



Datum 23 april 2024
Auteur Sytse de Vries en Johan Medenblik

Achtergrondrapport

Evaluatie praktijkproeven

Water vasthouden Friese zandgebieden

Klimaatrobuust waterbeheer Friese zandgebieden



Definitief RAPPORT
23 april 2024



Achtergrondrapport Evaluatie praktijkproeven water vasthouden Friese zandgebieden

Publiek Private Samenwerking (PPS)
Klimaatrobuust waterbeheer Friese zandgronden
Topsector Kennis & Innovatie (TKI)

Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden
Lectoraat Duurzame watersystemen
Auteurs: Sytse de Vries (Junior onderzoeker [water] bij Applied Research Center) en Johan
Medenblik (Docent Waterbeheer/Onderzoeker bij Applied Research Center)
Definitief, Leeuwarden, april 2024

Adres:
Agora 1
8934 CJ Leeuwarden





Inhoud

1	Inleiding	1
2	Twijzel/Kootstertille	4
2.1	Gebiedsbeschrijving	5
2.2	Beschrijving maatregelen	8
2.3	Monitoring	9
2.4	Evaluatie grondwaterstanden	12
2.5	Duurlijnen referentie en gestuwd perceel	19
2.6	Relatie grondwaterstand en waterstand gestuwde en referentie perceel	21
2.7	Grasopbrengst	23
2.8	Conclusie	25
2.9	Discussie	25
3	Haule	26
3.1	Gebiedsbeschrijving	27
3.2	Beschrijving maatregelen	30
3.3	Monitoring	31
3.4	Evaluatie grondwaterstanden	33
3.5	Relatie grondwaterstand en waterstand verzamelput peilgestuurde drainage	40
3.6	Grasopbrengst	42
3.7	Conclusie	44
3.8	Discussie	44
4	Nijeberkoop	45
4.1	Gebiedsbeschrijving	46
4.2	Beschrijving maatregelen	49
4.3	Monitoring	50
4.4	Evaluatie grondwaterstanden	52
4.5	Relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand	56
4.6	Conclusie	58
4.7	Discussie	58
5	Ter Idzard	59
5.1	Gebiedsbeschrijving	60
5.2	Beschrijving maatregelen	63
5.3	Monitoring	64



5.4	Evaluatie grondwaterstanden	66
5.5	Relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand	69
5.6	Conclusie	70
5.7	Discussie	70
6	Olderijne	71
6.1	Gebiedsbeschrijving	72
6.2	Beschrijving maatregelen	75
6.3	Monitoring	76
6.4	Evaluatie grondwaterstanden	77
6.5	Relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand	81
6.6	Grasopbrengst	83
6.7	Conclusie	85
6.8	Discussie	86
7	Literatuurlijst	87
I	Toelichting maatregelen	i
II	Achtergrond info praktijkproef Twijzel - Kootstertille	iv
III	Achtergrond info praktijkproef Haule	xii
IV	Achtergrond info praktijkproef Nijeberkoop	xvii
V	Achtergrond info praktijkproef Ter Idzard	xxii
VI	Achtergrond info praktijkproef Olderijne	xxv
VII	Graslandgebruik	xxix



Algemene conclusies

Bij de praktijkproeven op het zandgebied in het oosten van Friesland is een veelvoud aan maatregelen getroffen om water vast te houden, de grondwaterstand te reguleren en de landbouwkundige productie te verhogen. In de gebieden is met maatwerkoplossingen getracht het lokale waterbeheer af te stemmen op de gebruiksfuncties van de percelen. De monitoringsdata tonen aan dat dit in veel gevallen gelukt is, vooral voor wat betreft de percelen met wateraanvoer (stabielere waterpeil: lager in de winter, hoger in de zomer).

Specifiek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Praktijkproeven zonder wateraanvoer

- Hoge zandgronden waar geen wateraanvoer mogelijk is zijn neerslagafhankelijk. De mogelijkheden voor water vasthouden wordt vooral bepaald door de hoeveelheid neerslag die valt.
- Aangetoond is dat met het verhogen van de slootpeilen de grondwaterstand in het voorjaar, maar ook gedurende nattere zomers, wordt verhoogd doordat water wordt vastgehouden.
- Ondanks deze peilverhoging kan de grondwaterstand in met name droge zomers ver onder maaiveld uitzakken. Er is op deze hoge zandgronden zonder wateraanvoer immers geen mogelijkheid om het grondwater aan te vullen vanuit het oppervlaktewaterstelsel.

Praktijkproeven met wateraanvoer

- Door de inzet van ondiepe en intensieve drainage (onderwaterdrainage) wordt de grondwaterstand in gebieden met wateraanvoer veel stabielere. De grondwaterstand stijgt in de winter minder hoog dan in situaties zonder drainages. In de zomer daalt de grondwaterstand minder door infiltratie van oppervlaktewater via de drainagebuizen.

Grasopbrengst berekeningen

- De grasopbrengst berekeningen voor drie praktijkproeven gaven een wisselend beeld. Volgens modelsimulatie met het programma GrasSignaal werd ten opzichte van de referentie bij één van de twee praktijkproeven zonder wateraanvoer (Twijzel) de grasopbrengst niet verhoogd door de uitgevoerde watervasthoudende maatregelen. Voor de andere praktijkproef zonder wateraanvoer (Haule) werd een duidelijk verschil berekend bij het hanteren van een hoger peil in de verzamelput van de peilgestuurde drainage. Door het hogere peil in combinatie met een natter voorjaar nam de grasopbrengst toe. Bij de praktijkproef met wateraanvoer werd ten tijde van droge perioden eveneens een hogere grasopbrengst berekend. Door extra waterinfiltratie via de drainages wordt oppervlaktewater via de drains geïnfiltreerd naar het grondwater. Dit leidt tot een stabielere grondwaterstand en daarmee een grotere opbrengsten in droge perioden.



1 Inleiding

Het oosten van de provincie Friesland (onderzoeksgebied) bestaat voor een groot deel (82%) uit zandbodems (vaak Podzolgronden). Het zandgebied wordt doorsneden door een aantal beekdalen die grotendeels uit veen- en moerige bodems bestaan.

Door allerhande ingrepen in het verleden is het waterbeheer in het zandgebied van Friesland momenteel gericht op het snel afvoeren van regenwater en het optimaliseren van waterpeilen door het tegengaan van natschade in de landbouw. De in het verleden uitgevoerde maatregelen zorgen ervoor dat agrariërs aan het eind van de winter/begin voorjaar geen wateroverlast ondervinden. Hierdoor is de draagkracht van het land optimaal voor de zware landbouwmachines en is het groeiseizoen langer.

Door klimaatverandering neemt aan de ene kant de kans op wateroverlast toe, maar wordt aan de andere kant het risico op droogte tijdens het groeiseizoen groter (KNMI, 2023). Deze veranderingen van het klimaat dwingt waterbeheerders en agrariërs om andere vormen van waterbeheer te vinden. Daarbij dient niet alleen te worden gefocust op het voorkomen van natschade, maar ook op het verminderen van droogteschade tijdens het groeiseizoen. Het doel daarvan is om langdurige perioden van droogte op te vangen. In het kader van de uitvoering van het Vierde Waterhuishoudingsplan van de provincie Fryslân zijn daarom op de Friese zandgronden in de periode 2016 – 2021 verschillende praktijkproeven water vasthouden uitgevoerd. Deze proeven zijn uitgevoerd in samenwerking met Wetterskip Fryslân, gebiedscollectief Noardlike Fryske Wâlden (Noordoost Fryslân), gebiedscollectief ELAN (Zuidoost Fryslân) en betreffende agrariërs.

