



Louis Bolk
Instituut

Effect van onderwater-drukdrainage op bodem, gewas en voedselbeschikbaarheid voor weidevogels

P.R.A. Struyk, J.G.C. Deru, J.W.M. Sleiderink, R.C.F. van de Logt



© januari 2022 Louis Bolk Instituut

Effect van onderwater-drukdrainage op bodem, gewas en
voedselbeschikbaarheid voor weidevogels

P.R.A Struyk, J.G.C. Deru, J.W.M. Sleiderink, R.C.F. van de Logt

Publicatienummer 2022-004 LbD

Foto's: René Faber tenzij anders is vermeld

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

Samen met René Faber van het agrarisch collectief Rijn, Vecht en Venen zijn de projecten 'Experiment drukdrainage en weidevogels in de polder Spengen' en 'Agrarische effecten bij Experiment drukdrainage en weidevogelbeheer' tot stand gekomen. In het eerste project werd gekeken naar de effecten van drukdrainage op de biodiversiteit, in tweede project lag de nadruk op de agrarische gevolgen. In deze rapportage zijn de resultaten van beide projecten samengebracht. We danken René Faber voor de goede samenwerking binnen deze projecten, en Nick van Eekeren voor zijn betrokkenheid in de aanloop en bij de afronding van het onderzoek.

De proef was gelegen bij Veehouderij Blonk te Harmelen in de polder Spengen. Dank voor het beschikbaar stellen de percelen en het optimaal beheren van de grondwaterstand ten behoeve van dit project. De metingen en het bijsturen van de drukdrainage zijn uitgevoerd in samenwerking met Kennistransfer Centrum (KTC) Zegveld.

Inhoud

1	Introductie	5
2	Materiaal & Methode	8
	2.1 Proefveld en metingen	8
	2.2 Statistiek	10
3	Resultaten	11
	3.1 Grondwaterstand	11
	3.2 Grashoogte, voederwaarde en vegetatiesamenstelling	12
	3.3 Indringingsweerstand	14
	3.4 Regenwormen	15
	3.5 Correlaties bodemvocht en regenwormen	17
	3.6 Insecten	18
4	Discussie	20
5	Conclusies	24
	Verwijzingen	26
	Bijlage 1: Verschil in vegetatie	27
	Bijlage 2: Gemiddelde waarde	28

1 Introductie

Veel weidevogelsoorten zijn afhankelijk van wormen als belangrijkste voedsel. Naast dat er voldoende wormen in de bodem moeten leven als potentiële voedselbron is ook de verticale spreiding van de wormen in de bodem van belang. Hierbij is de laag 0-10 cm het meest relevant voor weidevogels. Voor de kuikens die voornamelijk bovengronds insecten eten is de vegetatiehoogte, -structuur en -samenstelling van belang voor de doorwaadbaarheid en het vóórkomen van insecten, naast het zorgen voor een schuilplek en kunnen vluchten voor predatoren. Het grondwaterpeil is bij deze gewassenmerken mogelijk een essentieel sturende factor, naast andere beheersinvloeden als bemesting, pH en maai-beleid.

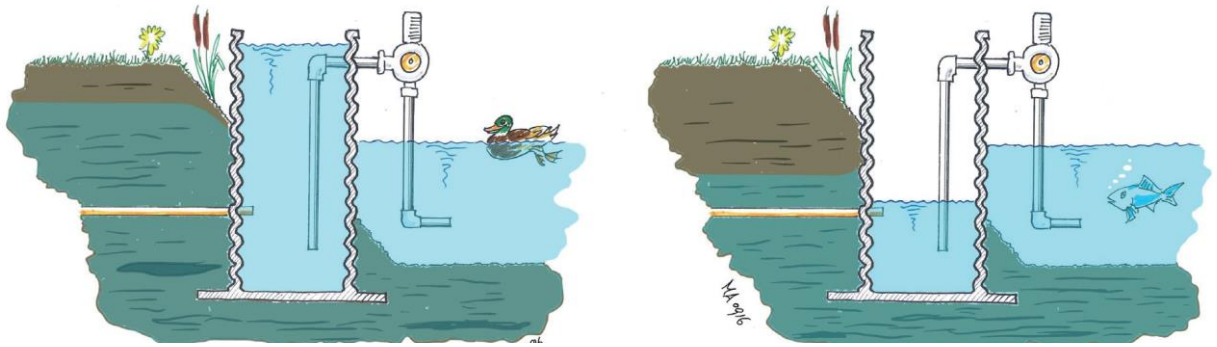
Bekend is dat weidevogels een voorkeur hebben voor natte graslanden met een hoge grondwaterstand. Uit onderzoek van Van 't Veer et al. (2008), is onderzocht wat het effect is van de grondwaterstand in de winter op de ontwikkeling van de weidevogelpopulatie. Hier is gebleken dat een grondwaterstand tussen de -20 en -40 cm significant bijdraagt aan de instandhouding van een duurzame populatie ten opzichte van een grondwaterstand van dieper dan -65 cm (Van 't veer, et al., 2008). Echter is deze optimale grondwaterstand in de literatuur verschillend. Een grondwaterstand van 25 cm onder maaiveld wordt benoemd als optimaal (Visser, 2017). In een literatuurstudie van Oosterveld & Altenburg (2005) wordt een onderscheid gemaakt voor een optimale grondwaterstand per type weidevogel. Hieruit blijkt dat over het algemeen een grondwaterstand van 0 tot -20 cm in het voorjaar optimaal is. Uitzonderingen zijn hierbij de grutto die de voorkeur heeft voor een grondwaterstand van -20 tot -40 cm, en de zeer kritische soorten als kemphaan en watersnip die zelfs liever een waterpeil boven maaiveld hebben. In de studie van Oosterveld & Altenburg (2005) wordt gesteld dat de grondwaterstand in mei/juni mag wegzakken tot ongeveer -50 cm zonder nadelige effect te hebben op grutto's.

Ook is het nut van een verhoogd slootwaterpeil onderzocht door Oosterveld et al. (2017), waarbij gekeken is naar effecten op de aantallen weidevogels. Hierbij bleek dat het aantal weidevogels een factor 3 en het aantal weidevogelgezinnen een factor 1,5 hoger was rond de hoogwatersloten (0 cm) ten opzichte van een referentiesloot op landbouwpeil (-80 cm). Hierbij zijn er sloten afgedamd en kunstmatig tot een hoog waterpeil gebracht en gehouden. Bij een hogere grondwaterstand is de bovengrond zachter waardoor weidevogels gemakkelijker in de grond met hun snavel penetreren op zoek naar voedsel. Wanneer de bodem droger is, is ook de indringingsweerstand hoger waardoor het zoeken naar voedsel moeilijker gaat. Daarnaast zullen ook de wormen, als belangrijkste bron van voedsel, naar dieper in de bodem migreren en daardoor onbereikbaar worden voor weidevogels. In onderzoek van Kleijn et al. (2011) en Den Beste et al. (2021) was bij een hoog waterpeil het aantal wormen hoger in de bodemlaag 0-10 cm dan in de laag 10-20 cm .

In verschillende studies onder andere van Kleijn et al. (2011) en Oosterveld et al. (2017), worden verschillende maximale grenswaarden aangegeven van de indringingsweerstand waarbij een weidevogel (grutto) de bodem nog met zijn snavel kan penetreren. De grenswaarde van 125 N per cm² van Kleijn et al. (2011) wordt vaak gebruikt. Echter in de studie van Oosterveld et al. (2017) werd de grenswaarde van 110 N per cm² gemeten in een klei-op-veen bodem. Boven die waarde werden geen foeragerende grutto's waargenomen. Er werd een relatie gevonden tussen het percentage bodemvocht en de lengte van foerageren: hoe hoger het bodemvochtgehalte hoe groter het aantal foerageerminuten en succesvolle prikken. Daarbij werd een significante relatie gevonden tussen het waterpeil, bodemvochtgehalte en indringingsweerstand (Kleijn, et al., 2011). Op veengrond met een organische stofgehalte van meer dan 30% in de laag 0-10 cm wordt de maximale grenswaarde (zowel 1,25 als 1,1 MPa) voor de indringingsweerstand in het voorjaar tot mei nooit bereikt en zal dit geen belemmerende factor spelen in de bereikbaarheid van wormen (Deru, 2021).

Naast het effect van waterpeil op voedselbeschikbaarheid en foerageersucces van volwassen weidevogels speelt het waterpeil ook een rol bij de gewasproductie, -hoogte, -structuur en botanische samenstelling. Deze factoren hebben een belangrijke rol in de voedselbeschikbaarheid en doorwaardbaarheid voor de kuikens. In de studie van Kleijn et al. (2011) wordt geen effect van waterpeil gevonden op de gewasproductie. Oosterveld et al. (2017) hebben berekend wat de gewasderving zou zijn bij een verhoogd waterpeil bij klei en klei-op-veen bodems. Hier is ervan uit gegaan dat een perceel met een hoog waterpeil op 15 juni wordt gemaaid. Hierdoor wordt er gemiddeld 3000 kVEM per hectare per jaar minder geoogst, wat gelijkstaat aan 3 ton droge stof. Dit wordt voornamelijk verklaard door het verlies van de eerste snede gras in het voorjaar.

