

# Naar klimaatbestendige agrarische bedrijven op veen en moerige gronden in de Veenkoloniën - vervolg

I. Visscher, M. Ravesloot, S. van Gestel & J.D. van Opstal

Dit onderzoek is (mede) gefinancierd door het interne WUR programma KB34 Naar een Circulaire en Klimaatneutrale Maatschappij (2019-2022), project KB34-005-001 (Veengebieden in nieuwe circulaire en klimaatpositieve productiesystemen).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, januari 2023

---

I. Visscher, M. Ravesloot, S. van Gestel & J.D. van Opstal. 2023. *Naar klimaatbestendige agrarische bedrijven op veen en moerige gronden in de Veenkoloniën - vervolg*. Wageningen Research, Rapport WPR 977.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/584305>

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research (WPR), Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR 977

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>4</b>
	1.1 Focus regio	4
	1.2 Leeswijzer	6
<b>2</b>	<b>Aanpak</b>	<b>7</b>
	2.1 Keuze boerderij scenario	7
	2.2 Beoordeling experts	7
	2.2.1 Perceel 1	7
	2.2.2 Perceel 2	7
	2.3 Proef opzet	8
	2.3.1 Locatie	8
	2.3.2 Meetmethoden	9
	2.3.3 Meetplan	10
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>11</b>
	3.1 Referentie jaar (2021)	11
	3.1.1 Gewasstand	11
	3.1.2 Grondwaterstand	12
	3.1.3 Profielkuilen	12
	3.1.4 Indringingsweerstand	13
	3.1.5 Bulkdichtheid	14
	3.1.6 Bodemanalyse	14
	3.1.7 Oogst	15
	3.2 Teeltjaar 2022	16
	3.2.1 Gewasstand	18
	3.2.2 Bodemvochtsensoren	18
	3.2.3 Oogst	21
	3.2.4 Drainage	21
<b>4</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>22</b>
	4.1 Aanbevelingen	22
	<b>Bibliografie</b>	<b>23</b>

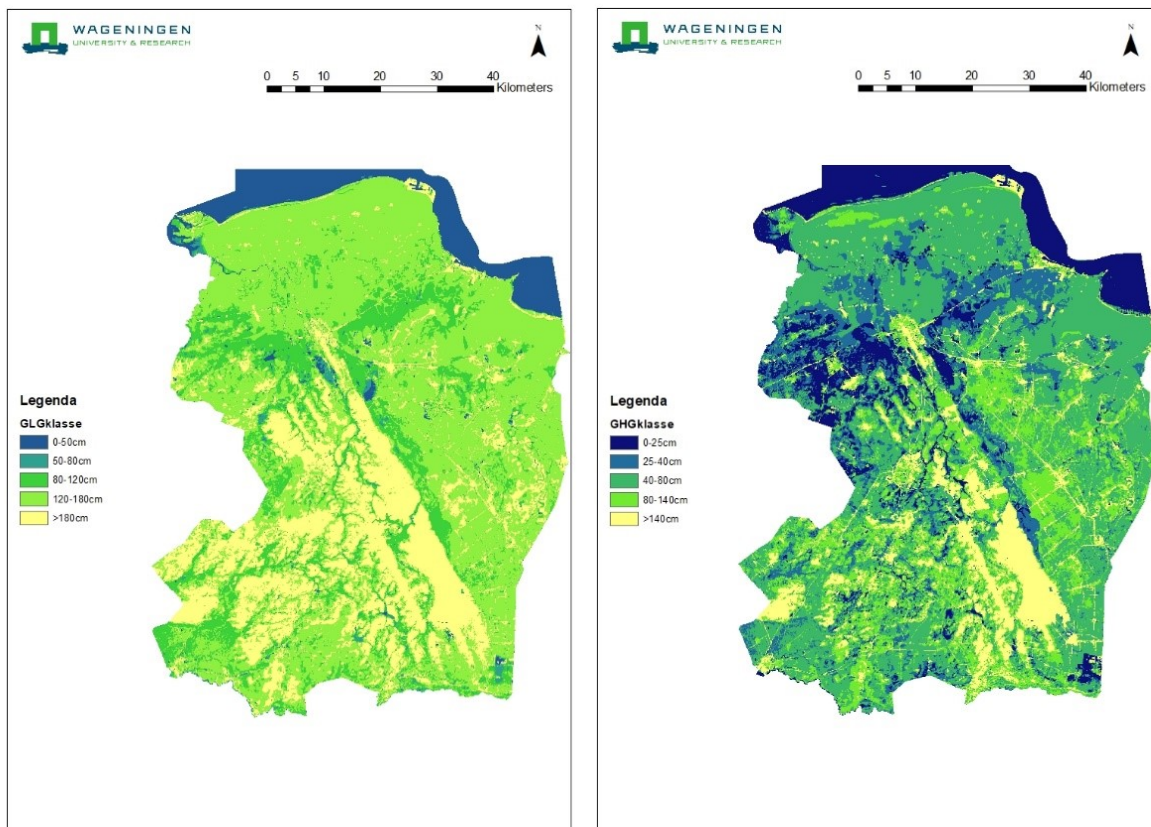
# 1 Introductie

Binnen het Kennis Basis programma *Circular and Climate Neutral Society* van Wageningen Research wordt gekeken naar hoe de veengronden in Nederland duurzaam kunnen worden gebruikt, met het oog op een reductie van broeikasgasemissies en circulariteit. Dit rapport richt zich op het reduceren van broeikasgasemissies van veen en moerige gronden die akkerbouwmatig gebruikt worden.

We spreken van een veengrond als: het bodemprofiel tot 80 cm diepte voor meer dan de helft uit organisch materiaal bestaat (Vries, 2008). De bodem wordt geclassificeerd als moerige grond als er een 10 à 40 cm dikke organische laag voor komt die binnen 40 cm onder het maaiveld begint (Vries, 2008).

## 1.1 Focus regio

De focus in dit rapport is op veen of moerige gronden waar akkerbouw op wordt bedreven. Hierbij zijn de Veenkoloniën een casus waarin dit nader wordt bestudeerd. In Drenthe is momenteel ongeveer 20.000 hectare akkerbouw op veengronden aanwezig (Vries, Hendriks, Kemmers, & Wolleswinkel, 2008). Op deze akkerbouwgronden in de Veenkoloniën vindt ontwatering plaats door zogenoemde wijken en kanalen, waardoor zuurstof in contact komt met het veen in de bodem. Dat resulteert in de afbraak van het veen, wat weer leidt tot emissie van broeikasgassen en bodemdaling. De grondwaterstand ligt op veel percelen meer dan 1 meter ontwateringsdiepte onder het maaiveld (Waterschap, 2015) (Figuur 1), waardoor het veen dat daarboven ligt gemakkelijk oxideert. Dit lage waterpeil is een vereiste voor de akkerbouwmatige teelten. Doordat de bodem daalt als gevolg van veenoxidatie en akkerbouwmatig landgebruik blijft bestaan, zal het waterpeil verlaagd moeten worden om te resulteren in rendabele akkerbouw. Maar dat leidt op zijn beurt weer in een verder gaande veenoxidatie en broeikasgasemissie.



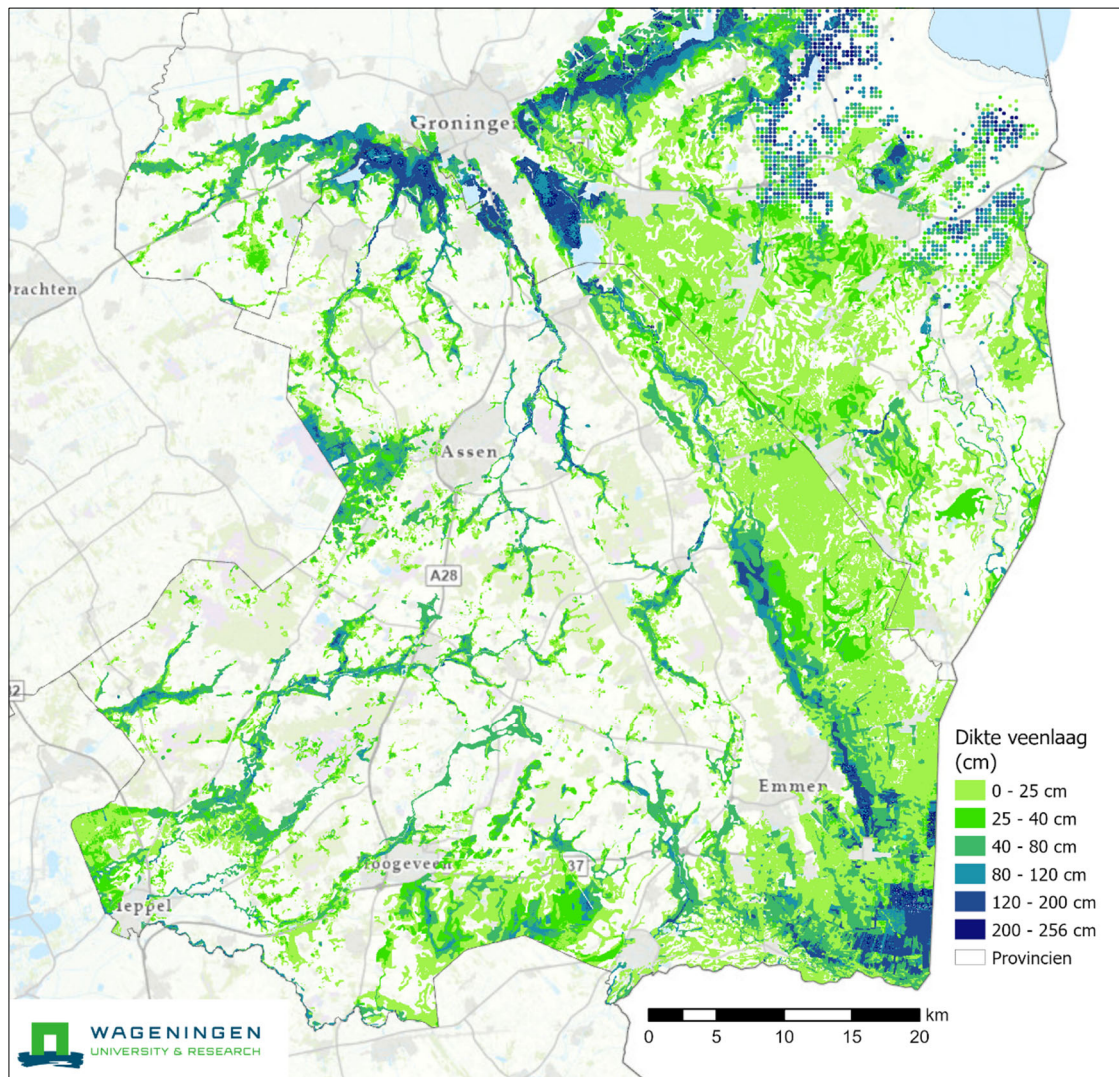
**Figuur 1. Kaart van GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) en GLG (Gemiddelde Laagste Grondwaterstand) op basis van de grondtrappenwaterkaart van 2018 (WeNR) en uitvoer van het model MIPWA.**

Dit resulteert in een neerwaartse spiraal (veen oxidatie -> bodemdaling -> peilverlaging vanwege te natte omstandigheden -> veen oxidatie -> bodemdaling). Figuur 2 geeft de dikte van veenpakketten in het gebied aan. Wat opvalt is dat de veendiktes sterk variëren, van dikker dan anderhalve meter parallel aan de Hondsrug en in natuurgebieden (o.a. Bargerveen) links onder op de kaart, tot amper 10 cm dik verder richting het oosten.

