



21-3-2024



# ZOETE TOEKOMST

## TEXEL

**Eindrappage**

Definitief Rapport



## **Samenvatting**

In deze eindrapportage worden de resultaten van het project "Zoete Toekomst Texel" gepresenteerd. Samen met LTO Noord en Acacia Institute hebben boeren op Texel in 2020 het initiatief genomen om het eiland op het gebied van zoetwater, zelfvoorzienend te maken. Dit, middels ondergrondse opslag en hergebruik van gezuiverd drainagewater. Het project is ontwikkeld met financiële steun van de volgende partijen: het Waddenfonds, HHNK, provincie Noord-Holland, Gemeente Texel, LTO-Noord Fondsen, de deelnemende agrariërs, TESO, de KRIM en tot slot het Texelfonds. Daarnaast levert TU Delft een in-kind bijdrage binnen het door NWO gesubsidieerde onderzoeksprogramma Agricoast.

Het project is in 2020 gestart met de uitvoering van het vooronderzoek, eind 2022 is bij beide pilotlocaties de installatie opgeleverd. Aan de Hoofdweg is daarna ca 21.000m<sup>3</sup> drainagewater gezuiverd en opgeslagen en is ca 3100m<sup>3</sup> hergebruikt voor het irrigeren van een proefperceel.

Het onderzoeksproject is opgezet langs een viertal onderzoekssporen: WP1-Technische ontwikkeling, WP2-Financiële ontwikkeling, WP3-Zoetwatercoöperaties en WP4-Kennisborging&communicatie.

De ondergrond in Texel is zeer uitdagend voor het ondergronds opslaan van zoetwater. Dit, door de sterk heterogene bodemopbouw en het zeer hoge zoutgehalte van het grondwater. Binnen WP1- Technische ontwikkeling zijn een aantal innovaties gerealiseerd om opslag toch mogelijk te maken: horizontaal gestuurde boringen (HDDW - horizontal directional drilled wells) voor de infiltratie van gezuiverd drainagewater, het weer onttrekken van het opgeslagen water en een zuiveringsinstallatie bestaande uit een zandfilter met actief kool gericht op het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen (GBM). Deze innovaties zijn gecombineerd met een drainagesysteem waarmee zowel water wordt opgevangen als weer hergebruikt.

Binnen het project hebben we kunnen laten zien dat met het systeem ook op Texel ondergrondse opslag en hergebruik mogelijk is: er is sprake van de opbouw van een zoetwaterbel in de diepe ondergrond die geschikt is voor hergebruik. Het opvang- en hergebruikssysteem met behulp van drainage en verzamelleidingen, doet wat het moet doen. Ook de testresultaten van de zuivering laten zien dat alle geanalyseerde GBM verwijderd worden tot onder de detectielimiet. Daarmee voldoet het te infiltreren water voor GBM ruimschoots aan de geldende normen.

Binnen een hergebruikspilot aan de Hoofdweg is ruim 3100m<sup>3</sup> opgeslagen water hergebruikt op een proefperceel van 3ha met pootaardappelen (ca 100mm/ha). Tijdens de irrigatieperiode via sub-irrigatie van ca 6 weken bleef de kwaliteit van het opgepompte water goed. Op basis van de keuringsresultaten van een aantal proefvakken bleek dat de bruto-opbrengst in kg op het proefperceel ruim 22% hoger lag dan die op het referentieperceel. De gewogen meeropbrengst in € over de verschillende maatklassen pootaardappelen bedroeg € 1.550,-/ha (ruim 17%): € 10.450,-/ha opbrengst voor het proefperceel versus € 8.900,- voor het referentieperceel.

Technische uitdagingen vormen: de horizontale boring aan de Postweg is zodanig verstopt geraakt dat een nieuwe boring moet worden gerealiseerd. Opslag is daardoor maar in zeer beperkt mate mogelijk geweest. Daarnaast is ook de zuivering gevoelig gebleken voor verstopping bij calamiteiten.

Binnen WP2 Financiële ontwikkeling is gekeken naar de te verwachten baten van sub-irrigatie binnen de pootaardappelteelt en voor 3 verschillende bouwplannen relevant voor de Texelse context. Dit, gebaseerd op 4 KNMI-klimaatscenario's. Bij deze analyse is niet alleen gekeken naar Texel maar naar de gehele Noord-Nederlandse regio binnen de provincies Noord-Holland,



Friesland en Groningen. Afhankelijk van het klimaatscenario, variëren op Texel voor pootaardappelen de baten naar verwachting tussen de € 2.000,-/ha/jaar tot € 3.225,-/ha/jaar.

Samen met de voor de Texelse context doorgerekende bouwplannen, uitgaande van dezelfde klimaatscenario's en voldoende beschikbaar zoetwater, resulteert dit in het volgende batenoverzicht:

<b>Baten diverse teelten Texel</b>	<b>Baten scenario Laag nat (Ln) in €/ha/jaar</b>	<b>Baten scenario Hoog droog (Hd) in €/ha/jaar</b>
Pootaardappelen	2000	3225
Bouwplan Akkerbouw	1900	2300
Bouwplan Bollenteelt + Akkerbouw	2900	3400
Bouwplan Veeteelt + Akkerbouw	1500	1900

Binnen 3 scenario's is gekeken naar investerings- en onderhoudskosten uitgaande van een systeem van 30 ha, akkerbouw, een horizontale boring en een zuiveringscapaciteit van 30m<sup>3</sup>/uur. Dit resulteert in de volgende totale jaarlijkse kosten per hectare:

<b>Kosten</b>	<b>Laag (€/ha/jaar)</b>	<b>Gemiddeld (€/ha/jaar)</b>	<b>Hoog (€/ha/jaar)</b>
Totale kosten	630	830	1080

Doorontwikkeling en opschaling naar grotere systemen tussen de 50 tot 100 ha zullen naar verwachting resulteren in lagere kosten. Daarnaast is binnen WP2 is ook een verkenning uitgevoerd naar financieringsarrangementen voor agrariërs en mogelijke maatschappelijke baten bij opschaling van ondergrondse opslag. Dit, vooral kijkende naar de rol van waterschappen.

WP3 Zoetwatercoöperaties heeft zich gericht op samenwerking tussen de deelnemers aan de pilots en het leveren van een blauwdruk voor de samenwerkingsvorm ook buiten Texel. Na een verkenningsronde met diverse stakeholders zijn samen met de boeren de criteria voor de waterverdeling vastgesteld en de randvoorwaarden voor de samenwerking. Diverse juridische samenwerkingsvormen zijn de revue gepasseerd waarbij uiteindelijk in gezamenlijk overleg gekozen is voor een coöperatie(ve) vereniging met uitgesloten aansprakelijkheid (U.A) per installatie. Daarvoor zijn een drietal juridische documenten opgesteld die als basis kunnen dienen voor de oprichting van Zoetwatercoöperaties: Statuten, Huishoudelijk Reglement en Ledenovereenkomst.

Binnen WP4 is veel aandacht besteed aan externe communicatie via de website <https://www.zoetetoekomsttexel.nl/>, persberichten, bijeenkomsten, artikelen, social media (ca 4,4 miljoen views) en interviews. Rapporten en presentaties zijn gepubliceerd op de website. Kennisoverdracht m.b.t. de opslagsystemen heeft plaatsgevonden naar de deelnemers waarmee een basis is gelegd voor zelfstandig beheer naar de toekomst. Voor agrariërs en beleidsmedewerkers is een praktische doorvertaling ontwikkeld in de vorm van een video waar het project en de opgedane kennis op een toegankelijke manier worden toegelicht. Daarnaast zijn gesprekken met diverse waterschappen gevoerd rondom initiatieven en lopende projecten in hun beheergebied.



## Colofon

<b>Documenttitel</b>	Zoete Toekomst Texel Eindrapportage
<b>Opdrachtgever</b>	Waddenfonds en anderen
<b>Status</b>	Definitief
<b>Datum</b>	21-3-2024
<b>Projectnummer</b>	201116
<b>Projectteam</b>	Jouke Velstra, Elom Foli, Annemieke van Doorn, Tine te Winkel, Joren Verbist, Hans Merton, Rens de Man (P2), Leonie van der Ent (LTO Noord)
<b>Vrijgegeven door</b>	Jouke Velstra

## Disclaimer

Aan dit rapport kunnen geen rechten worden ontleend. De auteurs zijn niet verantwoordelijk voor eventuele fouten of consequenties. Aanvullingen of verbeteringen zijn welkom via [info@zoetetoekomsttexel.nl](mailto:info@zoetetoekomsttexel.nl)



## Inhoud

Colofon.....	4
Disclaimer.....	4
1 Inleiding.....	1
1.1 Inleiding.....	1
1.2 Leeswijzer.....	1
2 Doel en opzet.....	2
2.1 Inleiding.....	2
2.2 Doel en ambitie.....	2
3 WP 1 Technische Ontwikkeling.....	4
3.1 Introductie.....	4
3.2 Ontwerp en aanleg systemen.....	5
3.3 Vergunning infiltreren en onttrekken.....	10
3.4 Ontwerp en aanleg zuivering.....	12
3.5 Opslag.....	20
3.6 Hergebruik Pilot Hoofdweg.....	39
3.7 Evaluatie resultaten WP1 Technische ontwikkeling.....	46
4 WP 2 Financiële ontwikkeling.....	48
4.1 Introductie baten.....	48
4.2 Droogte - KNMI scenario's.....	48
4.3 Baten pootgoedaardappels.....	50
4.4 Kosten ondergrondse opslag.....	57
4.5 Financieringsarrangementen.....	63
4.6 Maatschappelijke baten: waterkwaliteit, - regulatie en waterschappen.....	68
4.7 Evaluatie resultaten WP 2 Financiële ontwikkeling.....	70
5 WP3 Zoetwatercoöperaties.....	72
5.1 Introductie.....	72
5.2 De opgave.....	72
5.3 De aanpak.....	72
5.4 De resultaten.....	73
5.5 Evaluatie resultaten WP 3 Zoetwatercoöperaties.....	79
6 WP4 Kennisborging en communicatie.....	80
6.1 Introductie.....	80
6.2 Persbericht en Media response.....	80



6.3	Slotbijeenkomst.....	81
6.4	Projectgroepoverleg en agrarische avonden.....	82
6.5	Kennisborging en kennisdeling vanaf 2020 .....	82
6.6	Evaluatie resultaten WP 4 Kennisborging & communicatie.....	85
6.7	Aanbevelingen vervolgfase.....	85
	Bibliografie .....	86

#### Annexes

<a href="#">Akkerbouw:</a> .....	90
<a href="#">Bollen en Akkerbouw:</a> .....	91
<a href="#">Veeteelt en akkerbouw:</a> .....	91



# 1 Inleiding

## 1.1 Inleiding

Onder de boeren op Texel leeft al jaren de wens om het eiland zelfvoorzienend te maken op het gebied van zoet water. Texel is voor de zoetwatervoorziening volledig afhankelijk van regenwater en van het drinkwaterleidingnetwerk vanaf het vaste land. Ook geldt een permanent en algeheel onttrekkingsverbod op het eiland. Om de gewassen op de gewenste momenten voldoende water te kunnen geven, ook tijdens de vele droge periodes die er nog aan komen, willen de boeren op Texel zelf een zoetwatervoorraad opbouwen. Samen met LTO Noord en Acacia Institute hebben zij het initiatief genomen en het project 'Zoete Toekomst Texel' ontwikkeld.

Het project is mogelijk gemaakt door financiële bijdragen van een groot aantal partijen: Waddenfonds, HHNK, Provincie Noord-Holland, Gemeente Texel, LTO-Noord Fondsen, de deelnemende agrariërs, TESO, KRIM en tot slot het Texelfonds. Daarnaast levert TU Delft een in-kind bijdrage aan het onderzoek binnen het door NWO gesubsidieerde onderzoeksprogramma Agricoast.

Het project is in 2020 gestart met de uitvoering van het vooronderzoek, eind 2022 zijn de installaties voor de ondergrondse opslag van gezuiverd drainagewater opgeleverd waarna daadwerkelijk water is opgeslagen en hergebruikt tijdens een pilot in 2023. Eind 2023 is het project beëindigd. Op dit moment worden de voorbereidingen getroffen voor een vervolgfase.

## 1.2 Leeswijzer

Dit eindrapport over de periode tussen 2020 en 2023 presenteert een samenvatting van de bereikte resultaten binnen de 4 werkpakketten zoals vastgelegd in het projectplan:

1. Technische ontwikkeling;
2. Financiële ontwikkeling;
3. Zoetwatercoöperaties;
4. Kennisborging en communicatie.

Binnen het werkpakket Technische Ontwikkeling wordt ook aandacht besteed aan de tussentijds bereikte resultaten binnen het Agricoast-programma voor zowel de horizontale boring (HDDW- Horizontal Directional Drilled Wells) als de zuiveringsinstallatie. Het Agricoastprogramma wordt uitgevoerd door de TU Delft in samenwerking met de WUR en Acacia Water en loopt door tijdens de vervolgfase van Zoete Toekomst Texel.

Voor meer detailinformatie over de werkzaamheden en resultaten van de verschillende werkpakketten wordt verwezen naar de voorgangsrapportages voor jaar 1, jaar 2 en jaar 3 welke zijn gepubliceerd op <https://www.zoetetoekomsttexel.nl/resultaten> .



## 2 Doel en opzet

### 2.1 Inleiding

Het eiland Texel behoort tot de Provincie Noord-Holland en is het grootste en meest zuidelijk gelegen Waddeneiland. Het eiland heeft een populatie van circa 13.000 inwoners en een totaal oppervlak van ongeveer 460 km<sup>2</sup>. Aan de westkant van het eiland zijn de duinenrijen gelegen, die in het noorden onderbroken worden door een periodieke overstroomde kweldervallei 'de Slufter'. Aan de kant van de Waddenzee liggen de poldergebieden met de belangrijkste polders, Prins Hendrikpolder, Gemeenschappelijke polders, Waal en Burgpolder, het Noordenpolder en de Eijerlandpolder. De duinen hebben een hoogte tussen de 3 m en 25 m t.o.v. NAP. De polders hebben een maaiveld van - 1 m tot 0.60 m t.o.v. NAP met uitzondering van De Hooge Berg met hoogtes van 3 m tot 15 m t.o.v. NAP. Het landgebruik in de polders is overwegend akkerbouw, bollenteelt en agrarisch gras (voor veeteelt). In de buurt van deze polders zijn tevens enkele natuurreservaten aanwezig, welke ingeklemd liggen tussen de landbouwgronden.

Texel is Nederland in het klein. Voor wat betreft gebiedstype met duinen en polders, maar ook qua landbouw. Landbouw in Nederland is goed voor ruim 80 - 100 miljard euro export van landbouwproducten van bloembollen tot aardappelen en melkproducten. Bloembollen, akkerbouw en veeteelt zijn ook de landbouwbedrijven die op Texel aanwezig zijn en is daarmee representatief voor de Waddenregio en het landelijke landgebruik.

### 2.2 Doel en ambitie

De primaire ambitie van het project Zoete Toekomst is om bij te dragen aan het volledig zelfvoorzienend maken van Texel op het gebied van zoetwater voor de landbouw. Het creëren van een zoetwaterbuffer vormt ook een eerste stap in het tegengaan van verzilting. De ambitie is om tot agrarische opbrengsten te komen die op het vaste land 'normaal' zijn door aanvoer van water uit het IJsselmeer.

Met dit initiatief, waarvan het project Zoete Toekomst de start is, wil Texel als voorbeeld dienen voor de Waddenregio maar ook internationaal op het gebied van duurzaam omgaan met water dat beschikbaar is. Voor de betrokken overheden dient het project op Texel als voorbeeld voor de benodigde ontwikkelingen op het Nederlandse vaste land. In onze ogen vormt het project een onmisbare schakel voor implementatie van zoetwatermaatregelen op grote schaal in de Nederlandse kustregio.

Om deze ambitie te kunnen realiseren, zijn binnen het project de volgende subdoelstellingen gedefinieerd:

- Het op tenminste 2 locaties realiseren van ondergrondse opslagsystemen voor volledige zelfvoorziening van zoetwater;
- Doorontwikkeling naar het opschalen naar grotere systemen van minimaal 50 hectare;
- Doorontwikkeling tot systemen die zowel technisch als economisch haalbaar zijn;
- Zicht krijgen op de financierbaarheid van de systemen en ontwikkeling van financieringsarrangementen;





- Komen tot beheerorganisaties/coöperaties van agrariërs voor het beheer van de installaties en zoetwatervoorraden;
- Kennisdeling en -borging richting geïnteresseerde agrariërs, overheden en de watersector.

### 2.2.1 Doelstellingen onderzoekssporen

Het project bestaat uit een viertal onderzoekssporen die zijn gericht op het bereiken van de volgende concrete resultaten:

#### 1. Technische ontwikkeling van zelfvoorziening zoetwater

- Zelfvoorziening zoet water met behulp van ondergrondse opslag: realiseren van en kennisontwikkeling over opvangen, ondergrondse opslag en sub-irrigatie op minimaal 50 ha en maximaal 100ha, om de beschikbaarheid van zoetwater door het teeltseizoen te vergroten, de afhankelijkheid van aanvoer van zoet water te verkleinen en de productieomstandigheden te verbeteren;
- Sub-irrigatie: zuinig en slim hergebruik van zoetwater op ca. 50 tot 100 ha voor gewassen;
- Energieneutraal: zelfvoorzienende systemen ook m.b.t. energievoorziening;

#### 2. Financiële ontwikkeling van zelfvoorziening

- Kosten- en batenbepaling voor een geoptimaliseerd systeemontwerp: het ontwikkelen van een optimaal systeemontwerp op basis van baten en watervraag wat leidt tot kostenreductie;
- Batenbepaling: gekeken wordt naar zowel directe als indirecte baten;
- Financieringsarrangementen: op welke wijze kunnen opslagsystemen worden gefinancierd;

#### 3. Ontwikkeling van watercoöperaties van zoetwatervoorraden

- Blauwdruk voor en het realiseren van coöperaties zoetwatervoorraden, waarbij de agrariërs samen eigenaar zijn van de installaties, de watervoorraad en samen ook het beheer uitvoeren. Dit omdat grotere systemen voor ondergrondse opslag efficiënter, effectiever en goedkoper zijn;

#### 4. Kennisborging

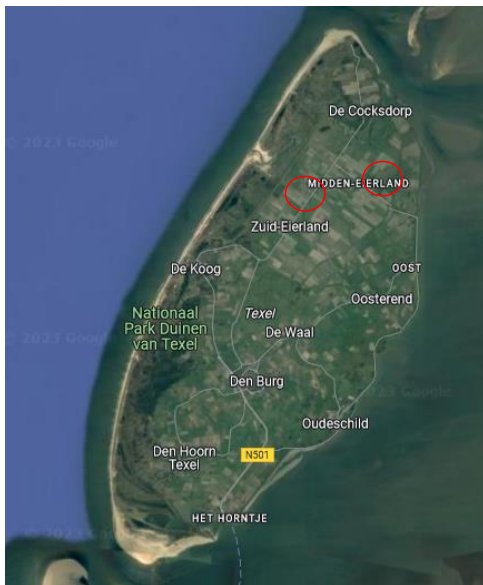
- Kennisdelen met het Deltaprogramma Zoetwater om regionaal en nationaal verbinding te leggen met andere projecten binnen het Deltaprogramma;
- Kennisdelen en kennis borgen met de agrariërs op Texel en de Waddenregio;
- Verbinding met het project Zoet op Zout op technisch en economisch vlak en kennisborging en kennisdeling.



# 3 WP 1 Technische Ontwikkeling

## 3.1 Introductie

In de ontwerpfase (2020 – 2021) zijn de volgende vier belangrijke randvoorwaarden voor het project uitgewerkt: I) vooronderzoek naar de geohydrologische omstandigheden, II) kosten en baten, III) waterbeschikbaarheid, en IV) het aankoppelen van meerdere percelen. Op basis van deze randvoorwaarden zijn twee pilotlocaties geselecteerd in Polder Eijerland. Deze locaties zijn gelegen aan de Hoofdweg 106 en de Postweg 129 in de Cocksdoorp.



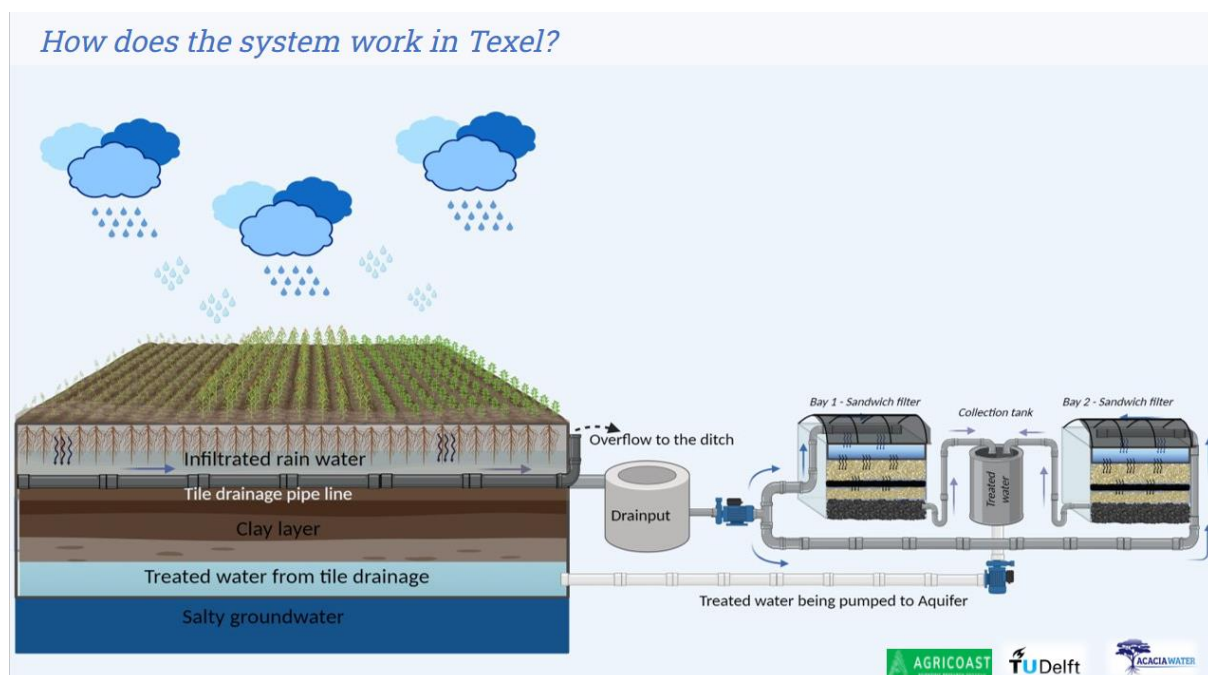
Figuur 1. Pilotlocaties Hoofdweg en Postweg polder Eijerland



Na de locatiebepaling is het technische ontwerp uitgewerkt en is in de zomer van 2021 gestart met de aanleg van de verschillende onderdelen van het systeem welke eind 2022 is afgerond. Het systeem bestaat uit de volgende vier hoofdonderdelen:

1. Het ondergrondse opslagsysteem middels horizontale boringen HDDWs;
2. Het opvangsysteem en hergebruiksysteem m.b.v. de drainage en verzamelleidingen;
3. Het zuiveren van het drainagewater m.b.v. een actief kool- en zandfilter;
4. De besturing van het hele systeem (opvangen – zuiveren - infiltreren - hergebruiken) binnen een meet- en regelunit.

Onderstaand wordt een schematische weergave van het systeem gepresenteerd.



Figuur 2. Schematische weergave systeem ondergrondse opslag (bron: Anik Dutta – TU Delft)

## 3.2 Ontwerp en aanleg systemen

Aan de Hoofdweg en Postweg is de aanleg van het opvang- en opslagsysteem stapsgewijs uitgevoerd. Dit om ervaring op te bouwen met de aanleg zodat indien nodig ontwerp en aanlegmethode aangepast konden worden.

### Hoofdweg

#### Aanleg HDDW

Aan de Hoofdweg zijn 2 horizontale gestuurde boringen aangelegd:

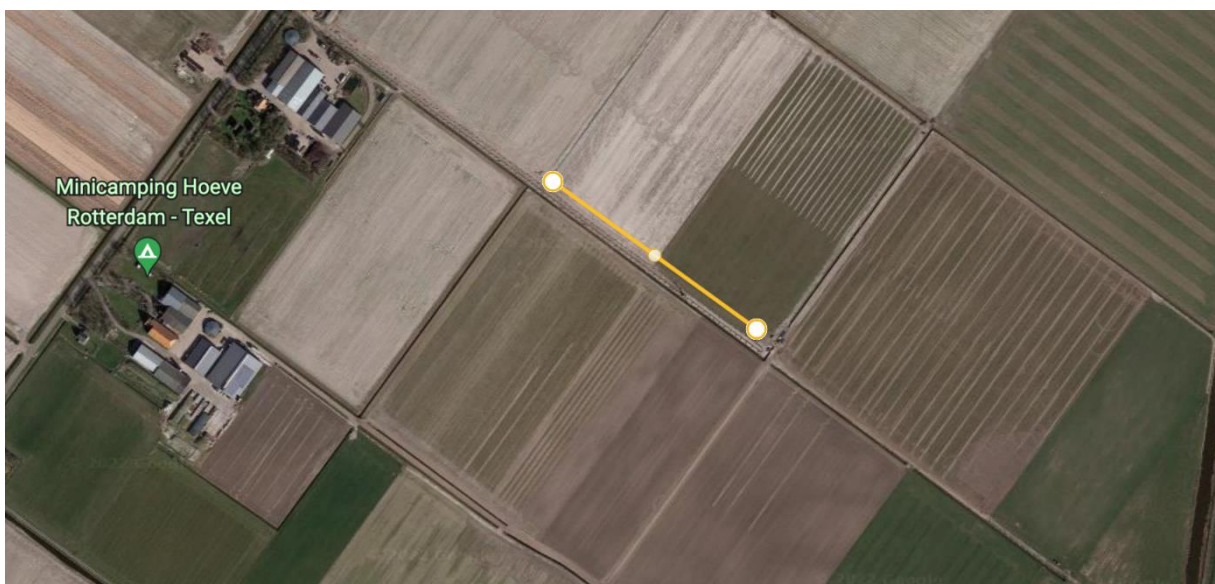
- Een oostelijke HDDW (nr 1), diameter 100mm en een lengte van 204m;
- Een westelijke HDDW (nr 2), diameter 160mm en een lengte van 280m;
- Beide HDDWs liggen op een diepte van ca. 13,5 m-NAP.



Tijdens het eerste infiltratiesizoen (december 2022 tot mei 2023) is de westelijke HDDW van 280m lengte ingezet voor opslag. In verband met noodzakelijke aanpassingen is de inzet van HDDW 1 voor opslag gestart in oktober 2023 tijdens het 2<sup>e</sup> infiltratiesizoen 2023-2024.



Figuur 3. Oostelijke HDDW 1 Hoofdweg



Figuur 4 . Westelijke HDDW 2 Hoofdweg

### *Drainage en verzamelleiding (samengestelde drainage)*

In overleg met de betrokken agrariërs zijn de drainagesystemen aangepast en aangesloten op verzamelleidingen. Deels zijn de systemen bestaand en deels nieuw aangelegd. Er zijn drie afzonderlijke zogenaamde peilvakken gerealiseerd: per peilvak kunnen de kwaliteit, hoeveelheden opgevangen drainagewater en hergebruikt water worden gemonitord en gestuurd. Daarmee is de





infrastructuur aanwezig voor de toekomstige waterverdeling tussen de twee deelnemers aan de Hoofdweg.



Figuur 5. Peilvakken Hoofdweg (gele vakken) met drainagerichting (gele pijlen)

### Meet- en regelunit

Een meet- en regelunit is geïnstalleerd waarmee het gehele systeem (opvangen, opslag en hergebruik) kan worden aangestuurd en online gemonitord. Onderstaand een impressie.



Figuur 6. Meet- en regelunit Hoofdweg



## Postweg

### Aanleg HDDW

Aan de Postweg is een HDDW van 283m lengte gerealiseerd met een diameter van 225mm. De eerste boring is mislukt doordat de drain is gescheurd waarna voor het ontwerp, na de eerdere aanpassingen aan de Hoofdweg, een derde aanpassing is gemaakt.



Figuur 7. HDDW Postweg en meet- en regelunit





Zowel aan de Postweg als de Hoofdweg is gebleken dat het horizontaal boren over dergelijke grote afstanden hoge eisen stelt aan de treksterkte van de (filter)buizen en koppelingen waar de drain uit wordt samengesteld. Dit omdat de drain over een grote lengte door de mantelbuis moet worden getrokken. Dit heeft aan de Postweg geresulteerd in een herzien ontwerp met geperforeerde 225mm buitenbuisen. Daarmee is het geheel veel sterker en kan over een grote lengte een drain door de mantelbuis worden heengetrokken.

### *Drainage en verzamelleiding*

In overleg met de betrokken agrariërs is ook hier het drainagesysteem aangepast en aangesloten op verzamelleidingen. Daarmee zijn aan de Postweg in totaal 6 afzonderlijke zgn. peilvakken gerealiseerd waarmee de opvang van drainagewater goed gemonitord kan worden en ook de waterverdeling van het opgeslagen water.



Figuur 8. Peilvakken Postweg (gele vakken) met drainagerichting (gele pijlen)

### Overige installatieonderdelen

De zuiveringsinstallatie en de meet- en regelunit zijn gedurende projectjaar 3 aangelegd in de periode tussen december 2022 tot januari 2023.

### 3.2.1 Lessons learned aanleg systemen

Samengevat kunnen de volgende lessons learned worden getrokken:

#### Opvangsysteem

1. Indien haalbaar verdient het aanbeveling een nieuw drainagesysteem aan te leggen zodat zekerheid verkregen wordt over de o.a. de hoogteligging van de drainage en



verzamelleidingen. Dit gezien de afstand waarover het drainagewater moet worden verplaatst. Aan de Hoofdweg is dit bijvoorbeeld maximaal 600m;

2. Indien een bestaand systeem wordt gecombineerd met een nieuwe uitbreiding, verdient het aanbeveling ook op het bestaande systeem een hoogtemeting uit te voeren. Gegevens over het bestaande systeem zijn vaak onvolledig, ter plaatse van de Hoofdweg voert 1 van de verzamelleidingen minder water af dan was voorzien;
3. Overstorten naar de sloot en (ondiepe) verzamelleidingen zijn gevoelig voor beschadigingen door maaiwerkzaamheden en hoge asbelastingen tijdens oogstwerkzaamheden. Daardoor is er zowel aan de Hoofdweg als de Postweg diverse malen slootwater in het systeem gekomen. Met name de overstorten dienen beter beschermd te worden en beter zichtbaar te worden gemaakt.

### 3.3 Vergunning infiltreren en onttrekken

Voor het infiltreren en onttrekken van water op Texel is een watervergunning nodig die afgegeven moest worden door Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) als bevoegd gezag.

Gedurende het voortraject is met HHNK overeengekomen samen te werken op basis van een zogenaamde gedoogbeschikking. Op basis van de concept-gedoogbeschikking en overleg met HHNK is een monitoringsplan opgesteld en beoordeeld door HHNK. Na een veldbezoek aan de locaties medio december is door HHNK begin januari 2023 de finale gedoogbeschikking afgegeven.

Binnen deze beschikking lag de nadruk op onderzoek en kennisopbouw om tijdens de vervolgfase te kunnen komen tot een doelmatige vergunning met passende eisen. Gegeven het feit dat per 1 januari 2024 de Omgevingswet in werking is getreden, zal overleg met HHNK plaats moeten vinden hoe de vervolgfase (Omgevings)vergunningstechnisch ingericht zal gaan worden.

Het monitoringsplan had als doel: het volgen van de debieten en waterkwaliteit op GBM van het te infiltreren en te onttrekken water en stijghoogtes in het watervoerende pakket. In meer detail:

1. De werking en efficiëntie van de zuivering voor wat betreft de verwijdering van GBM;
2. De kwaliteit van het influent (drainagewater) en effluent van de zuivering;
3. Kwaliteit en kwantiteit van het middels de HDDWs onttrokken grondwater dat hergebruikt wordt als sub-irrigatiewater;
4. De vorming van een zoetwaterbel in het diepe watervoerende pakket;
5. De stijghoogten in het diepe watervoerende pakket en het freatisch grondwater tijdens infiltratie en onttrekking.





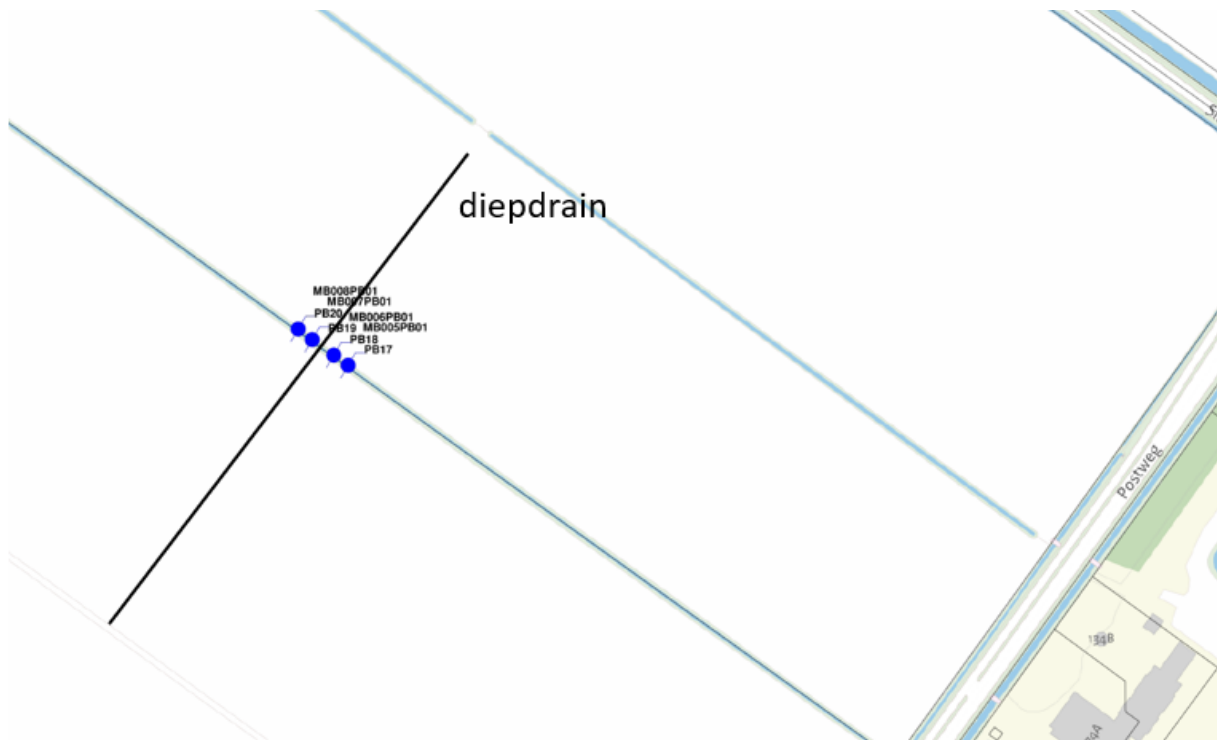
Om het rendement van de zuivering voor de verwijdering van GBM te kunnen bepalen heeft uitgebreid vooronderzoek plaatsgevonden naar de door de deelnemende agrariërs toepaste GBM en de werkzame stoffen binnen die middelen. Dit, met de volgende resultaten:

- Het aantal in kaart gebrachte werkzame stoffen in de toegepaste middelen, bedroeg 64;
- Van de 64 werkzame stoffen is uiteindelijk een lijst van 51 stoffen samengesteld welke enerzijds gemeten kunnen worden en anderzijds qua stofgedrag als representatief kunnen worden beschouwd voor de totale groep van 64 werkzame stoffen.

Voor het monitoren van de stijghoogtes en de zoutgehalten (EC-waarden) in het watervoerende pakket, zijn langs de HDDWs monitoringspeilbuizen aangebracht tussen ca 13 m-mv en 18 m-mv. Daarnaast zijn ook ondiepe peilbuizen aangebracht om verandering in de ondiepe freatische grondwaterstanden te kunnen monitoren. Een overzicht van de ligging van de peilbuizen voor beide locaties is gegeven in figuur 9 (Hoofdweg) en figuur 10 (Postweg).



