 0.001$). Plot K1 in de Kalkense Meersen had een opvallend hogere waarde dan de andere plot (figuur 16).

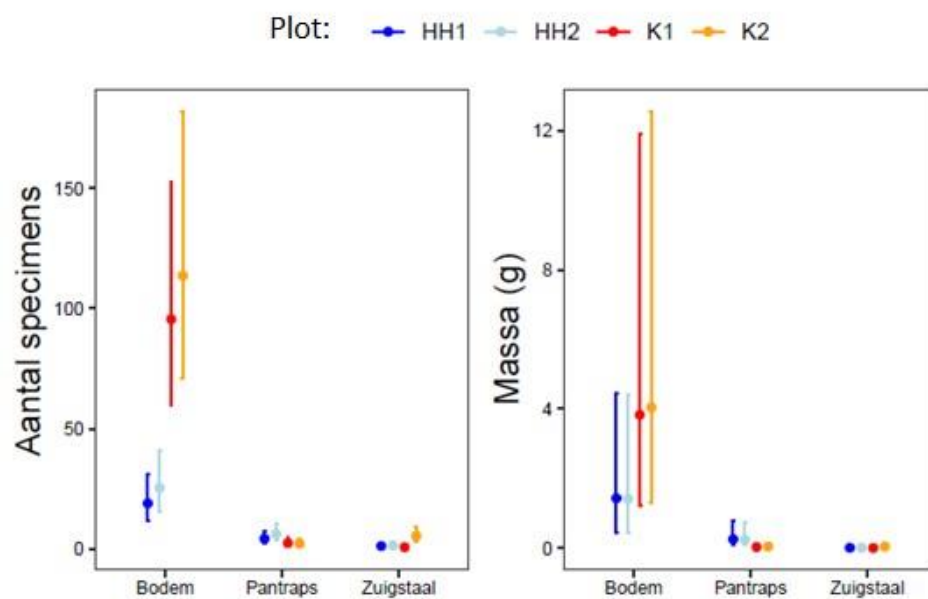
Bij vliegen (alle vliegen samen) werd een significant verschil gevonden in aantal ($df = 3$, $p < 0.001$) en biomassa ($df = 3$, $p = 0.006$). Plot K1 in de Kalkense Meersen had een opvallend hogere waarde dan de andere plots (figuur 17).

Bij kevers (alle kevers samen) werd een significant verschil gevonden in aantal ($df = 6$, $p < 0.001$) en biomassa ($df = 6$, $p = 0.014$). Plot K1 en K2 in de Kalkense Meersen hadden een opvallend hogere waarde dan de andere plots (figuur 18).



Figuur 15: Modelschatting en 95% confidentie-interval voor aantal en massa (g) van ongewervelden in de verschillende plots (HH = Houthalen-Helchteren; K = Kalkense meersen). (Bodem = bodemvallen)