Bij drukdrainage, ook wel pomp-aangestuurde onderwaterdrainage genoemd, kan er actief water de drains in worden gepompt om de grondwaterstand te laten stijgen. De in de bodem aangelegde drainagebuizen zijn aangesloten op een verzamelbuis die weer op een waterreservoir is aangesloten. In dit reservoir kan het peil door een pomp hoger gezet worden dan het slootpeil (figuur 1). Door de constante druk kan de grondwaterstand verhoogd worden tot op maaiveldniveau. Naast het verhogen van de grondwaterstand is het ook mogelijk om de grondwaterstand te verlagen (Bodemdaling, Nationaal Kennisprogramma, 2019). Uit onderzoek blijkt dat de grondwaterstand ook tussen de drainagebuizen stijgt (Hoving, et al., 2018).



Figuur 1. Hoog peil in de put - verhoging grondwaterstand. Laag peil in de put - verlaging grondwaterstand. (Bodemdeling, Nationaal Kennisprogramma, 2019)

In 2011 is een indicatief onderzoek gedaan door Van de Zijden & Kruk (2011) van Landschapsbeheer Zuid-Holland over de mogelijke effecten van onderwaterdrainage op de indringingsweerstand en bodemfauna ten behoeve van weidevogels op veen en klei-op-veen bodems. In dit onderzoek zijn weinig tot geen verschillen gevonden in de indringingsweerstand en voedselbeschikbaarheid. Belangrijk is dat in de studie van Van de Zijden & Kruk (2011) gewerkt is met onderwaterdrainage, hierbij wordt er niet actief water in de drains gepompt zoals bij drukdrainage. In de studie van Deru et al. (2014) is een negatief effect gevonden van onderwaterdrainage op bodemvocht en indringingsweerstand en geen verschil in aantallen wormen.

Binnen de projecten 'Experiment drukdrainage en weidevogels in de polder Spengen' en 'Agrarische effecten bij Experiment drukdrainage en weidevogelbeheer' is in polder Spengen in 2020 en 2021 onderzocht wat het effect is van het verhogen van de grondwaterstand met drukdrainage op zowel de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels en hun kuikens, als de landbouwkundige gevolgen. Hierbij is met drukdrainage gepoogd de grondwaterstand op het niveau te brengen dat in de literatuur als optimaal (-20cm tot -40cm) voor weidevogels wordt genoemd.

Het onderzoek was gericht op het beantwoorden van de volgende vragen:

1. Is het mogelijk om doormiddel van drukdrainage de grondwaterstand op een peil tussen de -20cm en -40cm te brengen en te houden?
2. Neemt de indringingsweerstand op veengrond af wanneer de grondwaterstand optimaal (-20cm tot -40cm) wordt beheerd ten behoeve van weidevogels?
3. Speelt de grondwaterstand een rol in de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels (wormen) en hun kuikens (insecten)?
4. Heeft het verhogen van de grondwaterstand op veengrond invloed op de gewasproductie, voederwaarde en vegetatiesamenstelling?

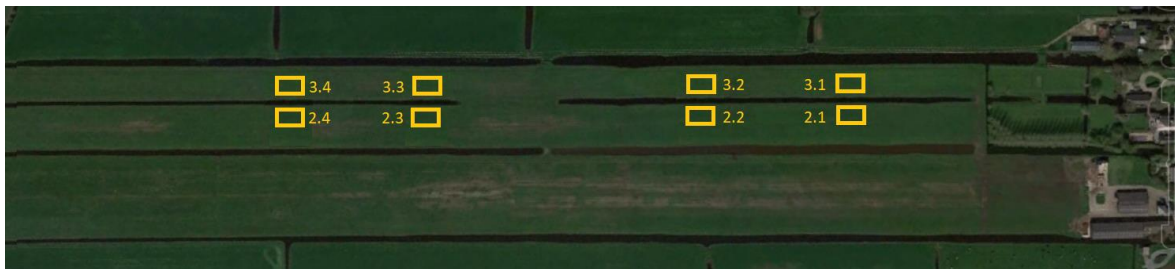
Er is niet gekeken naar de effecten van historisch gebruik, bemesting en maai- en/of weidebeheer.

2 Materiaal & Methode

2.1 Proefveld en metingen

Begin februari 2020 zijn er op twee naast elkaar gelegen praktijkpercelen in polder Spengen acht proefplots aangelegd. Het betrof een perceel waar in 2018 drukdrainage is aangelegd (perceel 2) en een controle perceel dat geen drukdrainage heeft (perceel 3). Voor beide percelen is sinds 2017 een beheersovereenkomst afgesloten ten behoeve van het stimuleren van weidevogels. Deze beheersovereenkomst bestaat uit: 15 juni maaien van de eerste snede, vaste mest na de eerste snede en naweiden met koeien en/of schapen. De drukdrainage heeft de jaren voor de proef of -40cm gestaan. Er waren geen nulmetingen van botanische samenstelling of andere parameters vanaf de aanleg van drukdrainage in 2017 beschikbaar.

Op elk perceel zijn vier plots van 5x10 m aangelegd op 5 m vanuit de sloot. De plots zijn 'gepaard' aangelegd qua ligging op beide percelen om ondanks het ontbreken van gerandomiseerde herhalingen toch een zo betrouwbaar mogelijke vergelijking te kunnen maken, zie figuur 2.



Figuur 2. Overzicht percelen en proefplots in polder Spengen. Perceel 2 met drukdrainage en perceel 3 zonder drukdrainage (controle). Foto LBI.

Binnen het perceel is een hoogtegradiënt aanwezig, waarbij de plots 2.1 en 3.1 (voor in de percelen) hoger liggen dan de plots 2.4 en 3.4 (achter in de percelen) waarbij het hoogteverschil ongeveer 30 cm is. Elk plot is gemarkeerd met grondpunaises en piketpaaltjes voor de zichtbaarheid. In elk plot is verder een peilbuis geplaatst om de grondwaterstand af te lezen.

De percelen worden in de winter tot 31 maart begraast met schapen. De percelen zijn in 2020 en 2021 niet bemest. Vanaf 2020 wordt het grondwaterpeil op het drukdrainage perceel gestuurd op -25 cm vanaf 15 maart.

Tussen eind maart en half april is er in 2020 en 2021 op drie momenten één wormenplag per plot gestoken. Hierbij werd een kluit gestoken van 20x20x20 cm, die daarna is verdeeld in 2

lagen van 0-10 cm en 10-20 cm. Vervolgens zijn de twee lagen in het laboratorium afzonderlijk onderzocht op de hoeveelheid, biomassa en soorten wormen.

Vanaf begin april tot half juni 2020 en 2021 zijn wekelijks de grondwaterstand, gewashoogte en indringingsweerstand gemeten. Voor de grondwaterstand is een dompelklokje gehangen aan een meetlint gebruikt welke een "plopje" laat horen. Bij het "plopje" is de grondwaterstand bereikt en kan de stand worden afgelezen aan het meetlint. Er is hierbij gecorrigeerd voor de hoogte van de peilbuis zelf. De gewashoogte is bepaald door te werken met een grashoogtemeter. Dit is een schijf die de weerstand van het gewas omzet in gewashoogte en wat met een formule kan worden omgerekend naar de grasvoorraad op het veld. Hierbij zijn er per plot 10 metingen uitgevoerd. De indringingsweerstand is bepaald met een penetrologger met een conus van 3,33cm². Binnen elk plot zijn er 10 sonderingen uitgevoerd.

In het kuikenseizoen is er drie keer, tussen half mei en half juni insectenmonitoring gedaan met plakvallen, zie figuur 3. Hierbij zijn er 5 plakvallen per plot geplaatst op twee stokjes ongeveer 10 cm boven de grond. De voorzijde van iedere plakval is hierbij gericht op het zuiden. De plakvallen werkend 72 uur na plaatsten opgehaald en ingevroren voor latere analyse. Tijdens de analyse zijn de insecten geteld en gecategoriseerd op grootte (< 1 mm, 1-4 mm en > 4 mm) en taxonomische orde.



Figuur 3. Plaatsen van de plakvallen begin juni 2020, na het maaien van een vervroegde eerste snede op 28 mei. Foto LBI

Aan het einde van het weidevogelseizoen (15 juni) is per plot de gewasopbrengst gemeten met een Haldrup proefveld-oogstmachine. Hierbij is de vers-opbrengst bepaald en een

monster genomen ter analyse voor de voederwaarde en het droge stof gehalte (Eurofins, NIRS-methode).