Figuur 9. Ligging van de monitoringspeilbuizen langs beide HDDWs op locatie Hoofdweg



Figuur 10. Ligging van de monitoringspeilbuizen langs de HDDW op locatie Postweg.

### 3.4 Ontwerp en aanleg zuivering

Voor het maximaal te zuiveren debiet is uitgegaan van een neerslagoverschot van 300m in een periode van 4 maanden. Daarmee komt de belasting van de zuivering op gemiddeld 2,5 mm/dag. Met in totaal 30 ha aangesloten perceeloppervlak, levert dit een zuiveringsdebiet op van ca. 30m<sup>3</sup>/uur. In de aangesloten percelen met drainage op 0,8m-mv is sprake van veel bergingscapaciteit. Daarom is de zuivering niet ontworpen op piekbuien met een veel grotere neerslagintensiteit.

Het zuiveringsconcept bestaat uit de volgende stappen in een combinatie van biodegradatie en adsorptie:

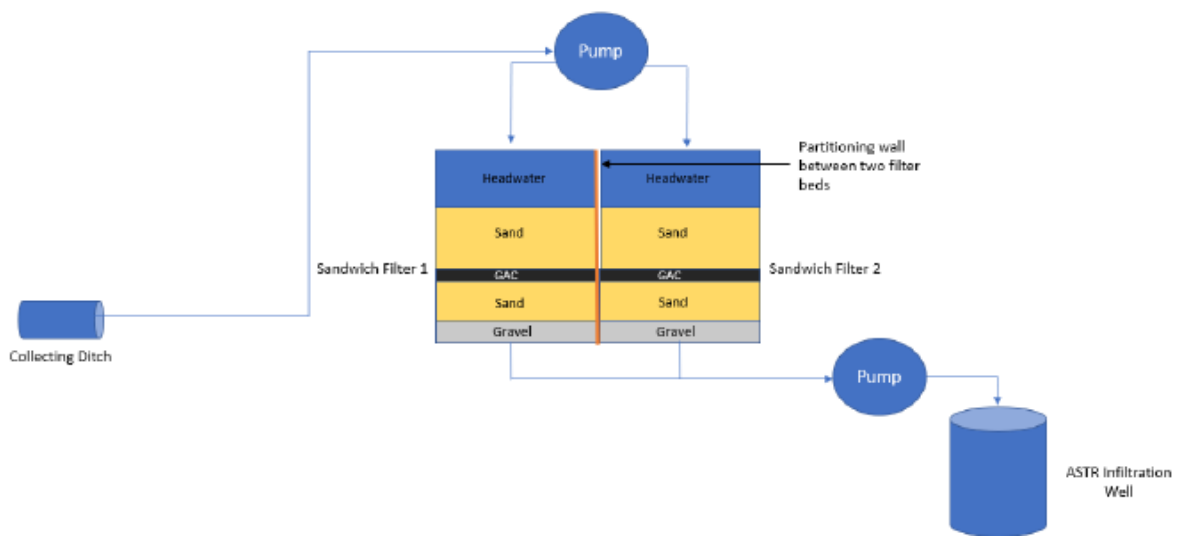
1. Stap 1 beluchting: oxidatie van gereduceerde componenten en bezinking van oxiden en geadsorbeerde stoffen in het draineffluent;
2. Stap 2 zandfiltratie: filtratie van fijne deeltjes en adsorptie/biodegradatie van GBM;
3. Stap 3 biologisch actief koolfilter: verdere adsorptie en biodegradatie van GBM. Diverse onderzoeken hebben aangetoond dat een biologisch actief koolfilter geschikt is om over langere tijd GBM te verwijderen tot beneden de geldende grenswaarden voor infiltratie (0,1 µg/l voor individuele stoffen en 0,5 µg/l totaal aan gemeten stoffen);
4. Stap 4 zandfilter: na-filtratie van het gezuiverde water ter voorbereiding op infiltratie in de ondergrond.

Uitgaande van een perceelafvoer van ca 2,5 mm/dag, worden in de zuivering de volgende verblijftijden gehaald:



- >96 minuten in het zandfilter;
- >20-24 minuten in het actief koolfilter. Een minimale verblijftijd van 20 minuten is noodzakelijk voor goede zuivering, het filter is ontworpen op een verblijftijd van 24 minuten (+20%).

Bij een hogere belasting dan 2,5 mm/dag kan het overtollige water in het perceel gebufferd worden en daarnaast eventueel ook direct geloosd worden op de omringende sloten. Dit is ook het geval bij te hoge EC-waarde van het drainwater. Onderstaand is de zuiveringseenheid schematisch weergegeven:



Figuur 11. Schematisch overzicht hoofdcomponenten van de GBM zuiveringsinstallatie.

Per locatie bestaat de zogenaamde Slow Sand Filter (SSF) zuiveringseenheid uit een tweetal parallel geschakelde betonnen bakken bekleed met waterdichte folie en gevuld met het filterbed. Het filterbed is opgebouwd uit een tweetal zandlagen met daartussen een laag actief kool. Onttrekking van gezuiverd grondwater vindt plaats middels een drietal drains aangebracht op de bodem van de bak.

Dit zogenaamde SSF heeft geen permanent toezicht nodig, is niet complex om te installeren en in gebruik te stellen. Naar verwachting zal dit systeem minimaal 4-5 jaar of langer zonder ingrepen goed kunnen functioneren. De bovenkant van de bovenste zandlaag moet periodiek ca 2-3 cm afgeschaapt worden om verstopping door algenvorming/bio-activiteit te voorkomen.



Figuur 12. Betonwanden zuivering



Figuur 13. Leidingwerk zuivering



Figuur 14. Aanleg zuivering Hoofdweg afgerond

Op bovenstaande foto zijn de slangen zichtbaar waarmee het opgevangen drainagewater van bovenaf in de zuivering gebracht wordt en belucht. Tevens is in zowel de bovenste zandlaag als onderste zandlaag een bemonsteringspunt aangebracht zodat de werking van de zuivering gevolgd kan worden. Daarnaast wordt de kwaliteit van het instromende drainagewater (influent) en gezuiverde water (effluent) gemonitord.



Figuur 15. Aanleg zuivering Postweg afgerond

### 3.4.1 Resultaten zuivering op GBM Hoofdweg en Postweg

Op beide locaties is een identieke zuivering voor 30m<sup>3</sup>/uur gerealiseerd. In lijn met de gedoogbeschikking is medio december 2022 de nulsituatie vastgelegd van de kwaliteit (51 stoffen) van het drainagewater (influent van de zuivering) en het diepe grondwater. Het diepe grondwater is bemonsterd in de HDDW om een zo representatief mogelijk monster te verkrijgen.

Tabel 1 Resultaten 0-situatie (µg/l) GBM Hoofdweg 9 december 2022

Locatie Hoofdweg	BAM	Glyfosaat	Fluopicolide	Bentazon
<b>Drainagewater</b>	2,1	0,02	0,07	0,04
<b>Grondwater</b>	<0,07	< 0,01	<0,01	< 0,01

Aan de Hoofdweg worden in het drainagewater van de 51 geanalyseerde stoffen, in totaal 4 stoffen aangetroffen in concentraties boven de detectiegrens maar beneden de grenswaarde van 0,1 µg/l. Alle overige stoffen worden in zowel het drainagewater als het grondwater niet aangetroffen in concentraties boven de detectiegrens.

Tabel 2 Resultaten 0-situatie (µg/l) GBM Postweg 9 december 2022

Locatie Postweg	BAM	Glyfosaat	Fluopicolide	Bentazon	Prothioconaz	Metobromuron
<b>Drainagewater</b>	2,0	0,02	0,15	0,01	<0,05	< 0,01
<b>Grondwater</b>	<0,07	0,21	0,02	0,01	1,1	0,02

Aan de Postweg worden in het drainagewater BAM en fluopicolide aangetroffen in concentraties boven de 0,1 µg/l. De concentratie glyfosaat en bentazon ligt net boven de detectiegrens, alle overige geanalyseerde stoffen worden niet aangetroffen.

Verrassend is dat er in het monster uit de HDDW aan de Postweg meerdere GBM worden aangetroffen terwijl er op het moment van bemonsteren nog geen infiltratie had plaatsgevonden. Verificatie van de analyseresultaten bij Eurofins leverde geen sluitende verklaring voor deze resultaten. Het monster is genomen uit het uiteinde van de HDDW aan maaiveld omdat op dat



moment het onttrekken en schoonspoelen van de HDDW niet mogelijk was. Mogelijk is tijdens de aanleg contaminatie opgetreden van het uiteinde van de HDDW door werkwater en/of drainagewater.

### Monitoringsronden Hoofdweg en Postweg

In totaal zijn er aan de Hoofdweg 7 monitoringsronden op GBM uitgevoerd op het influent en effluent van de zuivering.

Onderstaand worden de analyseresultaten van alle GBM die in concentraties boven de detectiegrens zijn aangetroffen danwel toetsingswaarde weergegeven:

Tabel 3. Resultaten analyseresultaten GBM zuivering Hoofdweg

Hoofdweg	1e Monitoringsronde		2e Monitoringsronde		3e Monitoringsronde		4e Monitoringsronde		5e Monitoringsronde		6e Monitoringsronde		7e Monitoringsronde	
	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent
	28-12-2022	28-12-2022	11-1-2023	11-1-2023	25-1-2023	25-1-2023	8-2-2023	8-2-2023	21-3-2023	21-3-2023	24-10-2023	24-10-2023	23-12-2023	23-12-2023
BAM	< 0.07	< 0.07	<b>0.37</b>	< 0.07	<b>2.9</b>	< 0.07	<b>3.3</b>	< 0.07	<b>1.3</b>	< 0.07	<b>3</b>	< 0.07	<b>1.8</b>	< 0.07
bentazon	<b>0.01</b>	< 0.01	<b>0.02</b>	< 0.01	<b>0.05</b>	< 0.01	<b>0.06</b>	< 0.01	<b>0.05</b>	< 0.01	<b>0.03</b>	< 0.01	<b>0.04</b>	< 0.01
fluopicolide	< 0.01	< 0.01	<b>0.06</b>	< 0.01	<b>0.07</b>	< 0.01	<b>0.06</b>	< 0.01	<b>0.06</b>	< 0.01	<b>0.15</b>	< 0.01	<b>0.31</b>	< 0.01
metribuzin	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<b>0.37</b>	< 0.05	<b>0.09</b>	< 0.05
phtalimide	< 0.05	<b>0.17</b>	<b>0.05</b>	< 0.05	<b>0.05</b>	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Glyfosaat	< 0.01	< 0.01	<b>0.05</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	<b>0.02</b>	< 0.01

Samengevat:

- Met uitzondering van 1 stof (phtalimide) gedurende 1 monitoringsronde, worden in het effluent van de zuivering, in geen van de ronden GBM aangetroffen in concentraties boven de detectiegrens welke varieert tussen de 0,01 ug/l en 0,07 ug/l;
- Tijdens de 1e monitoringsronde is in het influent phtalimide niet aangetroffen maar wel in het effluent, wat niet logisch is. Eurofins heeft hier geen sluitende verklaring voor kunnen geven (er is geen sprake geweest van monsterverwisseling/rapportagefout). In de overige ronden is in het influent phtalimide aangetroffen precies op of onder de detectiegrens. Verder is in geen van de effluentmonsters phtalimide meer aangetroffen in concentraties boven de detectiegrens.

Aan de Postweg is door diverse opstartissues (o.a. verstopping filters, verstopping HDDW) de installatie alleen kortdurend getest zonder een stabiele toestroom naar de zuivering bereikt te hebben. Uiteindelijk is het eind maart mogelijk en zinvol geweest te bemonsteren en te analyseren. Onderstaand worden de analyseresultaten van alle stoffen die in de monitoringsronde van 28 maart 2023 in concentraties boven de detectiegrens zijn aangetroffen in een tabel weergegeven:

Tabel 4. Resultaten analyseresultaten GBM zuivering Postweg

Postweg	Monitoringsronde 28-3-2023	
	Influent ug/l	Effluent ug/l
BAM	1.5	< 0.07
bentazon	0.06	< 0.01
BIT	< 0.02	0.03
fluopicolide	0.17	< 0.01
phtalimide	< 0.05	0.1





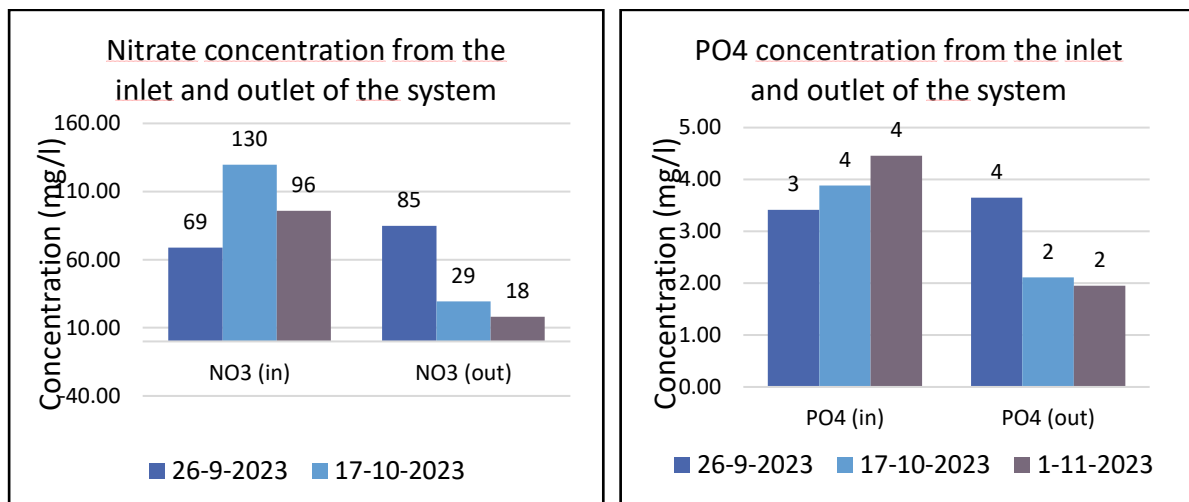
Samengevat:

- In het influent worden 3 stoffen aangetroffen in concentraties boven de detectiegrens, 1 stof boven de grenswaarde van 0,1 µg/l (BAM)
- In het effluent wordt phtalimide aangetroffen gelijk aan de grenswaarde van 0,1 µg/l maar niet in het influent wat niet logisch is. Ook hier heeft Eurofins hier geen sluitende verklaring voor kunnen geven (er is geen sprake geweest van monsterverwisseling/rapportagefout).

Geconcludeerd kan worden dat de zuivering uitstekend werkt voor het verwijderen van GBM: alle 51 geanalyseerde stoffen worden tot rond of beneden de geldende detectiegrenzen voor die stoffen verwijderd. Daarmee wordt dus ruimschoots voldaan aan de grenswaarden zoals gehanteerd in de gedoogbeschikking.

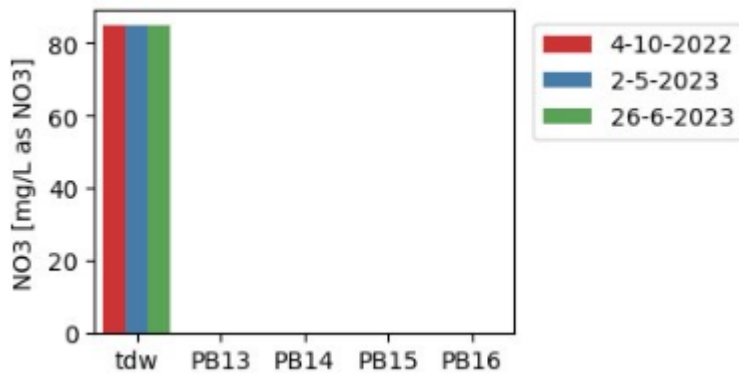
### 3.4.2 Resultaten zuivering op overige stoffen - Hoofdweg

Naast GBM worden in samenwerking met TU Delft ook monitoringsronden uitgevoerd op een groot aantal macroparameters waaronder nitraat en fosfaat in zowel het influent als het effluent. Dit, om te monitoren in hoeverre afbraak van nutriënten plaatsvindt in de zuivering door bio-activiteit in met name de bovenste zandlaag. Onderstaand worden de resultaten de resultaten weergegeven voor nitraat en fosfaat.



Figuur 16. Resultaten nitraat en fosfaat (bron: Anik Dutta - TU Delft)

Het rendement van de zuivering voor verwijdering van nitraat bedraagt ca. 80% en voor fosfaat ca 50%. Zonder een aanvullende voorzuiveringsstap wordt dus in het SSF al een belangrijk deel van deze nutriënten verwijderd. Het resterende nitraat in het effluent van de zuivering wordt in de zuurstofloze watervoerende laag volledig gereduceerd: in grondwatermonsters genomen uit de monitoringspeilbuizen 13 t/m 16 in het diepe watervoerende pakket wordt nitraat (NO3) niet meer aangetroffen. Dit geldt zowel voordat de infiltratie gestart werd (4-10-2022), aan het einde van de infiltratieperiode (2-5-2023) als tijdens de hergebruiksperiode (26-6-2023).

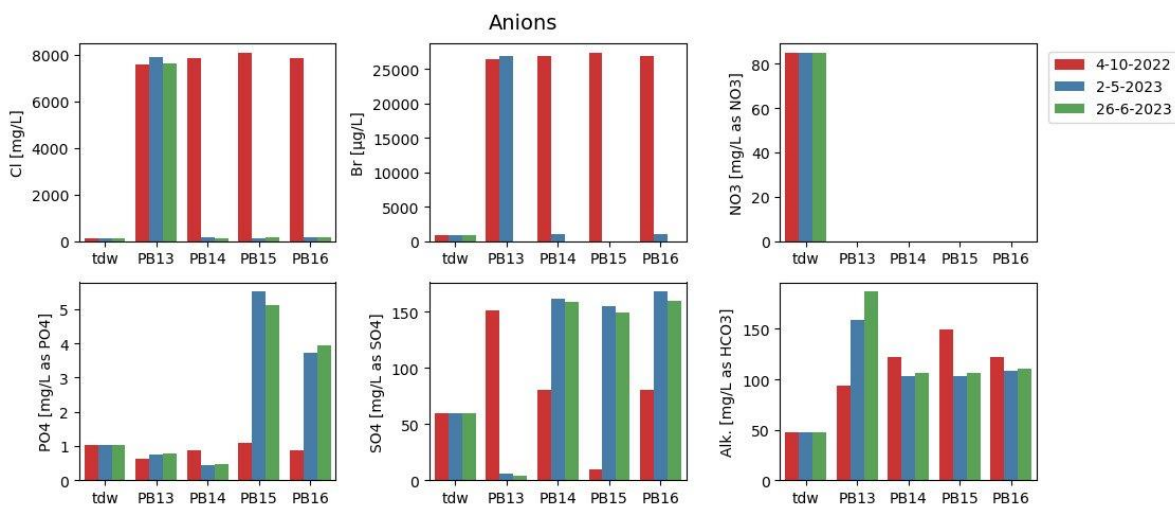


Figuur 17. Reductie nitraat in de ondergrond (Bron: Simon Kreipl – TU Delft)

Voor de vervolgfase van het project wordt het onderzoek naar de bodemgeochemische processen verder uitgebreid naar onderwerpen als:

- Anionen en kationen aanwezig in het drainagewater en het grondwater in de watervoerende laag;
- De uitwisselingsprocessen tussen beiden (reductie, oxidatie, ionen-uitwisseling).

Onderstaand worden de analysesresultaten gedeeld voor een aantal anionen.



Figuur 18. Analysesresultaten anionen (Bron: Simon Kreipl – TU Delft, tdw = tile drainage water)

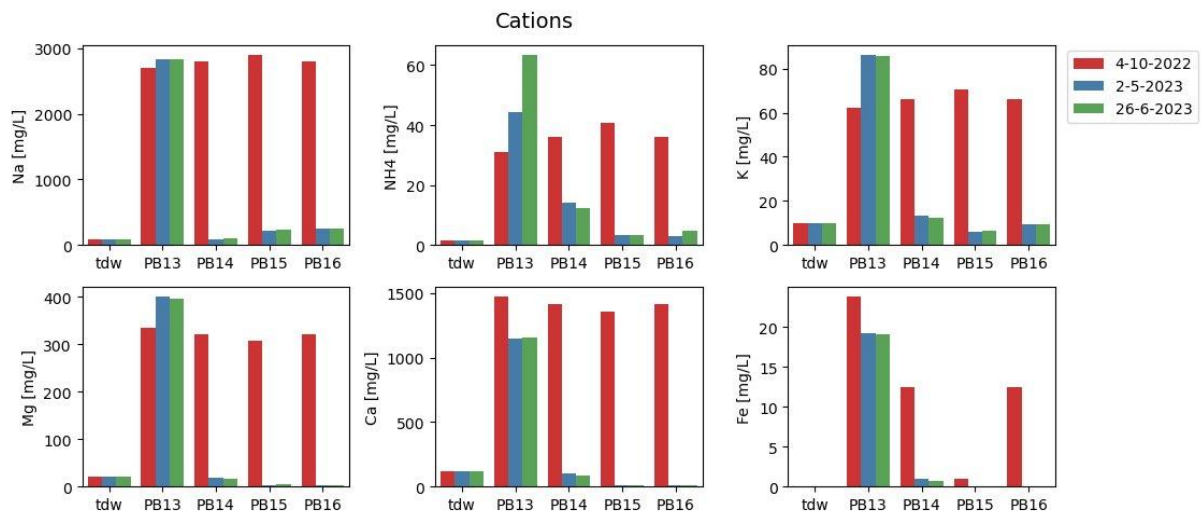
Duidelijk is dat:

- het zoute water in de ondergrond vervangen wordt door het zoete drainagewater: het chloridegehalte (figuur linksboven) in pb 14 t/m 16 daalt fors (pb 13 ligt buiten de invloedssfeer van de infiltratie);
- het fosfaatgehalte in pb 14 aan het begin van de HDDW daalt ten opzichte van de 0-situatie en stijgt juist ter plaatse van de peilbuizen 15 en 16. Mogelijk door desorptie van ijzeroxiden danwel oplossing van van nature aanwezige mineralen die fosfaat bevatten;





- In de ondergrond oxidatie-processen plaatsvinden.



Figuur 19. Analyseresultaten kationen (Bron: Simon Kreipl – TU Delft, tdw = tile drainage water)

Ook voor een aantal kationen zien we duidelijke veranderingen van de samenstelling van het grondwater in de watervoerende laag door de infiltratie van drainagewater:

- Concentratie Na en NH<sub>4</sub> daalt fors door kationenuitwisseling (zeewater wordt zoetwater);
- Magnesium, calcium en ijzer worden geoxideerd.

### 3.4.3 Onderhoud zuivering

De zuivering aan de Hoofdweg moet regelmatig (eens per 2 tot 3 maanden) worden schoongemaakt waarbij de filterbakken moeten worden drooggezet en de bovenste 2-3 cm van de bovenste zandlaag moeten worden afgeschrapt. In de bovenste laag treedt verstopping op door algenvorming/zwevend materiaal wat meekomt met het drainagewater en de bio-activiteit in de zuivering zelf. Hierdoor valt een deel van de zuiveringscapaciteit in m<sup>3</sup>/uur weg.

In figuur 20 is goed te zien hoe het bovenste deel van het filterzand verkleurt over een diepte van ca. 2 - 3cm.



Figuur 20. Verstopping filter Hoofdweg

Tevens is sprake geweest van een aantal calamiteiten waarbij slootwater direct in het systeem terecht is gekomen. Dit, doordat overstorten werden beschadigd bij maaierwerkzaamheden en door de overvloedige regenval het slootpeil erg hoog stond. Zodra er slootwater in het systeem komt raakt de bovenste zandlaag ernstig verstopt.

### 3.4.4 Lessons learned zuivering

Samengevat kunnen de volgende lessons learned worden getrokken:

- Het zuiveringsprincipe voor de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen (GBM) werkt goed. Alle stoffen waarop gemonitord wordt, worden verwijderd tot beneden de detectiegrens;
- Daarnaast worden de belangrijkste nutriënten (nitraat, fosfaat) voor ca 50 – 80% verwijderd zonder een aanvullende voorzuiveringsstap voor deze stoffen;
- Het systeem is gevoelig voor calamiteiten (slootwater) waardoor er frequenter dan gepland onderhoud noodzakelijk was. Het verdient aanbeveling te onderzoeken hoe een eenvoudige en robuuste voorzuiveringsstap kan bijdragen aan de verwijdering van organisch/zwevend materiaal, verdere verwijdering van nutriënten en bovendien het filter kan beschermen bij calamiteiten.

## 3.5 Opslag

### 3.5.1 Ontwerp

Bij de aanvang van het project is uitgebreid onderzoek uitgevoerd in de regio Midden-Eierland naar de ondergrond d.m.v. het uitvoeren van een 15-tal sonderingen en het plaatsen van een aantal peilbuizen. Uit deze gegevens is een beter regionaal beeld verkregen van de ondergrond en het zoutgehalte van het grondwater. Het grondwater is op veel locaties zeer zout: de chloride concentratie benadert die van zeewater. Daarnaast speelt bij het ontwerp de doorlatendheid van de ondergrond een factor: de infiltratie- en onttrekkingscapaciteit is beperkt doordat er sprake is

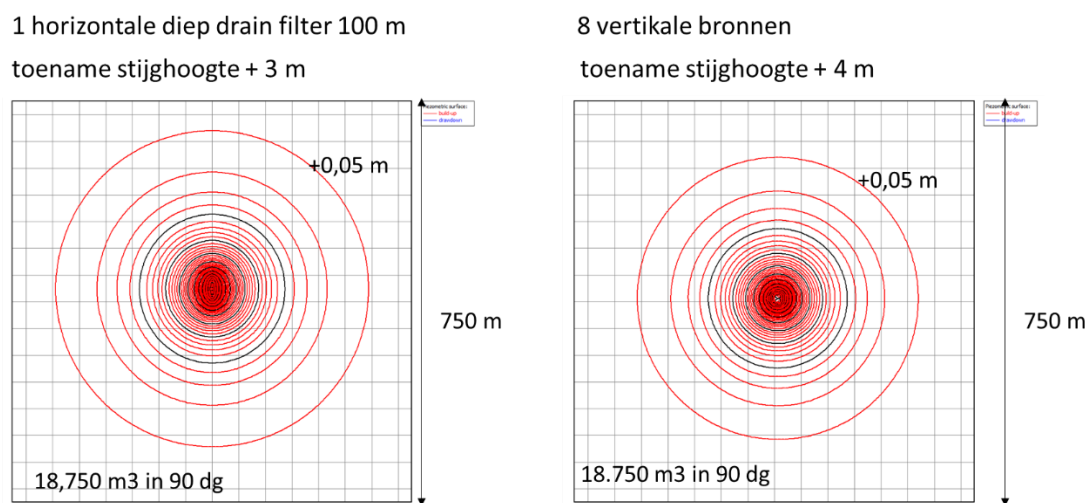


van zeer fijnzandige lagen. Tevens maken de Wadafzettingen de bodem zeer grillig en kunnen lokale kleilagen verstoringen veroorzaken.

Op basis van deze resultaten is een eerste ontwerp voor de opslag opgesteld. Dit eerste ontwerp ging uit van verticale putten. Tijdens de ontwerpfase bleek al snel dat:

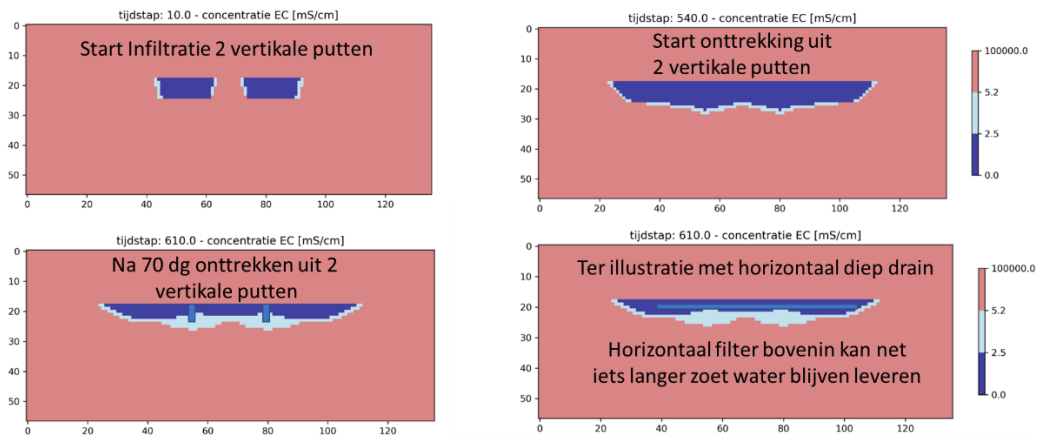
1. er veel putten nodig zouden zijn (circa 56) voor een opslagsysteem van drainagewater afkomstig van circa 50 ha;
2. de putten verspreid over een groot gebied geplaatst moeten worden (gebied van 1 km bij 0.5 km), om negatieve hydrologische effecten te voorkomen;
3. het terugwinrendement relatief laag is (circa 30 %) vanwege de hoge zoutconcentratie in de ondergrond.

Daarom is modelmatig (software MLU en Seawat) verkend of het mogelijk was om de vele verticale bronnen te vervangen door een aantal horizontale bronnen, zgn. "HDDWs". Het plaatsen van HDDWs heeft een aantal voordelen: 1) minder leidingwerk en pompen bovengronds, 2) makkelijker plaatsbaar op de percelen, 3) minder risico op opbarsting en negatieve hydrologische effecten, 4) iets beter terugwinrendement, zie ter illustratie figuur 20. Doch is ook geconcludeerd dat de techniek nog experimenteel is en daarom risico's met zich meebrengt. Berekend is dat circa 400 m HDDW noodzakelijk is om drainagewater op te slaan afkomstig van 50 ha.



Figuur 20. Oriënterende berekening om effect te bepalen op de stijghoogte als gevolg van een HDDW (links) en cluster van verticale bronnen (rechts)

Vanwege het grote ruimtebeslag van verticale putten en de genoemde voordelen van een diep drain is uiteindelijk gekozen om HDDWs te plaatsen. Vanwege het experimentele karakter van de HDDWs is besloten om de bronnen één voor één aan te leggen, opdat geleerd kan worden gedurende de aanleg. Het aankoppelen van 50 ha is om deze reden ook bijgesteld naar een kleiner areaal van circa 30 ha per locatie.



Figuur 21. Oriënterende berekening (MLU en Seawat) om effect te bepalen op rendement (mate van terugwinning van zoet water) als gevolg van een HDDW (rechtsonder) en cluster van verticale bronnen (boven en linksonder, middels meerdere tijdstappen). In dit geval is een spaarjaar (360 d) en erna een opslagjaar doorgerekend (90 d opslag, 90 d rust (tijdstap 540 d), 70 d terugwinning (tijdstap 610 d)).

In bovenstaande figuur 21 worden de rendementsberekeningen gepresenteerd voor verticale putten ten opzichte van een HDDW. Uit de berekeningen blijkt dat een HDDW langer zoet water kan leveren (en dus een hoger rendement heeft) tijdens de hergebruikperiode dan verticale putten.

### 3.5.2 Hoofdweg

Aanleg – HDDW 1 en HDDW 2

Zoals aangegeven zijn op de locatie Hoofdweg in elkaars verlengde, twee HDDWs (nrs 1 en 2) aangelegd, zie figuur 22. HDDW 1 met een lengte van 100m en een diameter van 100mm is als eerste geplaatst (april 2021) en HDDW 2 met een lengte van 180m en een diameter van 160mm (februari 2022) is 10 maanden later geplaatst. HDDW 2 bevat een aantal verbeterpunten ten opzichte van HDDW 1 welke onderstaand nader worden toegelicht.

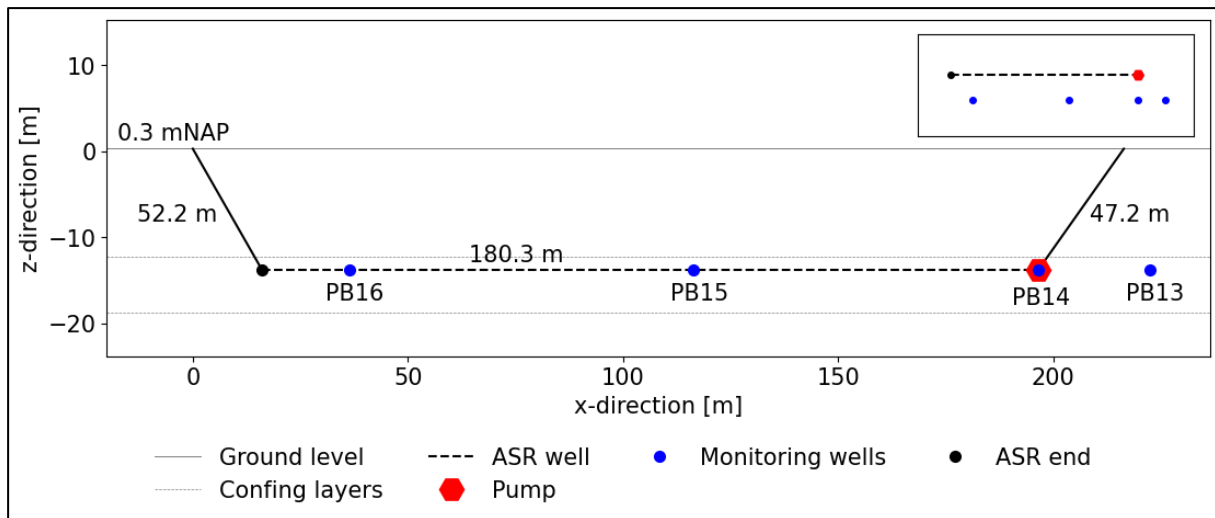
Beide HDDWs zijn geplaatst op een diepte van -13.5 mNAP, bovenin het watervoerend pakket. Het watervoerend pakket loopt van circa -13mNAP tot -19 mNAP (gebaseerd op sonderingen ter plaatse). Door de HDDW boven in het watervoerend pakket te plaatsen is het terugwinrendement het meest gunstig. Door de zoute ondergrond, stroomt het lichtere zoete water van nature langzaam naar boven.





Figuur 22. Ligging van de beide HDDWs op locatie Hoofdweg en de geplaatste monitoringspeilbuizen (boven), verder ingezoomd op de HDDWs (onder). Het filtertraject is in rood aangegeven, de blinde buis naar maaiveld in groen buis.

Naast de aanleg van het systeem, is monitoring een belangrijk aspect van deze pilots. Daartoe zijn er na aanleg van een HDDW, monitoringspeilbuizen geplaatst in het watervoerend pakket waarin ook de HDDWs zijn gelegen. In april 2021 zijn 4 peilbuizen geplaatst langs HDDW 1 en in september 2022 zijn 4 peilbuizen geplaatst langs HDDW 2 (zie figuur 22 en 23).

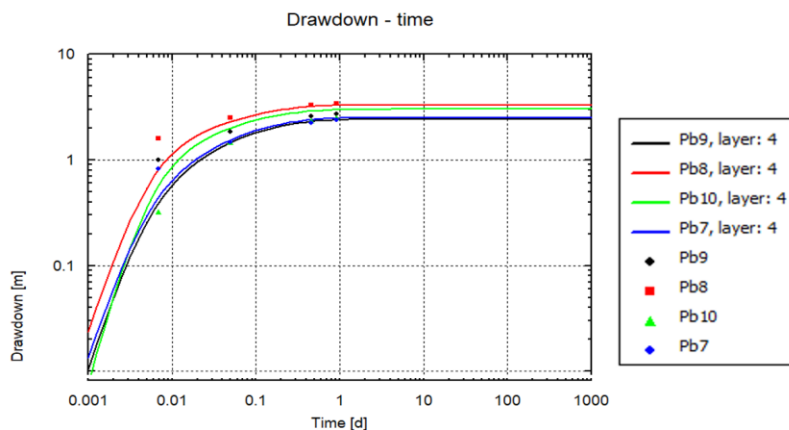


Figuur 23. Ter illustratie dwarsdoorsnede HDDW 2 met de monitoringspeilbuizen

### HDDW 1

Na aanleg van HDDW 1 is een pompproef uitgevoerd in mei 2021. Op basis van deze proef is het maximale infiltratiedebiet nauwkeuriger bepaald (maximaal 10 - 13 m<sup>3</sup>/h). Deze debieten geven richting voor de inrichting van de rest van het opslagsysteem, zoals de zuivering. Deze analyse bevestigde ook dat één horizontale bron niet volstaat voor infiltratie van drainagewater afkomstig van circa 30 ha, zoals eerder uit oriënterende berekeningen ook bleek.