De dikke veenplekken zijn zogenaamde veenputten en op deze specifieke plekken vindt vaak geen akkerbouw plaats, maar zijn de percelen veelal in gebruik als grasland voor veeteelt. Zowel binnen het gebied als binnen de percelen is veel variatie aanwezig. Op de percelen met een akkerbouwmatig gebruik zijn hoogteverschillen aanwezig, soms tot 2 meter. De grondwaterstand wordt echter afgestemd op het laagste punt waardoor de hogere zandkoppen nog droger worden.

Het natuurgebied Bargerveen (2100 hectare) bergt ook veel veenputten. Hier wordt een andere grondwaterstand gehanteerd, om groei van veenmos en daarmee vorming van nieuw veen te bevorderen.

Naar aanleiding van bovenstaande kunnen we zeggen dat het stoppen van veenoxidatie lastig is, voor het meeste veen is het oxidatie proces reeds gestart. Wel kan ervoor gezorgd worden dat de oxidatie vertraagd wordt. Slim omgaan met nieuwe technieken zal leiden tot een vertraging van veenoxidatie. Daarnaast kunnen genomen maatregelen positieve invloed hebben op droogteschade.



**Figuur 2 Dikte van de veenlaag (cm) volgens de geactualiseerde bodemkaart van Nederland 1: 50 000 (Vries, Brus, Kempen, Brouwer, & Heidema, 2014) en aangevuld met extra detailinformatie van Waterschap Hunze en Aa.**

## 1.2 Leeswijzer

In dit rapport worden de bevindingen van de Veenkoloniën casus weergegeven. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de aanpak en proef opzet van dit onderzoek. Vervolgens worden de resultaten van teeltjaar 2021 en 2022 gepresenteerd in hoofdstuk 3. Conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek worden samengevat in hoofdstuk 4.

## 2 Aanpak

### 2.1 Keuze boerderij scenario

Aan de hand van het rapport geschreven door Verstand, D. et al. in december 2020 en bijbehorende brochure is een keuze gemaakt uit de zes boerderij scenario's. Op basis van de vergelijking bouwplan saldo's en CO2 emissie is keuze gemaakt om één van de scenario's in praktijk te testen. De keuze is gemaakt voor de internetboerderij. De internetboerderij richt zich op het optimaliseren van de watersituatie met behoud van het huidige bouwplan. In de Veenkolonien wordt er geteeld volgens een Veenkoloniaal bouwplan: zetmeelaardappelen – suikerbieten – zetmeelaardappelen – graan + groenbemester. Door optimalisatie van de watersituatie wordt gepoogd om nat- en droogschade op het perceel gedurende het jaar te verminderen. Dit kan o.a. door water vasthouden en beslissingsondersteuning met vochtsensoren. Meer informatie over de internetboerderij en andere boerderij varianten is te vinden in het rapport 'Uitwerking boerderijvarianten op economie en broeikasgasemissies; Klimaatbestendige akkerbouw op veengronden' (<https://edepot.wur.nl/535251>) en de bijbehorende brochure (<https://edepot.wur.nl/535252>).

Om invulling te geven aan de internetboerderij (Verstand, van der Voort, & Vijn, 2020) zijn een aantal experts, met elk een eigen expertise gebied, uitgenodigd om een geschikt perceel te zoeken op proefbedrijf 't Kompas te Valthermond gelegen midden in de Veenkolonien. Proefbedrijf 't Kompas is gekozen, omdat dit bedrijf wat betreft gronden representatief is voor de Veenkolonien.

### 2.2 Beoordeling experts

Voor het project zijn twee percelen op proefboerderij 't Kompas te Valthermond bezocht. Er is gekozen voor proefbedrijf 't Kompas (Noorderdiep 211, 7876 CL te Valthermond), omdat het bedrijf representatief is voor de regio. De samenstelling van de grond zal bij veel telers in de Veenkolonien vergelijkbaar zijn met de samenstelling/opbouw van de bodem in Valthermond. De keuze voor de twee percelen is gebaseerd op ligging, geschiedenis, en geschatte hoeveelheid veen.

Hieronder zal per perceel een samenvatting worden gegeven over de bevindingen van de verschillende partijen. Experts, met allen een eigen expertise gebied (drainage, grondverzet, bodem), hebben de percelen beoordeeld.

#### 2.2.1 Perceel 1

Het eerste perceel is een perceel dat bij beoordeling toch maar weinig tot geen veen meer bevat. De bodem is opgebouwd uit: bouwvoor (0 – 40 cm) - inspoelingslaag (40 – 50 cm) – gliede laag (> 50 cm). Gliede is veenachtige en vette grond en niet waterdoorlatend. Het veen bevindt zich tussen 40 en 150 cm diep in de bodem. Op basis van de kleur van het veen is geconcludeerd dat gedeeltes al verteerd / geoxideerd zijn. Op een diepte van >150 cm start de laag met geel zand. De gliede laag is voor dit specifieke perceel problematisch. Een verhoging van de grondwaterstand zou veenoxidatie tegen kunnen gaan, dit leidt mogelijk tot een verlies van draagkracht. Om draagkracht verlies uit te sluiten, zal ophogen van het perceel over de gehele breedte en lengte met +/- 50 cm een oplossing bieden. Echter bevat dit perceel geen dikke veenlaag (meer), dus moet goed afgewogen worden of dit een realistische optie is. Denk hierbij aan de kosten en de toepasbaarheid van dit idee in andere delen van de regio.

#### 2.2.2 Perceel 2

Het tweede perceel is een perceel dat in het verleden is gemengwoeld, dit zien we aan de hand van de bodem opbouw. Bij het mengwoelen is het bodemprofiel gekeerd, waardoor op verschillende diepten

geel zand in de bodem aangetroffen wordt. Veel percelen in de Veenkoloniën zijn in het verleden verbeterd door middel van mengwoelen. Op dit perceel is drainage aanwezig, de functionaliteit moet worden gecontroleerd. Dit perceel bevat meer veen/hout in vergelijking met het eerste perceel, maar ook hier treffen we geen dikke veenpakketten aan. De bodem is opgebouwd uit: bouwvoor (0 – 35 cm) – gliede laag met veen (35 – 90 cm) – geel zand (> 100 cm). Voor de optimalisatie van de bodem (bouwkundig oogpunt) moeten we de bouwvoor behouden en de ondergrond spitten met een kraan. Hierdoor stop je het veen verder weg en theoretisch zou dit leiden tot minder oxidatie. Echter, het gele zand wat aanwezig is in de bodem is niet geschikt om mee te mengen. Menging met deze grond zal op de termijn leiden tot onbruikbare landbouw grond. Bij verhogen van de grondwaterstand komt mogelijk de draagkracht van het perceel in het geding.

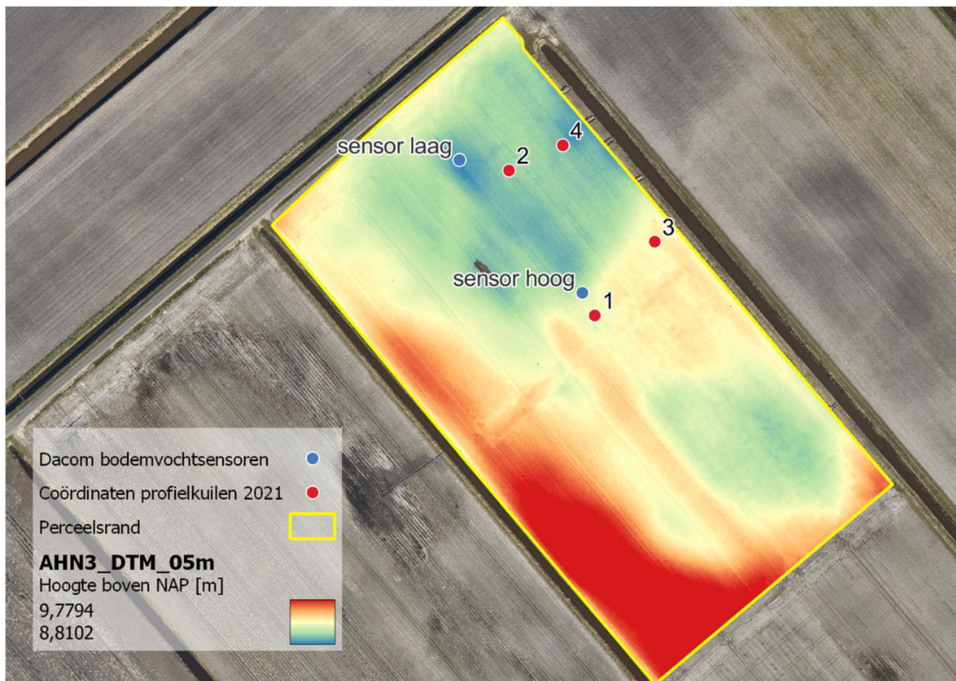
## 2.3 Proef opzet

Aan de hand van de beoordelingen is het tweede perceel gekozen als demonstratie perceel voor dit project. Bijlage 1 laat het bodemprofiel zien. Om het doel van de internetboerderij: het optimaliseren van de watersituatie voor gewassen en veenbehoud, te monitoren zijn verschillende metingen uitgevoerd in 2021 (als referentie jaar) en 2022 op het betreffende perceel.

De internet variant richt zich op het verminderen van nat- en droogschade, met behoud van het huidige bouwplan. Dat kan door onder andere: vasthouden van water (infiltratiedrainage), hogere grondwaterstand en gebruik van bodemvochtsensoren.

### 2.3.1 Locatie

In Figuur 3 is de locatie van de proef te zien. De achtergrond laat het hoogte verschil op het perceel zien. De locaties van profielkuilen en bodemvochtsensoren zijn aangegeven met respectievelijke rode en blauwe punten. Twee locaties representeren het hogere, drogere gedeelte van het perceel (1 en 3), waar locatie 2 en 4 het lagere, nattere gedeelte van het perceel vertegenwoordigen.



**Figuur 3** Locatie demonstratieproef KB Veengronden op proefbedrijf 't Kompas (Valthermond)



## 2.3.2 Meetmethoden

### 2.3.2.1 Gewasstand

Tijdens het groeiseizoen en vanaf opkomst is het gewas beoordeeld op ontwikkeling (BBCH), gewasstand (schaal 1 – 10) en kleur (1 – 10).