Op basis van een bodem- en waterplan, uitgevoerd door Aequator Groen & Ruimte samen met het waterschap, zijn per agrarisch bedrijf maatregelen uitgevoerd. In de meeste gevallen betrof het een pakket aan maatregelen. Daarbij gaat het om maatregelen, zoals bijvoorbeeld het plaatsen van stuwen, het verondiepen van slootbodems en de aanleg van peilgestuurde drainage. Daarbij is dus gekeken naar de specifieke hydrologische en bodemkundige omstandigheden bij de verschillende agrarische bedrijven. In *Bijlage 1: Toelichting maatregelen* worden deze maatregelen kort uitgelegd.

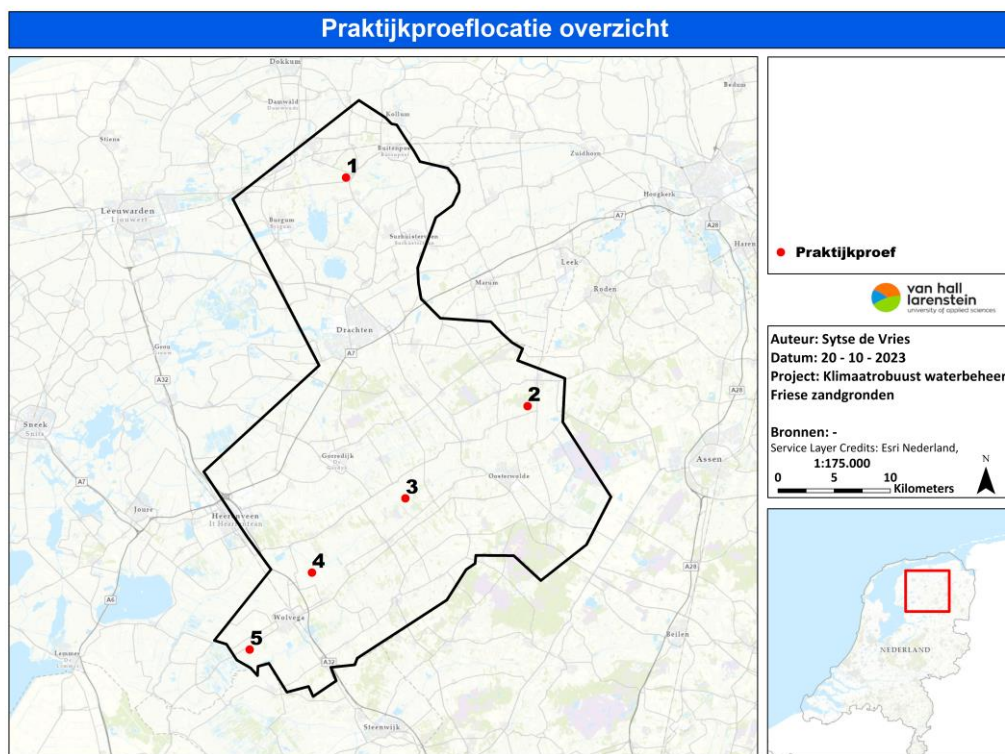
In dit rapport wordt een vijftal praktijkproeven geëvalueerd. Een overzicht van de betreffende bedrijven is weergegeven in *Tabel 1-1* op de volgende pagina.



Tabel 1-1: Overzicht evaluatie praktijkproeven water vasthouden Friese zandgronden

Gebied	Maatregel	Datum maatregel uitgevoerd	Metingen
1. Twijzel/ Kootstertille	Bocht(en) op duiker	December 2019	GWS, slootpeil
2. Haule	Peilgestuurde drainage, verondieping sloot, plaatsen stuw	Mei 2020	GWS, slootpeil
3. Nijberkoop	Onderwaterdrainage, plaatsen stuwen	December 2020	GWS, slootpeil
4. Ter Idzard	Onderwaterdrainage, plaatsen stuw, toedienen organische stof	Juni 2021	GWS, slootpeil
5. Oldetrijne	Peilgestuurde drainage, peilverhoging sloot	Mei 2020	GWS, slootpeil

In bijgevoegde kaart zijn de locaties van deze praktijkproeven weergegeven.



Figuur 1-1 Overzicht locaties praktijkproeven die in deze rapportage zijn geëvalueerd.



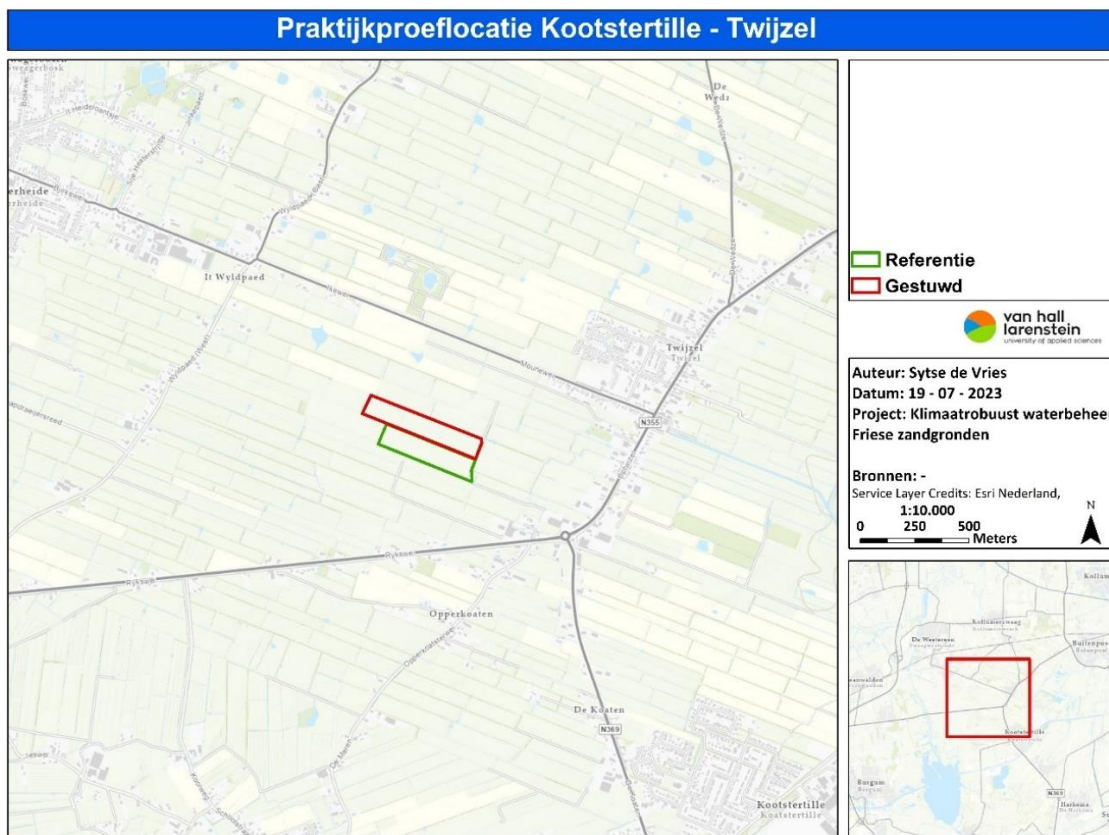
Voor deze vijf praktijkproeven zijn destijds hydrologische meetnetten ingericht. Deze meetnetten bestaan uit diverse grondwatermeetpunten en (in de meeste gevallen ook) oppervlaktewatermeetpunten. Bij bijna alle meetpunten worden de waterstanden dagelijks gemeten met behulp van automatische dataloggers (drukopnemers). In een aantal gevallen werden de peilbuizen één keer per 14 dagen handmatig gemeten. Op basis van de meetreeksen zijn diverse hydrologische analyses uitgevoerd (onder andere het maken van durlijnen en bepaling Gemiddelde Hoogste en Laagste Grondwaterstand). Vervolgens is voor een drietal bedrijven met behulp van het programma Akkerweb/GrasSignaal berekend wat het effect van de maatregelen op de grasopbrengst is geweest.

