

Het effect van drijmestaanwending met zodenbemester en sleepvoet op bodemvocht, scheurvorming, regenwormen en grasopbrengst op klei-op-veen.

Februari 2023

Nyncke Hoekstra, Jacco de Stigter, Nick van Eekeren



© 2023 Louis Bolk Instituut

Het effect van drijfmestaanwending met zodenbemer en sleepvoet op bodemvocht, scheurvorming, regenwormen en grasopbrengst op klei-op-veen

Nyncke Hoekstra, Jacco de Stigter, Nick van Eekeren

Publicatienummer: 2023-005 LbP

30 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via
www.louisbolk.nl/publicaties

www.louisbolk.nl

info@louisbolk.nl

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid

Voorwoord

Zes melkveehouders in het Friese veenweidegebied, boerend op schalterveen, verenigden zich een paar jaar geleden rondom hun 'bodemproblemen'. Wat speelt er bij hen in de bodem? In het project "Integrale bodemverbetering Feangreiden" in opdracht van Veenweide Fryslân en gefinancierd door de Provincie Fryslân, zijn we samen met de zes deelnemers aan de slag gegaan om oplossingen te vinden voor verschillende zaken in relatie tot bodem, waaronder zorgen rondom het effect van zodenbemesting op de bodem. In dit rapport doen we verslag van een veldproef die we in 2021 hebben uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in het effect van zodenbemesting (ten opzichte van bovengrondse mestaanwending) op scheurvorming, bodemvochtgehalte, regenwormen en grasgroei.

We bedanken de deelnemende melkveehouders en de stuurgroep van het project (Nicollette Hartong, Bouwe Bakker, Niek Bosma en Margit Gosen) voor hun input, de medewerkers van Dairy Campus (Jan Boonstra in het bijzonder) en collega's en stagiaires van het Louis Bolk Instituut (Riekje Bruinenberg, Jan Verhagen, Hans Dullaert, Jop van der Wel en Joost Sleiderink) voor hun inzet bij veld- en labwerkzaamheden).

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding en achtergrond	9
1.2 Doelstelling en hypothesen	10
2 Materiaal en methoden	12
2.1 Proefopzet	12
2.2 Bemesting	14
2.3 Metingen	14
2.4 Statistische analyse	16
3 Resultaten en discussie	17
3.1 Proefomstandigheden	17
3.2 Scheurvorming	18
3.3 Bodemvochtgehalte	19
3.4 Beschikbaarheid regenwormen voor weidevogels	20
3.5 Grasproductie	25
4 Conclusies en aanbevelingen	27
Referenties	28
Bijlage 1. Regenwormen	30

Samenvatting

Met het doel om ammoniakemissie te reduceren is het sinds de jaren '90 verplicht om drijfmest emissiearm toe te dienen. Naast de emissiereductie brengt zodenbemesting verschillende andere (potentiële) voordelen met zich mee, zoals een hogere stikstofbenutting en daarmee grasgroei, en minder besmeuring en verbranding van gras. Er zijn echter ook (potentiële) nadelen van zodenbemesting ten opzichte van bovengronds bemesten, zoals scheurvorming en uitdroging van de bodem, en een negatief effect op regenwormen.

Het doel van dit onderzoek was het in kaart brengen van het effect van zodenbemesting en sleepvoetbemesting op bodemvochtgehalte en scheurvorming, beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels en grasopbrengst en N opname in grasland op (klei op) veen. De hypothese is dat de verschillen tussen zodenbemesting t.o.v. van bovengrondse drijfmestbemesting (sleepvoet) ontstaan door het effect van a) snijden in de bodem bij zodenbemesting en b) plaatsing van de mest in geconcentreerde banen onder de grond.

- a) Snijden in de bodem resulteert in scheurvorming, waardoor de bodem sneller uitdroogt. Dit kan resulteren in een lagere grasgroei onder droge omstandigheden, een meer open zode, en minder beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels (hardere grond maakt de bodem moeilijk doordringbaar voor snavel en wormen worden verstoord en/of trekken dieper in de grond bij droogte)
- b) Plaatsing van drijfmest onder de grond resulteert in betere N opname (lagere verliezen door ammoniak vervluchtiging). Daarnaast heeft de drijfmest in geconcentreerde banen in de bodem mogelijk een negatief (toxisch?) effect op regenwormen

In 2021 is er op een praktijkperceel op klei-op-veen een veldproef uitgevoerd waarin de volgende behandelingen in vijf herhalingen werden uitgevoerd: bemesting (drijfmest, kunstmest, controle) en aanwendingsmethode (met of zonder snijden door de zodenbemester). Op de controle en kunstmest plots 'met snijden', werd er met de zodenbemester in de bodem gesneden (zoals bij normale zodenbemesting), maar zonder drijfmestbemesting (pomp uit). Op de drijfmestplots 'met snijden', werd de drijfmest ondergronds aangewend met de zodenbemester, bij drijfmestplots 'zonder snijden' werd de zodenbemester niet in de grond gedrukt en werd er bemest zoals bij de sleepvoetmethode.

De bemesting werd uitgevoerd in twee rondes (eind maart en midden juni). Ongeveer één en vier weken na elke bemestingsronde werd het bodemvochtgehalte, scheurvorming, indringingsweerstand en regenwormen gemeten. Daarnaast is de drogestofopbrengst en N opname van de eerste drie snedes bepaald.

Onder de relatief natte omstandigheden in het voorjaar en de zomer van 2021 en bij beperkte (maar praktijkrelevante) snijdiepte van de zodenbemester vonden we geen effect

van zodenbemesting op scheurvorming en uitdroging van de bodem. Dit was in lijn met andere praktijkbevindingen in de omgeving gedurende 2021, maar in sterk contrast met waarnemingen in de voorgaande (zeer droge) jaren, waarin wel degelijk scheurvorming plaatsvond.

Terugkomende op de hypothesen dat de verschillen tussen ondergr (zodenbemesting) t.o.v. van bovengrondse drijfmestbemesting (sleepvoet) ontstaan door het effect van a) snijden in de bodem bij zodenbemesting en b) plaatsing van de mest in geconcentreerde banen onder de grond.

- a) Er was geen indicatie dat snijden in de bodem een negatief effect heeft op de beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels: 1) er was geen effect op de indringingsweerstand, of hardheid, van de bodem, waardoor het mogelijk moeilijker is voor weidevogels om wormen te vangen. 2) er was geen duidelijk effect van het snijden in de bodem op het aantal regenwormen, of de wormbiomassa. Daarnaast was er geen indicatie dat snijden een negatief effect had op de grasopbrengst.
- b) Er was ook geen positief effect van ondergrondse mestplaatsing op gewasopbrengst en N opname. Dit is mogelijk gerelateerd aan de relatief vochtige omstandigheden ten tijde van de mestaanwending, wat de verliezen van ammoniak mogelijk beperkt heeft. Gedurende drie van de vier meetperiodes was er een voorzichtige trend dat de plaatsing van mest onder de grond tijdens zodenbemesting een negatief effect had, op met name het aantal bodembewonende regenwormen.

In de huidige proef is alleen gekeken naar de korte termijneffecten van zodenbemesting en geeft daarmee beperkt inzicht in de effecten van meerjarige zodenbemesting op de lange termijn. Daarnaast vond deze proef plaats op één bodemtype gedurende een relatief nat jaar (waarin geen scheurvorming plaatsvond), waardoor we geen conclusies kunnen trekken over het effect van zodenbemesting op scheurvorming en uitdroging van de bodem en de consequenties hiervan gedurende droge jaren. Dit is onderwerp van een vervolgonderzoek.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en achtergrond

Met het doel om ammoniakemissie te reduceren is het sinds de jaren '90 verplicht om drijfmest emissiearm toe te dienen. Dat wil zeggen met een toedieningstechniek die minder ammoniak emitteert dan breedwerpig bovengronds toedienen, zoals dat vóór 1990 gebruikelijk was (De Haan, 2009). In de huidige stikstofcrisis staat het reduceren van ammoniakuitstoot uit de veehouderij weer hoog op de agenda. In 2017 werd 64% van de drijfmest aan grasland toegediend met een zodenbemester, waarbij een sleuf van ongeveer 6 cm in de grond getrokken wordt; 22% werd toegediend met een sleufkouter (2 cm diepe sleufjes, maar dit is sinds 2019 niet meer toegestaan); 13% werd toegediend met een sleepvoet (stroken op de grond, sinds 2019 alleen toegestaan met verdunde drijfmest); en 1% werd nog breedwerpig bovengronds toegediend (hiervoor is ontheffing nodig) (van Bruggen et al., 2019).

Naast de emissiereductie brengt zodenbemesting verschillende andere (potentiële) voordelen met zich mee. Doordat er bij zodenbemesting minder stikstof als ammoniak verloren gaat, is er meer stikstof dat door het gras benut kan worden, met een potentieel hogere opbrengst en stikstofopname als resultaat (Huijsmans et al., 2015). Het bovengronds toedienen van drijfmest kan leiden tot opbrengstderving door besmeuring en verbranding van het gras door direct contact met de mest (Prins & Snijders, 1987). De verwachting is dat bij zodenbemesting het gras minder wordt besmeurd met drijfmest, waardoor de smakelijkheid toeneemt en de verbranding van het gras afneemt.

