

Monitoring effect bodemverbeteringsmaatregelen op biodiversiteit en bodemleven binnen pilot Aldeboarn de Deelen



In opdracht van:

provinsje fryslân
provincie fryslân



Monitoring effect bodemverbeteringsmaatregelen op biodiversiteit en bodemleven binnen pilot Aldeboarn de Deelen

A. Jansma

Agreco Advies

Datum: Oktober 2021

Uitvoerder
Agreco Advies
Kempenaersreed 2
8912 CC Leeuwarden
06 38970031
www.agrecoadvies.nl

Opdrachtgever
Provinsje Fryslân
Tweebaksmarkt 52
8911 KZ Leeuwarden



Inhoudsopgave

1. Inleiding	6
2. Methoden.....	6
Regenwormen	7
Biologische activiteit.....	7
Insecten	7
3. Resultaten en Discussie	8
Regenwormen	8
Aantal wormen	9
Wormen biomassa	10
Biologische activiteit.....	11
S factor.....	11
K factor	11
Insecten	12
Bodembewonende insecten en spinnen.....	12
Vliegende insecten	13
4. Conclusie	14
Literatuur.....	14

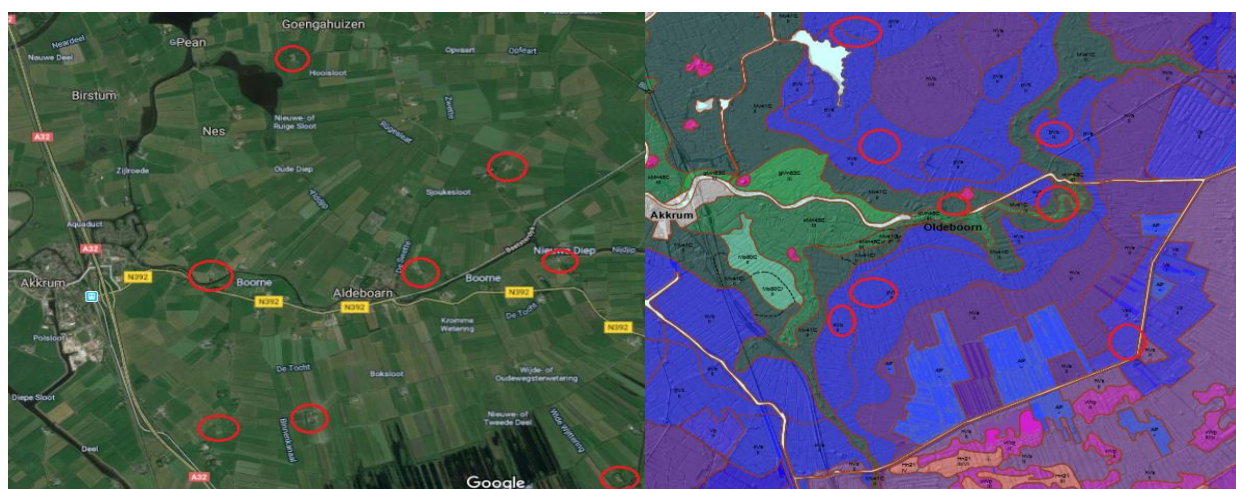
1. Inleiding

In de pilot bodemvruchtbaarheid Aldeboarn/De Deelen (2018-2021) is onderzoek gedaan naar het effect van het werken aan bodemvruchtbaarheid op bodembioLOGIE, bodemchemie, bodemfysiologie en de waterhuishouding (bodemvocht). Hierbij lag de focus op het verbeteren van de bodemvruchtbaarheid en de vochtthuishouding in relatie tot de veenweideopgave. De gedachte hierbij is dat een hogere bodemvruchtbaarheid leidt tot een hoger watervasthoudend vermogen van de bodem en daarmee een hoger grondwaterpeil. Dit heeft zowel voordelen voor de landbouw als mogelijk de veenoxidatie. Daarbij leidt verbetering van de bodembioLOGIE tot het verhogen van de productie, terwijl het gebruik van kunstmest wordt gereduceerd. Belangrijke elementen in het toegroeien naar een natuurinclusieve landbouw.

Biodiversiteit is een cruciaal onderdeel binnen kringlooplandbouw. Een goed functionerend bodemleven zorgt voor een goede omzet van mest en gewasresten in plant opneembare voedingstoffen. Rode regenwormen spelen daarin een belangrijke rol door het in de bodem werken en verkleinen van gewasresten en mest. Daarnaast zorgen ze voor meer lucht in de bovenste bodemlaag en een betere waterinfiltratie. Binnen deze door de provincie verleende aanvullende opdracht is gekeken naar het effect van de toegepaste bodemverbeteringsmaatregelen op regenwormen, biologische activiteit en bodembewonende en bovengrondse geleedpotigen (insecten en spinnen) binnen de pilot bodemvruchtbaarheid Aldeboarn/De Deelen.