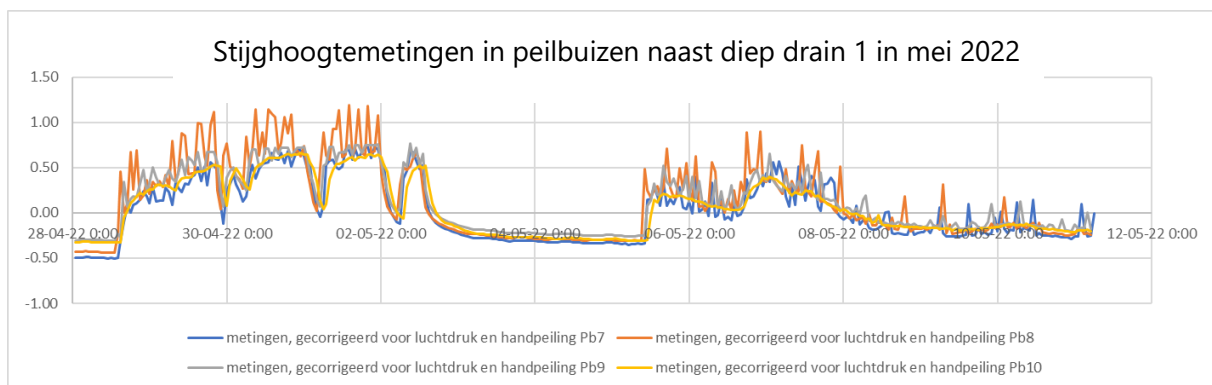
De pompproef is geanalyseerd met de modelsoftware MLU. Door het effect op de stijghoogte in de vier peilbuizen als gevolg van grondwateronttrekking (debiet van 13.5 m<sup>3</sup>/h) te monitoren is gedetailleerder inzicht verkregen in de bodemparameters. Uit de pompproef bleek dat de doorlatendheid van de bodem circa 5 à 6 m/d bedraagt (Figuur ) en dat het effect van een onttrekking van 13.5 m<sup>3</sup>/h op de stijghoogte (op 2m naast de put) circa 3 m bedraagt. Dat kwam overeen met de resultaten van de eerdere onderzoeken. Daarnaast is onderzocht met een grondwatermodel met dichtheidsstroming (Seawat) of met dit infiltratiedebiet voldoende rendement gehaald kan worden. Het rendement is berekend op circa 30 % en komt daarmee overeen met de verwachting.



Figuur 24. Resultaat interpretatie pompproef in HDDW 1: gemeten (punten) en gemodelleerde verlaging (lijnen)

HDDW 1 heeft voor testdoeleinden korte perioden aangestaan in 2021. In het begin van het voorjaar in 2022 is de eerste testversie van de zuivering opgeleverd en daarna is in april en mei 2022 een infiltratieproef uitgevoerd in HDDW 1. Het infiltratiedebiet bleef beperkt tot circa 4 m<sup>3</sup>/h, maar fluctueerde sterk (pomp aan/uit etc.). Het totaal geïnfilterde volume bedroeg circa 540 m<sup>3</sup> water. Uit de proef bleek:

- De stijghoogte wordt in het watervoerende pakket wordt ter hoogte van het midden van de diep drain (peilbuis 8) het meest verhoogd, zie figuur 25. De verhoging bedraagt circa 0.7 m bij een debiet van 4 m<sup>3</sup>/h;
- De stijghoogte direct naast HDDW 1 wordt beïnvloed wordt door het aan- en uitgaan van de pomp, dit resulteert in een wiebelig beeld in peilbuis 7, 8 en 9 in tegenstelling tot peilbuis 10;
- In de achterste peilbuis is een CTD-diver gehangen. De EC-meetreeks wees uit dat het grondwater in de peilbuis na enige dagen infiltratie zoet was.



Figuur 25. Stijghoogtemetingen in de peilbuizen 7 t/m 10 naast diep drain 1 tijdens de infiltratieproef (mei 2022)

Uit de eerste testen en de infiltratieproef bleken een aantal verbeter- en aandachtspunten:

- Het standaardmateriaal van de drainbuis niet sterk genoeg om, gezien de grote lengte, door de boring heen te kunnen trekken. Hierdoor kan de buis scheuren;
- De koppelingen van de drainbuizen (met name de koppeling met de dichte stijgbuis) zijn niet sterk genoeg, hierdoor treden lekkages op;
- De diameter van de drainbuis van 100mm en de niet volledig rechte buis laten alleen plaatsing van een kleine brompomp toe;



- Opbarsting van de bodem is een aandachtspunt;
- De zuivering behoeft verbetering.

Deze punten zijn bij het ontwerp van HDDW 2 aangepast. Ook zijn onderdelen van HDDW 1 verbeterd in 2022 en 2023. Het bovenste deel van de stijgbuis (zgn. blinde bocht) is vervangen door een gladde buis met een iets bredere diameter waardoor de pomp beter past. Ook is op diepte gegroot waardoor lekkages door slechte aansluitingen zijn verholpen. Daarnaast is de zuivering grondig herzien (zie paragraaf 3.5).

Omdat de aangepaste zuivering pas medio december 2022 operationeel was en daarmee de infiltratieperiode beperkt was (en het volume ook), is ervoor gekozen om in het infiltratieseizoen 2022/2023 slechts één HDDW te gebruiken (de keuze viel op HDDW 2). HDDW 1 heeft, mede in verband nog noodzakelijke aanpassingen, daarom in het eerste opslagjaar nagenoeg uitgestaan.

Bij de start van het infiltratieseizoen 2023/2024 is HDDW 1 ook in productie genomen.

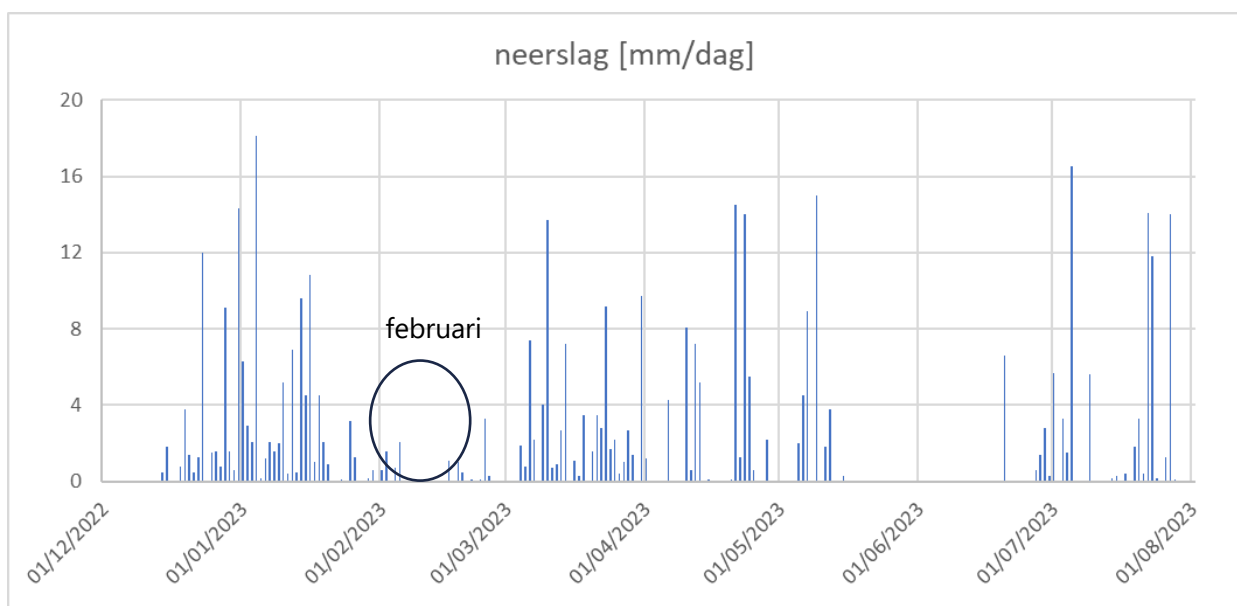
#### HDDW 2

Bij de aanleg van HDDW 2 zijn een aantal verbeteringen doorgevoerd (grotere diameter, aangepaste koppelingen), daarnaast is de filterlengte verlengd naar 184 m. Dit is gedaan om met HDDW 1 tot een gezamenlijk infiltratiedebiet te komen van circa 30 m<sup>3</sup>/h.

HDDW 2 is in het opslagseizoen 2022/2023 (medio december) in werking getreden omdat toen de aangepaste zuivering gereed was. Gedurende het opslagseizoen zijn de hydrologische effecten en de verbreiding van het geïnfiltreerde zoete water in de ondergrond gemonitord.

#### Neerslag

Gedurende het opslagseizoen varieert de grondwaterstand en stijghoogte onder invloed van neerslag en verdamping, figuur 26 geeft het neerslagpatroon weer. In figuur 26 is zichtbaar dat februari een relatief droge maand was. Grondwaterstandveranderingen in de omgeving van de HDDW 2 zijn in deze periode daarom grotendeels een gevolg van de infiltratie.







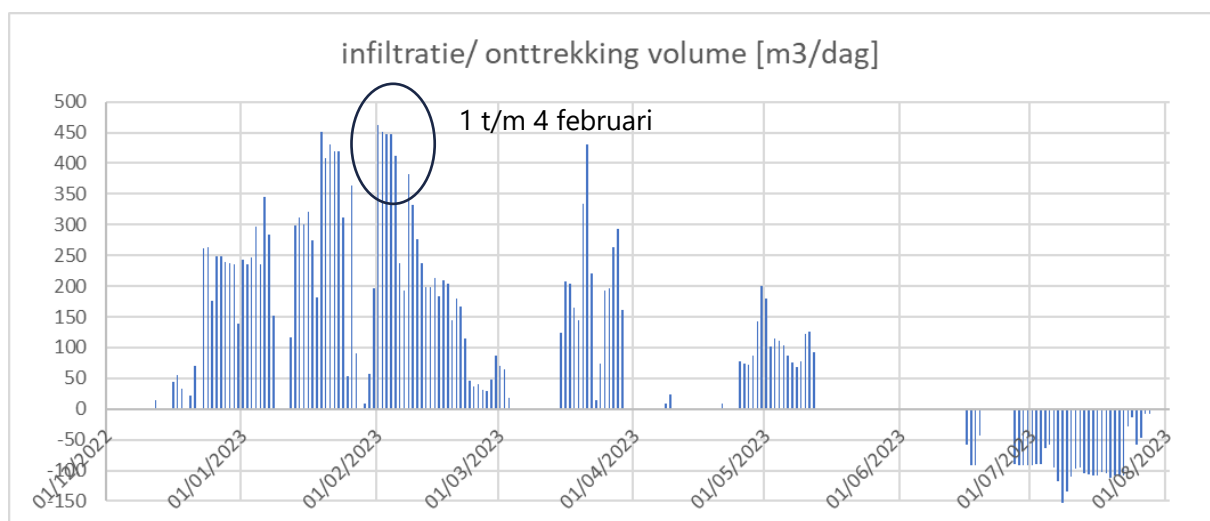
Figuur 26. Neerslag gedurende het opslagseizoen 2022/2023

Daarnaast is op basis van de neerslag te berekenen hoeveel water ongeveer beschikbaar is voor opslag. In het opslagseizoen 2022/2023 is gemiddeld ongeveer 10 ha perceel gekoppeld geweest aan het opslagsysteem. Niet het gehele areaal (30 ha) was al aangekoppeld omdat op delen van de percelen de drainage en de bovengrondse infrastructuur nog moesten worden aangepast.

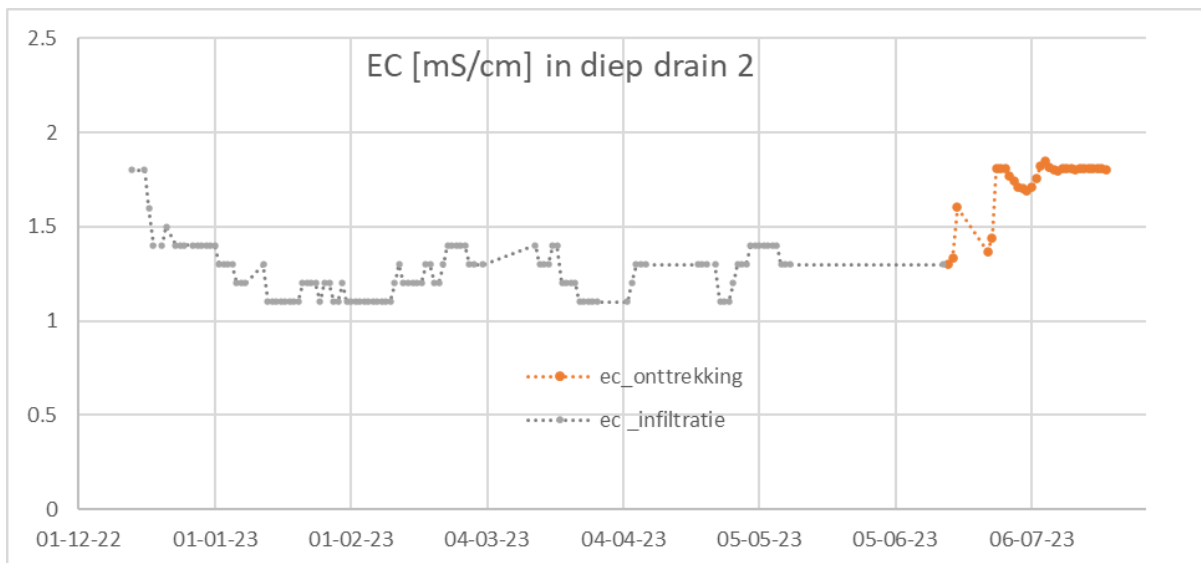
Gedurende de opslagperiode (medio december t/m medio mei) is circa 350 mm gevallen. Uitgaande van 10 ha betekent dit dat er circa 35.000 m<sup>3</sup> water beschikbaar was voor opslag, uitgaande van dat er geen verlies zal optreden.

### Infiltratie- en onttrekkingsvolume

Het infiltratiedebiet varieerde sterk gedurende het eerste opslagseizoen. Maar ook gedurende de dag fluctueert het debiet doordat de pomp aan- en uit gaat, zie figuur 27. In totaal is 21.300 m<sup>3</sup> water geïnfiltreerd tussen medio december 2022 t/m medio mei 2023. Het water dat is geïnfiltreerd heeft een EC-waarde van 1,2 à 1,4 mS/cm, zie figuur 28. Van half juni t/m eind juli 2023 is circa 3.100 m<sup>3</sup> onttrokken. Dit betreft ca 15 % van de geïnfiltreerde hoeveelheid, figuur 27 geeft dit weer. Begin februari is op dagbasis het meeste water geïnfiltreerd. Dit is daarom een goed moment om een indruk te krijgen van de maximale effecten van HDDW 2 op de omgeving.



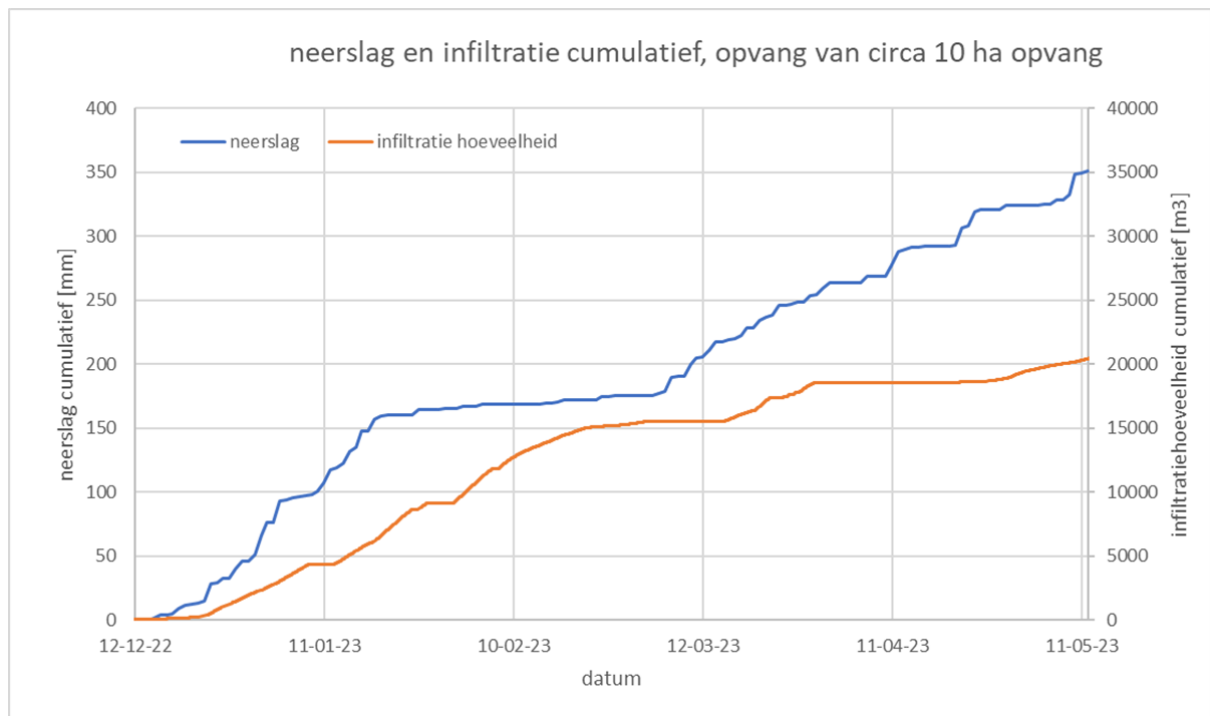
Figuur 27. Infiltratie- en onttrekkingsvolume per dag in HDDW 2 gedurende opslagjaar 2022/2023



Figuur 28. EC-waarde van het water dat wordt geïnfiltrreed in en onttrokken uit HDDW 2

In onderstaande figuur 29 is de cumulatieve neerslag uitgezet tegen de cumulatieve infiltratie. Zichtbaar is dat de infiltratielijn de neerslaglijn in het begin (tot medio januari) redelijk volgt. De infiltratie loopt vervolgens in februari langer door (het regent nauwelijks meer) en de geïnfiltrerde hoeveelheid is medio februari bijna gelijk aan de neerslaghoeveelheid tussen medio december en medio januari. In de periode daarna (medio maart-medio april) is het infiltratiedebiet lager en deze volgt de neerslag daarom minder goed. Het infiltratiedebiet is in deze periode naar beneden bijgesteld (van 0.5 bar naar 0.3 bar) omdat er enkele wellen waren ontstaan. Ook heeft het systeem een aantal maal uitgestaan, zodat aanpassingen aan het systeem konden worden uitgevoerd. Indien het systeem wel naar verwachting had gefunctioneerd, is de verwachting dat de opslaghoeveelheid was opgelopen tot circa 25.000 à 30.000 m<sup>3</sup>.

Uitgaande van dat (1) het areaal waarvan water kan worden opgevangen is uitgebreid in 2023 van 10 ha naar 30 ha, en dat 2) het opslagseizoen toekomstige jaren eerder kan worden gestart dan medio december, zal de beschikbare infiltratiehoeveelheid groter zijn de komende jaren, geschat wordt circa 75.000 m<sup>3</sup>. In de eerdere berekeningen is uitgegaan van opvangen van 200 à 250 mm per opslagseizoen. Het is goed dat hierin enige marge blijkt, aangezien ook niet ieder jaar evenveel neerslag valt.

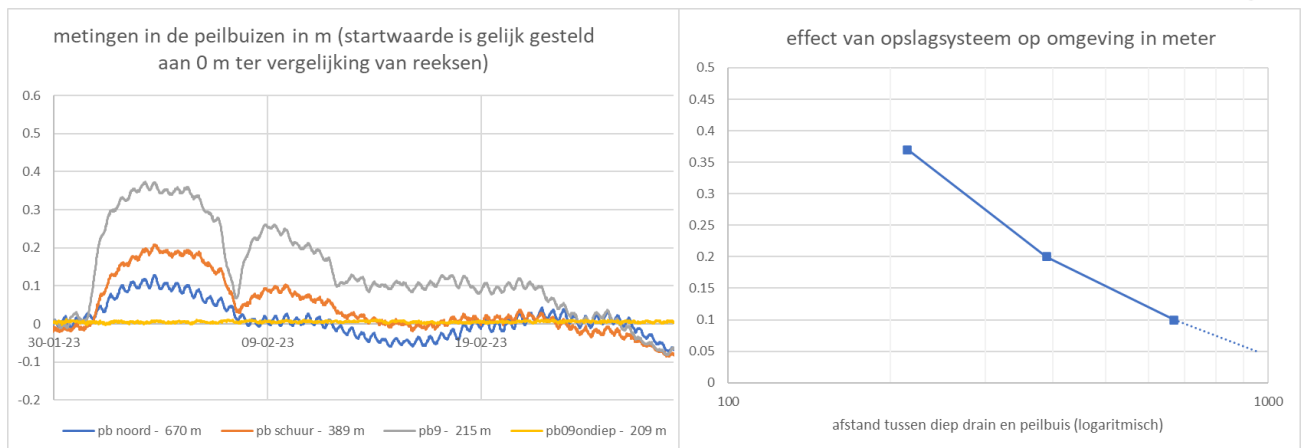


Figuur 29. Cumulatieve neerslag en infiltratiehoeveelheid gedurende de opslagmaanden in het opslagjaar 2022/2023.

## Hydrologische effecten

### Effect op omgeving

Het opslagsysteem heeft geohydrologische effecten op de omgeving. In de vergunningaanvraag is hiervoor een berekening uitgevoerd met de software MLU. Om te kunnen monitoren of de berekende effecten kloppen, zijn op een aantal locaties op grotere afstand van het opslagsysteem peilbuizen geplaatst in het eerste watervoerende pakket. In deze peilfilters is inderdaad een gering effect van het opslagsysteem geconstateerd, zie figuur 30. Op basis van de metingen in de periode 1 tot 4 februari (hoogste infiltratiedebiet en geen neerslag) is het effectgebied (veranderingen groter dan 5 cm) vastgesteld op circa 1000 m bij een infiltratiedruk van 0,5 bar, oftewel 5 meter waterdruk. Daarmee bedraagt op ca. 1000 m dus de toename van de stijghoogte nog ca 1% van de infiltratiedruk. Dit gebied is net iets kleiner dan het effectgebied berekend in de effectrapportage (namelijk 1175 m). In de stijghoogtemetingen is ook een gering effect van het getij waarneembaar van 1 tot 3 cm.



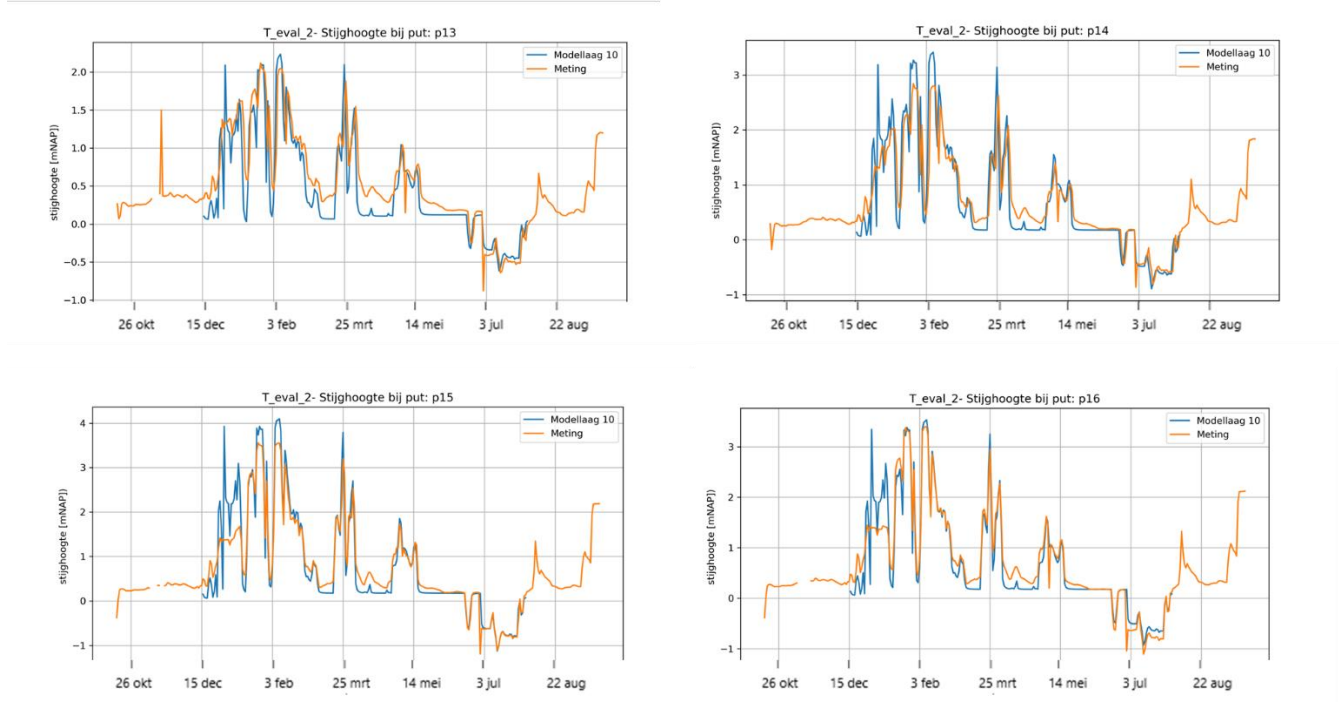
Afstand van peilbuis tot opslagsysteem	Gemeten effect rond 1 tot 4 februari
215 m	37 cm
389 m	20 cm
670 m	10 cm
Circa 1000 m	5 cm (extrapolatie van bovenstaande gemeten effecten logaritmisch)

Figuur 30. Effect van het opslagsysteem ter plaatse van een aantal peilbuizen op enige afstand van het opslagsysteem.

Ook is op een afstand van 209 m van het opslagsysteem een ondiepe peilbuis geplaatst. In de ondiepe peilbuis is geen effect van de infiltratie of onttrekking geconstateerd, zie figuur 30.

#### Effect direct rondom HDDW 2

Op 5 m afstand van HDDW 2 staan 3 peilbuizen met een filter ter hoogte van de HDDW (pb 14 t/m pb 16), op een afstand van 11 m staat pb 13. Figuur 31 geeft de stijghoogtemetingen in de peilbuizen weer ten opzichte van NAP. In de metingen is het aan- en uitgaan van de put goed zichtbaar. Op 5 m afstand varieert het maximale effect van 2.8 m tot 3.5m. Het effect is het grootst in het midden van HDDW 2. Op 11 m afstand bedraagt het maximale effect 2 m. Het opslagsysteem is gesimuleerd met Modflow6, waarbij uit is gegaan van uniforme bodemopbouw. De modelresultaten komen redelijk overeen met de gemeten stijghoogten, zie figuur 31.

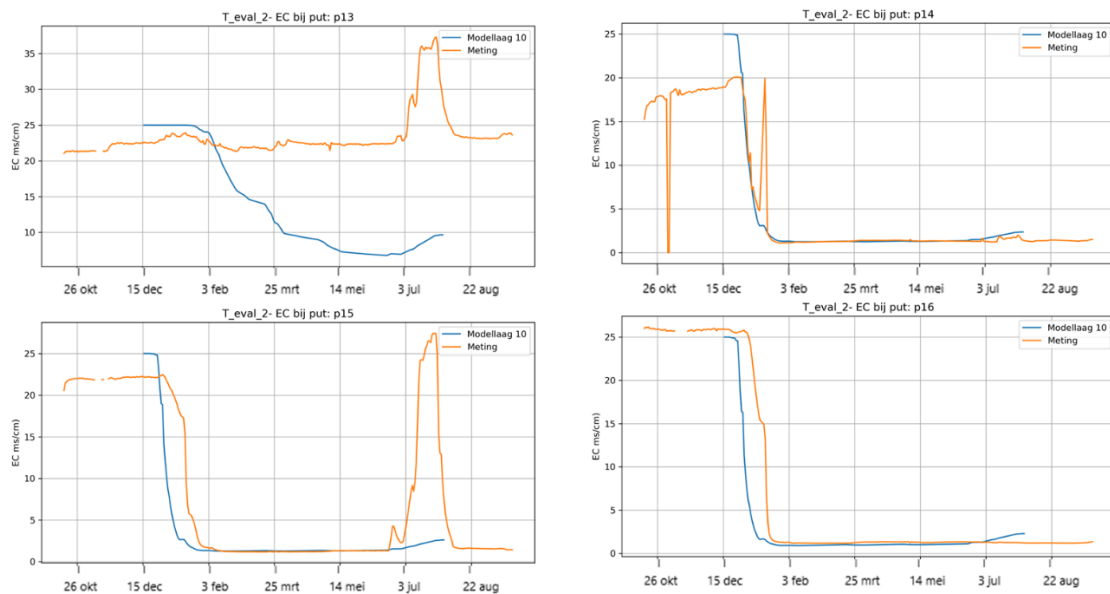


Figuur 31. Stijghoogtemetingen in de peilbuizen 13 t/m 16 naast HDDW 2 tijdens het opslagjaar 2022/ 2023 (oranje lijn) en berekende stijghoogte met een Modflowmodel (blauwe lijn)

In HDDW 2 zelf is ook een druksensor gemonteerd voorafgaand aan de infiltratieperiode 2022/2023. Helaas was het niet mogelijk deze uit de put te verwijderen na het opslagjaar, vanwege de natte herfstperiode in 2023. Deze sensor kan in het voorjaar van 2024 alsnog uitgelezen worden. Met deze meting kan de weerstand over de boorgatwand en eventuele verstopping van de HDDW 2 in de tijd worden bepaald.

#### Verbreiding zoetwater in de ondergrond

De opbouw van de zoetwaterbel wordt ook in de monitoringspeilbuizen gevolgd door het continu meten van de EC-waarde van het grondwater. In figuur 32 worden de resultaten weergegeven van de metingen in pb 13 t/m 16 in de periode tussen medio december 2022 t/m eind augustus 2023, tezamen met de resultaten van het Modflow6 model.



Figuur 32. EC-metingen in de peilbuizen 13 t/m 16 naast HDDW 2 tijdens het opslagjaar 2022/ 2023 (oranje lijn) en berekende EC-waarde met een Moflow6model (blauwe lijn)

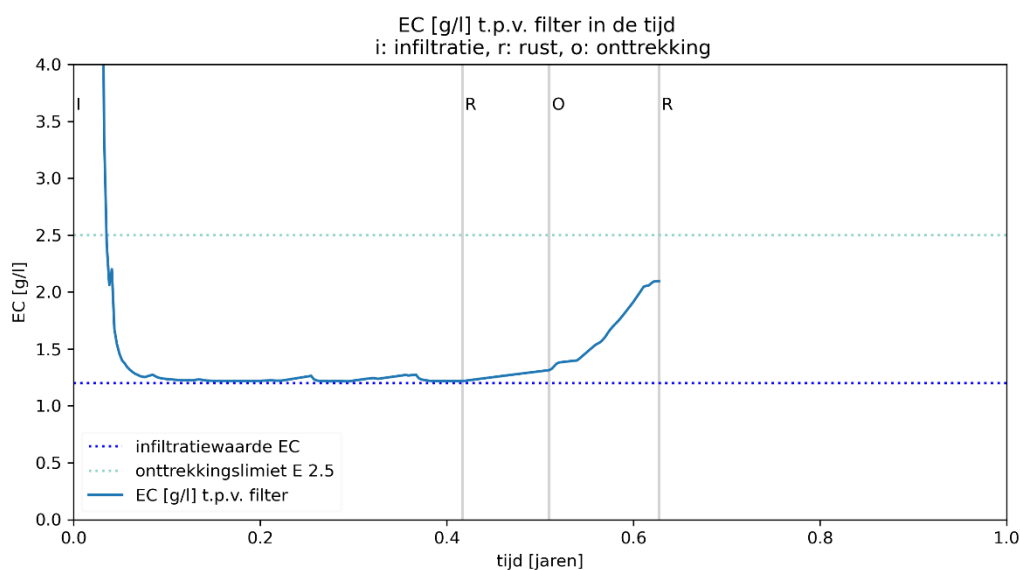
In de grafieken is het passeren van het zoetwaterfront tussen eind december en eind januari goed te zien. Voordat de infiltratie op 12 december werd gestart, varieerden de EC-waarden in de peilbuizen tussen de 18 - 25 mS/cm. Eind januari stabiliseert de EC-waarde in peilbuis 14 t/m 16 langs de HDDW uit op dezelfde EC-waarde van ca 1,2 tot 1,3 mS/cm als het geïnfilterde drainagewater. Geconcludeerd kan worden:

- Eind januari heeft het zoete geïnfilterde water het zoute water al bijna geheel verdrongen tot minimaal 5 meter uit HDDW 2;
- De daling van de EC-waarden zet zich in tussen 24 december (pb 14 naast begin van de diep drain) tot 28 december (pb 15 en 16 halverwege en het einde van HDDW 2). De EC daalt het snelst aan het begin van HDDW 2 (waar wordt geïnfilterd). Dit kan twee oorzaken hebben:
  - o Verloop van druk over het filter, waardoor de infiltratiedruk aan het begin van HDDW 2 hoger is;
  - o De bodem in de omgeving van peilbuis 14 is wat grofzandiger waardoor het water hier makkelijker infiltreert;
- Tussen 8 januari en 12 januari is de infiltratiepomp uitgevallen en daarna weer opgestart met een wat hoger debiet. Dat is zichtbaar in direct oplopende EC-waarden in pb 14 en een afnemende daling in pb 15 en 16. Als de pomp weer aangaat op 13 januari dalen de EC-waarden in de peilbuizen heel scherp waarna één en ander snel stabiliseert;
- Peilbuis 13 staat ca 30m buiten het drainacé en is nog niet verzoet. Hoewel de toegenomen stijghoogte door de infiltratiedruk zichtbaar is, verspreidt het zoete water zich tot op heden niet meetbaar in de richting van pb 13 vanuit de kopse kant van HDDW 2. Binnen het grondwatermodel gebeurt dit wel: dit duidt erop dat lokaal de bodem anders is (waarschijnlijk lokaal minder doorlatend) dan aangenomen in het model.



In juni en juli 2023 is circa 15 % van het geïnfilterde water teruggewonnen om een pilotperceel te irrigeren. In figuur 32 is zichtbaar dat in de peilbuizen 14 (licht) en 15 (sterk) de EC oploopt in de tijd. In peilbuis 16 wordt geen toename van de EC tijdens de onttrekkingsperiode gemonitord.