Er zijn echter ook (potentiële) nadelen van zodenbemesting ten opzichte van bovengronds bemesten. Ten eerste kan het insnijden bij zodenbemesting leiden tot beschadiging van de graszode, met name op veen- en kleigrond (Prins & Snijders, 1987). Een goede zodekwaliteit is belangrijk om introductie van ongewenste kruiden te voorkomen en voldoende draagkracht voor vee en voertuigen te hebben (Janssen et al., 2023). Een verminderde zodekwaliteit kan bovendien opbrengstreductie tot gevolg hebben.

Daarnaast kan zodenbemesting door het snijden in de grond leiden tot verdroging van en scheuren in de bodem. Scheurvorming lijkt voornamelijk plaats te vinden op veen- en kleigrond, en kan tot blijvende schade aan de zode leiden. Maar het is onduidelijk in hoeverre zodenbemesting scheurvorming versterkt en in welke mate de scheuren bijdragen aan uitdroging van de hele bodem. Uitdroging kan een negatief effect op grasgroei, de beschikbaarheid van nutriënten en op het bodemleven hebben. Er is echter zeer beperkt wetenschappelijk bewijs voor de uitdroging van bodem als gevolg van zodenbemesting. Van Vliet & De Goede (2006) vonden geen verschil in bodemvochtgehalte tussen bovengrondse en zodenbemesting op zandgrond. Bij een onderzoek naar wormen in Friesland droogde de

bovenlaag van grasland met een hoge grondwaterstand net zo snel uit als bij een lage waterstand. De auteur vermoedde dat dit kwam doordat de toplaag van de bodem regelmatig door mestinjectie verstoord werd en het vermogen van de bodem om water op te nemen was afgenomen (Onrust, 2017).

Zodenbemesting kan tenslotte een negatief effect hebben op regenwormen en de beschikbaarheid van regenwormen als voedsel voor weidevogels. Door de eerdergenoemde uitdroging van de bovengrond verplaatsen regenwormen zich naar beneden en neemt de dichtheid van regenwormen in de bovengrond af (Van Eekeren et al., 2022). Daarnaast is de doordringbaarheid van de bodem lager in droge grond, waardoor de beschikbaarheid van wormen voor vogels afneemt (het kost meer kracht om wormen te vangen). Tenslotte is er mogelijk een toxisch effect van het injecteren van drijfmest in geconcentreerde banen in de bodem. Mogelijk trekt bovengronds bemesten de wormen juist naar boven, waardoor de beschikbaarheid voor weidevogels toeneemt (Onrust & Piersma, 2017; Onrust, Hobma & Piersma, 2019).

Echter, onderzoeksresultaten tot dusver laten ofwel geen effect van mesttoedieningsmethode zien (Kruk, 1993; Van Eekeren et al., 2009), ofwel geen effect op aantallen, maar wel een negatief effect op biomassa (Oosterveld, 2006) ofwel alleen op een specifieke groep (bodembewonende regenwormen (Onrust & Piersma, 2019; De Goede et al., 2003)). Daarnaast werden contrasterende resultaten gerapporteerd afhankelijk van de meetperiode (Van Vliet & De Goede, 2006). Belangrijkste punt van aandacht bij voorgaande studies is dat met uitzondering van de studie van Van Vliet & De Goede (2006) er geen duidelijk onderscheid gemaakt werd tussen de mestsoort en bemestingsmethode. Hierdoor is het niet duidelijk of de gerapporteerde effecten het resultaat zijn van het injecteren (t.o.v. bovengrondse bemesting), of van het type mest (drijfmest vs. vaste mest) of bemestingsniveau. Uit bovenstaande bevindingen kan geconcludeerd worden dat het effect van mestinjectie op bodemvocht en wormenpopulaties tot op heden niet eenduidig is. Het effect van zodenbemesting op scheurvorming en indringingsweerstand is voor zover bij de auteurs bekend nog niet eerder onderzocht.

1.2 Doelstelling en hypotheses

Het doel van dit onderzoek was het in kaart brengen van het effect van zodenbemesting en bovengrondse drijfmestaanwending (sleepvoetbemesting) op bodemvochtgehalte en scheurvorming, beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels en grasopbrengst en N opname in grasland op (klei op) veen.

De hypothese is dat de verschillen tussen zodenbemesting ten opzichte van bovengrondse drijfmestbemesting (sleepvoet) ontstaan door het effect van a) snijden in de bodem bij zodenbemesting en b) plaatsing van de mest in geconcentreerde banen in de bodem.

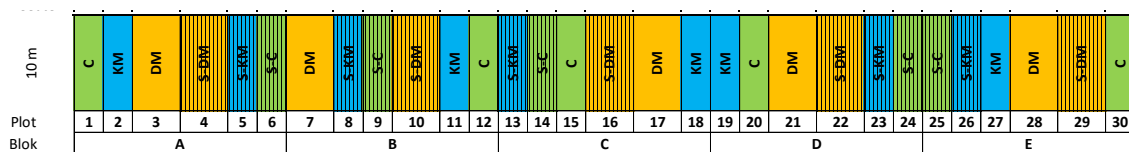
- a) Snijden in de bodem resulteert in scheurvorming, waardoor de bodem sneller uitdroogt. Dit kan resulteren in een lagere grasgroei onder droge omstandigheden, een meer open zode, en minder beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels (hardere grond maakt de bodem moeilijk doordringbaar voor snavel en wormen worden verstoord en/of trekken dieper in de grond bij droogte)
- b) Plaatsing van drijfmest onder de grond resulteert in betere N opname (lagere verliezen door ammoniak vervluchtiging). Daarnaast heeft de drijfmest in geconcentreerde banen in de bodem mogelijk een negatief (toxisch?) effect op regenwormen

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In 2021 is er op een perceel van een melkveebedrijf een proef uitgevoerd waarin het effect van bemestingsmethode op scheurvorming, beschikbaarheid van regenwormen voor wei-devogels en grasopbrengst en N-opname werd onderzocht.

Het perceel was een blijvend grasland perceel waar de voorgaande jaren alleen bovengronds drijfmest werd uitgereden. De bodem was opgebouwd uit een bovenlaag van ongeveer 30 cm klei op veen (samenstelling 0-10 cm: organische stof = 28,5 %; lutum = 34 %, zand = 11 %; P-Al = 31 mg / 100 g droge grond, pH = 5,0).



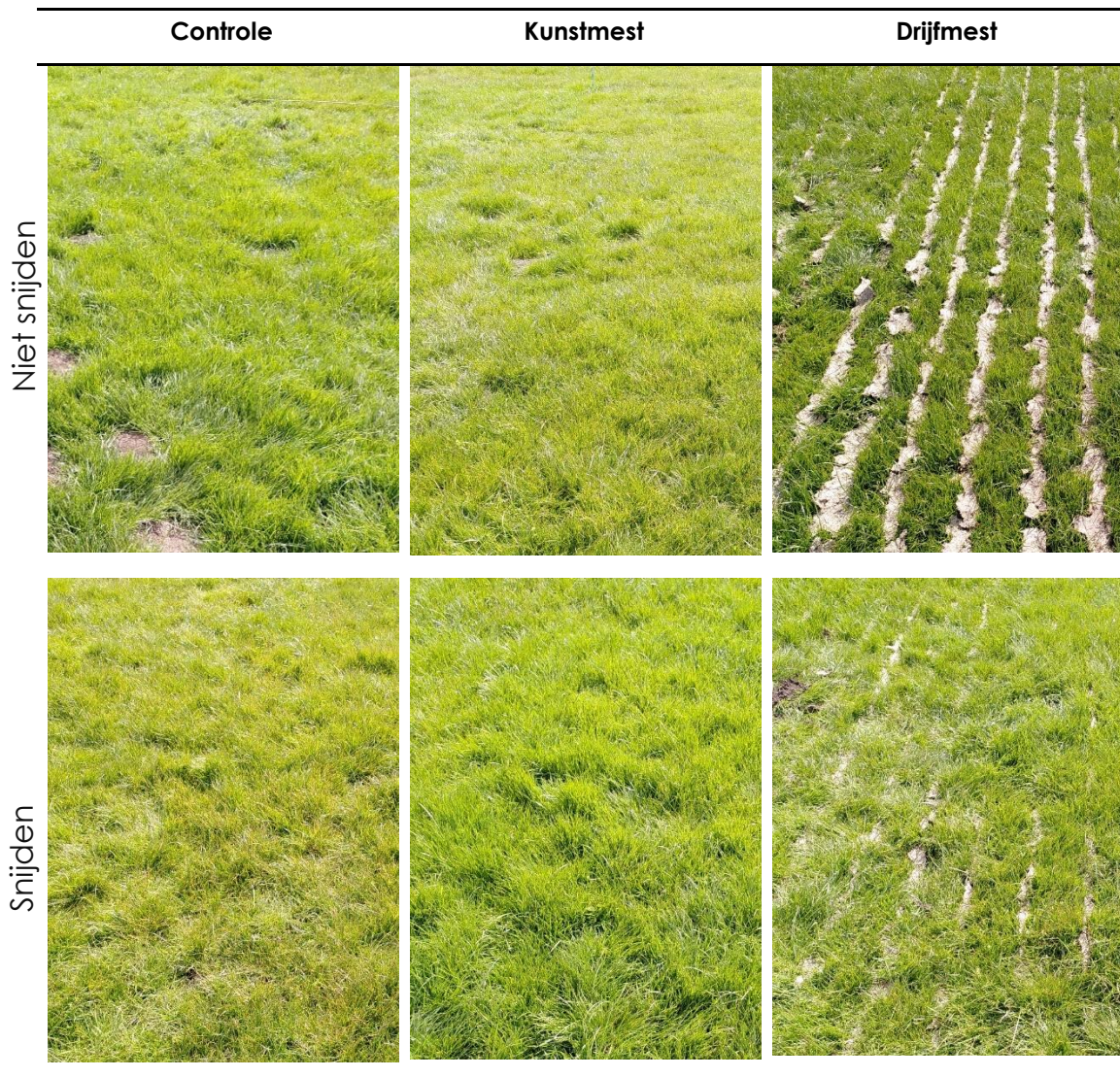
Figuur 1. Proefopzet met zes behandelingen in vijf herhalingen. C = controle (geen N bemesting), KM = kunstmest, DM = Drijfmest bovengronds (opgeheven zodenbemester). S-C controle met snijden door zodenbemester, S-KM = kunstmest met snijden door zodenbemester en S-DM is drijfmest injectie met zodenbemester.