2. Methodes

Voor het project zijn 8 bedrijven geselecteerd in het gebied Aldeboarn/De Deelen. De helft van de bedrijven is biologisch, de andere helft gangbaar. De grondsoort in het gebied is voornamelijk veen met een variërend kleipakket. Twee van de deelnemers zitten vlak bij de rivier de Boorn en hebben een dik kleipakket op de percelen. Op elk bedrijf is een doel- en referentieperceel geselecteerd. De 8 deelnemers hebben in de projectperiode jaarlijks bodemverbeteringsproducten toegevoegd, in de vorm van vaste mest/bokashi (7 ton/ha/j), eierschalenkalk (1 ton/ha/j) en zeemineralen (0,1 ton/ha/j), ter verbetering van de bodemvruchtbaarheid.



Figuur 1: De locatie van de acht deelnemende bedrijven in het onderzoeksgebied Oldeboorn/De Deelen.

In 2018 en 2021 is er op de bedrijven een monitoring uitgevoerd naar het effect van het toepassen van bodemverbeteringsmaatregelen op de biodiversiteit. Het effect op de biodiversiteit is bepaald door metingen te verrichten aan:

- Regenwormen
- Biologische activiteit
- Insecten en spinnen

Regenwormen

Regenwormen zijn een belangrijke indicatie voor de kwaliteit van het bodemleven. Op elk bedrijf zijn in maart 2019 en 2021 op zowel het proefperceel als het referentieperceel twee plaggen van 20x20x20 cm gestoken. De plaggen zijn in het lab doorzocht op wormen. Er is gekeken naar aantallen, biomassa en wormen zijn getermineerd op functionele groep; strooiselbewoner, bodembewoner en pendelaars aan de hand van de gids Regenwormen van Nederland (Krediet, 2019). Bodembewoners worden ook wel geclassificeerd onder de groep grijze wormen. Strooiselbewoners en pendelaars onder de groep rode wormen.

Biologische activiteit

De biologische activiteit is bepaald aan de hand van de theezakjesmethode (Tea bag Index; Keuskamp et al., 2013; Iepema et al., 2015). Door middel van het ingraven van zowel snel afbreekbare groene thee, als langzaam afbreekbare rooibosthee kan de afbraakcurve van organische stof worden bepaald. Op elk bedrijf zijn per perceel 2*8 theezakjes worden geplaatst, welke na ca. 3 maanden weer zijn opgehaald en gewogen. Op basis van de makkelijk afbreekbare groene thee is de stabilisatiefactor vastgesteld (S-factor) ($S=0$ geen afbraak, $S=1$ volledige afbraak). De S factor geeft een indicatie van de biologische activiteit in de bodem. Aan de hand van de afbraak van rooibosthee is de K-factor bepaald, de snelheid waarmee de organische stof is afgebroken. Een hoge K-factor (0-1) betekent een hoge afbraaksnelheid.

Insecten

Insecten zijn belangrijk voor bestuiving en natuurlijke plaagbestrijding in de landbouw, en zijn daarnaast een belangrijke voedselbron voor veel vogels. Een deel van de insecten leeft een groot deel van hun leven of levenscyclus op of in de bodem. Het aantal insecten op doel- en referentieperceel is bepaald aan de hand van plak- en potvallen (figuur 1). Op deze manier kan worden gekeken of er een effect is van de bodemverbeteringsmaatregelen op insecten. Vliegende insecten zijn verzameld met plakvallen (figuur 1a). De op de bodem levende insecten en spinnen zijn geïnventariseerd met potvallen (figuur 1b). De plakvallen en potvallen zijn in april 2019 en 2021 op de percelen geplaatst, en na 48 uur weer opgehaald. Geleedpotigen zijn geteld en gedetermineerd op ordeniveau (loopkevers, spinnen, zweefvliegen, vlinders, etc.) en grootteklasse (<4 mm; >4mm).



Figuur 2ab. Insecten worden gemonitord met plakvallen (a) en potvallen (b)

Tabel 1: De verschillende metingen die zijn uitgevoerd binnen de monitoring

Meting	Methode	Onderzoekseenheid
Biologische activiteit	Theezakjes	S- en k-factor
Regenwormen	Plaggen (20*20*20)	Biomassa (g per m ² ; g per worm) Aantal (# per m ²) Soortgroep (# per soortgroep)
Insecten	Plakvallen Potvallen	Aantal (# per val) Soortgroep (# per soortgroep) Grootteklassen (<4mm, >4mm)
Graslandmanagement	Bodemvocht Grondmonsters Vegetatiehoogte Botanische samenstelling Bemesting	Vochtgehalte, Temperatuur Bodemchemie via Bodembalansanalyse Vegetatiehoogte (cm) Aantal soorten/m ² , bedekking (%)/m ² Kg N/ha/jaar