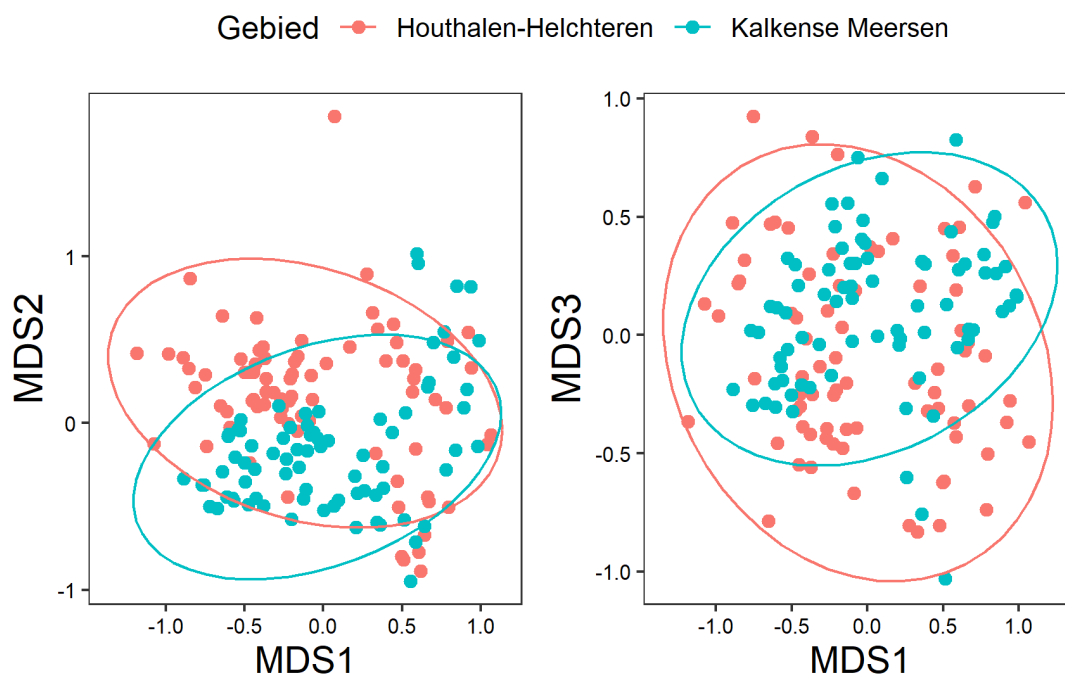




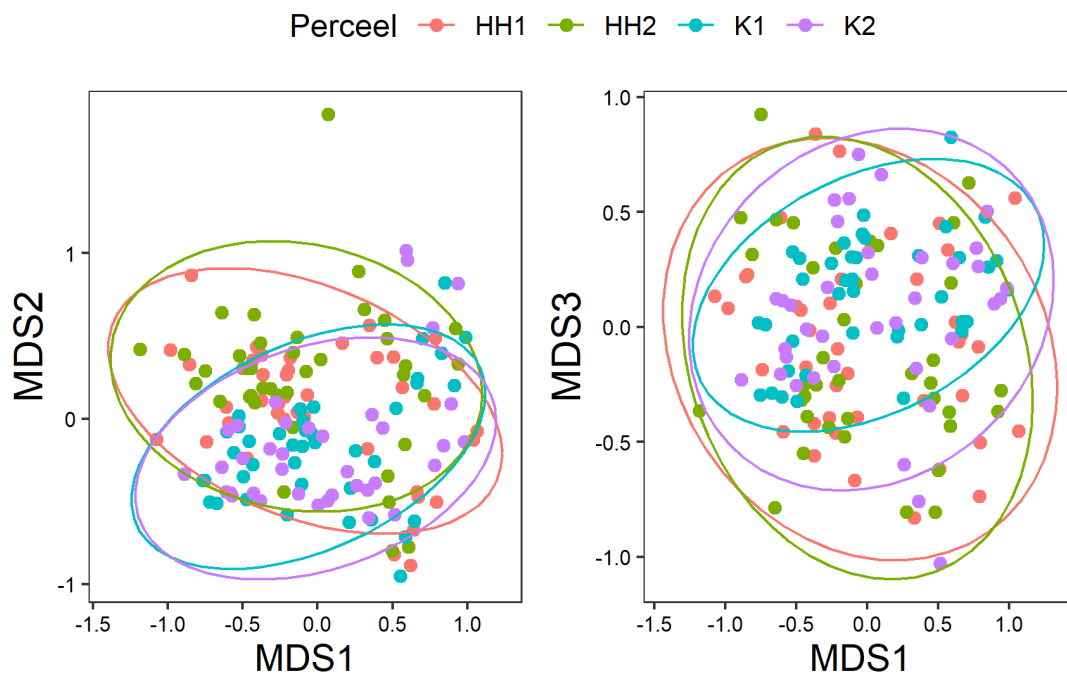
Figuur 18: Model schatting en 95% confidentie-interval voor aantal en massa (g) kevers in de verschillende plots (HH = Houthalen-Helchteren; K = Kalkense meersen). Er werden significant meer kevers aangetroffen in plot K1 en K2. Bodem = bodemvallen.

Gemeenschapsstructuur

Uit de multivariate analyse (NMDS) blijkt dat er een grote overlap is tussen de gebieden (weinig verschil in gemeenschapsstructuur op orde-niveau) (figuur 19). Er is geen verschil tussen de twee subplots binnen eenzelfde plot (figuur 20).



Figuur 19: Visualisatie van de gemeenschapsstructuur per gebied via NMDS voor de eerste drie assen. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen in de figuur, hoe gelijkender de samenstelling van de gemeenschappen. Om de groepen beter te visualiseren werden 95% confidentie ellipsen rond de punten getrokken. Er is een sterke overlap tussen de gebieden.



Figuur 20: Visualisatie van de gemeenschapsstructuur per plot via NMDS voor de eerste drie assen. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen in de figuur, hoe gelijkender de samenstelling van de gemeenschappen. Om de groepen beter te visualiseren werden 95% confidentie ellipsen rond de punten getrokken. Er is geen verschil tussen verschillende plots binnen een bepaalde locatie. HH1 en HH2: plot 1 en 2 te Houthalen-Helchteren; K1 en K2: plot 1 en 2 in de Kalkense Meersen.

beide gebieden, maar op niveau van 'kever' of 'spin' verschillen de gemeenschappen dus maar beperkt. Voor weidevogels maakt het vermoedelijk ook minder uit of de loopkever-prooi in kwestie een typische soort is voor grasland of voor heide.