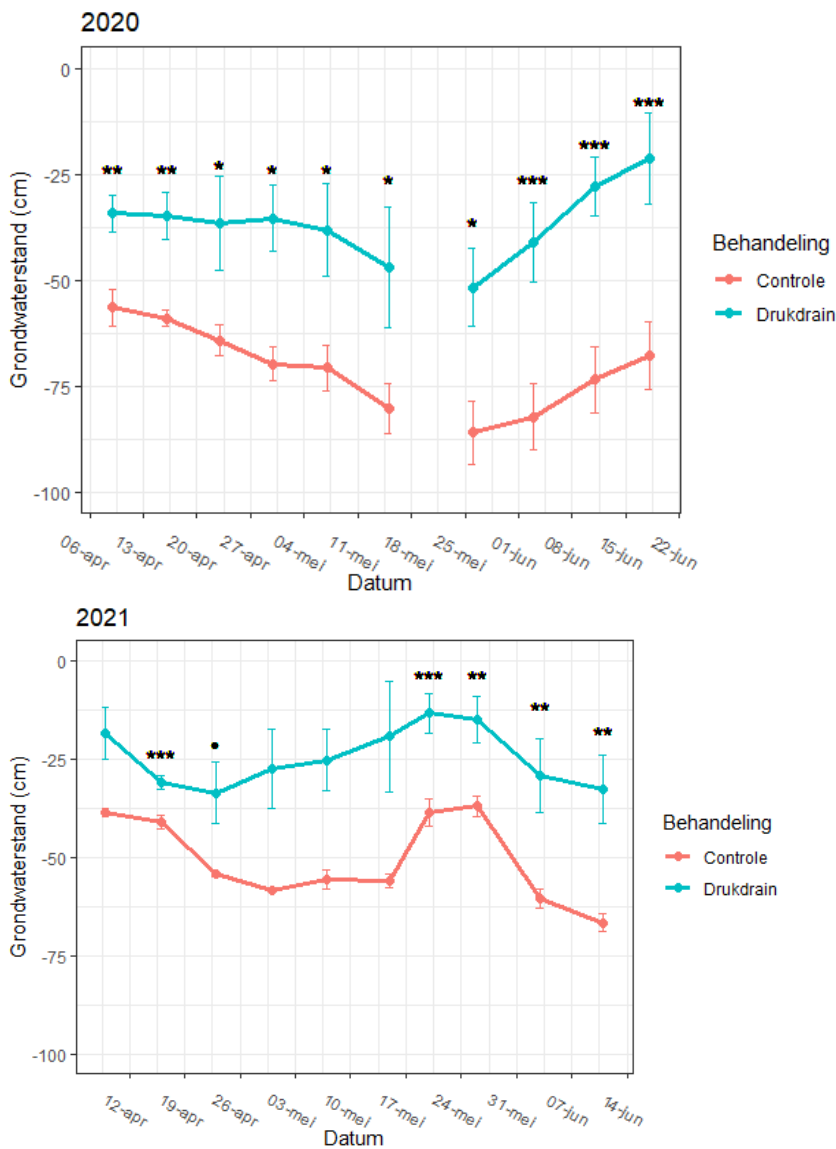
2.2 Statistiek

De statistische analyses zijn uitgevoerd in R. Behandelingseffecten zijn getoetst met ANOVA, waarbij de gepaarde plots van voor naar achter (1 t/m 4; figuur 2) als blokken zijn gebruikt. Voor parameters met herhaalde metingen door de tijd heen is gebruik gemaakt van de packages "lme4" en "lmerTest" om een *repeated measures* ANOVA uit te voeren, waarbij "Plot" als random variabele ingezet werd. Voor een aantal parameters zijn ook gewone ANOVA's per meettijdstip uitgevoerd. Correlaties zijn getest door middel van tweezijdige Pearson correlatie tests in R.

3 Resultaten

3.1 Grondwaterstand

In beide meetjaren is een significant verschil gevonden in de grondwaterstand tussen het perceel met drukdrainage en het controle perceel (figuur 4). Hier is een gemiddelde grondwaterstand voor het drukdrainage perceel van -37 cm in 2020 en -24 cm in 2021. Het controleperceel had een gemiddelde grondwaterstand van -71 cm in 2020 en -51 cm in 2021. Dit geldt zowel voor het jaargemiddelde als het gemiddelde per week. Ondanks dat op het perceel met drukdrainage de grondwaterstand gestuurd werd met een vast peil van -25 cm als doel laten beide percelen wel eenzelfde verloop van de grondwaterstand zien over de tijd. In figuur 5 is een foto te zien van het drukdrainageperceel met een volle greppel.



Figuur 4. Grondwaterstand gemeten over tijd voor het perceel met drukdrainage en het controle perceel voor 2020 $P = 0,006$ en 2021 $P = 0,003$.



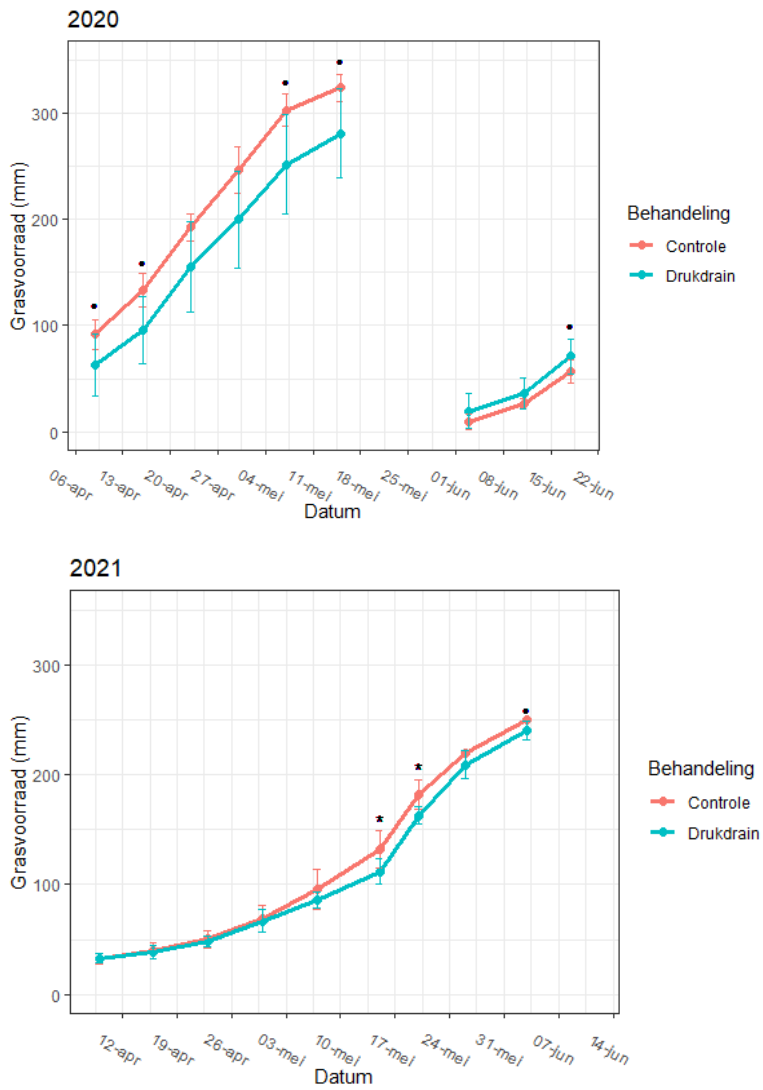
Figuur 5: Drukdrainage-perceel met volle greppel door een gestuurde grondwaterstand op -25 cm.

3.2 Grashoogte, voederwaarde en vegetatiesamenstelling

De grashoogte gemeten over de tijd heeft een relatie met de grondwaterstand. In 2020 was het jaargemiddelde van de grashoogte niet significant verschillend tussen het drukdrainage- en controleperceel ($P = 0,16$). Over de tijd was er wel een significant verschil tussen de behandelingen op een aantal momenten ($P < 0,01$) (zie figuur 6). In 2021 is er een trend gevonden waarbij de grashoogte verschilt tussen beide behandelingen ($P = 0,06$). Ook hier is over tijd wel een significant verschil in grashoogte op een aantal momenten ($P < 0,01$).

In beide jaren zijn geen verschillen gevonden in gewasopbrengst en voederwaarde tussen de behandelingen en tussen de blokken. Gemiddeld 2020: 6,2t droge stof/ha en 793 VEM, gemiddelde 2021: 5,8t droge stof/ha en 779 VEM.

De vegetatiesamenstelling verschilde significant in de hoeveelheid bodembedekking door gestreepte witbol ($P = 0,01$), straatgras ($P = 0,01$) en zachte dravik ($P = 0,04$) waarbij er in de behandeling met drukdrainage meer witbol en straatgras en minder zachte dravik voorkwam (zie figuur 7). Ook is er een significante negatieve relatie gevonden tussen het aandeel gestreepte witbol en de hoogteligging van de plots. De plots hadden, onafhankelijk van de behandeling van voor naar achter op de percelen (van 2.1 naar 2.4 en van 3.1 naar 3.4) een toenemend aandeel witbol ($P < 0,01$).