De proef bestond uit zes behandelingen in vijf herhalingen resulterend in totaal 30 plots verdeeld over vijf blokken (Figuur 1). De behandelingen bestonden uit drie soorten mest, namelijk drijfmest, kunstmest en controle (geen N-bemesting) en twee aanwendingsmethoden, namelijk wel of niet snijden met de zodenbemester (

Figuur 3). Op de controle en kunstmest plots 'met snijden', werd er met de zodenbemester in de bodem gesneden (zoals bij normale zodenbemesting), maar zonder drijfmest te bemesten (pomp uit). Op de drijfmestplots 'met snijden', werd de drijfmest geïnjecteerd met de zodenbemester (Figuur 2). Op de drijfmestplots 'zonder snijden', werd de zodenbemester iets opgetild, zodat de drijfmest in banen boven op de grond werd uitgereden. Door deze combinatie van behandelingen was het mogelijk het effect van snijden in de bodem en het effect van plaatsing van drijfmest in de bodem los van elkaar te beoordelen. De plots waren 10 meter lang, de breedte van de plots was 3.5 meter voor de kunstmest en controle behandelingen en 7 meter voor de drijfmestbehandelingen.



Figuur 2. a) Zodenbemester waarmee gesneden en bemest werd. b) Zojuist bemeste graszode.



Figuur 3. Foto's van de zes behandelingen met in de kolommen de drie soorten mest en in de rijen de twee aanwendingsmethoden genomen op maandag 19 april (Meetronde 2).

2.2 Bemesting

Er waren drie bemestingsrondes (Tabel 1). Op de drijfmestplots werd tijdens de eerste bemestingsronde op 26 maart 30 m³ drijfmest / ha aangewend, en tijdens de tweede bemestingsronde op 18 juni (twee weken na de 1^e snede nogmaals 20m³ drijfmest (DS = 97; N-tot = 3,9; N-NH₃ = 1,8; P₂O₅ = 1,12; K₂O = 5,8 g / kg product). De kunstmestplots kregen nog 100 kg N / ha in de eerste ronde en 75 kg N / ha in de tweede ronde in de vorm van KAS. De drijfmestplots werden aanvullend bemest met KAS om op een vergelijkbare beschikbare N bemesting uit te komen (Tabel 1). Daarnaast werden alle plots bemest met P₂O₅ en K₂O op basis van het bemestingsadvies (indien nodig aanvullende kunstmest bemesting van drijfmestplots).

In de derde bemestingsronde op 19 juli werden alle plots bemest met 30 kg N (KAS) / ha. Er werd in deze ronde geen drijfmest uitgereden en niet gesneden. Alle kunstmest werd handmatig gegeven.

Tabel 1. Bemestingshoeveelheden van stikstof, fosfaat en kalium voor de drie behandelingen (controle, kunstmest, drijfmest) in de twee bemestingsrondes (bemestingsronde 1 op 26 maart, bemestingsronde 2 op 18 juni), uitgedrukt in kg per ha. * Beschikbare N, inclusief berekende nalevering.

Behandeling	N beschikbaar (kg N / ha)		Fosfaat (kg P ₂ O ₅ / ha)		Kalium (kg K ₂ O / ha)	
	KAS + drijfmest		P45 + drijfmest		K60 + drijfmest	
	Bemesting 1	Bemesting 2	Bemesting 1	Bemesting 2	Bemesting 1	Bemesting 2
Controle	0 + 0	0 + 0	35 + 0	25 + 0	100 + 0	80 + 0
Kunstmest	100 + 0	75 + 0	35 + 0	25 + 0	100 + 0	80 + 0
Drijfmest	65 + 35	41 + 34	13 + 23	0 + 15	0 + 124	0 + 66

2.3 Metingen

Om het effect van mesttoedieningsmethode op bodem(leven) te monitoren, waren er vier meetrondes, namelijk 1 en 4 weken na de eerste bemestingsronde in het voorjaar (meetronde 1 en 2) en na de tweede bemestingsronde in de zomer (meetronde 3 en 4). Bij iedere meetronde werden de volgende dingen gemeten: scheurvorming, bodemvochtgehalte, indringingsweerstand en wormen (Tabel 2).

Tabel 2. Datus waarop bemest, gemeten en geoogst is. S=snede.

Datum	Wat
26 maart	Bemesting S1
6 april	Meetronde 1 (1,5 wk na bemesting S1)
19 april	Meetronde 2 (3,4 wk na bemesting S1)
3 juni	Opbrengst S1 (maai-balk) (schoonmaaien 10 juni)
18 juni	Bemesting S2
28 juni	Meetronde 3 (1,4 wk na bemesting S2)

13 juli	Opbrengst S2 (haldrup)
19 juli	Meetronde 4 (4,4 wk na bemesting S2) Bemesting S3 (alleen kunstmest)
26 augustus	Opbrengst S3 (haldrup)

De scheurvorming werd gemeten door de diepte van de scheur/sleuf te meten in de plaggen die werden gestoken voor de regenwormen (Figuur 4a). Het bodemvocht werd bepaald door bodemonsters te nemen op 0-10 cm diepte met behulp van een grasland boor (2 cm diameter, 25 steken per plot) en de monsters te drogen op 70 °C gedurende 48 uur. De indringingsweerstand werd gemeten met de elektronische pentrometer van Eijkelpark (met een conusdiameter van 2.0 cm²) op 10 plekken per plot.

Om de wormen te meten werden in de kunst- en drijfmestplots twee plaggen van 20 x 20 x 20 cm gestoken. De plaggen werden in het veld doormidden gesneden in twee lagen: 0-10 cm en 10-20 cm diepte. De wormen in deze plaggen zijn per laag geteld, en gedetermineerd tot levensfase (adult/juveniel) en soortengroep (strooiselbewoners/bodembewoners/pendelaars). Tenslotte is de biomassa gemeten.

De grasopbrengst werd drie keer bepaald, namelijk op 3 juni, 13 juli en 26 augustus. In elke plot werd een strook van 8 meter lengte gemaaid met behulp van een haldrup (1,5 m breed, Figuur 4b) of maai balk (90 cm breed, bij te weinig draagkracht). Het vers gewicht van het gemaaid gras werd bepaald en een monster genomen voor bepaling van het droge stofgehalte (na drogen op 70 °C) en het N-gehalte. Op basis van het vers gewicht van het geoogste gras en het droge stofgehalte werd de grasproductie per hectare van de behandelingen berekend. Na de opbrengstbepaling werd het hele proefveld schoongemaaid met behulp van een tractor met maaiër.



Figuur 4. a) Bepalen van snijdiepte. b) Haldrup voor grasopbrengstbepaling.

2.4 Statistische analyse

Alle data zijn geanalyseerd in R versie 4.2.1 (R Core Team 2022). Het effect van bemesting (drijfmest, kunstmest en controle), snijden (met snijden, zonder snijden) en meetronde (R1-R4) en alle interacties op bodemvocht, scheurvorming, indringingsweerstand, wormmetingen en grasopbrengst en N opname werd getoetst met behulp een regressiemodel (Lmer). Hierbij werd rekening gehouden met herhaalde waarnemingen in de tijd (ronde) en binnen plots (2 pluggen per plot voor wormmetingen en scheurvorming). Voor alle overige bodemvariabelen (bodemvocht, indringingsweerstand) werden eerst de gemiddelden per proefveldje uitgerekend.