Op vlak van verschillen in het voedselaanbod is het door het beperkte aantal stalen niet mogelijk om harde conclusies te trekken, maar toch zijn er een aantal opmerkelijke waarnemingen. **Wormen**, belangrijk voor volwassen van zowel Grutto's als Wulpen, werden vooral waargenomen in één van de twee plots in de Kalkense meersen. Dit betrof een soortenarm grasland in deelgebied Broekmeers, waar ruwe stalmest opgevoerd wordt (het andere plot in de Kalkense meersen was vermoedelijk (in de winter) te nat voor wormen). In andere gebieden wordt waargenomen dat volwassen weidevogels zich verplaatsen tussen broedgebieden in schralere graslanden of heide en foerageergebieden op naburige rijkere landgebieden (ongepubliceerde data Geert Spanoghe, zie ook figuur 21).

Wanneer alle Arthropoden samengenomen worden, werden met de bodemvallen duidelijk meer specimens en grotere biomassa gevangen in de Kalkense meersen dan in Houthalen-Helchteren. Dit is vooral door een grotere aanwezigheid aan loopkevers en wolfspinnen. Voor de kleurvallen is het verschil verwaarloosbaar klein. De gemiddelden liggen beperkt hoger voor Houthalen-Helchteren, maar in beide gebieden is er een grote variatie tussen de vallen. Wanneer we naar de meest abundante arthropoda-groepen kijken zien we meer verschillen. Bij de vliegen (kleurvallen) is er een verschil tussen beide gebieden, maar dit is vrijwel volledig het gevolg van grotere vangsten in plot K1. Kevers (bodemvallen) en spinnen werden voornamelijk gevonden in de Kalkense meersen. Vliesvleugeligen werden dan weer voornamelijk waargenomen in Houthalen-Helchteren.

De grote verschillen tussen de plots zullen waarschijnlijk wel reëel zijn; als er minder insecten zitten zullen er ook minder gevangen worden. Mogelijke (kleinere) verschillen kunnen ook een gevolg zijn van de effectiviteit van de vallen in verschillende omgevingen. Zo toonden Westerberg et al. (2021) aan dat de aantrekkingskracht van kleurvallen lager kan zijn wanneer er meer bloemen rond de vallen staan. Effecten werden gevonden voor bodembezoekende plooïwespen (Vespoidea) en boktorren (Lepturinae). Voor zweefvliegen (Syrphidae) was er geen effect en voor bijen (Apoidea) was er geen tot een klein effect.

Figuur 21: Een volwassen Wulp foeragerend in mei 2023 op regenwormen op een raaigrasakker net ten noorden van het heidegebied van het Schietveld in Houthalen-Helchteren. Na het foerageren vloog deze vogel terug naar de heide, in de richting van staalnameplaats HH2 (foto © Geert Spanoghe)

4 RICHTLIJNEN EN VERDER ONDERZOEK

4.1 EVALUATIE VAN STAALNAMESMETHODES

Op basis van de bekomen resultaten lijkt het aangewezen om in de toekomst drie methodes in te zetten: namelijk **bodemstalen**, **bodemvallen** en **kleurvallen**. Gezien de grote overlap in gevonden soorten met andere methodes, grotere werklast en meer kans op versterking (door lawaai) lijken zuigstalen niet prioritair (zie ook 3.3). Hiernaast is het ook aangewezen om in de toekomst een aantal **abiotische variabelen verder** te meten in elke plot, zoals **bodemvochtigheid**, **pH-waarde**. Om te meten hoe beschikbaar prooien zijn kan ook de **penetratieweerstand** van de bodem gemeten worden, alsook de **vegetatie-densiteit**.

Ten tweede is er een erg **grote overlap** in de gevonden gemeenschappen tussen de staalname in **juni** en de staalname in **juli**. Het lijkt daarom **beter om meer plots te onderzoeken met één staalname in dezelfde periode, dan om hetzelfde plot tweemaal te onderzoeken**. De staalnames waren nu relatief laat ingepland. Dit kwam enerzijds vanuit praktische overwegingen (het project kon maar opgestart worden in april), en anderzijds bewust om verstoring tot een minimum te beperken. Er kan gekozen worden om de bodemstalen (voor wormen en andere bodemorganismen) eind maart-begin april in te plannen (zoals ander onderzoek (bv. Schepers, 2010; Teunissen and Wymenga, 2011)). In deze periode zijn de voedselbehoeftes van de volwassen dieren erg groot, en de staalname is kort genoeg om niet te veel te verstoren. Gezien de staalname in juni overeenkomt met de periode waarin de kuikens actief foerageren, lijkt het aangewezen om deze periode te verkiezen voor bodemvallen en kleurvallen.