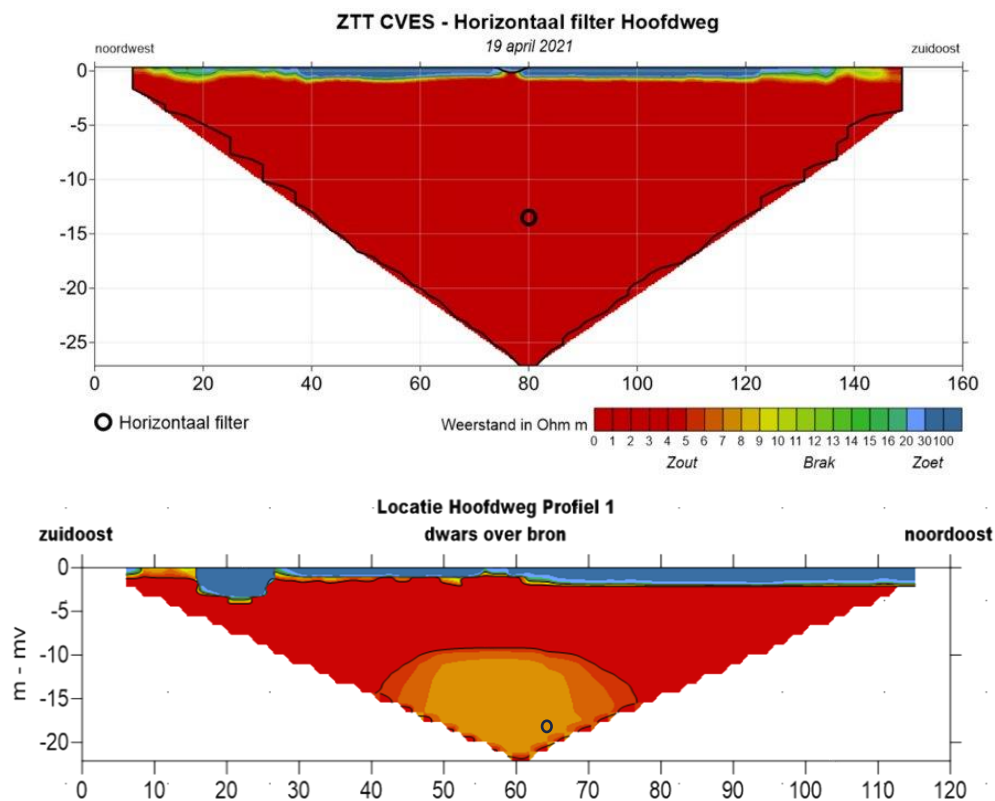
In HDDW 2 zelf, is ook de EC gemonitord. Deze meting geeft aan dat de EC-waarde slechts licht toeneemt in de tijd van 1.4 naar 1.8 mS/cm, en dat de EC-waarde vervolgens hierop stabiliseert. Met een grondwatermodel is ook de winning van zoetwater gesimuleerd, zie figuur 33. Het model geeft aan dat de EC-waarde in de HDDW oploopt tot circa 2 mS/cm.



Figuur 33.2 Berekende EC concentratie in HDDW 2 met Modflow6

Tijdens het vooronderzoek zijn ook CVES-metingen uitgevoerd waarmee een indicatie verkregen kan worden van de geleidbaarheid (zoutgehalte) van het watervoerende pakket tot op ca 25m-mv, zie figuur 34. Duidelijk te zien is dat, voorafgaande aan de start van de ondergrondse opslag, het gehele pakket (met uitzondering van een dunne laag zoet ondiep grondwater) zout is.

Begin mei na het stopzetten van de ondergrondse opslag zijn CVES-metingen uitgevoerd langs pb 14 loodrecht op het tracé van de boring. In de dwarsdoorsnede (figuur 34) is de opbouw van de ondergrondse zoetwaterbel tussen ca 10 m-mv (onderkant afsluitende deklaag) en tot meer dan 20 m-mv goed zichtbaar. De CVES waarden duiden op brak grondwater, de EC-metingen in de peilbuizen geven echter aan dat er daadwerkelijk zoetwater in de aquifer is opgeslagen. Dit duidt erop dat het signaal van dit type meting teveel wordt beïnvloed door de ondergrond (dikke kleilaag, diepte van opslag en zeer zoute ondergrond). Het signaal moet worden geïnterpreteerd als een gecombineerde waarde van de zoetwaterbel in de ondergrond en een deel van het omliggende zoute grondwater.



Voor infiltratie

Mei 2023.

Na infiltratie  
2022/2023

Figuur 34. Dwarsdoorsnede CVES-metingen voor het opslagseizoen (boven) en na het opslagseizoen 2022/ 2023 (onder). De legenda is in beide figuren gelijk.

#### Optreden van wellen

Na ca 3,5 maand met een gemiddelde infiltratiedruk van ca 0,5 bar gedraaid te hebben, zijn aan de Hoofdweg eind maart in het tracé van de boring enkele wellen (lekkages naar maaiveld) ontstaan waarbij geïnfiltrerd water vrijwel rechtstandig langzaam naar de oppervlakte kwam. Blijkbaar is over de lengte van de HDDW (ca 280m) de samenstelling van de afsluitende deklaag niet homogeen. In de ontstaansgeschiedenis van Texel is een grillig patroon van geulen met allerlei wisselende Wadafzettingen gevormd. Daardoor varieert de verticale doorlatendheid van de deklaag en daarmee de weerstand tegen de infiltratiedruk.



Figuur 35. Foto wellen Hoofdweg eind maart 2023





De installatie heeft vervolgens ca 1 maand stilgelegen in afwachting van het dichten van de wellen door VLST. VLST heeft eind april met behulp van groutinjectie de wellen succesvol weten te dichten. Daarna is als test de installatie kortdurend herstart met een lage infiltratiedruk van 0.2 tot 0.3 bar waarbij tot 10 m<sup>3</sup>/uur geïnfiltreerd werd.

Status Hoofdweg december 2023

Beide bronnen zijn eind 2023, na diverse aanpassingen, in bedrijf waarbij vooralsnog een maximale infiltratiedruk van 0.3 bar wordt gehandhaafd op het opnieuw optreden van wellen te voorkomen. Door beide HDDWs aan te koppelen kan, bij afwezigheid van verstoppingen van het filter, met ca 15 à 20 m<sup>3</sup>/h zoetwater worden geïnfiltreerd. Hiermee is het infiltratiesysteem aan de Hoofdweg operationeel.

Uit de monitoring bij HDDW 2 tijdens het opslagseizoen 2022/ 2023 blijkt dat de mate van infiltratie niet langs het gehele filter op uniforme wijze verloopt. Toch kunnen de gemiddelde hydrologische effecten en opbouw van de zoetwaterbel met een grondwatermodel redelijk gesimuleerd worden. De deklaag blijkt tijdens het bedrijf van de put inderdaad gevoelig te zijn voor opbarsting. Gewenst is daarom tijdens de vervolgfase, de monitoring bij HDDW 1 en HDDW 2 uit te breiden met ieder 2 peilbuizen met filters op meerdere diepten (in deklaag, ter hoogte van put en onderin de watervoerende laag). Dit om de stijghoogte en geleidbaarheid op meerdere diepten te kunnen volgen, meer te leren van het opslagsysteem en het risico op opbarsting te kunnen minimaliseren.

### 3.5.3 Postweg

Aanleg en ontwikkeling HDDW 3

Aan de Postweg is HDDW 3 aangelegd in april 2022 nadat de eerste poging was mislukt. De filterlengte van HDDW 3 bedraagt 174 m en op een aanlegdiepte van 16.3 m-NAP. Eind januari 2023 is aangevangen met de infiltratie voor het opslagjaar 2022/2023.

Bij het opstarten van het opslagsysteem traden een aantal belemmerende factoren op, namelijk:

- Verstoppingsproblemen van de zuiveringsinstallatie. De samenstelling van het drainagewater aan de Postweg is duidelijk anders dan dat aan de Hoofdweg. Hierdoor treedt neerslagvorming van bijvoorbeeld ijzer en mangaan op;
- Technische opstartproblemen met de installatie o.a. door toetreding van slootwater;
- Verstopping van de HDDW.

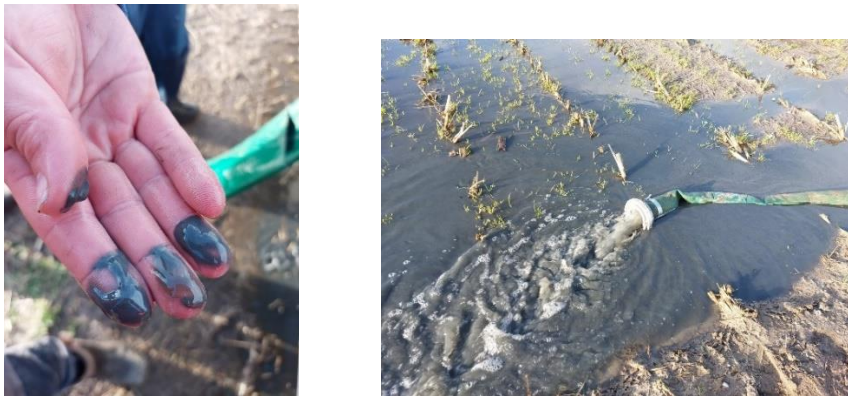
Bij de opstart van de installatie op 30 januari bleek dat bij een infiltratiedruk van 0,6-0,7 bar (6 – 7 m waterdruk) slechts circa 4 m<sup>3</sup>/uur kon worden geïnfiltreerd. Daarna is geprobeerd de verstopping op te lossen door: 1) kortdurend verhogen van de infiltratiedruk naar 0,9 bar, 2) het onttrekken van grondwater middels een diepwell in HDDW 3 en 3) het onttrekken van grondwater middels een vacuümpomp aan het maaiveld. Geen van methoden heeft een verbetering van de verstopping van de HDDW opgeleverd. Het was ook niet mogelijk om een camera of spuitlans in de boring te brengen vanwege de afwerking van de binnenbuis. Dit aspect is aanleiding geweest het ontwerp nogmaals aan te passen.

In het najaar van 2023 is nog een ultieme poging gedaan om HDDW 3 schoon te spoelen met behulp van een drainspuit. Tijdens deze poging bleek dat ook dit het niet mogelijk was door de



koppelingen in de binnenbuis waardoor de drainspuit maar over een klein gedeelte in de HDDW kon worden ingebracht.

Tijdens het spoelen kwam er bijna zwart zeer fijnzandig materiaal naar boven. De lokale partner Dros Grondverzet van Texel beoordeelde het materiaal als afkomstig uit een spier die op meerdere plekken op Texel aangetroffen wordt. Onderstaand 2 foto's genomen tijdens het spoelen.

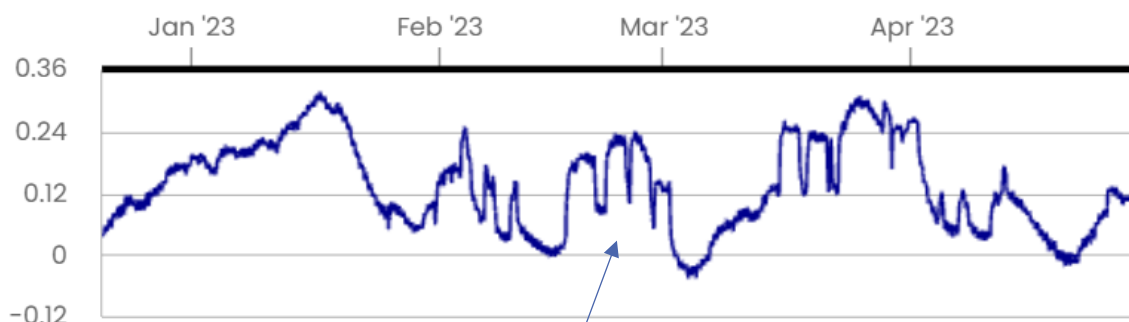


Figuur 36. Foto's spoelen boring Postweg

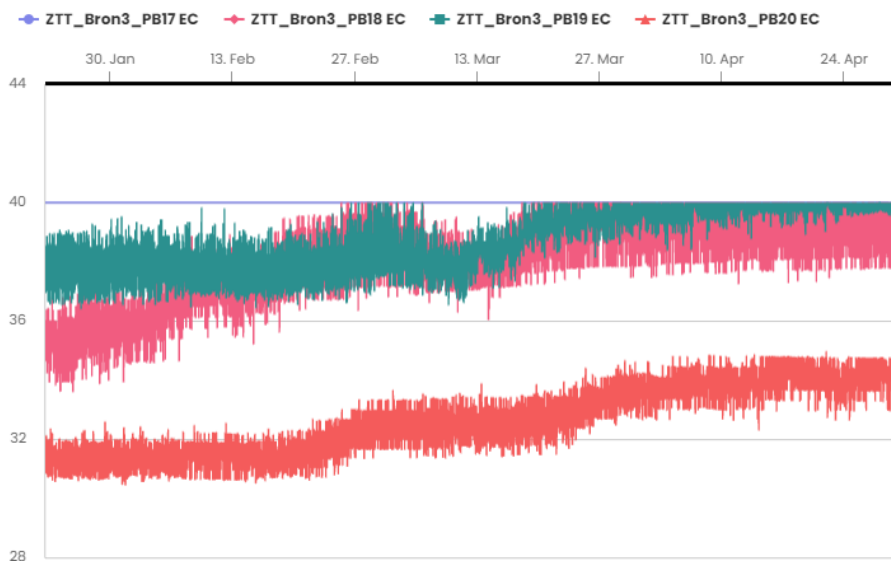
Vanwege de verstoppingsproblemen van HDDW 3 is de totale infiltratie beperkt gebleven tot bijna 5.000 m<sup>3</sup>. Anders dan voor testdoeleinden heeft geen onttrekking en hergebruik van opgeslagen water plaats kunnen vinden.

#### Monitoring

De monitoring bevestigt dat HDDW 3 verstopt is. In de peilbuizen is nagenoeg geen effect gemeten van de korte infiltratie/ onttrekkingen tussen eind januari en eind maart (figuur 37). Een waterdruk van 7 m in de HDDW geeft slechts 12 cm effect op 6 m afstand. Dit is beduidend minder dan volgt uit de pompproeftestjes in de daarnaast gelegen peilbuis. Ook is er geen verzoeting van het grondwater ter plaatse van de peilbuizen gemonitord (figuur 38).



Figuur 37. Stijghoogte in peilbuis 19 in mNAP. Het effect van het af en toe aan- en uitzetten van de diep drain is maximaal 12 cm.



Figuur 38. EC-metingen (mS/cm) in de monitoringspeilbuizen Postweg. Er treedt geen verzoeting op.

### Onderzoek verstopping

In de zomer van 2023 zijn meerdere onderzoeken uitgevoerd om de oorzaak van de verstopping te achterhalen:

1. Een pompproeftest op de 4 peilbuizen naast HDDW 3. Uit de pomptest bleek dat, uit een peilbuis met een filterlengte van 0.5 m filter, 30 m<sup>3</sup>/dag grondwater onttrokken kan worden en dat van de onttrekking effecten in de omliggende peilbuizen worden waargenomen (verlaging van circa 20 cm op 8 m afstand). De doorlatendheid (k-waarde) is berekend op 5 à 10 m/d;
2. Inspectie van de grondmonsters, die zijn genomen tijdens het boren van de peilbuizen langs HDDW 2 (Hoofdweg) en HDDW 3 (Postweg). De grondmonsters zijn gedroogd en visueel beoordeeld. De grondmonsters van de diepte van beide HDDWs zijn allen beoordeeld als matig fijn zand met een korrelgrootte van 125 – 180 µm. Dit geldt zowel voor de locatie Postweg als Hoofdweg. De grondmonsters van de Postweg zijn echter beduidend grijzer van kleur wat duidt op een meer siltig pakket;
3. Her-evaluatie van de sonderingen. Uit een vergelijking van de sonderingen bij de Postweg en Hoofdweg lijkt meer kleimenging in de watervoerende laag aanwezig te zijn rondom de diepte van HDDW 3. Op basis van de sonderingen lijkt het pakket ter plaatse van HDDW 3 anders te zijn dan het pakket bij HDDW 2;
4. Overleg met de boormeester van Van Leeuwen Sleufloze Technieken (VLST). Nagegaan is of er tijdens het boren zaken zijn geconstateerd die mogelijk relevant zijn met betrekking tot de geconstateerde verstopping. Dit was niet het geval. Tijdens het boren ging het boren over het hele traject op eenzelfde wijze, ook de grond die werd opgeboord duidde niet op duidelijke verschillen in de ondergrond. Door de grotere aanlegdiepte en het hoge zoutgehalte van de ondergrond was de sturing van de boorkoop wel minder nauwkeurig. Aangegeven werd dat HDDW 3 is geboord in hetzelfde tracé als de eerdere mislukte poging;
5. Diverse labtesten zijn uitgevoerd om na te gaan of de boorspoeling inderdaad goed oplost in zoutwater. Uit een eerste test bleek dat de boorspoeling niet volledig oplost. Nadat de



monsters enkele weken gestaan hadden bleek er wel sprake van min of meer volledige afbraak.

Er is helaas geen heldere eenduidige de oorzaak van de verstopping aan te geven. Vermoedelijke oorzaken van de verstopping van de HDDW zijn:

- Zeer waarschijnlijk is tijdens het boren over de lengte van 280m onderweg een zeer fijnzandige, sterk siltige laag geraakt (een zogenaamde "spier") die drain heeft verstopt;
- Nadat de eerste poging om de HDDW aan te leggen mislukt was, is door VLST in hetzelfde boorgat opnieuw geboord. Waarschijnlijk is bij dit proces van meerdere keren inbrengen en eruit trekken van mantelbuizen en boorspoeling, in combinatie met het raken van een spier, het boorgat versmeerd geraakt. Wanneer vervolgens water geïnfilterd wordt verspreid het zeer fijnzandige/siltige materiaal in en direct rondom de HDDW zich vervolgens nog eens verder.

Status Postweg december 2023

HDDW 3 is geheel verstopt geraakt en het is niet meer mogelijk deze schoon te krijgen. Zoetwateropslag heeft om deze reden slechts zeer beperkt plaatsgevonden en zal ook in de toekomst niet mogelijk zijn in HDDW 3.

Een alternatief is om te onderzoeken of de ondergrondse condities ten noordwesten van diep drain 3 (overzijde Slufterweg) gunstiger zijn dan bij HDDW 3 en daar een nieuwe HDDW te plaatsen welke aangesloten kan worden op de bestaande installatie. Eerder onderzoek wees uit, dat deze regio gunstiger kan zijn. Hierbij is het met name belangrijk dat 1) de kleibijmengingen, die in de sonderingen bij HDDW 3 zichtbaar waren, niet aanwezig zijn en 2) dat een goed afsluitende laag aanwezig is om het risico op bodemopbarsting te minimaliseren.

### 3.5.4 Lessons learned

De volgende lessons learned kunnen worden getrokken:

- Een HDDW of horizontale boring is voor ondergrondse opslag van zoetwater in een zoute minder dikke watervoerende laag een goede oplossing;
- Verschillen in bodemopbouw over de lengte van de boring moeten vooraf zo goed mogelijk in kaart worden gebracht om eventuele verstoppingsproblemen en opbarsting van water naar het maaiveld zoveel mogelijk te voorkomen. Het is belangrijk een flinke veiligheidsmarge in te bouwen bij het bepalen van de maximale infiltratiedruk omdat de weerstand van een afsluitende laag sterk kan variëren;
- Indien technische problemen ontstaan tijdens de aanleg van een HDDW voor ondergrondse opslag, moet een nieuw trace worden gekozen;
- Nader onderzoek is nodig voor het optimaal ontwikkelen van een HDDW om de infiltratie- en onttrekkingscapaciteit te borgen;
- Gebleken is dat zich vrij snel een zoetwaterbel heeft opgebouwd met een vrij dunne overgangszone tussen zoet- en zoutwater. Het rendement van de opslag dient nog nader in kaart te worden gebracht. Tijdens de hergebruiksperiode is het weer onttrokken water vrijwel net zo zoet gebleven als het geïnfilterde water;
- De modelvoorspellingen rond de opbouw van de zoetwaterbel, invloedsgebied en zoutgehalte bij onttrekking, komen goed overeen met de monitoringsresultaten.





## 3.6 Hergebruik Pilot Hoofdweg

### 3.6.1 Opzet

Tussen december 2022 en mei 2023 is er ruim 21.000 m<sup>3</sup> zoetwater in de ondergrond opgeslagen aan de Hoofdweg, dit door middel van HDDW 2 op het land van Henk Broekman. In de zomer is een deel van dit water opgepompt om een proefperceel van 3 ha op het land van deelnemer Mark Slot te voorzien van water.



Figuur 39. Inrichting proefpercelen Hoofdweg perceel Mark Slot.

Met in totaal 21.000 m<sup>3</sup> ondergronds opgeslagen gezuiverd drainagewater was voldoende water beschikbaar voor het opzetten van een kleinschalige sub-irrigatiepilot met behulp van de bestaande drainage. De pilot is in overleg met Mark Slot als volgt opgezet:

1. Inrichting van een proefperceel en referentieperceel middels het aanpassen van de verzamelleiding zodat in het proefperceel de grondwaterstand kon worden opgezet. Hierbij wordt in het referentievak de grondwaterstand niet verhoogd;
2. Observatie door Mark Slot van de waterstand in de drainage in de centrale pompput alsmede EC-waarde van het irrigatiewater in de pompput en installatie;
3. In het proefperceel is 1,5 ha gepoot met verschillende kleinere aardappelsoorten en 1,5 ha met 1 pootaardappel van een bepaald ras geleverd door 1 leverancier;



4. Diezelfde poot aardappel van dezelfde leverancier is ook gepoot in het 1,5 ha referentieperceel;
5. Beoordeling van de kwaliteit en opbrengst van beide vakken door HZPC zoals normaal gesproken ook de beoordeling plaatsvindt (op parameters als opbrengst in kg, vorm, droge stof, uniformiteit);
6. Monitoring in beide vakken van de grondwaterstand, bodem-EC en bodemvocht middels het plaatsen van monitoringspinnen (AquaPins) in het veld, zie figuur 40. Dit zodanig dat een relatie gelegd kan worden tussen de watergift en effecten in het veld direct langs de drainage en tussen twee drainagebuizen in. De drainagebuizen liggen h.o.h. 8m;
7. Neerslagmetingen door Mark Slot om de voeding van het ondiepe grondwater van bovenaf te registreren;
8. Continuumetingen van de stijghoogten en EC in de diepe monitoringspeilbuizen 13 t/m 16.



Figuur 40. Van links naar rechts: Een AquaPin in een aardappelrug op het proefperceel; twee AquaPins op 4 m afstand van elkaar op het proefperceel; een schematisering van een AquaPin met sensoren op verschillende dieptes.

Een analyse van de bodem leverde een maximale afstand van 30 cm boven de grondwaterspiegel waarop de bodem door middel van capillaire werking vocht aan de gewassen kan leveren. Met een aangenomen worteldiepte van 50 cm is het streefpeil bepaald op 80 cm onder de bovenkant van de aardappelruggen.

#### Monitoring

De omstandigheden in de bodem zijn gemonitord via AquaPins (<https://fixeau.com/modules/>). De AquaPins zijn samengesteld met achtereenvolgend twee bodemvochtsensoren, twee bodem-EC





sensoren en een druksensor voor de grondwaterstand. De bodem-EC sensoren meten de totale elektrische geleidbaarheid van het grondwater.

De dieptes van de sensoren zijn in tabel 5 weergegeven. De drainage is in beide percelen op 80 cm onder maaiveld gelegd, wat overeenkomt met 1 m onder de bovenkant van de aardappelruggen.

Tabel 5. Gemiddelde diepte van de sensoren in de AquaPins. Let op: de dieptes zijn ten opzichte van de bovenkant van de ruggen waarin aardappels gepoot worden.

Meting	Diepte in m t.o.v. bk aardappelrug
<b>Bodemvocht 1</b>	-0.25
<b>Bodemvocht 2</b>	-0.50
<b>EC 1</b>	-1
<b>EC 2</b>	-1.6
<b>Grondwaterstand</b>	-1.7

De bovenste EC sensor is op draandiepte geplaatst om de EC van het geïnfiltreerde water in het veld te kunnen meten. De bodemvochtsensoren zijn geplaatst om halverwege en aan de onderkant van de wortelzone het bodemvocht in kaart te brengen.

### 3.6.2 Resultaten

Tussen 16 juni en 28 juli (ca .6 weken) is in totaal 3.167 m<sup>3</sup> water (ca 15% van de opgeslagen hoeveelheid) opgepompt en via de drainage naar het proefperceel gepompt. De volgende observaties zijn gedaan:

1. De gemeten EC-waarde in het drainagewater varieerde tussen de 1,3 en 1,4 mS/cm. Er was geen sprake van oplopende waarden;
2. Het bijsturen van de watergift via het waterniveau in de pompput werkt goed;
3. De grondwaterstand in het veld reageerde vrij snel op de watergift. Dit ook halverwege de drains. De monitoringspinnen lieten zien dat in het proefperceel de grondwaterstand ca 15-20 cm steeg terwijl in het referentieperceel de grondwaterstand ca 15 cm daalde. Per saldo dus een verschil van ca 30 -35 cm opzet;
4. Toename van het bodemvocht in het proefperceel varieerde tussen de 12 -13%. In het referentieperceel was sprake van een lichte afname met ca 1%.

In algemene zin functioneerde het systeem in technisch opzicht goed en bleef de EC-waarde van het opgepompte water vrijwel constant ondanks de wisselingen in de EC-waarden in de peilbuizen langs HDDW 2.

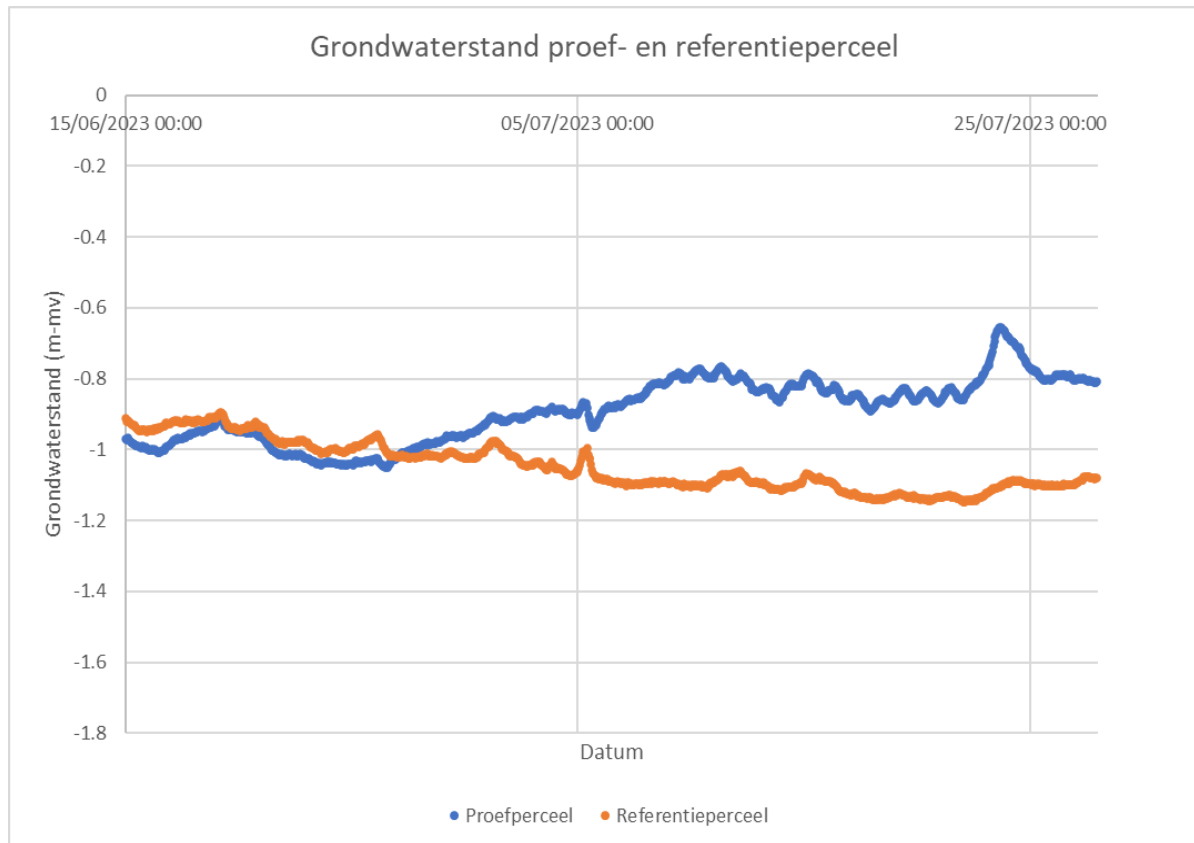
#### Meetresultaten

De referentieverdamping bedroeg gemiddeld 4 mm/d tijdens de irrigatieperiode. De bijbehorende gewasverdamping voor aardappels is ook ongeveer 4 mm/d. De cumulatieve netto





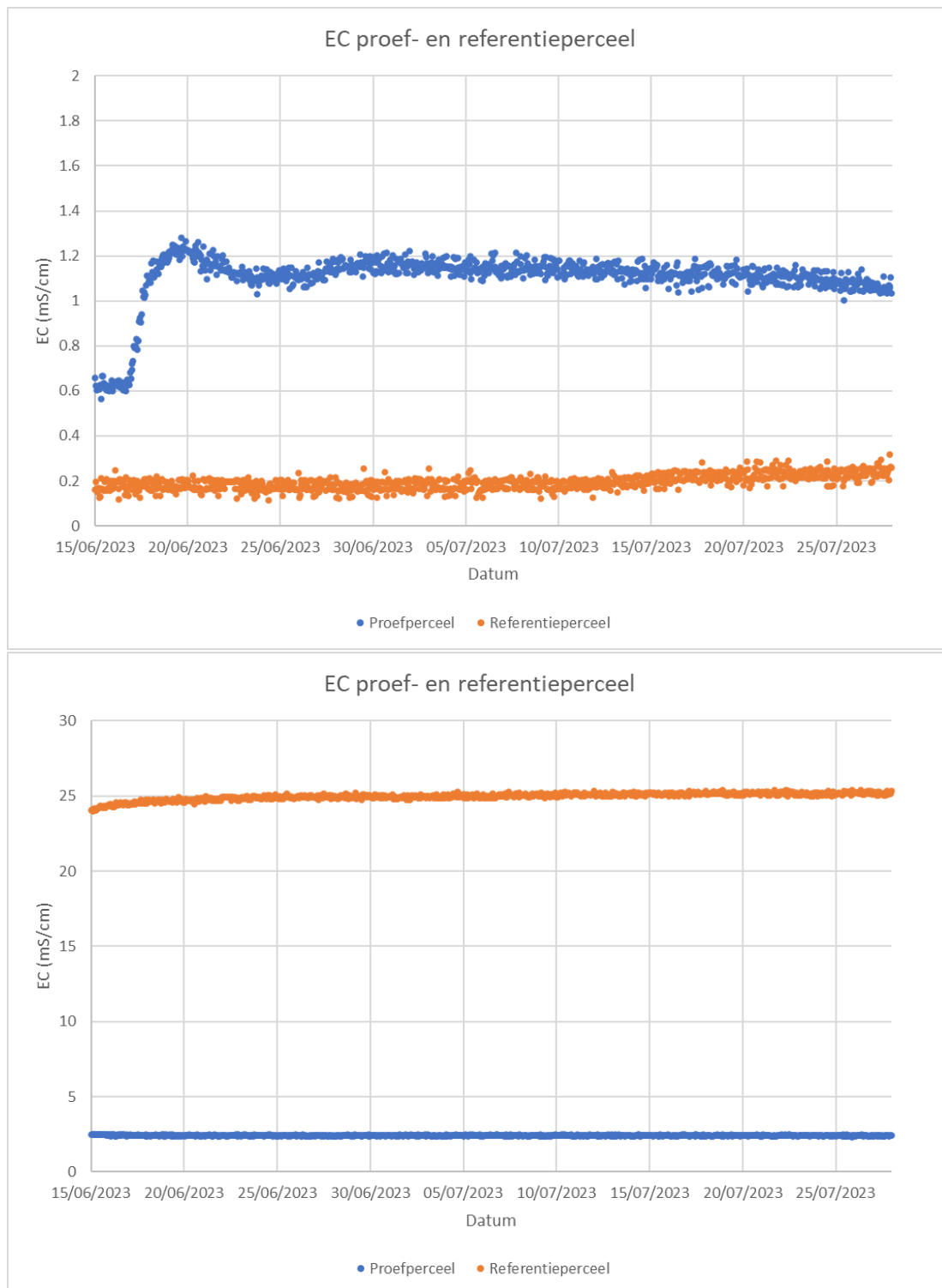
verdamping in de irrigatieperiode bedraagt 92 mm (2040 m<sup>3</sup> over het totale proefperceel). Met een gift van 3167 m<sup>3</sup> in dezelfde periode is er een minimaal verlies van 36% van het gegeven water. Dit water stroomt horizontaal weg naar omliggende percelen en verticaal weg naar de diepere bodem. Op 22 en 23 juli is er ongeveer 25 mm aan neerslag gevallen waardoor het systeem tijdelijk automatisch werd uitgeschakeld omdat de grondwaterstand hoger dan het streefpeil lag.



Figuur 41. Het verloop van grondwaterstand op het proefperceel en het referentieperceel tussen twee drainagebuizen in, gedurende de irrigatieperiode.

Figuur 41 laat zien dat er een flinke grondwaterstandsverhoging bereikt wordt in het proefperceel ten opzichte van het referentieperceel. In juli wordt er lange tijd een verhoging van 30 cm bereikt in het proefperceel t.o.v. het referentieperceel. Vlak na een regenbui op 23 juli is het verschil 43 cm. De reactie van het grondwaterstand op deze neerslag laat zien dat het verhoogde peil voor betere infiltratie van regen zorgt; er vindt minder afspoeling van regen naar de sloot toe.

In de metingen van de grondwaterstand op het proefperceel zijn duidelijk dagelijkse schommelingen te zien vanaf 8 juli. Deze schommelingen zijn het effect van de gewassen die overdag bodemvocht onttrekken, wat tot een daling van de grondwaterstand leidt. 's Nachts neemt de gewasverdamping af en kan het grondwater weer aangevuld worden. Dit effect treedt pas duidelijk op nadat een grondwaterstand van ongeveer 85 cm-mv wordt bereikt. Dit is de afstand tot de wortelzone waarbinnen de bodem door middel van capillaire werking vocht aan de gewassen kan leveren.



Figuur 42 Verloop van de bodem-EC op 0.8 m - maaiveld (boven) en 1.4 m - maaiveld (onder) gedurende de irrigatieperiode.

Figuur 42 laat zien dat de bodem-EC op 1.4 m diepte veel lager is op het proefperceel dan op het referentieperceel. De bodem-EC blijft stabiel rond een waarde van 2.4 mS/cm. Op het referentieperceel is het grondwater op 1.4 m diepte aanzienlijk zouter en neemt de bodem-EC



gedurende de zomer toe, doordat er de verdamping vanuit het diepere grondwater aangevuld wordt.

Op 80 cm onder maaiveld is vóór de irrigatieproef de bodem-EC in beide percelen heel laag, wat aangeeft dat de bodem onverzadigd is en er in lucht wordt gemeten. Op het referentieperceel verandert dit gedurende de zomer niet, tot een grote regenbui op 3 augustus 2023 (niet in de grafiek te zien). Op het proefperceel stijgt de bodem-EC bij aanvang van de irrigatie naar het niveau van de EC van het sub-irrigatiewater.

#### Gewasopbrengsten

Van de proef- en referentiepercelen is er over meerdere vakken in totaal 6 m aan proefsleuf gegraven waaruit de aardappels zijn geoogst en door HZPC zijn geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar opbrengst, maatverdeling en de aanwezigheid van vaak voorkomende ziektes. De vergelijking is gedaan tussen pootaardappelen van de twee percelen van hetzelfde ras, op hetzelfde moment geplant. De strook met kleine soorten aardappelen is niet meegenomen in deze analyse. De volgende maatvoering voor aardappels wordt gehanteerd: ondermaat (0 – 28 mm), pootgoedmaat (28 – 55 mm) en consumptiemaat (55 – 99 mm).