3 Resultaten en discussie

In onderstaande paragrafen beschrijven we de resultaten van de studie in het licht van de opgestelde hypothesen:

Verschillen tussen zodenbemesting t.o.v. van bovengrondse drijfmestbemesting (sleepvoet) ontstaan door het effect van 1) snijden in de bodem bij zodenbemesting en 2) plaatsing van de mest bovenop of in de bodem

- 1) *Snijden in de bodem resulteert in 1a) scheurvorming, waardoor 1b) de bodem sneller uitdroogt. Dit kan resulteren in een lagere beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels door 1c) hardere grond en 1d) doordat wormen dieper in de grond zitten. Daarnaast kunnen een drogere bodem en scheurvorming resulteren in 1e) lagere grasgroei en N opname (onder droge omstandigheden).*
- 2) *Plaatsing van drijfmest in geconcentreerde banen onder de grond heeft 2a) mogelijk een negatief (toxisch) effect op regenwormen, maar resulteert in 2b) een betere N opname en grasgroei (lagere verliezen door ammoniak vervluchtiging).*

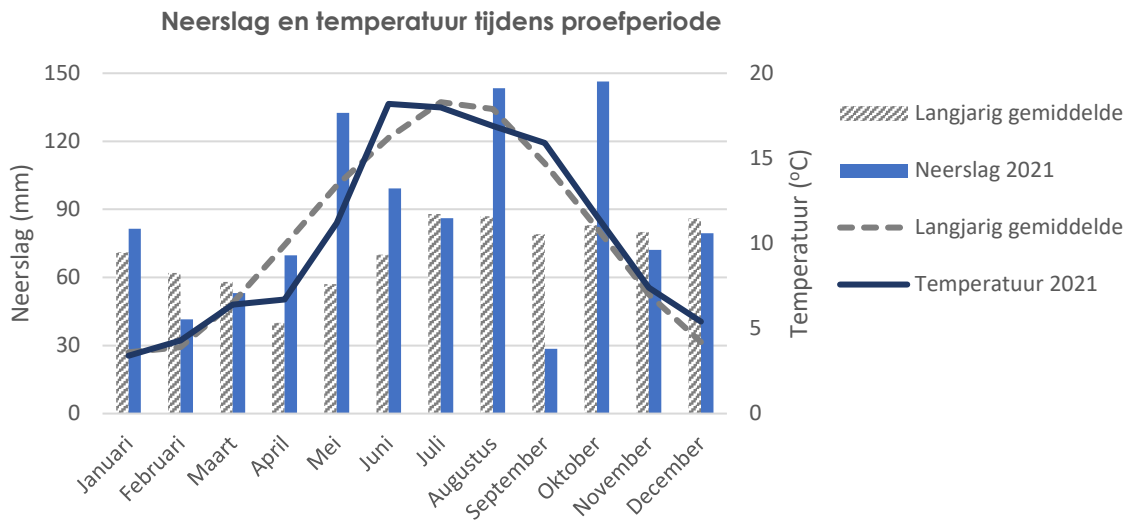
3.1 Proefomstandigheden

In het jaar van onderzoek (2021) was er sprake van een nat en koud voorjaar (maart-mei) (Figuur 5), gevolgd door een zomer die een warme start kende (juni) maar daarna koel en verliep (

Figuur 6). In tegenstelling tot voorgaande jaren (2018 en 2019) was er geen sprake van droogte gedurende de zomer, en bleef het neerslagtekort beperkt (Huiskamp, 2022).



Figuur 5. Hagel en dreigende wolken tijdens het wormenplaggen steken in meetronde 1 (6 april).



Figuur 6. Neerslag in Heeg (dichtstbijzijnde weerstation) en temperatuur in De Bilt (landelijk centraal weerstation) gedurende het onderzoeksjaar (2021) en het langjarig gemiddelde (gemiddelde waarden van 1991-2020). Bron: KNMI (2022).

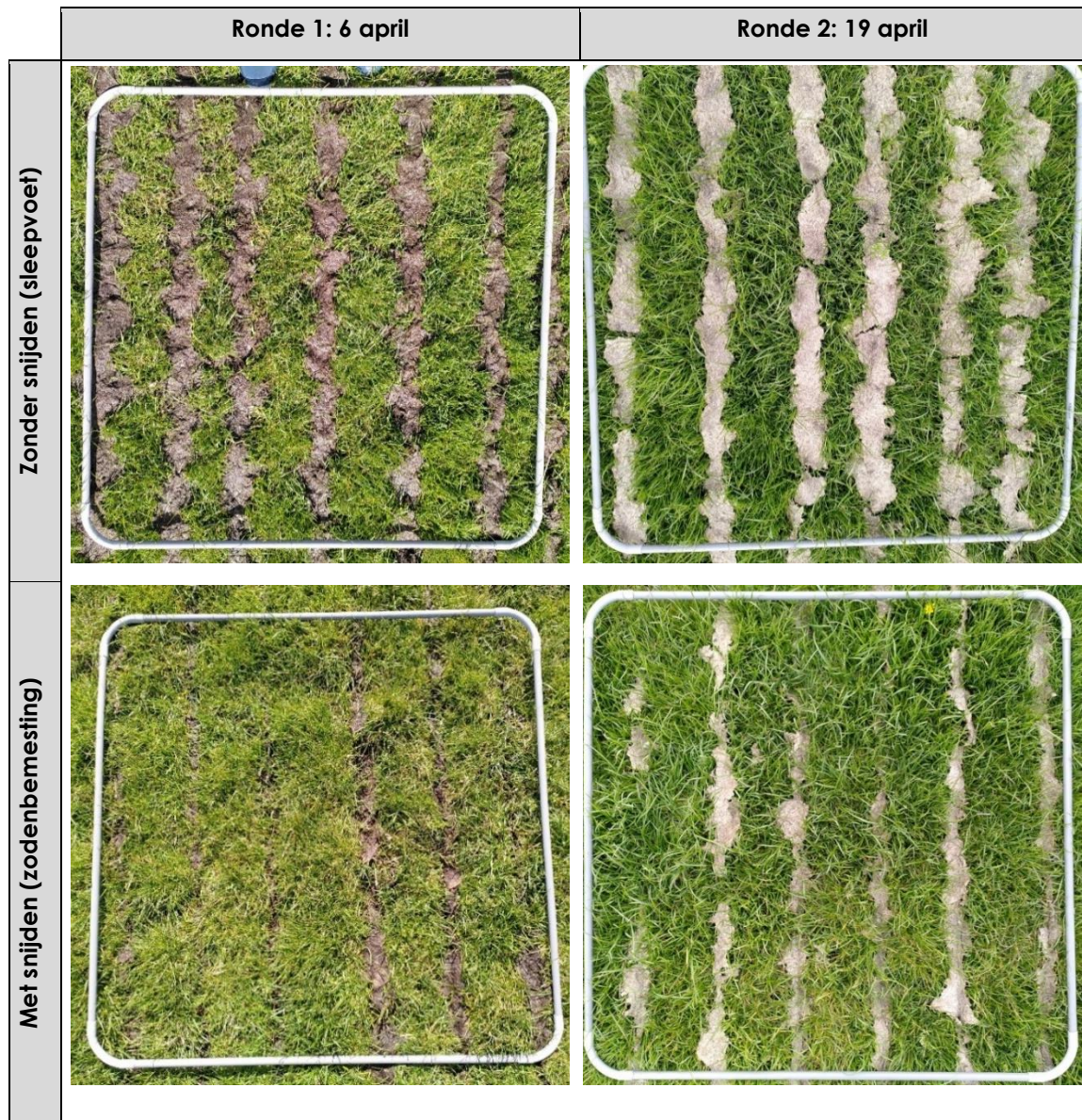
3.2 Scheurvorming

Deelhypothese 1a: Snijden in de bodem resulteert in scheurvorming.

De snijdiepte van de zodenbemester en de diepte van de daardoor ontstane sleuven was gemiddeld slechts 1,6 cm gedurende de vier meetrondes (Figuur 8a). De mest sleuven waren gemiddeld genomen dieper en langer zichtbaar bij de behandeling waar daadwerkelijk drijfmest werd geïnjecteerd dan plots waarin werd gesneden zonder drijfmest bemesting (Figuur 7). Bij kunstmestbemesting was de sleufdiepte vanaf ronde 2 gemiddeld slechts 0,7 cm, terwijl de sleufdiepte bij drijfmest gemiddeld varieerde tussen 1,3 en 3 cm (Figuur 8a).

De eerste meting vond plaats vier weken na drijfmestaanwending, dus mogelijk was de gemeten sleufdiepte minder diep dan de snijdiepte tijdens bemesting. Echter, het is aannemelijk dat de snijdiepte bij bemesting minder diep was dan de aangenomen 6 cm (van Bruggen et al., 2019). Deze bemestingsdiepte was echter wel representatief voor zodenbemesting in de praktijk op dit type bodem.

