

2023

Agrarisch waterbeheer



Sijpkens, Rick

Afstudeerwerkstuk
Aeres Hogeschool Dronten

Afstudeerwerkstuk

‘Klimaatrobuuste maatregelen’

Auteur:

Naam: Rick Sijpkes
Adres: Boerhoornstraat 14, Noord-Sleen
Opleiding: Dier- en Veehouderij
Niveau: HBO Bachelor
Minor: Agrarisch Waterbeheer
Klas: Vier
Studentennummer: 3027224
Mailadres: 3027224@aeres.nl
Telefoon: 0621332529

Opdrachtgever:

Instelling: Aeres Hogeschool Dronten
Adres: De Drieslag 4
Postcode: 8251 JZ, Dronten

Afstudeerdocent:

Naam: Van der Kooij, Wolter
Functie: Lector Agrarisch Waterbeheer
Mailadres: w.van.der.kooij@aeres.nl

Noord-Sleen, april 2023

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Ik ben student aan de Aeres Hogeschool Dronten en bezig met mijn afstudeerfase van de opleiding Dier- en Veehouderij. Een onderdeel van mijn afstudeerfase is het schrijven van een scriptie waarbij ik mijn interesse in agrarisch waterbeheer verkende. Het onderzoek is uitgewerkt in een rapport dat nu voor u ligt.

Mijn afstudeerdocent Wolter van der Kooij bedank ik hartelijk voor zijn bijdrage en inspiratie in het tot stand komen van dit onderzoek. Mijn dank gaat verder uit naar de melkveehouders in de omgeving van Sleen, die een bijdrage hebben geleverd aan mijn onderzoek. Ook mijn tweede beoordelaar Janne van den Akker heeft mij goed ondersteund in het verbeteren van mijn rapport, waarvoor grote dank.

Veel leesplezier toegewenst.

Rick Sijpkens
Noord-Sleen, 2023

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	6
Summary	7
1. Inleiding.....	8
1.1 Opwarming van de aardoppervlakte	8
1.2 Klimatologische belangen en schommelingen van Nederland	8
1.2.1 De gemiddelde jaartemperatuur van vijf weerstations in Nederland.....	9
1.2.2 Neerslaghoeveelheid	10
1.2.3 Neerslagtekort.....	10
1.2.4 Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI)	11
1.3 Vochthuishouding en bodemsoorten	12
1.4 Opbrengstderving door droogte.....	12
1.5 BOOT-lijst	13
1.6 Onwetendheid over klimaatrobuuste maatregelen	15
1.7 Hoofdvraag.....	15
1.8 Afbakening	16
1.9 Onderzoeksdoelstelling	16
2. Aanpak van het onderzoek	17
2.1 Materiaal en methode.....	17
2.2 Uitvoering deelvragen	17
2.3 Literatuuronderzoek.....	18
2.4 Dataverwerking	18
2.5 Planning.....	18
3. Resultaten	19
3.1 Deelvraag 1.....	19
3.1.1 Druppelirrigatie	19
3.1.2 Helofytensloot	20
3.1.3 Verhoging organische stof	21
3.2 Deelvraag 2.....	23
3.3 Deelvraag 3.....	24
3.4 Deelvraag 4.....	26
4. Discussie.....	28
5. Conclusie en aanbevelingen	30
5.1 Conclusie deelvraag 1.....	30
5.2 Conclusie deelvraag 2	30

5.3 Conclusie deelvraag 3	31
5.4 Conclusie deelvraag 4	31
5.5 Conclusie hoofdvraag	31
5.6 Aanbevelingen.....	32
Bronnenlijst.....	33
Bijlagen.....	38
Bijlage A. Druppelslangen.....	38
Bijlage B. Helofyten	39
Bijlage C. Biodiversiteit in sloten	40
Bijlage D. Sensoren helofytensloot.....	41
Bijlage E. Onderzoeksresultaten en klimaatfactoren helofytensloot.....	45
Bijlage F. Verhoging organische stof.....	48
Bijlage G. Toelichting gevolgen deelvraag 2	50
Bijlage H. Enquête	52

Samenvatting

Wereldwijd neemt de temperatuur van het aardoppervlak toe, wat wordt verklaard door het industriële tijdperk waarin gebruik werd gemaakt van fossiele brandstoffen. Ook Nederland heeft te maken met een toenemende gemiddelde jaartemperatuur. De watersector in Nederland wordt sterk gereguleerd, gericht op bescherming tegen overstromingen via grootschalige en onderling verbonden infrastructuur. Desondanks staan de Nederlandse watervoorraden onder grote druk door intensief gebruik. De sectoren die veel aanspraak maken op de beschikbare waterbronnen zijn de industrie, landbouw, scheepsvaart en recreatie. Klimatologische veranderingen zijn zichtbaar geworden in Nederland. Voorbeelden hiervan zijn een toename in neerslaghoeveelheid en neerslagtekort en gestandaardiseerde neerslag-verdampingsindex.

De problemen die zich voordoen in de landbouwsector op het gebied van agrarisch waterbeheer zijn dat het water van onvoldoende kwaliteit is, de zandbodems niet de gewenste waterkwantiteit vast kunnen houden en de watervoorziening niet effectief wordt ingezet, met als gevolg een lagere grasopbrengst. Ter voorkoming van problemen bestaan er maatregelen die melkveehouders kunnen implementeren.

In dit rapport is onderzocht welke maatregelen, op het gebied van agrarisch waterbeheer, melkveehouders in de omgeving van Sleen zouden willen toepassen om zich voor te bereiden op de klimaatverandering. Hieruit is geconcludeerd dat melkveehouders in de omgeving van Sleen bij voorkeur de volgende maatregelen treffen om zich voor te bereiden op klimaatverandering: het verhogen van de organische stof, het verhogen van de grondwaterstand, het gebruik van een beregeningshaspel, een peilgestuurde drainage, het afdichten van de drainage en druppelirrigatie. Dit wordt extra gestimuleerd wanneer blijkt dat de maatregelen een verhoogde grasopbrengst opleveren, de grasmat intact blijft en eutrofiëring wordt voorkomen. Melkveehouders kunnen worden gedemotiveerd door een tegenvallend rendement, gebrek aan erkenning of onvoorziene kosten.

Enkele beperkingen van dit onderzoek waren het lage aantal respondenten, het feit dat er niet voldoende kennis van maatregelen met betrekking tot grasland beschikbaar is en of de onderzochte maatregelen wel op een juiste manier zijn gekozen. Suggesties voor vervolgonderzoek zijn het vergroten van de te onderzoeken regio waardoor meer melkveehouders kunnen deelnemen en het meer betrekken van instanties als waterschappen bij het onderzoek.

Summary

Worldwide, the temperature of the Earth's surface is increasing, explained by the industrial era in which fossil fuels were heavily used. The Netherlands is also experiencing an increasing average annual temperature. The water sector in the Netherlands is strongly regulated, aimed at protection against flooding through large-scale and interconnected infrastructure. Nevertheless, Dutch water resources are under great pressure due to intensive use. Sectors that make heavy use of available water resources are industry, agriculture, shipping, and recreation. Climatological changes have become visible in the Netherlands, such as an increase in precipitation amount, an increase in precipitation deficit, and standardized precipitation-evaporation index.

Problems in the agricultural sector regarding agricultural water management are that the water is of insufficient quality, sandy soils cannot retain the desired amount of water, and the water supply is not effectively utilized, resulting in lower grass yields. Measures exist that dairy farmers can implement to prevent problems.

This report investigates which measures dairy farmers in the vicinity of Sleen would like to apply in the field of agricultural water management to prepare for climate change. It is concluded that dairy farmers in the vicinity of Sleen prefer to take the following measures to prepare for climate change: increasing organic matter, raising the groundwater level, using a sprinkler hose, controlled drainage, sealing the drainage, and drip irrigation. This is further encouraged when the measures result in increased grass yields, the grass remains intact, and eutrophication is prevented. Dairy farmers may be demotivated by a disappointing return on investment, lack of recognition, or unexpected unforeseen costs.

Some limitations of this study were the low number of respondents, the fact that there is not enough knowledge of measures related to grassland available, and whether the measures investigated were chosen correctly. Suggestions for further research are to expand the study region to include more dairy farmers and to involve agencies such as Water Boards more in the research.

1. Inleiding

De inleiding geeft inzicht in het kader van het onderwerp, de trends en ontwikkelingen. Aansluitend is de relevantie, het theoretisch kader en de knowledge gap beschreven. Hoofdstuk één bevat ook de hoofdvraag inclusief deelvragen. In hoofdstuk twee is de aanpak van dit onderzoek beschreven.

1.1 Opwarming van de aardoppervlakte

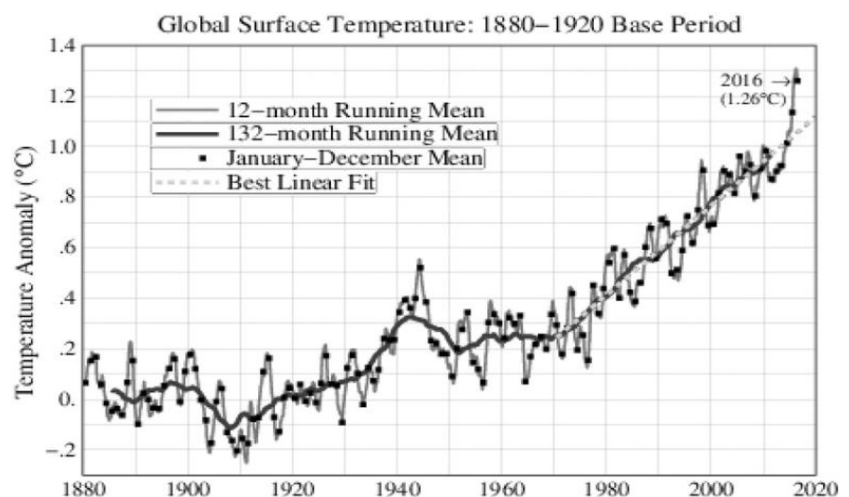
Het klimaat is sterk afhankelijk van de zon. De zon verwarmt de aarde, waarna een gedeelte van de zonnestraling wordt teruggekaatst en het andere deel omgezet wordt in warmte. Een deel van de warmtestraling wordt binnen de atmosfeer vastgehouden door broeikasgassen zoals $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ en CO_2 (KNMI, 2022). Maar ook de veehouderij is een bron van broeikasgassen die het milieu negatief beïnvloeden (Ngwabie et al., 2011). Door de toenemende hoeveelheden broeikasgassen zullen hittegolven ontstaan. Deze sporadische perioden van verhoogde temperaturen buiten het normale bereik van de klimaatvariabiliteit, komen overal ter wereld voor en zullen naar verwachting in de toekomst intensiever worden (Pörtner et al., 2022).

De temperatuur van het wereldwijde aardoppervlak in de periode van 1880 tot 2020 is weergegeven in Figuur 1. De figuur toont een toename in temperatuur. Dit kan verklaard worden door het industriële

tijdperk, waarin gebruik werd gemaakt van fossiele brandstoffen (Carr, 2018). In het onderzoek van Carr (2018) wordt een vergelijking gemaakt tussen het klimaat op aarde en dat van de maan, die geen atmosfeer heeft. De gemeten temperatuur overdag op de maan is 123 graden Celsius (396 Kelvin). In de avond en nacht koelt het af en kan het extreem koud zijn. De gemeten temperatuur bij nacht op de maan is -223 graden Celsius (40 Kelvin). Het feit dat de temperatuur op aarde niet verder stijgt of daalt en op de maan wel, komt doordat op aarde de atmosfeer broeikasgassen vasthoudt en dit niet het geval is rondom de maan (Carr, 2018).

Figuur 1

Wereldwijde temperatuurverloop van de aardoppervlakte (Carr, 2018)



1.2 Klimatologische belangen en schommelingen van Nederland

Als laaggelegen deltaland is de watersector in Nederland sterk gereguleerd, gericht op bescherming tegen overstromingen door grootschalige en onderling verbonden infrastructuur (Gupta et al., 2016). Het beschikken over schoon en voldoende water om landbouw te bedrijven, is van structureel belang. Niet alleen uit economisch oogpunt, maar ook voedselzekerheid en ecologie zijn belangrijke speerpunten. De Nederlandse watervoorraden staan onder druk. Met een bevolkingsdichtheid van 523 (2022) mensen per vierkante kilometer worden de watervoorraden intensief gebruikt. De sectoren die veel aanspraak maken op de beschikbare waterbronnen zijn de industrie, landbouw, scheepvaart en recreatie (Rozemeijer et al., 2021). De landbouw speelt een belangrijke rol in het thema waterkwaliteit. Door de hoeveelheid van bemesting is de waterkwaliteit verslechterd (Vilmin et al., 2018). Daarom werd in 1991 de Nitraatrichtlijn opgesteld, waar landen van de Europese Unie aan moeten voldoen (Velthof & Groenendijk, 2021). Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) hanteert de volgende definitie voor klimaat: "Het klimaat is het gemiddelde weer over een bepaalde periode. Een klimaat is niet stabiel, het kan door natuurlijke en menselijke invloeden veranderen" (KNMI, 2022).

Het klimaat wordt bepaald door de temperatuur, vocht, bewolking en neerslag te analyseren over het gemiddelde van dertig jaar. Bij het analyseren van deze weersinvloeden worden de dagelijkse en jaarlijkse weersvariaties meegewogen en geanalyseerd in hoe vaak extremen voorkomen. Deze extreme weerspatronen zijn periodes van hittegolven, zware neerslaghoeveelheden en wateroverlast (KNMI, 2022).

De leef- en omgevingspatronen van mensen en dieren worden aangepast aan het klimaat. Voorbeelden hiervan zijn vakantiebestemmingen, gewaskeuze van agrarische ondernemers, deltaprojecten en de aanwezigheid van flora en fauna gedurende het jaar (KNMI, (z.d)). De droogte van 2018/2019 in Noordwest- en Midden-Europa heeft ernstige schade veroorzaakt in een aantal sectoren. Het idee dat in landen met een gematigd zeeklimaat waaronder Nederland, de droogte geen grote rol speelt, is ondenkbaar (Brakkee et al., 2022). In het onderzoek van Brakkee (2022) is benoemd dat zelfs in landen met een gematigd klimaat, aanpassingen nodig zijn om het hoofd te bieden aan de toenemende droogtefrequenties in de toekomst. Hoofdzakelijk plattlandsgebieden staan voor grote uitdagingen bij de aanpassing aan de gevolgen van klimaatverandering, met specifiek genoemd de overstromingen en droogte (Stańczuk-Gałwiazek et al., 2018). Het platteland heeft goede mogelijkheden om een belangrijke rol te spelen bij de aanpassing van het klimaat, bijvoorbeeld door ruimte te bieden voor het vastleggen van water tijdens extreme regenval (Ritzema et al., 2016). Het stedelijk gebied kampt met andere problemen, namelijk de afwatering van neerslag. De bestaande stedelijke afwateringcapaciteit bestaat uit drainagenetwerken die afvalwater en stormwater afvoeren van de bewoonde wereld. Deze manier van stedelijke afwatering is ontworpen voor een piekcapaciteit van 20 milliliter per uur. Naar verwachting zal de huidige afvoercapaciteit niet afdoende zijn voor de toekomstige klimaatomstandigheden (Hofman-Caris et al., 2019).

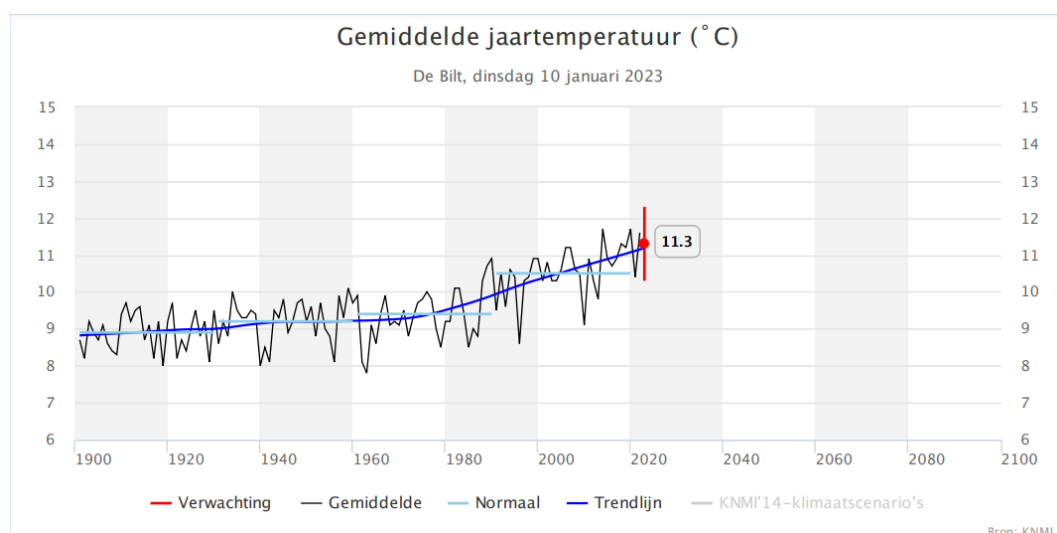
1.2.1 De gemiddelde jaartemperatuur van vijf weerstations in Nederland

Uit Figuur 1 blijkt dat er wereldwijd een toename in het temperatuurverloop plaatsvindt, wat ook geldt voor Nederland zoals te zien is in Figuur 2. De zomer van 2018 in Nederland kenmerkte zich door hoge temperaturen en een lage neerslaghoeveelheid (Philip et al., 2020). Figuur 2 toont het gemiddelde temperatuurverloop van Nederland, dat is gebaseerd op data van vijf weerstations verdeeld over Nederland, namelijk De Bilt, Eelde, Vlissingen, Maastricht en De Kooy.

In Figuur 2 is een stijgende trendlijn te zien vanaf het jaar 1970. De gemiddelde jaartemperatuur in 1901 was 8,7 graden Celsius, wat 1,7 graden Celsius lager was dan 120 jaar later (2021) toen de gemiddelde jaartemperatuur 10,4 graden Celsius was. De gemiddelde jaartemperatuur van de vijf weerstations in Nederland in 2022 was 11,6 graden Celsius. Voor 2023 wordt verwacht dat de gemiddelde

jaartemperatuur zal variëren van 10,3 tot 12,3 graden Celsius (KNMI, 2022). Er wordt voorspeld dat klimaatverandering zal leiden tot een temperatuurstijging, wat weer kan leiden tot toename van potentiële verdamping en neerslag in de winter (Kroes & Supit, 2011).

Figuur 2
Gemiddeld jaartemperatuur in graden Celsius (KNMI, 2022)



Bron: KNMI

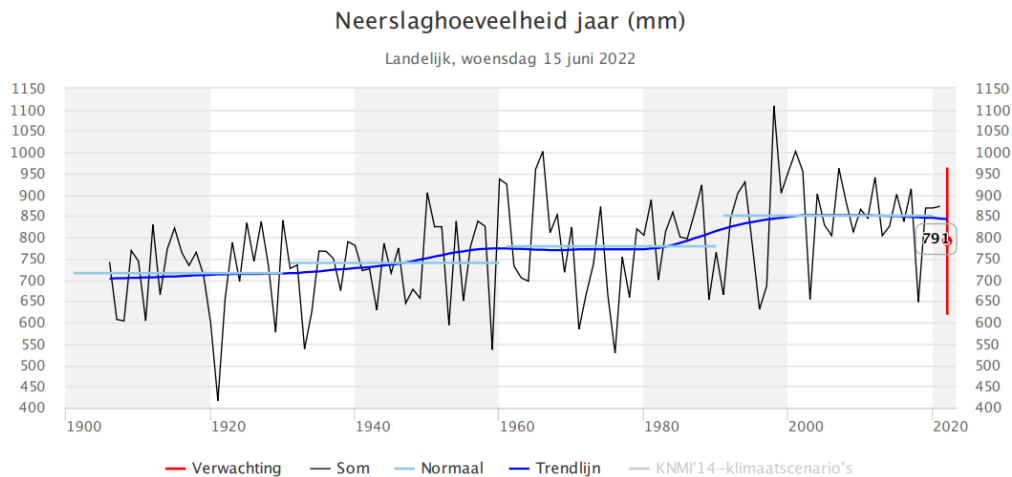
1.2.2 Neerslaghoeveelheid

De neerslaghoeveelheid van Nederland is weergegeven in Figuur 3, waarin een lichte stijging van de trendlijn in een periode van een eeuw geleidelijk zichtbaar is. In het jaar 1906 heeft het KNMI een neerslaghoeveelheid gemeten van 703 millimeter. In 2021 was deze in neerslaghoeveelheid in millimeter per jaar 844 millimeter hoger.