### 2.3.2.2 Profielkuilen

Na de oogst van de aardappelen, in december 2021, zijn op de vier locaties profielkuilen gegraven (tot 1 meter diepte) en beoordeeld. Op moment van beoordeling was er geen gewas op het perceel aanwezig en ligt deze braak.

### 2.3.2.3 Grondwaterstand

Op dezelfde vier locatie als profielkuilen zijn gegraven eind 2021, is de grondwaterstand handmatig gemeten met behulp van peilbuizen in de periode van eind juli tot en met half december. De locaties 1 t/m 4 komen overeen met de locaties uit Figuur 3.

### 2.3.2.4 Indringingsweerstand

Met behulp van de penetrologger is de indringingsweerstand op de vier locaties gemeten. De metingen per locaties zijn samengevoegd (2x 10 steken). De metingen zijn uitgevoerd in december 2021, tegelijk met de profielkuilen. Bij een indringingsweerstand van 0 – 1.5 mPa is er geen belemmering in wortelgroei, tussen 1.5 – 3.0 mPa wordt de wortelgroei belemmerd, bij een waarde boven 3.0 mPa is wortelgroei niet langer mogelijk.

### 2.3.2.5 Bulkdichtheid

Indringingsweerstand wordt beïnvloed door textuur, het vochtgehalte en structuur. Om indringingsweerstand beter te kunnen vergelijken wordt vaak de bulkdichtheid bepaald. De bulkdichtheid van de locaties is gemeten op twee manieren o.a. met behulp van ringmonsters (15 en 45 cm diepte) (Figuur 8). Dit is tegelijk met de beoordeling van profielkuilen en indringingsweerstand uitgevoerd.

### 2.3.2.6 Bodemanalyse

Van de vier locatie op het perceel zijn tijdens de beoordeling van de profielkuilen ook monsters genomen van de bouwvoor (0 – 30 cm) en ter analyse opgestuurd naar Eurofins.

### 2.3.2.7 Oogst

### 2.3.2.8 Bodemvochtsensoren

In 2021 is de grondwaterstand op de 4 locaties door middel van peilbuizen gemeten. Vanaf mei 2022 is het bodemvocht waargenomen met twee TERRA SEN PRO sensoren van Dacom. De sensoren meten het bodemvocht tot 50 cm in de grond. In vergelijking met de peilbuismeting is dit een continu meting.

### 2.3.2.9 Peil gestuurde drainage (en infiltratie)

Voor de aanleg van de peilgestuurde drainage en infiltratie is begonnen met de hoogte van het perceel in kaart brengen (zie bijlage 2). Ter voorbereiding zijn de hoogte verschillen in kaart gebracht, hierbij het waterpeil van dat moment op 0 meter gezet. Tevens is er een 'vast punt' ingemeten, hiervoor is de weg gekozen. De hoogte van de weg ten opzichte van het waterpeil is + 1.97 meter. Op basis van deze gegevens zijn de hoogten in het perceel vastgesteld. Het laagste punt ligt op +95 cm. Een verschil van 1,02 m met het hoogste punt uit het perceel. De waterstand uitgedrukt in NAP is niet genoteerd.

Met behulp van een ketting graafmachine is de drainage volgens Figuur 4 aangelegd. Hiervoor zijn buizen van 60 mm PVC gewikkeld met PE 1000 filter gebruikt. Het gedeelte wat direct water loost op het oppervlakte water (groen) ligt op een diepte van 0.85 – 0.95 m onder het maaiveld. Het gedeelte wat is aangesloten op de verzamelbuis (rood) ligt op gemiddeld 1.20 m onder het maaiveld. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** laat zien waar drainage buizen zijn aangelegd, maar ook waar

infiltratie buizen liggen om de waterstand op het hogere gedeelte van de percelen actief hoog te houden. Het water wordt vastgehouden door een hogere peil opzet middels peilgestuurde drainage, met behulp van een pomp, ook aangegeven in Figuur 4, wordt actief water aangevoerd. In het groeiseizoen zal gemiddeld hogere waterstand worden gehanteerd in vergelijking met de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG), met een waterpeil in de sloot van 8.40 m NAP en een drooglegging van - 80 cm, die wordt gehanteerd in dit peilgebied in de zomer.

Met de peilgestuurde drainage kan het water worden opgestuwd tot 35 – 40 cm onder het maaiveld. Met behulp van de pomp wordt het waterpeil bij het infiltratie gedeelte opgestuwd tot 70 cm onder maaiveld. Het grootste gedeelte van het resterende veen, voornamelijk aanwezig in het drainage gedeelte ('laag'), komt onder water te staan. De laag 0 – 70 cm bestaat uit de bouwvoor, 0 – 35 cm, waarin geen veen meer aanwezig is. De bouwvoor wordt gevolgd door een laag met veen. Waarschijnlijk is het veen in deze laag al aan het oxideren doordat er voorgaande jaren zuurstof is bijgekomen. Door het veen opnieuw onder water te zetten, wordt het proces vertraagd. Door ophoging van de waterstand in het infiltratie gedeelte ('hoog') wordt de droogte schade beperkt.

De hogere waterstand vergroot de kans op bodemverdichting. Om grondbewerkingen in het voorjaar en de oogst in het najaar mogelijk te maken kan tijdelijk de waterstand worden verlaagd. Hierin moet de balans tussen water vasthouden en de toegankelijkheid van het perceel met machines worden gevonden.

In de winter wordt het waterpeil in de sloot in het peilgebied gestuurd op 7.70 m NAP met een drooglegging van -1.20 m. De drooglegging is bepaald conform het principe: peil volgt functie. De functie in het peilgebied is akkerbouw.



**Figuur 4 Schematisch weergave drainage (groen) en infiltratie (geel). In lichtblauw is de locatie van de verzamelput en pomp aangegeven.**

### 2.3.3 Meetplan

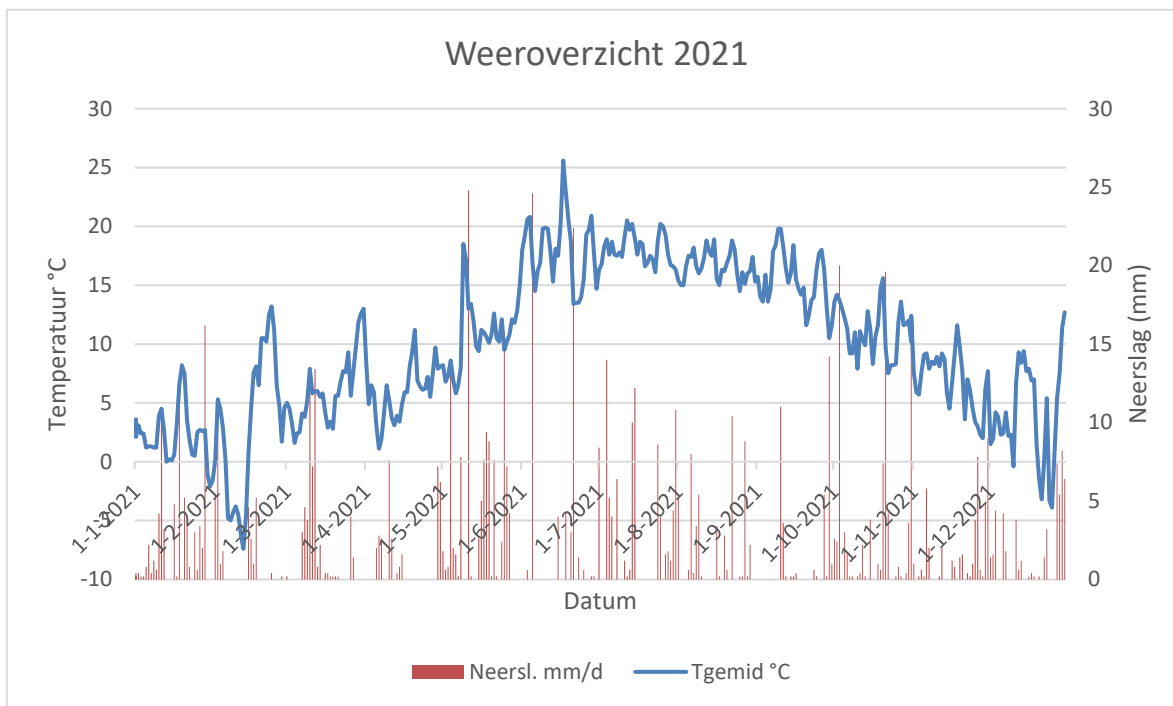
Het referentie jaar 2021 is gebruikt om zowel dynamische als statistische metingen uit te voeren. De statistische metingen: profielkuilen, bulkdichtheid, indringingsweerstand en bodem analyses zullen in het opvolgende jaar (2022) niet worden herhaald. Dit zijn metingen en analyses die op lange termijn kunnen veranderen, het geeft geen meerwaarde deze metingen elk jaar uit te voeren.

# 3 Resultaten

## 3.1 Referentie jaar (2021)

Voor deze demonstratieproef is 2021 gebruikt als referentie jaar. Er zijn verschillende metingen uitgevoerd op het perceel, betreffende: gewasstand, grondwaterstand, bodemparameters, indringingsweerstand, bulkdichtheid en bodemanalyses. De metingen zijn uitgevoerd op de locatie als aangegeven in Figuur 3 Locatie demonstratieproef KB Veengronden op proefbedrijf 't Kompas (Valthermond).

Ondersteunend aan de resultaten hieronder gepresenteerd een samenvatting van het weer in 2021. Het jaar begon koud, met in februari langere tijd temperaturen onder 0 graden Celsius in combinatie met sneeuwval. Het voorjaar was koud en nat, als gevolg hiervan kwamen alle werkzaamheden in het veld langzaam op gang. De zomer was een typische 'Nederlandse' zomer met temperaturen rond 20 graden Celsius en regelmatig een bui. Enkel aan het einde van het groeiseizoen was er licht sprake van een vocht tekort.



**Figuur 5 Weeroverzicht 2021 (1 januari - 31 december)**

### 3.1.1 Gewasstand

Op 3 mei 2021 zijn de aardappelen (ras: Seresta) gepoot. Vanaf juli zijn er in het veld waarnemingen uitgevoerd op alle vier locaties in het perceel.