3. Resultaten en Discussie

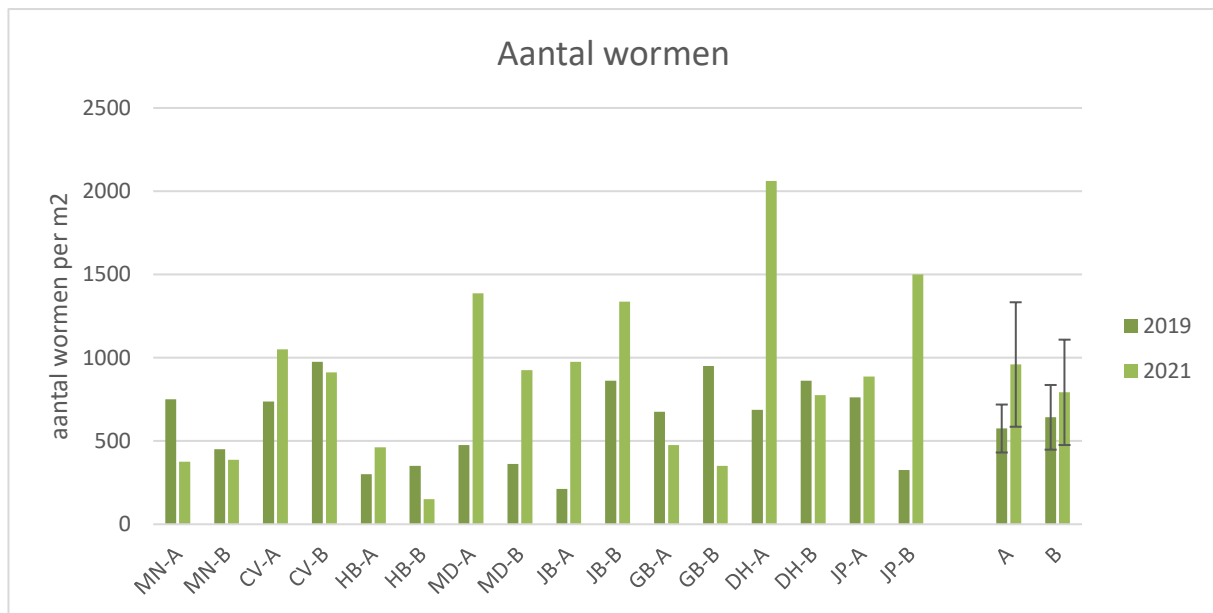
Regenwormen

Het aantal regenwormen wisselde sterk tussen de bedrijven en de twee jaren (figuur 3). Verschillen tussen bedrijven kunnen verklaard door pH, lutumgehalte en het organische stofgehalte van de bodem en het graslandbeheer van de melkveehouder (Van Eekeren et al., 2014). Uit van Eekeren et al. blijkt dat voor veengrond het gemiddeld aantal wormen op 510 per vierkante meter zit. Het gemiddelde van de binnen de pilot onderzochte percelen ligt hoger, met een gemiddelde van 534 in 2019 en 744 in 2021. Opvallend is dat uit dezelfde studie blijkt dat pendelaars op veen ontbreken. In onze studie zijn wel pendelaars aangetroffen op veen- en klei op veengrond met een aandeel van 8,5% in 2019 en 4,7% in 2021 (Tabel 2). Ook Hoekstra et al. 2021 troffen pendelaars op veengrond in Friesland. Dit wordt geweid aan het lagere slootwaterpeil en gerelateerde grondwaterpeil in Friese veenweidegebieden ten opzichte van het westelijk veenweidegebied. Wel waren er duidelijke verschillen tussen percelen, mogelijk gerelateerd aan het grondwaterpeil en het kleigehalte. Dit zal een aanvullende analyse uit moeten wijzen. Jaarlijkse aantallen fluctueren o.a. door de weeromstandigheden en daaraan gerelateerde vochtomstandigheden in de bodem. 2018 en 2019 waren droge jaren wat van invloed is geweest op de wormenstand. Onder droge bodemomstandigheden zijn de wormen minder actief en is er een hogere sterfte. Dit is ook terug te zien in de verhouding tussen het aantal adulte en juveniele wormen (Tabel 2). In 2021 waren er in verhouding meer juveniele wormen, wat duidt op een hogere reproductie.

Tabel 2. Aantal wormen de verhouding tussen adulten en juvenielen en de verschillende soortgroepen.

	Aantal wormen/m ²		% adult		%juveniel		%strooisel		%pendelaar		%bodembewoner	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2019	575	642	76,6%	78,3%	23,6%	21,7%	11,7%	12,4%	8,5%	8,4%	80,1%	79,2%
2021	959	792	47,1%	41,6%	52,9%	58,4%	19,1%	13,0%	5,7%	3,7%	74,9%	83,4%