In de periode tussen het jaar 1901 en 1930 heeft het KNMI een gemiddelde neerslaghoeveelheid van 716 millimeter per jaar gemeten. In de volgende periode van 1931 tot 1960 vond een toename plaats van 24 millimeter, waarmee de gemiddelde neerslaghoeveelheid gemeten werd op 740 millimeter. In de dertig jaren daarna, tussen 1961 en 1990, vond in de normaallijn een verdere stijging van 39 millimeter plaats. De sterkste stijging van "het huidige klimaat" heeft echter plaatsgevonden in de periode tussen 1991 en 2020. Voor deze periode is de normaallijn vastgesteld op 851 millimeter neerslag per jaar, wat een gemiddelde toename is van 72 millimeter ten opzichte van de dertigjarige periode daarvoor waarin de normaallijn op 779 millimeter was vastgesteld (KNMI, 2022).

Figuur 3

Neerslaghoeveelheid in millimeter per jaar (KNMI, 2022)



1.2.3 Neerslagtekort

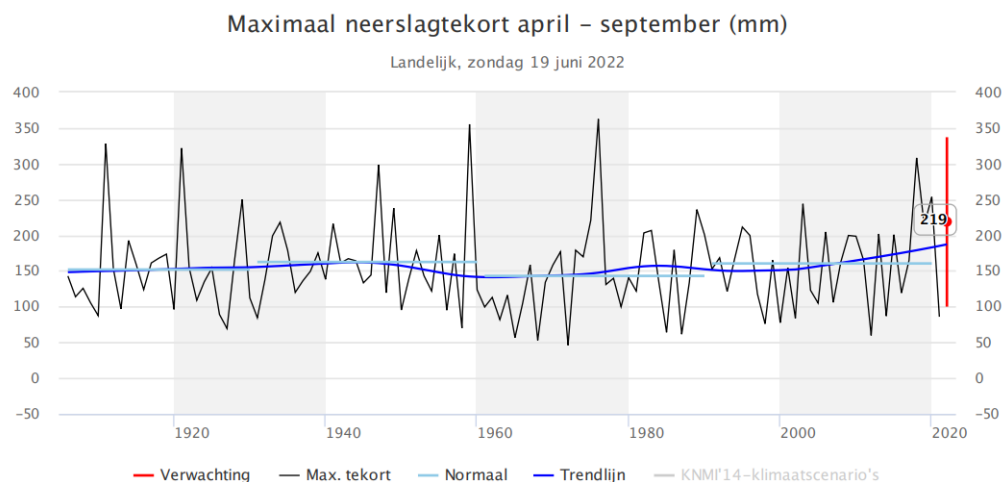
In Nederland wordt het maximale cumulatieve verschil tussen potentiële verdamping en neerslag in de zomerhelft van het desbetreffende jaar gebruikt als maatstaf voor de ernst van de droogte. Deze maat voor droogte hangt samen met vochttekorten voor de vegetatie tijdens het groeiseizoen

(Beersma & Buishand, 2007). Het neerslagtekort geldt in de periode van 1 april tot en met 30 september, omdat dan de gewassen en natuurlijke vegetatie in bloei staan. De

zwarte lijn in Figuur 4 is het maximale neerslagtekort en vertoont sterke schommelingen. De lichtblauwe lijn in Figuur 4 is het dertigjarig gemiddelde van het maximale neerslagtekort en was tussen 1906 en 1930 vastgesteld op 152 millimeter neerslag.

Figuur 4

Maximaal neerslagtekort april - september in millimeters (KNMI, 2022)



In de daaropvolgende dertig jaar gemeten vanaf 1931 tot 1960 was het gemiddelde maximale neerslagtekort hoger en bedroeg het 163 millimeter, wat tevens de hoogste gemeten waarde was in de periode van 1906 tot 2020.

In de periode van 1961 tot 1990 is de waarde afgenomen tot 143 millimeter. Vanaf 1965 is de hoeveelheid neerslagtekort in het voorjaar en de zomer rond de kustgebieden sneller toegenomen dan binnenlands (KNMI, z.d.). In tegenstelling tot stedelijke en kustgebieden is de potentiële verdamping juist toegenomen in het binnenland (KNMI, 2022). In de laatste periode vanaf 1991 tot 2020 is het gemiddelde maximale neerslagtekort toegenomen tot 160 millimeter. In Figuur 4 is de rode lijn het gemiddelde maximale neerslagtekort voor het jaar 2022, die wordt verwacht op 219 millimeter. Deze verwachting kan gedurende het jaar variëren en biedt geen garantie over de uiteindelijke situatie (KNMI, 2022).

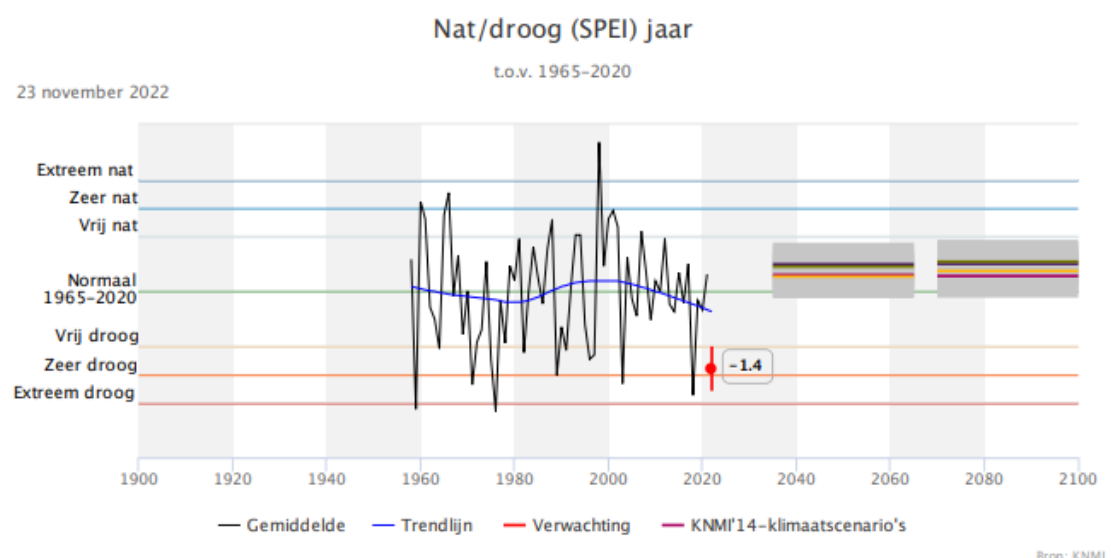
1.2.4 Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI)

Bij het KNMI worden zowel natte als droge omstandigheden gemonitord met behulp van het gestandaardiseerde neerslag-verdampingindex-model. Hierbij wordt de waterbalans vergeleken met wat er normaal verwacht mag worden, 'normaal' is het gemiddelde in de periode 1965-2020. De waterbalans geeft inzicht in het verschil tussen de hoeveelheid gevallen neerslag en de potentiële verdamping (KNMI, z.d.).

In Figuur 5 wordt het jaarlijkse verschil weergegeven tussen de waterbalans en wat er normaal mag worden verwacht. De fluctuerende zwarte lijn is een weergave van nat- en droogte per jaar, uitgedrukt in een grootte zonder eenheid en een maat voor abnormaliteit (KNMI, z.d.). Er is een grote variatie in het weersverloop per seizoen, waarbij met name de lente extreme verschillen laat zien tussen zeer nat en extreem droog. Na 1990 is de trendlijn gedaald naar de categorie 'vrij droog', waarbij de lente vooral grote variatie laat zien in de SPEI (KNMI, 2022). Bij het KNMI worden zowel natte als droge omstandigheden gemonitord met behulp van het gestandaardiseerde neerslag-verdampingindex-

model. Hierbij wordt de waterbalans vergeleken met wat er normaal mag worden verwacht, 'normaal' is het gemiddelde in de periode 1965-2020. De waterbalans geeft inzicht in het verschil tussen de hoeveelheid gevallen neerslag en de potentiële verdamping (KNMI, z.d.).

Figuur 5
Nat/droog SPEI (KNMI, 2022)



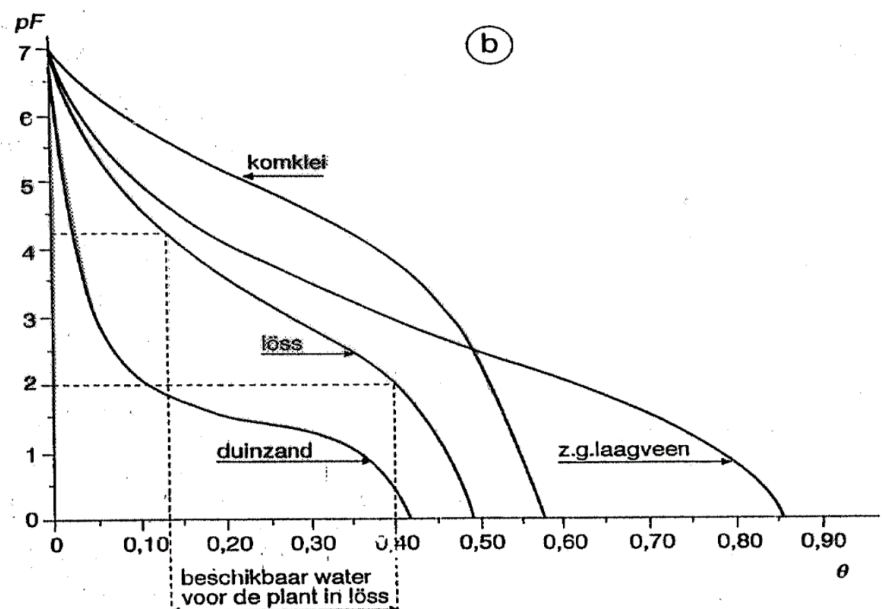
1.3 Vochthuishouding en bodemsoorten

De veranderingen in de wereldwijde afzetmarkt, het agromilieubeleid en met name het klimaat hebben gevolgen voor de landbouwproductie wereldwijd (Kanellopoulos et al., 2014). De verschillen in grasopbrengst per bodemsoort waren in de afgelopen jaren uiteenlopend, met periodes van ongekende droogte tot extreem nat. Een overmaat aan neerslag kan leiden tot afsterving van planten, omdat de bodem verzadigd raakt met water en hierdoor zuurstof, dat nodig is voor de groei van de plant, verdringt. Voor de optimale vochthuishouding van de plant is niet de hoeveelheid neerslag bepalend, maar de beschikbare hoeveelheid hangwater (Van der Kooij, 2021). Onder beschikbaar hangwater wordt het verschil tussen het vochtgehalte bij veldcapaciteit ($pF = 2$) en het verwelkingspunt ($pF = 4,2$) verstaan (Van der Kooij, 2021).

Bodems bestaande uit duinzand beschikken over de laagste hoeveelheid beschikbaar hangwater, wat uit Figuur 6 kan worden afgelezen. Veen daarentegen is juist een bodemsoort die een grote hoeveelheid beschikbaar hangwater kan vasthouden. Waarom zanderige grond dit niet kan en veen wel, is te verklaren vanuit de wijze waarop de bodem is opgebouwd. Veen bevat veel organisch materiaal, dat een goede vochthuishouding kan reguleren. Belangrijk bij beide gronden is de grondwatervoorraad die door bodemprocessen of landbewerking beïnvloed wordt. Als een bodem minder doorlatend wordt door verdichting of afname van het organische stofgehalte, kan dit de grondwatervoorraad belemmeren (Aej et al., 2017).

Figuur 6

pF-curve van beschikbaar hangwater (Van der Kooij, 2021)



1.4 Opbrengstderving door droogte

Ongeveer zestig procent van de totale oppervlakte van Nederland is landbouwgrond, vijftien procent oppervlaktewater, vijftien procent stedelijk en infrastructureel gebied en tien procent natuurgebied (Wolf et al., 2003). De op landbouwgrond gebaseerde melkveehouderij vormt ecologisch gezien de ruggengraat van de landbouw in Noord-Europa (Peltonen-Sainio et al., 2015). Veranderingen in de groeiomstandigheden die van invloed zijn op de opbrengst van voedergewassen, kunnen grote economische gevolgen hebben (Kanellopoulos et al., 2014). Weersomstandigheden zoals strenge winters, risico van nachtvorst in het vroege en late groeiseizoen, overvloedige neerslag en vroegtijdige zomerdroogte zijn risico's voor een lage gewasopbrengst (Peltonen-Sainio et al., 2015). Grasland is het meest voorkomende type land dat gebruikt wordt in Nederland. Ongeveer veertig procent van het landgebruik door agrariërs is grasland, waarvan negentig procent permanent is (Kroes & Supit, 2011).

Een belangrijke factor voor een goede grasopbrengst is het weer (Kässi et al., 2015). Hierbij is water de belangrijkste factor voor landgebruik (O'Mara, 2012). De afgelopen jaren waren de weersomstandigheden relatief droog (KNMI, 2022). Dit zorgde voor een afname in de droge stofopbrengst van grasland. Van de Koeien & Kansen-bedrijven was in 2020 de gemiddelde grasopbrengst 10.100 kilogram droge stof per hectare. Vergeleken met een jaar eerder (2019) hadden de Koeien & Kansen-bedrijven ruim 1300 kilogram droge stof per hectare minder geoogst (WUR, 2021).

De bedrijven van Koeien & Kansen zijn gevestigd door heel Nederland, op verschillende grondsoorten zoals veen, zand en klei (Koeien & Kansen, 2018). In Figuur 7 wordt de grasopbrengst van de Koeien & Kansen-bedrijven weergegeven, met daaronder de nummers van de bedrijven die verspreid zijn over Nederland. Bedrijven op zandgrond hebben de nummers 1, 8 en 11 t/m 15. Melkveehouders afkomstig van kleigrond hebben de nummers 2 t/m 5, 7, 9, 10 en 17, deelnemers van veengrond hebben de nummers 6 en 16. De bedrijven met de nummers 1, 4, 9 en 13 t/m 16 hebben lagere grasopbrengsten gerealiseerd door droogte in vergelijking met 2020. Aangezien melkveehouders met zandgronden het meeste opbrengstverlies hebben geleden tijdens de droogte, zal in dit rapport worden onderzocht welke klimaatbestendige maatregelen kunnen

bijdragen aan het verhogen van de graslandopbrengst.

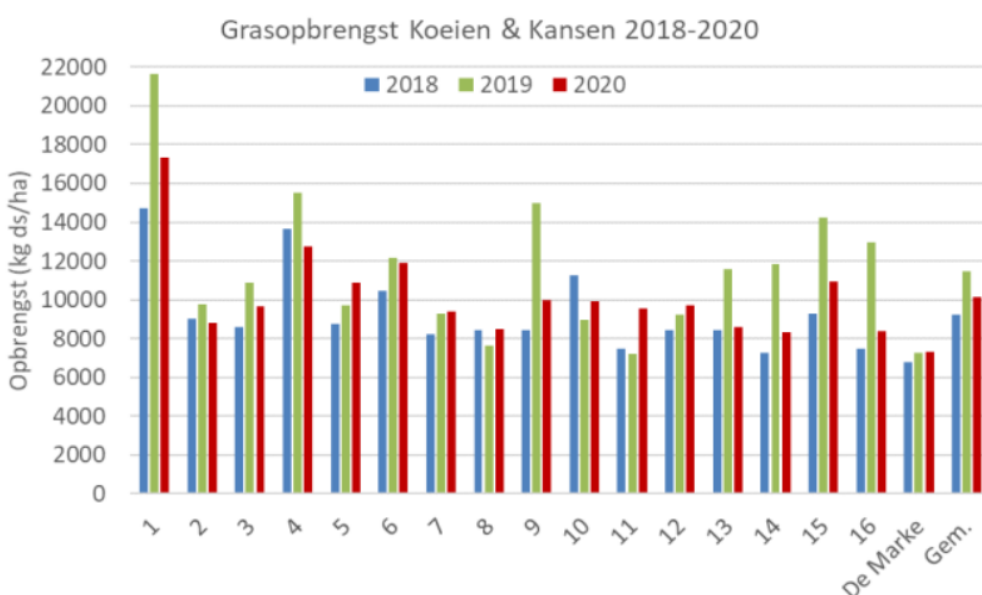
Grasland heeft niet alleen een belangrijke economische waarde voor de landbouw, maar levert ook bijdrage aan de klimaatverandering en de voedselzekerheid.

Melkkoeien krijgen namelijk gras als voeding, waarvan melk en vlees wordt geproduceerd (O'Mara, 2012). Het is belangrijk op te merken dat het toedienen of vasthouden van water in de bodem een positief effect heeft op het

klimaat, omdat het helpt bij het vastleggen van koolstof (Smith et al., 2007).

Figuur 7

Netto grasopbrengst (kilogram droge stof/ hectare) op Koeien & Kansen-bedrijven in 2018-2020 (WUR, 2021)



1.5 BOOT-lijst

Historisch gezien, althans in Noordwest- en Midden-Europa, wordt het waterbeheer uitgevoerd door drainage en irrigatie. Beide landbouwkundige activiteiten zijn belangrijke voorzorgsmaatregelen die niet alleen hebben geleid tot een verhoging van de landbouwproductie, maar ook hebben bijgedragen aan mogelijkheden voor inheemse plant- en vogelsoorten (Ritzema et al., 2016). Het BOOT (Bestuurlijk Overleg Open Teelt en Veehouderij) heeft een lijst (de BOOT-lijst) samengesteld met praktijkgerichte maatregelen, genaamd de BOOT-lijst, die gericht zijn op het verlagen van emissies naar water vanuit de landbouw. De praktijkgerichte maatregelen zijn door het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer verder ontwikkeld (Verloop et al., 2018). De BOOT-lijst beschikt over 85 bovenwettelijke landbouwkundige maatregelen om de waterkwaliteit, waterkwantiteit en bodemkwaliteit te verbeteren en dient als inspiratiebron (DAW, 2022). De voorgaande versie van de BOOT-lijst dateerde uit 2017 en was verouderd. Onlangs heeft een herziening plaatsgevonden van de BOOT-lijst ten aanzien van de huidige stand der techniek en kennis. Uit de BOOT-lijst van 2017 is de Maatregel op de Kaart (MOK) voortgekomen, waaruit de aangepaste BOOT-lijst van 2022 is voortgekomen. De Maatregel op de Kaart geeft inzicht in perceelkenmerken, uitspoeling van stikstof in oppervlaktewater, uitspoeling van nitraat in het grondwater, uitspoeling van fosfor in het oppervlaktewater en maatregelen (Groenendijk et al., 2021). De verbetering bestond uit het vervallen van maatregelen en het toevoegen van maatregelen die samenhangend zijn (DAW, 2022).

Ter verbetering van de waterkwaliteit, waterkwantiteit en bodemkwaliteit zijn categorieën opgesteld met daarbij specifieke maatregelen die geïmplementeerd kunnen worden (DAW, 2022). De categorieën zijn bedrijfsmanagement, bodemverbetering, gewasbeschermingsmiddelen, landmanagement, nutriëntenbenutting, waterbeheer en zuivering/route.

Bedrijfsmanagement:

De boer, teler en/of tuinder:

- Stapt over naar een volledig gras gevoerd bedrijf.
- Legt voorzieningen aan om emissie van nutriënten en gewasbescherming tegen te gaan.
- Stelt een gebiedsgericht plan op gericht op bodem- en waterbeheer.
- Past kringlooplandbouw toe: minimaliseert onnodig gebruik en verliezen op gebied van onder andere nutriënten, mineralen, energie, water, grondstoffen en gewasbescherming.
- Past goed bodembeheer en hergebruik van restproducten toe.

Bodemverbetering:

De boer en/of teler:

- Gebruikt vaste rijpaden op perceel met behulp GPS.
- Bewerkt de grond haaks op de helling.
- Gebruikt een combinatie van ondiep- en diepwortelende grassoorten.
- Stelt organisch stofbalansen op en voegt zo nodig compost of andere organische stof verhogende bronnen toe.

Gewasbeschermingsmiddelen:

De boer en/of teler:

- Gebruikt een wasplaats met een zuiveringssysteem.
- Gebruikt een emissieloze kistenreiniger en/of een lekvrije bollenwagen.
- Gebruikt sensor gestuurde of andere selectieve en gerichte spuitapparatuur.
- Gebruikt spuittechnieken met hoge driftreductie dan wettelijk vereist.

Landmanagement:

De boer en/of tuinder:

- Maximaliseert het aandeel blijven grasland.
- Voorkomt braakligging in de winter.
- Begint gelijk in het voorseizoen te weiden en beperkt beweiding in het najaar.
- Legt slootmaaisel op ruime afstand van de sloot. Verwerkt slootmaaisel tot bodemverbeteraar.

Nutriëntenbenutting (1):

De boer en/of teler:

- Gebruikt dierlijke mest niet of nauwelijks in het najaar.
- Zorgt voor een bemesting die aansluit op de kwaliteit van de bodem. Gebruikt hiervoor een bodemanalyse en verdeelt de mest over de percelen in overeenstemming met het bemestingsadvies.
- Verdunt de drijfmest voor het uitrijden met water.
- Gebruikt in het voorjaar mineralen meststoffen met hoog ammoniumgehalte (75%).