In de volgende hoofdstukken worden de resultaten per praktijkproef beschreven. Deze beschrijving gaat volgens een vast stramien. Per bedrijf worden eerst de abiotische kenmerken beschreven: hoogteligging, bodemtype en kwel/infiltratie. Vervolgens wordt een toelichting gegeven op de maatregelen welke binnen de betreffende praktijkproef zijn uitgevoerd en op welke wijze de hydrologische monitoring plaatsvindt. Op basis van de meetreeksen worden de resultaten van de hydrologische analyse beschreven. En tenslotte worden bij drie van de vijf praktijkproeven ook de resultaten van de berekende grasopbrengst getoond.



2 Twijzel/Kootstertille

De praktijkproef is gelegen aan de noordzijde van de Rykswei (N355) en ten westen van Twijzel. De locatie van de praktijkproef is in gebruik als grasland ten behoeve van de melkveehouderij. Doel van de praktijkproef is om water op deze droogtegevoelige percelen langer vast te houden. Hiertoe is de uitstroombuig van een benedenstrooms gelegen duiker verhoogd. Met deze duiker wordt het peil in de sloot evenwijdig aan het proefperceel ingesteld. (Zie *paragraaf 2.3 Maatregelen*). Daarnaast is een naastgelegen perceel als referentie gebruikt.



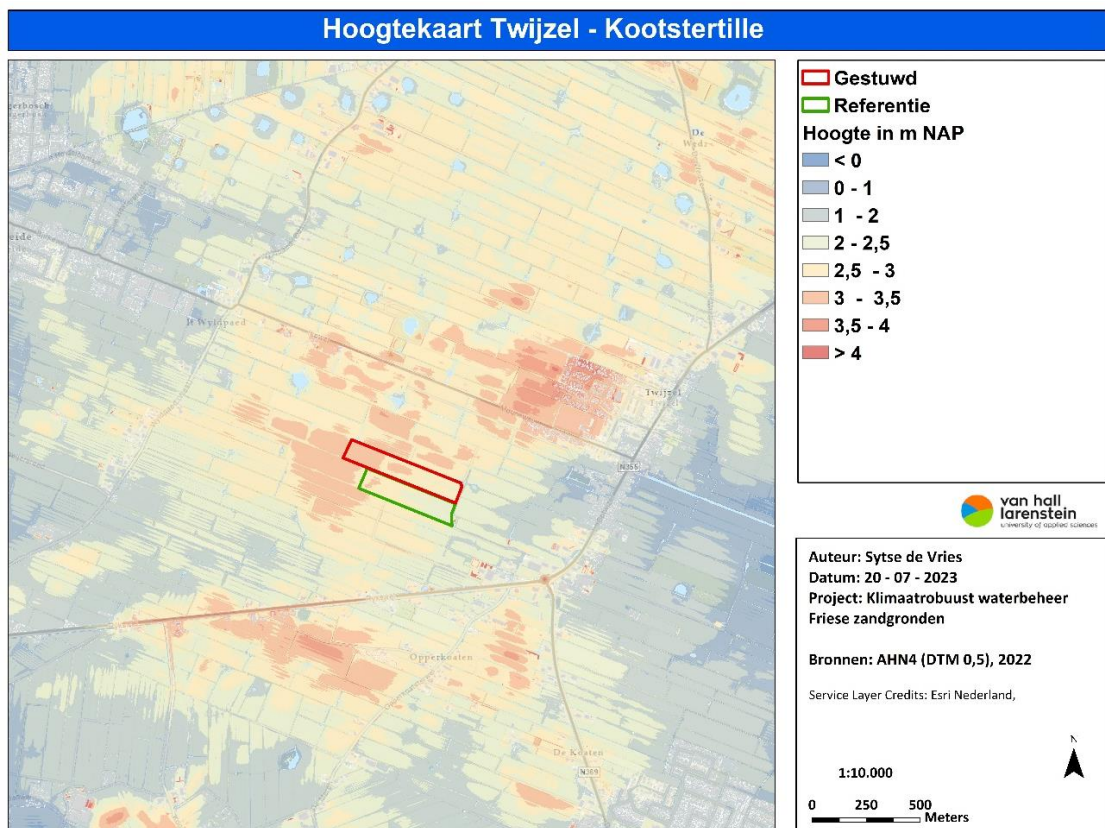
Figuur 2-1 Praktijkproeflocatie Twijzel – Kootstertille



2.1 Gebiedsbeschrijving

2.1.1 Maaiveldhoogte

De hoogtekkaart laat zien, dat de praktijkproeflocatie zich op een dekzandrug bevindt. Deze zandrug is een noordwestelijke uitloper van het Drents Plateau. De lagere delen ten oosten en westen van de praktijkproeflocatie bestond vroeger uit veengebied. Door veenwinning is dit bodemtype verdwenen (Haartsen, Ontgonnen verleden (Friesland), 2009). Het hoogste punt van de praktijkproef is gelegen op 3 m boven NAP en het laagste punt op 2,5 m NAP. (AHN, 2021). Het hoogteverschil binnen de praktijkproef is dus relatief gering.