Er was geen sprake van scheurvorming gedurende de proef. Het voorjaar en met name mei van 2021 waren relatief nat (zeker t.o.v. voorgaande drie jaren) waardoor de grond op geen enkel moment genoeg uitdroogde om scheuren te veroorzaken, ook niet op andere praktijkpercelen in de regio (in tegenstelling tot de voorafgaande jaren).



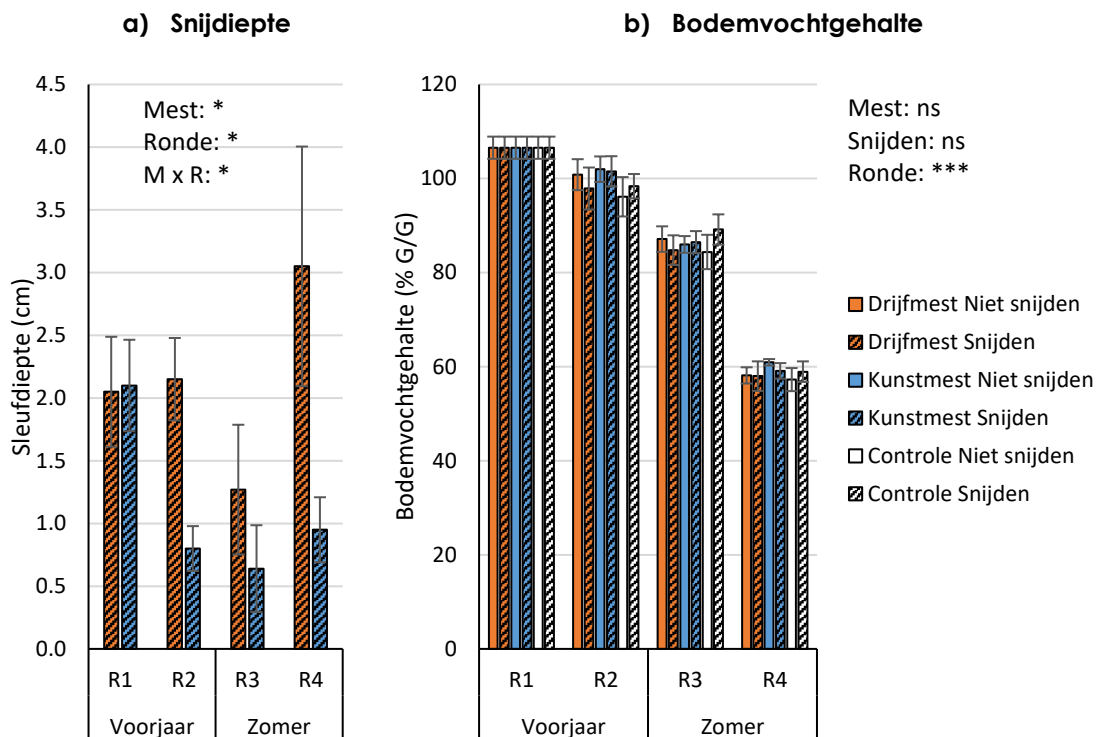
Figuur 7. Bovenaanzicht van zode met sleepvoetbemesting (niet snijden) en zodenbemesting (met snijden) tijdens meetronde 1 en meetronde 2. Ook bij zodenbemesting is er nog steeds mest zichtbaar bovenop de zode, maar wel minder.

3.3 Bodemvochtgehalte

Deelhypothese 1b: Snijden in de bodem resulteert in een snellere uitdroging van de bodem

In dit onderzoek was er geen significant effect van bemesting en snijden op het bodemvochtgehalte in de bovenste 10 cm (Figuur 8b). Aangezien er geen scheuren ontstonden, was het mogelijke effect van snijden op uitdroging van de bodem miniem. Ook een indirect effect (potentieel hogere grasopbrengst resulterend in hogere waterbehoefte en daarmee sterkere uitdroging van de bodem, zie ook paragraaf 3.5) was niet zichtbaar in het bodemvochtgehalte. Dit komt overeen met bevindingen door Van Vliet & De Goede (2006), die ook geen verschil vonden in bodemvochtgehalte tussen zodenbemesting en bovengrondse bemesting op zandgrond bij aanwending gedurende een nat voorjaar en een droge zomer.

Echter, zandgrond is niet gevoelig voor scheurvorming, en daarmee is het potentiële effect op zandgrond kleiner dan op klei en veengrond in het huidige onderzoek.



Figuur 8. a) Gemiddelde diepte van insnijdingen gemaakt gedurende de bemesting op plots met drijfmest of kunstmest bemesting b). Gemiddelde bodemvochtgehalte van de zes behandelingen tijdens de vier meetrondes (n=5, foutbalk = standaardfout). Significante effecten worden weergegeven met ns (niet significant), * (P < 0,05), *** (P < 0,001).

3.4 Beschikbaarheid regenwormen voor weidevogels

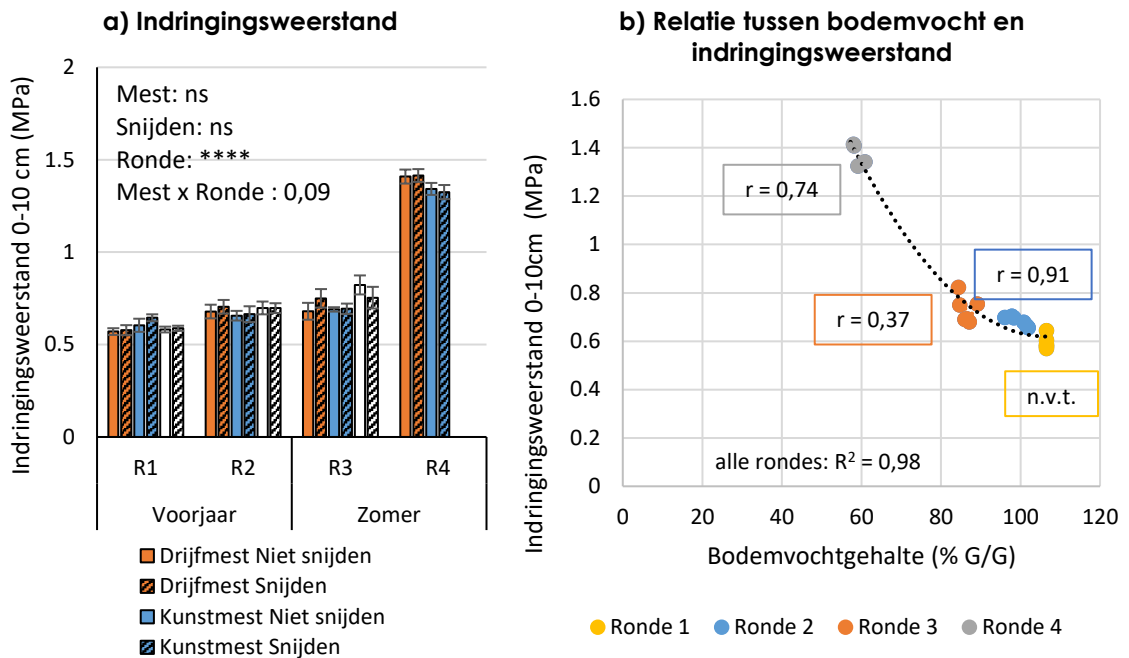
Indringingsweerstand

Deelhypothese 1c: Snijden in de bodem resulteert in een lagere beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels door een hogere indringingsweerstand (hardere grond, waardoor het moeilijker is voor vogels om hun snavel in de grond te steken).

De indringingsweerstand varieerde van 0,59 MPa in ronde 1 tot 1,37 MPa in ronde 4 (Figuur 9a). In ronde 4 (19 juli) was dit hoger dan de kritieke indringingsweerstand voor weidevogels (1,25 MPa). De indringingsweerstand is sterk gerelateerd aan het verloop in bodemvochtgehalte gedurende deze periode (Figuur 9b).

Alleen in ronde 4 (19 juli) was er een klein verschil in indringingsweerstand, namelijk een hogere indringingsweerstand voor de plots met drijfmest ten opzichte van de plots met kunst-

mestbemesting (Figuur 9). Mogelijk was dit gerelateerd aan een iets drogere grond bij drijfmest bemesting dan kunstmest (Figuur 8b, niet statistisch significant). Echter, het verschil in indringingsweerstand was niet statistisch significant en was zo klein dat het onwaarschijnlijk is dat het effect heeft op de beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels.



Figuur 9. a) Gemiddelde indringingsweerstand in de bovenste laag (0-10cm) van de bodem, uitgedrukt in MPa. In ronde 4 zijn de controleplots niet gemeten. ($n=5$, foutbalk = standaardfout). Significante effecten worden weergegeven met ns (niet significant), * ($P < 0,05$), *** ($P < 0,001$). b) Relatie tussen bodemvocht en indringingsweerstand gedurende de vier meetrondes en over de hele meetperiode.