Nutriëntenbenutting (2):

De boer en/of teler:

- Optimaliseert de Ph- en Ca/Mg verhouding voor de gewasproductie.
- Hergebruikt fosfor en stikstof uit slootbagger (gebruikt een baggerpomp).
- Past fertigatie en/of druppelirrigatie toe.
- Past precisiebemesting toe.

Waterbeheer:

De boer, teler en/of tuinder:

- Maakt gebruik van een boerenstuw om water vast te houden.
- Gebruikt regelbare, peilgestuurde of onderwaterdrainage.
- Gebruikt gerichte watergeefsystemen.
- Benut restwater van derden opnieuw.

Zuivering/route:

De boer, teler en/of tuinder:

- Maait en onderhoudt sloten en slootkanten ecologisch.
- Zorgt voor aanleg en beheer van droge en natte bufferstroken.
- Gebruikt helofytenfilters in of nabij de watergang.
- Zuivert drainagewater.

De bovenstaande maatregelen zijn afkomstig de BOOT-lijst 2022. Van de vele maatregelen zijn slechts enkele maatregelen effectief op bepaalde grondsoorten of in bepaalde gevallen zinvol (DAW, 2022). Het is niet toegestaan om elke maatregel overal te implementeren, waardoor een vergunning voor het gebruik ervan is vereist.

1.6 Onwetendheid over klimaatrobuuste maatregelen

In deze paragraaf wordt de knowledge gap beschreven, oftewel wat nog niet bekend is. Hieruit ontstaat de hoofdvraag met enkele deelvragen. Uit de literatuur is gebleken dat Nederland te maken heeft met klimaatverandering, waarbij drogere periodes in de voor- en midzomer zichtbaar zijn geworden. Melkveehouders oogsten hierdoor lagere hoeveelheden gras per hectare, wat resulteert in het inkopen van ruwvoer (Van Vulpen, 2019). Om toch de gewenste hoeveelheid ruwvoer te oogsten, kan een melkveehouder ervoor kiezen om maatregelen te implementeren. Het is verder onbekend welke maatregelen zich richten op het verhogen van de graslandopbrengst. Onduidelijk is welke maatregelen praktisch toepasbaar zijn voor de melkveehouders in de omgeving van Sleen. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland biedt subsidies aan voor het investeren in deze maatregelen (RVO, 2022).

Welke subsidies beschikbaar zijn en of regelgeving van toepassing is op de maatregelen, moet worden onderzocht. Een onbekende factor in dit onderzoek is de motivatie van melkveehouders om maatregelen te implementeren.

1.7 Hoofdvraag

Om de hoofdvraag te beantwoorden, zijn er vier deelvragen opgesteld.

Hoofdvraag:

Welke maatregelen, op het gebied van agrarisch waterbeheer, zouden melkveehouders, in de omgeving van Sleen, willen toepassen om zich voor te bereiden op klimaatverandering?

Deelvragen:

1. *Wat zijn voorbeelden van klimaatrobuuste maatregelen op het gebied van agrarisch waterbeheer?*
2. *Wat zijn de gevolgen daarvan op de bedrijfsvoering van de melkveebedrijven?*
3. *Welke subsidies en wet- en regelgeving zijn van toepassing voor de implementatie van deze maatregelen?*
4. *Wanneer zal een melkveehouder deze maatregelen wel of niet toe gaan passen?*

1.8 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op het agrarische gebied in Zuidoost Drenthe, met name in een straal van vijf kilometer rondom de plaats Sleen en specifiek op de zandgronden die worden beheerd door melkveehouders. Andere grondsoorten worden niet meegenomen in dit onderzoek, maar agrariërs die naast zandgrond over andere grondsoorten beschikken, mogen wel deelnemen. Deelnemers aan het onderzoek moeten melkveehouders zijn met zelfstandige grasteelt. De minimale leeftijd voor deelname is 18 jaar en de maximale leeftijd is 60 jaar, omdat melkveehouders in deze leeftijdscategorie over vijf jaar nog mogelijk invloed hebben op de bedrijfsvoering. De voorwaarde waar de maatregelen aan moeten voldoen zijn dat ze op een duurzame manier moeten bijdragen aan de waterkwaliteit, waterkwantiteit watervoorziening van grasland.

1.9 Onderzoeksdoelstelling

Het doel van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van klimaatrobuuste voorbeeldmaatregelen op gebied van agrarisch waterbeheer, voor in de regio van Sleen. Daarbij stelt dit onderzoek zich ten doel om melkveehouders rondom Sleen (doelgroep) te ondersteunen bij het maken van keuzes die gericht zijn op het agrarisch waterbeheer.

2. Aanpak van het onderzoek

In dit hoofdstuk is beschreven hoe het onderzoek is uitgevoerd. Aansluitend is een overzicht gegeven in het verloop van dit onderzoek.

2.1 Materiaal en methode

In dit mixed-methods onderzoek zijn zowel kwalitatieve als kwantitatieve methoden toegepast om de hoofdvraag en deelvragen te beantwoorden. Bij deelvraag 1, 2 en 3 is deskresearch toegepast en bij deelvraag 4 fieldresearch. Deelvraag 4 richtte zich op het afnemen van enquêtes door melkveehouders in de omgeving van Sleen.

Aan twintig melkveehouders is gevraagd om deel te nemen aan de enquête. Er werd verwacht dat minimaal zeventig procent zou deelnemen. Het respondentenaantal betrof veertien melkveehouders. Om de validiteit van het onderzoek te waarborgen, is er gekozen om alleen melkveehouders uit de omgeving van Sleen te enquêteren. Doordat er hoofdzakelijk gesloten vragen werden gesteld, is de betrouwbaarheid verhoogd. In plaats van interviewen is gekozen voor enquêteren, om de mening en keuze van de melkveehouder niet te beïnvloeden door vraagstellingen of gedachtewisselingen.

In dit onderzoek zijn drie voorbeeldmaatregelen onderzocht op het gebied van agrarisch waterbeheer. De drie voorbeeldmaatregelen focusten zich afzonderlijk op waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening.

2.2 Uitvoering deelvragen

Deelvraag 1: *Wat zijn voorbeelden van klimaatrobuuste maatregelen op het gebied van agrarisch waterbeheer?*

Methode: Met deelvraag één is antwoord gegeven op welke voorbeelden er zijn van klimaatrobuuste maatregelen. De voorbeelden van klimaatrobuuste maatregelen zijn afkomstig uit de BOOT-lijst en zijn door de onderzoeker gekozen op basis van hun functie. De drie gekozen voorbeeldmaatregelen zijn gericht op waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening en dienen op een duurzame manier bij te dragen aan de landbouwsector. Vervolgens zijn de eigenschappen van de maatregelen onderzocht die van invloed zijn op de uitvoering/realisatie ervan. De literatuur was onder andere afkomstig van bedrijven en instellingen zoals Water4All, Aeres Hogeschool Dronten en Wageningen University & Research.

Deelvraag 2: *Wat zijn de gevolgen daarvan op de bedrijfsvoering van de melkveebedrijven?*

Methode: Met deze deelvraag is antwoord gegeven op welke gevolgen de voorbeeldmaatregelen hebben op de arbeidsintensiteit, voor- en nadelen, (investering)kosten, onderhoud, grasopbrengst en robuustheid. Om antwoord te krijgen op de deelvraag, is literatuuronderzoek gedaan. De literatuur was hoofdzakelijk afkomstig uit studies van Wageningen University & Research.

Deelvraag 3: *Welke subsidie en wet- en regelgeving zijn van toepassing voor de implementatie van deze maatregelen?*

Methode: Vaak is het mogelijk om subsidie te ontvangen voor duurzame oplossingen. Deze subsidies worden vrijgegeven door RVO, Waterschap Vechtstromen, de overheid en andere belanghebbende organisaties. Om dit, net als de wet- en regelgeving, te onderzoeken, is literatuur gezocht bij de desbetreffende bedrijven.

Deelvraag 4: *Wanneer zal een melkveehouder deze maatregelen wel of niet toe gaan passen?*

Methode: Deze vraag werd beantwoord vanuit de enquête. De antwoorden van de respondenten zijn geanalyseerd, maar er werd geen statistische toets toegepast.

2.3 Literatuuronderzoek

Tijdens het literatuuronderzoek is gebruik gemaakt van zoektermen op sites van onder andere WUR, Waterschap Vechtstromen en RVO. In Tabel 1 zijn de zoektermen weergegeven die gebruikt zijn in dit onderzoek.

Tabel 1

Gebruikte zoektermen in Engels en Nederlands.

Engels	Nederlands
Climate adaptation	Klimaat adaptatie
Agriculture water management	Agrarisch Waterbeheer
Drought in grassland	Droogte in grasland
Agriculture water supply	Watervoorziening landbouw
Annual temperature	Jaarlijkse temperatuur
Rainfall	Neerslag
Climate measures	Klimaatmaatregelen
Water use	Watergebruik
Organic matter	Organische stof
Water pollution	Watervervuiling
Helophyte	Helofyten
Grass yield	Grasopbrengst
Sand soil	Zandbodem
Dutch water resources	Nederlandse watervoorraden
Dutch water shortages	Nederlandse watertekorten

2.4 Dataverwerking

Bij deelvraag vier werd door middel van een enquête de benodigde data verzameld. Het programma dat gebruikt werd voor deze deelvraag, is Survio dat de antwoorden van de respondenten verzamelde (zie Bijlage H).

2.5 Planning

Om te kunnen afstuderen voor 1 juni is een planning opgesteld dat in Tabel 2 is weergegeven.

Tabel 2

Planning afstuderen Rick Sijpkens

Datum	Week	Activiteit
9 januari	2	Inleveren vooronderzoek bij docent voor nakijken
16 januari	3	Vooronderzoek aanpassen en opnieuw inleveren/bespreken
23 januari	4	Vooronderzoek inleveren bij afstuderen.hogeschool.dronten@aeres.nl
	5,6,7	Bij onvoldoende aanpassen en bij voldoende verder met scriptie
20 februari	8	Enquête versturen naar melkveehouders
3 april	14	Scriptie inleveren bij afstuderen.hogeschool.dronten@aeres.nl

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de deelvragen gestructureerd weergegeven. De maatregelen zijn gericht op het beheer van waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening. In deelvraag één zijn voorbeelden van maatregelen beschreven. Deelvraag twee geeft antwoord op de vraag welke gevolgen de voorbeeldmaatregelen hebben op de bedrijfsvoering. Vervolgens is onderzocht welke subsidies en wet- en regelgeving van toepassing zijn bij deelvraag drie. Bij deelvraag vier is antwoord gegeven op de vraag wanneer een melkveehouder wel of niet maatregelen gaat toepassen.

3.1 Deelvraag 1

3.1.1 Druppelirrigatie

Maatregel één betreft een druppelirrigatiesysteem dat gericht is op de watervoorziening. Deze maatregel is gekozen omdat deze een zeer efficiënte werking heeft; 90 procent (bij een bovengronds systeem) van het water komt daadwerkelijk bij de wortels terecht (Burgt & Verstand, 2021) (Reinders, 2022). Ondergrondse druppelirrigatie biedt een hogere efficiëntie; 95 procent. Het verschil is de netto-bruto verhouding van het systeem (Reinders, 2022). De verliezen die optreden, ontstaan bij het filteren en kleine lekkages, zijn vermeld in het rapport van Reinders (2022). In vergelijking met één beregeningshaspel kan een druppelirrigatiesysteem drie tot vier keer meer grond beregenen met dezelfde hoeveelheid water (Water4all, 2020).

Wanneer een melkveehouder gebruik wil gaan maken van een druppelirrigatiesysteem, moet een keuze in het type slang worden gemaakt (zie Bijlage A). Er zijn twee verschillende types slangen, namelijk de driptapes en driplines. Uit onderzoek blijkt dat:

- De driptape plat oprolbaar is gezien de dunne structuur.
- De driptapes uit polyethyleen bestaan.
- De driptapes voornamelijk toegepast worden bij jaarlijkse tot driejarige teelten.
- Driptapes energiebesparend zijn.
- Driptapes zowel ondergronds als bovengronds geplaatst kunnen worden.
- Bij bovengrondse aanleg van driptapes en driplines beschadigingen kunnen ontstaan door vogels en ongedierte.
- Bij ondergrondse aanleg van driptapes en driplines beschadigingen kunnen ontstaan door muizen en engerlingen.
- Het voordeel bij ondergrondse aanleg is dat nog gemakkelijk mechanische onkruidbestrijding kan plaatsvinden.
- Driplines een dikwandig postuur hebben en juist geschikt zijn voor meerjarige teelt, bijvoorbeeld grasland.
- De driplines een hogere waterafgifte kunnen volbrengen dan driptapes.

De kunststof slangen zijn voorzien van druppelaars. Afhankelijk van het gewas, de omgeving en het landgebruik kan de gewenste slang en de afstand van de druppelaar gekozen worden, die vervolgens gecontroleerd een kleine hoeveelheid water ter beschikking stelt voor het gewas (Water4all, 2020). Een filterpomp zorgt voor de aanvoer van water naar de driptapes of drielines, waarbij de filterpomp aangestuurd kan worden door een beregeningscomputer. Met hulpmiddelen zoals bodemsensoren kan het vochtgehalte worden geanalyseerd, waardoor een beregeningscomputer automatisch kan handelen (Burgt & Verstand, 2021).

Klimaatfactoren

Uit onderzoek naar klimaatfactoren bij het gebruik van druppelirrigatiesysteem blijkt dat:

- Planten minder stress ervaren bij gebruik van een druppelirrigatiesysteem dan bij beregening met een haspel.
- De bodemtemperatuur beter gereguleerd kan worden met een druppelirrigatiesysteem.
- Een sponswerking optreedt in de bodem door gelijkmatige bevochtiging, waardoor de bodem beter in staat is neerslag op te nemen.

3.1.2 Helofytensloot

De tweede maatregel draagt bij aan een betere waterkwaliteit en meer biodiversiteit; de helofytensloot met stuw. Deze is sinds twee jaar actief en wordt onderzocht door het lectoraat Agrarisch Waterbeheer van Aeres Hogeschool Dronten. In de maand mei van 2020 is op Aeres Farms (de praktijk- en onderzoeklocatie van Aeres Hogeschool Dronten) een stuw geplaatst in een 800 meter lange sloot. Het doel is dat er in het voorjaar en in droge periodes water vastgehouden kan worden en in natte periodes water tijdelijk kan worden vastgehouden (Van der Kooij, Greeni catalogus, 2022). De gerichte beheerstechniek moet de groei van helofyten stimuleren. Helofyten zijn planten (zie Bijlage B) die onder water wortelen en boven water uitgroeien en een waterzuiverende werking hebben. Het waterzuiverend vermogen komt tot stand door een samenspel van helofyten en bacteriën die rondom de planten gedijen. Dit samenspel resulteert in de opname (zuivering) van onder andere stikstof en fosfaat.

Biodiversiteit

Uit onderzoek naar de biodiversiteit in de helofytensloot (zie Bijlage C) blijkt dat:

- De biodiversiteit wordt verhoogd doordat er permanent een waterlichaam in het landbouwgebied aanwezig is, waarvan met name insecten profiteren.
- De vegetatie hoeft niet elk jaar gemaaid te worden, waardoor met name vlinders, vogels en kleine zoogdieren hiervan profiteren.
- Macrofauna sterk bedreigd wordt door menselijke invloeden.
- Bovenstrooms minder macro-invertebraten worden aangetroffen ten opzichte van benedenstrooms

Onderzoeksresultaten van de sensoren

In het onderzoek naar de waterkwaliteit zijn verschillende sensoren (zie Bijlage D) gebruikt. De onderzoeksresultaten (zie Bijlage E) van de redoxpotentiaal, doorzicht en som nitraat en nitriet en klimaatfactoren zijn geanalyseerd, waaruit blijkt dat:

- De redoxpotentiaal-waarde is benedenstrooms altijd hoger dan bovenstrooms. Dit correspondeert met het feit dat benedenstrooms de waterkwaliteit zuiverder is dan bovenstrooms.
- Benedenstrooms is het doorzicht in centimeters van het water hoger dan bovenstrooms. Dit correspondeert met het feit dat benedenstrooms minder vuil is dan bovenstrooms.
- Het doorzicht voldoet zowel benedenstrooms als bovenstrooms niet aan de kwaliteitsnorm van 65 centimeter.
- In onderzoek naar de som van nitraat en nitriet is de gehalte van nitriet te verwaarlozen.
- De gehalten van de som nitraat en nitriet zijn benedenstrooms en bovenstrooms niet eenduidig te verklaren.

Klimaatfactoren

Uit onderzoek naar klimaatfactoren bij de helofytensoort blijkt dat:

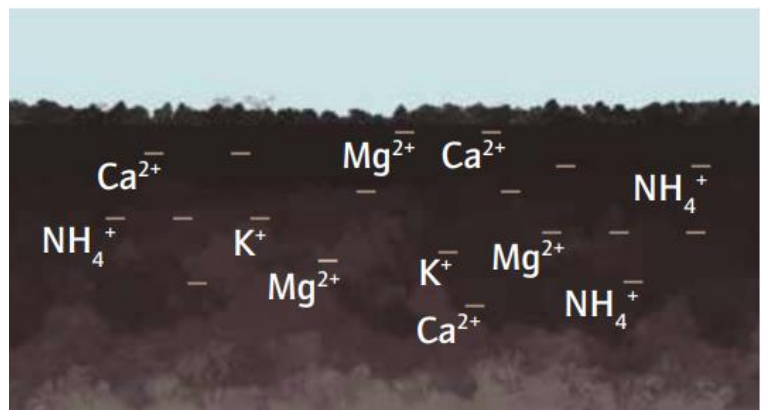
- De oppervlaktewaterkwaliteit is verbeterd, maar nog niet overal voldoende.
- Een toename plaatsvond van stikstof en fosfor in het grond- en oppervlaktewater, dat versterkt werd door de droge zomers sinds 2018.
- In wintermaanden bevindt zich een hogere belasting van nitraat op grond- en oppervlaktewateren.
- Mannagras blijft doorgroeien en er dus opname van nutriënten plaatsvindt.
- Sloten zijn overgedimensioneerd.

3.1.3 Verhoging organische stof

Deze maatregel heeft betrekking op het vasthouden van water. De kwaliteit van het oppervlaktewater hangt af van verschillende factoren, waaronder de aanwezigheid van stoffen en flora en fauna in de bodem. Een belangrijke aanpak om dit te verbeteren is het aanpassen van het watersysteem en agrarisch landgebruik. De rol van de agrariër is hierbij cruciaal, omdat keuzes die op het bedrijf worden gemaakt van invloed zijn op de bodemkwaliteit (fysisch, chemisch en biologisch). Een optimale bodem kan het gewas maximaal ondersteunen door nutriënten en water vast te houden en uitspoeling te reduceren (Fujita & Ros, 2020). Een hoger organische stofgehalte versterkt het vasthouden van nutriënten (nutriëntenbinding) doordat het zwak negatief geladen is en bindt met positief geladen deeltjes (kationen) zoals Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ en NH_4^+ (zie Figuur 8). Een hoger organisch stofgehalte zorgt dus voor een grotere opslag- en buffercapaciteit voor kationen.

Figuur 8

Nutriëntenbinding tussen organische stof (-) en kationen (+)
(Eekeren et al., 2018)



Zandgronden zijn volledig afhankelijk van organische stof, omdat ze geen kationenverbindingcapaciteit hebben, in tegenstelling tot klei- of leembodems (Eekeren et al., 2018). De bodem bestaat uit verschillende bestanddelen, zoals minerale delen (zand en klei) en organische stof. Organische stof (OS) is een verzamelnaam voor materiaal dat afkomstig is van micro-organismen, flora en fauna in de bodem. Levende organismen worden strikt genomen niet tot organisch materiaal gerekend, maar in het algemeen wordt bij OS gesproken over dood materiaal. Voorbeelden van dood materiaal zijn verse gewasresten, aangewende mest, levende bacteriën, schimmels of dode humus. Enkele organische stoffen zijn cellulose, hemicellulose en lignine, die bestaan uit een aaneensluiting van moleculen als koolstof, zuurstof en waterstof. Eiwitten, peptiden, fenolen en suikers behoren ook tot de organische stoffen (Zwart et al., 2013).

Effectieve organische stof

Uit onderzoek naar de effectieve organische stof (zie Bijlage F) blijkt dat:

- Effectieve organische stof (EOS) is organisch materiaal dat een jaar na toediening nog aanwezig is in de bodem.
- Het eerste jaar na toediening verdwijnt de meerderheid van de aangewende organisch materiaal.
- Het aanwenden van organisch materiaal met een hoge EOS-gehalte draagt voornamelijk bij aan de chemische en biologische bodemvruchtbaarheid.
- De humificatie-coëfficiënt (h_c) van organische stof is 0,7 procent. Hiermee kan vervolgens de EOS worden berekend.
- In kleigrond is na dertig jaar van stalmest het meeste organische stof overgebleven ten opzichte van gras en stro.