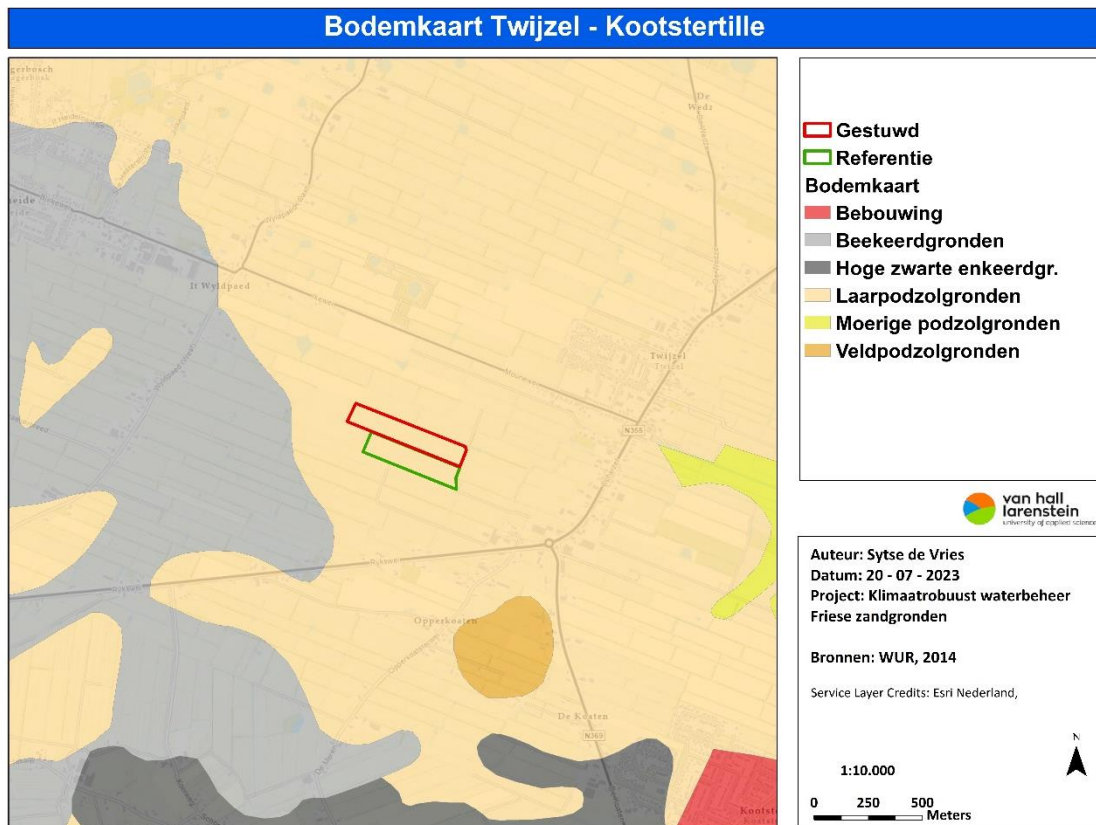


Figuur 2-2 Hoogteligging Praktijkproeflocatie Twijzel - Kootstertille (AHN, 2021)



2.1.2 Bodem

Op de praktijkproeflocatie komen het bodemtype Laarpodzolgrond voor (WUR, 2014). Laarpodzolgronden bestaan uit goed doorlatend (licht)bruin, matig fijn geel zand. Bij een Laarpodzolgronden zijn binnen 120 cm roest verschijnselen en 30 - 50 cm humushoudend cultuurdek te vinden. (de Bakker & Locher, 1990). Dit duidt erop dat deze bodems in het verleden permanent of periodiek met water verzadigd waren. Door plaggenbemesting in het verleden is een donkere, humusrijke bovengrond ontstaan.

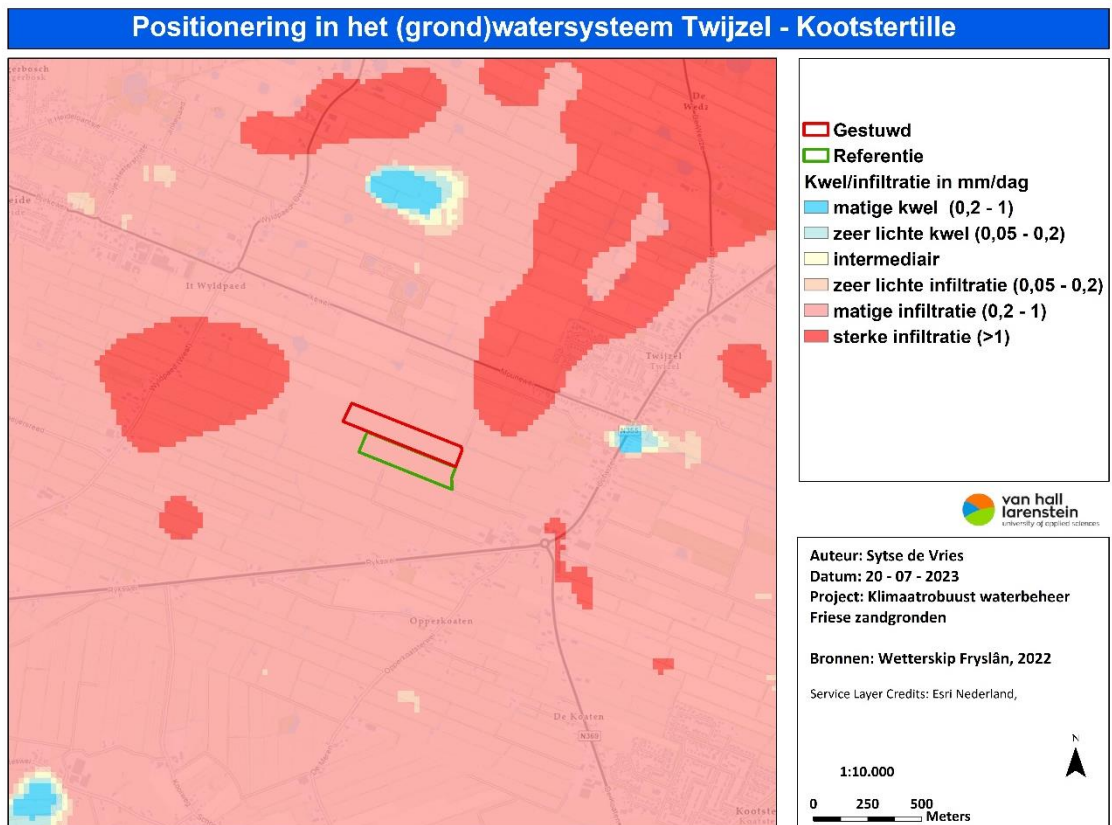


Figuur 2-3 Bodemkaart praktijkproeflocatie en omgeving (WUR, 2014)



2.1.3 Positionering binnen het (grond)watersysteem

Deze praktijkproef ligt hoog in het systeem, daardoor is hier geen wateraanvoer mogelijk. De hoeveelheid neerslag in perioden van neerslagoverschot zijn dus bepalend voor de waterconservering. Verder is er sprake van matige infiltratie (0,9 mm per dag) (Wetterskip Fryslân, 2022).