Regenwormen

Het totaal aantal regenwormen nam af van gemiddeld 1308 / m² gedurende de eerste drie meetrondes, tot 1004 / m² gedurende ronde 4 (Figuur 10a, Tabel 3). Dit zijn zeer hoge waarden: in de landelijke referentie bodembiologie worden gemiddeld op veen 530 wormen / m² gevonden en ligt het 95^{ste} percentiel op 1133 wormen / m² (Rutgers et al., 2008). Eenzelfde patroon was zichtbaar voor de wormen biomassa, die daalde van gemiddeld 303 g / m² gedurende de eerste drie meetrondes, tot 229 g / m² gedurende ronde 4 (Figuur 10c). Er was met name een verschuiving zichtbaar in het aandeel regenwormen in de laag 0-10: deze nam sterk af in de vierde ronde (van 79 % in R3 tot 48 % in R4, Figuur 10b). Dit patroon komt overeen met resultaten van Van Eekeren (2022), die lieten zien dat bij uitdroging van de bodem, wormen dieper in de bodem gaan zitten.

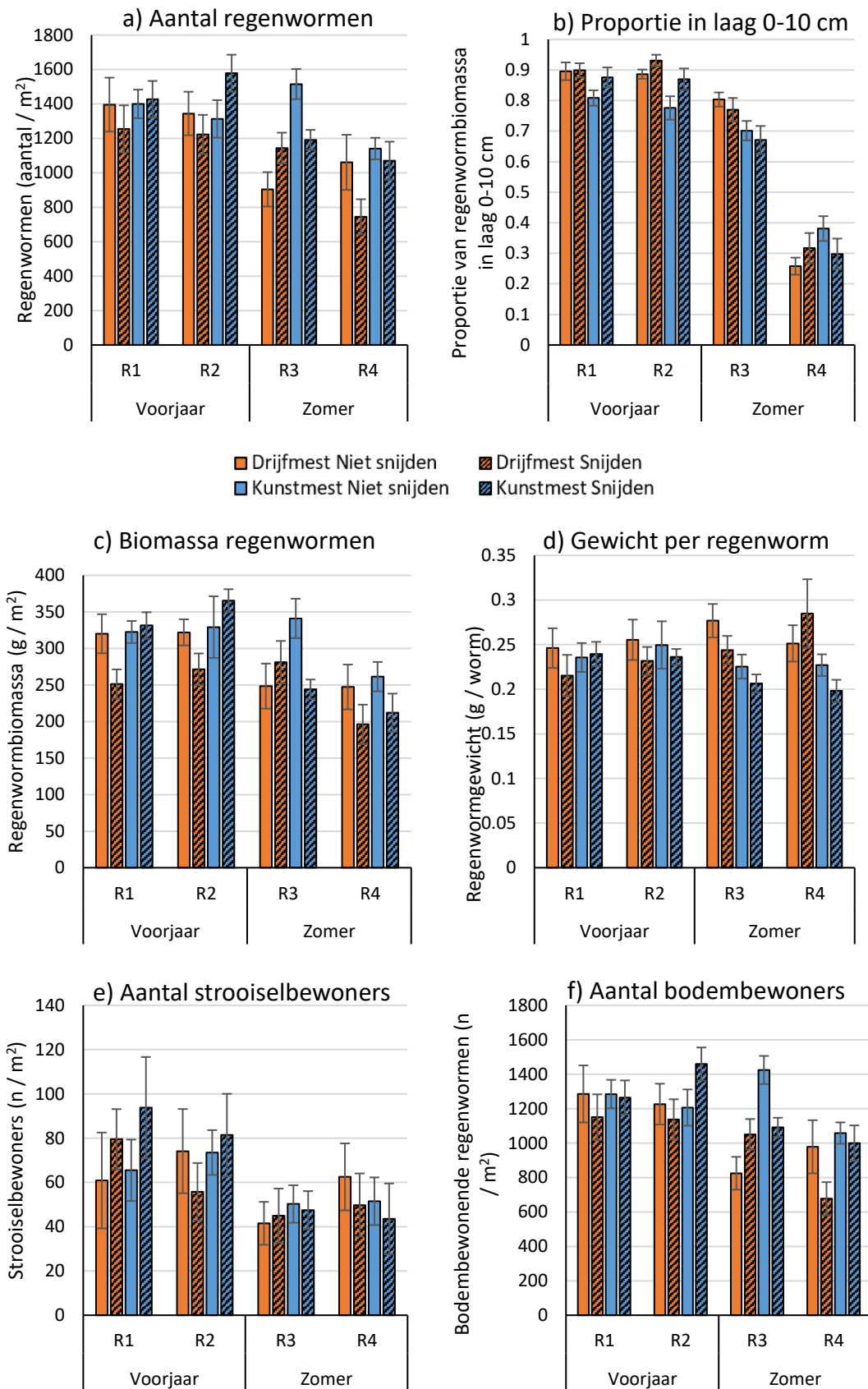
Deelhypothese 1d: Snijden in de bodem resulteert in een lagere dichtheid regenwormen in de bovengrond (door uitdroging en dieper wegkruipen).

Er was geen sprake van een consistent negatief effect van snijden op het aantal wormen, wormgewicht, de leeftijdsgroepen of de soortgroepen (deelhypothese 1d, Figuur 10, Bijlage 1). Gedurende sommige meetronden was er een (vaak niet significant) lager aantal wormen bij de behandelingen met snijden. Bijvoorbeeld in R4 was het totaal aantal (zowel strooisel- als bodembewonende wormen (Figuur 10e en f) en de biomassa (Figuur 10c) lager. Maar in net zoveel gevallen was er geen effect, of waren er juist meer wormen bij snijden (bijvoorbeeld bij de kunstmestbehandeling in R1 en R4). Aangezien er geen effect van snijden was op bodemvochtgehalte (Figuur 8b), zou een algemeen effect van snijden moeten worden toegeschreven aan verstoring. Aangezien de snijdiepte van de zodenbemester beperkt was (gemiddeld 1.6 cm), is het te verwachten effect hiervan ook niet groot.

Deelhypothese 2a: Plaatsing van drijfmest in geconcentreerde banen in de bodem heeft een negatief effect op regenwormendichtheid.

Daarnaast is er mogelijk nog een negatief effect van zodenbemesting door het ondergronds plaatsen van de mest (deelhypothese 2a). In dit geval zou het negatieve effect van snijden alleen zichtbaar moeten zijn bij de drijfmest bemestingen en niet bij kunstmest bemesting (deze was altijd bovengronds). Deze trend is (voorzichtig) zichtbaar voor het totaal aantal wormen en de biomassa en met name het aantal bodembewonende regenwormen in R1 (R2) en met name R4.

Dit zou er op kunnen duiden dat het plaatsen van mest onder de grond i.p.v. boven op de grond een negatief effect heeft op met name bodembewonende regenwormen. De hoge lokale concentraties aan mineralen hebben mogelijk een toxisch effect of afstotende werking op wormen. Dit effect was minder duidelijk of zelfs afwezig voor strooiselbewonende wormen (rode wormen), wat mogelijk te maken heeft met de relatief lage aantallen van deze wormen in de huidige proef. Ronde 3 laat een heel ander beeld zien dan de overige rondes. Het is onduidelijk waardoor dit zo sterk afwijkt. Mogelijk was dit gerelateerd aan het feit dat er vrij recent een zeer zware grassnede was geoogst.



Figuur 10. Gemiddelde waarden van a) Aantal regenwormen per m²; b) Proportie van regenwormen die zich in de laag 0-10cm bevond; c) Regenwormbiomassa per m²; d) Regenwormgewicht per regenworm; e) Aantal strooiselbewonende regenwormen per m²; f) Aantal bodembewonende regenwormen per m², alles per behandeling per ronde op plots met drijfmest of kunstmest bemesting (n=5, foutbalk =standaardfout). Voor de statistische significanties, zie Tabel 3.

Tabel 3. De statistische significantie (P-waarde) van het effect van mest (M: drijfmest vs kunstmest), snijden (S: met snijden vs zonder snijden), ronde (R: R1- R4) en hun interacties op de gemeten wormparameters. ns = niet significant, * = $P < 0,05$, ** = $P < 0,01$ en *** $P < 0,001$ (Zie ook bijlage 1).

	P waarde						
	Mest	Snijden	Ronde	M x S	M x R	S x R	M x S x R
Totaal aantal regenwormen	***	ns	***	ns	ns	ns	**
Totale biomassa regenwormen	*	*	***				*
Gewicht per regenworm (g / worm)	0.05	ns	ns	ns	*	ns	ns
Adulte regenwormen	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
Juveniele regenwormen	***	ns	***	ns	ns	ns	*
Fractie juveniele regenwormen	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Strooiselbewoners	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns
Bodembewoners	***	ns	***	ns	ns	ns	*
Proportie regenwormen 0-10 cm	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns
Proportie regenwormmassa 0-10 cm	**	ns	***	ns	**	ns	0.07

In de literatuur worden uiteenlopende effecten van bemestingsmethode gerapporteerd. Bij twee wormenonderzoeken werd geen effect van mesttoedieningsmethode gevonden (Kruk, 1993; Van Eekeren et al., 2009), terwijl andere onderzoeken geen effect vonden op aantallen, maar wel een negatief effect op biomassa (Oosterveld, 2006) of alleen op een specifieke groep (namelijk de bodembewoners) (Onrust & Piersma, 2019). Daarnaast vonden anderen soms een negatief effect van drijfmestinjectie in de zomer maar in de herfst een positief effect op bodembewonende wormen (De Goede et al., 2003). In deze studies werd echter vaak geen duidelijk onderscheid gemaakt tussen de mestsoort en bemestingsmethode. Dat gebeurde wel in de studie van Van Vliet & De Goede (2006), waarin ze in een nat voorjaar minder wormen vonden bij bovengronds bemesten ten opzichte van drijfmestinjectie, en in een droge zomer juist minder wormen bij injectie ten opzichte van bovengronds bemesten.