4.2 PROTOCOL VOOR BEPALEN VOEDSELBESCHIKBAARHEID EN VOOR BEPALEN VAN BEHEERADVIES HIERROND

4.2.1 Selectiecriteria gebieden en locaties

Om na te gaan of er een verschil bestaat in voedselbeschikbaarheid tussen weidevogelgebieden op rijke bodems en weidevogelgebieden op zure bodems voor zowel adulte Grutto en Wulp als hun jongen, dient een uitgebreidere sampling uitgevoerd te worden. Daarvoor worden best locaties geselecteerd in gebieden over een gradiënt van hoge broeddensiteit tot geen broedgevallen. Gebieden waar de Grutto en/of Wulp nog voorkomen:

- Op rijkere bodem:
 - Scheldevallei ter hoogte Kalkense meersen of Aubroek (Oost-Vlaanderen)
 - de Waaslandhaven/Linkeroever (Oost-Vlaanderen)
 - de Velpe en/of Getevallei (Vlaams-Brabant)
 - West- en/of oostkustpolders (bv. omgeving Diksmuide, omgeving Uitkerkse polder) (West-Vlaanderen)

- Per gebied worden best 2 à 3 plots geselecteerd in representatieve vegetaties.

Per plot stellen we voor om vier subplots te selecteren, en dus elke vangstmethode vier maal te repliceren. Deze subplots worden geselecteerd waar de vegetatie representatief is voor de plot en liggen best op een afstand van ca. 50 à 100m van elkaar.

- Een spade
- Een lat (min 30 cm)
- Een schopje
- Stevige plastic zakken (minimum 10 liter) om de bodemstalen in te bewaren.
- Een trieerbak
- Pincet
- Smartphone voor GPS en camera
- Potlood en papier

Pagina 47 van 56

hoogte van bloemen of andere omringende vegetatie of vastgezet aan het grondoppervlak bij zeer korte vegetatie of kale grond. Voor meer uitleg over de methode, zie O'Connor et al. (2019). De *pan traps* blijven 7 dagen operationeel in het veld.

Tijdsinvestering: Een triplet *pan traps* uitzetten in het veld duurt ongeveer 15 minuten. Het leegmaken en ophalen van de *pan traps* duurde ongeveer 15 minuten per *pan trap*. De insecten uitsorteren en wegen in het labo duurt gemiddeld 50 minuten (20 tot 130 minuten). Let er ook wel op dat er nog tijd nodig is voor voorbereiding (materiaal aankopen, contacten met eigenaars en beheerders). Het maken en verven van 12 sets van drie UV-reflecterende *pan traps* kostte drie dagen werk.

Periode: geïnstalleerd tussen 1 en 15 juni, en een week later opgehaald.

Benodigde materiaal voor veldwerk:

- Gekleurde schaalpjes (triplet geel-wit-blauw)
- Houten paaltjes met draadsteunen om de paaltjes op hoogte in te stellen
- Gummy hamer
- Propyleenglycol met druppel ongeparfumeerd afwasmiddel
- 250 ml recipiënten (om stalen te bewaren)
- Ethanol om het staal te fixeren en te bewaren
- Smartphone voor GPS en camera
- Papier en potlood

4.2.3.4 Abiotische bodemmaten en vegetatiedensiteit

Abiotische waardes kunnen helpen de gegevens te interpreteren. De belangrijkste zijn bodemvochtigheid, pH-waarde en penetratieweerstand. Daarnaast is de vegetatie-densiteit ook belangrijk.

Bodemvochtigheid kan gemeten worden door een grondstaal te nemen, te wegen, en vervolgens te drogen in een droogoven (ca. 105° C, min 24u). pH en penetratieweerstand kunnen gemeten worden met gespecialiseerde toestellen. De vegetatie-densiteit kan gemeten worden door een foto te nemen met een wit plastic scherm (50 x 50 cm) als achtergrond (zie voorbeeld figuur 22). Via beeld-analyse kan dan per hoogte categorie (0-10 cm, 10-20 cm, 20...) het percentage bedekking van de vegetatie bepaald op basis van een scan van de pixels op de foto.



Figuur 22: voorbeeld van een eenvoudige methode om de vegetatie-densiteit te meten met een witte plaat (Bron: <https://edepot.wur.nl/546055>)

Tijdsinvestering: staalname in het veld duurt ongeveer 15 minuten. Het drogen van stalen in een droogoven duurt twee dagen. . De stalen moeten 2x gemeten worden (natgewicht en drooggewicht, rekening houdend met gewicht recipiënt).

Periode: deze metingen kunnen best samen met de bodemstalen gebeuren.