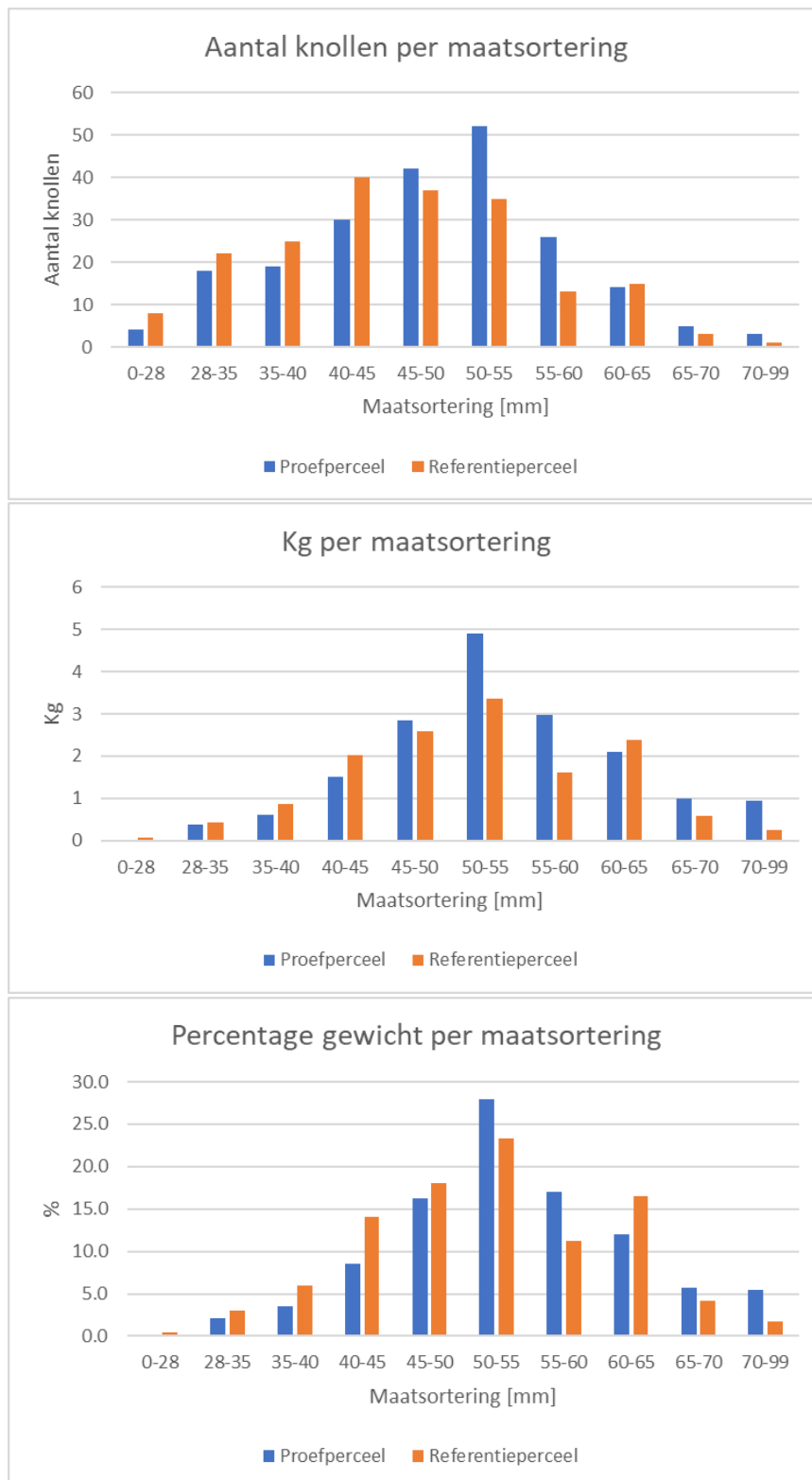
Het proefperceel produceert een hogere bruto-opbrengst dan het referentieperceel (tabel 6). In de pootgoed en consumptieaardappelklassen is de opbrengst in gewicht respectievelijk 11% en 46% hoger.

Tabel 6. Totale opbrengst per maatsoort.

	Proefperceel	Referentieperceel
<b>Bruto opbrengst [ton/ha]</b>	35.2	28.8
<b>Netto opbrengst [ton/ha]</b>		
Ondermaat	0.1	0.1
Pootgoedmaat	20.5	18.5
Consumptiemaat	14.1	9.6

De verdeling in opbrengst over de verschillende maten is weergegeven in Figuur . Hierin zien we dat het aantal knollen van het proefperceel in de maten van 45 mm en groter, hoger is dan op het referentieperceel. De verdeling van het aantal knollen op het proefperceel bevindt zich meer richting grote klassen dan bij het referentieperceel.

In het totale aantal knollen geoogst is er een beperkt verschil: 213 op het proefperceel tegenover 199 op het referentieperceel (+ 7%). Dat betekent dat het gemiddelde aantal knollen per plant (ca 5-6 per plant) vrij dicht bij elkaar lag. Dit wordt veroorzaakt doordat door omstandigheden de sub-irrigatie pas laat tijdens de knolzettingsperiode kon worden gestart. Onder optimale condities kan het aantal knollen/plant oplopen tot ongeveer 10.



Figuur 43. Verdeling van het aantal knollen (boven), gewicht (midden) en percentage totaal gewicht (onder) over de verschillende maatklassen.

De bruto meeropbrengst in gewicht in de irrigatieproef is 6.4 ton/ha wat overeenkomt met ca +22%. De netto meeropbrengst in economische waarde is afhankelijk van de prijzen voor de



verschillende maatklassen van aardappelen. Op basis van actuele cijfers ten tijde van de proef bedroeg de gewogen meeropbrengst ca +17%:

- Opbrengst proefperceel: ca 10.450,-/ha
- Opbrengst referentieperceel: ca 8.900,-/ha
- Verschil = +1.550,-/ha

### 3.6.3 Lessons learned

Aan de hand van de bevindingen van de irrigatieproef doen we de volgende aanbevelingen voor toekomstige irrigatieperiodes.

Begin eerder met het verhogen van het waterpeil en houd dit niveau vast

Het vroeger verhogen van het waterpeil maakt het gemakkelijker om het verhoogde peil in drogere periodes te handhaven en vermindert de relatieve watervraag, omdat er meer neerslag in het voorjaar kan worden vastgehouden. Dit was eerder niet mogelijk vanwege noodzakelijke technische aanpassingen van het drainagesysteem die eerst moesten worden uitgevoerd (het gereedmaken van het pilot- en referentieperceel voor sub-irrigatie).

Het verhogen van de grondwaterstand in een vroege groeifase kan, afhankelijk van het gewas, zorgen voor een forse verdere toename van de opbrengsten. In het geval van pootaardappelen, kan door net voor de knolzettingsperiode te beginnen met de watergift, het aantal knollen per plant worden verhoogd. Door op het juiste moment te stoppen met de watergift wordt het mogelijk om het een groter deel van de knollen in de pootgoedmaat te oogsten. Gedurende het seizoen kan er een meer frequente steekproef worden uitgevoerd om op het juiste moment te oogsten.

Actief anticiperen op neerslag en daarop het peil sturen.

In een peilgestuurd drainagesysteem is het nuttig om actief te anticiperen op neerslag en het peil zodoende te sturen om verschillende redenen:

- Door het peil van het drainagesysteem aan te passen op basis van verwachte neerslag, kan er efficiënter gebruik worden gemaakt van het beschikbare water. Bij aankomende regen kan het peil worden verlaagd om meer neerslag vast te houden en meer water te besparen;
- Het actief anticiperen op neerslag helpt bij het handhaven van een optimale grondwaterstand en bodemvochtigheid. Een goed afgestemd peil kan ervoor zorgen dat de bodem voldoende vochtig blijft voor gewasgroei zonder dat er waterverzadiging optreedt, wat schadelijk kan zijn voor plantenwortels;
- Het actief sturen van het grondwaterpeil in overeenstemming met neerslag kan bijdragen aan het verminderen van uitspoeling van voedingsstoffen.

## 3.7 Evaluatie resultaten WP1 Technische ontwikkeling

Voor WP1 zijn de onderstaande concrete doelstellingen geformuleerd:

- Zelfvoorziening zoetwater met behulp van ondergrondse opslag: realiseren van en kennisontwikkeling over opvangen, ondergrondse opslag en sub-irrigatie op minimaal 50 ha en maximaal 100ha, om de beschikbaarheid van zoetwater door het teeltseizoen te



vergroten, de afhankelijkheid van aanvoer van zoet water te verkleinen en de productieomstandigheden te verbeteren;

- Sub-irrigatie: zuinig en slim hergebruik van zoetwater op ca. 50 tot 100 ha voor gewassen;
- Energieneutraal: zelfvoorzienende systemen ook m.b.t. energievoorziening.

Geconcludeerd wordt, zoals ook al in een eerder stadium is aangegeven, dat het zelfvoorzienend areaal tussen de 50 en 100ha tijdens de uitvoering van het project naar beneden bijgesteld moest worden naar 30ha/locatie. Dit enerzijds vanwege het experimentele karakter van de HDDW en anderzijds vanwege sterk gestegen kosten door de Covid- en Oekraïne-crisis. Hierdoor moest gekozen worden voor kleinere systemen in afwijking van de oorspronkelijke doelstelling. Daarnaast zijn 2 zuiveringsinstallaties aangelegd wat niet voorzien was in het projectplan en beschikbare budget.

Om risico's te beperken is dus gekozen om ca 30 ha aan te koppelen in plaats van 50 tot 100ha. Aan de Hoofdweg liggen de bouwstenen klaar om voor 30ha zelfvoorzienend te worden. Aan de Postweg moet eerst een nieuwe HDDW gerealiseerd worden alvorens de aangesloten 30 ha zelfvoorzienend kan worden.

Veel kennis is opgedaan over de werking van de bouwstenen van een systeem voor ondergrondse opslag onder condities zoals op Texel. Het opvangsysteem werkt goed maar moet op onderdelen nog robuuster worden gemaakt. In aanvulling op de oorspronkelijke doelstellingen is ook veel geleerd omtrent zuivering op GBM en nutriënten geschikt voor toepassing in de akkerbouw. Het zuiveringsconcept werkt tot nu toe bewezen goed: alle GBM worden verwijderd. Opslag van zoetwater in een zeer zoute ondergrond met behulp van een innovatieve HDDW is mogelijk: aan de Hoofdweg is een zoetwaterbel opgebouwd die tijdens een eerste proef stabiel is gebleken. Hergebruik van het opgeslagen water via sub-irrigatie blijkt robuust en de resultaten van de sub-irrigatieproef voor poot aardappelen laten zien dat het systeem resulteert in een significante meeropbrengst.

Vooralsnog wordt het systeem aan de Hoofdweg voorzien van 100% duurzaam opgewekte stroom middels een netaansluiting bij Liander en leverantie door Texel Energie. Dit in combinatie met zonnepanelen die voor de voeding van de meet- en regelunit zorgdragen.



# 4 WP 2 Financiële ontwikkeling

## 4.1 Introductie baten

In dit hoofdstuk ligt de focus op de analyse van de baten van zoet irrigatiewater uit de ondergrondse opslag. Er wordt toegewerkt naar een gewogen gemiddelde aan baten uitgedrukt in Euro's dat kan worden meegenomen in een bedrijfseconomische kosten-baten analyse. De analyse richt zich op gewassen die terug te vinden zijn in veel voorkomende bouwplannen in Noord-Nederland. Deze verkenning krijgt een regionale focus, met name gericht op de unieke omstandigheden van Texel.

De gehanteerde benadering steunt op een gevarieerde dataset, samengesteld uit KNMI-gegevens en diverse modelstudies. Er is niet alleen geput uit statistische modellen maar ook input verkregen van lokale telers in dit gebied om de baten accuraat te bepalen. Het valideren van de baten met de praktijkervaring en inzichten van de telers is onmisbaar voor de vertaling naar praktijk van de conclusies.

Een essentieel aspect van onze analyse omvat de integratie van statistische methoden om de onzekerheid met betrekking tot droogteperioden en verschillende klimaatscenario's te adresseren. Hiermee kunnen we een meer gedegen inzicht verkrijgen in de fluctuaties en potentiële risico's die gepaard gaan met de beschikbaarheid van irrigatiewater, een cruciaal element voor agrarische activiteiten.

Het doel van dit hoofdstuk is dan ook om een helder en gebalanceerd overzicht te bieden van de baten van zoet irrigatiewater, rekening houdend met zowel de variabelen vanuit de natuurlijke omgeving als de inzichten vanuit de lokale agrarische praktijk.

Dit hoofdstuk is opgedeeld in twee delen. Het eerste deel behandelt specifiek de te verwachten baten van de optie om te irrigeren binnen de pootaardappelteelt. Het tweede deel richt zich op het economisch doorrekenen van volledige bouwplannen, eveneens gebaseerd op de KNMI-scenario's.

## 4.2 Droogte - KNMI scenario's

De eerste stap richting het bepalen van de baten is het definiëren van droogte en de klimaatscenario's. Wanneer er te weinig neerslag valt in vergelijking met de waterbehoefte van een gewas, noemt men dit droogte. Door klimaatverandering zal zowel de intensiteit als de kans op droogte toenemen. Droogte zal resulteren in een verminderde oogst in tonnages en een teruglopende productkwaliteit. Dit heeft een negatieve invloed op de inkomsten uit het product en dus het inkomen van de boer.

Hoe het klimaat zich gaat ontwikkelen, is dus van bedrijfseconomisch belang voor een boer. Op 9 oktober 2023, heeft het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) klimaatvoorspellingen gedeeld door middel van vier klimaatscenario's, gebaseerd op de wereldwijde broeikasgassenuitstoot leidend tot temperatuurstijging in combinatie met een verdrogend of vernattend klimaat (KNMI, 2023):

- Scenario Ln: **Lage uitstoot en een vernattend klimaat;**

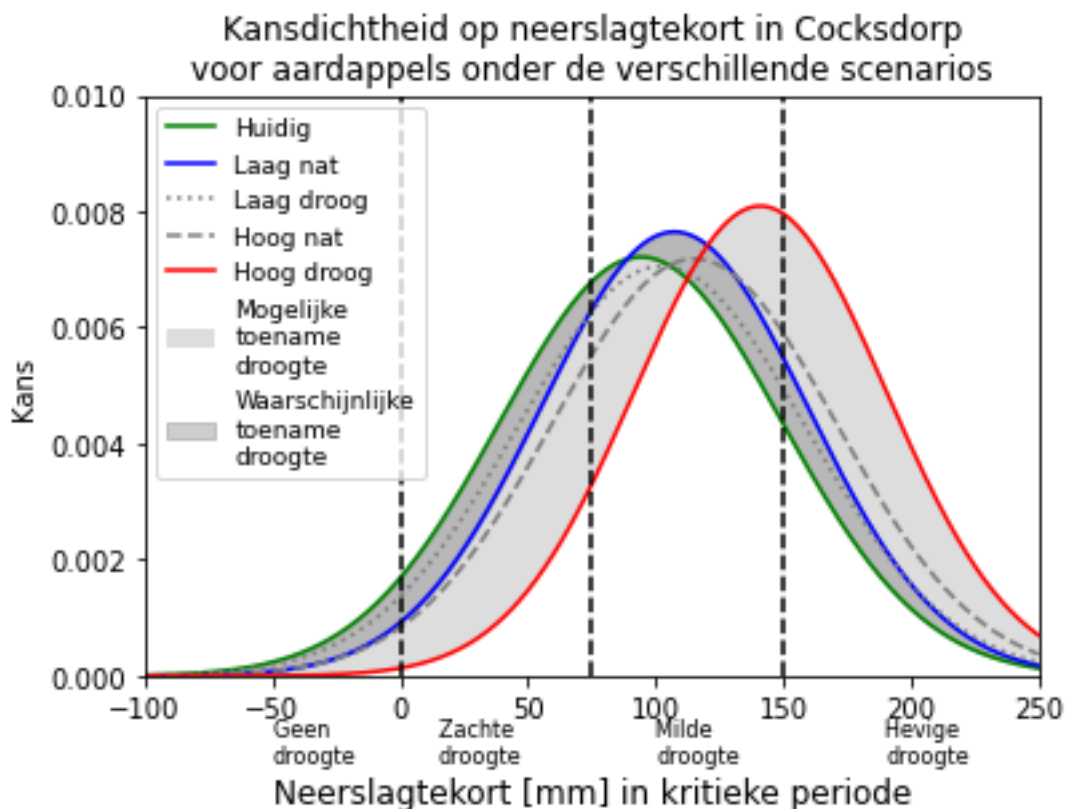




- Scenario Ld: **L**age uitstoot en een ver**d**rogend klimaat;
- Scenario Hn: **H**oge uitstoot en een vernattend klimaat;
- Scenario Hd: **H**oge uitstoot en een ver**d**rogend klimaat.

Het KNMI geeft geen waarschijnlijkheidsinschatting voor één van deze scenario's, dus er blijft een onzekerheid over het voorkomen ervan. Wat wel zeker is, is dat de kans op droogte toe zal nemen voor alle vier de klimaatscenario's ten opzichte van het huidige klimaat (zie figuur 44). In andere woorden: de kans op droogte, en daarmee gewasschade, gaat in de toekomst toenemen.

Om de baten van irrigatie in de Noord-Nederlandse regio te kunnen onderbouwen zijn de vier klimaatscenario's geanalyseerd op basis van data uit de provincie's Noord-Holland, Friesland en Groningen (zie Figuur 3). Voor de analyse is de kans op droogte gecombineerd met de gewasfactor voor poot aardappels tussen 15 Juni tot en met 31 Juli. De kritieke periode is de periode waarin een watertekort voor poot aardappelen tot het grootste opbrengstverlies zal leiden. Uit figuur 44, dat betrekking heeft tot het klimaat bij De Cocksdorp-Texel, blijkt dat de kans op droogte aanzienlijk is voor zowel "Ln" (minst droog) als "Hd" (meest droog), waarbij de overige scenario's zich voornamelijk daartussen bevinden.



Figuur 44. Kansdichtheid van droogte voor De Cocksdorp-Texel tijdens de kritieke periode voor poot aardappels onder de verschillende klimaatscenario's.



## 4.3 Baten pootgoedaardappels

### 4.3.1 Leeswijzer

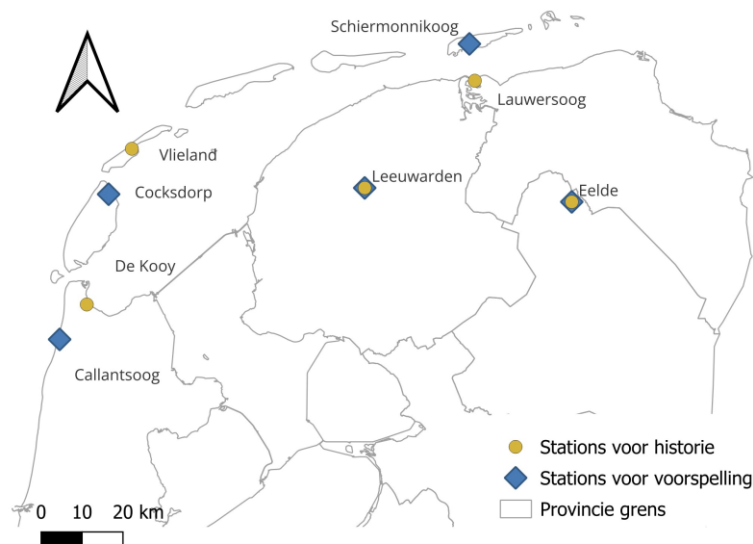
Risicoanalyses en kansverdelingen zijn vaak lastig te interpreteren vanwege de aanwezige onzekerheid. Om de interpretatie te vergemakkelijken, richten we ons op het volgende:

- De twee uiterste klimaatscenario's:
  - "Ln", wat het minst droog is maar droger is dan huidige situatie/klimaat (zie figuur 46). In dit scenario is de uitstoot van broeikasgassen laag en worden de klimaatdoelen gehaald;
  - "Hd", wat de meest toenemende droogte vertegenwoordigt. In dit scenario, is de uitstoot van broeikasgassen hoog en zijn de klimaatdoelen niet gehaald.
- Vier droogtescenario's (Tabel 7):

Tabel 7: De vier droogte scenario's en bijbehorende definities

Droogtescenario	Neerslagtekort
Geen droogte	-100 tot 0 mm
Zachte droogte	0 tot 75 mm
Milde droogte	75 tot 150 mm
Hevige droogte	Meer dan 150 mm

- 5 Locaties: we hebben op meerdere locaties de data van de weerstations vergeleken (zie figuur 45), waarmee regionaal de variatie en onzekerheden zichtbaar worden.



Figuur 3. Kaart van de gebruikte KNMI stations

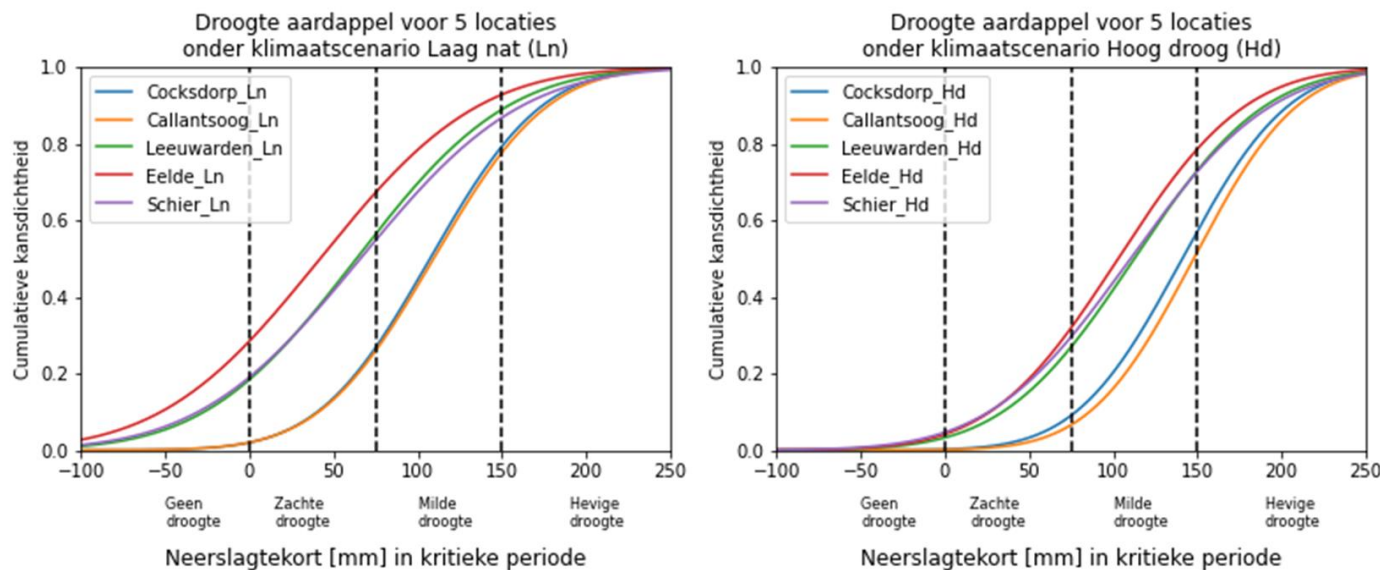
### 4.3.2 Kans op droogte voor pootgoedaardappels onder "Ln" en "Hd"

Figuur 46 toont de cumulatieve kansdichtheidcurve voor de vijf locaties in Noord-Nederland voor "Ln" en "Hd" klimaatscenario's. De cumulatieve kansdichtheid geeft aan wat de waarschijnlijkheid is dat het neerslagtekort minder dan of gelijk aan een bepaalde waarde is. Dit



biedt een overzicht van de cumulatieve kansen en maakt het eenvoudiger om vragen te beantwoorden zoals “Wat is de kans op milde droogte (neerslagtekort tussen 75 en 150mm)?”

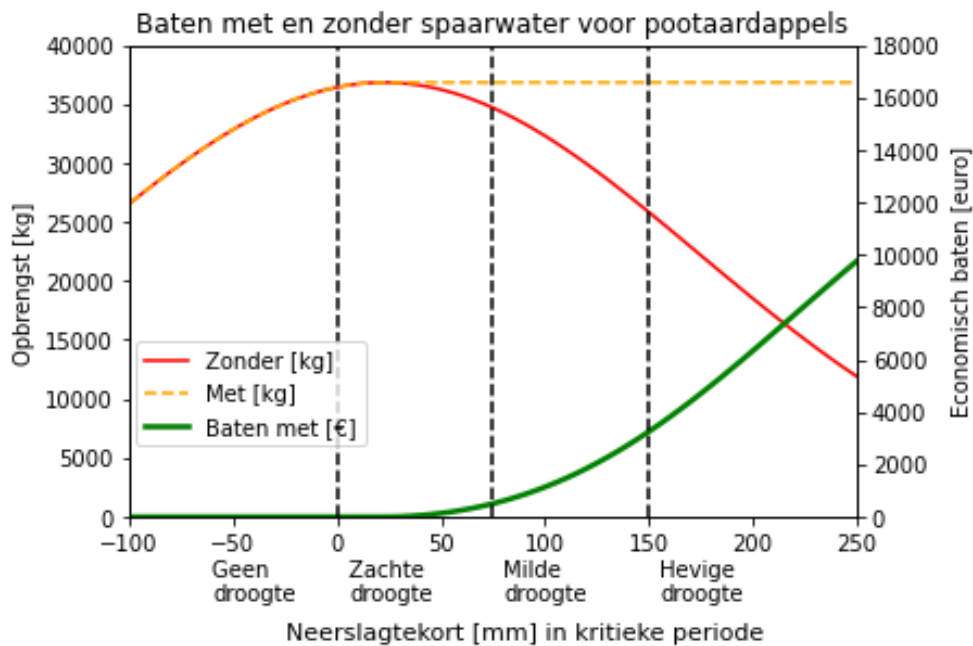
Een duidelijke conclusie is dat er een substantieel verschil is tussen locaties. Zo is er bij Callantsoog en de Cocksdorp Texel de kans op droogte het grootst en bij Eelde het minst. Verder valt het op dat de kans op droogte sterk toeneemt voor het “Hd” klimaatscenario. Voor de niet-cumulatieve kansdichtheid (PDF curves) wordt verwezen naar annex 1.



Figuur 46. De cumulatieve kansdichtheidscurve op droogte voor de vijf locaties onder de “Ld” en “Hd” klimaatscenario's

### 4.3.3 Droogte en economisch waarde voor pootgoedaardappels

Droogte leidt tot een verminderd volume en een lagere kwaliteit van het te oogsten product. Om dit te kwantificeren voor de pootaardappelteelt, is in het project Spaarwater (2019) een economisch model voor droogteschade ontworpen. De resultaten van dit model zijn weergegeven in figuur 47. Met ‘spaarwater’ wordt extra water bedoeld om het neerslagtekort te compenseren en zo een optimale oogst te garanderen. Het valt op dat de baten (pure inkomsten) van spaarwater vrij minimaal is bij een zachte droogte, maar bij een milde droogte lijken de baten exponentieel toe te nemen, en bij hevige droogte nemen de baten evenredig toe. Kosten van het beschikbaar maken en toedienen van ‘spaarwater’ zijn daarbij niet meegenomen.



Figuur 47. Opbrengsten (kg en €) met en zonder spaarwater voor poot aardappels

Om de economische baten en het risico op droogte te integreren, hebben we gekeken naar de opbrengst voor elk droogtescenario binnen beide klimaatscenario's ("Ln" en "Hd"). Dit omvat ook de onzekerheid als gevolg van geografische locaties. De uitkomsten zijn gepresenteerd in tabel 8.

Hoe leest deze tabel? De baten van spaarwater zijn gebaseerd op de grafieken in figuur 46. Om de jaarlijkse baten te berekenen, hebben we het gewogen gemiddelde genomen van alle neerslagtekorten en de bijbehorende baten (zie de laatste rijen van tabel 8).



Tabel 8. Kans en economische uitkomsten per scenario regio Noord-Nederland

Droogte event [tekort in mm]	Locatie	Laag nat (Ln)		Hoog droog (Hd)	
		Kans [%]	Baten spaarwater [Euro/jaar/ha]	Kans [%]	Baten spaarwater [Euro/jaar/ha]
<b>Geen droogte</b> (tekort: <0)	De Cocksdorp	1.98		0.21	
	Callantsoog	1.99		0.11	
	Leeuwarden	18.37		3.25	
	Eelde	28.41		4.14	
	Schiermkn.	19.00		4.65	
<b>Zachte droogte</b> (tekort: tussen 0 en 75)	De Cocksdorp	24.79		8.82	
	Callantsoog	23.91		6.46	
	Leeuwarden	38.04	Tussen 0 en 500	23.67	Tussen 0 en 500
	Eelde	38.85		27.77	
	Schiermkn.	35.78		24.92	
<b>Milde droogte</b> (tekort: 75 en 150)	De Cocksdorp	52.56		48.21	
	Callantsoog	51.81		45.28	
	Leeuwarden	32.54	Tussen 500 en 3250	46.14	Tussen 500 en 3250
	Eelde	25.59		46.74	
	Schiermkn.	32.04		43.20	
<b>Hevige droogte</b> (tekort: >150)	De Cocksdorp	20.66		42.75	
	Callantsoog	22.29		48.15	
	Leeuwarden	11.04	Tussen 3250 en 9750	26.93	Tussen 3250 en 9750
	Eelde	7.15		21.35	
	Schiermkn.	13.18		27.23	
<b>Gewogen gemiddelde</b>	De Cocksdorp		2000		3225
	Callantsoog		2075		3500
	Leeuwarden		1125		2250
	Eelde		800		1950
	Schiermkn.		1250		2225

Duidelijk is dat zowel regionaal als tussen de verschillende klimaatscenario's, de baten sterk verschillen.

#### 4.3.4 Bouwplan specifieke baten

De voorgaande paragrafen zijn gericht op de baten voor poot aardappels omdat voor poot aardappelen een gevalideerd economisch model voor beschikbaar was. In de praktijk zullen echter bouwplannen bepalend zijn bij een investeringsbeslissing voor ondergrondse opslag. Op dit moment is er nog geen gevalideerd model beschikbaar voor andere gewassen. Daarom is besloten om interviews met agrariërs te houden om inzicht te krijgen in de opbrengsten bij verschillende droogtescenario's.

Om de baten van spaarwater te berekenen, is tijdens de interviews gevraagd naar opbrengsten onder optimale omstandigheden wat betreft watervoorziening. Het verschil tussen deze optimale opbrengst en de opbrengst onder overeenkomende droogtescenario's vormt de baten. Vervolgens zijn deze baten gecombineerd met de kans op droogte zoals deze ook voor



pootaardappelen is uitgevoerd. Door deze gemiddelde baat te vermenigvuldigen met het aandeel van elk gewas in het bouwplan, zijn de gemiddelde baten van spaarwater op het niveau van een bouwplan doorgerekend.

### 4.3.5 De bouwplannen

Deze doorrekening is uitgevoerd voor drie verschillende model bouwplannen (afgeleid uit de interviews), typisch voor de Texelse context. In Tabel 99 worden de gekozen bouwplannen gepresenteerd samen met het aandeel van het gewas.

Tabel 9: De onderzochte model bouwplannen

Akkerbouw			Bollen en akkerbouw			Veeteelt en akkerbouw		
Gewas	Hectare	Aandeel	Gewas	Hectare	Aandeel	Gewas	Hectare	Aandeel
Pootaardappelen	50	33%	Tulpen	4.5	25%	Pootaardappelen	30	30%
Suikerbieten	25	17%	Suikerbieten	4.5	25%	Suikerbieten	10	10%
Gerst	25	17%	Gerst	9	50%	Mais	20	20%
Uien	5	3%				Gras	40	40%
Mais	20	13%						
Graszaad	15	10%						
Consumptieaardappelen	10	7%						
<b>Totaal</b>	<b>150</b>	<b>100.00%</b>	<b>Totaal</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	<b>Totaal</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

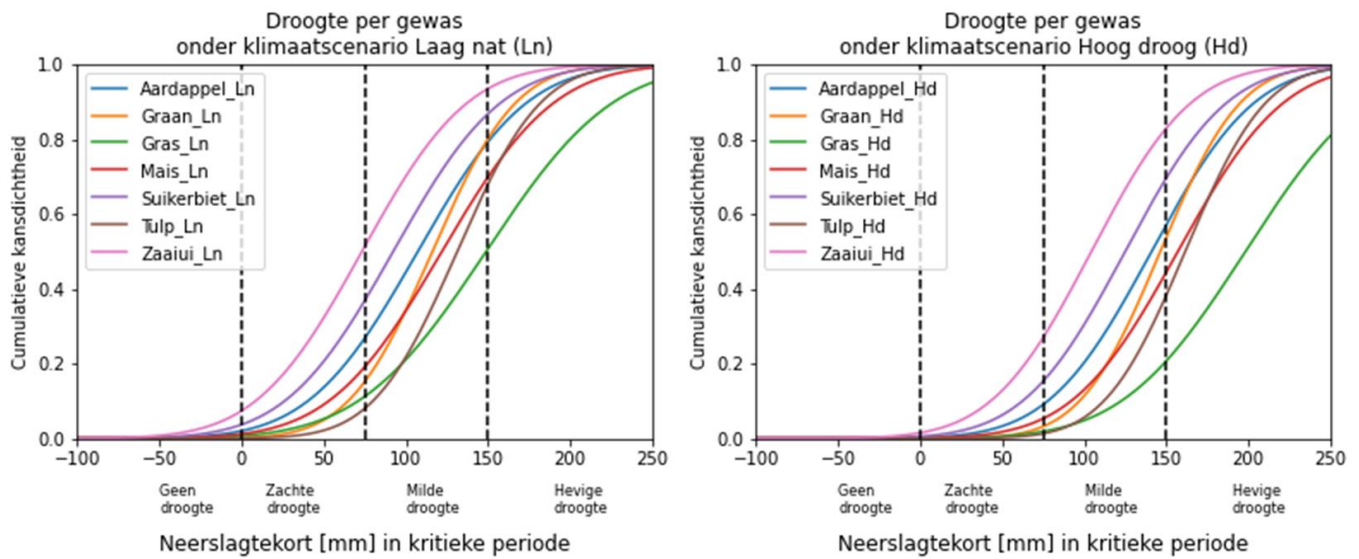
### 4.3.6 Kans op droogte

Zoals eerder toegelicht, worden de klimaatscenario's van het KNMI gebruikt om de kans op droogte tijdens een kritieke periode voor specifieke gewassen te berekenen. In tabel 10 worden de kritieke perioden voor de onderzochte gewassen weergegeven.

Tabel 10. Kritieke periode voor de onderzochte gewassen

Gewas	Begin	Eind
Suikerbieten	15 Juni	31 Juli
Gerst	1 Mei	30 Juni
Zaaiuien	15 Juni	31 Juli
Mais	15 Juni	31 Juli
Graszaad	1 Mei	31 Juli
Aardappels	15 Juni	31 Juli
Tulpen	1 Mei	30 Juni

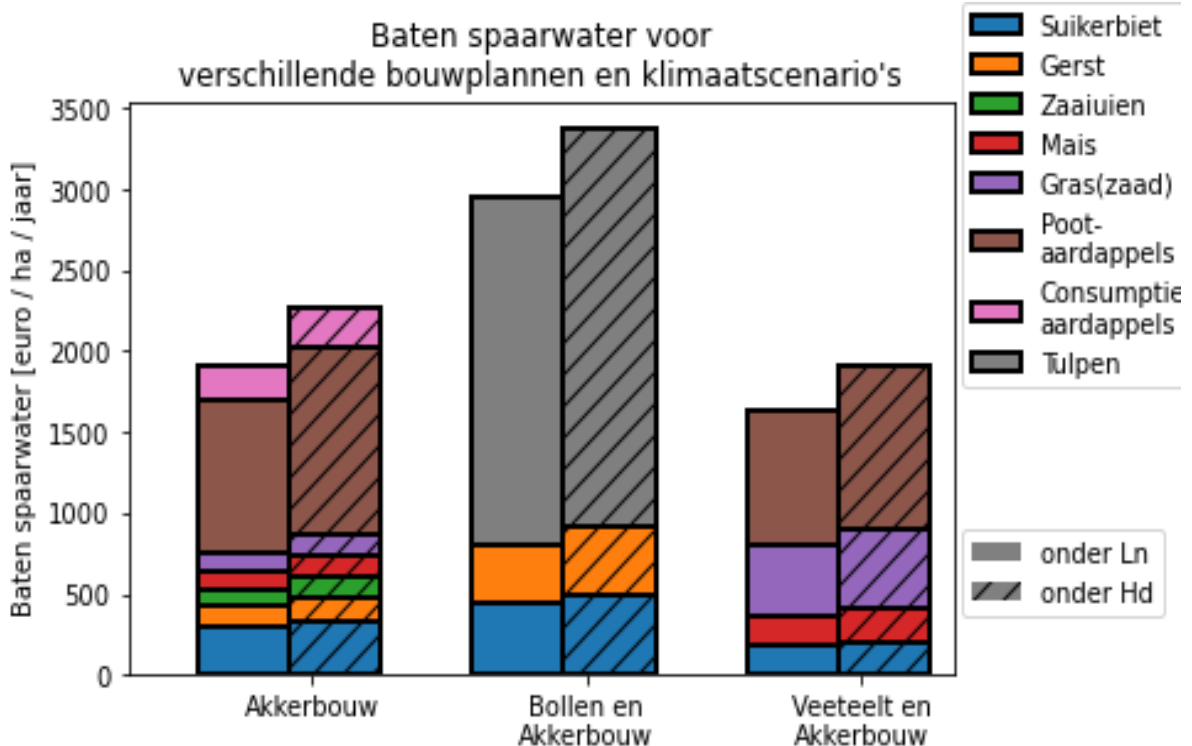
Figuur 48 toont de cumulatieve kans op droogte per gewas. Beide grafieken laten zien dat de kans op droogte aanzienlijk toeneemt onder het "Hd"-scenario. Het valt ook op dat de kans op droogte veel groter is dan de kans op geen droogte. Het is belangrijk op te merken dat in dit geval alleen gekeken is naar de weerstations De Kooy en De Cocksdorp, omdat de agrarische bedrijven die zijn geïnterviewd zich in deze regio bevinden. Daarom is er geen bandbreedte op basis van de locaties in Noord-Nederland in beschouwing genomen, zoals voor pootaardappelen wel is gedaan. In Annex 2 is een tabel gepresenteerd die de kans op droogtescenario per gewas laat zien, als numerieke interpretatie van Figuur.