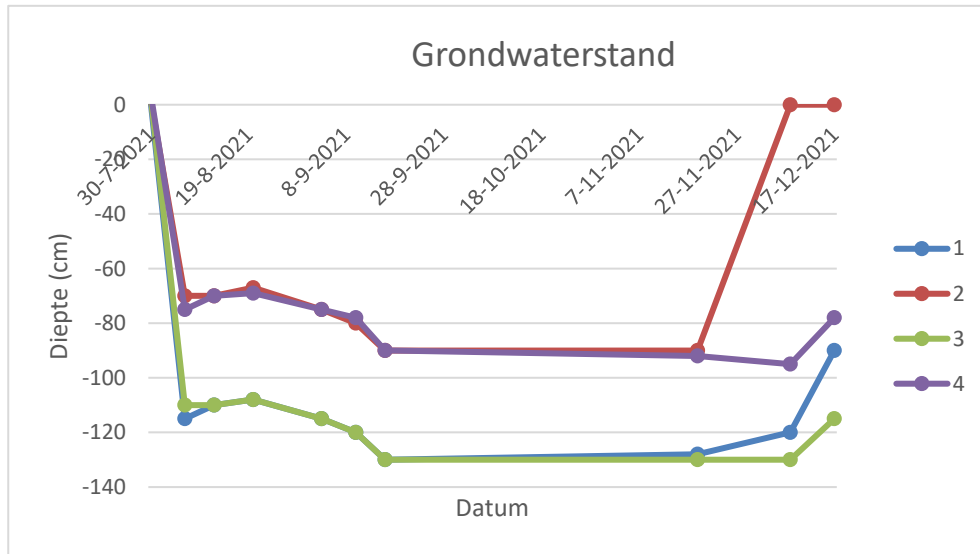
Begin juli bleven de aardappelen in het lagere gedeelte achter. Het is een geel gewas en eind juli zijn de rijen nog niet volledig gesloten waardoor een lichte veronkruiding zichtbaar is onderin het gewas. Halverwege augustus zijn de aardappelen op de zandkop uitgebloeid en al gaan liggen. Op hetzelfde gedeelte is halverwege september de grondbedekking gezakt tot bijna 0%. In het lagere gedeelte zien we lichte veronkruiding in augustus in combinatie met een half staan gewas. In september zien we dat dit gewas verlaat is en naar verhouding een hoge grondbedekking heeft van ongeveer 50%. Voor de tijd in het seizoen is deze mate van grondbedekking niet meer gewenst. Op basis van de gewasstand kan gezegd worden dat er voldoende vocht was waardoor de aardappelen op de zandkop goed zijn

ontwikkeld. De geel verkleuring i.c.m. een verlaat gewas laat zien dat de aardappelen in het lagere gedeelte over te veel vocht beschikten.

### 3.1.2 Grondwaterstand

In Figuur 6 zijn de grondwaterstanden gepresenteerd. De grondwaterstand op het lagere gedeelte van het perceel (locatie 2 en 4) is gedurende het groeiseizoen gemiddeld 40 cm hoger in vergelijking met de locaties (1 en 3) op het hogere gedeelte van het perceel.

In december schiet de grondwaterstand van sensor 2 omhoog naar een waarde van 0 cm, de peilbuis staat volledig onder water. Dit is niet het geval bij sensor 4, ook geplaatst in het lagere gedeelte van het perceel. Hier neemt de grondwaterstand toe, maar tot - 80 cm maaiveld. Om het verschil te verklaren is gekeken naar de locatie van de peilbuizen. Het verschil kan worden verklaard doordat peilbuis 4 water afstroming heeft naar de naastgelegen sloot, dit is niet het geval voor peilbuis 2.



**Figuur 6 Grondwaterstand in referentie jaar 2021**

### 3.1.3 Profielkuilen

Tabel 1 laat de resultaten van de profielkuil beoordeling zien. Op de vier locaties zoals aangegeven in Figuur 3 zijn per locatie twee kuilen gegraven (A en B). Op moment van beoordeling is er geen gewas op het perceel aanwezig en ligt deze braak. De braaklegging in combinatie met het tijdstip in het jaar zal invloed hebben gehad om het bodemleven wat over het algemeen als slecht is beoordeeld. Op geen van de locatie is een storende laag aanwezig. De bewerkingsdiepte is gemeten tussen 21 en 23 cm. De bouwvoor op dit perceel is 30 cm. Scherpblokkigheid was in een aantal gevallen lastig te bepalen door de natte toestand van het perceel en de aanwezige gliede laag. Bewortelingsdiepte is over het algemeen hoger op locatie 2 en 4, representatief voor de lagere natte locatie op het perceel.

Op basis van Tabel 1 is elke profielkuil gewaardeerd. De eerste locatie (1) heeft een algemene waardering van 6,25. Locatie 2 heeft een lagere beoordeling (6,0) door de natte toestand. Locatie 3 en 4 worden beoordeeld met respectievelijk een 6,5 en 7,0.

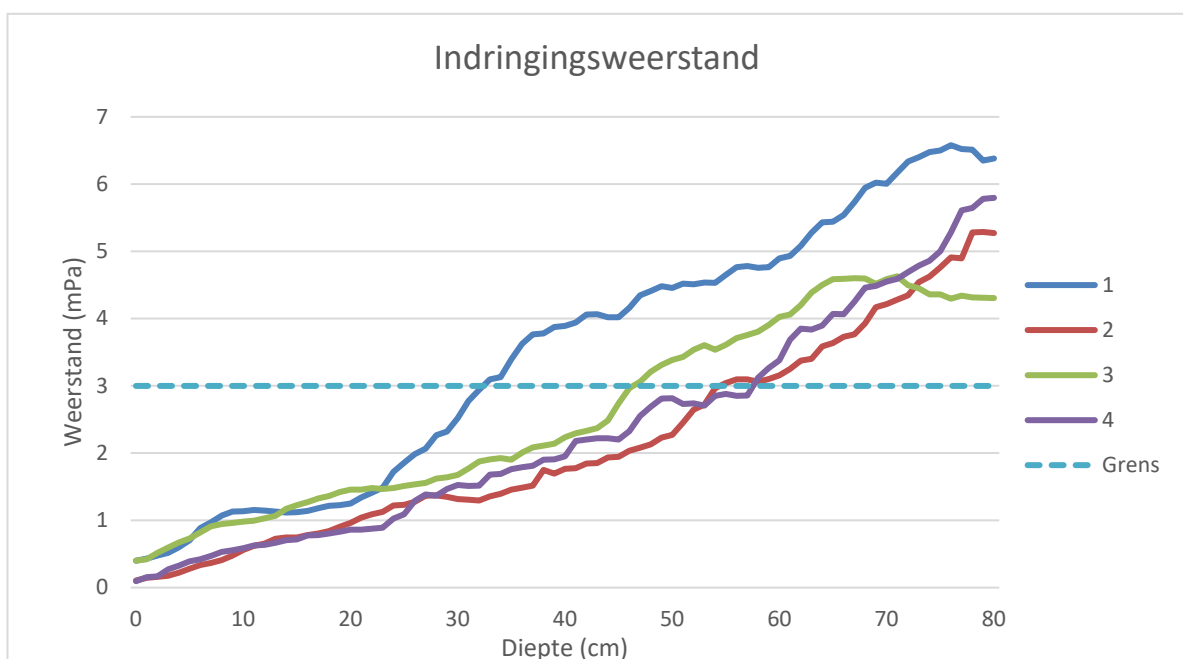
**Tabel 1 Beoordeling profielkuil per locatie**

Locatie	Toestand perceel	Bewerkingsdiepte (cm)	Scherpblokkigheid (%)		Bewortelingsdiepte (cm)	Beworteling (intensief (+), redelijk (+/-), slecht (-))		Bodemleven (intensief (+), redelijk (+/-), slecht (-))		
			0-25 cm	25 - 50 cm		0 - 25 cm	25 - 50 cm	0 - 25 cm	25 - 50 cm	
1	A	Vochtig	23	15	10	27	+/-	-	-	-

	B	Vochtig	21	15	10	30	+/-	-	-	-
<b>2</b>	A	Nat	23	40	35	42	+/-	+/-	-	-
	B	Nat	23	20	35	45	+/-	+/-	-	-
<b>3</b>	A	Vochtig	23	20	20	25	-	-	-	-
	B	Vochtig	22	20	30	40	+/-	-	+/-	-
<b>4</b>	A	Nat	23	30	55	50	+/-	+/-	+/-	-
	B	Nat	23	30	50	50	+/-	-	-	-

### 3.1.4 Indringingsweerstand

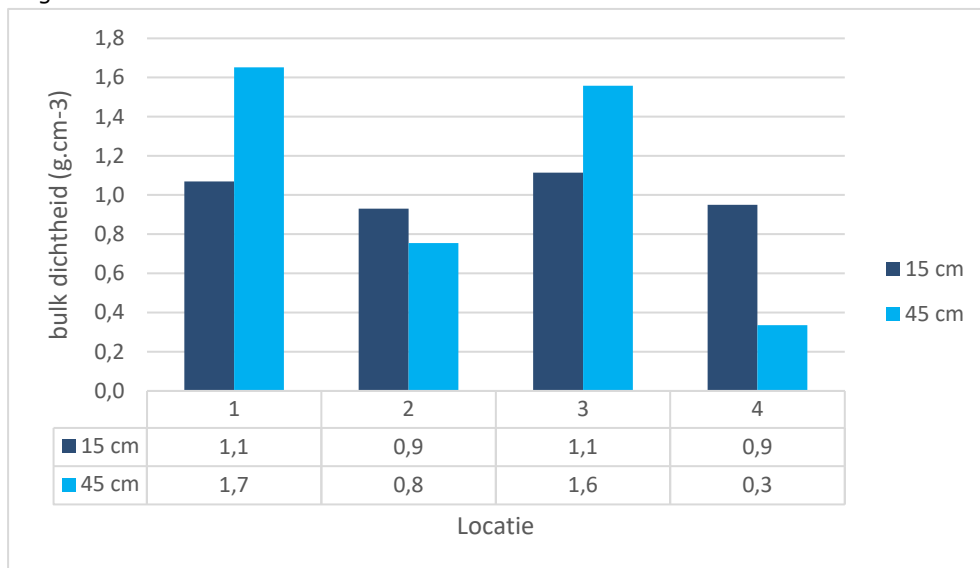
Indringingsweerstand van het perceel is bepaald op vier locaties, rondom de locaties voor de profielkuilen. Locatie 1 heeft vanaf 24 cm een hogere indringingsweerstand. Op een diepte van 33 cm passeert de indringingsweerstand van locatie 1 de 3 mPa. De meting van indringingsweerstand komt hierin overeen met de beoordeling van de profielkuil. Locatie 1 geeft de minst diepe wortelgroei weer (Tabel 1). Locatie 2 en 4, op het nattere gedeelte van het perceel, geven een lagere indringingsweerstand weer. Rond 57 cm diepte wordt de kritische indringingsweerstand van 3 mPa gepasseerd.



**Figuur 7 Indringingsweerstand per locatie**

### 3.1.5 Bulkdichtheid

Indringingsweerstand wordt beïnvloed door textuur, het vochtgehalte en structuur. Om indringingsweerstand beter te kunnen vergelijken wordt vaak de bulkdichtheid bepaald. De bulkdichtheid van de locaties is gemeten op twee manieren o.a. met behulp van ringmonsters (15 en 45 cm diepte) (Figuur 8). Dit is tegelijk met de beoordeling van profielkuilen en indringingsweerstand uitgevoerd.