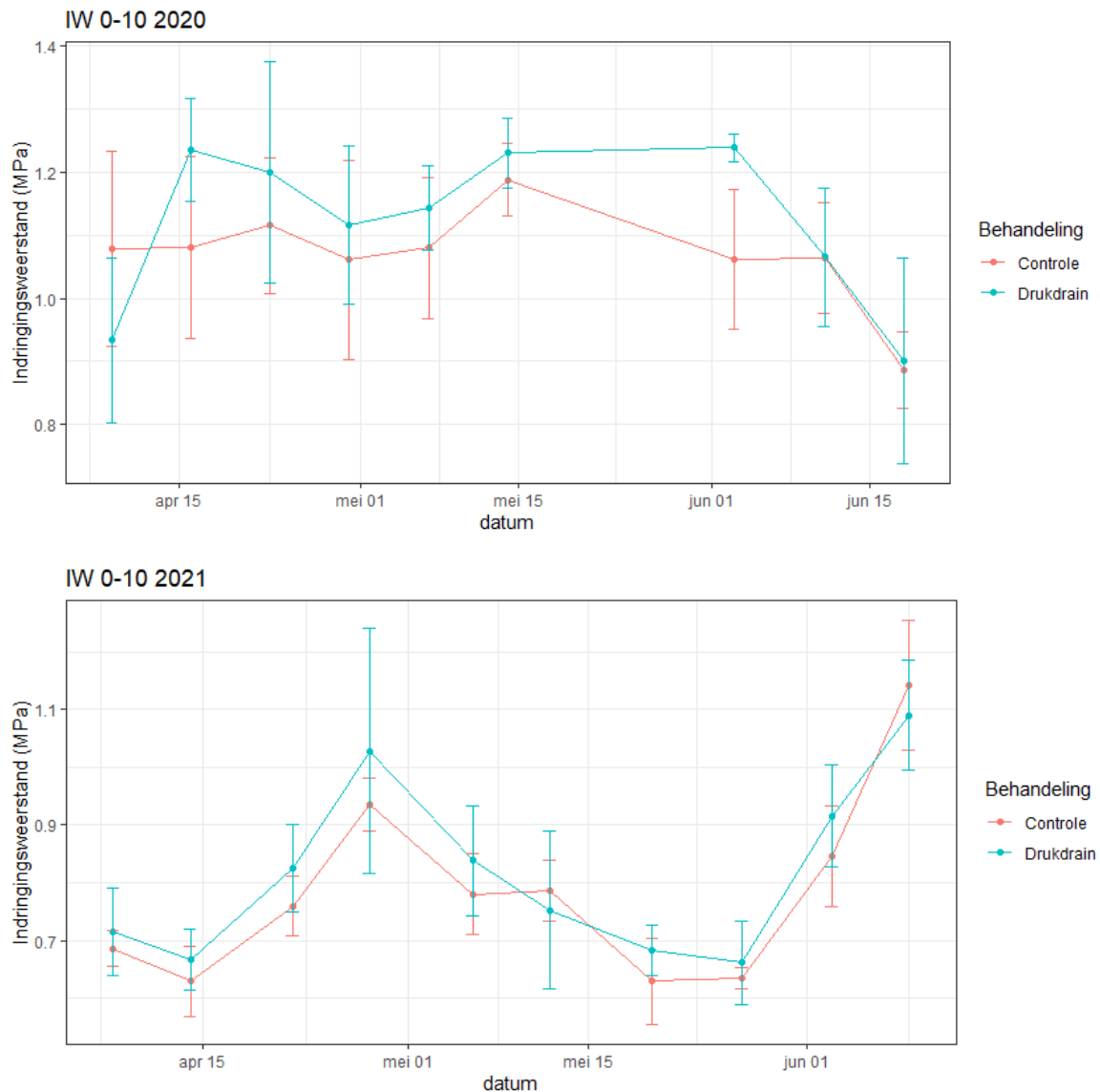
Figuur 6. Grashoogte in mm gemeten boven maaiveld in 2020 en 2021. Er is een significant verschil tussen beide behandelingen op hetzelfde meetmoment als weergegeven met een *.



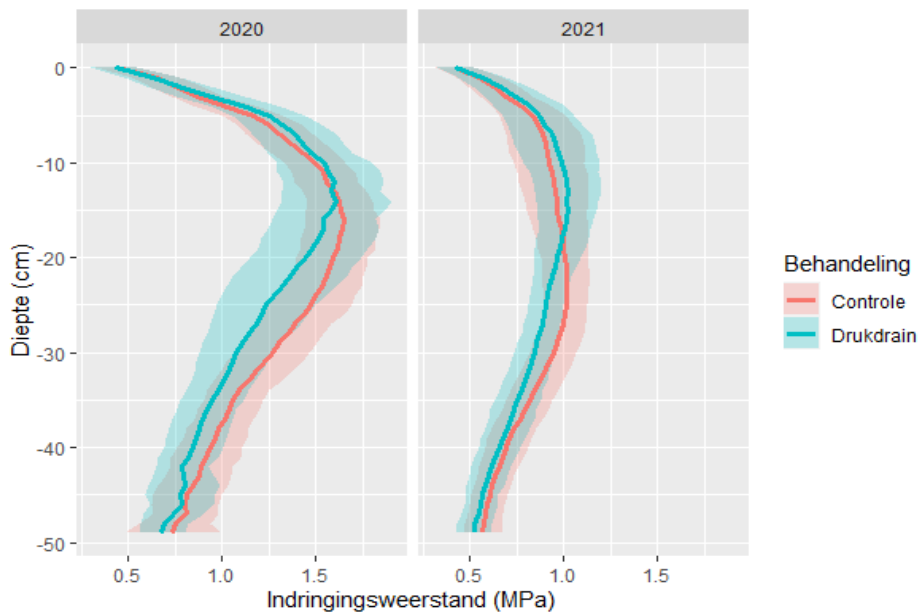
Figuur 7. Luchtfoto van 10 juni 2021 van beide percelen (L: drukdrainage, R: controle) waarbij de variatie in vegetatie zichtbaar is.

3.3 Indringingsweerstand

Er is geen significant verschil gevonden voor de indringingsweerstand tussen beide behandelingen gemiddeld over de meetperiode als ook per meetmoment, voor beide jaren in de laag 0-10 cm (zie figuur 8). De gemiddelde indringingsweerstand in de laag 0-10 cm was in 2020 1,09 MPa, in 2021 lag deze gemiddeld op 0,78 MPa. In figuur 9 is het gemiddelde verloop van de indringingsweerstand over het gehele bodemprofiel weergegeven.



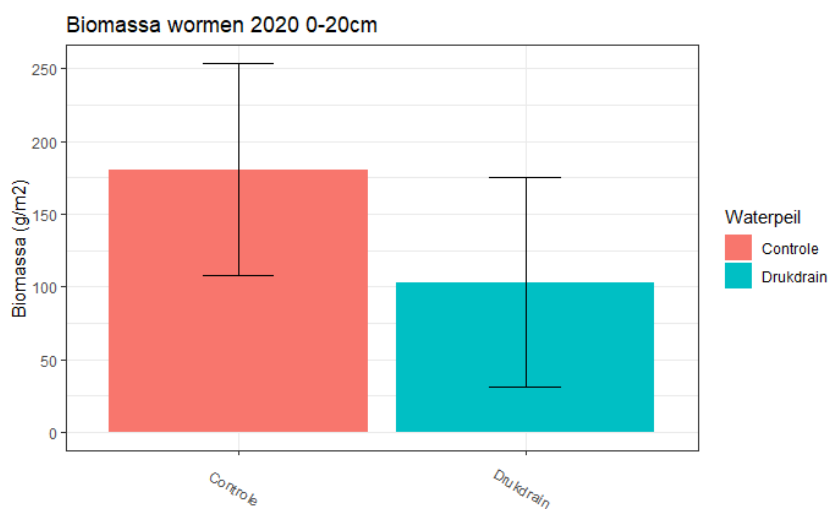
Figuur 8. Indringingsweerstand in de laag 0-10 cm (MPa) over de tijd voor beide behandelingen in 2020 (boven) en 2021 (onder).



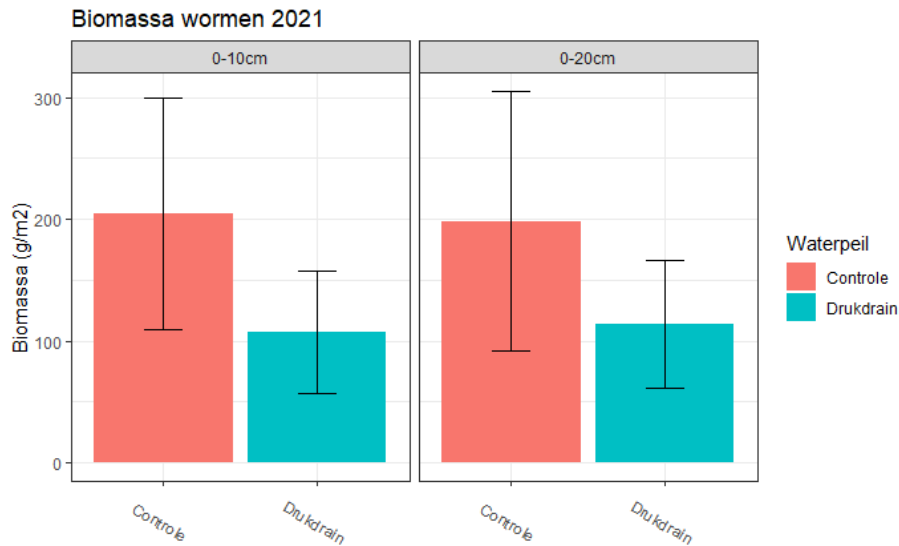
Figuur 9. Gemiddelde indringingsweerstand over het gehele profiel in 2020 en 2021.