Verhogen organische stof

Uit onderzoek naar het verhogen van organische stof (zie Bijlage F) blijkt dat:

- Het niet eenvoudig is om het gehalte organische stof te verhogen, omdat veel organisch materiaal in het eerste jaar wordt afgebroken in de grond.
- Het aanwinnen van grote hoeveelheden organische stof kan leiden tot een verslechterde waterkwaliteit.

Vochtvasthoudend vermogen

Uit onderzoek naar het vochtvasthoudend vermogen (zie bijlage F) blijkt dat:

- Organische stof kan twintig keer zijn eigen gewicht aan water kan vasthouden.
- Puur zand 0,2 keer zijn eigen gewicht aan water kan vasthouden.
- Voor productie van één kilogram droge stof gras 350 liter water is benodigd. Het is daarom belangrijk in drogere periodes dat de grond voldoende vocht kan vasthouden om de productie van gras te blijven stimuleren.
- Eén procent hoger organische stofgehalte ervoor zorgen kan dat het bodemvocht sneller en beter beschikbaar wordt voor de plant.
- Het volumetrisch vochtgehalte toeneemt bij het verhogen van het organische stofgehalte.

3.2 Deelvraag 2

Tabel 3 geeft een overzicht van de gevolgen per maatregel en Tabel 7 (zie Bijlage G) bevat de toelichting. De beoordeling van de arbeidsintensiteit is weergegeven in cijfers, waarbij het volgende geldt:

- 0 = Onbekend
- 1 = Lichte inspanning vereist
- 2 = Normale inspanning vereist
- 3 = Veel inspanning vereist

Tabel 3
Gevolgen per maatregel

	Druppel- irrigatiesysteem	Helofytensloot	Verhoging organische stofgehalte
Arbeidsintensiteit	1	1	1
Voordelen	1) Efficiënt waterverbruik 2) Gelijmatige waterafgifte 3) Minder weersafhankelijk 4) Sponswerking	1) Verbeterd waterkwaliteit 2) Verhoogd biodiversiteit 3) Verbeterd waterberging	1) Verhoogd nutriëntenbinding 2) Verhoogd bodemvocht 3) Verhoogd beschikbaar hangwater
Nadelen	1) Opbouwen en opruimen 2) Milieudruk van afval slangen	1) Mogelijk verhoogde onkruidruk vanuit sloot/schouwpaden	1) EOS nodig voor verhogen OS% 2) Vervuiling waterkwaliteit
(Investering) kosten	€700 tot €1.300	€150 tot €22.000	€206 per hectare
Onderhoud	1) Controle op beschadigingen	1) Slootonderhoud	1) Aanvullen EOS
Grasopbrengst	- 50 % hogere opbrengst	- Onbekend	- Onbekend
Robuustheid	Adaptatiemodel	Adaptatiemodel	Adaptatiemodel

De gevolgen

Uit onderzoek naar de gevolgen van de maatregelen blijkt dat:

- De drie maatregelen lichte inspanning vereisen.
- De drie maatregelen duurzame oplossingen kunnen bieden voor de bedrijfsvoering.
- De drie maatregelen nadelen hebben op het gebied van de milieudruk en de beheersbaarheid.
- De helofytensloot de laagste kosten heeft ten opzichte van de andere twee maatregelen, maar dit afhankelijk is van de manier waarop het wordt uitgevoerd.
- De druppelirrigatiesysteem een verhoging van de grasopbrengst kan realiseren.
- De drie maatregelen allemaal adaptatiemodellen zijn.

3.3 Deelvraag 3

In Tabel 4 staat een overzicht van de subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving voor de maatregelen, gebaseerd op literatuur van Waterschap Vechtstromen (WaterschapVechtstromen, 2020), het Ministerie van Economische Zaken (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2021) en Klimaat en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO, 2020). Uit het onderzoek blijkt dat:

- Een subsidieaanvraag moet worden ingediend bij de subsidie ‘investeren in groen-economisch herstel’. De kans bestaat dat deze subsidie niet jaarrond aangevraagd kan worden en een niet jaarlijks terugkerend subsidie is.
- De subsidie ‘investeren in groen-economisch herstel’ bestaat uit vijf categorieën. De maatregelen komen in aanmerking voor de categorieën precisielandbouw/smartfarming, digitalisering, water/droogte/verziltig. natuurinclusieve landbouw en kringlooplandbouw.
- Meetapparatuur, doelgerichte maatregelen en machines zijn subsidiabel, maar reguliere machines en abonnementen niet.
- Er per jaar 7,1 miljoen euro per categorie subsidie beschikbaar is en zestig procent van de totale investeringskosten is subsidiabel. Bij melkveehouders jonger dan 41 jaar is 75 procent subsidiabel, met een maximum van €150.000 per ondernemer.
- Het verboden is om water te onttrekken of te brengen aan oppervlaktelichamen
- Een omgevingsvergunning is vereist voor het aanleggen en in stand houden van een lozingsvoorziening of onttrekkingsvoorziening.
- Water gepompt mag worden uit een oppervlaktelichaam als de capaciteit van de pomp niet meer dan tien kubieke meter per uur bedraagt.
- Beplanting niet mag worden aangebracht in oppervlaktelichamen net als het aanleggen van een dam met duiker.
- Vaste mest niet tussen 1 september en 30 december mag worden uitgereden.

Tabel 4

Subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving die van toepassing zijn op de voorbeeldmaatregelen

Maatregel	Druppelirrigatie-systeem	Helofytensloot	Verhoging organische stofgehalte
Subsidiabele mogelijkheden	Subsidie investeren in groen-economisch herstel	Subsidie investeren in groen-economisch herstel	Subsidie investeren in groen-economisch herstel
<i>Subsidiabele categorie die van toepassing is op de maatregel</i>	1) Precisielandbouw/smart farming 2) Digitalisering	1) Digitalisering 2) Water/droogte/verziltig	1) Natuurinclusieve landbouw 2) Kringlooplandbouw
<i>Subsidiabel zijn</i>	1) Software voor sensor-gestuurde irrigatie en dripirrigatie/druppelslang inclusief besturing voor beregening 2) Investeren in meet- en monitoringsapparatuur voor meten van de dikte en diepte van de waterlens en meten bodemverdichting	1) Grondwatermeters, oppervlaktewatermeters bij beregening uit oppervlaktewateren, vochtsensoren en fosfaat- en nitraatmeter 2) Aanschaf en aanleg van waterconserveringsstuw, knijpstuw en zoete stuw	1) Materieel voor het verwerken van organisch restmateriaal, machines en werktuigen voor het inwerken van gewasresten, ruige mest, vaste mest en groenbemester 2) Opslagplaatsen van vaste mest, compost, en Bokashi voor meer dan negen maanden
<i>Niet subsidiabel zijn</i>	1) Reguliere beregeningshaspel, slangen en beregeningsboom 2) Abonnementen op software updates en servicecontracten. Behalve indien deze onlosmakelijk verbonden zijn	1) Abonnementen op software updates en servicecontracten. Behalve indien deze onlosmakelijk verbonden zijn	1) Grasmaaiers die behalve voor het maaien van bermen ook gebruikt kan worden voor ander maaierwerk 2) Kosten voor aflevering, abonnementen en kiepwagens
Wet- en regelgeving			
<i>Wet- en regelgeving die geldend zijn op de maatregelen</i>	1) Water af te voeren naar of te voeren uit oppervlaktelichamen 2) Water te brengen of te onttrekken aan oppervlaktewaterlichamen 3) Grondwater te onttrekken en te infiltreren 4) Het is verboden om zonder omgevingsvergunning een lozingsvoorziening of onttrekkingsvoorziening aan te leggen en in stand te houden 5) Er mag geen water onttrokken worden aan een oppervlaktelichaam als de capaciteit van de pomp niet meer dan 10 kubieke meter is	1) Het is verboden om in oppervlaktewaterlichamen zonder omgevingsvergunning beplanting aan te brengen en deze in stand te houden 2) Het is verboden om zonder omgevingsvergunning een dam met duiker aan te leggen en deze in stand te houden	1) Uitrijden van vaste mest op grasland in 2023 mag vanaf 1 januari tot en met 31 augustus 2) Compost en overige organische mest mag bijna altijd uitgereden. Hier zijn wel voorwaarden aan verbonden 3) Wanneer gebruik wordt gemaakt van storrijke mest of champost, dan telt 75 procent van de hoeveelheid fosfaat in kilogrammen mee voor de fosfaatgebruiksnormen. Hiertoehoren alle storrijke meststoffen afkomstig van dieren.

3.4 Deelvraag 4

Om deelvraag vier te beantwoorden, is een enquête gebruikt (zie Bijlage H). In totaal moesten de respondenten 19 vragen beantwoorden. De belangrijkste bevindingen uit de enquête zijn dat:

- Elf respondenten hebben deelgenomen aan de enquête, waarvan tien mannen en één vrouw.
- Het grondareaal van zes respondenten bestaat hoofdzakelijk uit grof zandgrond en van de overige vijf respondenten uit fijn zandgrond.
- Tien respondenten gaven aan verliezen te hebben geleden in grasopbrengst gedurende droge periodes.
- Vijf respondenten gaven aan het grasland te hebben kunnen beregenen gedurende droge periodes.
- Zeven respondenten hebben tussen 3000 en 5000 kilogram droge stof aan grasopbrengst niet kunnen oogsten.
- Negen respondenten denken dat er in de toekomst vaker periodes van droogte zullen voorkomen.
- Zeven respondenten hebben overwogen om klimaatrobuuste maatregelen toe te passen
- Het verhogen van organische stofgehalte, het verhogen van de waterstand en het gebruik maken van beregeningshaspels zijn volgens de respondenten het meest effectief en duurzaam.
- De belangrijkste drie perspectieven om klimaatrobuuste maatregelen toe te passen zijn het voorkomen van ruwvoertekorten, het behouden van een goede grasmat en de vermindering van eutrofiëring.
- De belangrijkste inzichten van de respondenten zijn een tegenvallend rendement van de maatregelen, het ontbreken van erkenning door de maatschappij of overheid en onvoorziene kosten.
- Zes respondenten gaven aan niet op de hoogte te zijn van de subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving. Vier respondenten waren hiervan enigszins op de hoogte en één respondent was goed op de hoogte.
- Alle deelgenomen respondenten vinden agrarisch waterbeheer een belangrijk onderdeel van de bedrijfsvoering als melkveehouder.
- Zeven respondenten willen deelnemen aan projecten betreffende agrarisch waterbeheer.

De belangrijkste bevindingen uit de enquête zijn inzichtelijk gemaakt, waarvan de conclusies zijn dat:

- Er hebben niet voldoende respondenten deelgenomen aan de enquête, wat de betrouwbaarheid van de enquête heeft verminderd. In totaal hebben elf respondenten deelgenomen, terwijl er verwacht werd dat dit er zeventien zouden zijn. De respondenten hadden twee weken de tijd om deel te nemen aan de enquête en zijn hier twee keer aan herinnerd. Mogelijke redenen waarom melkveehouders niet hebben deelgenomen aan de enquête zijn tijdsgebrek of het toch niet willen deelnemen.
- Uit de enquête blijkt dat de respondenten met hoofdzakelijk grof zandgrond meer opbrengstderving hebben gehad dan respondenten met fijn zandgrond vanwege droogte. Ook geven de respondenten met hoofdzakelijk grof zandgrond aan dat ze gedurende droogte gemiddeld 3000 tot 5000 kilogram droge stof aan grasopbrengst niet hebben kunnen oogsten. Een mogelijke oorzaak van de hogere opbrengstderving bij respondenten met hoofdzakelijk grof zandgrond ten opzichte van respondenten met fijn zandgrond, is dat grof zandgrond water minder goed vasthoudt dan fijn zandgrond en daardoor eerder verdroogt.
- Uit de individuele enquêtes blijkt dat bij drie respondenten met hoofdzakelijk fijn zandgrond het grasland kon worden beregend en bij grof zandgrond waren dit er twee.
- Toelichtingen van respondenten die geen klimaatrobuuste maatregelen overwegen zijn dat deze niet passen in de bedrijfsvoeringen, dat de respondenten zich in een ongunstige financiële positie bevinden of er niet bewust mee bezig zijn.
- Respondenten zijn terughoudend in het toepassen van klimaatrobuuste maatregelen vanwege een tegenvallend rendement van de maatregelen, het ontbreken van erkenning door maatschappij of overheid en onvoorziene kosten.
- De respondenten juist klimaatrobuuste maatregelen gaan toepassen ter voorkoming van ruwvoertekorten, een goede grasmat behouden en eutrofiëring verminderen.
- Respondenten zijn niet voldoende op de hoogte van subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving.
- Effectieve en duurzame maatregelen op zandgronden zijn volgens de respondenten het verhogen van organische stof en waterstand, beregeningshaspels, peilgestuurde drainage, afdichten van drainage en druppelirrigatie.
- Agrarisch waterbeheer wordt door de respondenten als belangrijk erkend vanwege het beter benutten van nutriënten, meer ruwvoer oogsten en een betere waterkwaliteit.
- Respondenten willen deelnemen aan projecten betreffende agrarisch waterbeheer vanwege interesse, meer ruwvoer en beter rendement, terwijl anderen geen interesse hebben en vinden dat agrariërs het waterbeheer goed op orde hebben.

4. Discussie

Hoofdstuk vier bevat een kritische reflectie op de gebruikte onderzoeksmethoden, een interpretatie van de resultaten en de reikwijdte van de resultaten in een gestructureerde weergave.

Enquête

In dit onderzoek is aan twintig melkveehouders rondom Sleen gevraagd om deel te nemen aan de enquête. Het verwachte aantal deelnemers was veertien melkveehouders, maar uiteindelijk namen elf melkveehouders deel. De melkveehouders kregen twee weken de tijd om deel te nemen aan de enquête en werden hier twee keer aan herinnerd. Over het tegenvallende aantal respondenten kan gezegd worden dat de validiteit van het onderzoek lager is dan wanneer veertien of meer melkveehouders hadden deelgenomen. Bij een vervolgonderzoek kan gekozen worden om een groter gebied te bestrijken, waardoor meer melkveehouders kunnen deelnemen aan het onderzoek. Er kan geen discussie worden gevoerd over de consistentie (betrouwbaarheid) van de enquête, omdat deze in dezelfde setting werd uitgevoerd en alle respondenten dezelfde informatie kregen voordat hun om een mening werd gevraagd.

De mixed-methods-aanpak (kwantitatief en kwalitatief onderzoek) heeft bijgedragen aan het inzichtelijk maken van zowel numerieke gegevens (feitelijke kennis) als literatuur in woorden (kennis over een onderwerp) in dit onderzoek.

Reflectie onderzoeksmethode op subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving

Het onderzoek naar subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving kan ter discussie worden gesteld omdat alleen informatie is gevonden met literatuuronderzoek die relevant is voor de maatregelen. Een beter alternatief zou zijn geweest om contact op te nemen met de desbetreffende instanties en een gesprek aan te gaan. Hierdoor zou wellicht meer informatie kunnen worden verkregen over de subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving. Er kan ook een kanttekening worden geplaatst bij de beschreven subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving, omdat deze van tijdelijke aard kunnen zijn.

Reflectie onderzoeksmethode op de gekozen maatregelen

Het is duidelijk geworden wat de druppelirrigatie inhoudt en welke voordelen ermee behaald kunnen worden. Het had echter een toegevoegde waarde hebben gehad als er meer informatie was gegeven over druppelirrigatie in grasland. Omdat er geen onderzoeksgegevens beschikbaar zijn of nog worden onderzocht, is dit niet beschreven in het onderzoek. Als dit voorafgaand aan het onderzoek bekend was geweest, zou er mogelijk een andere maatregel op het gebied van watervoorziening zijn gekozen. De gebruikte literatuur kan ter discussie worden gesteld, omdat er veel informatie is gehaald uit Water4All.

Bij het onderzoek naar de helofytensloot is de informatie voornamelijk afkomstig van het project op Aeres Farms dat wordt uitgevoerd door de heer Van der Kooij. Aangezien de helofytensloot sinds twee jaar in gebruik is, zal er voortdurend kritisch gekeken moeten worden naar de onderzoeksresultaten. Wateranalyses of de expertise van Waterschap Vechtstromen hadden een aanvullende waarde kunnen hebben.

Bij het onderzoek naar organische stof is voldoende aandacht besteed aan zandgronden. Er is inzichtelijk gemaakt wat organische stof verhoging doet met zandgronden en er is gebruikgemaakt van verschillende literatuurbronnen.

Interpretatie resultaten

Uit het vooronderzoek is gebleken dat de waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening in matige toestand verkeren. Dit heeft geleid tot extra opgelegde regelgeving en een lage beschikbaarheid van water voor de plant. De beschreven maatregelen richten zich op deze problemen en zijn robuust en effectief.

Er werden bepaalde onverwachte resultaten verkregen uit de enquête, zoals de score voor de beregeningshaspel en de score voor de helofytensloot en druppelirrigatie in reactie op de vraag: "Welke drie maatregelen zijn volgens u het meest effectief en duurzaam op zandgronden met betrekking tot agrarisch waterbeheer?" Het is mogelijk dat respondenten voor zekerheid kiezen en de vraag beantwoorden op basis van een onderbuikgevoel.

Verder werd verwacht dat alle respondenten het belang van agrarisch waterbeheer als onderdeel van het melkveebedrijf zouden erkennen vanwege de afgelopen periodes van droogte. Deze verwachting werd bevestigd door de enquête. Ook werd gevraagd of de respondenten wilden deelnemen aan projecten met betrekking tot agrarisch waterbeheer, waarop enkele respondenten negatief reageerden, zoals verwacht.

Het is ter discussie of de drie onderzochte maatregelen voldoende waren om duidelijkheid te geven wat voorbeelden zijn van klimaatrobuuste maatregelen. Als er meer maatregelen waren onderzocht, had de melkveehouder meer inzicht gekregen in de mogelijkheden.

Reikwijdte van de resultaten

De melkveehouders uit de omgeving van Sleen (doelgroep) kunnen met de onderzochte resultaten een keuze maken in een voorbeeldmaatregel waarop de melkveehouder wil inzetten die als belangrijk wordt ondervonden. Ook kan de melkveehouder inzien wat de gevolgen zijn voor de bedrijfsvoering en welke subsidiabele mogelijkheden en wet- en regelgeving bij elke voorbeeldmaatregel van toepassing zijn.

5. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk is met de resultaten en discussie een conclusie gevormd en zijn aanbevelingen gedaan voor eventueel vervolgonderzoek. Ook zijn alle deelvragen, net als de hoofdvraag, beantwoord.

5.1 Conclusie deelvraag 1

Wat zijn voorbeelden van klimaatrobuuste maatregelen op het gebied van agrarisch waterbeheer? Voor de beantwoording van deze vraag zijn uit de BOOT-lijst drie maatregelen gekozen, die zich focussen op de waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening. De conclusies zijn dat:

- De gekozen maatregelen richten zich daadwerkelijk op waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening.
- De beste slang voor grasland is dripline.
- Een druppelirrigatiesysteem zorgt voor minder stress bij de plant dan een beregeningshaspel.
- De bodem kan meer neerslag opnemen bij gebruik van een druppelirrigatiesysteem, in vergelijking met een beregeningshaspel.
- Het gebruik van een helofytensloot verhoogt de biodiversiteit in een landbouwgebied.
- In een helofytensloot zijn bovenstrooms minder macro-invertebraten aanwezig zijn dan benedenstrooms.
- Het water is benedenstrooms in een helofytensloot zuiverder dan bovenstrooms.
- De doorzichtigheid van het water is benedenstrooms in een helofytensloot beter dan bovenstrooms.
- Mannagras blijft in de winter doorgroeien en neemt nutriënten op.
- Organisch materiaal met een hoog EOS-gehalte draagt voornamelijk bij aan de chemische en biologische bodemvruchtbaarheid.
- Van stalmest blijft de meeste organische stof in de grond over in vergelijking met gras en stro.
- Het is niet eenvoudig om het organische stofgehalte te verhogen.
- Organische stof twintig keer zijn eigen gewicht aan water kan vasthouden en puur zand 0,2 keer.
- Het volumetrisch vochtgehalte neemt toe bij het verhogen van het gehalte aan organische stof.

5.2 Conclusie deelvraag 2

Wat zijn de gevolgen daarvan op de bedrijfsvoering van de melkveebedrijven?

De conclusies zijn dat:

- Bij het gebruik van de voorbeeldmaatregelen is lichte inspanning vereist.
- De voorbeeldmaatregelen bieden op een duurzame manier verbetering voor de bedrijfsvoering.
- De helofytensloot heeft de laagste investeringskosten wanneer voor simpelheid wordt gekozen.
- Door het gebruik van het druppelirrigatiesysteem kan vijftig procent meer grasopbrengst worden gerealiseerd.
- Bij de helofytensloot kan een bedreiging ontstaan van een verhoogde onkruiddruk.
- Het druppelirrigatiesysteem kan een verhoogde milieudruk geven.