**Figuur 8 Droge bulkdichtheid (g/cm<sup>3</sup>) per locatie op twee dieptes**

Resultaten van Figuur 8 komen overeen met eerdere resultaten van indringingsweerstand uit Figuur 7. Op locatie 1 is er verminderde ruimte voor wortels bij een diepte van 45 cm welk wordt aangeduid met een hoge bulkdichtheid. Hetzelfde gaat ook op voor locatie 3 waarbij er een hoge bulkdichtheid wordt waargenomen bij een diepte van 45 cm.

Lage bulkdichtheid waardes komen overeen met een hoge organische stof laag of veenlaag. Dit wordt waargenomen in locatie 4 op een diepte van 45 cm. Echter is bij de analyse van de ruwe data al aangegeven dat deze waarden sterk afwijken en mogelijk niet betrouwbaar zijn.

De bodemanalyse van Eurofins berekend bulkdichtheid (0-30cm) in kg/m<sup>3</sup> aan de hand van de verhouding zand, zilt, klei en organische stof. De resultaten in kg/m<sup>3</sup> staan in Tabel 2. De resultaten komen overeen met de resultaten van de bulkdichtheid 15 cm uit Figuur 8.

### 3.1.6 Bodemanalyse

Resultaten zijn weergegeven in Tabel 2. Geel gemarkeerde waarden geven aan dat deze boven het streeftraject uitkomen, blauw gemarkeerde waarden geven aan dat deze onder het streeftraject uitkomen. Het streeftraject is geen vaste waarde, maar wordt bepaald aan de hand van bodemparameters zoals organische stof (%) en de gewassen waarvoor een advies wordt opgevraagd door de klant. Voor monsters met een hoger organische stof gehalte ligt het streeftraject lager in vergelijking met relatief gezien lagere organische stof gehalten. De streeftrajecten worden niet genoemd, maar wel de percentuele over- of onderschijding. De over- of onderschijding is uitgerekend aan de hand van het streeftraject waarbij de bovengrens gelijk gesteld wordt aan 100% in het geval van overschijding. In geval van onderschijding wordt de ondergrens gelijk gesteld aan 100%.

Over het algemeen kan gesteld worden dat de verschillen binnen het perceel, tussen de plots, niet heel groot zijn. Vaak is wel een trend zichtbaar en een verschil tussen het lagere gedeelte, meer venig, en het hogere, zanderige gedeelte.

De N-totale bodemvoorraad wordt berekend met behulp van de bulkdichtheid, Eurofins gaat uit van een standaard bulkdichtheid, daarmee zullen de waarden gepresenteerd bij N-totale bodemvoorraad afwijken van de werkelijkheid. Om deze reden zijn de berekende N in g/kg en de NLV (stikstof Leverend Vermogen) een betere indicator voor de N beschikbaarheid. Helaas zijn de plots slecht vergelijkbaar op basis van de NLV (kg N / ha).

De hoge C/N ratio's duiden op moeilijk afbreekbaar materiaal, daarentegen zijn pH en organische stof wel binnen de streefwaarden voor alle vier locaties.

De C/OS-ratio is een belangrijke parameter voor de kwaliteit van de organische stof. Hoe hoger de C/OS-ratio des te hoger de stabiliteit van de organische stof. Verschillende waarden bevorderen de stabiliteit van de organische stof. Voorbeeld zijn Mg-plantbeschikbaar en Fe-plantbeschikbaar. Tabel 2 laat zien dat Fe-plantbeschikbaar lagere waarden geeft dan het streeftraject en hiermee zal het niet bijdragen aan stabiliteit van organische stof. De hogere waarden van Mg-plantbeschikbaar dragen bij aan de stabiliteit van organische stof.

Het vochthoudend vermogen laat relatief weinig verschil zien tussen de locaties, de range voor het vochthoudend vermogen voor veengrond ligt tussen 50 en 200 mm.

De microbiële biomassa is over het algemeen lager dan gewenst. De hogere activiteit bij plot 2 kan duiden op meer omzetting, net als meer schimmels (0.7) bij plot 4 kan wijzen op stabielere organische stof en betere vochtlevering. Echter is hier geen trend zichtbaar tussen de hogere, zanderig plots (1 en 3) en de lagere plots (2 en 4). De calcium plant beschikbaarheid van plot 3 en 4 is extreem laag, er is geen verklaring voor. Als we kijken naar de voorraad calcium in de bodem zien we een lagere beschikbaarheid voor de plots in het lagere gedeelte van het perceel.

**Tabel 2 Resultaten BemestingsWijzer (Eurofins) per locatie**

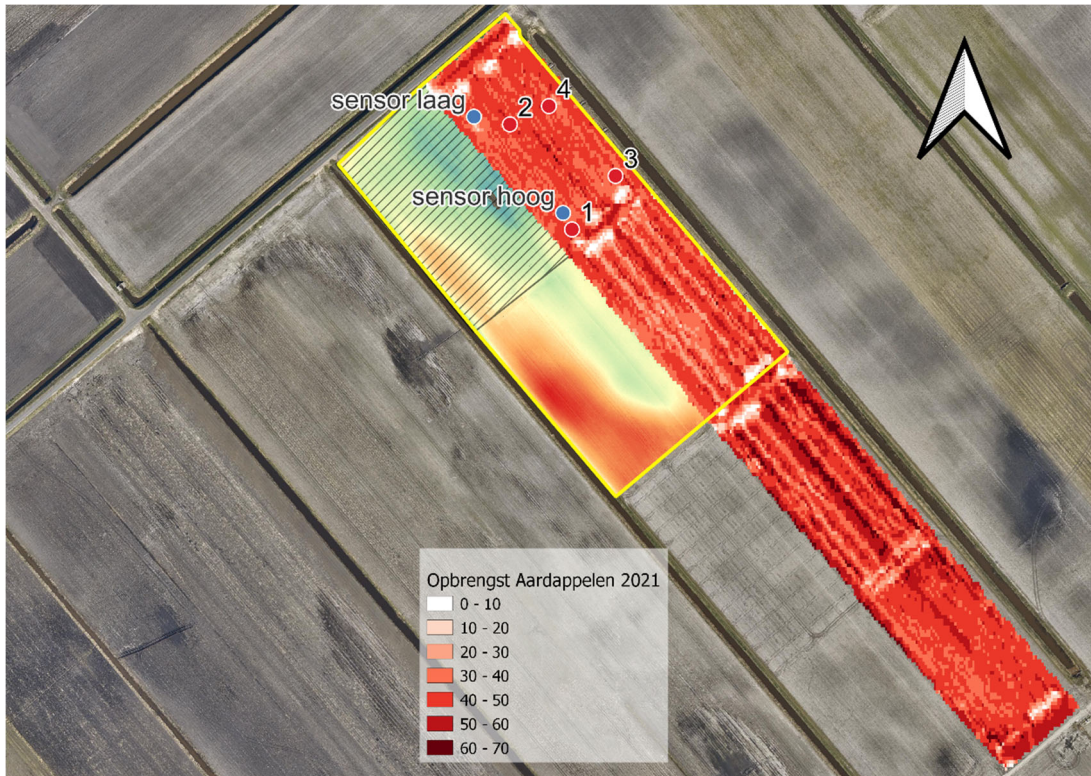
Parameter	Eenheid \ Plot	1	2	3	4
<b>Diepte</b>	cm	30	30	30	30
<b>Bulkdichtheid*</b>	kg/m <sup>3</sup>	1076	968	1070	954
<b>N-totale bodemvoorraad</b>	kg N /ha	10040	10720 (115%)	8700	11680 (128%)
<b>N*</b>	g/kg	3,1	3,7	2,7	4,1
<b>NLV*</b>	kg N/ha	80	75	55	105
<b>C/N-ratio</b>		21 (124%)	22 (129%)	23 (135%)	20 (118%)
<b>pH</b>		5,4	5,6	5,0	5,2
<b>C-organisch</b>	%	6,4	8,0	6,2	8,1
<b>C</b>	g/kg	64	80	62	81
<b>Organische stof</b>	%	10,9	15,0	11,1	15,6
<b>C/OS-ratio</b>		0,59 (107%)	0,53	0,56 (102%)	0,52
<b>Vochthoudend vermogen</b>	mm	72	65	74	77
<b>Structuurdriehoek</b>		goed	matig	goed	matig
<b>Microbiële biomassa</b>	mg C/kg	380 (70%)	385 (51%)	344 (62%)	628 (81%)
<b>Activiteit</b>	mg N/kg	46 (77%)	65	53	38 (63%)
<b>S/B-ratio</b>		0 (0%)	0,1 (17%)	0 (0%)	0,7
<b>Ca-plantbeschikbaar</b>	kg Ca/ha	130 (55%)	280	25 (11%)	25 (12%)
<b>Ca-bodemvoorraad</b>	kg Ca/ha	8845	9430 (99.95%)	7545	9740 (93%)
<b>Mg-plantbeschikbaar</b>	kg Mg/ha	395 (144%)	480 (195%)	390 (142%)	465 (190%)
<b>Mg-bodemvoorraad</b>	kg Mg/ha	320	305 (85%)	255 (93%)	840 (120%)
<b>Fe-plantbeschikbaar</b>	g Fe/ha	<6620 (82%)	<6010 (83%)	<6550 (82%)	<6240 (87%)

\*eigen meetwaarden of zelf berekend, geen resultaat van Eurofins Bemestingswijzer

### 3.1.7 Oogst

Ten behoeve van loofdding zijn de aardappelen op 30 september met 0.8 L/ha Quickdown en 2 L/ha Robbester gespoten en de aardappelen zijn geroid op 20 oktober met een bunkerrooier inclusief opbrengstmeter. De opbrengst data is over Figuur 3 heen gelegd, zie Figuur 9.

In 2021 was er voldoende vocht beschikbaar voor de plant, om deze reden verwachten we geen extreme verschillen in opbrengst. Voor de aardappelen op het hogere gedeelte was voldoende water beschikbaar en tevens was er geen extreem overschot op het lagere gedeelte van het perceel. Figuur 9 bevestigt de verwachting, de opbrengst van de vier locaties is vrijwel gelijk. Bij 'sensor laag' lijkt de opbrengst iets lager te zijn dan bij 'sensor hoog'. Tussen de vier locaties (1 – 4) lijkt weinig verschil te zitten.