3.4 Regenwormen

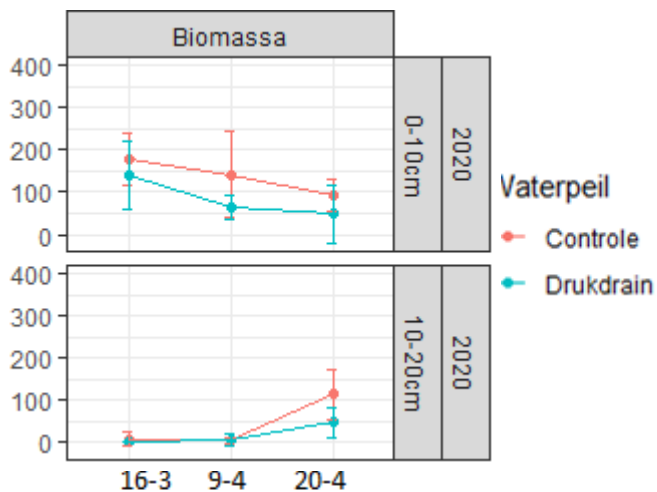
De gemiddelde regenwormenbiomassa in de laag 0-20 cm over de drie meetpunten was in 2020 hoger in de controle behandeling dan in de plots met drukdrainage ($P = 0,03$) (zie figuur 10). In 2021 werd er enkel een trend van een verschil gevonden ($P = 0,06$) (zie figuur 11). In de laag 0-10 cm in 2020 werd er een trend gevonden waarbij de biomassa hoger was in de controleplots dan in de drukdrains ($P = 0,09$). In 2021 was dit verschil significant ($P < 0,01$) (zie figuur 11). In 2020 was er een trend waarbij de wormenbiomassa tussen half maart en half april afnam in de laag 0-10 cm ($P = 0,07$) en deze toenam in de laag 10-20 cm ($P < 0,01$) (zie figuur 12). In 2021 bleef de biomassa gelijk over de drie meettijdstippen onafhankelijk van de laag.



Figuur 10. Gemiddelde biomassa wormen in gram / m² voor beide behandelingen in de laag 0-20 cm in 2020



Figuur 11. Gemiddelde biomassa wormen in gram / m² voor beide behandelingen in de laag 0-10 cm en 0-20cm in 2021

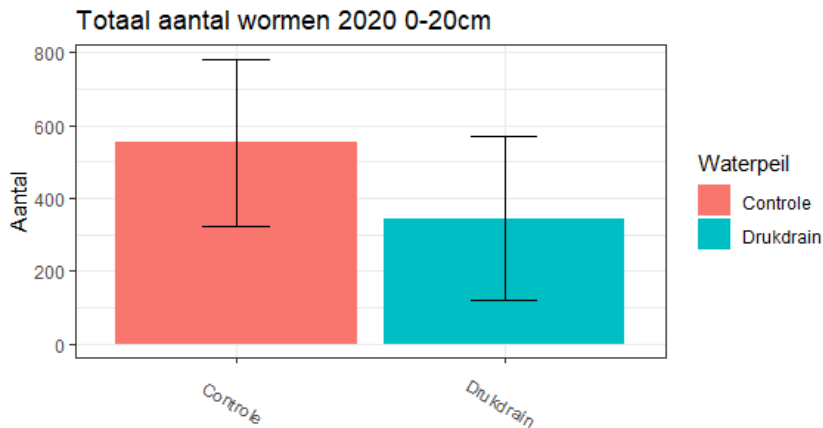


Figuur 12. Verloop biomassa wormen gram / m² in de lagen 0-10 cm (boven) en 10-20 cm (onder) op 16 maart, 9 april en 20 april 2020.

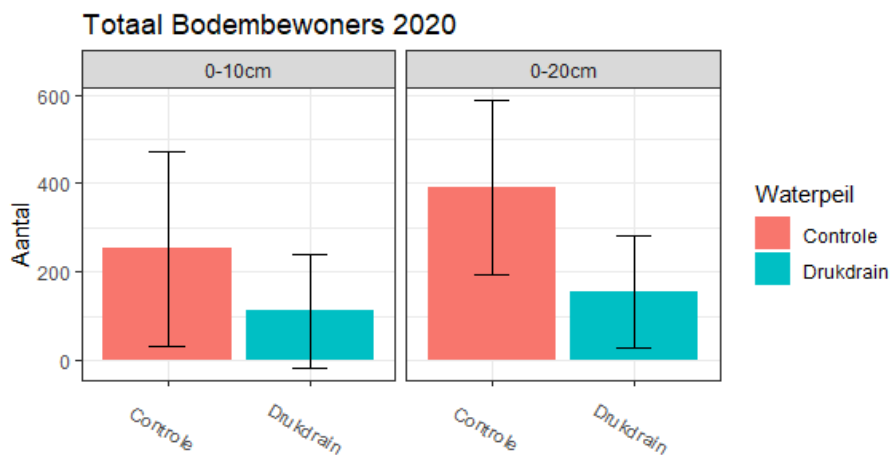
Het aantal wormen verschilde in 2020 significant tussen de behandelingen ($P = 0,04$), zie figuur 13; er waren geen significante verschillen gevonden voor de lagen 0-10 cm en 10-20 cm apart. Het aantal wormen over tijd, voor beide lagen was significant verschillend, waarbij de aantallen afnamen in de laag 0-10 cm en toenamen in de laag 10-20 cm, vergelijkbaar met de verandering in wormenbiomassa over tijd. In 2021 werd dit effect niet gevonden (gemiddeld aantal wormen 0-20 cm: 567 / m²).

In 2020 zijn er uitgesplitst per ecologische groep (strooiselbewoners, bodembewoners, pendelaars) geen verschillen gevonden in aantallen strooiselbewonende wormen tussen de behandelingen. Dit was wel het geval voor de bodembewoners, hierbij zijn er in de laag 0-20 cm meer bodembewoners gevonden in de controlebehandeling ($P < 0,01$). Dit verschil is ook gevonden in de laag 0-10 cm ($P = 0,02$) (zie figuur 14). Er is ook een verschuiving van de

aantallen bodembewoners van 0-10 cm ($P < 0,01$) naar 10-20 cm over tijd ($P < 0,01$). In 2021 zijn er geen verschillen gevonden in de totale aantallen wormen, per ecologische groep, per bodemlaag noch over tijd (gemiddeld aantal strooiselbewoners 0-20cm: 138 / m², gemiddeld aantal bodembewoners 0-20cm: 428 / m²). Zowel in 2020 als 2021 zijn er geen pendelaars aangetroffen in beide behandelingen.



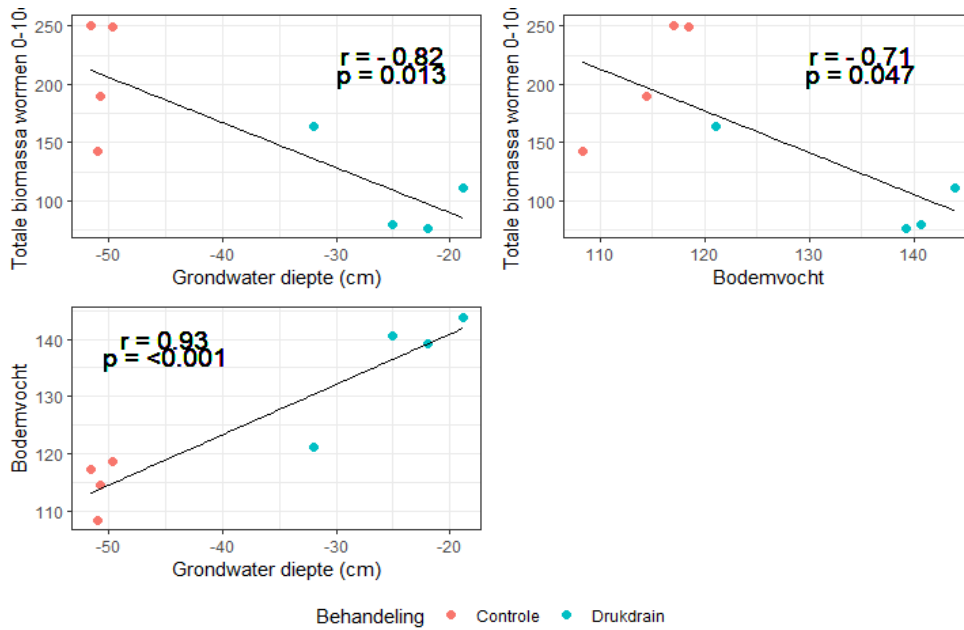
Figuur 13. Gemiddelde aantallen wormen per m² in de laag 0-20 cm in 2020.



Figuur 14. Gemiddelde aantallen bodembewoners per m² in de lagen 0-10cm en 0-20cm in 2020.