Benodigde materiaal:

- pH-meter
- Penetrometer
- Recipiënten en plasticzakjes (om bodemstalen te bewaren)
- Koelbox (voor bodemstalen op een warme dag)
- Witte plaat met aanduiding hoogte aanduiding.
- Smartphone voor GPS en camera
- Balans (nauwkeurigheid 0.1g)
- Papier en potlood

4.3 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

4.3.1 Onderzoek naar beweging en foerageergedrag in verschillende habitats

Weidevogels als Wulp en Grutto combineren verschillende leefgebieden. Waarnemingen in Houthalen-Helchteren tonen hoe sommige volwassen Wulpen zich actief verplaatsen tussen bemeste graslanden en schrale heidevegetaties. Staalnames van ongewervelden in één van deze biotopen geeft dan ook een onderschatting naar het aanwezige voedsel op landschapsschaal. Om het relatief belang van verschillende habitats in een leefgebied van weidevogels in te kunnen schatten is meer onderzoek nodig naar de bewegingsgedrag van weidevogels, zowel van volwassen vogels als van kuikens, in verschillende landschappen.

4.3.2 Aanvullend onderzoek naar ongewervelden

Andere methodes testen

Er zijn heel veel methodes om ongewervelden te bemonsteren. In dit onderzoek werd getest of vier veelgebruikte methodes een beeld geven van de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels. De vier geteste methodes werden geselecteerd op basis van wetenschappelijke literatuur en eigen ervaringen. Naast deze methodes zijn er echter nog een aantal andere, die mogelijk een aanvullend beeld geven. Het kan in de toekomst relevant zijn om een aantal van deze methodes ook uit te testen:

- **Sleepnet:** vangsten met een sleepnet nemen net als zuigstalen een staal van de insecten in de vegetatie. Uit vergelijkend onderzoek blijkt dat beide methodes een gelijkaardige soortendiversiteit geven, maar dat met zuigstalen meer kleine insecten verzameld worden, terwijl met een sleepnet grotere insecten zoals sprinkhanen en rupsen bemonsterd worden (Doxon et al., 2011). Bemonsteringen met een sleepnet hebben twee potentiële voordelen: (1) ze zijn minder lawaaierig en dus mogelijk minder verstorend voor broedende vogels, en (2) een sleepnet is een eenvoudiger toe te passen techniek en daardoor makkelijk op te schalen. Een nadeel van deze methode is dat veel plantenmateriaal in het sleepnet terecht komt wat de tijdsduur om de stalen later te sorteren en identificeren aanzienlijk vergroot. Insecten geraken ook gemakkelijker beschadigd wanneer het sleepnet door de vegetatie gehaald wordt. Binnen het SPRING-project werden twee sleepnetmethodes toegepast om pollinatoren gemeenschappen te bemonsteren. Resultaten worden nog geanalyseerd (Maebe et al., in prep.). Reeds een aantal jaren wordt de sleepnetmethode toegepast om slankpootvliegenfauna's te monitoren in enkele zilte graslanden aan de Vlaamse westkust (Pollet, mondelinge mededeling). Hierbij wordt een transect of gebied afgelopen waarbij tijdens een welbepaalde tijd (doorgaans 15 min.) de vegetatie en bodem wordt afgesleept. Vangstopbrengsten worden meteen na de sleepactie in een verzamelpot met alcohol overgebracht, en later in het lab gesorteerd. Al zijn *pan traps*, zeker voor kleinere soorten, een stuk betrouwbaarder, toch heeft deze sleepnetmethode een aantal praktische voordelen.
- **Plakval (*sticky traps*):** Plakvallen zijn een efficiënte methode om vliegende insecten te vangen. Vaak gaat het hier om geel gekleurde oppervlaktes die verticaal in de vegetatie geplaatst kunnen worden. Plakvallen zijn erg gemakkelijk uit te zetten, maar verwerking en identificatie van de stalen is vaak zeer moeilijk (aaneengeplakte

individueen die moeilijk te identificeren of meten zijn). Doordat de verschillende oriëntatie (verticaal vs horizontaal bij kleurvallen) en de specifieke plaatsing (tussen vegetatie vs *pan traps* op meer open plekken) biedt dit type vallen mogelijk een ander beeld van de voorkomende insectenfauna's dan kleurvallen. Dit zou moeten blijken uit een vergelijkende studie.

DNA barcoding

Ondanks het vele onderzoek naar weidevogels is er verbazingwekkend weinig gekend over het dieet van deze soorten. Het zou uitermate nuttig zijn om uitwerpselen te verzamelen van zowel volwassen als jonge Grutto's en Wulpen en via DNA metabarcoding aanwezige prooi-taxa te bepalen, zoals al voor andere insectenetende vogelsoorten gebeurt is (bv. Evens et al., 2020; Rytkönen et al., 2019; Tang et al., 2022). Er is ook een recente studie die deze methode reeds toepaste op Grutto (Huang et al., 2022), maar met een erg lage sample size (2 exemplaren) en in een marien milieu.