5.3 Conclusie deelvraag 3

Welke subsidies en regelgeving zijn van toepassing voor de implementatie van deze maatregelen?

De conclusies zijn dat:

- De voorbeeldmaatregelen komen in aanmerking voor de subsidie 'investeren in groen-economisch herstel'.
- De subsidie zal waarschijnlijk niet jaarrond aangevraagd kunnen worden en is mogelijk ook niet een jaarlijks terugkomende subsidie.
- Subsidiabel zijn meetapparatuur, doelgerichte maatregelen en machines, terwijl niet-verwante machines en abonnementen niet-subsidiabel zijn.
- Er maximaal €150.000 per ondernemer beschikbaar uit de totale subsidie van €7,1 miljoen euro
- Zestig procent van de totale investeringskosten is subsidiabel.
- Water onttrekken of brengen aan een oppervlaktelichaam is verboden.
- Het verboden is om water te onttrekken uit een oppervlaktelichaam met een pomp waarvan de capaciteit meer is dan tien kubieke meter per uur.
- Het is verboden om in een oppervlaktewaterlichaam beplanting aan te brengen.
- Het is verboden om een dam met duiker aan te leggen en deze beheren.
- Het is verboden om tussen 1 september en 30 december mest gaan uitrijden.

5.4 Conclusie deelvraag 4

Wanneer zal een melkveehouder deze maatregelen wel of niet gaan toepassen?

De conclusies zijn dat:

- De melkveehouders beseffen dat agrarisch waterbeheer een belangrijk onderdeel wordt voor de bedrijfsvoering.
- De overwegingen om geen klimaatrobuuste maatregelen te implementeren zijn een tegenvallend rendement van de maatregelen, het ontbreken van erkenning door maatschappij en overheid en onvoorziene kosten.
- De overwegingen om wel klimaatrobuuste maatregelen toe te passen zijn het voorkomen van ruwvoertekorten, verslechtering van de grasmat en vermindering van eutrofiëring.
- Maatregelen die melkveehouders effectief en duurzaam vinden op zandgronden zijn het verhogen van organische stof en grondwaterstand, gebruik van beregeningshaspels, peilgestuurde drainage, het afdichten van drainage en druppelirrigatie.

5.5 Conclusie hoofdvraag

Geconcludeerd op de hoofdvraag: "Welke maatregelen, op het gebied van agrarisch waterbeheer, zouden melkveehouders, in de omgeving van Sleen, willen toepassen om zich voor te bereiden op klimaatverandering?" Melkveehouders bij voorkeur de volgende maatregelen nemen: het verhogen van het organische stof en grondwaterstand, het gebruiken van een beregeningshaspel, peilgestuurde drainage, het afdichten van de drainage en het gebruik maken van een druppelirrigatie. Dit wordt extra gestimuleerd als deze maatregelen leiden tot een verhoogde grasopbrengst, behoud van de grasmat, vermindering van eutrofiëring. Dit wordt ontmoedigd wanneer deze maatregelen niet leiden tot het gewenste rendement, het ontbreken van erkenning of onvoorziene kosten met zich meebrengen.

5.6 Aanbevelingen

Aanbevelingen die praktisch toepasbaar zijn voor de doelgroep:

Op het gebied van agrarisch waterbeheer zijn er diverse maatregelen beschikbaar.

Als melkveehouder is het belangrijk om op bedrijfsniveau te kijken welke maatregelen het beste in de bedrijfsvoering passen. Het vooronderzoek heeft een BOOT-lijst opgeleverd met mogelijke maatregelen om de waterkwaliteit, waterkwantiteit en watervoorziening te verbeteren. Het is voor de melkveehouder belangrijk om bij elke maatregel af te wegen welke voor- en nadelen er voor de bedrijfsvoering zijn.

Het is belangrijk om de impact van klimaatverandering op de bedrijfsvoering goed inzichtelijk te maken.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat Nederland te maken heeft met veranderingen in het klimaat. Zo hebben de recente droge periodes bijvoorbeeld geleid tot een lagere grasopbrengst. Als een melkveehouder weet dat een ruwvoertekort de bedrijfsvoering belemmert, kan het toepassen van klimaatbestendige maatregelen een verstandige keuze zijn.

Het is verstandig om te onderzoeken welke subsidies beschikbaar zijn voor het implementeren van klimaatbestendige maatregelen.

De overheid biedt namelijk diverse subsidies aan voor dit doel. Melkveehouders kunnen door websites zoals die van RVO, waterschappen en Bij12 op de hoogte te blijven van de beschikbare subsidies.

Omgevingsfactoren

Als melkveehouder is het van belang om te kijken naar de omgevingsfactoren die invloed kunnen hebben op de bedrijfsvoering, zowel in het verleden als in de toekomst. Veranderingen in het landschap zijn bijvoorbeeld bepalend voor de manier waarop een melkveehouder het bedrijf kan inrichten om toekomstbestendig te zijn.

Relevantie van de resultaten

De resultaten van het onderzoek tonen aan dat Nederland te maken heeft met een klimaatverandering, die heeft geleid tot lagere gewasopbrengsten voor melkveehouders. Het is van belang dat melkveehouders tijdig actie ondernemen om de risico's van klimaatverandering te verminderen.

Bronnenlijst

- Aej, H., Acm, d. N., Lev, & mev. (2017). *De invloed van klimaatverandering op de grondwaterkwaliteit*. <https://go.exlibris.link/8VMmjBht>
- Beersma, J. J., & Buishand, T. A. (2007). Drought in the Netherlands - Regional frequency analysis versus time series simulation. *Journal of Hydrology*, 347(3-4), 332-346. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.042>
- Brakkee, E., Van Huijgevoort, M. H. J., & Bartholomeus, R. P. (2022). Improved understanding of regional groundwater drought development through time series modelling: the 2018–2019 drought in the Netherlands. *Hydrology and Earth System Sciences* 26 (2022) 3; ISSN: 1027-5606. <https://edepot.wur.nl/563988>
- Carr, P. H. (2018). WHAT IS CLIMATE CHANGE DOING TO US AND FOR US?: with Karl E. Peters, “Living with the Wicked Problem of Climate Change”; Paul H. Carr, “What Is Climate Change Doing to Us and for Us?”; James Clement. *Zygon*, 53(2), 443-461. <https://doi.org/10.1111/zygo.12410>
- Court, J. d. I. (2021). Helofytensloot in Dronten blijkt goed voor biodiversiteit. *Nieuwe oogst : leden-, nieuws- en vakblad van LTO Noord, ZLTO en LLTB. Editie midden* (51): 8. <https://edepot.wur.nl/562205>
- DAW. (2022, maart 22). *Q & A Bootlijst 2022*. Opgeroepen op januari 16, 2022, van Agrarisch waterbeheer: <https://agrarischwaterbeheer.nl/document/boot-lijst-maatregelen-agrarisch-waterbeheer>
- Eekeren, N. v., Deru, J., Hoekstra, N., & Wit, J. d. (2018). *Carbon Valley : organische stofmanagement op melkveebedrijven : ruwvoerproductie, waterregulatie, klimaat en biodiversiteit*. Louis Bolk Instituut.
- EmecDosingPumps. ((z.d.)). *ORP Waarde en Redox*. Opgeroepen op maart 2, 2023, van Dosing Pump Shop: <https://emecwebshop.com/nl/kenniscentrum/orp-waarde-en-redox/#:~:text=De%20ORP%20of%20Redox%20waarde,waarde%2C%20hoe%20zuiverder%20het%20water.>
- Fraters, B., Hooijboer, A. E. J., Vrijhoef, A., Plette, A. C. C., Duijnhoven, N. v., Rozemeijer, J. C., . . . Begeman, H. A. L. (2020). *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019) : de Nitraatrapportage 2020 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Fujita, Y., & Ros, G. H. (2020). *Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit: Deel 3. Tijdreeks-analyse van organische stof en fosfaat in de Achterhoek*
- Groenendijk, P., Schipper, P., Hendriks, R., van den Akker, J., & Heinen, M. (2017). *Effecten van verbetering bodemkwaliteit op waterhuishouding en waterkwaliteit: deelstudies Goede Grond voor een duurzaam watersysteem*. Wageningen Environmental Research.
- Groenendijk, P., Verloop, K., Schipper, P., Ros, G., Gerven, L. v., Verhoeven, F., . . . Lukacs, S. (2021). ‘Maatregel op de kaart’ is verbeterd en getoetst. *H twee O : tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling* 54 (7/8): 40 - 41. <https://edepot.wur.nl/553528>

- Gupta, J., Bergsma, E., Termeer, C. J. A. M., Biesbroek, G. R., Van den Brink, M., Jong, P., . . . Nooteboom, S. (2016). The adaptive capacity of institutions in the spatial planning, water, agriculture and nature sectors in the Netherlands. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change : An International Journal Devoted to Scientific, Engineering, Socio-Economic and Policy Responses to Environmental Change*, 21(6), 883-903.
<https://doi.org/10.1007/s11027-014-9630-z>
- Hofman-Caris, R., Bertelkamp, C., de Waal, L., van den Brand, T., Hofman, J., Van der Aa, R., & Van der Hoek, J. P. (2019). Rainwater Harvesting for Drinking Water Production: A Sustainable and Cost-Effective Solution in The Netherlands? *Water*, 11(3).
- Kanellopoulos, A., Reidsma, P., Wolf, J., & van Ittersum, M. K. (2014). Assessing climate change and associated socio-economic scenarios for arable farming in the Netherlands: An application of benchmarking and bio-economic farm modelling. *European Journal of Agronomy*, 52, 69-80.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.003>
- Kesteren, D. v. (2020). Wolter van der Kooij, lector agrarisch waterbeheer: 'Waterschappen, help boeren om water vast te houden'. *H twee O : tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling* 53 (7/8): 8 - 12. <https://edepot.wur.nl/530525>
- Kroes, J. G., & Supit, I. (2011). Impact analysis of drought, water excess and salinity on grass production in The Netherlands using historical and future climate data. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 144(1), 370-381. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.09.008>
- Kässi, P., Känkänen, H., Niskanen, O., Lehtonen, H., & Höglind, M. (2015). Farm level approach to manage grass yield variation under climate change in Finland and north-western Russia. *Biosystems Engineering*, 140, 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.08.006>
- Klimaatinfo. ((z.d)). *Het klimaat van Nederland*. Opgeroepen op mei 20, 2022, van Klimaatinfo: <https://klimaatinfo.nl/klimaat/nederland/#:~:text=Nederland%20kent%20volgens%20het%20K%C3%B6ppensysteem,is%20een%20gematigd%20maritiem%20klimaat.>
- KNMI. ((z.d)). *Klimaat*. Opgeroepen op mei 20, 2022, van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/klimaat/>
- KNMI. (2022, juni 15). *Klimaatdashboard*. Opgeroepen op juni 15, 2022, van Klimaat: <https://www.knmi.nl/klimaatdashboard>
- Koeien&Kansen. (2018, januari 16). *Deelnemers Koeien & Kansen*. Opgeroepen op december 8, 2022, van Koeien & Kansen: <https://www.koeienenkansen.nl/nl/koeien-kansen-1/show/bes-pilot-levert-nieuwe-inzichten-en-nieuwe-onderzoeksvragen-op.htm>
- Merkus, J. (2021, augustus 27). *Onderzoeksmethoden*. Opgeroepen op december 16, 2022, van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/mixed-methods/>
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2021, december 23). *Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden*. Opgeroepen op maart 8, 2023, van Overheid: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2021-49546-n1.html>
- Netafim. ((z.d.)). *Druppelirrigatie: Wat u moet weten*. Opgeroepen op maart 1, 2023, van Netafim: <https://www.netafim.nl/nieuws/nieuws/druppelirrigatie-wat-u-moet-weten/>

- Ngwabie, N. M., Jeppsson, K. H., Gustafsson, G., & Nimmermark, S. (2011). Effects of animal activity and air temperature on methane and ammonia emissions from a naturally ventilated building for dairy cows. *Atmospheric Environment*, 45(37), 6760-6768.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.08.027>
- NPPL. (2020, januari 1). *Nadelen druppelirrigatie*. Opgeroepen op maart 6, 2023, van NPPL: <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/nadelen-druppelirrigatie/>
- O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of botany*, 110(6), 1263-1270. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs209>
- Peltonen-Sainio, P., Rajala, A., Känkänen, H., & Hakala, K. (2015). Chapter 4 - Improving farming systems in northern Europe. In V. O. Sadras & D. F. Calderini (Eds.), *Crop Physiology (Second Edition)* (pp. 65-91). Academic Press. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417104-6.00004-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417104-6.00004-2)
- Philip, S. Y., Kew, S. F., van der Wiel, K., Wanders, N., & Jan van Oldenborgh, G. (2020). Regional differentiation in climate change induced drought trends in the Netherlands. *Environmental Research Letters*, 15(9), 094081. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab97ca>
- Prins, E., Janssen, P., & Eekeren, N. v. (2021). *Boer Bier Bodem en Water : Maatregelen voor landgebruik in de melkveehouderij op zandgrond*
- Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., . . . Okem, A. (2022). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. IPCC.
- Reinders, F. B. (2022). Irrigation water use efficiency: A water balance approach. *River*, 1(2), 142-148. <https://doi.org/10.1002/rvr2.18>
- Reindsen, H. (2018, juli 25). *Zoetwater bufferen voor druppelirrigatie*. Opgeroepen op maart 1, 2023, van Nieuwe oogst: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/07/25/zoetwater-bufferen-voor-druppelirrigatie>
- Rijksoverheid. (2020). *Maatregelen voor voldoende zoet water*. Opgeroepen op december 14, 2022, van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/water/maatregelen-voor-voldoende-zoet-water>
- Ritzema, H., Kirkpatrick, H., Stibinger, J., Heinhuis, H., Belting, H., Schrijver, R., & Diemont, H. (2016). Water management supporting the delivery of ecosystem services for grassland, heath and moorland. *Sustainability*, 8(5).
- Rozemeijer, J., Noordhuis, R., Ouwerkerk, K., Dionisio Pires, M., Blauw, A., Hooijboer, A., & van Oldenborgh, G. J. (2021). Climate variability effects on eutrophication of groundwater, lakes, rivers, and coastal waters in the Netherlands. *Science of the Total Environment*, 771. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145366>
- RVO. (2022, april 29). *Uw melkveehouderij toekomstbestendig*. Opgehaald van Duurzame landbouw: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzame-landbouw/melkveehouderij-toekomstbestendig>
- RVO. (2019, november 28). *Wanneer mest uitrijden*. Opgeroepen op maart 7, 2023, van RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/wanneer-uitrijden>

- RVO. (2020, juli). *Heeft u mest?* Opgeroepen op maart 7, 2023, van RVO: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/07/Heeft-u-mest-aan-deze-eisen-moet-het-voldoen.pdf>
- RVO. (2022, oktober 19). *De eco-regeling 2023*. Opgeroepen op maart 7, 2023, van RVO: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/eco-regeling>
- RVO. (2023, februari 14). *Stimuleren organische stofrijke meststoffen*. Opgeroepen op maart 7, 2023, van RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/fosfaat-landbouwgrond/stimuleren-organische-stofrijke#welke-meststoffen>
- Schonevijver. ((z.d)). *Moerasplanten soorten*. Opgeroepen op maart 1, 2023, van Schonevijver: https://www.schonevijver.nl/contents/nl/d1180_Moerasplanten-soorten.html
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., . . . Towprayoon, S. (2007). Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118(1-4), 6-28. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.006>
- Sollie, S., Coops, H., & Verhoeven, J. (2006). *Oeverzones langs ondiepe meren : peilbeheer en nutriënten : eindrapportage*. Universiteit Utrecht.
- Stańczuk-Gałowicz, M., Sobolewska-Mikulska, K., Ritzema, H., & van Loon-Steensma, J. M. (2018). Integration of water management and land consolidation in rural areas to adapt to climate change: Experiences from Poland and the Netherlands. *Land Use Policy*, 77, 498-511. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.005>
- Sundermann, A., Stoll, S., & Haase, P. (2011). River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications*, 21(6), 1962-1971.
- Van der Kooij, W. (2021). *Helofytensloot Rapportage 3*. Opgeroepen op maart 3, 2023, van HBO-kennisbank: <https://hbo-kennisbank.nl/details/aereshogeschool:oai:www.greeni.nl:VBS:2:149530>
- Van der Kooij, W. (2022, oktober). *Greeni catalogus*. Opgeroepen op maart 1, 2023, van GreenI: file:///C:/Users/R.%20Sijpkas/Downloads/file_2.150213_001.pdf
- Van der Kooij, W. (2023, maart 6). Investeringskosten helofytensloot. (R. Sijpkas, Interviewer)
- Van der Kooij, W. (2021). *Agrarisch Waterbeheer* (PowerPoint presentatie). Dronten: Aeres Hogeschool Dronten. Opgeroepen op november 29, 2022 van <https://aeres.instructure.com/courses/3981>
- Van Uytvanck, J. (2019, oktober 25). *Mannagras*. Opgeroepen op maart 3, 2023, van Waarnemingen: <https://waarnemingen.be/species/6838/>
- Van Vulpen. (2019). *Droogte: wat betekent dit voor mijn boerderij*. Opgeroepen op december 13, 2022, van Van Vulpen veevoerders: <https://veevoer.nu/droogte-wat-betekent-dit-voor-mijn-boerderij/>
- VeeteeltGRAS. (2019, juli 6). Grasland. *VeeteeltGRAS*, pp. 4-7. Opgeroepen op december 13, 2022, van <https://edepot.wur.nl/496915>

- Veeteelt. (2023, maart 3). *Maatschappij*. Opgeroepen op maart 6, 2023, van Veeteelt: <https://veeteelt.nl/maatschappij/pilot-druppelirrigatie-onder-grasland-krijgt-vervolg>
- Velthof, G., & Groenendijk, P. (2021). *Landbouw en waterkwaliteit*. Wageningen Environmental Research.
- Verdonschot, R. C. M., Kleef, H. H., & Verdonschot, P. F. M. (2015). *Herstel van laaglandbeken door het herintroduceren van macrofauna*. VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren.
- Verloop, K., Agtmaal, M. v., Busink, W., Eekeren, N. v., Groenendijk, P., Jansen, S., . . . Zanen, M. (2018). *Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets*. Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde.
- Vilmin, L., Mogollón, J. M., Beusen, A. H. W., Bouwman, A. F., Geochemistry, & Bio, h.-a. e. g. (2018). Forms and subannual variability of nitrogen and phosphorus loading to global river networks over the 20th century. *Global and Planetary Change*, 163.
- Water Natuurlijk en Natuur Geborgd. (2019, februari). *Biodiversiteit*. Opgeroepen op maart 6, 2023, van Waternatuurlijkdelta: <https://waternatuurlijkdelta.nl/wp-content/uploads/notitie-biodiversiteit-def.pdf>
- Water4all. (2020, oktober 8). *Wat is drip(tape)?* Opgeroepen op februari 28, 2023, van Water4all: <https://water4all.nl/wat-is-drip/>
- WaterschapVechtstromen. (2020, april 1). *Waterschapsverordening Vechtstromen*. Opgeroepen op maart 7, 2023, van WaterschapVechtstromen: file:///C:/Users/R.%20Sijpkas/Downloads/waterschapsverordening_.pdf
- Wolf, J., Beusen, A. H. W., Groenendijk, P., Kroon, T., Rötter, R., & van Zeijts, H. (2003). The integrated modeling system STONE for calculating nutrient emissions from agriculture in the Netherlands. *Environmental Modelling and Software*, 18(7), 597-617. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(03\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(03)00036-7)
- Wösten, H., Groenendijk, P., & Veraart, J. (2019). *Soil Organic Matter and its Importance for Water Management : Deltafact*
- WUR. (2021, mei 28). *Grasopbrengsten in 2020 fors lager door extreem droog voorjaar*. Opgeroepen op december 7, 2022, van Wageningen University & Research: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Grasopbrengsten-in-2020-fors-lager-door-extreem-droog-voorjaar.htm#:~:text=De%20gemiddelde%20grasopbrengst%20op%20de%20Koeien%20%26%20Kansen%20bedrijven%20was%20in,droge%20stof%20minder%20per%20hectare.>
- Zwart, K. B., Wolfs, A., Kikkert, A., Termorshuizen, A., & van der Burgt, G. J. H. M. (2013). *Tien vragen en antwoorden over organische stof*. HLB.

