

SAMENVATTING

Boeren, wormen & vogels

Jeroen Onrust

Wanneer je Nederland bekijkt vanuit een vogelperspectief, zie je een groen, nat en weids landschap. In Nederland is grasland dat gebruikt wordt voor de melkveehouderij het meest voorkomende landschap. Dit landschap dat door mens gecreëerd werd, creëerde tevens een gemeenschap van vogels dat we tegenwoordig ‘weidevogels’ noemen. Tot deze groep vogels behoren allerlei soorten, van zangvogels tot eenden, maar over het algemeen hebben we het over steltlopers, waaronder de Grutto, Kievit, Tureluur, Scholekster en Kemphaan.

Halverwege de vorige eeuw hadden die graslanden een hoge rijkdom aan allerlei soorten planten en dieren. Hoewel nog steeds weids en groen, is van die rijkdom tegenwoordig weinig meer over (**hoofdstuk 1**). Grootschalige ruilverkavelingen hebben het landschap binnenste buiten gekeerd en ontdaan van zijn natuurlijke dynamiek. Ploegen en doorzaaien hebben van kruidenrijke graslanden monoculturen van raaigras gemaakt, dat meerdere keren per jaar gemaaid en bemest kan worden. Niet meer met ruige stalmest, maar met kunst- en drijfmest dat in de bodem wordt geïnjecteerd. Deze veranderingen hebben een negatieve invloed gehad op bijna elke soort in het grasland-voedselweb, resulterend in een sterke afname van aantallen en soorten.

In tegenstelling tot al die soorten die zijn verdwenen of op het punt staan om te verdwijnen uit het agrarische grasland, lijken regenwormen een uitzondering op de regel. De hoogste dichtheden aan regenwormen worden in Nederland gevonden, met Friesland als meest wormenrijke provincie. Op het eerste gezicht lijkt het dus niet waarschijnlijk dat voedselomstandigheden voor volwassen weidevogels of andere regenwormeneters is afgenomen. Wat echter belangrijker is, zijn niet de dichtheden aan regenwormen, maar hoeveel regenwormen een weidevogel van die dichtheden werkelijk kan vangen. Met andere woorden, het gaat om de *beschikbaarheid* en niet om de dichtheid aan regenwormen.

In dit proefschrift onderzoeken we regenwormen in het Friese weidelandschap om te begrijpen wat hun verspreiding en beschikbaarheid voor weidevogels bepaald en hoe de intensivering van de landbouw dit heeft beïnvloedt. Het onderzoek wordt uitgevoerd in Friesland omdat hier 90% van het agrarische land gebruikt wordt voor de melkveehouderij en tevens ook de hoogste dichtheden van weidevogels voorkomen. Het doel van het onderzoek is om te verkennen hoe het beheer van graslanden in de melkveehouderij (**boeren**) regenwormen (**wormen**) beïnvloedt en hoe dit weer van invloed is op de wormenbeschikbaarheid van weidevogels (**vogels**). We hebben dit gedaan door in graslanden die verschillend beheerd worden naar regenwormen te kijken vanuit het perspectief van een weidevogel. Daarnaast kijken we ook specifiek naar verschillende soorten regenwormen om te begrijpen welke regenwormen belangrijk zijn voor weidevogels en of ze ook anders beïnvloedt worden door boerenbeheer.

“Worms are nocturnal in their habits, and at night may be seen crawling about in large numbers, but usually with their tails still inserted in their burrows”

- Charles Darwin (1881)

Tast- en zichtjagende weidevogels vangen andere regenwormen

Om iets te kunnen zeggen over de wormenbeschikbaarheid voor een weidevogel, moeten we ook weten hoe een weidevogel een regenworm vangt. In dit proefschrift delen we weidevogels grofweg op in twee groepen: de tastjagers en de zichtjagers. De tastjagers (bijv. Grutto) hebben een lange snavel en prikken daarmee in de bodem om op tast een regenworm te pakken. Daarmee kunnen ze alle regenwormen vangen die in het bereik van hun snavel liggen. De wormenbeschikbaarheid voor deze groep kan bepaald worden door bodemmonsters te nemen waarvan de diepte overeenkomt met de lengte van de snavel. Voor weidevogels die regenwormen vangen op zicht (bijv. Kievit), zijn alleen die regenwormen beschikbaar die ze kunnen zien en die dus zich dus aan het oppervlak begeven. Het nemen van een bodemmonster geeft dus geen goed beeld voor deze groep en dus moesten we met een nieuwe methode komen.