**Figuur 9 Opbrengst data aardappelen 2021**

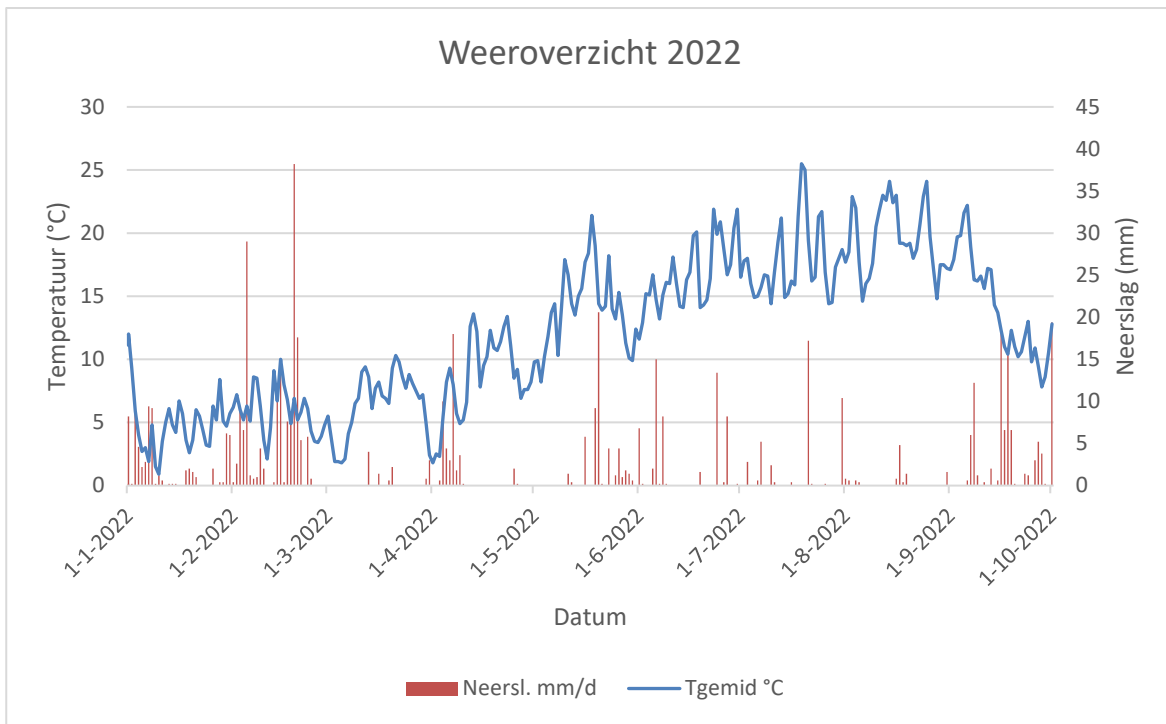
## 3.2 Teeltjaar 2022

Waar 2021 het referentie jaar was, is 2022 het jaar waarin de eerste veranderingen zichtbaar kunnen zijn. Er zijn opnieuw metingen uitgevoerd, deze worden onderstaande besproken. Metingen zijn op dezelfde locatie uitgevoerd als 2021, conform Figuur 3.

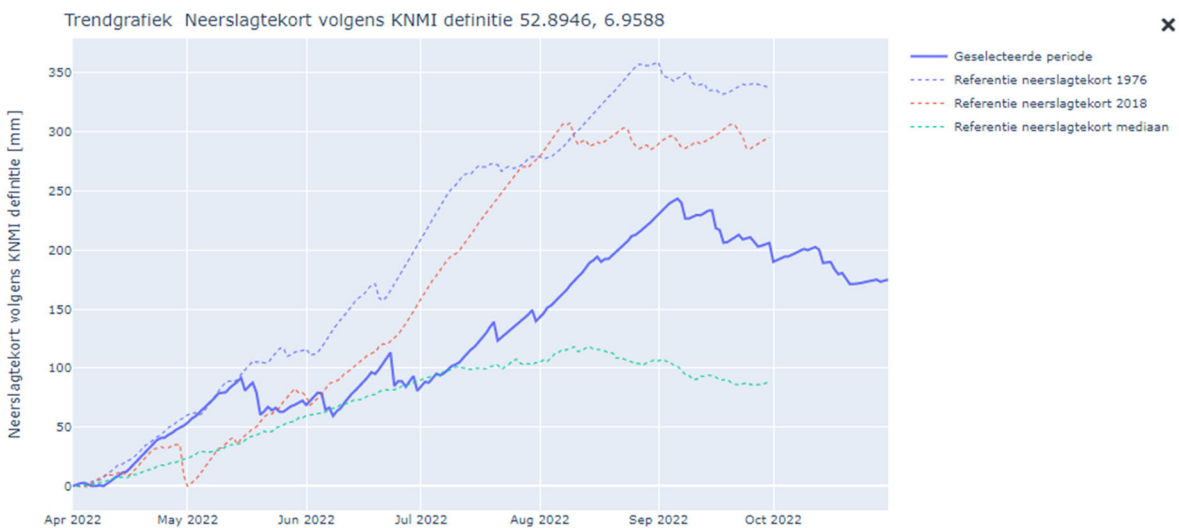
Ondersteunend aan de resultaten hieronder gepresenteerd een samenvatting van het weer in 2022. 2022 begon zacht en zonnig. Het zonnige weer zette door tot en met de zomer, hiermee gepaard ging ook de droogte. In april en mei viel er nog wat regen, maar vooral de zomermaanden juli en augustus waren zeer warm en droog. Het jaar 2021 was typisch Nederlands, 2022 was in verhouding erg droog, welk ook is weergegeven in Figuur 11. Figuur 10 geeft neerslag tekort in 2022 weer.

De herfst was zacht, droog en zonnig en oogst kon uitgevoerd worden onder goede omstandigheden. Eind november werd het regenachtiger.





**Figuur 11 Weeroverzicht 2022 (1 januari - 1 december)**



**Figuur 10 Neerslagtekort in het jaar van 2022 in Valthermond volgens droogtekaart.nl**

Belangrijke notitie is dat de drainage niet volledig is afgerond in winter 2021/2022 in verband met leveringsproblemen van de infiltratieput. Dit betekent dat het opzetten van een hoger peil en de infiltratie niet mogelijk is. Het gedeelte van het perceel wat gedraineerd is, is functioneel. De infiltratie put is niet geleverd gedurende het groeiseizoen van de tarwe. Na de tarwe oogst is de installatie afgerond.

### 3.2.1 Gewasstand

Het perceel volgt het veenkoloniaal bouwplan, dus na aardappelen in 2021 volgt dit jaar zomergerst gevolgd door een groenbemester. Op 27 april 2022 is de zomergerst (ras: Irina) gezaaid.

Eind juli is het gewas op het lagere gedeelte nog groener in vergelijking met de tarwe op de zandkop, zie Figuur 12. Figuur 12 laat aan de voorkant, noordzijde en het lagere gedeelte zien, waar meer naar het midden (halverwege het perceel) de zandkop zit. De oorzaak van de kleur en daarmee het verschil in afrijping zal het gebrek aan bodemvocht zijn. Dit komt ook naar voren uit Figuur 12.

Haaks op het perceel, van links naar rechts, zijn de locaties van de drainage buizen zichtbaar als iets donkerder groene banen. Door de plaatsing van de drainage buizen is de ondergrond losser geworden, wat een diepere beworteling mogelijk maakt en daarmee neemt de beschikbaarheid van vocht toe. Uit de praktijk weten we dat dit vaker voorkomt na de aanleg van drainage, dit kan jaren na aanleg nog zichtbaar zijn.