Een deel van deze stalen zou opportunistisch kunnen verzameld worden tijdens ander veldwerk, zoals ring- of zendervangsten, maar idealiter wordt het verzamelen van deze data in combinatie uitgevoerd met staalnames van arthropoden, zodat onderzocht kan worden in hoeverre de vogels een bepaalde voorkeur hebben, of gewoon opportunistisch prederen op de meest voorkomende arthropoden.

REFERENTIES

- Beintema, A., Thissen, J., Tensen, D., Visser, G., 1991. Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. Breeding ecology of meadow birds (Charadriiformes); Implications for conservation and management 85.
- Belting, S., Belting, H., 1999. Die Nahrungsökologie der Küken von Kiebitz (*Vanellus vanellus*) und Uferschnepfe (*Limosa limosa*) in feuchten Niedermoorgebieten am Dümmer. Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 31, 11–25.
- Berg, Å., 1993. Food resources and foraging success of Curlews *Numenius arquata* in different farmland habitats. *Ornis Fennica* 70, 22–31.
- BirdLife International, 2023a. Species factsheet: *Limosa limosa*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-tailed-godwit-limosa-limosa> on 04/07/2023.
- BirdLife International, 2023b. Species factsheet: *Numenius arquata*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/eurasian-curlew-numernius-arquata> on 04/07/2023.
- Boschert, M., 2006. Wieseneinerlei oder Heuschreckenbeinchen: Zur Nahrungsökologie von Küken und Jungvögeln des Großen Brachvogels (*Numenius arquata*). *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 32, 227–238.
- Brooks, M.E., Kristensen, K., Benthem, K.J. van, Magnusson, A., Berg, C.W., Nielsen, A., Skaug, H.J., Mächler, M., Bolker, B.M., 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal* 9, 378–400.
- Buchanan, G.M., Grant, M.C., Sanderson, R.A., Pearce-Higgins, J.W., 2006. The contribution of invertebrate taxa to moorland bird diets and the potential implications of land-use management. *Ibis* 148, 615–628. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00578.x>
- Cáceres, M.D., Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90, 3566–3574. <https://doi.org/10.1890/08-1823.1>
- Claus, P., Schepers, R., 2020. De Grutto in de Kalkense meersen: rapport 2020. Natuurpunt Scheldeland. Wetteren.
- Cramp, S., Simmons, K.E.L., 1983. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: Waders to Gulls v.3. Oxford University Press, Oxford.
- Currie, D., Valkama, J., 1998. Limited effects of heavy metal pollution on foraging and breeding success in the curlew (*Numenius arquata*). *Environmental Pollution* 101, 253–261. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(98\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(98)00037-2)
- Devos, K., Anselin, A., Driessens, G., Herremans, M., Onkelinx, T., Spanoghe, G., Stienen, E., T’Jollyn, F., Vermeersch, G., Maes, D., 2016. De IUCN Rode Lijst van de broedvogels in Vlaanderen (2016). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. <https://doi.org/10.21436/inbor.11485739>
- Doxon, E.D., Davis, C.A., Fuhlendorf, S.D., 2011. Comparison of two methods for sampling invertebrates: vacuum and sweep-net sampling. *Journal of Field Ornithology* 82, 60–67.
- Estrella, S.M., Masero, J.A., 2010. Prey and Prey Size Selection by the Near-Threatened Black-tailed Godwit Foraging in Non-Tidal Areas during Migration. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 33, 293–299.
- Evens, R., Conway, G., Franklin, K., Henderson, I., Stockdale, J., Beenaerts, N., Smeets, K., Neyens, T., Ulenaers, E., Artois, T., 2020. DNA diet profiles with high-resolution animal

tracking data reveal levels of prey selection relative to habitat choice in a crepuscular insectivorous bird. *Ecology and Evolution* 10, 13044–13056.