Bijlagen

Bijlage A. Druppelslangen

Driptapes (Water4all, 2020)

Dit is een type slang dat plat opgerold kan worden vanwege de dunne structuur. De driptapes (gemaakt van polyethyleen) worden gebruikt voor zowel jaarlijkse als driejarige teelten. Een veelgebruikte driptape bij Water4all is AquaTraxx, die is uitgerust met een druppelaar die minimaal 0,3 liter per uur afgeeft bij een lage druk van 0,3 bar. Dit bespaart veel energie in vergelijking met een beregeningshaspel, waarvoor minimaal 5 tot 8 bar nodig is. Bij de implementatie van driptapes kan er gekozen worden om ze ondergronds of bovengronds te plaatsen. Het voordeel van ondergrondse plaatsing is dat de wortels bijna direct toegang hebben tot het water. Hoewel het aanleggen meer tijd vergt, heeft het ook voordelen omdat onkruid mechanisch kan worden verwijderd. Een nadeel van bovengrondse plaatsing van de driptapes is dat ze kunnen worden beschadigd door vogels en ongedierte.

Driplines (Water4all, 2020)

Ten opzichte van driptapes zijn driplines dikwandig en juist geschikt voor meerjarige teelt, bijvoorbeeld grasland. De dripline heeft door zijn dikwandige structuur een langere levensduur dan de driptape. Op elke twintig tot zeventig centimeter bevindt zich een druppelaar, dit is anders dan bij de driptape, waar de druppelaar namelijk bij elke twintig tot veertig centimeter aanwezig is. De dripline heeft in verhouding een hogere waterafgifte per uur dan de driptape. Water4All beweert dat driplines bovengronds tot tien jaar en ondergronds tot twintig jaar mee kunnen gaan.

Klimaatfactoren

Langdurige droogte kan leiden tot stress bij planten (O'Mara, 2012). Een druppelirrigatiesysteem kan deze stress verminderen ten opzichte van een beregeningshaspel vijf keer per droog jaar wordt gebruikt. Het druppelirrigatiesysteem heeft verschillende voordelen in een warmer klimaat in vergelijking met een beregeningshaspel. Bijvoorbeeld, het druppelirrigatiesysteem kan de bodemtemperatuur beter reguleren en zo een optimale groeitemperatuur voor gewassen bereiken door water ondergronds toe te dienen. Een effectieve bijkomstigheid van het gebruik van het druppelirrigatiesysteem is dat door een gelijkmatige bevochtiging van de bodem, deze fungeert als een spons bij neerslag, waardoor de bodem beter in staat is om neerslag op te nemen (Reindsen, 2018).

Bijlage B. Helofyten

Lisdodde (Schonevijver, (z.d))



Gele Lis (Schonevijver, (z.d))



Waterweegbree (Schonevijver, (z.d))



Zegge (Schonevijver, (z.d))



Mannagras (Van Uytvanck, 2019)



Bijlage C. Biodiversiteit in sloten

Een ander doel van de helofytensloot is om de biodiversiteit in de sloot te verhogen. Dit wordt enerzijds gerealiseerd doordat er permanent een waterlichaam in het landbouwgebied aanwezig is, waarvan met name insecten profiteren. Anderzijds hoeft de vegetatie niet elk jaar gemaaid te worden, waardoor vooral vlinders, vogels en kleine zoogdieren hiervan profiteren (Van der Kooij, Greeni catalogus, 2022). Macrofauna wordt sterk bedreigd door menselijke invloeden, variërend van eutrofiëring, organische belasting (berm- en slootmaaisel) en wateronttrekking. Een reactie hierop is de teruggang van populaties, wat hen kwetsbaar maakt (Verdonschot et al., 2015).

De omstandigheden zijn in bepaalde gebieden verbeterd ten opzichte van enkele decennia geleden. Dit heeft ertoe geleid dat potentieel leefgebied is teruggekomen voor verdwenen soorten. Echter blijkt dat sommige soorten niet snel of helemaal niet meer terugkomen (Sundermann et al., 2011).

In de helofytensloot op Aeres Farms is door studenten van Aeres Hogeschool Almere de macrofauna onderzocht, zowel aan het begin als het einde van de sloot. De door de studenten gevangen soorten zijn gedetermineerd en ingedeeld in verschillende taxa (aanduiding voor een groep van organismen).

Met behulp van de Belgische Biotische Index (een index waarmee de waterkwaliteit wordt beoordeeld op basis van de aanwezigheid van macro-invertebraten) is de bijbehorende waterkwaliteit vastgesteld. De vastgestelde waarden zijn weergegeven in Tabel 5, waarbij geldt dat bovenstrooms het begin van de sloot is en benedenstrooms het einde van de sloot. Hierbij correspondeert score 0-2 met zeer slechte kwaliteit, 3-4 met slechte kwaliteit, 5-6 met matige kwaliteit, 7-8 met goede kwaliteit en 9-10 met zeer goede kwaliteit.

Tabel 5

Waterkwaliteit op basis van aangetroffen macrofauna volgens de Belgische Biotische Index (Van der Kooij, Greeni catalogus, 2022)

	Bovenstrooms	Benedenstrooms
23 april 2021	5	4
21 mei 2021	2	5
18 juni 2021	4	5
Gemiddelde score	4	5

Bijlage D. Sensoren helofytensloot



Aeres Hogeschool
De Drieslag 4
8251 JZ DRONTEN
The Netherlands

Afleveradres

Aeres Hogeschool
De Drieslag 4
8251 JZ DRONTEN
The Netherlands

Nijverheidsstraat 30
6987 EM Giesbeek
The Netherlands

Nijverheidsstraat 30
6987 EM Giesbeek
The Netherlands

T +31 313 880200
E info@eijkkelkamp.com
I www.eijkkelkamp.com

Offerte

Offerte : 31005133
Project : e-SENSE Projecten NL Algemeen (01000010)
Onze referentie : Aeres, Diver, waterkwaliteit+telemetrie
Deb. nr. : 266800
Datum ontvangst aanvraag : 03-03-2020
Datum geldig t/m : 30-06-2020

Artikel	Omschrijving Tekening	Aantal Een- heid	Prijs per Eenheid	Totaal
1 TP096	Project Installation	1,00 st.	€ 0,00	
Optie				
11110402	TD-Diver 10 m Water level logger type TD-Diver voor het meten en registreren van grondwaterstanden en temperaturen. Meetbereik 10 meter, -20 tot +80 °C. Geheugen 72000 metingen (en 72000 back-up). Afmetingen 22 x 110 mm. Druksensor: keramisch. Behuizing: RVS 316L. Nauwkeurigheid 0,05%/10 m, + 0,1 °C, temperatuur gecompenseerd 0/+40 °C. Garantie 1 jaar.	2,00 st.	€ 305,00	€ 610,00
11115005	MDC 1-oog kabel, 5 m MDC optische 1-oog PUR uitleeskabel voor TD/Micro/Cera en CTD Divers, lengte 5 meter, met aansluiting naar Diver-DXT. Geschikt voor peilbuizen vanaf 1 inch. Garantie 2 jaar.	2,00 st.	€ 56,00	€ 112,00
113403ES	GDT Prime Plus GPRS Eijkkelkan GDT Prime Plus GPRS set met Eijkkelkamp Soil & Water SIM kaart, bestaande uit GDT Prime Plus GPRS modem (113403), inclusief alkaline batterij D 1,5 V, set à 2 stuks (113121) en GPRS/UMTS/GPS antenne (113435) en installatie check (113411); exclusief prijs data-abonnement (116281/82) en eenmalige aansluitkosten SIM kaart (116280). Modem met 2 aansluitingen, 1x voor Diver en 1x voor diverse sensoren. Garantie 2 jaar.	4,00 st.	€ 377,00	€ 1.508,00

Pagina: 1 / 4

Eijkkelkamp Soil & Water B.V.
V.A.T. NO. NL004254806801
Trade Reg. Arnhem no. 09043479

IBAN NL37RABO0321602501
BIC RABONL2U



Nijverheidsstraat 30
6987 EM Giesbeek
The Netherlands

Nijverheidsstraat 30
6987 EM Giesbeek
The Netherlands

T +31 313 880200
E info@eijkelkamp.com
I www.eijkelkamp.com

Offerte

Offerte : 31005133
Project : e-SENSE Projecten NL Algemeen (01000010)
Onze referentie : Aeres, Diver, waterkwaliteit+telemetrie
Deb. nr. : 266800
Datum ontvangst aanvraag : 03-03-2020
Datum geldig t/m : 30-06-2020

Artikel	Omschrijving Tekening	Aantal Een- heid	Prijs per Eenheid	Totaal
142811	HydraProbe SDI-12, Pro 7,5 m Bodemvochtsensor SDI-12 Pro, met 7,5 m kabel voor vaste opstelling. Meting van bodemvocht in alle bodems, bereik 0...100% verzadigd, nauwkeurigheid +/- 0,01 W/FV, geleidbaarheid, bereik 0...1,5 S/m, nauwkeurigheid ±0,02 of 2,0% S/m (typisch) en temperatuur, bereik -10...+60 °C, nauwkeurigheid ± 0,3°C. Meetprincipe: coaxiale impedantie diëlektrische reflectometrie. Uitlezen mbv datalogger. 5 jaar garantie.	1,00 st.	€ 348,00	€ 348,00
185701	Aquameter met GPS Aquameter met GPS, solide, IP67, ergonomische meter voor het meten en registreren van diverse waterkwaliteitsparameters.	1,00 st.	€ 470,00	€ 470,00
185704	Kabel 1 m Aquameter - M12 m Kabel, lengte 1 m, voor het aansluiten van de Aquameter op kabels met een M12 connector.Op deze wijze is het mogelijk om de sensoren AP-700-800-2000/AP-LITE/AP-5000 en AP-7000 te kalibreren met de Aquameter. Garantie 2 jaar.	1,00 st.	€ 134,00	€ 134,00
-	AP-800 sonde 3m, M12 haaks Tekening: D-00005263 AP-800 sonde met DO (optisch), EC, pH, Redox, temperatuur en troebelheid, met 3 meter kabel en haakse M12 connector.	2,00 st.	€ 1.640,50	€ 3.281,00
18572501	RapidCal kalibratievloeistof RapidCal kalibratievloeistof v. pH 7.00, EC 2570 microS/cm en troebelheid 0.0 NTU, 500 ml.	1,00 st.	€ 17,30	€ 17,30
186040	Kalibratie oplossing pH4 Kalibratie oplossing voor pH4, 500 ml	1,00 st.	€ 11,10	€ 11,10

Pagina: 2 / 4

Offerte

Offerte : 31005133
Project : e-SENSE Projecten NL Algemeen (01000010)
Onze referentie : Aeres, Diver, waterkwaliteit+telemetrie
Deb. nr. : 266800
Datum ontvangst aanvraag : 03-03-2020
Datum geldig t/m : 30-06-2020

Artikel	Omschrijving Tekening	Aantal Een- heid	Prijs per Eenheid	Totaal
186081	Nulvloeistof zuurstof, 500 ml Nulvloeistof voor kalibratie zuurstofelektrode, 500 ml	1,00 st.	€ 11,10	€ 11,10
1840	Nitrachek reflectometer Nitrachek reflectometer, meetbereik 5-500 ppm met datum en tijdgerelateerde dataopslag, met 100 nitraatstrips en toebehoren in etui	1,00 st.	€ 231,40	€ 231,40
184001	Nitraat teststrips, 100x Nitraat teststrips, set a 100 stuks	1,00 st.	€ 27,10	€ 27,10
116280	Eenmalige aansluitkosten mult Eenmalige aansluitkosten data abonnement multinetwerk SIM.	4,00 st.	€ 38,00	€ 152,00
18491501	Kabel AP-700/800 sonde, leng Verlengkabel voor AP-700 en AP-800 sonde, inclusief connectoren, lengte 3 meter	1,00 st.	€ 129,00	€ 129,00
11621201	Toevoegen extra meetpunt in Toevoegen extra meetpunt in bestaand domein.	4,00 st.	€ 89,00	€ 356,00
2 TP001	Installation e-sense	1,00 st.	€ 1.040,00	€ 1.040,00
3 116281	M2M data abonnement 3MB, PZ1+PZ2, 1 jr M2M data abonnement 3 MB, multinetwerk, zone PZ1+PZ2, 1 jaar.	4,00 st.	€ 50,00	€ 200,00
4 11620801	TCN hostingk.meetp/jr,1-10mp TCN hostingskosten per meetpunt, per jaar, bij 1-10 meetpunten.	4,00 st.	€ 50,00	€ 200,00

Nijverheidsstraat 30
6987 EM Giesbeek
The Netherlands

Nijverheidsstraat 30
6987 EM Giesbeek
The Netherlands

T +31 313 880200
E info@eijkelkamp.com
I www.eijkelkamp.com

Offerte

Offerte : 31005133
Project : e-SENSE Projecten NL Algemeen (01000010)
Onze referentie : Aeres, Diver, waterkwaliteit+telemetrie
Deb. nr. : 266800
Datum ontvangst aanvraag : 03-03-2020
Datum geldig t/m : 30-06-2020

Eindtotaal € 8.838,00

Prijzen exclusief BTW

Leveringsconditie : Delivered at place
Verzendmethode : DHL Parcel
Betalingconditie : 30 days net
: Op al onze overeenkomsten zijn onze algemene voorwaarden van toepassing, gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank te Arnhem op 13 november 2012. U vindt onze algemene voorwaarden op onze website www.eijkelkamp.com.

Met vriendelijke groet,

Anita van Wagenveld-Hendriks

Pagina: 4 / 4

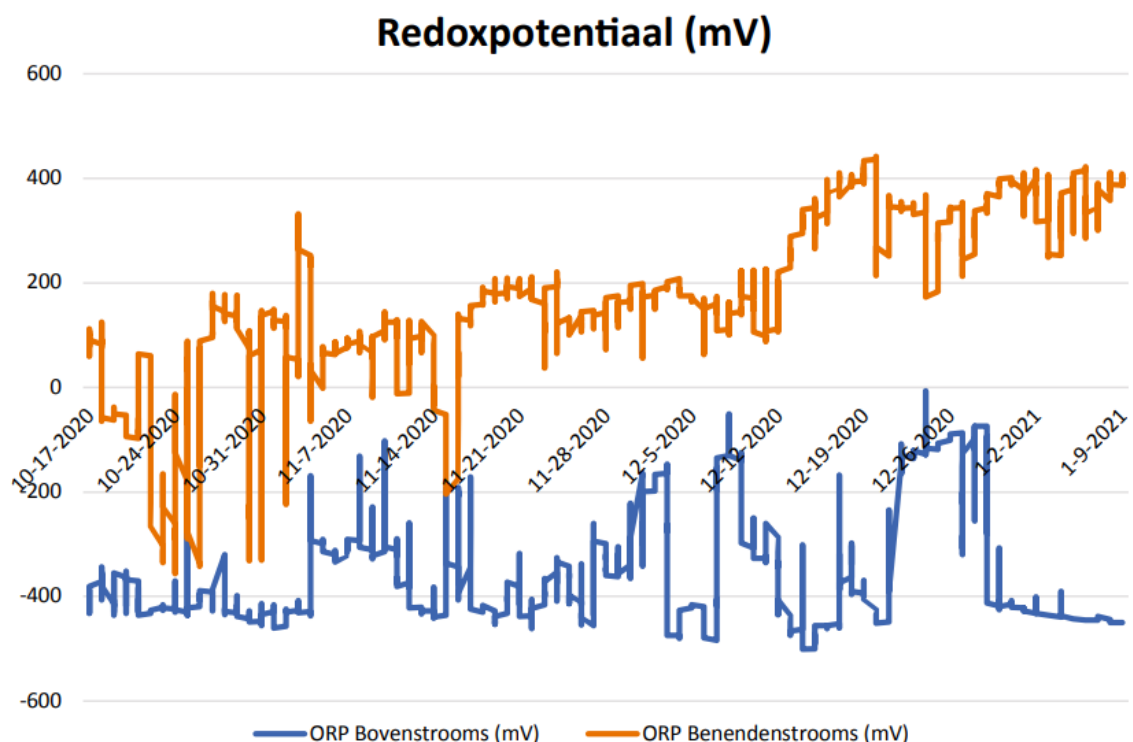
Bijlage E. Onderzoeksresultaten en klimaatfactoren helofytensloot

Onderzoeksresultaten van de Sensor

In het onderzoek van de heer Van der Kooij naar de helofytensloot worden verschillende sensoren toegepast om te onderzoeken wat er precies gebeurt met de waterkwaliteit, omgeving en bodem. Een belangrijke sensor die inzicht geeft in de waterkwaliteit is het redoxpotentiaal. Het Oxidation-Reduction Potential (ORP), oftewel de redoxpotentiaal, geeft aan hoe zuiver het water is en in welke staat het verkeert om onzuiverheden zelfstandig af te breken. De Redox (samenvoeging van reductie en oxidatie) meet het oxiderend vermogen van water en geeft daarnaast inzicht in de concentratie opgelost zuurstof. Het getal dat vrijkomt wordt uitgedrukt in millivolt (mV) en varieert tussen -2000 mV en +2000 mV. Hoe hoger de waarde (+), des te zuiverder het water is. Bij een hoog aandeel onzuiverheden in het water zal de concentratie opgeloste zuurstof laag zijn. Dit komt doordat onzuiverheden de opgeloste zuurstof in het water consumeren en het een broedplaats kan zijn voor bacteriën en virussen (EmecDosingPumps, z.d.). Uit de gegevens van het onderzoek (zie Figuur 9) blijkt dat de redoxpotentiaal benedenstrooms altijd hoger is dan bovenstrooms (Van der Kooij, Greeni catalogus, 2022).

Figuur 9

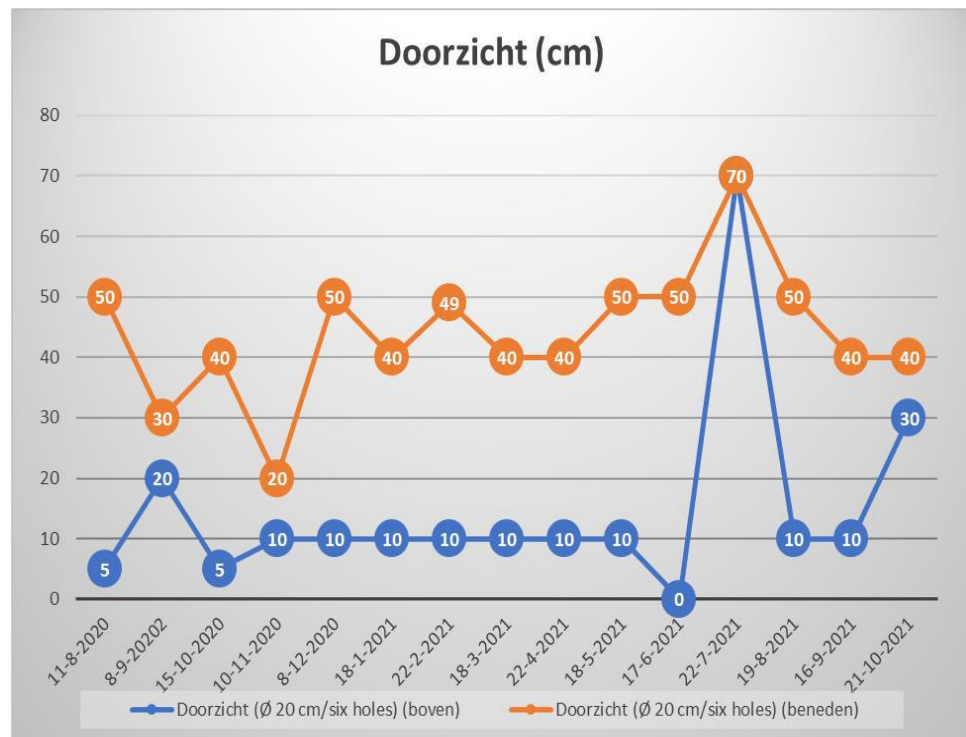
Redoxpotentiaal bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) (Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021).



De doorzichtigheid in centimeters is een waarde die aangeeft in hoeverre er door het water gekeken kan worden. In het onderzoek varieerde de waterdiepte benedenstrooms tussen twintig en tachtig centimeter. Dit kan gevolgen hebben voor de doorzichtigheid. Bij peilverlaging kan er namelijk meer licht tot de bodem doordringen, wat watervegetatie in gang zet, die de verschuiving van bodemsediment verlaagt. Omgekeerd kan het verhogen van de waterpeil op die manier leiden tot een minder of betere doorzichtigheid (Sollie et al., 2006). In Figuur 10 is een hoge waarde waargenomen, wat mogelijk wijst op een onjuiste bemonstering volgens Van der Kooij (2021). Verder voldoet het water niet aan de kwaliteitsnorm van 65 centimeter doorzichtigheid (Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021).