3.5 Correlaties bodemvocht en regenwormen

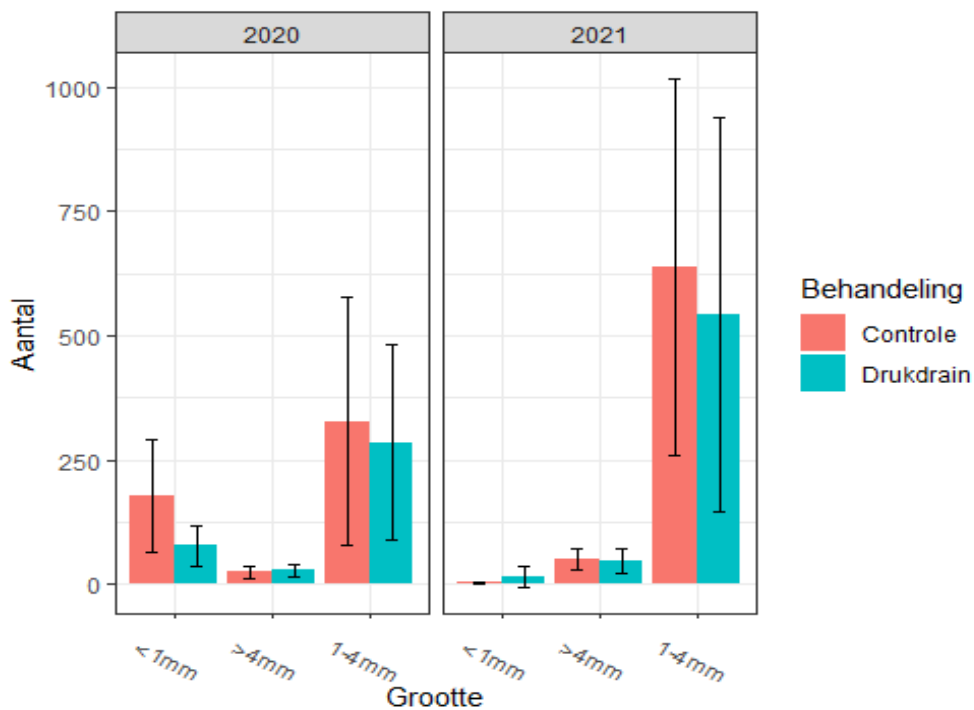
In 2021 is tussen de grondwaterstand en het bodemvocht in de laag 0-10cm een significante positieve correlatie gevonden ($P < 0,01$) (zie figuur 15). Ook zijn bodemvocht en grondwaterstand beide significant negatief gecorreleerd met de biomassa wormen in de laag 0-10 cm (zie figuur 15). In 2020 is er geen bodemvocht gemeten. In 2021 zijn nog aanvullende chemische bodemparameters bepaald maar deze waren ten tijden van het verschijnen van dit rapport nog niet beschikbaar.



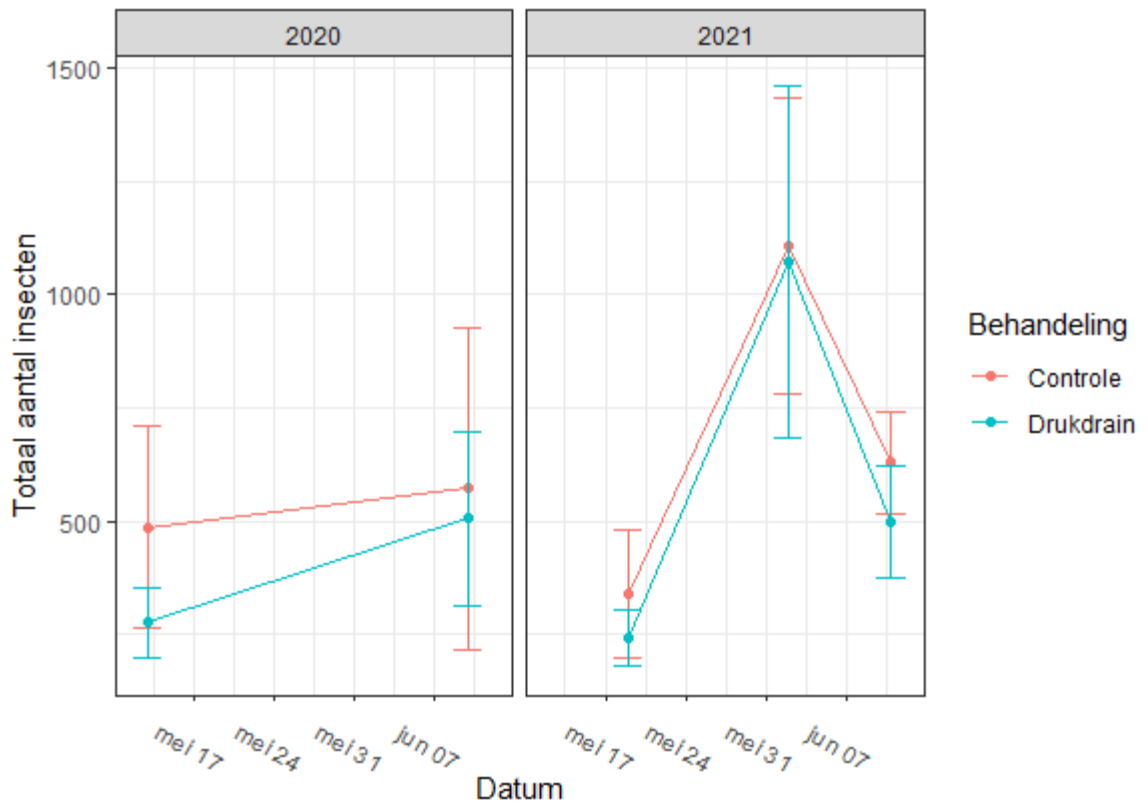
Figuur 15. Correlaties tussen 1) grondwaterstand versus biomassa wormen, 2) grondwaterstand versus bodemvocht, en 3) bodemvocht in de laag 0-10cm versus biomassa wormen in 2021.

3.6 Insecten

Het aantal insecten verschilde niet tussen de behandelingen in beide jaren, mogelijk door de grote spreiding (zie figuur 16). In 2021 is een significant verschil gevonden in verloop van tijd: naarmate het voorjaar vorderde kwamen er meer insecten, maar dat aantal verminderde in juni ($P < 0,01$) (zie figuur 17).



Figuur 16. Gemiddeld aantal insecten per behandeling, onderverdeeld in grootte-classes voor 2020 en 2021.



Figuur 17. Aantal insecten per behandeling, weergegeven per meetmoment voor 2020 en 2021.

4 Discussie

Beide onderzoeksjaren verschilden wat betreft neerslag. Het voorjaar van 2020 was droog, evenals de jaren daarvoor. Daarentegen was 2021 een gemiddeld jaar qua neerslag, en daarmee natter dan 2020. Deze verschillen in weersomstandigheden hebben waarschijnlijk invloed gehad op de resultaten.

In beide jaren is zoveel mogelijk geprobeerd met de drukdrainage de grondwaterstand vast te zetten op -25 cm. In de praktijk bleek het in 2020 zeer moeilijk om deze stand te realiseren, hier is toen vooral gestuurd op de peilbuis bij de drukdrainagepomp. In 2021 is gekeken naar alle peilbuizen op het perceel (4 in de plots en 1 bij de pomp) om de grondwaterstand dichter en stabiel op de streefwaarde te krijgen en te houden. Ondanks dat er in 2021 aan de hand van 5 peilbuizen in het perceel gestuurd kon worden om de grondwaterstand op peil te houden met drukdrainage, lieten beide behandelingen in 2021 hetzelfde verloop van de grondwaterstanden zien. We hadden verwacht dat we op deze manier de grondwaterstand van de drukdrainage stabiel op hetzelfde niveau hadden kunnen houden. Sturen op enkel grondwaterstand is hier schijnbaar niet genoeg en moet verder geanticipeerd worden op weersvoorspelling en gewasverdamping.

In beide jaren is er geen significant effect gevonden van drukdrainage op grashoogte, -opbrengst en voederwaarde. Mogelijk was de variatie tussen de herhalingen te groot voor een statistische verschil. Dit heeft mogelijk ook te maken met de vegetatiesamenstelling die een verschil liet zien in relatie met de hoogtegradiënt van het perceel (voor hoger, achter lager). Wanneer luchtfoto's worden bekeken van beide percelen, zijn tekenen te zien dat de vegetatiesamenstelling en de hoeveelheid massa verschilt tussen beide behandelingen (zie bijlage 1). Hier is te zien dat er op perceelsniveau wel degelijk een andere, meer kruidenrijke vegetatie is ontstaan op het drukdrainageperceel wat hoogstwaarschijnlijk invloed heeft gehad op de totale opbrengst en voederwaarde het gehele perceel. Op de meetplots zijn echter in mindere mate veranderingen in vegetatie waargenomen. Op bepaalde meetmomenten was er wel een significant verschil in grashoogte tussen de behandelingen. Hoewel de grashoogte gedurende de gehele periode, in beide jaren niet significant van elkaar verschilden, was er wel een indicatie dat een hogere grondwaterstand de grasgroei heeft afgeremd. In 2020 is er door een te klein koppel schapen voorgeweid waarbij de schapen maar matig op het controleperceel hebben beweid. Dit heeft er aan bijgedragen dat er al bij de start van de eerste grashoogtemeting een groot verschil aanwezig was. In 2021 zijn er meer schapen geweid en is te zien dat er bij de start van de metingen een gelijke grashoogte was. Grashoogte geeft een beeld dat mogelijk te koppelen valt aan de doorwaadbaarheid van het perceel. Er is gemeten met grashoogtemeter, deze meet eigenlijk de fysieke weerstand van het gras en zet dit om in centimeters

gewashoogte. Wanneer de zode opener is zal dit resulteren in minder weerstand op de grashoogte meter.