Figuur 48. Cumulatieve kans op neerslagtekort tijdens de kritieke periode voor de onderzochte gewassen in Texel. Aardappels geldt voor consumptie en poot.

### 4.3.7 Economische doorrekening

In deze paragraaf worden de bouwplannen, de kans op droogte en de economische baten van spaarwater gecombineerd om zo de gemiddelde baten in euro's per hectare per jaar voor elk bouwplan te berekenen. De details zijn te vinden in Annex 3 en de resultaten worden gepresenteerd in figuur 49.



Figuur 49. Staafdiagram van de baten van spaarwater voor de drie model bouwplannen.





### 4.3.8 Conclusies

Op basis van de gepresenteerde data zijn de volgende conclusies te trekken:

#### Pootaardappels

- i. **Toenemende kans op droogte:** In oktober 2023 heeft het KNMI nieuwe klimaatvoorspellingen gepubliceerd. Er zijn twee uiterste klimaatscenario's: "Laag nat" (Ln), dat droger is dan het huidige klimaat maar nog steeds binnen de klimaatdoelstellingen valt, en "Hoog droog" (Hd), dat het meest droge scenario vertegenwoordigt waarin de klimaatdoelen niet worden gehaald. Beide scenario's laten zien dat de kans op droogte zal toenemen.
- ii. **Geografisch spreiding:** Voor vijf locaties in Noord-Holland, Friesland, en Groningen zijn de klimaatscenario's doorgerekend. Hieruit blijkt dat de toenemende kans op droogte sterk afhankelijk is van de geografische ligging binnen Nederland, wat zich eveneens weerspiegelt in de uiteindelijke baten van spaarwater.
- iii. **Droogtescenario:** Er is gekeken naar vier droogtescenario's: geen droogte (<0mm), zachte droogte (neerslagtekort tussen 0 en 75 mm), milde droogte (75 – 150 mm), hevige droogte (>150mm). Dit heeft de volgende inzichten opgeleverd:
  - a. Voor De Cocksdorp en Callantsoog is de kans op droogte meer dan 98% bij scenario "Ln" en nog hoger bij scenario "Hd". Voor de overige locaties, is de kans op droogte rond de 80% bij scenario "Ln" en zelfs rond de 95% bij scenario "Hd";
  - b. Bij scenario "Hd", komt milde droogte iets minder dan eens per twee jaar voor. De kans, afhankelijk van locatie, ligt tussen de 40% en 50%;
  - c. Afhankelijk van locatie, komt hevige droogte 2 à 3 keer vaker voor bij "Hd" ten opzichte van "Ln";
  - d. De economische baten beginnen substantieel toe te toenemen bij neerslagtekorten groter dan zachte droogte (neerslagtekort tussen 0 en 75 mm).
- iv. **Economisch baten per klimaatscenario:**
  - a. Bij scenario "Ln", bedragen de gemiddelde baten van spaarwater voor de Cocksdorp ca. € 2.000/ha/jaar. Voor Eelde bedraagt dit ca €800/ha/jaar en voor Callantsoog ca €2075/ha/jaar;
  - b. Bij scenario "Hd", liggen de baten anderhalf tot één keer hoger dan bij scenario "Ln". Voor De Cocksdorp zijn de baten € 3.225/ha/jaar, voor Eelde €1950/ha/jaar en voor Callantsoog €3500/ha/jaar.

#### Bouwplannen Texel

Er is gekeken naar de baten van spaarwater voor drie verschillende bouwplannen typisch voor de Texelse context: akkerbouw, akkerbouw in combinatie met bloembollenteelt (vooral tulpen) en akkerbouw in combinatie met veeteelt (gekenmerkt door het hoge aandeel gras). We hebben de boeren van deze drie plannen gevraagd om hun opbrengsten te schatten onder optimale wateromstandigheden en in scenario's van droogte, deze input is gevalideerd met de opbrengstindicaties uit andere gebieden van Nederland en het CBS. Het verschil tussen deze twee situaties wordt gedefinieerd als de winst die wordt behaald door het gebruik van spaarwater.



Dit is gecombineerd met de frequentie van de droogteperioden en hiermee zijn de gemiddelde jaarlijkse baten van spaarwater berekend. De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- De baten van spaarwater voor het bouwplan Akkerbouw liggen tussen ongeveer €1900 (bij "Ln") en €2300 (bij "Hd") per hectare per jaar;
- Voor het bouwplan Bollenteelt en Akkerbouw bedragen de baten ongeveer €2900 en €3400 per hectare per jaar;
- Bij het bouwplan Veeteelt en Akkerbouw liggen de baten van spaarwater rond de €1500 en ongeveer €1900 per hectare per jaar.

## 4.4 Kosten ondergrondse opslag

De kosten voor ondergrondse opslag zijn in kaart gebracht gebruikmakende van werkelijke kosten zoals gemaakt binnen de pilotlokaties op Texel. Dit om zo betrouwbaar mogelijke kostenscenario's te ontwikkelen. De pilotlokaties hebben de volgende kenmerken:

- Ca 30 ha voor opvang en sub-irrigatie middels het drainagesysteem;
- Opslag en onttrekking middels horizontale boringen van ca 280m lengte;
- De nieuw ontwikkelde zuivering met behulp van zand- en actiefkoolfiltratie met een capaciteit van ca 30 m<sup>3</sup>/uur.

Nadrukkelijk wordt opgemerkt dat beide pilotlokaties nog in ontwikkeling zijn. Bij het lezen van dit hoofdstuk is het dan ook belangrijk dat de resultaten als zodanig worden beschouwd: locatiespecifiek en volop in ontwikkeling. Opschaling en doorontwikkeling zullen significante invloed hebben op de in dit hoofdstuk gepresenteerde getallen.

Dit hoofdstuk biedt een presentatie van de gevolgde methode en de kosten op basis van de data beschikbaar eind 2023. De conclusies die worden getrokken bieden een basis voor de doorontwikkeling en (financiële) optimalisatie van het systeem.

### 4.4.1 Kostenopzet

De kosten zijn onderverdeeld in drie categorieën:

- immateriële investeringen;
- materiële investeringen;
- gebruikskosten.

Iedere categorie omvat verschillende kostenposten (zie Tabel 11). Ondergrondse opslag karakteriseert zich door een hoge mate van locatiespecifieke eigenschappen. Dit vertaalt zich door in de kostenposten en voor de meeste kostenposten zijn meerdere opties mogelijk. De categorieën, kostenposten en verschillende opties zijn bepaald op basis van gemaakte kosten voor beide pilotlokaties en een expert-inschatting. Uiteindelijk zijn hiermee 648 kostencombinaties ontwikkeld zodat het mogelijk is om technische opties en onzekerheden te bepalen. Bijvoorbeeld de levensduur van de zuivering met actief kool is nog niet volledig zeker.

Uiteindelijk resulteert dit in een bandbreedte aan kosten. De kosten worden gepresenteerd in euro per 30ha/jaar.



Tabel 11. Kostenposten en systeemopties van ondergrondse wateropslag in Texel

Categorie	Kostenpost		Opties en schattingen voor 30 hectare systeem					
	#	Post	#	Optie	Kosten	Levensduur [jaar]*	Kosten per jaar per 30 ha	Kosten per jaar per ha
Immaterieel	A	Pre-Scan	1	Optie 1	€ 1,100.00	Oneindig	€ 36.67	€ 1.22
	B	Vooronderzoek	2	Optie 1	€ 9,600.00	Oneindig	€ 320.00	€ 10.67
	C	Voorontwerp	3	Optie 1	€ 12,800.00	Oneindig	€ 426.67	€ 14.22
	D	Definitiefontwerp	4	Optie 1	€ 6,300.00	Oneindig	€ 210.00	€ 7.00
	E	Watervergunningen	5	Optie 1	€ 9,500.00	Oneindig	€ 316.67	€ 10.56
	F	Omgevingsvergunningen	6	Optie 1	€ 3,500.00	Oneindig	€ 116.67	€ 3.89
Materieel	G	Drainage	7	Nieuw met sleuf (8m)	€ 80,760.00	25	€ 3,230.40	€ 107.68
			8	Nieuw met sleuf (10m)	€ 64,410.00	25	€ 2,576.40	€ 85.88
			9	Nieuw met ketting (8m)	€ 87,960.00	25	€ 3,518.40	€ 117.28
			10	Nieuw met ketting (10m)	€ 69,960.00	25	€ 2,798.40	€ 93.28
			11	Bestaand (8m)	€ 32,160.00	25	€ 1,286.40	€ 42.88
			12	Bestaand (10m)	€ 27,960.00	25	€ 1,118.40	€ 37.28
	H	Zuiveringssysteem	13	Optie 1	€ 54,000.00	20	€ 2,700.00	€ 90.00
	I	Pomphuis en leidingwerk	14	Optie 1	€ 58,600.00	20	€ 2,930.00	€ 97.67
	J	Boring	15	Horizontaal 200m	€ 65,000.00	25	€ 2,600.00	€ 86.67
			16	Horizontaal 250m	€ 83,500.00	25	€ 3,340.00	€ 111.33
			17	Horizontaal 320m	€ 87,500.00	25	€ 3,500.00	€ 116.67
Gebruik	K	Koolfilter	18	Kort	€ 27,000.00	5	€ 5,400.00	€ 180.00
			19	Tussenin	€ 27,000.00	10	€ 2,700.00	€ 90.00
			20	Lang	€ 27,000.00	15	€ 1,800.00	€ 60.00
	L	Zandfilter	21	Kort	€ 10,000.00	5	€ 2,000.00	€ 66.67
			22	Tussenin	€ 10,000.00	10	€ 1,000.00	€ 33.33
			23	Lang	€ 10,000.00	15	€ 666.67	€ 22.22
	M	Energie	24	Optie 1	€ 7,000.00	1	€ 7,000.00	€ 233.33
			25	Optie 2	€ 8,750.00	1	€ 8,750.00	€ 291.67
	N	Monitoring waterkwaliteit	26	Per halfjaar	€ 3,300.00	1	€ 3,300.00	€ 110.00
			27	Per kwartaal	€ 5,900.00	1	€ 5,900.00	€ 196.67

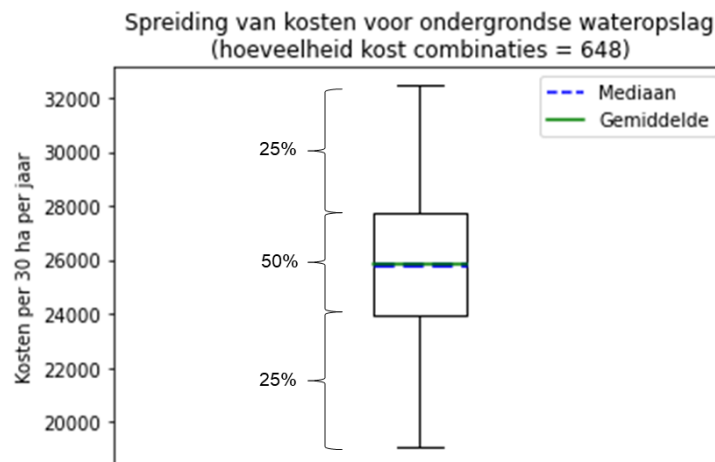
\*Voor oneindig is een betaaltermijn van 30 jaar aangehouden

#### 4.4.2 Kostenspreiding

Bovenstaand tabel laat zien dat er een bandbreedte ontstaat door het samenvoegen van verschillende technische opties en onzekerheden. In deze paragraaf wordt de spreiding van de kosten gepresenteerd en gekwantificeerd. Figuur 50, laat de spreiding zien van de in totaal 648 mogelijke kostencombinaties.

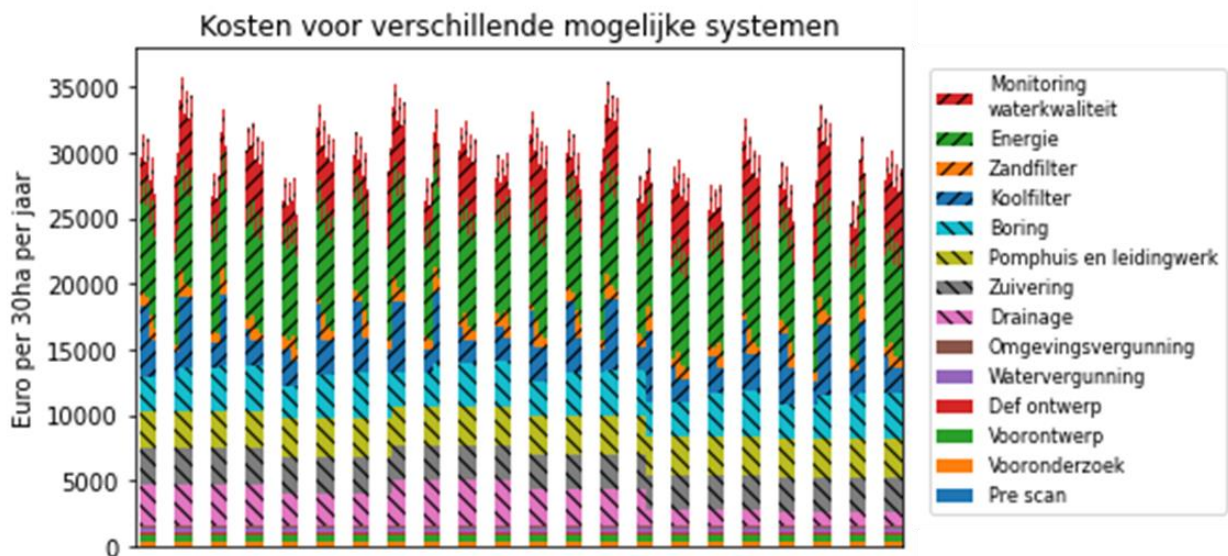
Voor 30ha variëren de kosten/jaar tussen de € 18.500 en €32.500 waarbij voor 50% van de combinaties de kosten/jaar tussen de €24.000 en €28.000 liggen. Gemiddeld liggen de kosten rond de €25.000 per 30 hectare per jaar. De minimale, gemiddelde en maximaal te verwachten kosten bedragen omgerekend, respectievelijk € 615, € 830 en €1085 per hectare per jaar.

Nogmaals: dit uitgaande van de kenmerken zoals gepresenteerd, prijspeil eind 2023 en een nog niet doorontwikkeld systeem.



Figuur 4, Spreiding kosten voor ondergrondse opslag op basis van 648 kosten combinaties

Om de kostenspreiding in meer detail weer te geven, zijn staafdiagrammen van alle kostencombinaties gemaakt (Figuur ). Elke staaf representeert een mogelijke kostencombinatie. Deze grafiek biedt meer inzicht in de afkomst en het aandeel van verschillende kostenposten op het totaal. Zo is te zien dat de immateriële kosten een relatief klein en redelijk constant aandeel hebben in het totaal, terwijl de drainage, energiekosten en de monitoring van de waterkwaliteit een groter aandeel en variatie laten zien. Zo is voortbouwen op de bestaande drainage de goedkoopste variant en heeft de nader te onderzoeken levensduur van het kool- en zandfilter grote invloed op de totale kosten.



Figuur 51. Overzicht van alle kostencombinaties

#### 4.4.3 Scenario's kostensamenstelling

Om de kostensamenstelling in meer detail te benaderen presenteren we in deze paragraaf drie uiteenlopende scenario's.



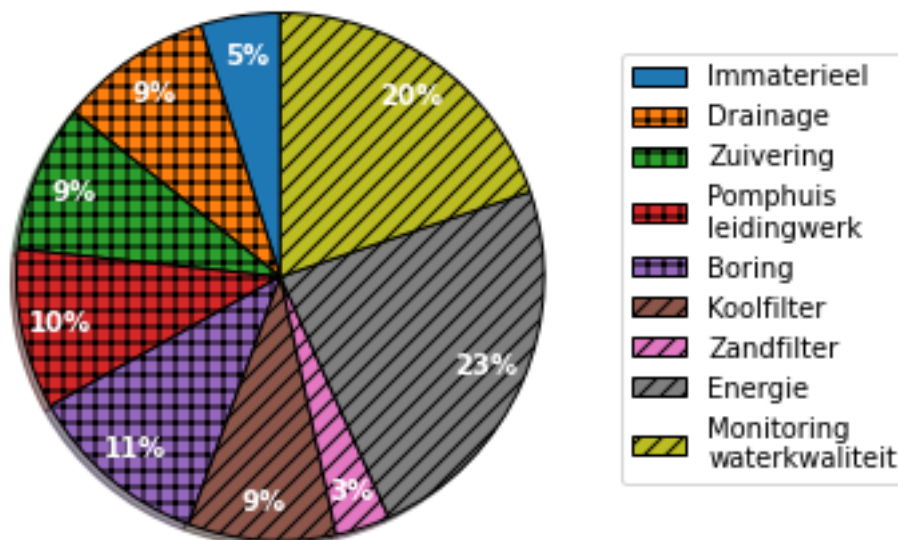
Voor **scenario 1** (gemiddelde kosten) is de volgende combinatie gekozen:

- Nieuwe drainage d.m.v. sleufdrainage met een onderlinge afstand van 10 meter;
- Levensduur van 10 jaar voor zowel het kool- als zandfilter;
- Halfjaarlijkse waterkwaliteitsmonitoring;
- Horizontale boring met een lengte van 250 meter;

De totale kosten van deze specifieke kostencombinatie is ongeveer €24.200 per 30 hectare per jaar (ca € 800/ha/jaar). Figuur 52, laat de relatieve samenstelling zien. Het valt op dat de immateriële investeringen slechts 5% van het totaal zijn, de materiële investering rond 40%, en de gebruikskosten rond 55%. De kosten voor energie en het monitoren van de waterkwaliteit zijn samen bijna 43% van het totaal, en daarmee (veruit) de grootste kostenpost. Het is daarom logisch dat binnen deze twee posten kostenreductie gezocht moet worden wanneer we kijken naar opschalen in de toekomst.

Het monitoren van waterkwaliteit is sterk afhankelijk van het toekomstig beleid. Voor energie zou efficiënt en slim management onderzocht kunnen worden, bijvoorbeeld energie gebruiken wanneer stroomprijzen laag zijn, of alternatieve bronnen van energie zoals eigen zonnepanelen of biogas. Hiernaar is tot nu toe nog geen onderzoek gedaan.

Kostensamenstelling met totale kosten  
24.300 euro/jaar/30ha



Figuur 52. Kostensamenstelling met totale kosten Scenario 1

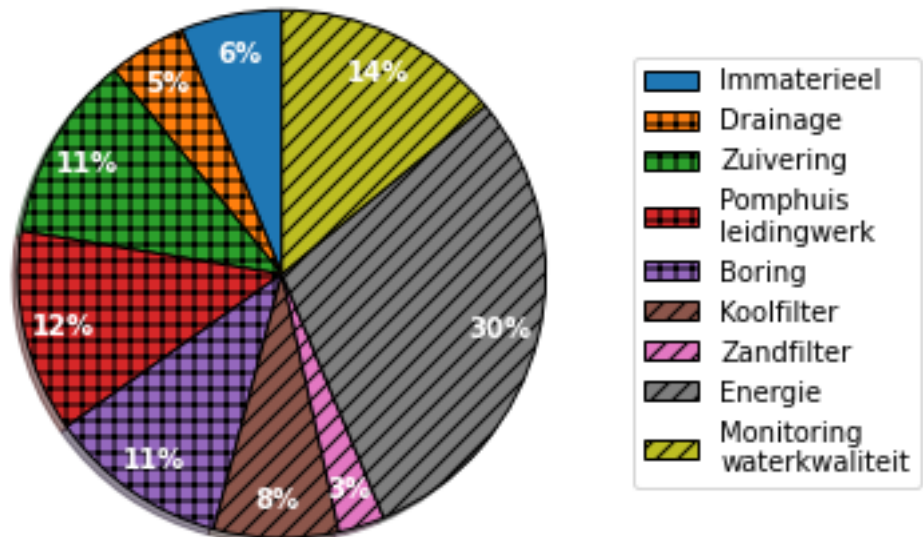
Voor **scenario 2** (minimale kosten) is de volgende combinatie gekozen:

- Bestaande drainage met een onderlinge afstand van 10 meter;
- Levensduur van 15 jaar voor zowel het kool- als zandfilter;
- Halfjaarlijkse waterkwaliteitsmonitoring;
- Horizontale boring met een lengte van 200 meter;



De totale kosten van deze specifieke kostencombinatie is ongeveer €19.000 per 30 hectare per jaar (ca. € 630/ha/jaar). Figuur 53, laat de samenstelling zien. Het valt op dat de immateriële investeringen slechts 6% van het totaal zijn, de materiële investering rond 29%, en de gebruikskosten rond 55%. De kosten voor energie en het monitoren van de waterkwaliteit zijn samen bijna 44% van het totaal, en daarmee (veruit) de grootste kostenpost. Het is daarom, ook binnen deze scenario, logisch dat binnen deze twee posten kostenreductie gezocht moet worden.

Kostensamenstelling met totale kosten  
19.000 euro/jaar/30ha



Figuur 6. Kostensamenstelling met totale kosten Scenario 2

Voor **scenario 3** (maximale kosten) is de volgende combinatie gekozen:

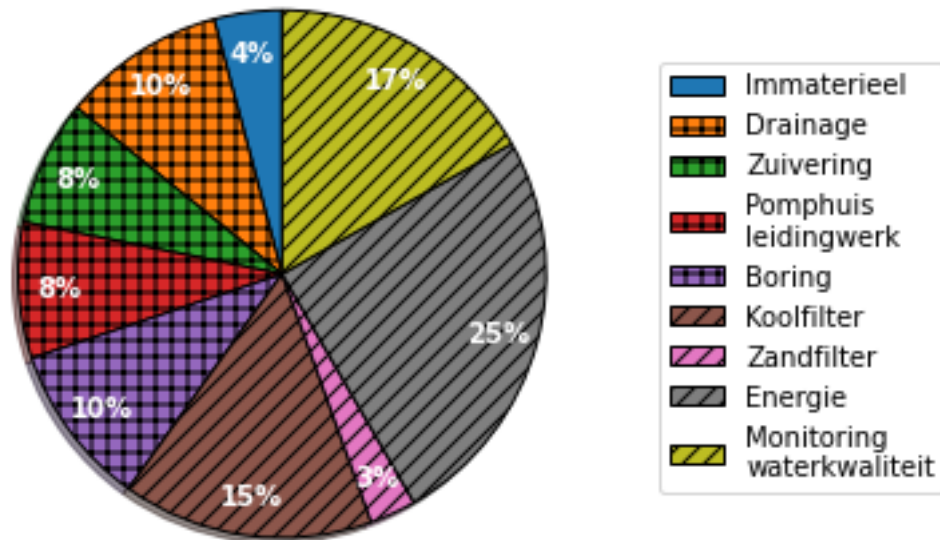
- Nieuwe drainage d.m.v. een kettinggraver met een onderlinge afstand van 8 meter;
- Levensduur van 5 jaar voor het koolfilter en 10 jaar voor het zandfilter;
- Ieder kwartaal waterkwaliteitsmonitoring;
- Horizontale boring met een lengte van 320 meter;

De totale kosten van deze specifieke kostencombinatie is ongeveer €32.500 per 30 hectare per jaar (ca. € 1080/ha/jaar). Figuur 54, laat de relatieve samenstelling zien. Het valt op dat de immateriële investeringen slechts 4% van het totaal zijn, de materiële investering rond 36%, en de gebruikskosten rond 60%. De kosten voor energie en het monitoren van de waterkwaliteit zijn samen bijna 42% van het totaal, en daarmee (veruit) de grootste kostenpost. Het is daarom logisch dat binnen deze twee posten kostenreductie gezocht moet worden wanneer we kijken naar opschalen in de toekomst.





Kostensamenstelling met totale kosten  
32.500 euro/jaar/30ha



Figuur 54. Kostensamenstelling met totale kosten Scenario 3

#### 4.4.4 Conclusies

In dit hoofdstuk is een belangrijke eerste stap gezet om de voorlopige kosten van de ondergrondse opslag op een rij te zetten. Dit is gedaan door meerdere pilotsysteemopties te combineren. Belangrijk om te melden is dat het huidige systeem in ontwikkeling is en de kosten dus nog niet representatief zijn ten opzichte van een uitontwikkeld en opgeschaald systeem. Later in dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijkheden voor doorontwikkeling en optimalisatie.

In dit hoofdstuk is data en expertinformatie gebruikt op basis van het pilotsysteem op Texel. De pilotlocaties op Texel zijn zeer uitdagend omdat er gewerkt wordt in een zeer zout grondwaterpakket met relatief lage doorlatendheden. Dit is een praktijkvoorbeeld van zeer complexe lokale omstandigheden op Texel uitgaande van:

- Zuiveringscapaciteit van 30m<sup>3</sup>/uur;
- 30 hectare akkerbouw;
- Horizontale boringen van ca 280m.

Uit de analyse blijkt dat de gebruikskosten een groot aandeel in de kosten hebben. Dit geldt met name voor

- Energiekosten;
- Waterkwaliteitsmonitoring ten behoeve van de (gedoog)vergunning;
- Zuiveringskosten gerelateerd aan het gebruik van actief kool.



Naast gunstigere omstandigheden met betrekking tot de ondergrond, kunnen ook andere kostenreducties behaald worden in de nabije toekomst. Dit kan d.m.v. diverse optimalisaties. Ten eerste is zal bijvoorbeeld praktijkonderzoek gedaan moeten worden naar efficiënt management van energie, dit is op dit moment de grootste kostenpost van rond de €230 per jaar per hectare (rond 25% van totaal).

Ten tweede, is het beleid rondom monitoring van gezuiverd water voor ondergrondse opslag nog sterk in ontwikkeling, dit kost tussen €110 en €200 per hectare per jaar (rond 20% van het totaal). Wanneer bewezen kan worden dat het zuiveringsconcept robuust is en voldoet aan de normen voor infiltratie, zullen monitoringskosten sterk dalen.

Ten derde, is er nog geen zekerheid over hoe lang het actief kool en zand in de zuivering a €160 per hectare per jaar, meegaan.

## 4.5 Financieringsarrangementen

De financiering speelt een cruciale rol in het mogelijk maken van spaarwatermaatregelen voor de agrarische ondernemers. De maatregelen zijn van essentieel belang om droogte, zoutschade en gewasopbrengsten te beheersen en zo de toekomst van het bedrijf alswel de landbouw te waarborgen. Zoals we in voorgaande hoofdstukken hebben gezien zijn de maatregelen kapitaalintensief, innovatief en de baten afhankelijk van onzekere weersomstandigheden en klimaatscenario's. Om deze reden gaan we in dit hoofdstuk in op mogelijkheden voor de financiering.

In dit hoofdstuk wordt eerst een kwalitatieve benadering gegeven aan financieringsarrangementen. Hierbij wordt gekeken naar verschillende financieringsvormen en een het de rol die de overheid hierin kan spelen. Ten tweede wordt een aantal kwantitatieve criteria voor leningen gegeven waar rekening mee gehouden moet worden. Tot slot, wordt dit geïntegreerd om een doorkijk te geven naar de toepassing op spaarwatermaatregelen.

### 4.5.1 Financieringsopties

In de land- en tuinbouwsector wordt traditioneel gezien het meeste geld (ruim 85%) geleend bij de banken. De overige 15% wordt gefinancierd vanuit niet bancaire leningen, bijvoorbeeld van familie of vrienden of alternatieve financieringsvormen (Van der Meulen, et al, 2020).

#### Bancaire leningen

Voor bancaire leningen geldt dat iedere bank in principe haar eigen reglementen en voorwaarden heeft. In het algemeen geldt dat een ondernemer een bepaald bedrag kan lenen bij de bank wat gespreid terugbetaald kan worden over een afgesproken periode met bijhorend rentepercentage (KVK, sd). Een bancaire lening leidt tot financieringslasten die bestaan uit aflossing, rentelasten en commissiekosten. De hoogte van aflossing hangt af van de looptijd van de lening. Rentelasten kunnen vast of variabel zijn, afhankelijk van de voorwaarden van de lening. De commissiekosten zijn eenmalige of doorlopende kosten die een financier rekent als bijkomende kosten voor het afsluiten van de lening, een soort servicekosten (MKB Servicedesk, 2020).

Zo kent de Rabobank momenteel de zgn. Innovatielening voor investeringen in bijvoorbeeld duurzaamheid en vitaliteit.



Niet bancaire leningen

Naast bancaire leningen kunnen agrariërs gebruik maken van alternatieve leningen. Deze leningen worden niet verstrekt door banken. Er bestaan verschillende soorten financieringsvormen voor niet bancaire leningen. Beneden worden er een aantal kort genoemd.

Onderhands: aanwenden van familie of privé kapitaal:

Familie of vrienden kunnen geld uitlenen aan de agrariër komend uit familie of privé kapitaal. De overeenkomst van geldlening tussen de geldverstrekker en agrariër legt vast wat de specifieke werking en randvoorwaarden zijn van de lening. Onderdeel van de overeenkomst is ten minsten het bedrag, rente, en looptijd.

Erfpacht:

Erfpacht is een alternatieve financieringsbron waarbij landbouwgrond (en gebouwen) voor een langere tijd wordt gehuurd. Bij erfpacht wordt vaak om medefinanciering gevraagd middels een eigen bijdrage, ook wel 'insteek' genoemd. Financiers (veelal beleggingsmaatschappen) houden een insteek van maximaal 30% van de aankoopwaarde aan. De erfpachter is ook verplicht een jaarlijks bedrag te betalen aan de financier: de 'canon'. Dit ligt tussen de 0,5% en 2,5% afhankelijk of de beleggingsmaatschappij commercieel of 'not-for-profit' is.

Grondfonds:

Wanneer een agrariër wil investeren in meer grond, kan een grondfonds opgezet worden. Binnen het grondfonds worden certificaten uitgegeven, welke gekocht worden door burgers die zo lid worden van de coöperatie. Deze coöperatie is de grondeigenaar. De coöperatie verpacht het land vervolgens aan de agrariër, waar inkomsten door verworven worden. Vanuit de pachtinkomsten wordt 1 à 2% rente betaald aan de certificaathouders in de coöperatie. Een voorwaarde is dat een aantal bestuurders de coöperatie leiden en zaken op orde houden.

Lease:

Het leasen van machines of werktuigen houdt in dat de agrariër een vast bedrag per maand betaald om gebruik te kunnen maken van de machinerie. De agrariër huurt van de leverancier over een afgesproken periode en kan aan het einde van de contractperiode de investering voor een (resterend) bedrag overnemen. Er is een keuze tussen operationeel en financial lease, waarbij financial lease de meest voorkomende is in Nederland. De machinerie staat dan op de balans, komt in aanmerking voor fiscale voordelen en kan onderling de looptijd en termijnen van aflossing worden afgesproken. Bij deze optie ben je eigenaar van de machinerie terwijl operationeel lease meer als 'huur'-vorm gezien kan worden en gaat het materieel terug naar de leverancier.

Private investeerders:

Agrariërs die zelf over onvoldoende eigen vermogen beschikken, kunnen een beroep doen op vermogende partijen en private investeerders in kapitaal te investeren. Deze investeerders verwachten een bepaald rendement wat het aantrekkelijk maakt om te investeren. Zo maakt een laag rendement op vermogen het voor private investeerders onaantrekkelijk. Tussen de investeerder en agrariër wordt een voor hen werkbare vorm opgezet waar afspraken in worden



vastgelegd. Zo kan een investeerder bijvoorbeeld als aandeelhouder mede-eigenaar worden van het bedrijf.

#### 4.5.2 Rol van de overheid

Naast private financieringen, maken agrariërs ook gebruik van aanschafsubsidies die beschikbaar worden gesteld door de overheid. Vaak zijn dit subsidies op machines of verduurzaming van het verdienmodel. Deze subsidies hebben dus naast de stimulerende doelstelling voor de agrariërs ook een financierende functie. Daarom worden ze hier meegenomen onder de kop 'financieringsarrangementen'.

##### Borgstellingskrediet voor de Landbouw (BL):

De overheid heeft een fonds opgericht om de ontwikkeling van de landbouw te bevorderen. Met BL is het mogelijk voor agrarische bedrijven om leningen te verkrijgen wanneer zij niet voldoende onderpand hebben voor die lening. De overheid staat dan garant voor een gedeelte van deze lening bij de bank of een andere financier. De bank of financier vraagt het BL aan bij de overheid, dat doet de agrariër niet zelf (RVO, 2022).

Er zijn verschillende soorten krediet die aangevraagd kunnen worden, waarbij de voorwaarden en maximale hoogte van de leningen verschillen:

- BL standaard: bij te weinig onderpand voor nieuwe investering.
- BL plus: voor duurzame investeringen.
- Landbouwinnovatie: voor investeringen in nieuwe (bedrijfs)concepten, product of productieprocessen.
- Vermogensversterkend Krediet (VVK): bij jonge bedrijven (<3 jaar) of bedrijfsovername.

##### Gemeenschappelijk Landbouw Beleid 2023-2027 (GLB)

Binnen het GLB streeft de overheid naar toekomstbestendig boeren, versterking van natuurwaarde en een leefbaar platteland in het streven naar duurzame landbouw. In relatie tot ondergrondse opslag zijn vooral relevant de subsidies voor:

- Agrariërs met grond (basispremie/ha);
- Eco-premies.

#### 4.5.3 Criteria leningen

Een aantal criteria zijn van belang voor de keuze van een geldschieter om een lening te verstrekken of niet. Voor bancaire leningen zullen deze voorwaarden meer rigide zijn dan bij de niet bancaire leningen, maar ook dan blijven de criteria relevant.

Bedrijfsspecifiek

##### Solvabiliteit

Solvabiliteit is de verhouding tussen het eigen en vreemde vermogen van een bedrijf, wordt als volgt gedefinieerd:

$$\text{Solvabiliteit} = \frac{\text{Eigen vermogen}}{\text{Totaal vermogen}}$$



Eigen vermogen is het vermogen dat feitelijk in bezit is van het bedrijf/de eigenaar. Vreemd vermogen is het deel van het bedrijfsvermogen dat wordt gefinancierd door externe bronnen, zoals leningen, en vereist terugbetaling met rente. Totaal vermogen is de som van het eigen vermogen en het vreemd vermogen, waarmee de totale middelen en financiering van een bedrijf worden weergegeven.

Solvabiliteit en leningen zijn dus nauw met elkaar verbonden omdat de financiële positie van een bedrijf bepaalt hoeveel leningen het kan aantrekken en of (extra) onderpand nodig is om het risico voor de kredietverstrekker te verminderen. Over het algemeen is het voor bedrijven met een hoge solvabiliteit gemakkelijker om een lening te krijgen.

### Winst

Naast de solvabiliteit, de meer statische financiële positie, wordt ook gekeken naar de winst die de dynamische financiële positie vertegenwoordigt. Winst wordt gedefinieerd als:

$$Winst = Omzet - Kosten$$

Op basis van de winst kan een kredietverstrekker de volgende conclusies trekken:

1. Winst is de bron voor het aflossen van de lening;
2. Winst laat (toenemende) kredietwaardigheid zien, wat zich uiteindelijk vertaalt in hogere solvabiliteit;
3. Winst kan als hefboom voor groei dienen omdat met hogere winsten, meer investeringen gedaan kunnen worden;
4. Winst kan stabiliteit aantonen en waarop een risicobeoordeling kan worden gebaseerd.