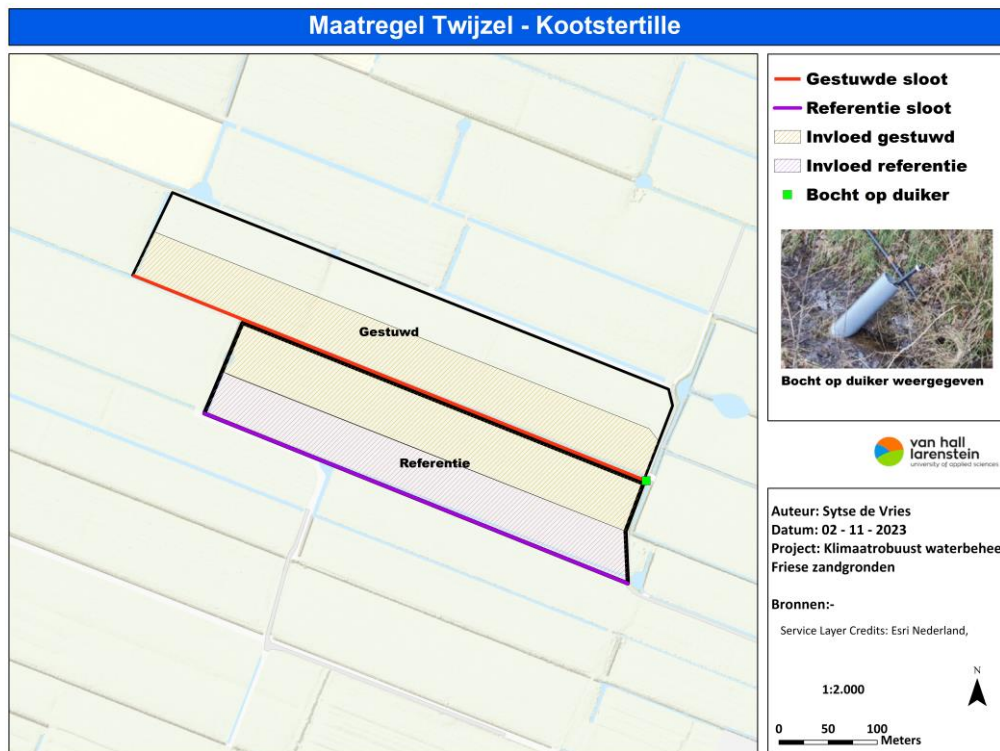
Figuur 2-4 Kwel en infiltratiekaart Twijzel Kootstertille (Wetterskip Fryslân, 2022)



2.2 Beschrijving maatregelen

Om water vast te houden is bij deze praktijkproef een eenvoudige en praktische maatregel uitgevoerd: de uitstroomhoogte van een benedenstrooms gelegen duiker is namelijk verhoogd (Het water stroomt van west naar oost). Deze maatregel is in december 2019 uitgevoerd.

Deze duiker is te zien in *Figuur 2-5*. Met deze duiker wordt het peil in de sloot evenwijdig aan het proefperceel geregeld. Daarnaast is een naastgelegen perceel als referentieperceel aangewezen. In *Figuur 2-5* is te zien dat de gestuwde sloot ook het noordelijke deel van het referentieperceel bevindt beïnvloedt.



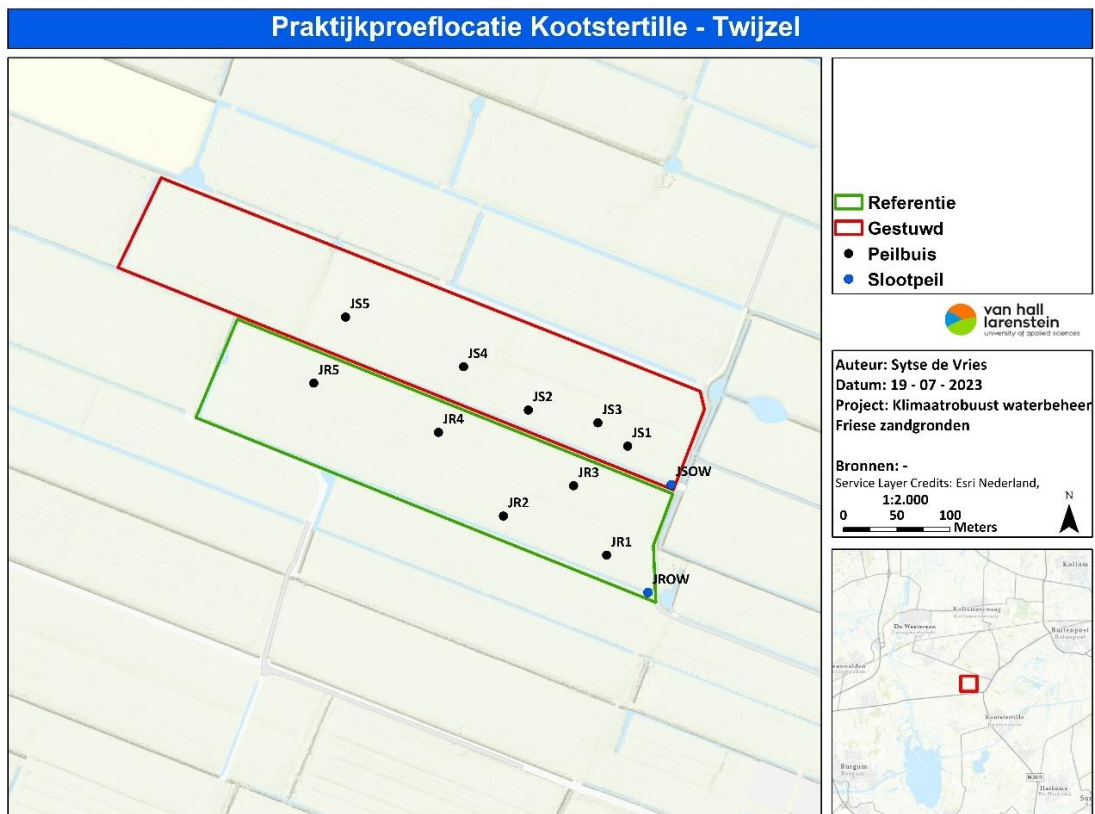
Figuur 2-5 Maatregel Twijzel – Kootstertille



2.3 Monitoring

Om het effect van de maatregel op de grondwaterstanden te monitoren zijn op tien locaties grondwatermeetpunten geplaatst. Daarbij liggen de grondwatermeetpunten JR1, JR2, JR3, JR4 en JR5 in het referentieperceel. Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 blijken de meetpunten JR3 t/m JR5 ook deel onder invloed te staan van de gestuwde sloot. Dit maakt de gemeten grondwaterstanden in de peilbuizen minder betrouwbaar.

De grondwatermeetpunten JS1, JS2, JS3, JS4 en JS5 zijn in het gestuwde perceel gesitueerd. Aanvullend worden zowel langs het referentieperceel als het gestuwde perceel de slootpeilen gemeten. JROW is het meetpunt van het referentieperceel en JSOW is het meetpunt van het gestuwde perceel. Bij JR1, JS1 en JSOW worden iedere 12 uur de waterstand gemeten met dataloggers. De gegevens van de dataloggers zijn regelmatig gecontroleerd met enkele handmetingen. Deze komen overeen. (Zie *Bijlage II: Validatie handmetingen*). De grondwatermeetpunten JR2, JR3, JR4, JR5, JS2, JS3, JS4 en JS5 worden met de hand gemeten op basis van 14-daagse waarnemingen. (Aequator, 2019).



Figuur 2-6 Monitoring praktijkproeflocatie Kootstertille – Twijzel

Tabel 2-1 geeft een overzicht van de filterdieptes ten opzichte van maaiveld (mv) en maaiveldhoogtes van de meetpunten ten op zichte van meter NAP. In Tabel 2-1 is te zien, dat de grondwatermeetpunten allemaal dezelfde filterlengtes hebben van 1,0 meter. De filterdiepte is niet overal gelijk.