Om de wormenbeschikbaarheid voor zichtjagers te bepalen hebben we een kar ontwikkeld waarmee regenwormen die zich aan het oppervlak begeven geteld kunnen worden zonder ze te verstoren (**hoofdstuk 2**). Een waarnemer ligt met zijn buik op de kar en duwt zichzelf met zijn benen naar voren. Op deze manier kan heel rustig, en met goed zicht op de bodem, een transect gemonitord worden op rondkruipende regenwormen. De meeste regenwormen komen slechts gedeeltelijk naar het oppervlak en blijven met hun staart in hun holletje om bij gevaar weer terug te kunnen schieten. Door op meerdere tijdstippen te tellen, kwamen we er achter dat regenwormen alleen 's nachts naar het oppervlak komen. Van zichtjagers zoals Kieviten en Goudplevieren is ook bekend dat ze vooral 's nachts jagen. De nieuwe methode hebben we toegepast in verschillende type beheerde graslanden waar we tevens ook bodemmonsters namen. Daar kwam uit dat de dichtheid aan regenwormen in de bodem niks zegt over het aantal regenwormen dat 's nachts naar het oppervlak komt. Het nemen van bodemmonsters is dus geen goede maat om de wormenbeschikbaarheid voor zichtjagers te meten.

“The habit of lying near the surface leads to their destruction to an immense extent.”

- Charles Darwin (1881)

De Kemphaan is een zichtjager, maar 's nachts niet

De nieuwe methode hebben we getest met Kemphanen, een weidevogel die bijna is uitgestorven als broedvogel in Nederland, maar nog wel doortrekt en dan foeraagt in agrarische graslanden op regenwormen. Ik observeerde foeragerende Kemphanen en scoorde hoeveel regenwormen per minuut ze vingen (**hoofdstuk 3**). Vervolgens ging ik met de kar naar datzelfde stukje weiland en telde de regenwormen. Echter, zoals we in hoofdstuk 2 al lieten zien, zijn er overdag geen regenwormen aan het oppervlak te vinden. Blijkbaar vangen Kemphanen regenwormen toch niet op zicht of gebruiken ze andere signalen. Ik telde echter ook door in het donker en wanneer we die aantallen gebruiken, blijkt er wel degelijk een verband te bestaan tussen de hoeveelheid regenwormen die Kemphanen vangen en de hoeveelheid die 's nachts rondkruipen.

Van gezenderde Kemphanen weten we dat ze 's nachts op hun slaapplek zitten en alleen overdag actief zijn. Maar waarom zou een Kemphaan niet 's nachts foerageren, wanneer de regenwormen voor het oprapen liggen? Om daar achter te komen moesten we begrijpen hoe Kemphanen nou precies regenwormen vangen en daarvoor hebben we foerageerexperimenten gedaan met gevangen Kemphanen. Daaruit bleek dat Kemphanen vooral zichtjagers zijn, maar dat ze, in tegenstelling tot Kieviten of Goudplevieren, 's nachts niet goed kunnen zien. Ze kunnen dan ook regenwormen vangen op gehoor, maar dat lijkt ons in het veld onwaarschijnlijk. Ze zijn dus aangewezen op het foerageren overdag wanneer de wormenbeschikbaarheid veel lager ligt, maar wellicht dat ze wormenhoopjes gebruiken of dat ze regenwormen toch net onder het oppervlak kunnen horen rondkruipen.

“The half-decayed or fresh leaves which worms intend to devour, are dragged into the mouths of their burrows to a depth of from one to three inches.”

- Charles Darwin (1881)

Voedsel lokt rode wormen naar het oppervlak

In Nederland komen ongeveer 23 soorten regenwormen voor, waarvan ongeveer zes algemeen in agrarische graslanden zijn. Op basis van hun voedsleecologie kunnen regenwormen ingedeeld worden in twee ecotypen: de *detritivoren*, die van grof organisch materiaal leven, en de *geofagen*, die van bodemdeeltjes en organische stof leven. Aangezien detritivore soorten over het algemeen donker gepigmenteerd zijn en daardoor roder van kleur dan geofage soorten, noemen ik detritivore soorten *rode wormen* en geofage soorten *grijze wormen*.