Effect van drijfmest en kunstmest

Bij drijfmestbemesting was er relatief meer wormbiomassa in de bovenste 10 cm dan bij kunstmest in alle rondes behalve ronde 4. Dit is een indicatie dat voedsel (organische stof) uit drijfmest wormen naar boven trekt, wat overeenkomt met Onrust, Wymenga et al. (2019). Deze trend was ook zichtbaar voor het totaal aantal bodembewoners en strooiselbewoners, maar alleen significant voor bodembewoners in Ronde 2 en Ronde 3 (Tabel 3 en Bijlage 1)

Aangezien deze proef slechts één groeiseizoen besloeg in een relatief nat voorjaar en er grote variatie in regenwormaantallen tussen jaren is (Timmerman et al., 2006), kunnen de bevindingen niet een op een overgezet worden naar andere jaren.

3.5 Grasproductie

Deelhypothese 1e: Snijden in de bodem resulteert in een lagere grasgroei onder droge omstandigheden (→ negatief effect van snijden bij alle behandelingen).

Deelhypothese 2b: Plaatsing van drijfmest onder de grond resulteert in betere N-opname en daardoor hogere grasgroei (want minder verliezen door ammoniakvervluchtiging → positief effect van snijden bij DM maar niet bij KM en C).

Grasopbrengst

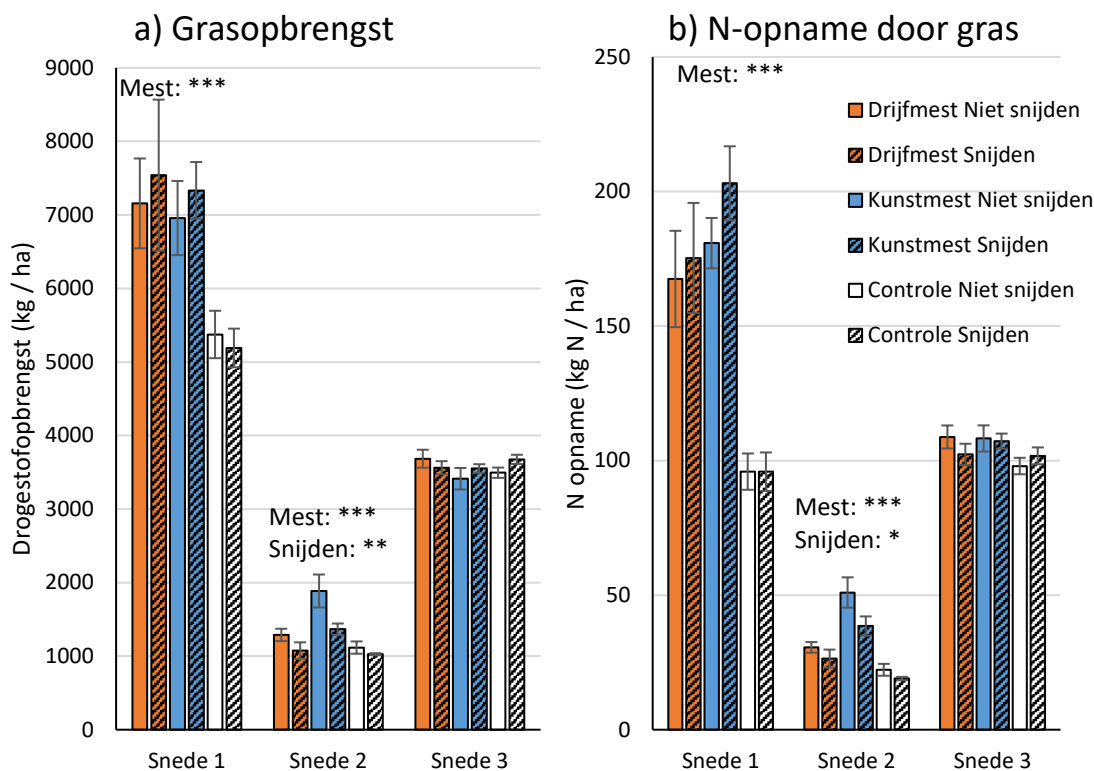
De grasopbrengst van de eerste snede was gemiddeld 7000 kg drogestof (ds) / ha voor de bemeste plots en ruim 5000 kg ds / ha voor de controle plots (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.a**). Deze hoge drogestofopbrengsten zijn het gevolg van een zeer late eerste snede (3 juni), die steeds opnieuw moest worden uitgesteld vanwege de natte omstandigheden en onvoldoende draagkracht van de bodem.

Er was geen (algemeen) negatief effect van snijden op de grasopbrengst. De gemiddelde opbrengst van de bemeste plots was zelfs juist iets hoger voor de snijden behandeling, maar dit effect was niet statistisch significant. Het is onduidelijk waaraan dit gelegen kan hebben. Het is onwaarschijnlijk dat dit het resultaat was van lagere ammoniakverliezen als gevolg van ondergrondse aanwending, aangezien het patroon vergelijkbaar was voor de drijfmest en de kunstmest behandeling.

De grasopbrengst van de tweede snede was veel lager, als gevolg van de zware eerste snede. Er was een klein maar significant negatief effect van snijden zichtbaar, met name op de kunstmest plots. Aangezien er geen sprake was van (zichtbare) scheurvorming of schade aan de graszode, is het onduidelijk of dit een direct effect was van snijden, of eerder een reactie op productiever verschillen in de eerste snede.

Gedurende de derde snede waren er geen verschillen in drogestofopbrengst van de verschillende behandelingen, wat aangeeft dat er geen of slechts zeer beperkte doorwerking was van de eerdere bemestingsrondes.

Ook bij de totale grasopbrengst (de drie snedes bij elkaar opgeteld) was er geen effect van snijden op opbrengst. Snijden in de bodem resulteerde dus niet in lagere grasopbrengsten. In hun review uit 2015, lieten Huijsmans et al. (2015) zien dat op zandgrond in Nederland de opbrengsten (uitgedrukt als kg drogestof per 100 kg N bemesting voor drijfmest ten opzichte van kunstmest) gemiddeld 62 (45 – 78) kg/100 kg N was voor zodenbemesting ten opzichte van 46 (30-81) kg/100 kg N voor (breedwerpige) bovengrondse bemesting op basis van proeven op vier locaties en meerdere jaren.



Figuur 11. a) Gemiddelde grasopbrengst in kg droge stof per ha b) N-opname door het gras in kg N per ha op plots met drijfmest, kunstmest of controle bemesting. ($n=5$, foutbalk =standaardfout). Significante effecten worden weergegeven met ns (niet significant), * ($P < 0,05$), *** ($P < 0,001$).

N-opname

Op de N-opname was er ook geen duidelijk effect van snijden en mestplaatsing (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**b). In de eerste sneede was er een (niet significante) hogere N opname voor drijfmest bij snijden. Echter, dit effect van snijden was nog sterker voor de kunstmestbehandeling (zonder drijfmest), en kan dus niet worden toegeschreven aan een lagere ammoniakuitstoot als gevolg van zodenbemesting t.o.v. bovengrondse bemesting. Mogelijk was er een tijdelijke toename van mineralisatie in de bodem als gevolg van het snijden. Echter, in dat geval zou ook een effect op de controle plots zonder N bemesting te verwachten zijn geweest.

Er is dus geen indicatie dat zodenbemesting heeft geresulteerd in lagere ammoniakuitstoot en betere N-benutting. Mogelijk is deze uitkomst gerelateerd aan de relatief ondiepe bemesting en de koele en natte condities ten tijde van bemesting. Daarnaast is het mogelijk dat de ammoniakuitstoot wel gereduceerd is en een deel van deze stikstof alsnog verloren is gegaan als lachgas door (de-)nitrificatieprocessen in de natte (en zuurstofloze) bodem (Dell et al., 2011). De bovengrondse bemesting is bovendien gedaan een sleepvoet, wat ook al een emissiereductie met zich meebrengt ten opzichte van bovengrondse bemesting met een ketsplaat (Huijsmans et al., 2015).

4 Conclusies en aanbevelingen

Onder de relatief natte omstandigheden in het voorjaar en de zomer van 2021 en bij beperkte (maar praktijkrelevante) snijdiepte van de zodenbemester vonden we geen effect van zodenbemesting op scheurvorming en uitdroging van de bodem. Dit was in lijn met andere praktijkbevindingen in de omgeving gedurende 2021, maar in sterk contrast met waarnemingen in de voorgaande (zeer droge) jaren, waarin wel degelijk scheurvorming plaatsvond.