- Fisher, G., Walker, M., 2015. Habitat restoration for curlew *Numenius arquata* at the Lake Vyrnwy reserve, Wales. *Conservation evidence* 12, 48–52.
- Franks, S.E., Roodbergen, M., Teunissen, W., Carrington Cotton, A., Pearce-Higgins, J.W., 2018. Evaluating the effectiveness of conservation measures for European grassland-breeding waders. *Ecology and evolution* 8, 10555–10568.
- Gill, J., Langston, R., Alves, J., Atkinson, P., Bocher, P., Cidraes-Vieira, N., Crockford, N., Gelinaud, G., Groen, N., Gunnarsson, T., Hayhow, B., Hooijmeijer, J.E.C.W., Kentie, R., Kleijn, D., Lourenço, P., Masero, J., Meunier, F., Potts, P., Roodbergen, M., Piersma, T., 2008. Contrasting trends in two Black-tailed Godwit populations: a review of causes and recommendations. *Wader Study Group Bulletin* 114, 43–50.
- Goss-Custard, J.D., Jones, R.E., 1976. The Diets of Redshank and Curlew. *Bird Study* 23, 233–243. <https://doi.org/10.1080/00063657609476507>
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., Kroon, H. de, 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12, e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hibbert-Ware, A., Ruttledge, R.F., 1944. A study of the inland food habits of the Common Curlew. *British Birds* 38, 22–29.
- Huang, P.-Y., Poon, E.S.K., Chan, L.Y., Chan, D.T.C., Huynh, S., So, I.W.Y., Sung, Y.-H., Sin, S.Y.W., 2022. Dietary diversity of multiple shorebird species in an Asian subtropical wetland unveiled by DNA metabarcoding. *Environmental DNA* 4, 1381–1396. <https://doi.org/10.1002/edn3.350>
- Jiguet, F., Bocher, P., Bourgeois, A., Chaigne, A., Chartier, A., Düttmann, H., Duvivier, C., Fartmann, T., Francesiaz, C., Joyeux, E., Kämpfer, S., Nijs, G., Rousseau, P., Schmidt, J., Spanoghe, G., Weber, H., Kruckenberg, H., 2023. Multi-sensor data loggers identify the location and timing in four poaching cases of the endangered Eurasian Curlew *Numenius arquata*. *Forensic Science International: Animals and Environments* 4, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.fsiae.2023.100069>
- Jiguet, F., Duby, D., Bourgeois, A., Robin, F., Rousseau, P., Nijs, G., Fuchs, J., Lorrillière, R., Bocher, P., 2021. Investigation into the illegal killing of a tagged Eurasian Curlew. *Forensic Science International: Animals and Environments* 1, 100005. <https://doi.org/10.1016/j.fsiae.2021.100005>
- Kentie, R., Both, C., Hooijmeijer, J.C.E.W., Piersma, T., 2015. Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits *L. limosa limosa*. *Ibis* 157, 614–625. <https://doi.org/10.1111/ibi.12273>
- Kentie, R., Hooijmeijer, J.C., Trimbos, K.B., Groen, N.M., Piersma, T., 2013. Intensified agricultural use of grasslands reduces growth and survival of precocial shorebird chicks. *Journal of Applied Ecology* 50, 243–251.
- Kleijn, D., Dimmers, W.J., Van Kats, R.J., Melman, D., Schekkerman, H., 2007. De voedselsituatie voor gruttokuikens bij agrarisch mozaïekbeheer. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1487. 50 pg.
- Kleijn, D., Schekkerman, H., Dimmers, W.J., Van Kats, R.J., Melman, D., Teunissen, W.A., 2010. Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of Black-tailed Godwits *Limosa l. limosa* in the Netherlands. *Ibis* 152, 475–486.
- Leprince, R., Debenest, E., Lartigau, C., Turpaud-Fizzala, V., Poirel, C., Lachaussée, N., Donnez, M., Bocher, P., 2022. Influence of habitat quality and diversity on two populations of Eurasian curlew (*Numenius arquata*) with contrasting dynamics in Western France:

Breeding habitat quality and diversity of Eurasian curlew. *Ornis Fennica*.
<https://doi.org/10.51812/of.124713>