De indringingsweerstand van de bodem is lager naarmate de bodem vochtiger is. Het uitdrogen van de toplaag kan daarom problemen veroorzaken voor het foerageersucces van weidevogels, omdat ze hun snavel niet in de grond geprikt krijgen. In dit onderzoek is echter geen correlatie gevonden tussen de grondwaterstand en de indringingsweerstand in de toplaag. Soms was de indringingsweerstand zelfs lager op het controleperceel dan op het drukdrainageperceel. In beide jaren was op beide percelen de indringingsweerstand echter zo laag dat dit geen probleem zou moeten zijn voor het foerageersucces. De indringingsweerstand geeft ook een beeld van de draagkracht van een perceel, hoe hoger de indringingsweerstand hoe groter de draagkracht (Van Eekeren, et al., 2013). De waarden voor beide behandelingen volgden elkaar over tijd en lieten dezelfde trend zien. Deze relatie is mogelijk gerelateerd aan de grondwaterstand die ook hetzelfde verloop liet zien. In verschillende rapportages worden grenswaardes aangegeven waarboven een grutto niet meer in de grond kan prikken. De grenswaarde van Oosterveld (2017) van 1,1 MPa werd gemiddeld alleen in 2020 op het drukdrainage perceel (1,12 MPa) licht overschreden. Als echter de grenswaarde, zoals genoemd in rapportages van Kleijn van 1,25 MPa, wordt gehanteerd blijven de waarden hier ruim onder. Veengrond met of zonder drukdrainage zou dus in zowel een droog jaar als een gemiddeld jaar geen beperking hoeven op te leveren wat betreft indringingsweerstand in de laag 0-10cm. In rapportages van Kleijn et al. (2011) en Kleijn et al. (2009) is een negatieve correlatie gevonden tussen bodemvocht en indringingsweerstand, echter in dit onderzoek hebben we geen relatie gevonden tussen grondwaterstand en indringingsweerstand. Vanaf een bodemvochtpercentage van 40 % blijft de indringingsweerstand gelijk naarmate het vochtgehalte toeneemt.

Het totaal aantal wormen in de laag 0-20 cm in 2020 was groter in de controle dan in het perceel met drukdrainage. Dit gold ook voor de wormenbiomassa en het aantal bodembewoners in de lagen 0-10 cm en 0-20 cm. In 2021 waren de verschillen minder duidelijk; de droogte van 2020 heeft mogelijk bijgedragen aan grotere verschillen dan in 2021. De verwachting dat er meer wormen zouden voorkomen bij de drukdrainage vanwege een hogere grondwaterstand en vochtgehalte in de bovengrond is daarmee niet bevestigd. In een studie van Tolkamp et al. (2009) werden er meer weidevogels waargenomen op percelen met een hogere dichtheid en biomassa regenwormen. In lijn met onze resultaten vonden zij daarnaast meer en een hogere biomassa wormen in de referentiepercelen ten opzichte van de randen van een plas-dras. In een studie waarin twintig landbouw- en twintig natuurgraslanden op veen zijn vergeleken, waarbij de natuurgraslanden een hoger slootwaterpeil en bodemvochtgehalte in de laag 0-10 cm hadden, was het aantal en de biomassa aan regenwormen twee maal zo hoog in de landbouwpercelen (Deru, et al.,

2018). Dit werd verklaard door het verschil in voedingstoestand (meer voedsel voor regenwormen in de landbouw door bemesting), bodem-pH (hoger in de landbouw) en vocht (vochtig in natuur betekent koudere bodem, minder mineralisatie en voeding, en latere start van de voorjaarsreproductie van regenwormen) (Deru, 2021). Mogelijk had in onze proef het verhogen van de grondwaterstand met drukdrainage tot -25 cm een soortgelijk effect. Het kan echter ook per jaar, gebied of studie verschillen of deze relatie tussen bodemvocht en aantallen regenwormen wordt gevonden. In Den Beste et al. (2021) is een positieve relatie gevonden tussen bodemvocht en aantallen regenwormen. Daarentegen is in de studie van Kleijn et al. (2009) die uitgevoerd werd in een veenweidegebied, die ook een negatieve relatie vonden tussen grondwaterstand en aantallen regenwormen en emelten. Hier werd de mogelijkheid voorgehouden dat er een verband was met de bemestingsintensiteit: hoe lager de grondwaterstand hoe eerder en meer het perceel bemest kon worden en dat zou geleid hebben tot meer regenwormen dankzij een grotere voedselbeschikbaarheid.

In 2020 vonden we een afname van het aantal wormen in de bovenste 10 cm en een toename in de laag 10-20 cm naarmate het voorjaar vorderde en de bodem droger werd. Dit duidt op migratie in de loop van het weidevogelseizoen. Hierdoor nam de beschikbaarheid van wormen voor weidevogels af maar bleef desondanks ruim boven de kritische waarde voor veengrond. Een vergelijkbare migratie naar diepere lagen werd ook gevonden door Kleijn et al. (2011) al werd daar ook een hoger aandeel wormen in de laag 0-10 cm gevonden bij een hoog waterpeil. Dat wij in het nattere jaar 2021 niet nogmaals deze migratie hebben gemeten bevestigt dat het verloop van het bodemvochtgehalte van invloed was op het gedrag van de regenwormen.

In de studie van Van de Weijden & Guldemond (2006) wordt voor veengrond een drempelwaarde aanhouden van 70-120 g biomassa regenwormen per m² als indicatie voor een gunstig weidevogelgebied. Op basis hiervan voldoen onze beide behandelingen in beide jaren ruimschoots en zouden geclassificeerd worden als "goed" weidevogelgebied. Alles bij elkaar genomen hangt de voedselbeschikbaarheid van regenwormen voor weidevogels af van een optimale grondwaterstand waarbij enerzijds nog genoeg mineralisatie en voeding is voor regenwormen en anderzijds genoeg vocht voor een lage indringingsweerstand van de bodem. Op dit proefveld in 2020 en 2021 voldeden beide behandelingen aan deze voorwaarde. Onrust et al. (2019) geven aan dat, rekening houdend met de wormenbeschikbaarheid in de toplaag en de maximale indringingsweerstand een optimale grondwaterstand tussen de -42 cm en -46 cm ligt. Grondwaterstanden in dit onderzoek wijken hiervan af en lagen op de behandeling met drukdrainage hoger (-37 cm in 2020 en 24 cm in 2021) en de controle lager (-71 cm in 2020 en 51 cm in 2021).

Naast de effecten van het verhogen van de grondwaterstand zijn er ook andere factoren van invloed op de geschiktheid van een weidevogelgebied. Hierbij is de mate en soort bemesting van belang samen met het maai-beheer. De aantallen wormen worden positief beïnvloed door bemesting, zo ook de gewasgroei. De soortenrijkdom van de vegetatie heeft vaak een negatieve relatie met bemesting. Het maai-beheer heeft ook een relatie met de soortenrijkdom, bij te laat maaien in combinatie met een sterke vegetatiegroei zal een dominantie van witbol ontstaan. Het huidige beheer van de beide percelen is gelijk, echter is het mogelijk dat hier in het verleden wel verschil in beheer was. Dit kan mogelijk nog steeds invloed hebben op de gewasgroei en vegetatiesamenstelling.

5 Conclusies

1. Is het mogelijk om door middel van drukdrainage de grondwaterstand op een peil tussen de -20 cm en -40 cm te brengen en te houden?

Wanneer gebruik gemaakt wordt van drukdrainage is het mogelijk de grondwaterstand significant hoger te houden ten opzichte van het controle perceel. De grondwaterstand kan ook binnen de streefwaarde blijven die door Oosterveld & Altenburg (2005) voor grutto's wordt aanbevolen (-20 cm tot -40 cm).

2. Neemt de indringingsweerstand op veengrond af wanneer de grondwaterstand optimaal (-20 cm tot -40 cm) wordt beheerd ten behoeve van weidevogels?

Er is op dit proefveld in 2020 en 2021 geen lagere indringingsweerstand gemeten in de laag 0-10 cm wanneer de grondwaterstand optimaal wordt gehouden voor weidevogels. Er was geen verschil tussen beide behandelingen, maar de indringingsweerstand was ook onder de grenswaarde van 1,25 MPa. Op veengrond vormt de indringingsweerstand waarschijnlijk meestal geen beperking voor weidevogels.

3. Speelt de grondwaterstand een rol in de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels (wormen) en hun kuikens (insecten)?

Er is geen effect gevonden van drukdrainage op het aantal regenwormen in de laag 0-10 cm. De biomassa van regenwormen in de laag 0-10 cm was lager bij drukdrainage (in 2020 trend en 2021 significant) in vergelijking met de controle. De hoeveelheid biomassa was gedurende deze twee jaar onafhankelijk van de behandeling voldoende tot goed voor weidevogels.

Er was geen verschil in aantallen en grootte van insecten tussen de behandelingen voor beide jaren. De insectenaantallen namen toe naarmate het voorjaar vorderde.