Andere technische gegevens over de metadata. Zie *bijlage II: Technische gegevens*.

Tabel 2-1 Technische peilbuisgegevens hydrologisch meetnet praktijkproef Twijzel - Kootstertille

Meetpunt	Bovenkant filter (m-mv)	Onderkant filter (m-mv)	Bovenkantbuis (m + NAP)	Maaiveld (m + NAP)
JR1	0,75	1,75	2,26	2,40
JR2	0,75	1,75	2,40	2,50
JR3	1,10	2,10	2,33	2,38
JR4	1,10	2,10	2,42	2,47
JR5	1,10	2,10	2,84	2,89
JROW	*	*	*	*
JS1	0,59	1,59	2,47	2,59
JS2	0,59	1,59	2,39	2,49
JS3	1,10	2,10	2,58	2,63
JS4	1,10	2,10	2,77	2,82
JS5	1,10	2,10	2,94	2,99
JSOW	*	*	*	*

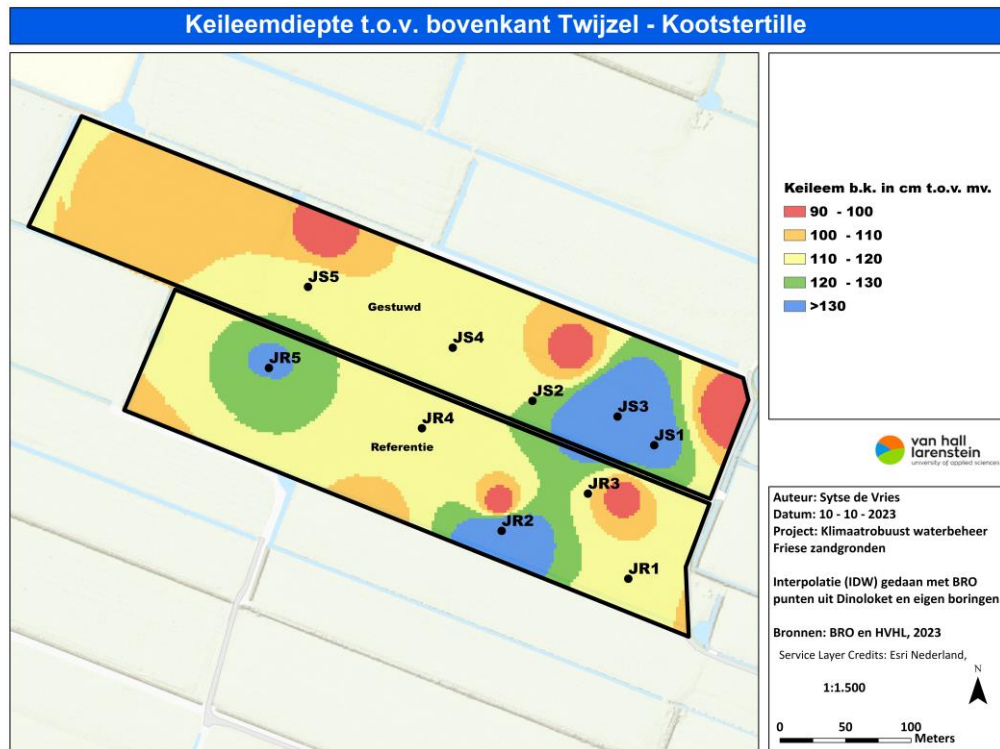
Uitgangspunt is dat de peilbuizen met stoeptegel JR 3,4 en 5 en JS 3,4 en 5 5 centimeter onder het maaiveld bevinden en dat deze peilbuizen dezelfde lengte hebben van 2,05 meter. JR1, JS1 en JSOW zijn ingemeten door Aequator. JR2 en JS2 van Aequator is uitgangspunt 10 centimeter onder maaiveld

*Oppervlaktewatermeetpunt

Bij de grondwatermeetpunten JR2, JR5, JS1, JS3, JS4 en JS5 is een slechtdoorlatende keileemlaag aangetroffen. De diepte van deze leemlaag varieert van 1,10 tot en met 2,00 meter. De dikte is minstens 0,40 m (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023).

In *Figuur 2-7* is met behulp van boorbeschrijvingen van deze meetpunten en boringen uit het Dinoloket een inschatting gemaakt van de diepte van het keileem over beide percelen. De IDW-interpolatie techniek is hiervoor toegepast (Esri, 2023).

Alle boringen zijn in *bijlage II: Bepaling keileemdpte* weergegeven.



Figuur 2-7 Keileemdiepte weergegeven (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023) (BRO, 2023)

Uit de boringen blijkt dat de filters van JR5, JS4 en JS5 zich deels in het 1^e watervoerend pakket bevinden onder de keileemlaag. Daardoor ontstaat bij deze meetlocaties waarschijnlijk geen representatief beeld van het freatische grondwater.



2.4 Evaluatie grondwaterstanden

De meetperiode van de grondwatermeetpunten JR1 en JS1 ligt tussen april 2019 en december 2023. Een meetperiode van ruim 4 jaar dus. De overige meetpunten zijn in 2021 ingericht.

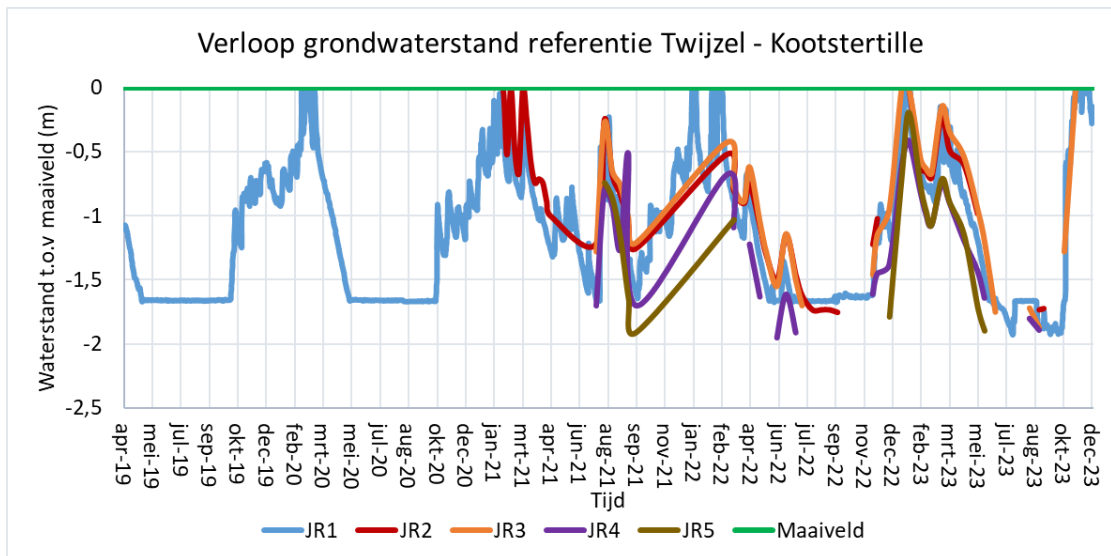
Verder zijn de meetreeksen niet altijd compleet. Zo is in de zomerperiode regelmatig sprake van droogval. In de onderstaande *Tabel 2-2* is te zien, welke meetgegevens ontbreken voor het referentieperceel. Geconcludeerd kan worden dat in droge perioden droogval optreedt bij alle meetpunten.