### 4.5.4 Doel van de lening

#### Return on Investment (ROI)

Het doel van de lening is ook relevant voor de kredietverstrekker. Als een agrariër het aandeel dat de investering naar verwachting zal leveren aan de groei van de onderneming kan presenteren, zal dit een positief effect hebben.

Een leidend criterium hierin is de 'return on investment' (ROI), die als volgt is gedefinieerd:

$$Return\ on\ Investment = ROI = \frac{Nettowinst\ als\ gevolg\ van\ investering}{Kosten\ van\ de\ investering}$$

Bij een hoge ROI zal een kredietverstrekker eerder geneigd zijn om een lening te verstrekken. De lening verdient zichzelf immers terug.



### Terugverdientijd

Een gerelateerd criterium is de terugverdientijd met de volgende definitie:

$$\text{Terugverdientijd} = \frac{\text{Investeringskost}}{\text{jaarlijkse netto winst als gevolg de investering}}$$

Een korte terugverdientijd heeft een positief effect op het verkrijgen van een lening. Daarbij, een korte terugverdientijd maakt de kans op (externe) risico's kleiner.

### 4.5.5 Conclusies

De bovenstaande criteria kunnen als volgt worden samengevat. Investerings worden verstrekt aan financieel gezonde bedrijven met aanzienlijk eigen vermogen. Deze bedrijven dienen bovendien een (historisch) stabiele winstgeschiedenis te hebben. De investering moet resulteren in extra winst, resulterend in een hoge Return on Investment (ROI) en een korte terugverdientijd. Subsidies kunnen een belangrijke rol spelen bij het verkrijgen van leningen.

In het kader van leningen voor spaarwatermaatregelen is het van belang om zowel de technologie te specificeren als het bedrijf dat de lening aanwendt. Enerzijds is een degelijke financiële onderbouwing van spaarwatermaatregelen een grondige analyse van droogterisico's, zoutschade en gewasopbrengsten, evenals de kosten en levensduur van de maatregelen vereist. Hierbij staan dan de ROI en terugverdientijd centraal en dit laat zien of de investering en lening verantwoord zijn. Bovendien, is het van belang om inzicht te hebben in wat de spaarwatermaatregelen voor effect hebben op de toekomstige solvabiliteit.

Anderzijds is het essentieel om bedrijfsspecifiek te werk te gaan door het agrarische bedrijf nauwkeurig te onderzoeken. Dit houdt in dat historische winstgegevens en solvabiliteit worden geëvalueerd. Een positieve historische winst en solvabiliteit hebben gunstige gevolgen voor het verkrijgen van de financiering. Wanneer de winstgevendheid achterblijft, kan dit ook juist als argument worden gebruikt voor de noodzaak van de investering. Als de solvabiliteit niet optimaal is, kunnen er mogelijkheden worden onderzocht voor overheidsfinanciering, zoals BL en het POP3.

Om deze twee kanten van financieringsopties te belichten, is het belangrijk om te begrijpen dat de overgrote meerderheid van leningen voor agrariërs wordt verstrekt door banken. Deze financiële instellingen zijn gebonden aan strikte regelgeving en beleidsrichtlijnen. Daarom is het van belang dat de eerdergenoemde criteria grondig worden uitgewerkt en voldoen aan de normen van de betreffende banken.

Wanneer men overweegt om alternatieve kredietverstrekkers te benaderen, zoals private investeerders of familieleden, dient men zich te realiseren dat de gewichtsverdeling van financiële criteria kan variëren. Bijvoorbeeld, bij private investeerders kan de Return on Investment (ROI) een zwaarder wegend criterium zijn dan de solvabiliteit, terwijl bij familieleden juist de solvabiliteit van groter belang kan zijn. Daarom is het cruciaal om niet alleen naar de financiële criteria te kijken, maar ook naar de geldverstrekker.





## 4.6 Maatschappelijke baten: waterkwaliteit, - regulatie en waterschappen

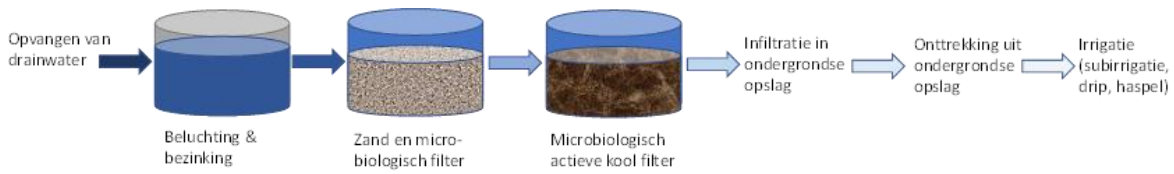
De kerntaken van het waterschap zijn zorgdragen voor schoon en voldoende water, en bescherming bieden tegen te veel water. Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) inde waterschappen in 2016 voor 1.4 miljard euro en 1.3 miljard euro aan heffingen voor respectievelijk watersysteemtaken en zuiveringstaken (CBS, 2017). Hier is dus een groot belang te vinden tussen waterschappen en waterregulatie met een directe en monetaire relatie. In dit hoofdstuk gaan we in op de rol van ondergrondse opslag op de maatschappelijke balans. Hierbij wordt eerst ingezoomd op het effect op waterkwaliteit en daarna op de waterkwantiteit.

### 4.6.1 Waterkwaliteit

Grond- en oppervlaktewater zijn van groot belang voor drinkwatervoorzieningen, irrigatiemogelijkheden, en recreatie. Om dit belang te kunnen blijven dienen zijn er normen aan de waterkwaliteit en eventuele vervuiling verbonden. De belangrijkste nutriënten die impact hebben op de waterkwaliteit zijn stikstof en fosfor. Nitraat kan uitstromen naar het grondwater waardoor het een risico vormt voor drinkwater en is voornamelijk afkomstig van bemesting in de landbouw (RIVM, 2023). Nutriënten in oppervlaktewater kan leiden tot eutrofiering, wat kan leiden tot biodiversiteitsverlies, verbod op recreatie (bijvoorbeeld watersport) en gezondheidsrisico's (bijvoorbeeld blauwalg). Volgens Schnidler et al (2008) is met name een reductie van fosfor nodig om eutrofiering te voorkomen. Fosfor, net als nitraat, is ook hoofdzakelijk afkomstig van landbouwactiviteiten. Daarnaast kunnen ook gewasbeschermingsmiddelen en ziektekiemen in het water komen als gevolg van landbouwactiviteiten. Kortom, landbouw vormt in potentie een risico voor de waterkwaliteit en daarmee een kostenpost voor het waterschap. Echter, kan in de landbouw ook de oplossing gezocht worden door middel van lokaal - on-farm - filteren van water en ondergrondse wateropslag.

Figuur 55 geeft aan hoe het filteren en opslaan eruitziet. Overtollig regenwater wordt opgevangen in het veld door drains, dit wordt geleid naar een serie filters. Ten eerste is er lucht en bezinking. Beluchting is het verhogen van bio-activiteit t.b.v. afbraak en oxideerbare verbindingen als ijzer vast te leggen. Bezinking is het verwijderen van zwevende delen om verstopping van het filter te voorkomen. Ten tweede, is er een zand en microbiologisch filter om grove deeltjes (zoals zaadjes) te filteren. Ten derde passeert het water een actief kool filter, hier wordt het water gezuiverd van onder andere pesticides. Als laatste verblijft het water onder de grond tot het weer hergebruikt wordt.

Eenmaal onder de grond, worden nutriënten vastgelegd of afgebroken. Dit is getest tijdens Spaarwater. Afhankelijk van de aanwezigheid van pyriet, kan zuurstof en nitraat worden afgebroken door de oxidatie van organisch materiaal. Fosfaat wordt vastgelegd door ijzer(hydro)oxiden, die ontstaan bij pyrietoxidatie. Verder, kunnen ziektekiemen van bruinrot, stengelnatrot en zwartbenigheid (veilig) vastgelegd of afgebroken worden in de ondergrond mits er een juiste verblijftijd gehanteerd wordt (Spaarwater, 2015).

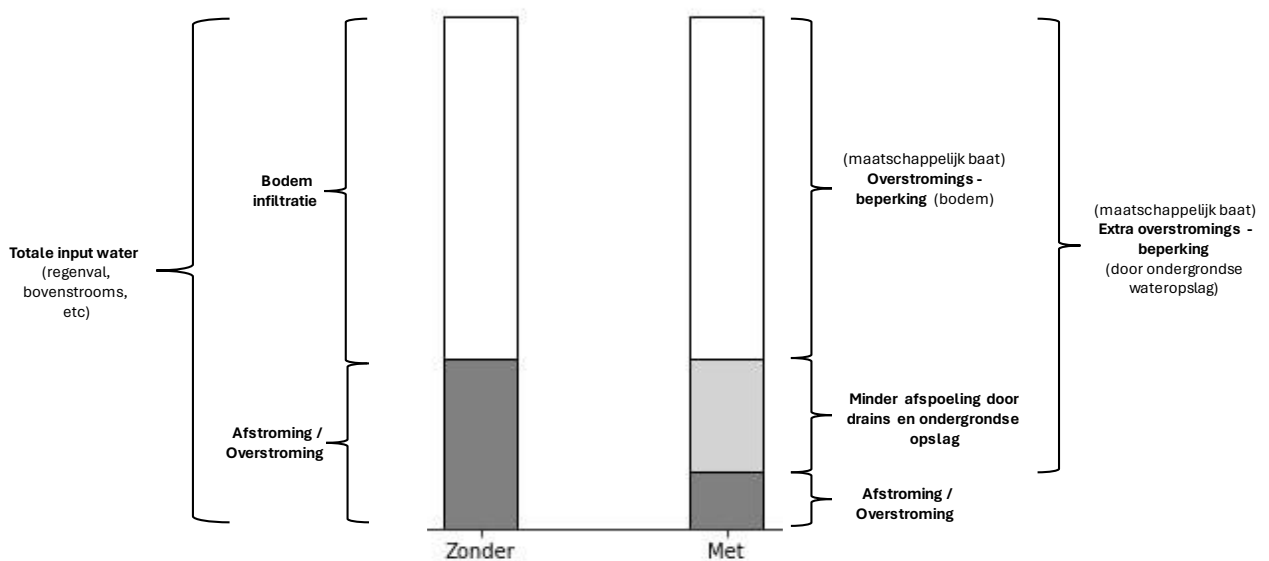


Figuur 7: Schematisch overzicht zand-koolfilter

Door water lokaal te filteren, is de boer het water aan het zuiveren, een taak van het waterschap, en bewijst daarmee een maatschappelijke baat.

#### 4.6.2 Waterregulatie

Naast waterkwaliteit, is het waterschap ook verantwoordelijk voor voldoende water en voor bescherming tegen te veel water, of terwijl droogte en overstromingen. Tijdens piekregenbuien die overstromingen kunnen veroorzaken, neemt de bodem water op wat leidt tot minder afstroming - run-off - en een lage piekafstroming. Dit is een maatschappelijke baat, of ecosystemedienst, genaamd 'Overstromingsbeperking' (Dominati et al 2014). Door ondergrondse wateropslag en de bijbehorende drainage, kan er meer water in het systeem worden geborgen en hoeft het waterschap minder water af te voeren, én is er extra overstroming beperking (zie figuur 56)



Figuur 56: Schematische weergave maatschappelijke baat overstromingsbeperking

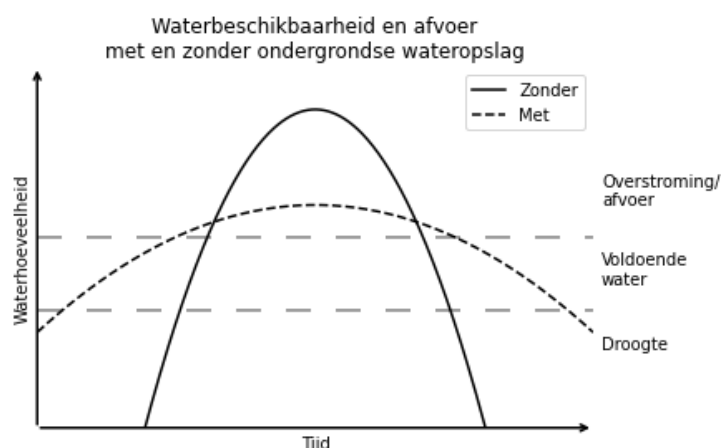
Wanneer dit op (gebied)schaal gebeurt kan dit in potentie verschillende voordelen hebben voor het waterschap, waaronder:

- Bijdrage aan vermindering van wateroverlast;
- Minder (weg)pompkosten voor gemalen (waterdistributie);
- Minder kosten voor het openen en sluiten van sluizen (waterdistributie).

Het water wordt dus opgeslagen in de ondergrond en is vervolgens beschikbaar in droge periodes voor zowel irrigatie als natuurbehoud.



Het effect van ondergrondse wateropslag op gebiedsniveau kan geconceptualiseerd worden als 'afvlakking van het hydrogram' (zie Figuur 57).



Figuur 8: Schematisch weergave maatschappelijke baat afvlakking hydrogram

#### 4.6.3 Conclusies

Kortom, het opvangen van water onder het agrarische gebied, biedt veel mogelijkheden en kan positieve maatschappelijke baten voor met name de waterschappen hebben, mits dit op schaal wordt toegepast. Een logische vervolgstap is om deze baten te kwantificeren en vervolgens te bekijken welke schaal nodig is om relevant te zijn voor een waterschap.

### 4.7 Evaluatie resultaten WP 2 Financiële ontwikkeling

Voor WP2 zijn de onderstaande concrete doelstellingen geformuleerd:

- Kosten- en batenbepaling voor een geoptimaliseerd systeemontwerp: het ontwikkelen van een optimaal systeemontwerp op basis van baten en watervraag wat leidt tot kostenreductie;
- Batenbepaling: gekeken wordt naar zowel directe als indirecte baten;
- Financieringsarrangementen: op welke wijze kunnen opslagsystemen worden gefinancierd;

Binnen WP 2 zijn we gestart met de baten van spaarwater en de batenanalyse laat zien dat deze substantieel zijn. Met de focus op Texel voor poot aardappelen en verschillende bouwplannen bij 2 verschillende klimaatscenario's, samengevat:

Baten diverse teelten Texel	Baten scenario Laag nat (Ln) in €/ha/jaar	Baten scenario Hoog droog (Hd) in €/ha/jaar
Poot aardappelen	2000	3225
Bouwplan Akkerbouw	1900	2300
Bouwplan Bollenteelt + Akkerbouw	2900	3400
Bouwplan Veeteelt + Akkerbouw	1500	1900

Ten tweede is er gekeken naar de totale kosten, die zijn berekend voor de pilotsituatie op Texel uitgaande van 30 hectare, akkerbouw, horizontale boringen, nieuw ontwikkelde zuiveringen met



een capaciteit van 30m<sup>3</sup>/uur. De totale kosten omvatten zowel immateriële investeringen , materiele investeringen en gebruikskosten. Samengevat voor de verschillende kostenscenario's:

<b>Kosten</b>	<b>Laag (€/ha/jaar)</b>	<b>Gemiddeld (€/ha/jaar)</b>	<b>Hoog (€/ha/jaar)</b>
Totale kosten	630	830	1080

*Geconcludeerd wordt dat zowel voor de verschillende bouwplannen als voor een hoog renderende teelt als pootaardappelen, de baten/jaar naar verwachting significant hoger zullen liggen dan de te verwachten totale kosten/jaar. Kanttekening: dit is uiteraard afhankelijk van de hoeveelheid voor hergebruik beschikbaar zoetwater. Daarnaast zijn kostenverlagingen waarschijnlijk door schaalvergroting en doorontwikkeling van systemen voor ondergrondse opslag maar moeten evt. financieringskosten nog worden meegenomen in de beschouwingen.*

Gebleken is dat de immateriële investering minimaal is t.o.v. de totale (jaarlijkse) kosten, namelijk rondom de 5%. Terwijl juist, de energie, het monitoren van waterkwaliteit, en het koolstoffilter substantiële kosten zijn. Deze zijn goed voor ongeveer 50% van de totale (jaarlijkse) kosten. En juist, deze drie kosten zijn onzeker doordat er nog praktijkervaring (bijvoorbeeld hoelang het filter meegaat) én (duidelijke) wet- en regelgeving mist (bijvoorbeeld hoe vaak de waterkwaliteit gemonitord moet worden).

Ten derde, is er scan uitgevoerd voor financieringsarrangementen voor agrariërs. Het laat zien dat er verschillende constructies mogelijk zijn, maar dat bancaire leningen doorgaans het meest gebruikt worden. Ook zijn er subsidies beschikbaar voor agrariërs. Er zijn verschillende criteria relevant voor financiering arrangementen, een deel is bedrijfsspecifiek (bijvoorbeeld solvabiliteit en historische winst) om te laten zien hoe gezond een bedrijf is. Een ander deel gaat juist over het doel van de lening zoals return on investment en terugverdientijd.

Ten vierde, is er een verkenning uitgevoerd naar maatschappelijke baten van ondergrondse wateropslag. De verwachting is dat, wanner op schaal toegepast, ondergrondse wateropslag, positieve impact heeft voor het waterschap. Water wordt gezuiverd, verblijft in de ondergrond waardoor deels nutriënten en ziektekiemen worden verwijderd en niet in het grondwater of oppervlaktewater uitkomen. Op schaal geïmplementeerd heeft ondergrondse opslag een positieve bijdrage aan het bereiken van de waterkwaliteitsdoelstellingen zoals vastgelegd in de KRW.



# 5 WP3 Zoetwatercoöperaties

## 5.1 Introductie

Het doel van WP3 is om duurzame vormen van samenwerking te ontwikkelen rondom de ontwikkeling, toepassing en beheer van ondergrondse wateropslagsystemen. De geleerde lessen in de ontwikkeling van de samenwerking rondom ZTT bieden handvatten voor de ontwikkeling van samenwerkingen elders. Samenwerking maakt het gebruik efficiënter, het beheer makkelijker, de kosten lager en de het investeringsrisico kleiner.

## 5.2 De opgave

Het ontwikkelen van een nieuw samenwerkingsverband vraagt om intensieve begeleiding om enerzijds de verschillende soorten onzekerheden rondom de samenwerking te adresseren, en anderzijds om draagvlak en vertrouwen te ontwikkelen bij de agrariërs en andere betrokken partijen. Voor dit werkpakket zijn de onafhankelijke procesbegeleiders van P2 aangetrokken. P2 heeft veel ervaring met het opzetten van complexe samenwerkingen tussen burgers, boeren, overheden, kennisinstellingen en bedrijven. Doel van hun opdracht was als volgt:

- Het proces voor de totstandkoming van de samenwerking op onafhankelijke wijze uitdenken en begeleiden;
- Samen met de partijen het gewenste toekomstbeeld van de samenwerking schetsen, gebruikmakend van de kennis en ervaring van de deelnemers;
- Het verdelingsvraagstuk uitwerken mét commitment van alle partijen op basis van heldere criteria;
- Toewerken naar een concrete samenwerkingsvorm die met alle betrokkenen samen wordt vastgesteld voor de pilotfase, met handvatten voor opschaling in de periode daarna.

## 5.3 De aanpak

P2 heeft een stapsgewijze benadering gehanteerd om, op basis van een goed begrip van de wederzijdse belangen, te komen tot een duurzame samenwerking. De aanpak is gebaseerd op de innovatieve Verbindend Onderhandelen-aanpak. Deze aanpak is ontwikkeld op basis van de door MIT ontwikkelde Mutual Gains Approach en gedegen procesmanagement.

Hierbij wordt, gebruikmakend van kennis en ervaring van de partijen, het gewenste toekomstbeeld van de samenwerking opgesteld. De procesbegeleiders, sturen hierbij continue op het behouden van samenhang tussen draagvlak bij de partijen en haalbaarheid van een mogelijke oplossing. Daarom wordt er geïnvesteerd in goede en eerlijke uitwisseling van informatie en een eerlijke verdeelsleutel van kosten, baten en risico's voor alle partijen. Hierbij zijn de volgende processtappen doorlopen:

- Stap 1: De verkenning: issues, bedoelingen, belangen en bijdragen in beeld;
- Stap2: Opstellen van criteria voor de waterverdeling en randvoorwaarden voor de samenwerkingsvorm;
- Stap 3: Keuze voor een samenwerkingsvorm, vastgesteld door betrokken partijen.

P2 heeft het samenwerkingsproces vanaf Stap 1 (begin 2021) tot en met Stap 3 (december 2023) begeleid. Deze processtappen en de resultaten worden hieronder in detail toegelicht.






## 5.4 De resultaten

### 5.4.1 Stap 1 - De verkenning

Ondanks dat de opdracht duidelijk was ('ontwikkelen van een samenwerking rondom de ondergrondse opslag') waren bij de start de bedoelingen van de opdrachtgevers en deelnemende partijen nog niet goed in kaart gebracht. Als eerste stap zijn dan ook door middel van vraaggesprekken met betrokkenen de knelpunten in kaart gebracht, evenals hun bedoelingen, belangen en bijdragen aan de totstandkoming van de samenwerking. Daarnaast zijn ook de risico's en de raakvlakken met andere thema's geïdentificeerd. Deze analyse vormde de basis voor de ontwikkeling van het verdere draagvlak. Hiervoor is door de partijen een stappenplan opgesteld voor het verdere proces, inclusief afspraken over het inrichten van (bestuurlijke) besluitvorming. Vanaf de start heeft men zich gericht op leren, doen en beter doen.

#### Tussentijdse resultaten

- Twaalf vertrouwelijke interviewverslagen met Acacia Institute, provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, gemeente Texel, LTO-Noord, Staatsbosbeheer Texel en de betrokken agrariërs (januari 2021).
- Situatieschets en knelpunten-belangenanalyse.
- Belangen en bijdragen per partij in beeld.
- Oprichting van een werkgroep met betrokken partijen t.b.v. de concretisering van de samenwerkingsopgave (16 februari 2021).
- Procesafspraken en procesplan in detail.
- Eerste gezamenlijke startbijeenkomst (16 februari 2021) met vaststelling van bovenstaande procesafspraken (figuur 44A).
- Vervolg bijeenkomst op 11 maart 2021: verkennen van individuele belangen (figuur 44B), inventariseren thema's waar onduidelijkheid over is in factsheets (figuur 44C).
- Met de betrokken partijen is in 2021 naar antwoorden gezocht op de thema's waar onduidelijkheid over bestond. Een van de thema's waar onduidelijkheid over bestond betrof het wettelijke kader. In een korte serie van bijeenkomsten is met provincie, HHNK en Acacia Institute een operationele vertaling gemaakt van de wettelijke en beleidskaders rondom opvang, infiltratie, oppompen en lozing van het opgevangen regenwater.

<p><b>A. Procesafspraken: Hoe willen we met elkaar werken?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. We zijn open over <b>zorgen, knelpunten, irritaties</b> en bevragen elkaar daarop waar nodig.</li> <li>2. We zijn open over onze <b>belangen</b>.</li> <li>3. Wij spreken met <b>respect</b> over en met elkaar.</li> <li>4. Wij respecteren de <b>vertrouwelijkheid</b> binnen de werkgroep.</li> <li>5. We spreken <b>duidelijke taal</b> en bevragen elkaar als we iets niet begrijpen (jargon etc.)</li> <li>6. Schroom niet om <b>vragen te stellen</b> en durf je kwetsbaar op te stellen.</li> <li>7. Na afloop van elke bijeenkomst bepalen we welke zaken we willen <b>delen met anderen</b>.</li> <li>8. We streven naar een <b>samenwerkingsvorm</b> die de belangen van partijen zo goed mogelijk dient.</li> <li>9. We zoeken naar zo <b>oemvoudig en praktisch</b> mogelijke oplossingen.</li> <li>10. <b>Afspraak = afspraak</b>. Je laat het onderbouwd en tijdig weten als iets niet lukt om voor te bereiden of uit te zoeken.</li> <li>11. In de werkgroep werken we thema's zo goed mogelijk uit. De andere individuele agrariërs die gaan deelnemen in de coöperatie, worden betrokken als we <b>concrete voorstellen</b> hebben. Zij besluiten zelf over deelname en het zetten van hun handtekening onder de samenwerkingsvorm.</li> </ol> <p></p>	<p><b>B. Verkennen van belangen</b></p>  <p>Belangen die door de boeren worden genoemd bij de waterverdeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>Financieel gezonde bedrijfsvoering</b> voor de toekomst waarborgen</li> <li>&gt; <b>Flexibel bouwplan</b> voor gewassen langjarig kunnen volhouden</li> <li>&gt; <b>Beschikbaarheid voldoende zoet water</b> voor goede oogst verschillende gewassen</li> <li>&gt; <b>Kwaliteit van de bodem</b> behouden (of zelfs verbeteren)/ bodemerrosie voorkomen waar mogelijk</li> <li>&gt; <b>Relatie</b> met omliggende boeren en buren goed houden</li> <li>&gt; De financiële investeringen in het systeem moeten <b>rendabel</b> zijn</li> <li>&gt; Streven naar een zo <b>laag mogelijke belasting</b> in uren, euro's energiegebruik voor beheer en onderhoud systeem</li> <li>&gt; <b>Maximale ruimte</b> (land) voor agrarische bedrijf behouden (dus zo min mogelijk ruimte voor installaties/filters/gebouwtjes etc.)</li> <li>&gt; Zelf inzicht hebben in <b>monitoringsgegevens</b> van het systeem en controle drains op het land</li> </ul> <p></p>
---	---





<p><b>C. Factsheets per thema uitgewerkt</b></p> <p>&gt; Thema's zijn onderwerpen over de samenwerking waar onduidelijkheid over bestaat. Deze thema's zijn verwerkt in factsheets. Met de betrokken partijen is in 2021 vervolgens naar antwoorden gezocht.</p> <p>&gt; De thema's die een rol spelen bij de waterverdeling en onderlinge afspraken in een 'watercoöperatie':</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Infiltratie van oppervlaktewater</li><li>• Extractie van grondwater</li><li>• Verdeelsleutel tussen gebruikers onderling</li><li>• Gebruik van water door dienden</li><li>• Hoe organiseren we de relatie met de burens (niet-gebruikers)?</li><li>• De vorm van samenwerking</li><li>• Deelnemers en wijze van besluitvorming</li><li>• Eigendom, onderhoud en gebruiksbepalingen door het systeem</li><li>• Monitoring, communicatie en leren</li><li>• Conflictbeslechting en handhaving</li><li>• Context bij opschaling elders</li></ul>	
--	--

Figuur 58. Voorbeelden van de tussentijdse resultaten

## 5.4.2 Stap 2a: Opstellen van criteria voor de waterverdeling

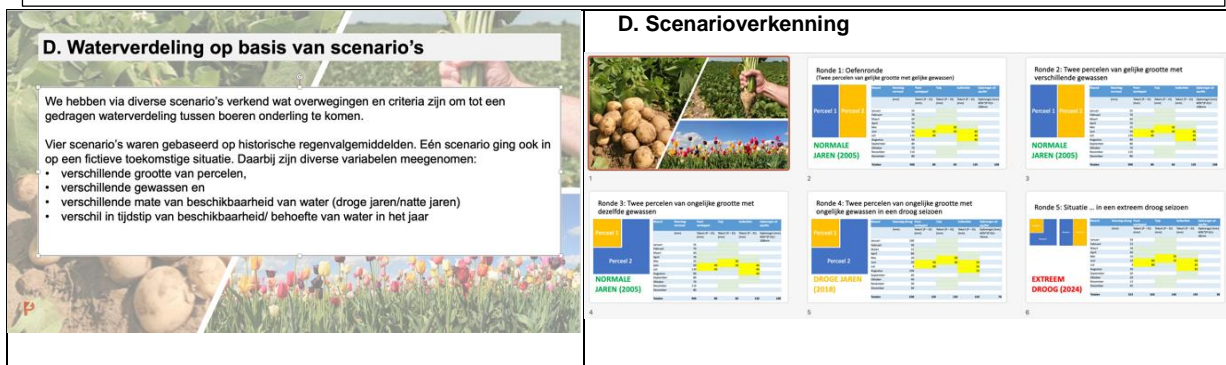
Stap twee had betrekking op het opstellen van heldere criteria/ afspraken met elkaar waaronder waterverdeling straks kan plaatsvinden, ook als er veranderingen optreden. Denk hierbij aan langdurige droogte; het gebruik van water-intensieve gewassen door collega-boeren en andere partijen die water willen gebruiken. De procesbegeleiders hebben met de werkgroep, in verschillende bijeenkomsten met verschillende werkvormen, het belang van de criteria inzichtelijk gemaakt en verkend welke criteria nodig zijn in de samenwerking. Als voorbereiding op de bijeenkomst van 7 april 2021 is een simulatie ontwikkeld. Via diverse neerslagsscenario's is verkend welke overwegingen en criteria er zijn om tot een goed gedragen waterverdeling tussen de boeren te komen. Vier scenario's waren gebaseerd op historische regenval, in één scenario is een fictieve toekomstsituatie geschetst.

Tussentijdse resultaten criteria waterverdeling

- Vervolgbijsamenkomst op 7 april 2021: verkenning waterverdeling a.d.h.v. droogtesimulatie en scenarioverkenning (zie figuur 2D).
- Vervolgbijsamenkomst op 10 juni 2021: uitwerking afspraken waterverdeling.
- Overzicht en uitwerking van de afspraken voor het waterverdelingsvraagstuk:



- 1. Verdeling:**
  - Agrariërs hebben recht op een percentage van het gebufferde water naar rato van het ingebracht areaal;
- 2. Gebruik:**
  - Elke agrariër bepaalt zelf wanneer hij 'de kraan' open wil zetten voor zijn eigen perceel;
  - Voorafgaand aan het groeiseizoen wordt bepaald op hoeveel kuub van de watervoorraad iedere individuele boer 'recht' heeft: Jaarlijks wordt in een gezamenlijke vergadering vastgesteld hoeveel zoetwater er in de buffer zit en welke hoeveelheid er minimaal in de buffer moet blijven om deze niet te laten verzouten. Op dat moment wordt bekend hoeveel water men krijgt voor een procent.
  - De verdeling vindt plaats naar rato van 'ingebracht areaal' in het systeem (dus aantal hectare waar het water in wordt opgevangen). Voorbeeld: als je 25% areaal inbrengt, heb je recht op 25% van de beschikbaarheid watervoorraad.
  - Het soort gewas wat wordt verbouwd bepaalt niet de hoeveelheid water waar je recht op hebt. Dit is een keuze (en dus ook risico) van elke boer. Anders is de verdeling niet 'eerlijk' en kan er perverse prikkel ontstaan om water-intensieve/ hoogrenderende gewassen te verbouwen.
  - Een agrariër mag ervoor kiezen om eens per (vier of vijf) jaar één spaarjaar in te lassen waarin hij geen water gebruikt. Het extra water (waar hij/ zij recht op heeft) moet dan het volgende seizoen worden gebruikt, anders vervalt het recht op het extra water.
- 3. Verhandelbaarheid:**
  - Verkoop van water (dus hoeveelheden m3) aan mede-systeemgebruikers is toegestaan;
  - Verkoop van water uit het ondergrondse opslagsysteem aan derden mag alleen als de deelnemende agrariërs het er onderling samen over eens zijn.
- 4. Systeemkennis en inzicht in informatie:**
  - Om de bovengenoemde afspraken operationeel te kunnen maken, is het noodzakelijk om te meten hoeveel water het systeem in gaat, hoeveel er per jaar beschikbaar is voor onttrekking en het volume dat gebruikt wordt door elke individuele boer. Dat vereist een meetsysteem wat zelf afleesbaar is én ook voor anderen afleesbaar is: transparant en makkelijk toegankelijk en snel 'leesbaar'.
- 5. Handhaving en controle:**
  - Als het systeem de (grond)waterstand van gebieden buiten het collectief beïnvloedt, dan is het randvoorwaardelijk dat het waterschap moet kunnen sturen op de 'extractie' van het water.
- 6. Onderhoud en beheer:**
  - Binnen de werkgroep is de staat van de drainage besproken. De staat van de drainage is een belangrijke randvoorwaarde om voldoende en schoon water te kunnen leveren aan de ondergrondse zoetwatervoorraad. Alle drains die worden aangekoppeld op het systeem moeten daarom in orde zijn om een eerlijke bijdrage te kunnen leveren aan het gezamenlijke systeem. De samenwerking spreekt elkaar daarom aan op/ houdt in de



Figuur 59. Voorbeelden van de tussentijdse



### 5.4.3 Stap 2b: Opstellen van randvoorwaarden voor de samenwerkingsvorm

Daarnaast zijn in stap 2 (in tussentijdse gesprekken en de bijeenkomst op 10 juni 2021) de randvoorwaarden voor de samenwerkingsvorm verder bediscussieerd en uitgewerkt. In principe zijn de criteria en de randvoorwaarden voor de samenwerking ook toepasbaar voor andere initiatieven gericht op samenwerking tussen agrariërs rond ondergrondse opslag.

Tussentijdse resultaten randvoorwaarden samenwerkingsvorm

- Vervolgbijsluiting op 10 juni 2021: uitwerking randvoorwaarden samenwerkingsvorm.
- Baten en lasten en risico's bij een werkend systeem in beeld.
- Mogelijke samenwerkingsvormen in beeld met voor- en nadelen.
- Overzicht en uitwerking van de randvoorwaarden voor de samenwerkingsvorm:

Voor de uitwerking van de randvoorwaarden voor de samenwerkingsvorm is gebruik gemaakt van de elementen die door de organisatiewetenschap als essentieel worden gezien voor een goede samenwerking:

1. Opschaalbaarheid: De samenwerking moet werkbaar en uitvoerbaar zijn voor de pilot én de opschaling naar meerdere boeren.
2. Blijven leren: Dit betekent voor de vorm dat we flexibiliteit moeten inbouwen, om desnoods snel te kunnen bijstellen zonder dat voor elke wijziging een gang naar de notaris mogelijk is.
3. Verplichtingen instappers: Verplicht je je door deelname aan wat precies? En voor hoe lang?
4. Wijze besluitvorming: Hoe moeten er besluiten worden genomen?
5. Wijze van overleg: Hoe vaak moet er worden vergaderd?
6. Bevoegdheid: Waarover moet de samenwerkingsvorm beslissen?
7. Eerlijke verdeling van risico's, kosten en baten: Welke risico's zijn bekend en welke afspraken kunnen worden gemaakt om de risico's te minimaliseren? Denk aan schulden, risico's, monitoring van het systeem en beheer van het systeem.
8. Uitstap-procedures: Hoe kun je 'uitstappen' uit de samenwerkingsvorm: welke procedure spreek je af daarvoor? En hoe ga je dan om met investeringen en beheer van het systeem?
9. Escalatieprocedure: Wat te doen bij geschillen? Wordt een onafhankelijke persoon van buiten betrokken of wordt het conflict zelf opgelost?
10. Informatievoorziening: De informatievoorziening onderling en communicatie. Hoe communiceer je over bijvoorbeeld monitoring, het bereiken van het waterquotum, etc.?
11. Fiscale aspecten: De fiscale aspecten spelen een grote rol bij alle samenwerkingsvormen: wegen de financiële opbrengsten op tegen de investerings-, onderhoudskosten en veranderde inkomsten en grondbelastingen?
12. Juridische vormen: Welke flexibiliteit biedt de juridische vorm voor andere manieren van samenwerken, als dat noodzakelijk blijkt (*doen, leren, beter doen*)? Hoe kunnen de verplichtingen voortkomende uit de juridische vorm werkbaar worden gehouden in de dagelijkse praktijk? Wat vertaalt de formele juridische zeggenschap en aansprakelijkheid naar de praktijk? HHNK en de Provincie NH zullen gerichte beleidsmatige en juridische randvoorwaarden meegeven waarbinnen de watersamenwerking zal gaan functioneren. Deze randvoorwaarden worden ook opgenomen in de overeenkomst.

### 5.4.4 Stap 3: Keuze voor samenwerkingsvorm en maken van een overeenkomst

In 2021 is met de toenmalige werkgroep, op basis van de geïdentificeerde criteria en belangen, een keuze gemaakt voor de randvoorwaarden van de toekomstige samenwerkingsvorm tussen deelnemende agrariërs aan ZTT. Zie de voorgaande stap 2. Door vertraging in de technische uitvoering van het project is er ook besloten om een pas op de plaats te maken met het uitwerken van de samenwerking. In de tussenliggende is er regelmatig contact geweest met de agrariërs om het draagvlak te behouden.