Figuur 10

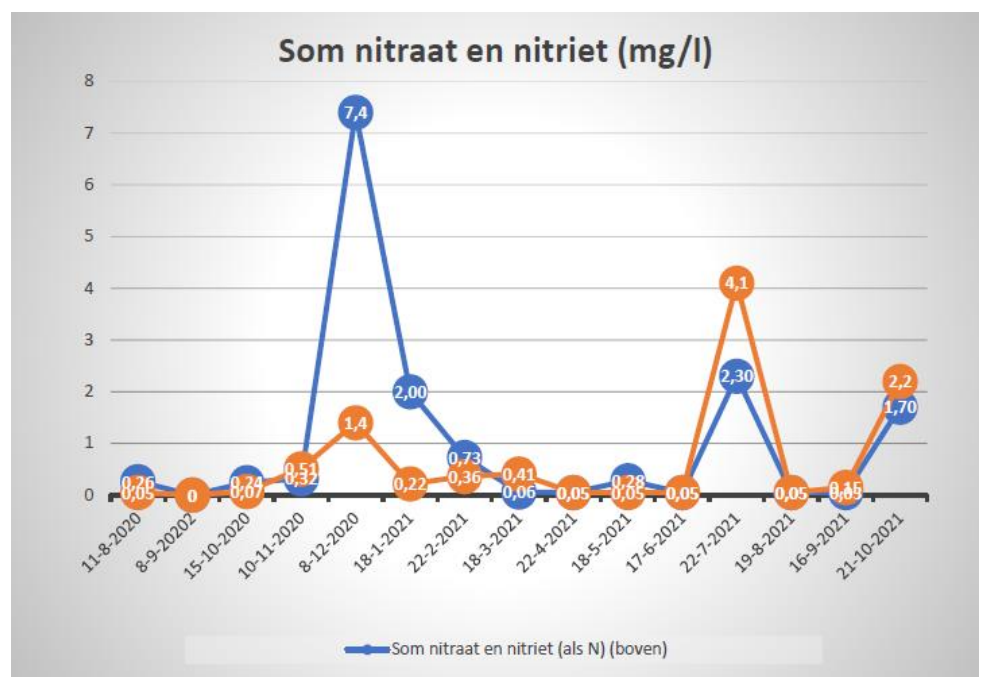
Doorzicht in centimeters (Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021).



In Figuur 11 wordt de som van nitraat en nitriet weergegeven (Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021). De heer Van der Kooij heeft opgemerkt dat de gehalten nitriet te verwaarlozen zijn ten opzichte van de gehalten nitraat. Ook zijn de verschillen tussen bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) niet eenduidig, meldt Van der Kooij (2021). Vanaf juni tonen de resultaten benedenstrooms hogere gehalten dan bovenstrooms, wat een gevolg kan zijn van de tijdelijke aanwezigheid van een mestbult die naast de sloot was opgeslagen.

Figuur 11

Som nitraat en nitriet in milligram per liter (Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021).



Klimaatfactoren

In de afgelopen drie decennia heeft de Nederlandse overheid maatregelen doorgevoerd met betrekking tot hoge concentraties van stikstof en fosfor in wateren, met als gevolg dat de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit verbeterd is, maar nog niet overal voldoende (Fraters et al., 2020). Echter, er vond een toename plaats van stikstof en fosfor in het grond- en oppervlaktewater. Dit werd versterkt door de droge zomers vanaf 2018. In de wintermaanden bevindt zich in grond- en oppervlaktewateren een hogere belasting met nitraat, omdat planten weinig opnemen en vastleggen en afbraak van planten plaatsvindt (Fraters et al., 2020). Mannagras blijft echter wel doorgroeien tijdens de wintermaanden (Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021).

Van der Kooij (2022) beweert dat veel sloten zijn overgedimensioneerd, wat wil zeggen dat de maat van een object, in dit geval afwateringen, ruim bemeten is zodat geen enkel risico bestaat dat het object een probleem gaat vormen. Doordat er een ontheffing is vrijgegeven van de schouwplicht voor de helofytensloot, is er geëxperimenteerd met de betekenis hiervan voor de afvoerproblemen, wat zich nog niet heeft voorgedaan (Van der Kooij, Greeni catalogus, 2022). Over het algemeen is er sprake van zeer stabiele waterstanden, waarbij deze 's zomers hoger staan dan 's winters. Om helofytenzones te ontwikkelen, moeten de groeiomstandigheden optimaal worden gemaakt in termen van waterstandsfluctuaties (Sollie et al., 2006).

Bijlage F. Verhoging organische stof

Effectieve organische stof

Als er gesproken wordt over effectieve organische stof (EOS), dan wordt er verwezen naar organisch materiaal dat na een jaar nog steeds aanwezig is in de bodem. Het grootste deel van het aangewende organische materiaal verdwijnt in het eerste jaar na toediening, omdat het eenvoudig afbreekbaar is. Daarom is de bijdrage van dit deel aan het organische stofgehalte in de bodem gering. De bijdrage van het overige deel is groter. Deze constatering wil echter niet zeggen dat het gemakkelijk afbreekbare organische materiaal onbelangrijk is. Het levert namelijk een belangrijke bron van voedingsstoffen voor bodemorganismen en bij afbraak komt ook veel minerale stikstof vrij. Het toedienen van organisch materiaal met een hoog EOS-gehalte zal daarom een hogere bijdrage leveren aan de chemische en biologische bodemvruchtbaarheid dan aan de fysische bodemvruchtbaarheid (Zwart et al., 2013).

Het aandeel effectieve organische stof van organisch materiaal kan worden berekend aan de hand van de humificatie-coëfficiënt (hc). Organisch materiaal met een hc van 0,7 wordt bijvoorbeeld voor 70 procent afgebroken binnen een jaar. De overige 30 procent wordt beschouwd als effectieve organische stof. In Tabel 6 zijn de resultaten weergegeven van de resterende hoeveelheid organisch materiaal uit stro, gras en stalmest. Hieruit kan worden opgemaakt dat stalmest de hoogste hoeveelheid organische stof heeft behouden (Zwart et al., 2013).

Tabel 6

Resterende hoeveelheid organische stof uit stro, gras en stalmest en in de controle zonder toevoegingen in een vakkenproef op klei (Zwart et al., 2013).

	Controle	Gras	Stro	Stalmest
Jaar 0	100%	100%	100%	100%
Over na 1 jaar	-	30%	40%	60%
Over na 30 jaar	70%	10-20%	10-20%	40%

Verhogen organische stof

In het rapport van Zwart et al. (2013) blijkt dat het niet eenvoudig is om het organische stofgehalte te verhogen. De achterliggende reden hiervan is de grote hoeveelheid EOS die aangevoerd moet worden. Ter illustratie: een gehalte van één procent in de bovenste laag (bouwvoor) vertegenwoordigt 37,5 ton EOS. Om het gehalte met één procent te verhogen is daarom 37,5 ton EOS nodig. Wanneer de humificatie coëfficiënt (hc) 0,7 bedraagt, moet er zelfs 53,5 ton EOS aangevoerd worden. Daarnaast kan het toevoegen van zoveel organische stof leiden tot nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit. Op de langere termijn kan het risico ontstaan dat de toegediende organische stof leidt tot een verhoging van de nitraatuitspoeling (Groenendijk et al., 2017).

Vochtvasthoudend vermogen

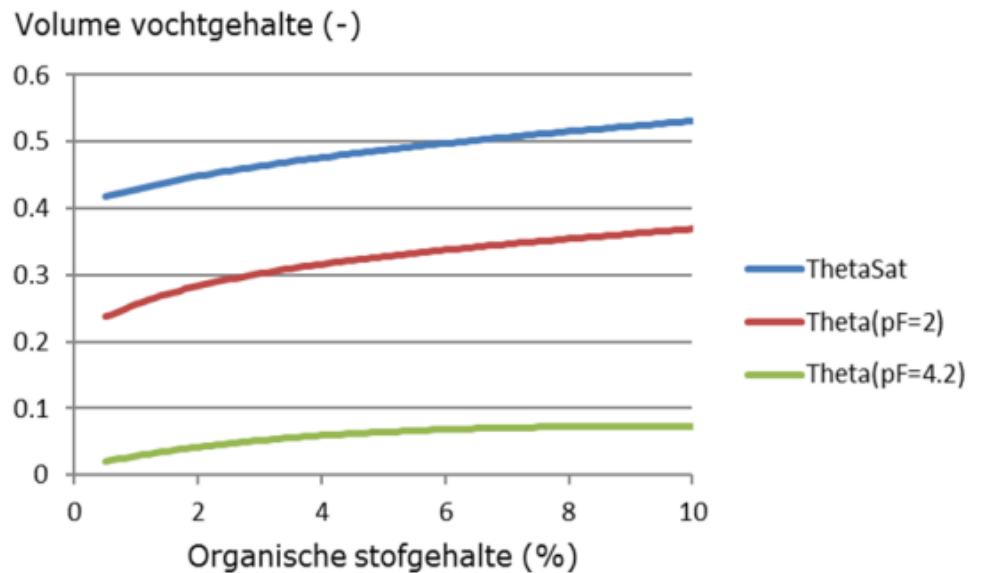
Organische stof heeft een sterk vasthoudend vermogen. Zo kan organische stof twintig keer zijn eigen gewicht aan water vasthouden, terwijl puur zand niet verder komt dan 0,2 keer. Het verhogen van het organische stofgehalte in zandgronden is daarom van belang om de vochthuishouding en vochtlevering voor het gewas te verbeteren. Voor de productie van één kilogram droge stof gras is 350 liter water nodig (Eekeren et al., 2018). Uit onderzoek naar de relatie tussen het organische stofgehalte en de hoeveelheid bodemvocht blijkt dat de bodem per procent verhoging van het organische stofgehalte in de bovenste laag (0-10 centimeter) 1,5 tot 2,1 procent vochtiger wordt. Een verhoging van het organische stofgehalte met één procent kan ervoor zorgen dat het beschikbare vocht (de hoeveelheid vocht die geborgen kan worden) tussen pF 2.0 en 4.2 per diepte-eenheid wordt vergroot, uitgaande van een organisch stofgehalte van 1 procent (Groenendijk et al., 2017).

In het onderzoek van Wösten et al. (2019) is onderzoek gedaan naar het volumetrisch vochtgehalte. Op basis van informatie over zandgronden is de relatie berekend tussen het organische stofgehalte en het vochtgehalte bij verzadiging (saturated), pF 2 (veldcapaciteit) en pF 4,2 (verwelkingspunt). Figuur 17 laat de relatie zien tussen het volume vochtgehalte en het organische stofgehalte (in procenten). Het resultaat is dat bij de drie curven het volume vochtgehalte toeneemt bij het verhogen van het organische stofgehalte.

In het onderzoek van Wösten et al., (2019) is onderzoek gedaan naar het volumetrisch vochtgehalte. Op basis van informatie over zandgronden, is de relatie berekend tussen het organisch stofgehalte en het vochtgehalte bij verzadiging (saturated), pF 2 (veldcapaciteit) en pF 4,2 (verwelkingspunt). Figuur 12 weerspiegelt de relatie tussen het volume vochtgehalte en de organische stofgehalte (percentage). Het resultaat is dat bij de drie curven de volume vochtgehalte toeneemt bij het verhogen van de organische stofgehalte.

Figuur 12

Curve van de volumetrische vochtgehalte bij verzadigd, pF 2 en pF 4,2 met organische stofgehalte (Wösten et al., 2019)



Bijlage G. Toelichting gevolgen deelvraag 2

Tabel 7 Toelichting/verwijzing van de gevolgen in tabel 3

Aspect	Beoordeling	Toelichting/verwijzing
Arbeidsintensiteit (Druppelsysteem)	Zie Tabel 3	Het aanleggen vereist enkele arbeidsuren, maar het systeem kent daarna zijn voordelen doordat het gemakkelijk in werking kan worden gesteld. Dit maakt dat het een stressbestendig systeem is en als niet arbeidsintensief kan worden beschouwd (Burgt & Verstand, 2021)
Arbeidsintensiteit (Helofytensloot)	Zie Tabel 3	Een eenvoudige oplossing voor het bedienen van de stuw is door deze te automatiseren in plaats van handmatige bediening (Kesteren, 2020)
Arbeidsintensiteit (Organisch stof)	Zie Tabel 3	Het verhogen van het organisch stofgehalte kan machinaal uitgevoerd worden door een loonwerker. Hier ondervindt een melkveehouder geen directe arbeid van.
Voordelen (Druppelsysteem)	Zie Tabel 3	(Burgt & Verstand, 2021)
Voordelen (Helofytensloot)	Zie Tabel 3	(Van der Kooij, Helofytensloot Rapportage 3, 2021)
Voordelen (organische stof)	Zie Tabel 3	(Eekeren et al., 2018)
Nadelen (Druppelsysteem)	Opbouwen en opruimen	(Water4all, 2020)
Nadelen (Helofyten)	Zie Tabel 3	(Water Natuurlijk en Natuur Geborgd, 2019)
Nadelen (Organische stof)	Zie Tabel 3	(Groenendijk et al., 2017)
Onderhoud (Druppelsysteem)	Controle op beschadiging	De slangen moeten gecontroleerd worden op beschadigingen gedurende het seizoen (NPPL, 2020)
Onderhoud (Helofyten)	Zie Tabel 3	De begroeiing van de helofytensloot hoeft je in tegenstelling tot aangelegde rietveldfilters niet ieder jaar te maaien (Court, 2021)
Onderhoud (Organische stof)	Zie Tabel 3	(Zwart et al., 2013)
Kosten (Druppelsysteem)	Zie tabel 3	Kosten per hectare (Reindsen, 2018)
Kosten (Helofytensloot)	Zie Tabel 3	De kosten zijn uiteenlopend. Voor de helofytensloot zijn zelf geen kosten verbonden, omdat de helofyten waarschijnlijk vanzelf komen. De kosten vertalen zich op de stuw en sensoren. Dit afhankelijk wat de agrariër wenst. Een voortzetstuk op een duiker is €150, een stuw met schottenbalk €2.400 (exclusief plaatsing), stuw met regelbare sluis met hendel €12.000 (exclusief plaatsing €7.500). De sensoren met zonnepanelen bijna €9.000 (zie Bijlage D). De sensoren zijn niet verplicht en zijn naar eigen keuze te bestellen (Van der Kooij, Investeringskosten helofytensloot, 2023).

Kosten (Organische stof)	Zie Tabel 3	Dit bedrag is exclusief BTW en afhankelijk per situatie. Het verspreiden van mest gebeurt met 2 wagens (24 ton), 2 trekkers en een kraan (Blanken et al., 2022). Er is geen mestopslagplaats berekend.
Grasopbrengst (Druppelsysteem)	Zie Tabel 3	(Veeteelt, 2023)
Grasopbrengst (Helofytensloot)	Zie Tabel 3	Het is onbekend wat de helofytensloot doet op de grasopbrengst. Na het implementeren van de helofytensloot en stuw zijn de percelen naast de helofytensloot niet meer berekend. Dit komt mede doordat drainage door het land ligt dat zorgt voor een vorm van peilgestuurde drainage (Court, 2021)
Grasopbrengst (Organische stof)	Zie Tabel 3	Het is onbekend wat verhoging van organische stof doet met de grasopbrengst. Dit heeft te maken met de factoren die hier nog meer invloed op uit oefenen, zoals bodemverdichting en beschikbaarheid van water (Groenendijk et al., 2017)
Robuustheid (Druppelsysteem)	Zie Tabel 3	Het model kenmerkt zich: focust op het systeem, variatie benutten, zelfregulatie stimulerend, indirect ingrijpen en dynamisch evenwicht (Prins et al., 2021)
Robuustheid (Druppelsysteem)	Zie Tabel 3	Het model kenmerkt zich: focust op het systeem, variatie benutten, zelfregulatie stimulerend, indirect ingrijpen en dynamisch evenwicht (Prins et al., 2021)
Robuustheid (Organische stof)	Zie Tabel 3	Het model kenmerkt zich: focust op het systeem, variatie benutten, zelfregulatie stimulerend, indirect ingrijpen en dynamisch evenwicht (Prins et al., 2021)

Bijlage H. Enquête

Introductie enquête:

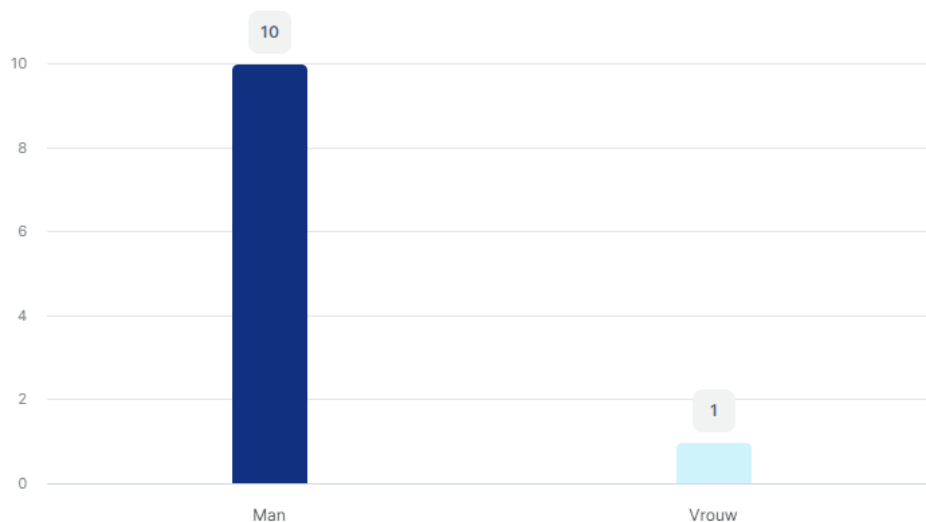
Mijn naam is Rick Sijpkens en ik ben student aan de Aeres Hogeschool Dronten, waar ik de opleiding Dier- en Veehouderij volg. Op dit moment bevind ik mij in de laatste fase van mijn studie waarin ik mij focus op het schrijven van mijn scriptie. In recente jaren hebben melkveehouders steeds vaker te maken gehad met periodes van droogte, met negatieve gevolgen zoals matige grasopbrengst en verslechtering van de grasmaten. Mijn scriptie richt zich op klimaatrobuuste maatregelen voor het agrarisch waterbeheer. De maatregelen focussen zich op de waterkwaliteit, waterkwantiteit en het gebruik ervan.

Bij het schrijven van mijn scriptie wil ik onderzoeken welke klimaatrobuuste maatregelen de melkveehouders rondom Sleen voorkeur geven, inclusief bijkomende aspecten zoals eigenschappen, subsidiemogelijkheden en wet- en regelgeving. Daarnaast ben ik geïnteresseerd in hoe bekend melkveehouders zijn met klimaatrobuuste maatregelen voor agrarisch waterbeheer. Uw hulp is hierbij van groot belang door het invullen van deze enquête. De enquête bestaat uit 19 vragen en zal ongeveer 10 minuten van uw tijd vergen.

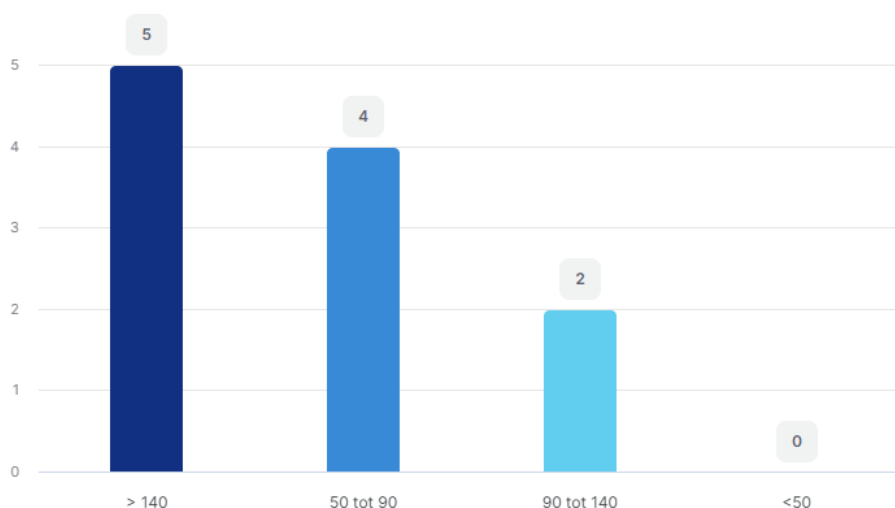
Met vriendelijke groet,

Rick Sijpkens

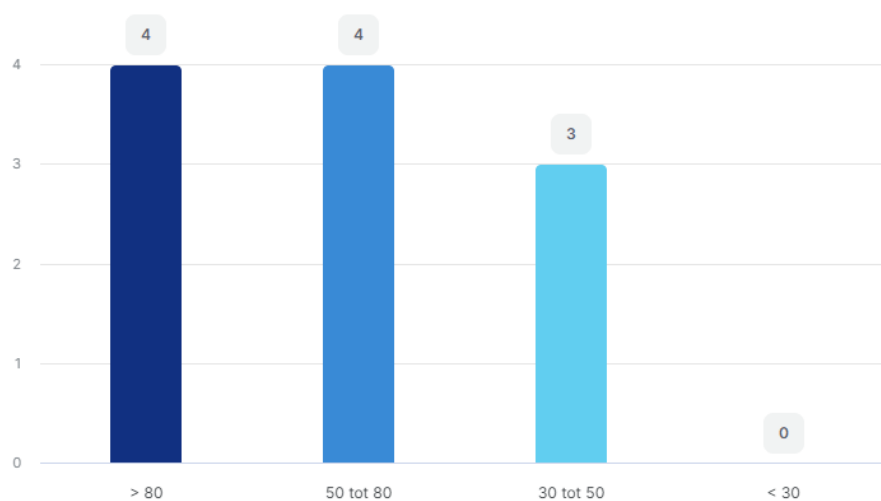
1. Van welk geslacht bent u?