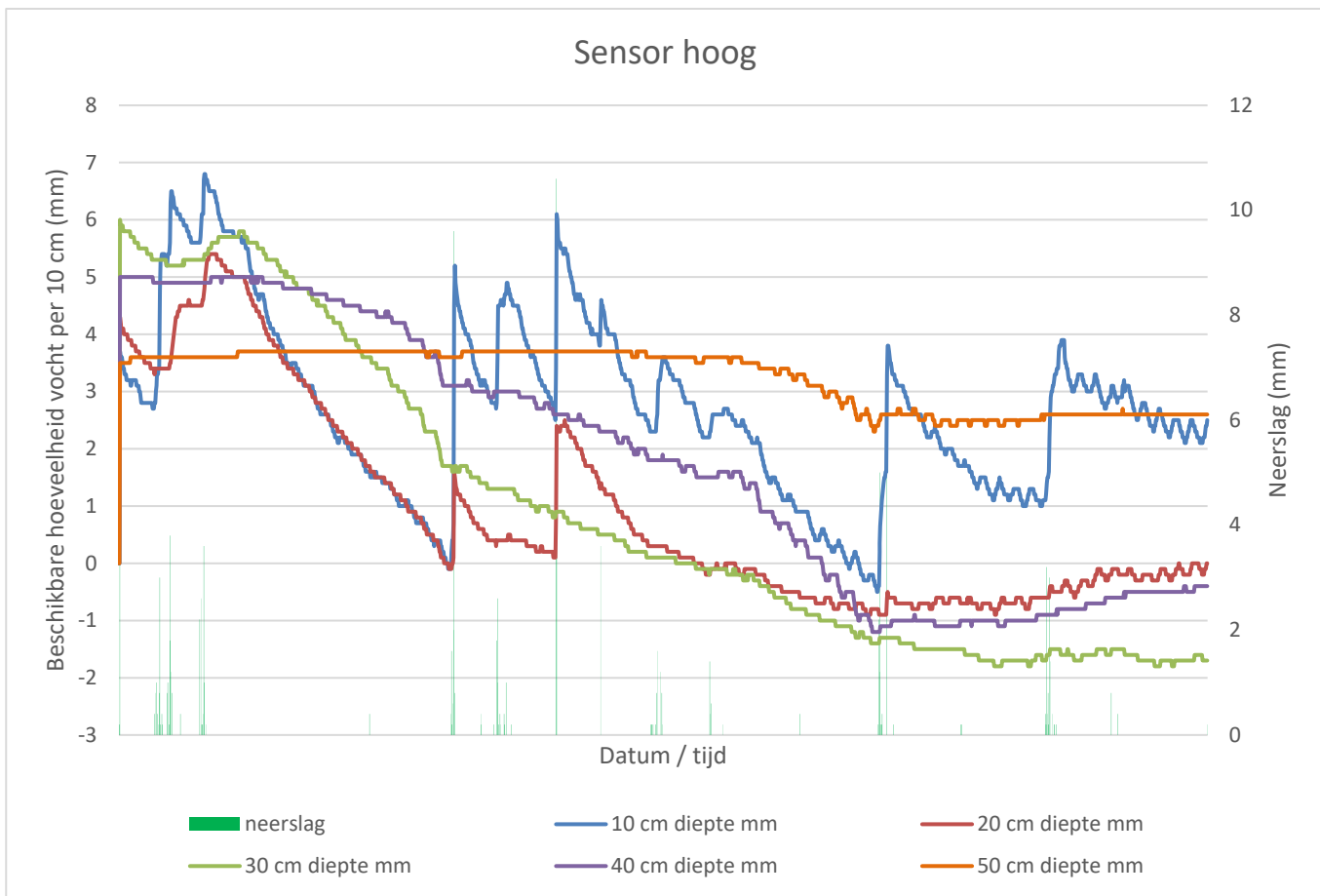


**Figuur 12 Drone foto 28 juli 2022**

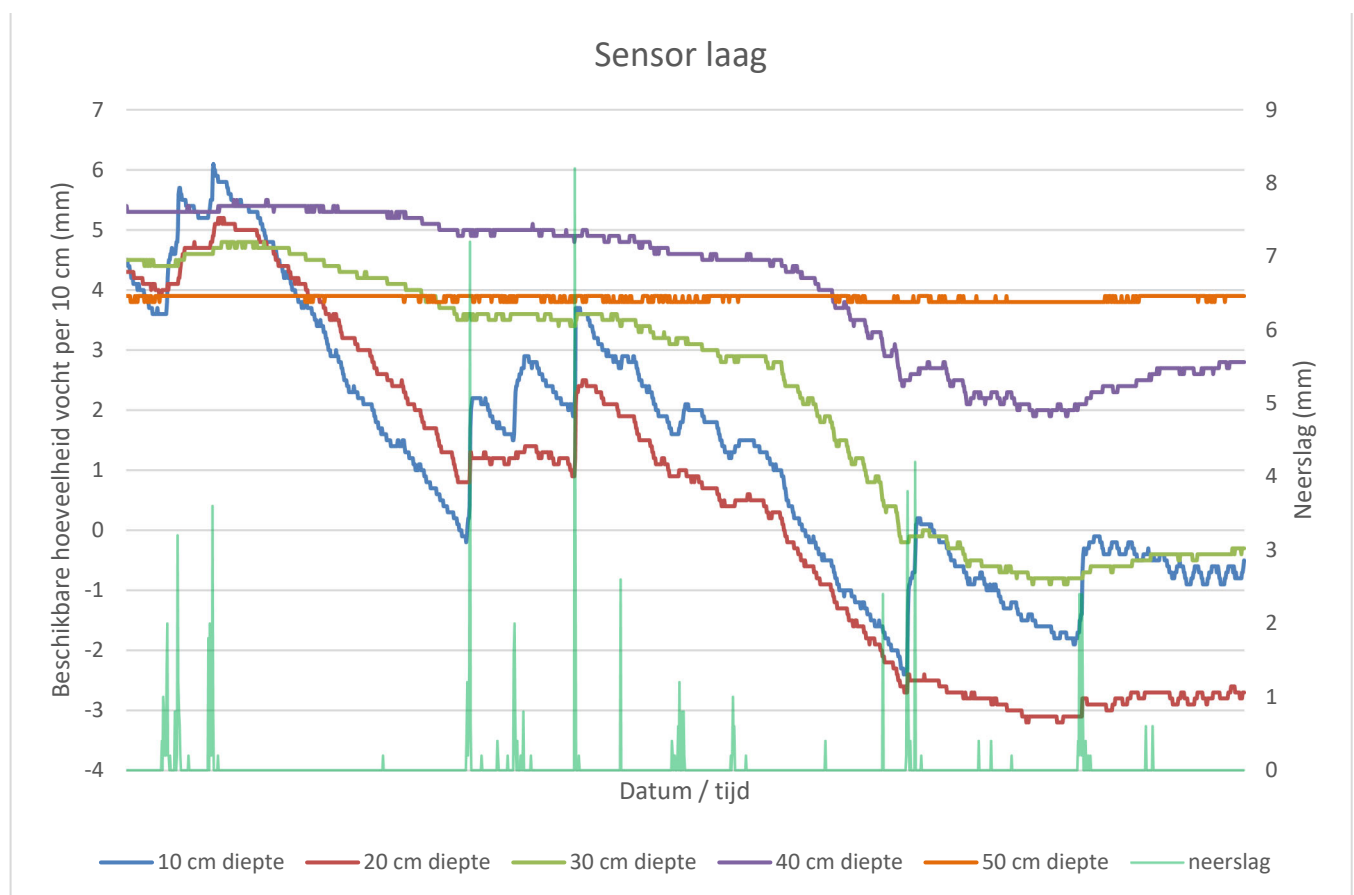
### 3.2.2 Bodemvochtsensoren

In 2021 is de grondwaterstand op de 4 locaties door middel van peilbuizen gemeten. Vanaf mei 2022 is het bodemvocht waargenomen met twee TERRA SEN PRO sensoren van Dacom. In Figuur 3 zijn de locatie van de sensoren zichtbaar. Eén sensor, 'sensor laag', staat in het lagere gedeelte van het perceel waar meer organische stof (15,0%) en vocht aanwezig is. De andere sensor, 'sensor hoog', staat op het hogere gedeelte van het perceel waar het tevens ook zanderiger is, droger en het organische stofgehalte lager (10,9%). Zie Tabel 2 en Figuur 8.

De sensoren meten bodemvocht en bodemtemperatuur per 10 cm en de neerslag in mm. Beschikbaar bodemvocht en neerslag zijn weergegeven in Figuur 14 en Figuur 13.



**Figuur 14** Gegevens bodemvocht en neerslag van 'sensor hoog'



**Figuur 13** Gegevens over bodemvocht een neerslag van 'sensor laag'

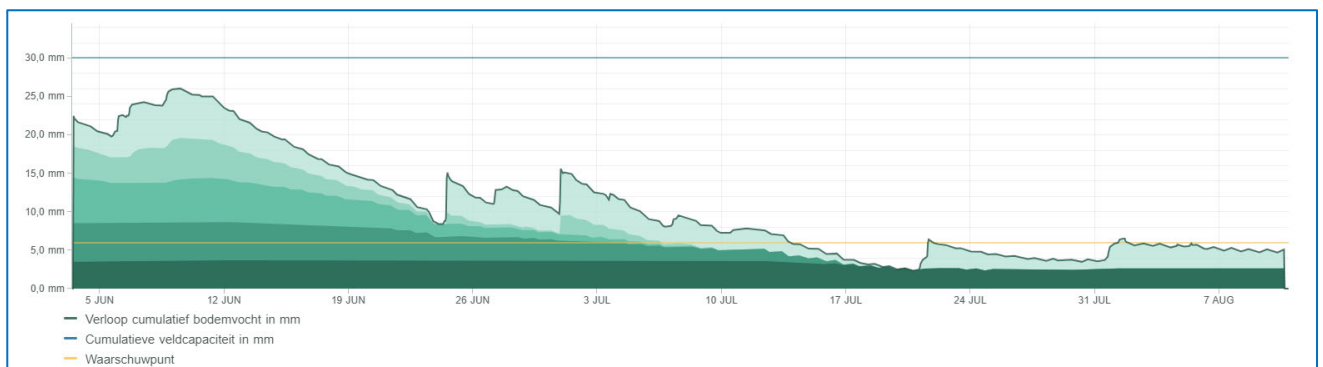
Beide figuren laten zien dat bodemvocht op 10 cm het meest variabel is, daarentegen is het bodemvocht op 50 cm gedurende het seizoen vrij stabiel. Tussen de locatie zit hier nog wel verschil in, bij 'sensor laag' is het bodemvocht op 50 cm het hele seizoen stabiel rond 4 mm vocht. Op de andere locatie, bij 'sensor hoog' is een daling in beschikbaar bodemvocht op 50 cm zichtbaar vanaf half juli. Het aanwezige bodemvocht lag hier vanaf het begin iets lager, rond 3,6 mm beschikbaar vocht. Naarmate de diepte van de sensor afneemt, neemt de variatie toe.

Naast de hoeveel bodemvocht per diepte kan ook de totale hoeveelheid bodemvocht worden uitgezet in een grafiek, zie Figuur 15 en Figuur 16. In deze figuren zijn aangegeven de cumulatieve veldcapaciteit. Dit is 30 mm. Daarnaast is een waarschuwingpunt aangegeven bij een totaal bodemvocht gehalte van 6 mm. Indien het vochtgehalte onder het waarschuwingpunt komt betekent dit dat de grond te droog is. De waarde gekoppeld aan het waarschuwingpunt is afhankelijk van o.a. de grondsoort en is niet gekoppeld aan een pF curve. Dit komt omdat de vertaalslag van het elektrische signaal dat de sensor meet niet 1 op 1 te koppelen valt aan data zoals de pF curve.

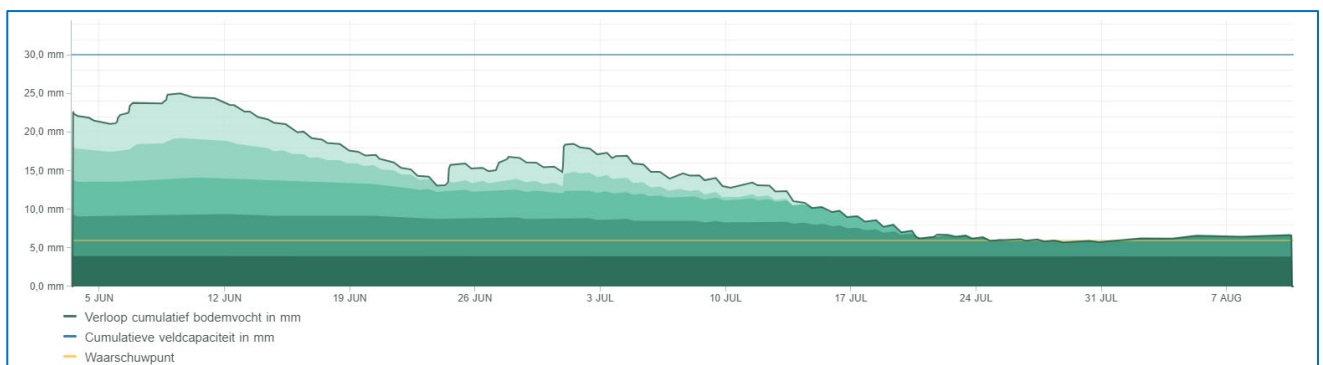
'Sensor hoog' passeert dit punt eerder, op 14 juli 2022, dan 'sensor laag'. 'Sensor laag' passeert voor een korte periode van ~ een week de kritische waarde beginnend op 24 juli 2022.

Gedurende het hele seizoen wordt de grens van de cumulatieve veldcapaciteit niet bereikt. De maximale hoeveelheid beschikbaar bodemvocht staat op 26,0 mm voor 'sensor hoog' en 25,0 mm voor 'sensor laag'. Dit is het tegenovergestelde van de verwachting, maar kan worden verklaard door de drainage die functioneel is in het gedeelte waar 'sensor laag' staat.

Verder is opvallend dat de variatie bij 'sensor hoog' groter is dan bij 'sensor laag' vanaf eind juni. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door de hoeveelheid vocht beschikbaar in de laag 30 cm. In het geval van 'sensor hoog' neemt de hoeveelheid vocht in betreffende laag af vanaf half juni tot 0 mm half juli. Voor 'sensor laag' neemt het vocht in deze laag pas echt af vanaf half juli en gaat vanaf dat moment snel terug naar 0 mm (eind juli).



**Figuur 15 Verloop totaal bodemvocht (in mm) voor 'sensor hoog'**



**Figuur 16 Verloop totaal bodemvocht (in mm) voor 'sensor laag'**

### 3.2.3 Oogst

Op 27 april 2022 is zomergerst, ras: Irina, gezaaid op het perceel. Op 10 augustus zijn er monsters genomen voor opbrengstbepaling. Rondom de vier locaties als aangegeven in Figuur 3 zijn de oogst velden geplaatst. De resultaten staan in Tabel 3.