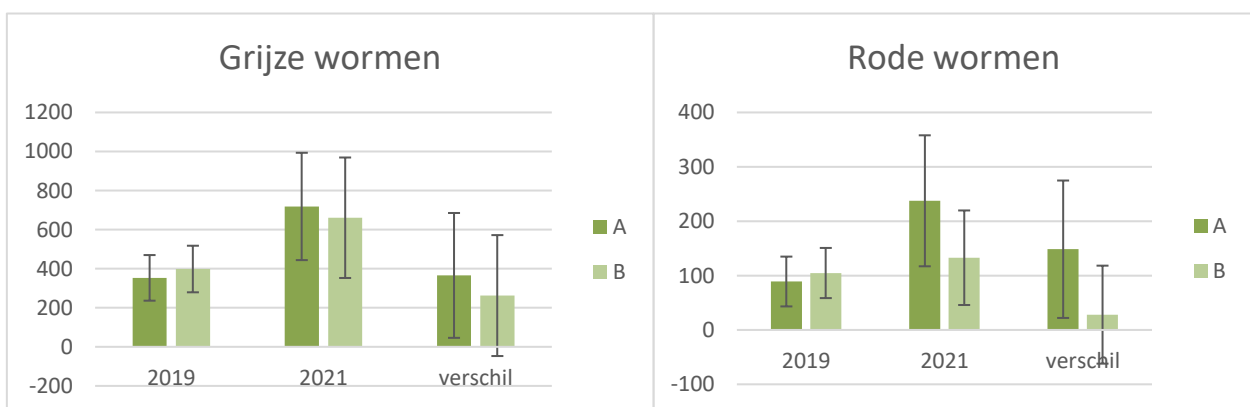
Aantal wormen



Figuur 3. Aantal wormen per vierkante meter op de onderzochte percelen en het verschil tussen doel (A)- en referentieperceel (B) in 2019 en 2021.

Als er wordt gekeken naar het doel- en referentieperceel dan waren geen significante verschillen in het aantal wormen (figuur 3). Wel zijn de verschillen tussen doel- en referentieperceel groter in 2021 t.o.v. 2019 wat gerelateerd kan zijn aan de toepassing van de bodemverbeteringsproducten.

Als er wordt gekeken naar de verschillende functionele groepen regenwormen dan was er in 2021 op het doelperceel (A) in verhouding een hoger aandeel rode wormen (strooisel bewoners en pendelaars) ten opzichte van het referentieperceel (B) (figuur 4). Terwijl dit in 2019 de verhouding nog grotendeels gelijk was.



Figuur 4. Het aantal en verschil in grijze (a) en rode wormen b) tussen doel (A) en referentieperceel (B) over de verschillende jaren.

Het aantal rode wormen is hiermee sterker toegenomen op de doelpercelen, maar de verschillen waren vanwege de grote spreiding tussen percelen niet significant. Daarnaast werd er een positieve correlatie gevonden tussen het aantal rode wormen en de hoeveelheid calcium in de bodem ($r=0.498$; $p=0.004$) en de daaraan gerelateerde pH ($r=0.414$; $p=0.018$).

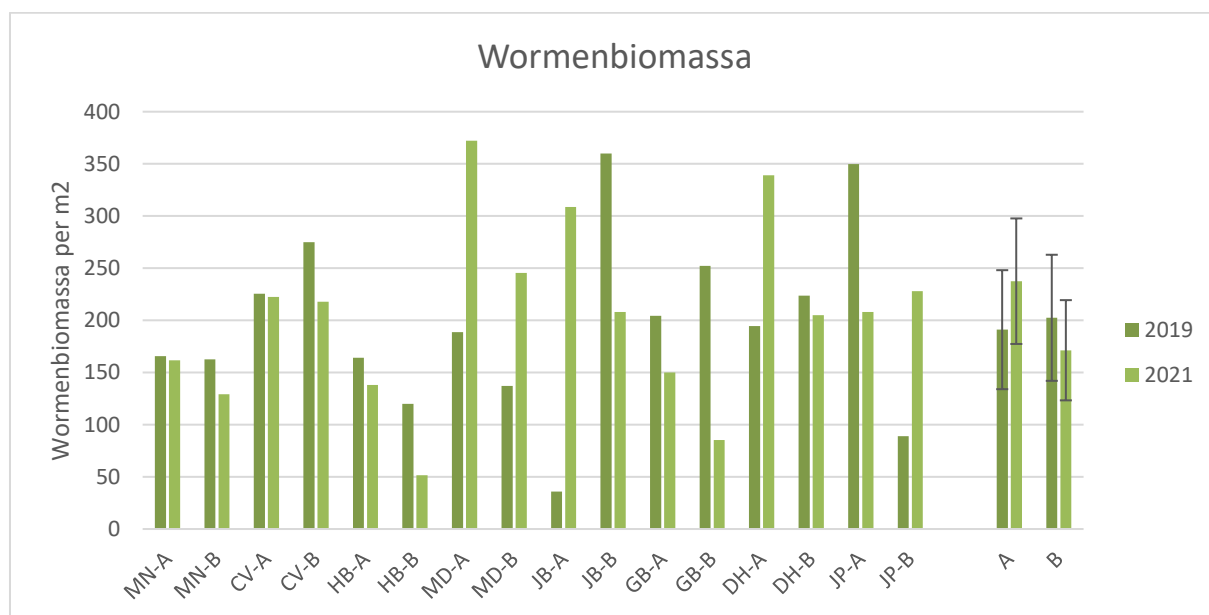
Voor de grijze wormen (bodembewoners) waren er geen substantiële verschillen in aantallen tussen doel en referentieperceel in 2019 en 2021.