- Li, D., Zhang, J., Liu, Y., Lloyd, H., Pagani-Núñez, E., Zhang, Z., 2020. Differences in dietary specialization, habitat use and susceptibility to human disturbance influence feeding rates and resource partitioning between two migratory *Numenius* curlew species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 245, 106990. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106990>
- Mccracken, D.I., Tallwin, J.R., 2004. Swards and structure: the interactions between farming practices and bird food resources in lowland grasslands. *Ibis* 146, 108–114. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00360.x>
- Melman, D., Jonker, N., 2019. Grutto's op het Landje van Gruijters. Gaat het Goed?, in: *Jaarboek Boerenlandvogels Noord-Holland 2019*. Landschap Noord-Holland, p. 88.
- O'Connor, R.S., Kunin, W.E., Garratt, M.P.D., Potts, S.G., Roy, H.E., Andrews, C., Jones, C.M., Peyton, J.M., Savage, J., Harvey, M.C., Morris, R.K.A., Roberts, S.P.M., Wright, I., Vanbergen, A.J., Carvell, C., 2019. Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods. *Methods in Ecology and Evolution* 10, 2129–2140. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13292>
- Oksanen, J., Simpson, G.L., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., Caceres, M.D., Durand, S., Evangelista, H.B.A., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M.O., Lahti, L., McGlinn, D., Ouellette, M.-H., Cunha, E.R., Smith, T., Stier, A., Braak, C.J.F.T., Weedon, J., 2022. *vegan: Community Ecology Package*.
- Onrust, J., 2017. *Earth, worms & birds*. Phd thesis. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Oosterveld, E., Altenburg, W., 2005. *Kwaliteitscriteria voor weidevogelgebieden, met toetslijst*. (tweede druk) A&W-rapport 412. Altenburg en Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Robin, F., Meunier, F., Corre, F., Joyeux, E., Cayatte, M.-L., Delaporte, P., Lemesle, J.-C., Pineau, P., Bocher, P., 2015. Site and prey selection by wintering Black-tailed Godwit *Limosa limosa islandica* feeding on seagrass beds and bare mudflats on the central Atlantic coast of France. *Revue d'Ecologie* 70, 134–147. <https://doi.org/10.3406/rev.2015.1777>
- Robson, G., 1998. *The Breeding Ecology of Curlew Numenius arquata on North Pennine Moorland*. PhD thesis, University of Sunderland.
- Roodbergen, M., van der Werf, B., Hötter, H., 2012. Revealing the contributions of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: review and meta-analysis. *J Ornithol* 153, 53–74. <https://doi.org/10.1007/s10336-011-0733-y>
- Rytönen, S., Vesterinen, E.J., Westerduin, C., Leviäkangas, T., Votka, E., Mutanen, M., Välimäki, P., Hukkanen, M., Suokas, M., Orell, M., 2019. From feces to data: A metabarcoding method for analyzing consumed and available prey in a bird-insect food web. *Ecology and Evolution* 9, 631–639. <https://doi.org/10.1002/ece3.4787>
- Scheiffarth, G., 2001. The diet of Bar-tailed Godwits *Limosa lapponica* in the Wadden Sea: Combining visual observations and faeces analyses. *Ardea* 89, 481–494.
- Schekkerman, H., Beintema, A.J., 2007. Abundance of invertebrates and foraging success of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* chicks in relation to agricultural grassland management. *Ardea* 95, 39–54.
- Schekkerman, H., Boele, A., 2009a. Foraging in precocial chicks of the black-tailed godwit *Limosa limosa*: vulnerability to weather and prey size. *Journal of Avian Biology* 40, 369–379. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2008.04330.x>

- Schekkerman, H., Boele, A., 2009b. Foraging in precocial chicks of the Black-tailed Godwit *Limosa limosa*: vulnerability to weather and prey size. *Journal of Avian Biology* 40, 369–379. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2008.04330.x>
- Schepers, R., 2010. De grutto (*Limosa limosa*) in de Kalkense Meersen. Historiek, broedsucces en toekomstperspectieven. Masterthesis Universiteit Gent. 63 pg.
- Tang, K., Wang, Y., Wu, M., Wang, S., Fu, C., Zhang, Z., Fu, Y., 2022. Metabarcoding of fecal DNA reveals the broad and flexible diet of a globally endangered bird. *Current Zoology* zoac071. <https://doi.org/10.1093/cz/zoac071>
- Teunissen, W., Kampichler, C., Majoor, F., Roodbergen, M., Kleyheeg, E., 2020. Predatieproblematiek bij weidevogels. Sovon-rapport 2020/41. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Teunissen, W.A., Wymenga, E., 2011. Factoren die van invloed zijn op weidevogelpopulaties. Belangrijke factoren tijdens de trek, de invloed van waterpeil op voedselbeschikbaarheid en graslandstructuur op kuikenoverleving. SOVON-onderzoeksrapport 2011/10, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen / A&W-rapport 1532, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden / Alterra-rapport 2187, Alterra, Wageningen.
- Tucker, G., Heath, M.F., 1994. *Birds in Europe : their conservation status*.
- Valkama, J., Robertson, P., Currie, D., 1998. Habitat selection by breeding curlews (*Numenius arquata*) on farmland: the importance of grassland, in: *Annales Zoologici Fennici*. JSTOR, pp. 141–148.
- Verhulst, J., Melman, T.C.P., de Snoo, G.R., 2008. Voedselaanbod voor Gruttokuikens in de Hollandse veenweidegebieden. Alterra-rapport 1668. Alterra, Wageningen.
- Wagner, D.L., 2020. Insect Declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology* 65, 457–480. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151>
- Wereld Natuur Fonds, 2020. Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden. WNF, Zeist.
- Westerberg, L., Berglund, H.-L., Jonason, D., Milberg, P., 2021. Color pan traps often catch less when there are more flowers around. *Ecology and Evolution* 11, 3830–3840. <https://doi.org/10.1002/ece3.7252>