Rode wormen verzamelen 's nachts hun voedsel aan het oppervlak en stellen zich daarmee bloot aan nachtelijke predatoren. Hongerige dieren zijn geneigd om meer risico's te nemen en zijn daardoor ook kwetsbaarder voor predatie. We verwachten dan ook dat goed doorvoede rode wormen zich niet, of minder, aan het oppervlak zullen begeven. In **hoofdstuk 4** testen we deze hypothese op het melkveebedrijf van Murk Nijdam in Friesland. Twee uniforme graslanden werden opgesplitst in twee percelen die of een vroege (1 februari 2014) of een late (14 maart 2014) bemesting van ruige stalmest kregen toegediend. Elke twee weken werden 's nachts de regenwormen geteld die aan het oppervlak kwamen. Bodemonsters werden genomen om regenwormen dichtheden en diepte te bepalen en om te kijken naar lichaamscondities van regenwormen.

Zoals verwacht, waren de aantallen regenwormen 's nachts aan het oppervlak 2.5 keer zo hoog in de percelen waar nog niet bemest was. In die waren ook de onvolwassen rode wormen significant lager in lichaamsgewicht. Deze effecten verdwenen nadat alle percelen waren bemest. We concluderen daarmee dat de oppervlakte activiteit van rode wormen vooral bepaald wordt door honger. Na bemesting is er geen noodzaak meer om aan het oppervlak te komen en daarmee voorkomen ze om zelf gegeten te worden. Dat betekent dus ook dat de beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels vergroot kan worden door bemesting in het voorjaar zo lang mogelijk uit te stellen om zo de regenwormen hongerig en aan het oppervlak te houden.

Ruige stalmest is goed voor rode wormen en dus voor weidevogels

Om te begrijpen hoe het beheer van een grasland regenwormen beïnvloedt, hebben we gekeken naar het effect van bemesting op de verspreiding van de twee ecotypen regenwormen (**hoofdstuk 5**). Tegenwoordig worden graslanden bemest met drijfmest, een mengsel van uitwerpselen en urine dat geïnjecteerd moet worden in de bodem of tussen het gras. Dit type mest heeft, vanwege een lage verhouding tussen koolstof en stikstof, een lagere kwaliteit als voedselbron voor bodemdieren dan de traditioneel gebruikte stalmest. Ruige stalmest bevat naast de uitwerpselen van een koe, ook het stro waar de koe op staat in de stal. Deze mest wordt buiten op een hoop verzameld waar het composteert en veelal in het voorjaar wordt gebruikt als bemesting van het grasland. In tegenstelling tot drijfmest wordt het juist bovengronds uitgereden.

Aangezien rode wormen meer afhankelijk zijn van mest en ander organisch materiaal als voedselbron dan grijze wormen, is de verwachting dat de type bemesting de verspreiding van deze twee ecotypen bepaald waarbij rode wormen meer voorkomen in graslanden die bemest worden met ruige stalmest. Dit heeft

dan weer effect op wormeneters, omdat juist rode wormen door hun oppervlaktegedrag een belangrijke prooi voor regenwormen zijn. Daarnaast hebben we ook uitgerekend dat een rode worm een hogere voedselwaarde heeft dan grijze wormen en weidevogels dus minder regenwormen hoeven te eten om aan hun dagelijkse behoefte te voldoen wanneer ze alleen rode wormen zouden eten (**box A**).

Om dit te onderzoeken hebben we in 45 graslanden bodemonsters genomen om te kijken naar de dichtheid aan rode en grijze wormen. Een deel van deze graslanden werd bemest met alleen drijfmest, een deel met alleen ruige stalmest en een deel werd bemest met zowel ruige stalmest als drijfmest. We vonden inderdaad dat rode wormen in hogere dichtheden voorkwamen in graslanden die met ruige stalmest werden bemest. De dichtheden aan grijze wormen was overal gelijk.

Het directe effect van de twee typen mest op regenwormen is onderzocht door naar de groei van rode en grijze wormen te kijken. Jonge wormen zijn verzameld en individueel in een potje gestopt waar ze of ruige mest, of drijfmest of strooisel (als controle) kregen toegediend gedurende zes maanden. Iedere maand zijn de regenwormen gewogen en is de groei bepaald. Hoewel er uiteindelijk geen verschil in gewichten was tussen de verschillende groepen, groeiden rode wormen wel sneller op ruige stalmest. Grijze wormen daarentegen deden het juist beter op drijfmest. Deze resultaten laten zien dat de type bemesting die een boer gebruikt, uiteindelijk bepaald welke soorten regenwormen in een grasland voorkomen en uiteindelijk dus ook de voedselomstandigheden voor weidevogels en andere regenwormeneters.