Wormen biomassa

Naast het aantal wormen en de verhouding tussen adulten en juvenielen en functionele groepen is de wormenbiomassa ook een belangrijke indicator. Op percelen met een goede bodemkwaliteit met weinig verstoring komen over het algemeen meer oudere grotere wormen voor. Als gekeken wordt naar de totale biomassa dan is over de jaren de wormenbiomassa per vierkante meter toegenomen op het doelperceel en afgenomen op het referentieperceel. De hogere biomassa op het doelperceel in



2021 is gerelateerd aan het hogere aandeel adulte wormen en een hoger aandeel strooiselbewoners en pendelaars welke over het algemeen groter en zwaarder zijn. Met name volwassen exemplaren van *Lumbricus terrestris* en *Lumbricus rubellus* kunnen behoorlijke omvang bereiken en hebben daarmee een groot aandeel in de totale wormenbiomassa. Ter illustratie één aangetroffen *Lumbricus terrestris* had een gewicht van 4,805 gram.



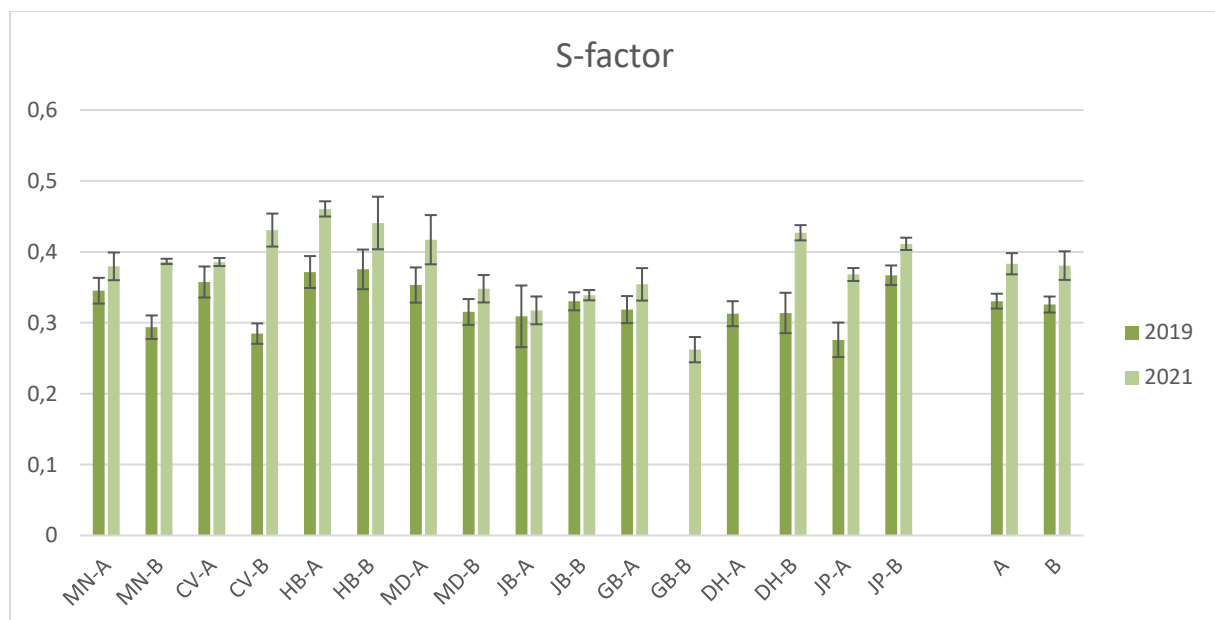
Figuur 5. De biomassa aan wormen per vierkante meter op de onderzochte percelen en de verschillen tussen doel (A) en referentie (B) perceel in 2019 en 2021.

De biomassa per worm nam in 2021 af van 0,33 gram naar 0,26 gram per worm, wat gerelateerd is aan het hogere aandeel juveniele regenwormen in 2021 (tabel 2). Tussen doel- en referentieperceel waren geen verschillen in het gewicht per worm. De behandelingen hadden daarmee geen effect op het gewicht per worm.