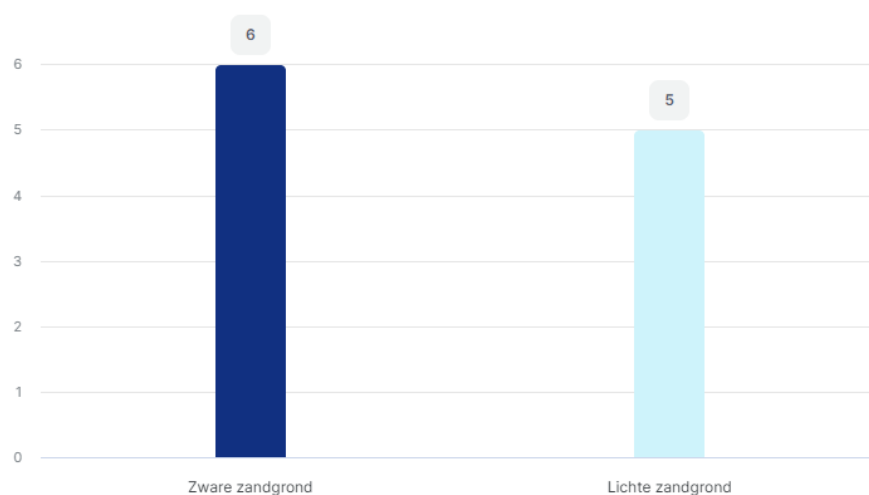
2. Hoeveel melkkoeien huisvest u?



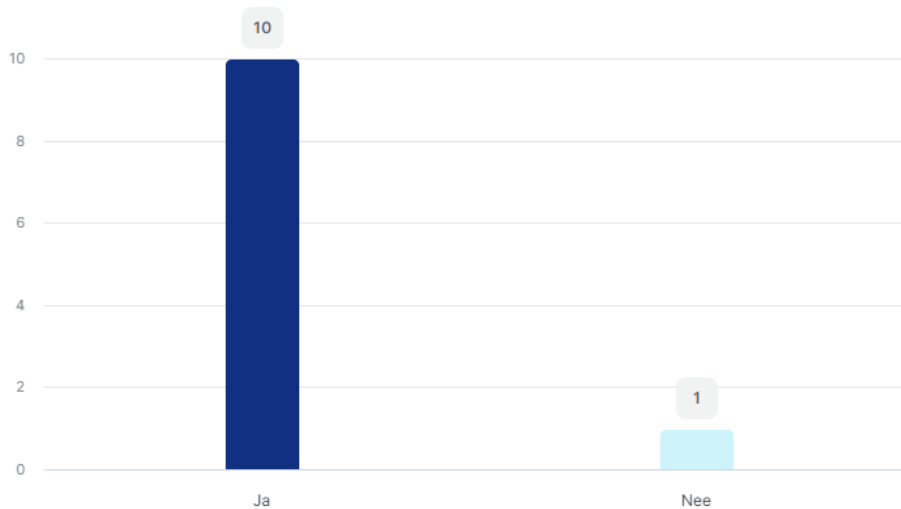
3. Hoeveel hectare grasland heeft u totaal in gebruik?



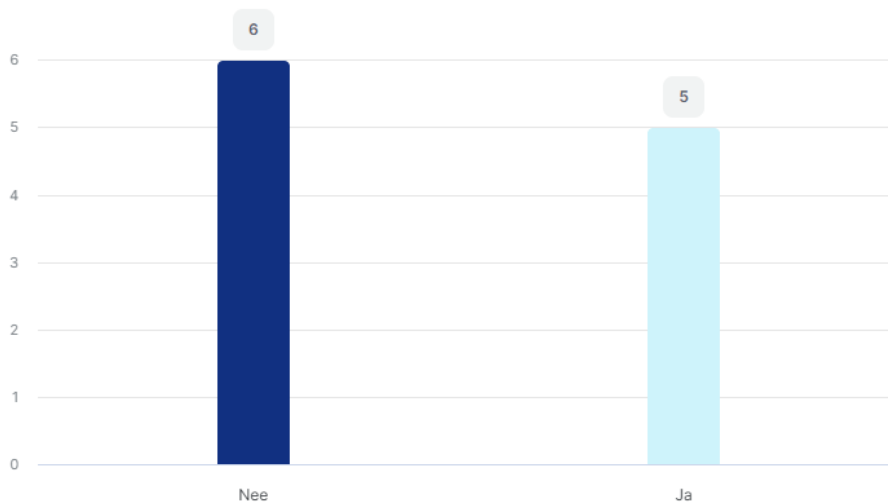
4. Uit welke grondtype bestaat hoofdzakelijk uw grasland?



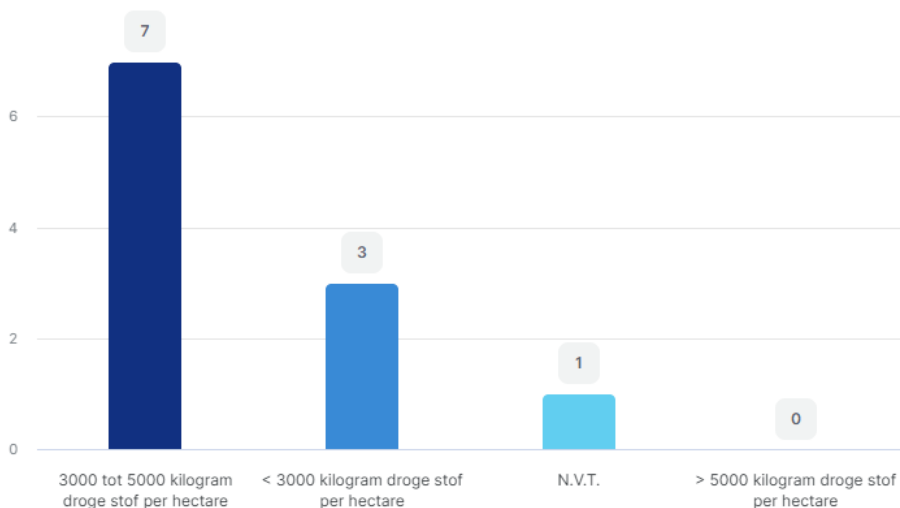
5. Heeft u afgelopen jaren verliezen geleden in grasopbrengst gedurende droge periode?



6. Heeft u uw grasland kunnen beregenen gedurende droge periode?



7. Hoeveel kilogram droge stof heeft u tijdens droge periodes verlies geleden, schat u in?



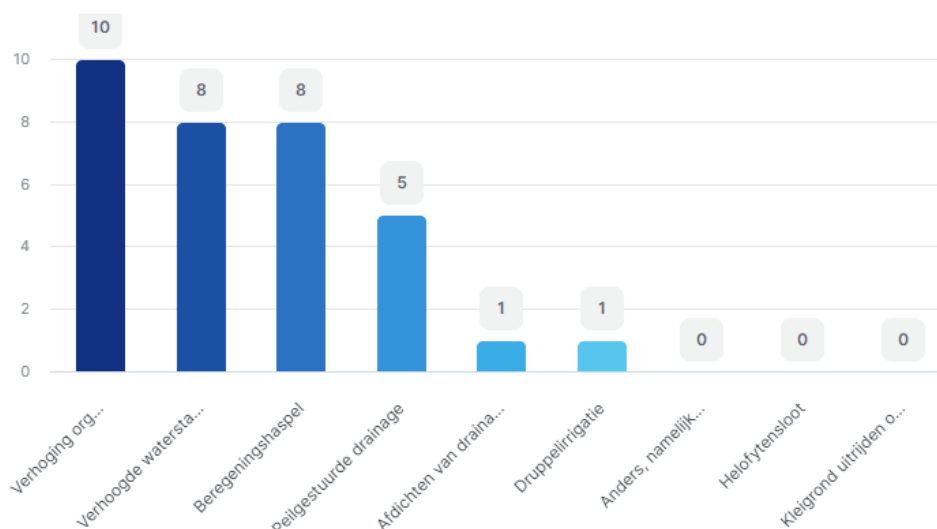
8. Denkt u dat in de toekomst drogere periodes vaker voor zal komen en dit gevaar kan opleveren voor uw bedrijfsvoering?

ANTWOORD	ANTWOORDEN	RATIO
Weet niey	1	9.1%
Overweeg te investeren in beregening	1	9.1%
Mss wel vaker droge jaren, maar door verbetering van beregeningsmogelijkheden afgelopen jaren zie ik geen gevaar voor de bedrijfsvoering	1	9.1%
Ja, waterplaatsing en berging wordt verkeerd ingezet	1	9.1%
Ja, omdat we steeds meer te maken zullen krijgen met weersextremen	1	9.1%
Ja, maar in de jaren 90 werd voorspelt dat er juist meer natte periodes zouden komen. Dus moeilijk voorspellen	1	9.1%
Ja, Ik denk zeker dat er wel weer een droge zomer komt. Nee heeft niet zo heel veel gevolgen, 2 jaar geleden is er wel een regenhaspel aangeschaft dus kan het opbrengs verlies van gras gereduceert worden waardoor er qua ruwvoer niet zoveel veranderd en de bedrijfsvoering wel beetje het zelfde blijft	1	9.1%
Ja ik denk dat het weer meer l het extreme deal optreden en dus ook meer heftig droogtes zal gaan kennen. Hier moeten we dus wel op in gaan spelen na mijn mening	1	9.1%
Ja, door minder mest wat we mogen uitrijden en daarbij ook te weinig water zullen we nog minder product van het land kunnen oogsten	1	9.1%
Ja, dit in combinatie met de onzekerheid over het mogen beregenen (waterwingebied) maakt droogte een aanzienlijk probleem voor het winnen van ruwvoer.	1	9.1%
Ja dat denk ik wel, maar we hebben er op bedrijfsniveau niet veel last van	1	9.1%

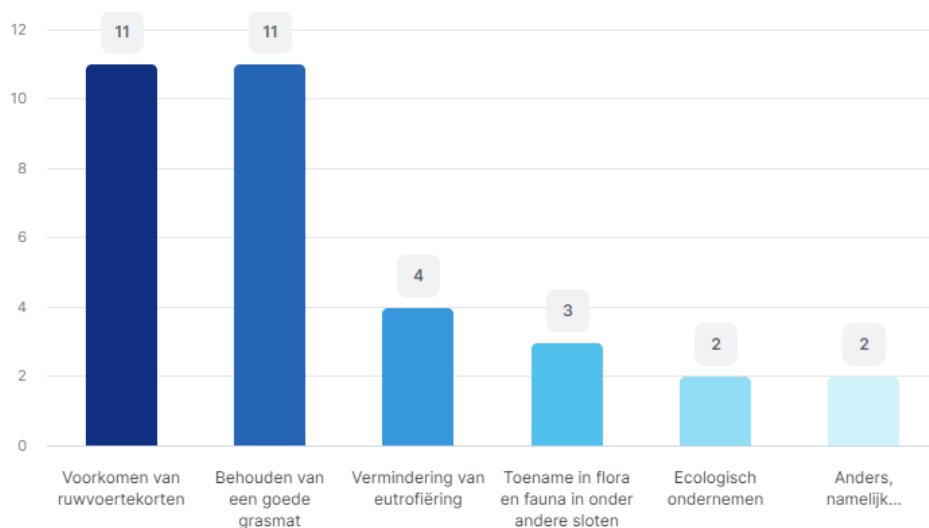
9. Gebruikt u of heeft u wel eens overwogen om klimaatrobuuste maatregelen te gaan toepassen op gebied van agrarisch waterbeheer?

ANTWOORD	ANTWOORDEN	RATIO
Waterstanden verhogen in sameneerking met het waterschap.	1	9.1%
Nee. Past nog niet in de bedrijfsvoering	1	9.1%
Nee, niet bewust. Uiteraard wel bezig met waterbeheer	1	9.1%
Nee, financieel zaten we niet in deze positie om zulke investeringen te doen, op lange termijn is het investeren in peil gestuurde drainage wel een idee	1	9.1%
Nee	1	9.1%
Jswel. Droogdte percelen kruidenrijk mengsel	1	9.1%
Ja, wij hebben wel eens overwogen om een beregeningsinstallatie aan te schaffen.	1	9.1%
Ja, percelen draineren/egaliseren	1	9.1%
Ja, oude stuw in eigen sloot weer hersteld en hierdoor waterpeil in zomer hoger. Tevens rassenkeuze gras en mais meer gericht op droogte preventie	1	9.1%
Ja, in verschillende percelen liggen grainge buizen voor afvoeren van water ook is er een regenhaspel voor als het droog is	1	9.1%
Gestuurd warerpeil in sloot overwogen	1	9.1%

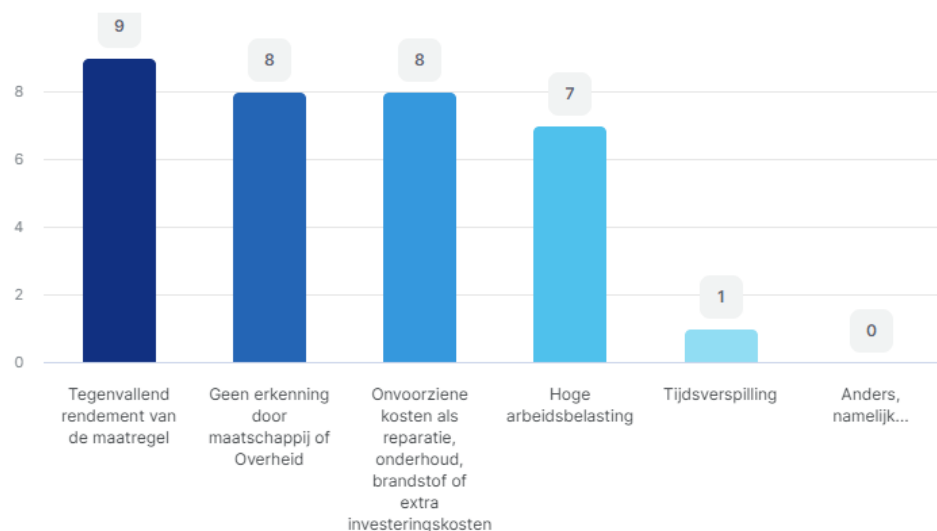
10. Welke drie maatregelen zijn volgens u het meest effectief en duurzaam op zandgronden dat verbonden is aan agrarisch waterbeheer?



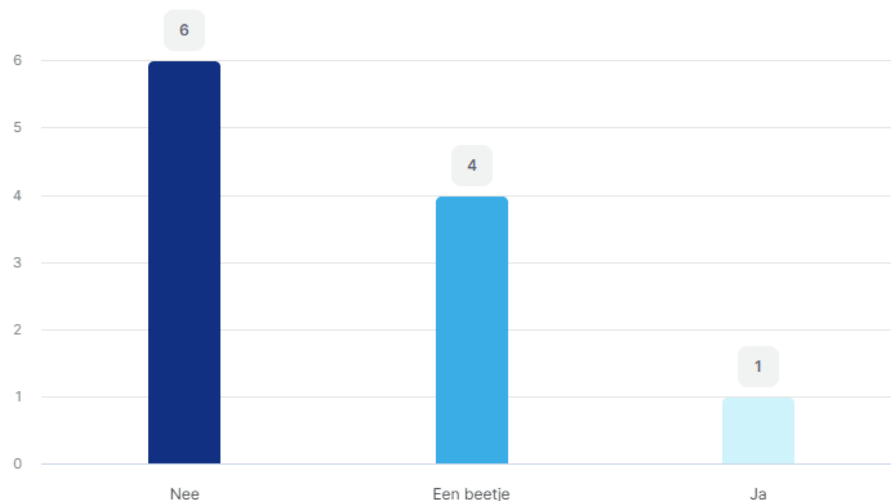
11. Uit welke drie perspectieven zou u klimaatrobuuste maatregelen toe gaan passen?



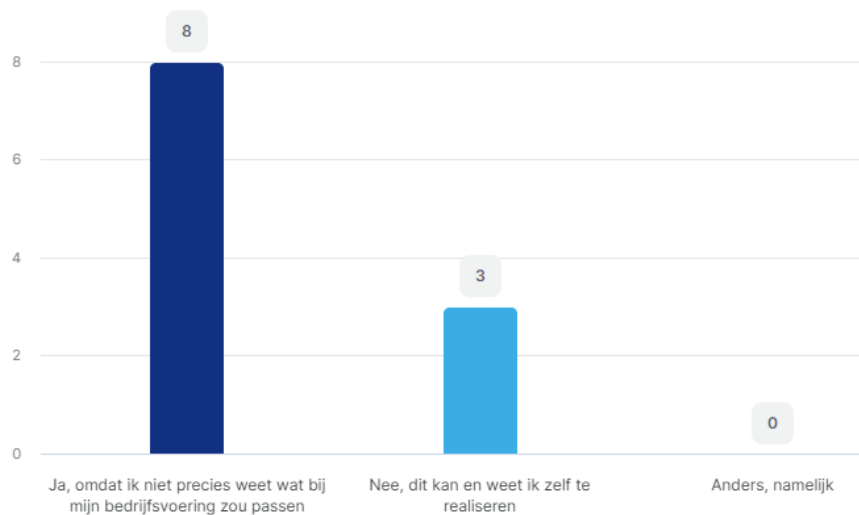
12. Tot welke inzichten denkt u te komen bij het toepassen van klimaatrobuuste maatregelen?



13. Bent u op de hoogte welke subsidie en wet- en regelgeving geldt bij het toepassen van klimaatrobuuste maatregelen?



14. Heeft u hulp nodig om de juiste beslissing te maken voor het kiezen en toepassen van klimaatrobuuste maatregelen?



15. Denkt u of vindt u dat agrarisch waterbeheer een belangrijk onderdeel is voor u als melkveehouder?

ANTWOORD	ANTWOORDEN	RATIO
Zeker. Om voldoende en kwalitatief hoogwaardige ruwvoer te telen	1	9.1%
Ja, zonder vocht groeit er niks	1	9.1%
Jazeker	1	9.1%
Ja, Water is van cruciaal belang voor de agrarische bedrijfsvoering. Te veel water is niet goed, maar te weinig ook niet. Het water moet bovendien van goede kwaliteit zijn om gewassen en landbouwdieren gezond te houden	1	9.1%
Ja, water is het belangrijkste nutriënt voor zowel gewas als vee	1	9.1%
Ja want water is de sleutel tot groeit van je gras. En zonder water kunnen wij onze gewassen niet laten groeten dus we moeten er steeds beter mee om gaan	1	9.1%
Ja, want grond is de basis onder je bedrijf	1	9.1%
Ja, rondom veel landerijen zijn sloten en dat kun je als boer goed beheren in samenwerking met eventuele buurman of partijen als waterschap of gemeente.	1	9.1%
Ja. Onze gronden zijn ook een goede afwatering nodig	1	9.1%
Ja, droogtes en natte periodes in pieken kunnen tackelen	1	9.1%
Ja. Basis is goed ruwvoer belangrijkste factor is vocht.....	1	9.1%

16. Zou u willen deelnemen aan projecten betreffende agrarisch waterbeheer?

ANTWOORD	ANTWOORDEN	RATIO
Nee, zijn we op dit moment erg voorzichtig mee.	1	9.1%
Nee omdat ik van mening ben dat wij het als agrariërs het waterbeheer goed voor elkaar hebben er zijn andere partijen die het water vervuilen en niet de agrariër	1	9.1%
Nee. Momenteel geen interesse	1	9.1%
Nee	1	9.1%
Jawel omdat het heel belangrijk is en we er nu ook al veel mee bezig zijn	1	9.1%
Ja, sta open voor verbetering	1	9.1%
Ja. Sta altijd open voor nieuwe dingen	1	9.1%
Ja, meer ruwvoer en beter rendement	1	9.1%
Ja, lijkt me interessant	1	9.1%
Ja, dat lijkt mij wel interessant	1	9.1%
Ja, als er maar wat met de boeren samen naar oplossing word geken	1	9.1%

Vraag 17: *Mag behoevend zijn Rick contact opnemen ter bespreking van deze enquête?*

Vraag 18: *Wat zijn uw naam?*

- Naam...

Vraag 19: *Heeft u nog aanmerkingen of opmerkingen over deze enquête of iets algemeen betreffende agrarisch waterbeheer?*

- Typ één of enkele antwoorden

Hartelijk dank voor het deelnemen aan deze enquête.