Terugkomende op de hypothesen dat de verschillen tussen zodenbemesting t.o.v. van bovengrondse drijfmestbemesting (sleepvoet) ontstaan door het effect van a) snijden in de bodem bij zodenbemesting en b) plaatsing van de mest in geconcentreerde banen onder de grond.

a) Er was geen indicatie dat snijden in de bodem een negatief effect heeft op de beschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels:

1) er was geen effect op de indringingsweerstand, of hardheid, van de bodem, waardoor het mogelijk moeilijker is voor weidevogels om wormen te vangen.

2) er was geen duidelijk effect van het snijden in de bodem op het aantal regenwormen, of de wormbiomassa.

Daarnaast was er geen indicatie dat snijden een negatief effect had op de grasopbrengst.

b) Gedurende drie van de vier meetperiodes was er een voorzichtige trend dat de plaatsing van mest onder de grond tijdens zodenbemesting een negatief effect had, op met name het aantal bodembewonende regenwormen.

Er was geen positief effect van ondergrondse mestplaatsing op gewasopbrengst en N opname. Dit is mogelijk gerelateerd aan de relatief vochtige omstandigheden ten tijde van de mestaanwending, wat de verliezen van ammoniak mogelijk beperkt heeft. Daarnaast was de onderwerking van drijfmest bij zodenbemesting in de bodem niet helemaal compleet, en het verschil met de sleepvoetmethode daardoor beperkt

In de huidige proef is alleen gekeken naar de korte termijneffecten van zodenbemesting en geeft daarmee beperkt inzicht in de effecten van meerjarige zodenbemesting op de lange termijn. Daarnaast vond deze proef plaats op één bodemtype gedurende een relatief nat jaar (waarin geen scheurvorming plaatsvond), waardoor we geen conclusies kunnen trekken over het effect van zodenbemesting op scheurvorming en uitdroging van de bodem. Dit is onderwerp van een vervolgonderzoek

Referenties

- De Goede, R. G. M., Brussaard, L., & Akkermans, A. D. L. (2003). On-farm impact of cattle slurry manure management on biological soil quality. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 51(1–2), 103–133. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(03\)80029-5](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(03)80029-5)
- De Haan, B. J. (2009). *PBL rapport 500155001 Emissiearm bemesten geëvalueerd*. PBL: Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Huiskamp, A. (2022). *KNMI - Jaar 2021*. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2021/jaar>
- Huijsmans, J. F. M., Schröder, J. J., Mosquera, J., Vermeulen, G. D., ten Berge, H. F. M., & Neeteson, J. J. (2015). Ammonia emissions from cattle slurries applied to grassland: Should application techniques be reconsidered? *Soil Use and Management*, 32, 109–116.
- Janssen, P. W. L., Hoekstra, N. J., & Van Eekeren, N. (2023). Higher density swards have a higher load bearing capacity. *Grass and Forage Science*. <https://doi.org/10.1111/gfs.12603>
- KNMI. (2022). *KNMI - Daggegevens van het weer in Nederland*. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>
- Kruk, M. (1993). *Meadow bird conservation on modern commercial dairy farms in the western peat district of the Netherlands: Possibilities and limitations* [Rijksuniversiteit Leiden]. <https://hdl.handle.net/1887/8073>
- Onrust, J. (2017). *Earth, worms & birds* [Rijksuniversiteit Groningen]. https://www.rug.nl/about-ug/latest-news/news/archief2017/nieuwsberichten/1212_j.onrust-thesis-digi.pdf#page=131
- Onrust, J., Hobma, S., & Piersma, T. (2019). Determining the availability of earthworms for visually hunting predators. *Wildlife Society Bulletin*, 43(4), 745–751. <https://doi.org/10.1002/WSB.1022>
- Onrust, J., & Piersma, T. (2017). The Hungry Worm Feeds the Bird. <https://doi.org/10.5253/Arde.V105i2.A4>, 105(2), 153–161. <https://doi.org/10.5253/ARDE.V105i2.A4>
- Onrust, J., & Piersma, T. (2019). How dairy farmers manage the interactions between organic fertilizers and earthworm ecotypes and their predators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273, 80–85.
- Onrust, J., Wymenga, E., Piersma, T., & Olf, H. (2019). Earthworm activity and availability for meadow birds is restricted in intensively managed grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 56(6), 1333–1342. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13356>
- Oosterveld, E. (2006). Betekenis van waterpeil en bemesting voor weidevogels. *De Levende Natuur*, 134–137.
- Prins, W. H., & Snijders, P. J. M. (1987). Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?*, 119–135.
- Rutgers, M., Mulder, C., Schouten, A.J., Bloem, J., Bogte, J.J., Brussaard, L., De Goede, R.G.M., Faber, J.H., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Keidel, H., Korthals, G.W., Smeding, F.W., Ter Berg, C., Van Eekeren, N., (2008). Soil ecosystems profiling in the Netherlands with ten references for biological soil quality. RIVM Report 6076040009/2008, Bilthoven, the Netherlands, 86 pp.

- Timmerman, A., Bos, D., Ouweland, J., & De Goede, R. G. M. (2006). Long-term effects of fertilisation regime on earthworm abundance in a semi-natural grassland area. *Pedobiologia*, 50(5), 427–432. <https://doi.org/10.1016/J.PEDOBI.2006.08.005>
- Van Bruggen, C., Bannink, A., Bleeker, A., Bussink, D. W., Groenestein, C. M., Huijsmans, J. F. M., Kros, J., Lagerwerf, L. A., Luesink, H. H., Ros, M. B. H., van Schijndel, M. W., Velthof, G. L., & van der Zee, T. (2019). *Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2020*.
- Van Eekeren, N., De Boer, H., Bloem, J., Schouten, T., Rutgers, M., De Goede, R., & Brussaard, L. (2009). Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. *Biology and Fertility of Soils* 2009 45:6, 45(6), 595–608. <https://doi.org/10.1007/S00374-009-0370-2>
- Van Eekeren, N., Wit, J. de, Versteeg, C., Hoekstra, N., Pijlman, J., Janssen, P., Deru, J., Bruinenberg, M., Manhoudt, A. G. E., Jansma, A., Sleurink, D., Jong, P. de, Verhoeff, T., Meerkerk, B., Schepens, R., & Lenssinck, F. (2022). *Winst & Weidevogels: Weidemaatregelen voor (functionele agro-)biodiversiteit. 2022-015LbD. Louis Bolk Instituut*.
- Van Vliet, P. C. J., & De Goede, R. G. M. (2006). Effects of slurry application methods on soil faunal communities in permanent grassland. *European Journal of Soil Biology*, 42(SUPPL. 1), S348–S353. <https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2006.09.004>

Bijlage 1. Regenwormen

Tabel B1. Het effect van bemesting (drijfmest en kunstmest) en snijden op het aantal regenwormen, de biomassa, de verschillende soortgroepen en de verdeling over de verschillende bodemlagen (0-10 en 10-20 cm) gedurende vier meetrondes (R1 – R4). ns = niet significant, * = $P < 0,05$, ** = $P < 0,01$ en *** = $P < 0,001$

	Bemesting				Snijden				Meetronde				P waarde			
	Drijfmest	Kunstmest	Snijden	Niet snijden	R1	R2	R3	R4	Mest	Snijden	Ronde	MxS	MxR	SxR	MxSxR	
Totaal aantal regenwormen (#/m ²)	1134	1330	1210	1256	1371	1365	1189	1004	***	ns	***	ns	ns	ns	**	
Totale biomassa regenwormen (g/m ²)	267	301	271	298	307	322	279	229	*	*	***	ns	ns	ns	*	
Gewicht per regenworm (g / worm)	0.25	0.23	0.23	0.25	0.23	0.24	0.24	0.24	0.05	ns	ns	ns	*	ns	ns	
Adulte regenwormen (#/m ²)	316	343	321	339	366	323	312	319	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	
Juvenile regenwormen (#/m ²)	695	848	767	777	832	890	761	604	***	ns	***	ns	ns	ns	*	
Fractie juveniele regenwormen	0.60	0.63	0.62	0.61	0.60	0.64	0.63	0.60	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Strooiselbewoners (#/m ²)	59	64	63	60	76	71	46	52	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns	
Bodembewoners (#/m ²)	1041	1223	1108	1158	1245	1257	1098	928	***	ns	***	ns	ns	ns	*	
Proportie regenwormen 0-10 cm	0.79	0.76	0.78	0.77	0.92	0.90	0.79	0.48	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns	
Proportie regenwormmassa 0-10 cm	0.72	0.67	0.71	0.69	0.87	0.87	0.74	0.31	**	ns	***	ns	**	ns	0.07	
Proportie strooiselbewoners 0-10 cm	0.89	0.85	0.92	0.82	0.92	0.94	0.88	0.73	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	
Proportie bodembewoners 0-10 cm	0.79	0.76	0.77	0.77	0.93	0.90	0.79	0.48	ns	ns	***	ns	0.08	ns	ns	