Biologische activiteit

S factor

De biologische activiteit is bepaald aan de hand van de theezakjesmethode. Hierbij wordt aan de hand van de afbraak van makkelijk afbreekbare groene thee en moeilijk afbreekbare rooibosthee de S en K factor bepaald. De S-factor zegt iets over de hoeveelheid organisch materiaal dat is afgebroken, en daarmee iets over de activiteit van het bodemleven. Uit figuur 6 blijkt dat er geen verschil is in de S-factor tussen doel (A) en referentieperceel (B). Opvallend is dat bedrijf HB weinig regenwormen bevat maar wel een hoge stabilisatie factor (S) heeft. Hiermee is er geen één op één relatie tussen het aantal regenwormen de biologische activiteit. Wel was er in 2019 een significante negatieve correlatie tussen de S-factor en het aantal rode regenwormen. Meer rode wormen is een hogere afbraak (lagere S-factor), wat indiceert dat rode wormen een indicator zijn van de bodemkwaliteit en de biologische activiteit. Doordat rode wormen organisch materiaal de bodem in brengen stimuleren zij de afbraak door schimmels en microathropoden in de bodem. Daarnaast is er voor de S-factor een duidelijk jaareffect te zien. In 2021 was de S-factor en daarmee de activiteit van het bodemleven hoger dan in 2019. Dit is vergelijkbaar met het beeld dat we zien bij de regenwormen. In 2021 waren er meer regenwormen dan in 2019. De reden hiervoor is dat 2021 een stuk natter was dan 2019 wat gekenmerkt kan worden als een relatief droog voorjaar. Het is bekend dat de activiteit van het bodemleven een stuk lager is onder droge omstandigheden en op een gegeven moment zelfs zo goed als stil komt te liggen. Ook regenwormen bij droge omstandigheden in diapauze. De biologische activiteit is daarmee sterk afhankelijk van de vochttoestand in de bodem. Na 3 jaar is er nog geen effect waargenomen van de bodemverbeteringsmaatregelen op de biologische activiteit.

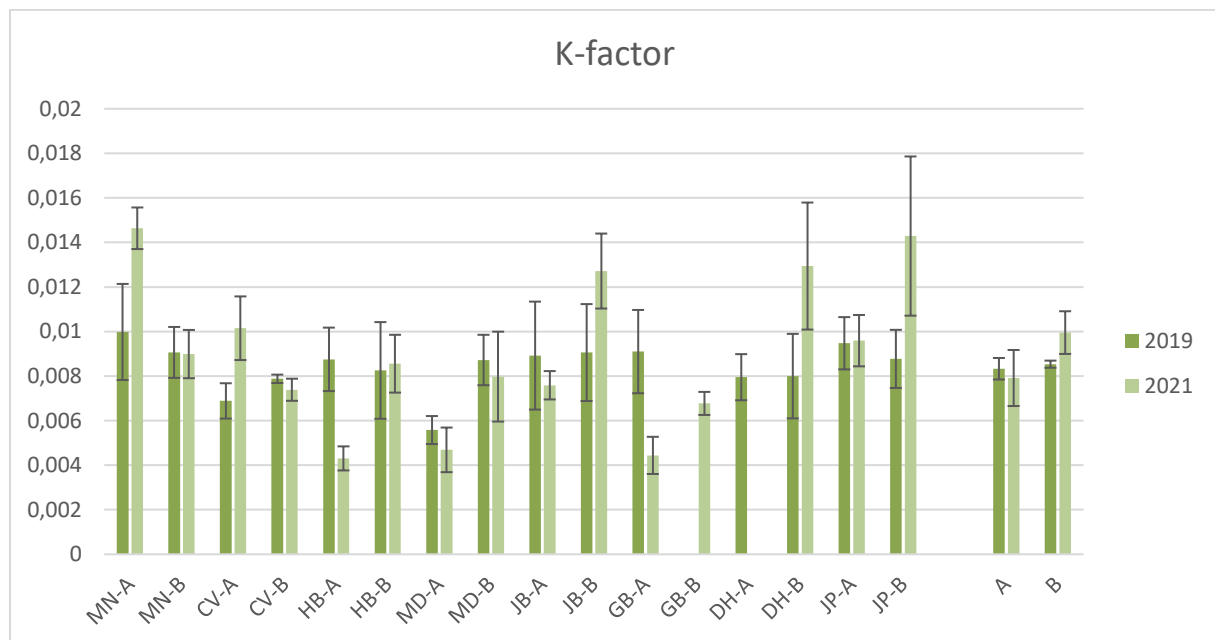


Figuur 6. De mate van afbraak van makkelijk afbreekbare groene thee (Stabilisatie (S)-factor) op de onderzochte percelen en het verschil tussen doel- en referentieperceel en de verschillende jaren. Hoe dichterbij 1 hoe hoger de afbraak

K factor

De K-factor (decompositie factor) zegt iets over de afbraaksnelheid. Hoe hoger de K-factor hoe hoger de afbraaksnelheid. Ook voor de K-factor was er geen verschil tussen doel- en referentieperceel,

maar was er wel een duidelijk jaareffect (figuur 7). Wel was er een significant effect van Ca/Mg verhouding op de K-factor ($F=7.53$; $p=0.011$). De Ca/Mg verhouding was in 2021 hoger op het doelperceel (Ca:Mg 3,63) in vergelijking met het referentieperceel (Ca:Mg 2,85). Een hogere Ca/Mg verhouding zou daarmee een positief effect hebben op de biologische activiteit (afbraaksnelheid organisch materiaal), wat bevordert wordt door middel van het toepassen van de eierschalenkalk op het doelperceel.