“Earth-worms must be considered as terrestrial animals, though they are still in one sense semi-aquatic.” - *Charles Darwin (1881)*

Wormenbeschikbaarheid wordt bepaald door droogte

Naast mest als voedsel, is water ook ontzettend belangrijk voor regenwormen. Regenwormen zijn fysiologisch gezien waterdieren. Omdat regenwormen geen longen hebben vindt gaswisseling plaats door de huid, voor de opname van zuurstof en de afgifte koolstofdioxide hebben ze daarom een vochtige huid nodig. Regenwormen vermijden daarom droge omstandigheden door dieper in de grond weg te kruipen of door in rust te gaan, waarbij ze zich tot een balletje oprollen in afwachting op betere/vochtige omstandigheden. Een grasland dat in het voorjaar of zomer begint uit te drogen zal dus ook de activiteit en dus beschikbaarheid aan regenwormen voor weidevogels doen afnemen. Wij waren echter benieuwd of deze respons ook verschilt tussen rode en grijze wormen en dus ook of er uiteindelijk ook een verschil is tussen de wormenbeschikbaarheid voor zicht- en tastjagers (**hoofdstuk 6**).

In het voorjaar van 2015 zijn op 8 graslanden in Zuidwest Friesland wekelijks de hoeveelheid regenwormen geteld die naar het oppervlak kwamen. De graslanden werden allen regulier/intensief beheerd, maar verschilden in grondwaterstand. Tijdens een telling werden metingen gedaan aan de vochtigheid van de bodem en zijn ook de weersomstandigheden genoteerd van een KNMI weerstation. Voor tastjagers is het ook van belang dat ze in de grond kunnen prikken met hun snavel en daarom is ook de doordringbaarheid van de bodem elke keer gemeten. Het aantal oppervlakte actieve nam sterk af door droogte van de lucht (lagere luchtvochtigheid) en van de toplaag van de bodem (hogere indringingsweerstand). Opvallend was dat er geen verschil was tussen graslanden, elk grasland liet eenzelfde patroon zien. Graslanden met een hoge grondwaterstand droogden net zo snel uit als graslanden met een lage grondwaterstand. Waarschijnlijk komt dit doordat de toplaag van de bodem regelmatig wordt verstoord door mestinjectie of doorzaaien waardoor het vermogen van de bodem om nog water op te nemen vanuit het grondwater is afgenomen. Daarnaast kan ook meespelen dat de grondwaterstand in het voorjaar te laat om hoog wordt gezet wanneer de bodems al beginnen uit te drogen.

In het lab hebben we ook gekeken naar de verticale verdeling van regenwormen in buizen met een verschillende bodemvochtigheid. Na drie weken zaten de regenwormen in de natte buizen bovenin de bodem, in de droge behandeling onderin, en in de vochtige behandeling zaten ze verspreid door de hele buis. Er was geen verschil tussen de twee soorten ecotypen. Dit experiment laat zien dat regenwormen zowel droge als te natte omstandigheden vermijden. Echter is droogte een groter probleem in Nederlandse graslanden. De oppervlakte activiteit van rode wormen stopt dan en voor zichtjagende weidevogels neemt de wormenbeschikbaarheid af. Een tastjagende weidevogel zou nog wel grijze wormen of regenwormen in rust kunnen vangen, maar alleen wanneer de regenwormen nog in bereik van de snavel zijn en als de bodem nog doordringbaar is voor die snavel.

“The plough is one of the most ancient and most valuable of man’s inventions; but long before he existed the land was in fact regularly ploughed, and still continuous to be thus ploughed by earth-worms.” - Charles Darwin (1881)

Rode wormen: de belangrijkste spelers in het grasland ecosysteem

In dit proefschrift heb ik verkend hoe het beheer van graslanden in de melkveehouderij (**boeren**) regenwormen (**wormen**) beïnvloedt en hoe dit weer van invloed is op de wormenbeschikbaarheid van weidevogels (**vogels**). De onderliggende vraag was of de intensivering van de landbouw hetzelfde negatieve effect heeft op regenwormen als het heeft op andere planten en dieren. Andere studies lieten zien dat

het huidige intensieve landbouwsysteem helemaal niet zo negatief uitpakt voor regenwormen met hogere dichtheden aan regenwormen in intensief bemeste graslanden.

Omdat weidevogels, die veel regenwormen eten, wel sterk afnamen door de intensivering van de landbouw, bleef de vraag of de *beschikbaarheid* van regenwormen wellicht is veranderd. We vonden inderdaad dat intensief landgebruik de beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels negatief beïnvloedt, waarbij met name de oppervlakte actieve rode wormen het meest negatief worden beïnvloedt en daarmee dus ook de voedselbeschikbaarheid voor zichtjagende weidevogels zoals de Kievit.