In 2023 is de draad uit het eerste projectjaar weer opgepakt. Hierbij zijn in verschillende bijeenkomsten met juridische specialisten de vastgelegde criteria voor de waterverdeling en de randvoorwaarden voor de samenwerking vertaald in een drietal samenhangende juridische documenten:

- Statuten;
- Huishoudelijk Reglement;
- Ledenovereenkomst.

Het betreffende juridische kader moet de samenwerking controle bieden, maar ook ruimte voor gezamenlijk leren én ruimte om adaptief in te kunnen spelen op externe veranderingen. Hier speelt ook participatieve monitoring een belangrijk rol (zie stap 4): een pilot is bedoeld om samen te leren en ontdekken wat wel en niet goed werkt. Niet alleen op technisch gebied maar ook in de samenwerkingsvorm, het verdeelvraagstuk en de manier waarop deze groep boeren met elkaar zo'n traject doorloopt. Een langdurige samenwerkingsrelatie vergt ook investeren in goede en eerlijke uitwisseling van informatie en een heldere 'verdeelsleutel' voor het water in droge tijden. Leren en reflecteren zou daarom onderdeel moeten zijn van het proces zonder dat dit te veel tijd van betrokkenen vergt.

De juridische opzet en de documenten zijn in de loop van 2023 in drie bijeenkomsten met de agrariërs gedeeld en besproken. Op basis van de terugkoppeling zijn na elke bijeenkomst verbeteringen doorgevoerd. In de bijeenkomst van 14 november 2023 op Texel zijn de agrariërs akkoord gegaan met de betreffende versie van de juridische documenten.

In projectjaar 3 heeft de focus gelegen op het in kaart brengen van de structuur en de mogelijke juridische basis onder de samenwerking. Daarbij is gekeken naar vormen van coöperatie(ve) vereniging, een stichting, een B.V. Op basis van meerdere overwegingen als eenvoud, flexibiliteit, aansluiting bij de praktijk van samenwerking rond ondergrondse opslag en fiscaal/ juridische overwegingen is uiteindelijk in samenspraak met de deelnemers gekozen voor het opzetten van een coöperatie(ve) vereniging met uitgesloten aansprakelijkheid (U.A) per installatie.

#### Tussentijdse resultaten

- Beargumenteerde keuze voor een samenwerkingsvorm op basis van criteria en belangen.
- Juridische vertaling van de gekozen samenwerkingsvorm in statuten, huishoudelijk reglement en ledenovereenkomst.
- Instemming van alle betrokkenen op de juridische overeenkomst.
- Afspraken over de nadere formele ondertekening en borging van de uitvoering van de overeenkomst.



Met een juridische entiteit per installatie zijn de meest dringende onderwerpen goed geregeld tussen de samenwerkende agrariërs. Met het oog op toekomstige opschaling hebben we verkend welke toegevoegde waarde een overkoepelende coöperatie Daarbij valt te denken aan:

1. Gezamenlijke inkoop van diensten:
  - Dit kunnen diensten zijn als onderhoud van de installaties (manuren en materialen) of consultancy nodig voor verbeteringen/herinvesteringen en/ of noodzakelijke rapportages naar derden, bijvoorbeeld vergunningverleners.
2. Vertegenwoordiging van de leden naar derde partijen:
  - Bijvoorbeeld naar vergunningverleners als waterschappen: dit ten behoeve van efficiency en uniformiteit in het vergunningverleningsproces, maar ook naar andere stakeholders als LTO, provincies, ministeries etc. daar waar het gaat om de beleidsmatige inpassing en regionale opschaling van ondergrondse opslag.
3. Leren en verbeteren:
  - Het beheer van de installaties levert veel nieuwe kennis en ervaringen op. Hiermee kan het concept van ondergrondse opslag worden verbeterd. Deze kennis heeft daarmee een direct positief effect op de samenwerking voor zowel bestaande als eventueel nieuwe leden.
4. Risicobeheersing en risicodeling:
  - Een overkoepelende coöperatie kan zich wellicht ontwikkelen tot een entiteit via welke die risico's verzekerd kunnen worden welke niet op installatieniveau gedragen of verzekerd kunnen worden. De kans op het vinden van een geschikte verzekeraar lijkt groter als meerdere installaties meedoen.

In de vervolgfase van het project (2024 tot en met 2026) moet er aandacht worden besteed aan de stappen 4 (Uitvoering en monitoring) en 5 (Opschaling). De pilot aan de Hoofdweg loopt door en daar wordt momenteel de zoetwaterbel verder opgebouwd. Dit betekent dat operationalisering van de gemaakte afspraken daar als eerste zal plaatsvinden als onderdeel van fase 2. Afhankelijk van de resultaten van het 2<sup>e</sup> infiltratieseizoen zal in 2024 voor het eerst sub-irrigatie plaatsvinden van meerdere arealen verspreid over beide deelnemers. Dit betekent dat ervaring kan worden opgedaan met het daadwerkelijk verdelen van het ondergronds opgeslagen water.

#### 5.4.5 Stap 4: Uitvoering en monitoring

In stap vier zal er gezamenlijk worden gemonitord hoe de samenwerking verloopt: wat gaat goed en wat kan beter. Zodoende geven we vorm aan leren, doen en beter doen. De uitvoering zelf is ook een leerervaring voor veel partijen. Dat vergt af en toe stilstaan, reflecteren en spiegelen. Hierbij wordt de volgende activiteiten beoogd:

- Monitoring: hoe het gaat onderling als de zoetwatervoorraad 'aangesproken moet worden': wat gaat er makkelijk, moeizaam, wat kan beter?
- Leren doen en beter doen actief oppakken en tussentijds evalueren;
- Bijstellen samenwerkingsvorm waar nodig, opnieuw bekrachtigen.

Beoogde tussentijdse resultaten

- Monitoringsgesprekken 'in het veld' en online met de partijen over de 'watervraag en waterverdeling' in de praktijk.
- Een 'fictieve droogte' fingeren en simulatie uitvoeren indien gewenst.
- Gezamenlijke evaluatiebijeenkomst.



### 5.4.6 Stap 5: Opschaling

Als de pilot een succes is en er kan worden opgeschaald, dan heeft dat ook consequenties voor de samenwerking. Met het opstellen van de criteria voor de waterverdeling, de randvoorwaarden voor de samenwerking en de uitwerking van de juridische documenten is hier rekening mee gehouden, maar het is goed om op dat moment te toetsen of de samenwerking nog steeds goed is opgezet.

## 5.5 Evaluatie resultaten WP 3 Zoetwatercoöperaties

Voor WP3 is de onderstaande concrete doelstellingen geformuleerd:

- Blauwdruk voor en het realiseren van coöperaties zoetwatervoorraden, waarbij de agrariërs samen eigenaar zijn van de installaties, de watervoorraad en samen ook het beheer uitvoeren. Dit omdat grotere systemen voor ondergrondse opslag efficiënter, effectiever en goedkoper zijn.

WP3 Zoetwatercoöperaties heeft zich gericht op samenwerking tussen de deelnemers aan de pilots en het leveren van een blauwdruk voor de samenwerkingsvorm ook buiten Texel. Na een verkenningsronde met diverse stakeholders zijn samen met de boeren de criteria voor de waterverdeling vastgesteld en de randvoorwaarden voor de samenwerking. Diverse juridische samenwerkingsvormen zijn de revue gepasseerd waarbij uiteindelijk in gezamenlijk overleg gekozen is voor een coöperatie(ve) vereniging met uitgesloten aansprakelijkheid (U.A) per installatie. Daarvoor zijn een drietal juridische documenten opgesteld die als basis kunnen dienen voor de oprichting van Zoetwatercoöperaties: Statuten, Huishoudelijk Reglement en Ledenovereenkomst.

Daarmee is in WP 3 is de basis gelegd voor het oprichten van de eerste twee Zoetwatercoöperaties op Texel.





# 6 WP4 Kennisborging en communicatie

## 6.1 Introductie

De kennisborging en kennisdeling onder de agrariërs en beleidsmakers maken integraal onderdeel uit van het project Zoete Toekomst Texel. Door intensief samen te werken met alle stakeholders is kennis samen ontwikkeld en tegelijkertijd gedeeld. In dit hoofdstuk wordt allereerst- (na het verschijnen van het 3<sup>e</sup> voortgangsrapport medio 2023) een overzicht gegeven van de activiteiten die zijn ondernomen vanaf 30 juni 2023 tot en met 30 november 2023.

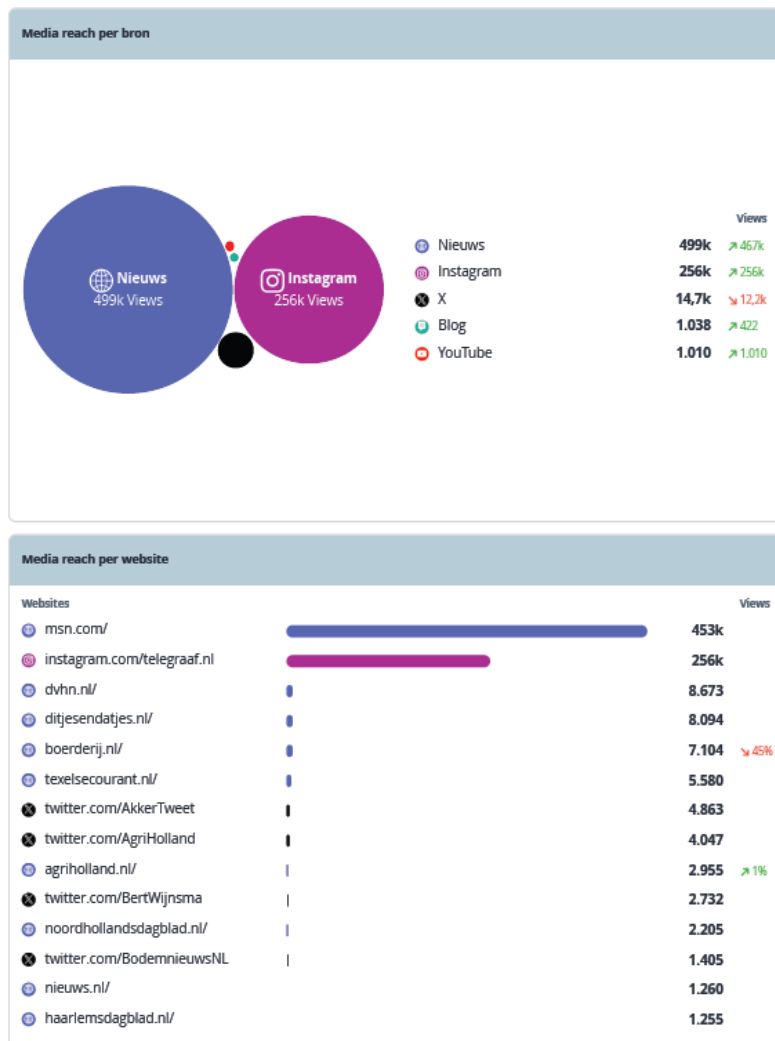
Daarna wordt in het kader van deze eindrapportage, een samenvattend overzicht gepresenteerd vanaf de start van het project.

## 6.2 Persbericht en Media response

Het mediabereik per bron en nieuwssite van 30 juni 2023 tot en met 30 november is weergegeven in onderstaand overzicht. Dit overzicht is opgesteld door de communicatieafdeling van LTO Noord. Nieuwsberichten vanuit het project Zoete Toekomst Texel:

[Ondergrondse wateropslag Texel groot succes: oplossing voor droogte - Zoete Toekomst Texel](#)  
[Ontdek de Zoete Toekomst van Texel: Slotbijeenkomst op 26 september - Zoete Toekomst Texel](#)

Afgelopen halfjaar hebben wij 772.000 views bereikt. Het aantal weergaven is gebaseerd op statistieken van social media, blogs, nieuwssites, fora, radio, tv en printmedia.



Figuur 60 Overzicht mediabereik

## 6.3 Slotbijeenkomst

Op 26 september is de slotbijeenkomst georganiseerd met in totaal ruim 80 bezoekers.

Voor de bijeenkomst zijn alle belanghebbenden, betrokken partners en geïnteresseerden uitgenodigd. Kijk voor een terugblik ook op: [Trots op succes van Zoete Toekomst Texel \(ltonoord.nl\)](#). Tegelijkertijd is er een persbericht verstuurd: [Ondergrondse wateropslag Texel groot succes: oplossing voor droogte \(ltonoord.nl\)](#).



Hieronder een greep uit de media die de berichten heeft overgenomen:

Voor slotbijeenkomst

- LTO Noord  
<https://www.ltonoord.nl/belangenbehartiging/water-en-bodem-in-balans/zoete-toekomst-texel/actueel/ondergrondse-wateropslag-texel-groot-succes-oplossing-voor-droogte>
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer



[https://www.linkedin.com/posts/deltaplan-agrarisch-waterbeheer\\_ontdek-de-zoete-toekomst-van-texel-slotbijeenkomst-activity-7105437037914116097-P0p-/?trk=public\\_profile\\_like\\_view&originalSubdomain=nl](https://www.linkedin.com/posts/deltaplan-agrarisch-waterbeheer_ontdek-de-zoete-toekomst-van-texel-slotbijeenkomst-activity-7105437037914116097-P0p-/?trk=public_profile_like_view&originalSubdomain=nl)

- Handel en techniek  
<https://handel-en-techniek.nl/2023/09/13/ontdek-zoete-toekomst-texel-op-26-september-2023/>

#### Na de slotbijeenkomst

- LTO Noord 16 oktober 2023  
<https://www.ltonoord.nl/belangenbehartiging/water-en-bodem-in-balans/zoete-toekomst-texel/actueel/trots-op-succes-van-zoete-toekomst-texel>
- Agraaf 10 oktober 2023  
<https://www.agraaf.nl/artikel/842235-wateropslag-ondergronds-biedt-kansen/>
- Noord Hollands Dagblad 26 september 2023  
[https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20230926\\_71980219](https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20230926_71980219)
- De Boerderij 28 september 2023  
<https://www.boerderij.nl/succes-met-proef-zoetwateropslag-op-texel>
- Akkerwijzer 27 september 2023  
<https://www.akkervijzer.nl/artikel/834852-fors-hogere-aardappelopbrengst-dankzij-ondergrondse-wateropslag-texel/>
- Akkerbouwbedrijf 16 oktober 2023  
<https://www.akkervijzer.nl/gewasbescherming/irrigatie/trots-op-resultaten-van-zoete-toekomst-texel/>
- H2o waternetwerk 27 september 2023  
<https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/irrigatieproef-met-ondergronds-opgeslagen-water-op-texel-groot-succes>
- Land en Water 3 oktober 2023  
<http://www.landewater.nl/nieuws/ondergrondse-wateropslag-texel-groot-succes>
- Samen blauw groen 5 oktober 2023  
<https://www.samenblauwgroen.nl/nieuws/051023-ondergrondse-wateropslag-texel-groot-succes-oplossing-voor-droogte/>
- Agri Holland 27 september 2023  
<https://www.agriholland.nl/nieuws/250987/>
- Dagblad van het Noorden 27 september 2023  
<https://dvh.nl/groningen/wadden/Ondergrondse-opslag-van-regenwater-is-een-groot-succes-op-het-droge-en-verzilte-Textel.-Als-het-op-deze-locaties-lukt-lukt-het-in-heel-Nederland-28663017.html>

## 6.4 Projectgroepoverleg en agrarische avonden

Maandelijks is de projectgroep op de hoogte gesteld van de vorderingen van het project en is afstemming gezocht over te nemen beslissingen. Daarnaast zijn in totaal 9 bijeenkomsten met de deelnemende boeren gehouden. In 2023 waren deze bijeenkomsten vooral gericht op de Zoetwatercoöperaties.

Daarnaast is een Whatsapp-groep opgezet om de deelnemers direct te kunnen updaten over de ontwikkelingen binnen het project en informatie uit het veld te kunnen delen.

## 6.5 Kennisborging en kennisdeling vanaf 2020

De kennisborging en kennisdeling onder de agrariërs en beleidsmakers maken integraal onderdeel uit van het project.



Door intensief samen te werken met de agrarische sector, waterbeheerders en overheden is de opgedane kennis verder ontwikkeld en gedeeld. De afgelopen jaren is hiervoor nauw samen gewerkt met provincies en waterschappen binnen o.a. Zoet op Zout (kennisevents) en andere projecten in o.a. Zeeland, Zuid-Holland en Flevoland. Op deze manier hebben wij geborgd dat de perspectieven voor deze aanpak niet specifiek zijn voor Texel of Noord-Holland, maar eventueel ook toepasbaar zijn voor andere provincies zoals Friesland, Groningen, Zuid-Holland en Zeeland maar ook andere delen van Nederland.

Er zijn diverse bijeenkomsten georganiseerd, de belangrijkste zijn de startbijeenkomst in augustus 2020, de open dag in maart 2023 en de slotbijeenkomst in september 2023. Daarnaast zijn er ook in kleine, divers samengestelde, groepen bijeenkomsten/kijkdagen/open ochtenden georganiseerd op Texel.

#### *Verspreiden van kennis en delen van informatie*

Naast het vergaren van kennis is het een belangrijke taak om te zorgen voor een brede verbreiding van de kennis die in dit project wordt opgedaan. De verspreiding vond o.a. plaats via enkele vakbladen en artikelen in de media. De 3 voortgangsrapportages uit 2021, 2022 en 2023 zijn gedeeld op [www.zoetetoekomsttexel.nl](http://www.zoetetoekomsttexel.nl). Verder zal het eindrapport na goedkeuring ook via de website worden gedeeld.

Tijdens de Open Dag op 23 maart 2023 en de slotbijeenkomst op 26 september 2023 is expliciet aandacht besteed aan alle lessons learned en zijn alle slides geplaatst op [www.zoetetoekomsttexel.nl](http://www.zoetetoekomsttexel.nl).

Samengevat:

Tabel 12. Overzicht externe communicatie

Jaar	Persberichten	Bezoeken/ bijeenkomsten	Nieuws/ artikelen	Views media	Video /interviews
<b>2021</b>	3	2	4	1.307.900	2
<b>2022</b>	1	2	8	1.539.000	-
<b>2023 tot 1/7</b>	2	7	12	756.000	1
<b>2023 tot 1/12</b>	1	3	11	772.000	1
<b>Totaal</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>35</b>	<b>4.374.900</b>	<b>4</b>

#### *Kennisborging*

Met de voortgangsrapportages en tijdens diverse overleggen zijn alle betrokkenen geïnformeerd. De resultaten zijn uitgewerkt in dit eindrapport met alle ervaringen en meetresultaten. Tevens is voor agrariërs en beleidsmedewerkers een praktische doorvertaling ontwikkeld in de vorm van een video waar het project en de opgedane kennis op een toegankelijke manier wordt toegelicht.

(zie <https://www.youtube.com/watch?v=gF1GbRd3BO0>)



De direct betrokken agrariërs zijn in het veld getraind op het beheren van de installatie. Dit is ook een praktische noodzaak gezien de reisafstand naar Texel en het feit dat er snel ingespeeld moet kunnen worden op storingen e.d.. In concrete betekende dit dat kennis is overgedragen met betrekking tot:

- Installatie aan- en uitschakelen alsmede aanpassingen debieten/infiltratiedruk etc.;
- Online monitoren van de werking van de installatie;
- Veldmetingen op EC;
- Watermonstername influent en effluent ten behoeve van de gedoogvergunning vanuit het HHNK;
- Monitoren veldmeetapparatuur tijdens de irrigatiefase;
- Monstername filterbed;
- Opsporen en analyseren van storingen.

Daarmee is een degelijke kennisbasis gelegd voor het in de toekomst werken binnen de op te richten Zoetwatercoöperaties.

#### *Betrokkenheid van agrariërs*

De betrokkenheid van agrariërs buiten de direct betrokkenen is opgepakt via de Open Dag 2023 en een tweetal veldbezoeken aan de installatie.

#### *Kennisdeling met waterbeheerders*

Deelgenomen is aan een IKW-bijeenkomst in Dokkum waar het project is gepresenteerd. Daarnaast is er een DAW-artikel verzorgd. Verder is ZTT gepresenteerd op het Kennisevent Zoet op Zout in Leeuwarden en zijn binnen diverse andere projecten/initiatieven rond Ondergrondse Opslag de resultaten van ZTT besproken met andere waterschappen dan het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier:

- Noorderzijlvest – pilotlocatie Zoet op Zout
- HH Rijnland – project Circulaire Schoonwatervoorziening in Boskoop
- Waterschap Vallei en Veluwe – projectbezoek Acacia Water
- Waterschap Scheldestromen – project in Dreischor
- Waterschap Zuiderzeeland – Boerderij van de Toekomst.

#### *Duurzame kennishouding*

Tijdens de uitvoering van ZTT heeft de nadruk gelegen op het ontwerpen en realiseren van het opslagsysteem, de financiële ontwikkeling en het leggen van een basis onder de toekomstige samenwerking tussen de deelnemende agrariërs via de Zoetwatercoöperaties.



Hierbij is vooral aandacht besteed aan het delen van informatie en opbouw van kennis bij de direct betrokkenen. Onderstaand worden een aantal aanbevelingen voor fase 2 geformuleerd.

## 6.6 Evaluatie resultaten WP 4 Kennisborging & communicatie

Voor WP4 zijn de onderstaande concrete doelstellingen geformuleerd:

- Kennisdelen met het Deltaprogramma Zoetwater om regionaal en nationaal verbinding te leggen met andere projecten binnen het Deltaprogramma;
- Kennisdelen en kennis borgen met de agrariërs op Texel en de Waddenregio;
- Verbinding met het project Zoet op Zout op technisch en economisch vlak en kennisborging en kennisdeling.

Binnen WP4 is veel aandacht besteed aan externe communicatie via de website <https://www.zoetetoekomsttexel.nl/>, persberichten, bijeenkomsten, artikelen (o.a. DAW), social media (ca 4,4 miljoen views) en interviews. Rapporten en presentaties zijn gepubliceerd op de website. De resultaten van het project zijn gedeeld op de kennisdagen zoals georganiseerd binnen het project Zoet op Zout. Ook is het project gepresenteerd binnen een IKW-bijeenkomst in Dokkum.

De resultaten van Zoete Toekomst Texel zijn 1 op 1 doorvertaald naar het deelproject Ondergrondse Opslag. Dit betreft in technisch opzicht met name het opvangsysteem, de zuivering en het sub-irrigatiesysteem. Daarnaast kan de blauwdruk voor eventueel op te richten Zoetwatercoöperaties volledig worden overgenomen: alle juridische documenten liggen klaar.

Intensieve kennisoverdracht m.b.t. de werking van de opslagsystemen heeft plaatsgevonden naar de deelnemers waarmee een basis is gelegd voor zelfstandig beheer naar de toekomst binnen de op te richten Zoetwatercoöperaties.

Daarnaast zijn diverse veldbezoeken georganiseerd voor geïnteresseerden, een Open Dag en een Slotbijeenkomst.

Voor agrariërs en beleidsmedewerkers is een praktische doorvertaling ontwikkeld in de vorm van een video waar het project en de opgedane kennis op een toegankelijke manier worden toegelicht. Daarnaast zijn gesprekken met diverse waterschappen gevoerd rondom initiatieven en lopende projecten in hun beheergebied.

## 6.7 Aanbevelingen vervolgfase

Kennisdeling is meer dan het delen van informatie. Het kunnen beschikken over de juiste informatie is wel een cruciaal element voor het begrip Kennis. Maar: kennis is het in de praktijk op juiste wijze kunnen toepassen van die informatie en is daarmee een persoonlijke competentie om een bepaalde taak uit te kunnen voeren.

We stellen dan ook voor om tijdens de vervolgfase dit aspect verder uit te werken in de vorm van bijvoorbeeld trainingen ism LTO Academie, webinars en sessies met kennisinstituten binnen het Agricoast programma danwel andere lopende onderzoeksprogramma's. Coastar (<https://www.coastar.nl/>) als samenwerkingsverband tussen Deltares, KWR, Arcadis en Acacia Water kan daar wellicht ook een rol in spelen.





# Bibliografie

- ABN AMRO. (sd). *Landbouwmachines*. Opgehaald van <https://www.abnamrolease.com/nederland/wat-kunt-u-leasen/landbouwmachines/>
- Bouwmeester, M. (2020, Juli 29). *Banken: lenen voor boeren en tuinders steeds lastiger*. Opgehaald van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/07/29/banken-lenen-voor-boeren-en-tuinders-steeds-lastiger>
- CBS. (2017). Waterschappen inden 2,7 miljard aan heffingen in 2016. Opgehaald van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/38/waterschappen-inden-2-7-miljard-aan-heffingen-in-2016>
- Dominati, E., Mackay, A., Green, S., & Patterson, M. (2014). A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand. *Ecological Economics*, 119-129. Opgehaald van <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.02.008>
- Drion, S., van Boxtel, M., Vijn, M., van der Meulen, H., Boschloo, D., Karanikas, T., & Verhoeven-Poelhekke, C. (2020). *Financiering voor duurzame landbouwbedrijven*. WUR.
- Hollands Noorderkwartier. (2022). Jaarstukken 2022. Opgehaald van [https://cuatro.sim-cdn.nl/hhmk/uploads/jaarstukken\\_2022\\_0.pdf?cb=3\\_sSLZf2](https://cuatro.sim-cdn.nl/hhmk/uploads/jaarstukken_2022_0.pdf?cb=3_sSLZf2)
- KNMI. (2023). KNMI 2023 -klimaatscenario's. Opgehaald van <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimaatscenario-s>
- KVK. (sd). *Zakelijke lening of financiering aanvragen*. Opgehaald van <https://ondernemersplein.kvk.nl/zakelijke-lening-of-financiering-aanvragen/>
- MKB Servicedesk. (2020, Februari 26). *Wat zijn kosten krediet*. Opgehaald van <https://www.mkb servicedesk.nl/10195/wat-zijn-kosten-krediet.htm>
- Rabobank. (sd). *Akkerbouwers en loonbedrijf: de mogelijkheden om te investeren met lease*. Opgehaald van <https://www.rabobank.nl/bedrijven/zakelijk-financieren/lease/wat-kan-ik-leasen/akkerbouw-loonbedrijf>
- RIVM. (2023). Nitraat in het uitspoelend water onder landbouwbedrijven, 1992-2021. Opgehaald van <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0271-nitraat-in-het-uitspoelend-water-onder-landbouwbedrijven>
- RVO. (2021, Maart 30). *Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP3) - Wegwijzer*. Opgehaald van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/glb/plattelandsontwikkelingsprogramma-pop3-wegwijzer>
- RVO. (2022, Januari 1). *Borgstellingskrediet voor de Landbouw (BL)*. Opgehaald van <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/borgstellingskrediet-voor-de-landbouw-bl>

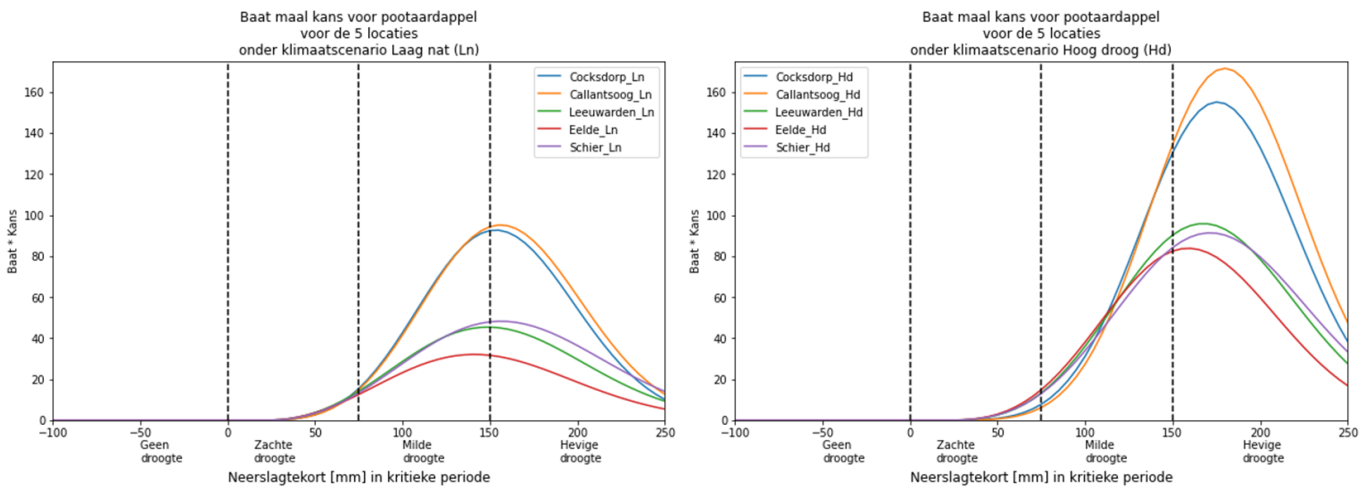


- Schindler, D., Hecky, R., & Kasian, S. (2008). Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: Results of a 37-year whole-ecosystem experiment. *Biological Sciences*, 11254-11258. Opgehaald van <https://doi.org/10.1073/pnas.0805108105>
- Spaarwater. (2015). Eigen watervoorziening: Vastlegging en afbraak van nutriënten en bacteriën. *Deelrapport 2013-2015*. Opgehaald van [https://www.spaarwater.com/content/27227/download/clnt/67005\\_Eigen\\_watervoorziening\\_%E2%80%93\\_Vastlegging\\_en\\_afbraak\\_van\\_nutrienten\\_en\\_bacterien.pdf](https://www.spaarwater.com/content/27227/download/clnt/67005_Eigen_watervoorziening_%E2%80%93_Vastlegging_en_afbraak_van_nutrienten_en_bacterien.pdf)
- Spaarwater. (2019). Rendabel en duurzaam agrarisch watergebruik en waterbeheer in de verziltende Waddenregio. Opgehaald van [https://www.spaarwater.com/content/27227/download/clnt/87095\\_Spaarwater\\_Hoofdrap\\_portage\\_januari\\_2019.pdf](https://www.spaarwater.com/content/27227/download/clnt/87095_Spaarwater_Hoofdrap_portage_januari_2019.pdf)
- Staf Deltacommissaris. (2020). *Nationaal Deltaprogramma 2021*. Den Haag: Delta3.
- Van der Meulen, H., Van der Meer, R., & Asseldonk, M. (2020). Financierings transitie naar duurzame landbouw: Inzicht in het huidige financieringslandschap en ontwikkelingen. Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/12/22/financiering-transitie-naar-duurzame-landbouw>
- van der Meulen, H., van der Meer, R., & van Asseldonk, M. (2020). *Financiering transitie naar duurzame landbouw: Inzicht in het huidige financieringslandschap en ontwikkelingen*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Veen, v. d. (2021, Mei 18). *Hoe maak je natuur inclusieve landbouw interessant voor private investeerders?* Opgehaald van <https://www.zininbuiten.eu/natuur-inclusieve-landbouw-private-investeerders/>
- WUR. (2020). *Financiering voor duurzame landbouwbedrijven*. Stichting Wageningen Research.



## Annex 1: Baten maal kans

De gemiddelde baten zijn het resultaat van de economisch baten en kans op neerslagtekort. Om het preciezer te verwoorden, de uiteindelijke gemiddelde economisch baat is de optelsom van het product van de kans op een bepaald neerslagtekort en de bijbehorende baat van spaarwater. In onderstaande figuur is dit product voor beide klimaatscenario's weergegeven. De oppervlakte onder de lijn in de grafiek is dus de uiteindelijke gemiddelde economisch baat.





## Annex 2: Numerieke interpretatie voorkomen droogte bouwplannen

De kans in fracties, op een droogtescenario voor een specifiek gewas.

Gewas	Kans op droogtescenario onder Ln				Gewas	Kans op droogtescenario onder Hd			
	Geen droogte	Zachte droogte	Milde droogte	Hevige droogte		Geen droogte	Zachte droogte	Milde droogte	Hevige droogte
<i>mm tekort</i>	<0	0 - 75	75 - 150	>150	<i>mm tekort</i>	<0	0 - 75	75 - 150	>150
Suikerbieten	0.04	0.33	0.5	0.13	Suikerbieten	0.01	0.14	0.55	0.3
Gerst	0	0.15	0.65	0.2	Gerst	0	0.03	0.51	0.46
Zaaiuien	0.07	0.44	0.43	0.06	Zaaiuien	0.01	0.26	0.56	0.17
Mais	0.01	0.18	0.51	0.3	Mais	0	0.05	0.39	0.56
Gras	0.01	0.1	0.4	0.49	Gras	0	0.02	0.19	0.79
Aardappels	0.02	0.25	0.52	0.21	Aardappels	0	0.09	0.48	0.43
Tulpen	0	0.08	0.6	0.32	Tulpen	0	0.01	0.37	0.62



## Annex 3: Details bouwplannen inkomsten

### Akkerbouw:

Gewas	Aandeel in bouwplan	Droogte scenario	Baat €/ha/Jaar	Onder Ln (KNMI 2023)		Onder Hd (KNMI 2023)	
				Kans %	Gemiddeld €/ha/Jaar	Kans %	Gemiddeld €/ha/Jaar
Pootaardappelen	33%	Zachte droogte	1500	25%		9%	
		Milde droogte	3000	52%		48%	
		Hevige droogte	4500	21%		43%	
					2880		3510
Suikerbieten	17%	Zachte droogte	1350	33%		14%	
		Milde droogte	2025	50%		55%	
		Hevige droogte	2250	13%		30%	
					1751		1978
Gerst	17%	Zachte droogte	350	15%		3%	
		Milde droogte	700	65%		51%	
		Hevige droogte	1050	20%		46%	
					718		851
Zaaiuien	3%	Zachte droogte	2500	44%		26%	
		Milde droogte	4500	43%		56%	
		Hevige droogte	5500	6%		17%	
					3365		4105
Mals	13%	Zachte droogte	600	18%		5%	
		Milde droogte	900	51%		39%	
		Hevige droogte	1200	30%		56%	
					927		1053
Graszaad	10%	Zachte droogte	500	10%		2%	
		Milde droogte	1000	40%		19%	
		Hevige droogte	1300	49%		79%	
					1087		1227
Consumptieaardappelen	7%	Zachte droogte	1950	25%		9%	
		Milde droogte	3250	52%		48%	
		Hevige droogte	3900	21%		43%	
					2997		3413
<b>Bouwplan totaal gemiddeld</b>					<b>1916</b>		<b>2269</b>



## Bollen en Akkerbouw:

Gewas	Aandeel in bouwplan	Droogte scenario	Baat	Onder Ln (KNMI 2023)		Onder Hd (KNMI 2023)	
				Kans %	Gemiddeld €/ha/jaar	Kans %	Gemiddeld €/ha/jaar
Tulpen	25%	Zachte droogte	4000	8%	8640	1%	9820
		Milde droogte	8000	60%		37%	
		Hevige droogte	11000	32%		62%	
Suikerbieten	25%	Zachte droogte	1350	33%	1751	14%	1978
		Milde droogte	2025	50%		55%	
		Hevige droogte	2250	13%		30%	
Gerst	50%	Zachte droogte	350	15%	718	3%	851
		Milde droogte	700	65%		51%	
		Hevige droogte	1050	20%		46%	
<b>Bouwplan totaal gemiddeld</b>					<b>2956</b>		<b>3375</b>

## Veeteelt en akkerbouw:

Gewas	Aandeel in bouwplan	Droogte scenario	Baat	Onder Ln (KNMI 2023)		Onder Hd (KNMI 2023)	
				Kans %	Gemiddeld €/ha/jaar	Kans %	Gemiddeld €/ha/jaar
Pootaardappelen	30%	Zachte droogte	1650	25%	3168	9%	3861
		Milde droogte	3300	52%		48%	
		Hevige droogte	4950	21%		43%	
Suikerbieten	10%	Zachte droogte	1350	33%	1751	14%	1978
		Milde droogte	2025	50%		55%	
		Hevige droogte	2250	13%		30%	
Mals	20%	Zachte droogte	600	18%	927	5%	1053
		Milde droogte	900	51%		39%	
		Hevige droogte	1200	30%		56%	
Graszaad	40%	Zachte droogte	400	10%	721	2%	833
		Milde droogte	600	40%		19%	
		Hevige droogte	900	49%		79%	
<b>Bouwplan totaal gemiddeld</b>					<b>1599</b>		<b>1900</b>