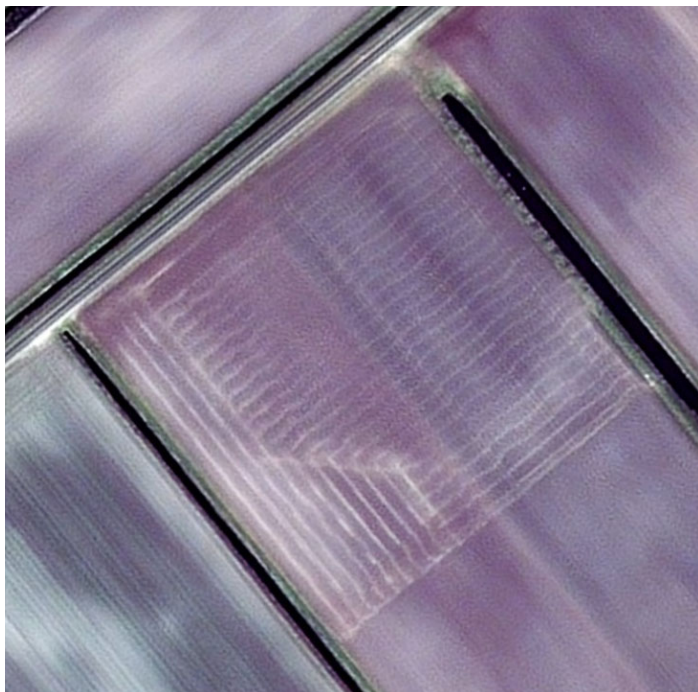
Gezien de droge warme zomer was de verwachting dat de opbrengst van de locaties 'hoog' minder zou zijn dan de opbrengst van locatie 'laag'. Als in bovenstaande grafieken zichtbaar is, was er eerder minder/geen vocht beschikbaar op de locatie 'hoog'. Echter komt dit uit de opbrengst data naar voren. In dit stadium betreft het een demonstratie proef zonder herhalingen. Er is enkel één monster per locatie genomen, om deze reden is geen statistische analyse uitgevoerd en kunnen er geen conclusies worden getrokken.

**Tabel 3 Oogst data zomergerst 2022**

Locatie	Omschrijving	Opbrengst (kg/veld)	Lengte veld (m)	Oogst oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Opbrengst (ton/ha)
1	Hoog	34,90	14,22	42,66	8,18
2	Laag	33,15	13,56	40,68	8,15
3	Hoog	36,10	14,00	42,00	8,60
4	Laag	30,80	13,4	40,20	7,66

### 3.2.4 Drainage

Belangrijke notitie is dat de drainage niet volledig is afgerond in verband met leveringsproblemen van de infiltratieput. Deze is niet geleverd gedurende het groeiseizoen van de zomergerst. In de herfst opvolgend is de infiltratieput geplaatst en daaropvolgend de pomp met zonnepaneel welke actief het waterpeil kan sturen. De verwachting is dat er bij een volgend teeltseizoen het sturen van waterpeil bepaald kan worden aan de hand van informatie over bodemvochtsensoren. Figuur 17 is een satellietbeeld van 9 mei 2022, kort na zaai van het gewas, en laat duidelijk de ligging van de drainage en infiltratie buizen zien.



**Figuur 17 Satellietbeeld 09-05-2022 (bron: satellietdataportaal.nl)**

## 4 Conclusie en aanbevelingen

De focus in dit rapport is op moerige gronden waar akkerbouw op wordt bedreven, hierbij is gekozen voor locatie 't Kompas in Valthermond. Op deze akkerbouwgronden in de Veenkoloniën vindt ontwatering plaats door zogenoemde wijken en kanalen, waardoor zuurstof in contact komt met het veen in de bodem. Dat resulteert in de afbraak van het veen, wat weer leidt tot emissie van broeikasgassen en bodemdaling.

Om CO<sub>2</sub> emissies te reduceren zijn zes boerderij scenario's zijn uitgewerkt en zijn naast de CO<sub>2</sub> emissie ook bouwplan saldo's vergeleken. Op basis van de vergelijking is keuze gemaakt om één van de scenario's in praktijk te testen, hiervoor is de internetboerderij gekozen. De internetboerderij richt zich op het optimaliseren van de watersituatie met behoud van het huidige bouwplan.

In de twee hierop volgende jaren, 2021 en 2022, zijn metingen uitgevoerd die als referentie kunnen worden gebruikt. Dit zijn zowel statische als dynamische metingen. In de winter van 2021/2022 is een peil gestuurd drainage en infiltratie systeem aangelegd. Deze was niet volledig afgerond voor de start van het teeltseizoen 2022, waardoor het infiltratie systeem in 2022 nog niet werkte tijdens het teeltseizoen

2021 en 2022 waren totaal verschillende jaren wat betreft weersomstandigheden. 2021 was een 'normaal' jaar met voldoende neerslag, 2022 was een droog en warm jaar. De metingen betreffend bodemanalyse, bodemvocht gedurende het seizoen, en gewasstand voor beide teeltjaren geven een goed beeld van de mogelijkheden om waterbeheer aan te passen met behulp van sensors. De bodemvochtsensor resultaten geven een goed beeld van de waterhuishouding en in vervolg teeltjaren kan het waterpeil hiermee worden aangestuurd. Met de uitgevoerde metingen is een goede basis gelegd voor het vervolg van KB Veen in 2023 en 2024.

### 4.1 Aanbevelingen

In de jaren 2021 en 2022 zijn een heel aantal metingen uitgevoerd, in het vervolg zal een selectie worden gemaakt van metingen welke het meeste informatie opleveren, ook zouden we graag extra metingen toevoegen om de CO<sub>2</sub> emissies te kunnen meten.

In 2021 is de grondwaterstand gemeten met peilbuizen (handmatig), in 2022 is er met behulp van sensoren de beschikbare hoeveelheid vocht bepaald. In het vervolg van KB Veen zouden we deze twee technieken graag combineren.

In het vervolg van KB Veen is het gewenst om de demonstratie proef om te zetten naar een statistisch onderbouwde proef. Waarbij met statistisch analyse conclusies kunnen worden getrokken.

Verder zal in het vervolg van KB Veen meer praktisch inzicht worden verkregen naar het aansturen van waterpeil met behulp van sensoren. Theoretisch kan het waterpeil worden aangepast met de informatie van de bodemvochtsensors. Echter kan er praktische knelpunten zijn bijvoorbeeld gewasstand, naastgelegen percelen, tijdstip en benodigde arbeid. Deze praktische punten zijn relevant aangezien peil gestuurde drainage meer in opkomst is in de Nederlandse akkerbouw en informatie over de praktische implementatie hiervan waardevol is. Het wordt daarom ook aanbevolen om in het vervolg demonstratiebijeenkomsten van geïnteresseerde telers en andere partijen te organiseren.

# Bibliografie

- Verstand, D., van der Voort, M., & Vijn, M. (2020). *Uitwerkingen boerderijvarianten op economie en broeikasgasemmissies: klimaatbestendige akkerbouw op veengronden*. Wageningen: Wageningen Research, rapport WPR-854.
- Vries, d. F. (2008). *Nationaal Hydrologisch Instrumentarium - NHI*. Wijnand Turkensteen - DHV.
- Vries, d. F., Brus, D., Kempen, B., Brouwer, F., & Heidema, A. (2014). *Actualisatie bodemkaart veengebieden; Deelgebied 1 en 2 in Noord-Nederland*. Wageningen: Alterra.
- Vries, d. F., Hendriks, R., Kemmers, R., & Wolleswinkel, R. (2008). *Het Veen verdwijnt uit Drenthe*. Wageningen: Alterra.
- Waterschap, H. e. (2015). *Beheerprogramma 2016 - 2021*. Veendam.

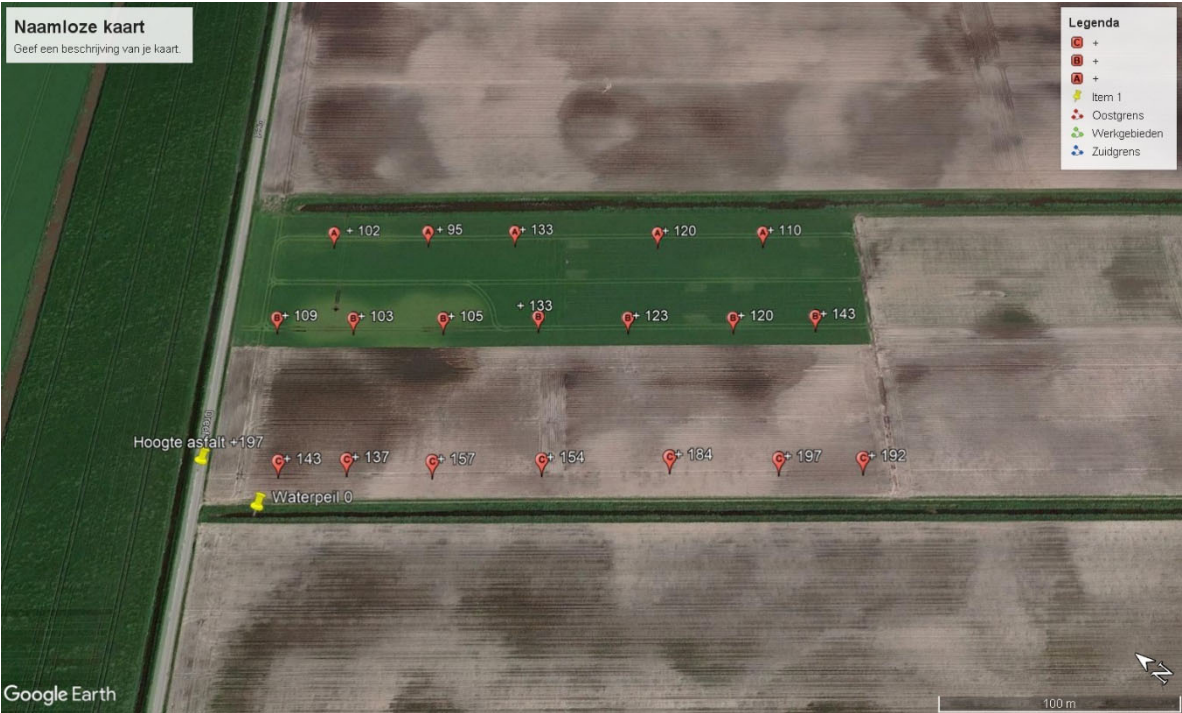
# Bijlage 1 Bodemprofiel





# Bijlage 2 Hoogten in perceel

Het waterpeil is op 0 meter gezet. Daarbij is de hoogte van de weg (+ 1.97m) als vast punt meegenomen.







---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

[www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

Rapport WPR 977



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningens aanpak.

---