In de synthese van dit proefschrift (**hoofdstuk 7**) ga ik een stap verder door regenwormen niet alleen als een prooi voor weidevogels te zien, maar ook als belangrijke speler in het grasland ecosysteem. Door hun gegraveerd door de bodem verbeteren ze de bodemstructuur. Daarnaast dragen ze bij aan de afbraak van mest en strooisel en door dat materiaal de bodem in te trekken, op te eten en weer uit te poepen, creëren ze perfecte omstandigheden voor micro-organismen die er vervolgens voor zorgen dat voedingsstoffen weer vrijkomen voor het gras dat vervolgens weer gegeten kan worden door de koe. Vanwege deze functies, worden regenwormen ook wel biobouwers (*ecosystem engineers*) genoemd. Maar zoals ik in het proefschrift al heb laten zien, zijn het vooral de rode wormen die organisch materiaal aan het oppervlak verzamelen en in de grond brengen en dus zijn het vooral deze wormen die belangrijk zijn in het grasland ecosysteem. Maar het zijn juist deze regenwormen die door intensiever landgebruik het steeds slechter doen. Wordt daarmee dan ook de positieve rol van rode wormen teniet gedaan?

Om daar achter te komen hebben we een pilot experiment opgezet met uitgestoken plaggen (stukken intact grasland). Deze plaggen zijn afkomstig uit Flevoland, aangezien de bodem daar nog jong en homogeen is. Op drie plekken hebben we plaggen verzameld, van een regulier intensief melkveebedrijf, van een biodynamisch melkveebedrijf en uit natuurgebied de Oostvaardersplassen. Deze plaggen hebben we onder gecontroleerde omstandigheden gehouden in Groningen in kassen van de Linnaeusborg. Een deel van deze plaggen kreeg of alleen rode wormen, of alleen mest, of rode wormen én mest of niks. Vervolgens lieten we de plaggen drie maanden groeien en knipten we het gras regelmatig om de productie te meten.

In plaggen met rode wormen én mest was de productie het hoogst. Hoewel we door de lage steekproefgrootte geen significant effect vonden tussen de gebieden, lieten de resultaten wel een duidelijke trend zien met de hoogste productie in de natuurlijke graslanden en de laagste productie in de intensieve graslanden. Dit resultaat kan verklaard worden doordat in de Oostvaardersplassen het organische stofgehalte in de bovenste vijf centimeter drie keer zo hoog was als in de andere gebieden. Organische stof is positief voor het bodemleven omdat het een voedsel-

bron is, maar ook omdat het vocht en voedingsstoffen vasthoudt. Intensief landgebruik is negatief voor het organische stofgehalte door regelmatige bodemverstoring en het gebruik van kunstmest. Dit zorgt er tevens voor dat de voedselomstandigheden voor rode wormen afneemt waardoor rode wormen minder goed gedijen in intensief beheerd grasland en dus wordt ook de belangrijke rol van deze groep regenwormen teniet gedaan.

In dit proefschrift heb ik laten zien dat rode wormen een sleutelrol spelen in het grasland ecosysteem, maar dat juist deze groep regenwormen kwetsbaar is voor intensief landgebruik. De voedselomstandigheden voor weidevogels neemt door intensivering af, niet alleen omdat rode wormen afnemen, maar ook omdat regenwormen minder beschikbaar zijn door drogere omstandigheden. Om het aantal rode wormen te bevorderen, zou de bodem zo min mogelijk verstoord moeten worden en zou er bemest moeten worden met grof organisch materiaal (mest gemengd met stro of ander strooisel). Dit zal er niet alleen voor zorgen dat het aantal rode wormen zal toenemen, maar het zal tevens de bodemstructuur verbeteren, organische stofgehalte doen toenemen en uiteindelijk dus ook het vochtgehalte van de bodem dat de regenwormen actief houdt en dus beschikbaar voor weidevogels. Door met een weidevogel-bril naar regenwormen te kijken hebben we een uniek kijkje gekregen in de wereld van de regenworm in agrarische graslanden dat hopelijk bijdraagt aan een meer natuur-inclusieve landbouw en de bescherming van weidevogels en andere soorten.

Hijskraans in de verte
 Takeln de toekomst
 Boben de bomen uut
 Zo kan iederiene zien
 Dat het ons hier goed giet
 Gegrilde lucht
 Op 'n bedje van
 fiengesneden landschap

Altied bennen der lui west
 die het zeden
 Vanaf de aller eerste stienen steden
 Alle eeuwen hebben der welken zegt
 Beweging kan ok
 achteruutgang weden

De horizon komp dichterbij – Daniël Lohues (2009)