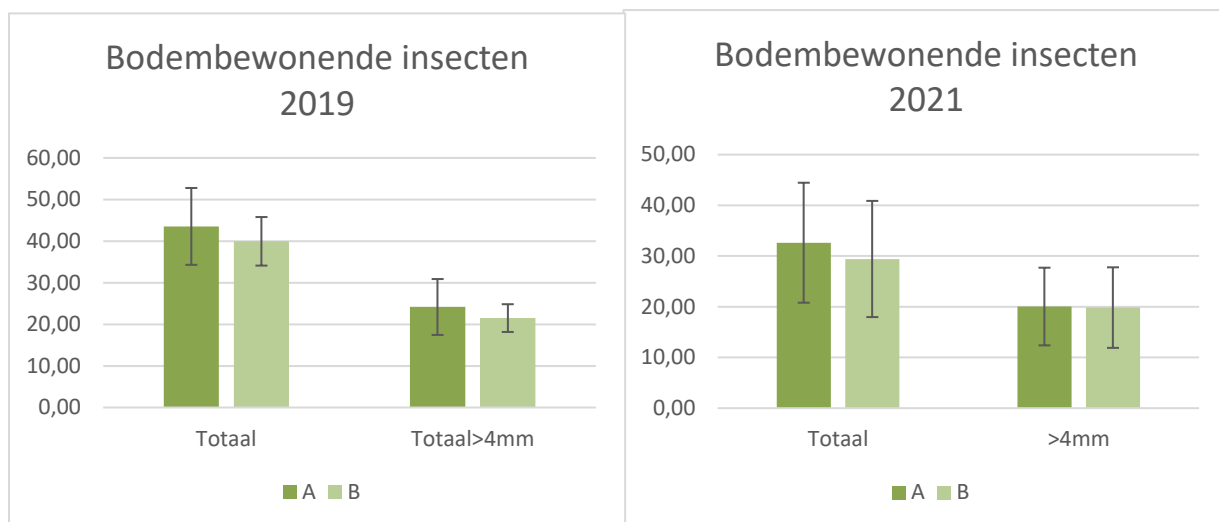
Figuur 6. De mate van afbraak van makkelijk afbreekbare groene thee (Decompositie(K)-factor) op de onderzochte percelen en het verschil tussen doel- en referentieperceel en de verschillende jaren. Hoe dichter bij 1 hoe hoger de afbraak

Insecten

Bodembewonende insecten en spinnen

Bodembewonende insecten zijn een belangrijke speler in het bodemvoedselweb. Met name loopkevers zijn een goede indicator van de beschikbaarheid aan springstaarten, mijten en andere (micro)arthropoden. Er zijn geen significante verschillen in het aantal bodembewonende insecten en de onderzochte soortgroepen tussen het doel (A) en referentie (B) perceel. In 2021 zijn er iets lagere aantallen insecten gevangen met de potvallen, wat gerelateerd kan worden aan de weersomstandigheden.

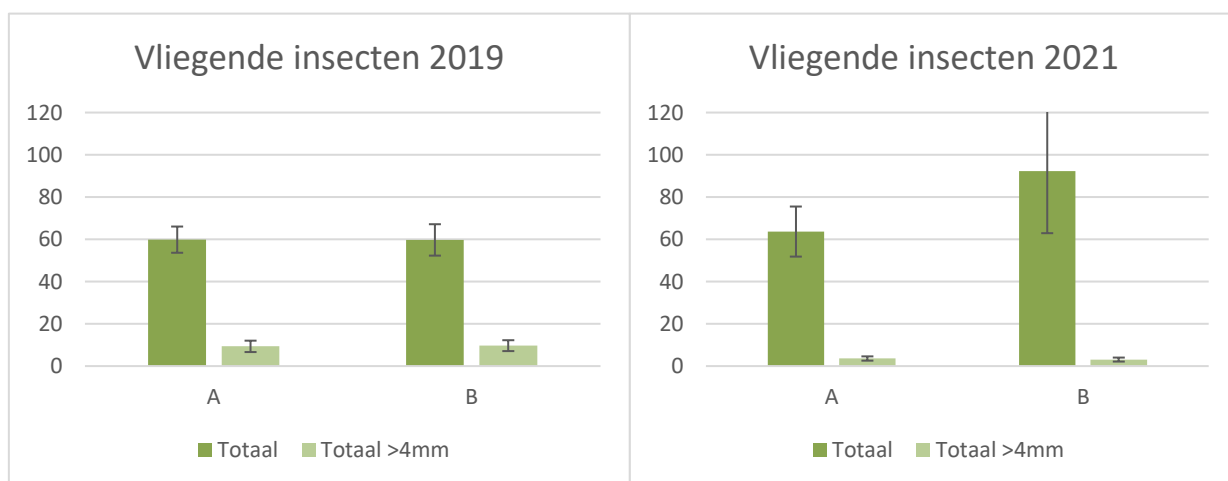
Het aantal gevangen vliegen als 'bijvangst' in de potvallen was positief gecorreleerd met NO_3^- in de bodem. Daarnaast was NO_3^- negatief gerelateerd met het aantal kruiden. Hierin ligt mogelijk een relatie met de intensiteit van het graslandgebruik. Uit eerder onderzoek is een negatieve relatie aangetoond tussen het aantal insecten $>4\text{mm}$ en de N-bemesting en een positieve relatie tussen het aantal vliegende insecten $<1\text{mm}$ en de leeftijd van het grasland (Jansma et al., in voorbereiding).