Tabel 2-Fout! Gebruik het tabblad Start om 0 toe te passen op de tekst die u hier wilt weergeven.2
Ontbrekende meetdata referentie

Meetpunt	Droogval	Niet gemeten
JR1	<ul style="list-style-type: none"> • Mei 2019 - 1^e helft okt. 2019 • Mei 2020 – sep. 2020 • 2^e helft mei 2022 - 1^e helft sep. 2022 • Juni 2023 – juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft aug. 2020
JR2	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft sep. tot en met okt. 2022 • Juni en Juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Mei - juni “21 • Okt. 2021 tot en met feb. 2022 • Okt. en dec. 2022
JR3	<ul style="list-style-type: none"> • Aug. 2022 • Okt. 2022 • 2^e helft juni – juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jan. tot en met juni 2022
JR4	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft juli – okt. 2022 • Juni – juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jan. tot en met juni 2021 • Okt. tot en met dec. 2021 • Jan. - feb. 2022
JR5	<ul style="list-style-type: none"> • Juli 2021 • Mei 2022 • Juli tot en met nov. 2022 • Juni en Juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jan. - juni 2021 • Okt. 2021 - feb. 2022
JROW	<ul style="list-style-type: none"> • Mei tot en met dec. 2022 • Juni en juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jun. 2021 - feb. 2022

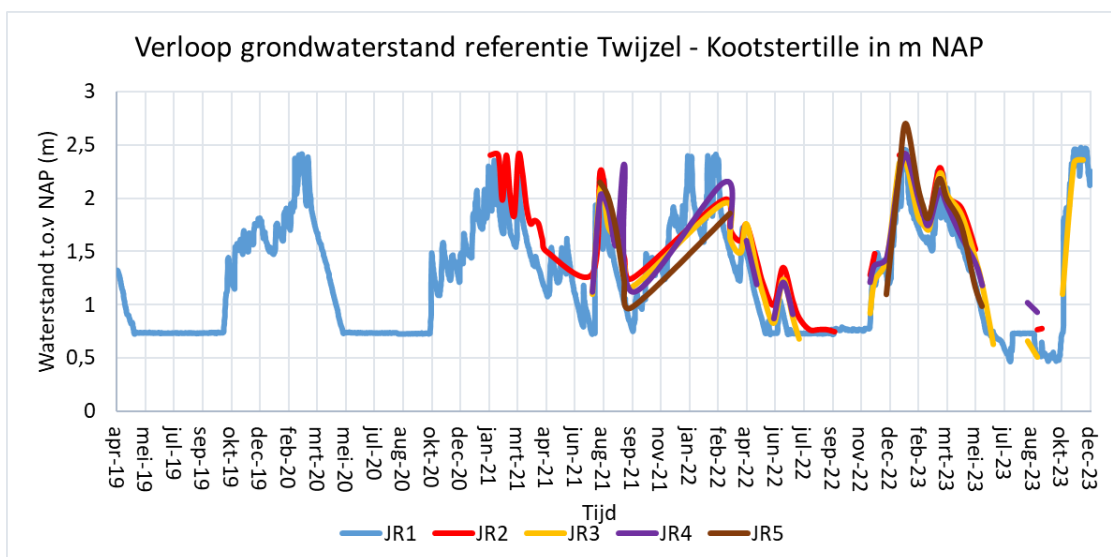


In *Figuur 2-8* en *Figuur 2-9* is het verloop van de grondwaterstand weergegeven van de peilbuizen in het referentieperceel ten op zichte van respectievelijk maaiveld en NAP. JR1 is een continuïteit (dagelijks) de rest zijn 14 daagse handmetingen.



Figuur 2-8 Verloop referentie peilbuizen Twijzel – Kootstertille t.o.v. maaiveld

Tijdens droogval periode bij JR1 is wel een waarde gemeten, dat is de maximale waterdiepte (-1,60 m t.o.v. mv) van de logger. Door droogval is er niet bekend hoever de grondwaterstand verder uitzakt. Wel is vast te stellen, dat de grondwaterstand in deze periode in ieder geval nog lager is.



Figuur 2-9 Verloop referentie peilbuizen Twijzel – Kootstertille t.o.v. NAP

Tijdens droogval periode bij JR1 is wel een waarde gemeten, dat is de maximale waterdiepte (0,80 meter NAP) van de logger. Door droogval is er niet bekend hoever de grondwaterstand verder uitzakt. Wel is vast te stellen, dat de grondwaterstand in deze periode in ieder geval nog lager is.

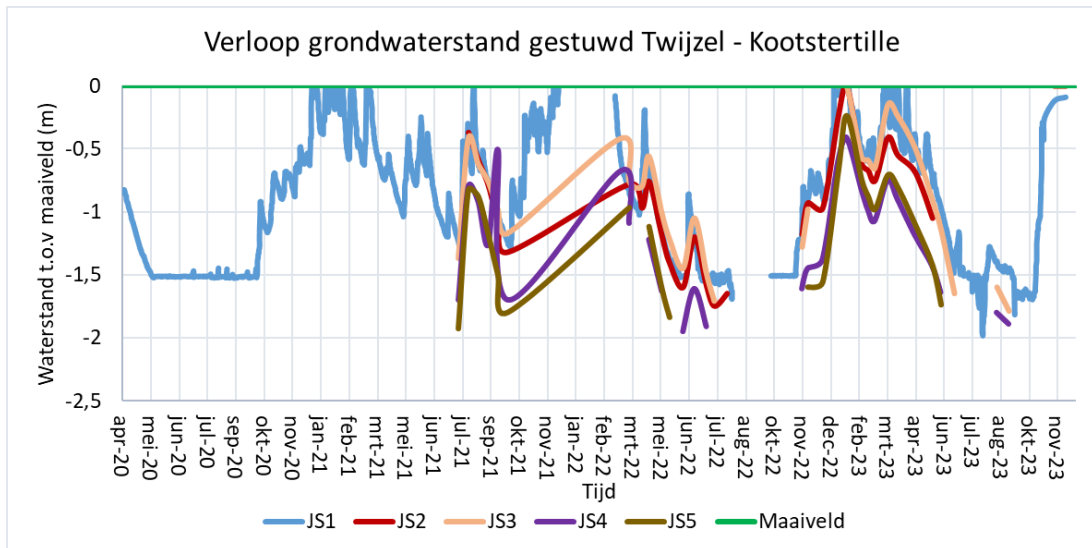


In de onderstaande *Tabel 2-3* is voor het gestuwde perceel aangegeven welke meetgegevens ontbreken. Geconcludeerd kan worden dat in droge perioden droogval optreedt bij alle meetpunten.