4. Heeft het verhogen van de grondwaterstand invloed op de gewasgroei, gewasproductie, voederwaarde en vegetatiesamenstelling op veengrond?

Een hogere grondwaterstand zorgde voor een vertraagde gewasgroei maar leidde niet tot een lagere gewasproductie of –voederwaarde op het moment van maaien vanaf 15 juni.

Samenvattend (zie ook tabel 1) lijkt het effect van drukdrainage op de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels en hun kuikens in deze proef op deze locatie met dit management beperkt. Drukdrainage lijkt daarmee niet een sterk bepalende maatregel te zijn voor de bevordering van het weidevogelhabitat op veengronden, maar heeft ook geen negatieve invloed. Andere factoren als de mate van verschraving, vegetatiesamenstelling, bemesting en timing van maaien en beweiden spelen blijkbaar een belangrijkere rol. Microreliëf en de aanwezigheid van greppels hebben invloed op de variatie in bodem- en gewaskwaliteit binnen het perceel. Drukdrainage kan een onderdeel zijn in een set van maatregelen ter bevordering van de weidevogelstand in agrarische percelen.

Tabel 1. Samenvattend enkele gemeten variabelen en streefwaarden

Variabele (streefwaarden)	2020		2021	
	Drukdrain	Controle	Drukdrain	Controle
Grondwaterstand (-20 tot -40 cm)	-37 (+)	-71 (-)	-24 (+)	-51 (-)
Regenwormen biomassa (70-120 g m ²)	85 (+)	137 (+)	108 (+)	204 (+)
Indringingsweerstand (>1,25 MPa)	1,12 (+)	1,07 (+)	0,80 (+)	0,76 (+)
Insecten (aantallen >4 mm, geen streefwaarde)	24 (0)	27 (0)	49 (0)	45 (0)
Grasvoorraad (mm, geen streefwaarde)	130 (0)	154 (0)	111 (0)	119 (0)

(0) Geen streefwaarde en geen verschil tussen behandelingen, (+) volgt de streefwaarden

Verwijzingen

- Bodemdaling, Nationaal Kennisprogramma, 2019. Factsheet onderwater- en drukdrainage. [Online].
- Den Beste, J., Hoekstra, N. & van Eekeren, N., 2021. Droogte: minder wormen voor weidevogels. V-Focus, Issue Mei, pp. 33-35.
- Deru, J., 2021. Soil quality and ecosystem services peat grasslands. Proefschrift Wageningen Universiteit, p. 146.
- Deru, J. et al., 2018. Soil ecology and ecosystem services of dairy and semi-natural grasslands on peat.. Applied Soil Ecology, Issue Applied Soil Ecology 125, pp. 26-34.
- Deru, J. et al., 2014. Effect onderwaterdrainage op bodemkwaliteit veenweiden. V-Focus, Issue Juni, pp. 27-29.
- Hoving, I. et al., 2018. Precisiewatermanagement op veenweidegrond met pompgestuurde onderwaterdrains., Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Kleijn, D., Kats van, R., Lamers, L. & Roelofs, J. ' . V. v. R., 2009. Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen. , Ede: Directie Kennis, LNV.
- Kleijn, D., Lammertsma, D. & Müskens, G., 2011. Het belangrijk van waterpeil en bemesting voor de voedselbeschikbaarheid van weidevogels. , Nijmegen: SOVON.
- 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, pp. 1333-1342.
- Oosterveld, E. & Altenburg, W., 2005. Kwaliteitscriteria voor weidevogelgebieden, Veenwouden: Altenburg & Wymenga.
- Oosterveld, E. et al., 2017. Effecten van tijdelijk hoog waterpeil op weidevogels, bodem en grasopbrengst. , Feanwâlden : Altenburg & Wymenga.
- Tolkamp, W. et al., 2006. Plas-dras, weidevogels, wormen en bedrijfsvoering, Groot-Ammer: CLM.
- Van de Zijden, A. & Kruk, M., 2011. Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems., Waddinxveen: Landschapsbeheer Zuid-Holland.
- Van Eekeren, N. et al., 2013. Zoeken naar bodemstructuur en draagkracht onder grasland.. V-Focus, Volume december, pp. 32-33.
- Van 't veer, R. et al., 2008. Weidevogels op landschapsschaal, Ede: Ministerie van LNV.
- Visser, T., 2017. Greppel plas-dras voor weidevogelkuikens, Wageningen: WUR.
- Weijden van der, A. & Guldmond, J., 2006. Wormenland en vliegjesland, bemesting in relatie tot voedsel voor de grutto, Culemborg: CLM.

Bijlage 1: Verschil in vegetatie



Figuur 18. Controleperceel op 30 mei 2021, foto genomen vanaf de voorkant. Zichtbaar een monotone vegetatie die egaal en massaal staat. Langs de slootranden is wel een kruiden- en bloemrijke strook van ongeveer 3m ontwikkeld.



Figuur 19. Drukdrainageperceel op 30 mei 2021, foto genomen vanaf de voorkant. Een diverse vegetatie met veel variatie in soorten, kleur en structuur. Langs de slootranden is een strook van ongeveer 3m volledig kruiden- en bloemrijk.

Bijlage 2: Gemiddelde waarden per jaar en behandeling

Grondwaterstand en grasvoorraad

Variabele	2020		2021	
	Drukdrain	Controle	Drukdrain	Controle
Grondwaterstand	-36,9	-71,0	-24,4	-50,7
Grasvoorraad	130,1	153,5	110,6	119,0

Grasopbrengst en voederwaarde

Variabele	2020		2021	
	Drukdrain	Controle	Drukdrain	Controle
DS-opbrengst	5,9	6,5	5,4	6,2
DS-gehalte	24,2	25,0	20,1	20,5
Ruw eiwit	110,5	105,0	79,0	98,3
Ruw vet	26,3	28,8	23,3	27,3
Ruwe celstof	283,8	294,0	290,0	292,5
Ruwe as	79,5	71,8	80,0	79,5
Suiker	124,5	109,8	116,3	96,8
VCOS	68,9	69,2	69,1	67,8
NDF	574,3	585,8	576,3	607,8
NDF-verteerbaarheid	59,5	58,2	59,3	56,6
ADF	309,5	318,8	336,5	338,8
ADL	27,5	27,8	38,3	35,3
VEM	786,0	800,5	784,3	773,3

Indringingsweerstand

Variabele	2020		2021	
	Drukdrain	Controle	Drukdrain	Controle
0-10	1,12	1,07	0,80	0,76
10-20	1,55	1,61	1,00	0,98
20-30	1,23	1,44	0,90	1,00
30-40	0,95	1,06	0,75	0,81
40-50	0,77	0,85	0,57	0,61

Regenwormen

diepte	Variabele	2020		2021	
		Controle	Drukdrain	Controle	Drukdrain
0-10	ntot	384	284	661	449
	biom	137	85	204	108
	indbiom	0,386	0,334	0,320	0,312
	Stn	116	166	130	149
	Bon	252	111	532	299
10-20	ntot	168	61	52	27
	biom	43	19	11	6
	indbiom	0,174	0,121	0,200	0,166
	Stn	4	13	4	4
	Bon	139	44	48	23
0-20	ntot	553	345	658	476
	biom	180	103	199	114
	indbiom	0,331	0,320	0,288	0,313
	Stn	120	179	123	153
	Bon	391	155	535	322

Insectentellingen

Grootte	Variabele	2020		2021	
		Controle	Drukdrain	Controle	Drukdrain
>4mm	Vliegen	23,9	26,8	48,7	44,9
	Kevers	0,0	0,0	0,3	0,2
	Hymenoptera	0,3	0,3	0,3	1,5
	Libellen	0,0	0,0	0,5	0,3
	Vlinder	0,0	0,0	0,1	0,2
	Hemiptera	0,0	0,3	0,0	0,0
	Krekels en Sprinkhanen	0,0	0,1	0,0	0,0
	Spinnen	0,0	0,3	0,0	0,1
	Overig	0,1	0,4	0,0	0,1
	Totaal	24,3	28,0	49,9	47,3
1-4mm	Vliegen	253,1	219,4	558,1	492,5
	Kevers	0,3	0,3	1,2	0,8
	Hymenoptera	54,6	46,9	57,8	38,5
	Libellen	0,0	0,0	0,0	0,0
	Vlinder	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hemiptera	16,6	15,9	18,8	10,3
	Krekels en Sprinkhanen	0,0	0,0	0,0	0,0
	Spinnen	0,5	0,9	0,0	0,3
	Overig	2,0	2,3	3,2	1,0
	Totaal	327,1	285,5	639,0	543,3
<1mm	Overig	177,8	77,9	3,3	15,0

Bodemanalyse januari 2022 0-10cm

Plot	OS%	pH	P-AI
2.1	33,5	5,3	42
2.2	36,9	5,2	40
2.3	33,7	4,9	28
2.4	33,8	4,7	30
3.1	35,1	4,9	55
3.2	36,3	4,7	45
3.3	38,1	4,8	29
3.4	36,6	4,7	34
Gemiddelde drukdrain	34,47	5,02	35
Gemiddelde controle	36,53	4,77	40,75