Figuur 7. Het totaal aantal bodembewonende insecten en het aantal bodembewonende insecten >4mm op het doel (A) en referentieperceel in (a) 2019 en (b) 2021.

Vliegende insecten

Het aantal vliegende insecten hangt sterk samen met andere factoren op het perceel zoals bemesting, waterpeil en de botanische samenstelling. Dit blijkt ook uit dit onderzoek. Voor 2019 is er een positieve correlatie gevonden tussen het aantal insecten en het aantal kruiden per m² en een positieve correlatie tussen het aantal insecten <4mm en pH. Over beide jaren gezien is er geen eenduidige factor gevonden die het aantal insecten kan verklaren. Wel kunnen verschillen tussen jaren verklaard worden door de weersomstandigheden. Het aantal vliegende insecten >4mm was juist lager in 2021 terwijl het totaal aantal insecten hoger was in 2021 ten opzichte van 2019 (figuur 8). Door het relatief koude voorjaar waren er weinig grote insecten, maar door de vochtige omstandigheden was het totaal aantal, voornamelijk kleine insecten, hoger. Ook voor het aantal vliegende insecten waren er na 3 jaar geen significante verschillen tussen het doel en referentieperceel.



Figuur 8. Het totaal aantal vliegende insecten en het aantal vliegende insecten >4mm op het doel (A) en referentieperceel in (a) 2019 en (b) 2021

4. Conclusie

In dit onderzoek is gekeken of er een effect is van de bodemverbeteringsmaatregelen op de biodiversiteit en het bodemleven. Na 3 jaar is er nog geen duidelijk significant effect van de bodemverbeteringsmaatregelen op het aantal, de biomassa en de diversiteit aan regenwormen, de biologische activiteit en het aantal vliegende en bodembewonende insecten en spinnen. Er was bij alle metingen een duidelijk jaareffect, wat voornamelijk verklaard kan worden door weersomstandigheden en daaraan gerelateerde bodemvochtcondities. Wel zijn er een aantal indicaties die wijzen op een positief effect van de bodemverbeterende maatregelen op het bodemleven. Zo is er een duidelijke toename van het aandeel rode wormen op het doelperceel ten opzichte van het referentieperceel en was er een positieve correlatie tussen het aantal rode wormen en het calciumgehalte en de daarnaar gerelateerde pH. Ook was er een significant effect van de Ca/Mg verhouding op de afbraaksnelheid (k-factor) en een negatieve correlatie tussen het aantal rode wormen en de stabilisatie (S) factor. Dit impliceert dat het opbrengen van vaste mest/bokashi, eierschalenkalk en zeemineralen, met als doel het verhogen van de Ca/Mg verhouding en het bodemleven, inderdaad een positief effect heeft op de populatie rode wormen en de biologische activiteit. Rode wormen hebben een belangrijke functie in het verbeteren van de bodemkwaliteit doordat ze organisch materiaal de bodem in werken en de afbraak door schimmels en bacteriën faciliteren en versnellen. Net als in andere veenweidegebieden in Friesland zijn pendelaars op klei op veengrond en zelfs op pure veengronden aangetroffen. Rode wormen kunnen daarnaast een rol spelen in het opheffen van bodemverdichting (m.n. rode wormen) en het verbeteren van de waterinfiltratie en het waterbergend vermogen van een bodem (o.a. Hoekstra et al., 2021). In hoeverre dit bijdraagt aan het daadwerkelijk verbeteren van de bodemkwaliteit en het verhogen van het bodemvochtgehalte zal een vervolgmeting in 2023 uit moeten wijzen.

Literatuur

Hoekstra, N., Sleiderink, J., Van de Logt, R. & Van Eekeren, N. 2021. Doorbreken pendelende regenwormen schalterveen? V-focus.

Iepema, G, Domhof, B., Van Eekeren, N. 2015. Afbraak thee maat voor afbraak organische stof. V-focus, p. 19.

Keuskamp, J.A., Dingemans, B.J.J., Lehtinen, T., Sarneel, J.M. & Hefting, M.M. 2013. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution* 4, 1070-1075.

Krediet, A. 2019. De Nederlandse Regenwormen. Jeugdbondsuitgeverij.

Van Eekeren, N., Bokhorst, J., Deru, J., & de Wit, J. 2014. Regenwormen op het melkveebedrijf. Driebergen: Louis Bolk Instituut.

Van Eekeren van, N., Iepema, G., & Domhof, B. 2016. Goud van oud grasland. Driebergen: Louis Bolk Instituut.