Tabel 2-3 Ontbrekende meetdata gestuwde perceel

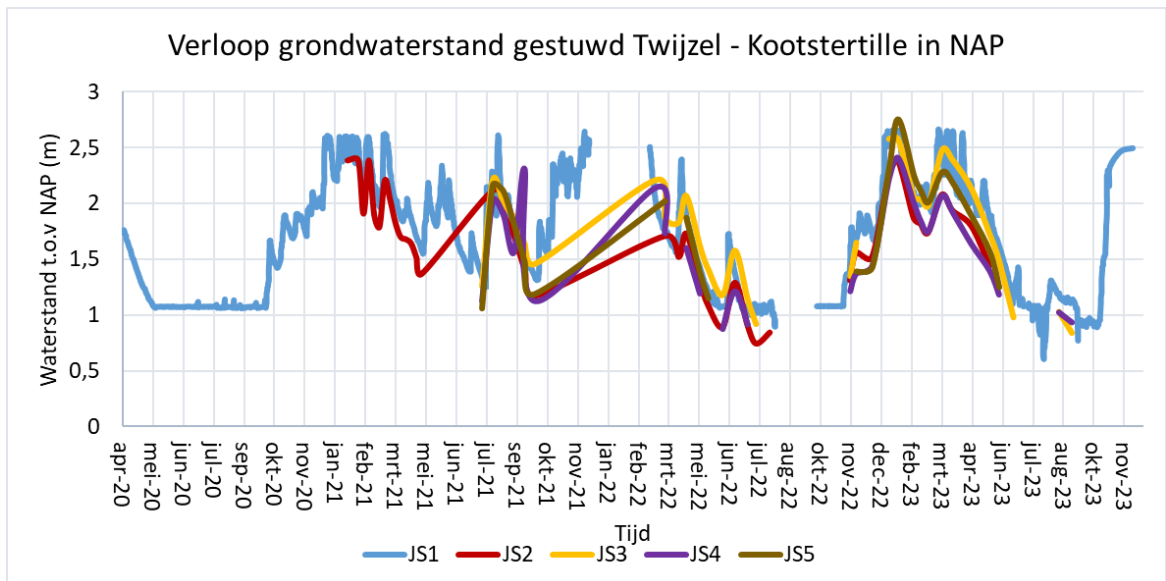
Peilbuis	Droogval	Niet gemeten
JS1	<ul style="list-style-type: none"> • Mei – sep. 2020 • 2^e helft mei 2022 • 2^e helft jun. - jul. 2022 • Aug. en sep. 2022 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 • Jan. - mrt. 2020 • Dec. 2021 - 1^e helft feb. 2022
JS2	<ul style="list-style-type: none"> • Okt. 2022 • Juni – Juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Mei - juli 2021 • Okt. 2021 – feb. 2022
JS3	<ul style="list-style-type: none"> • Aug. – okt. 2022 • Jul. 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jan. – jun. 2021 • Okt. 2021 – feb. 2022 • Dec. 2022
JS4	<ul style="list-style-type: none"> • Aug. – okt. 2022 • Juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jan. tot en met juni 2021 • Okt. 2021 tot en met feb. 2022
JS5	<ul style="list-style-type: none"> • Juli tot en met okt. 2022 • Juni en juli 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020 • Jan. - juni 2021 • Okt. 2021 – feb. 2022
JSOW	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft jul. – okt. 2022 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 en 2020

In *Figuur 2-10* en *Figuur 2-11* is het verloop van de grondwaterstand weergegeven van de peilbuizen van het gestuwde perceel ten op zichte van respectievelijk het maaiveld en NAP. JS1 is een continumeting (dagelijks), de overige meetreeksen bestaan uit 14 daagse handmetingen.



Figuur 2-10 Verloop gestuwd Twijzel – Kootstertille

Tijdens droogvalperiode bij JS1 is wel een waarde gemeten, dat is de maximale waterdiepte (1,50 m - mv) van de logger. Door droogval is niet bekend hoever de grondwaterstand verder uitzakt. Wel is vast te stellen, dat de grondwaterstand in deze periode in ieder geval lager is.



Figuur 2-11 Verloop gestuwd Twijzel – Kootstertille ten op zich van meter NAP

Tijdens droogvalperiode bij JS1 is wel een waarde gemeten, dat is de maximale waterdiepte (0,90 m + NAP) van de logger. Door droogval is er niet bekend hoever de grondwaterstand verder uitzakt. Wel is vast te stellen, dat de grondwaterstand in deze periode lager is.



Om te kunnen beoordelen in hoeverre de maatregelen invloed hebben op de grondwaterstanden is een analyse gemaakt van de grondwaterdynamiek per hydrologisch jaar (1 april tot en met 31 maart). Daarbij wordt het proefperceel (JS) vergeleken met het referentieperceel (JR). Ook zijn er durlijnen gemaakt over de gehele meetperiode. Voor de analyse zijn met name de grondwatermeetpunten JR1 en JS1 onderzocht. Meetpunt JR1 bevindt zich buiten de invloedssfeer van de gestuwde waterloop.

De dynamiek van het grondwater is in beeld gebracht via de HG3 (gemiddelde hoogste grondwaterstand over een hydrologisch jaar), LG3 (Gemiddelde laagst grondwaterstand over een hydrologisch jaar), VG3 (de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand). Alle berekeningen zijn uitgevoerd op basis van 14-daagse waarnemingen rond de 14^e en 28^e van de maand. De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar en de LG3 van de drie laagste waarnemingen binnen een hydrologisch jaar. De VG3 is de gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar op basis van de waarnemingen op 14, 28 maart en 14 april. De LG3 wordt meestal gemeten aan het eind van de zomer en de HG3 aan het eind van de winter/vroege voorjaar. Aan de hand van de totale meetreeks zijn uiteindelijk de GHG, GVG en GLG bepaald. Voor deze praktijkproef gaat het om een periode van maximaal 4 jaar. Officeel kan echter op basis van meetreeksen van tenminste 8 jaar de GXG worden bepaald. (Knotters, De Gruijter, van der Horst, Heuvelink, & Hoogland, 2004).

Naast de HG3, LG3 en VG3 zijn ook de zogenaamde Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) in beeld gebracht. De RHG en RLG zijn berekend op basis van gemiddelde dagwaarnemingen. RHG en RLG zijn ontworpen voor hoogfrequentmetingen. De RHG is de 7^e percentielwaarde en de RLG de 93 percentielwaarde van de meetreeks op basis van dagwaarden (Averink, 2013).

In onderstaand overzicht zijn de berekende resultaten van de HG3, GHG, LG3, GLG, VG3, RHG, RLG weergegeven van de peilbuizen JR1 en JS1. Voor de andere peilbuizen kunnen de grondwaterkenmerken (nog) niet worden berekend, doordat de meetreeks tekort is.



Tabel 2-4 Grondwaterkenmerken op basis van hydrologische jaren in meter t.o.v. maaiveld en NAP

Meetpunt		JR1 (Referentie)		JS1 (Gestuwd)	
Parameter	Jaartal	m-mv	m-NAP	m-mv	m-NAP
HG3	2019	-0,30	2,10	-	-
	2020	-0,35	2,05	0,01	2,60
	2021	-0,53	1,87	-	-
	2022	-0,23	2,17	-0,08*	2,51
	Gem./GHG	-0,35	2,05	-0,04	2,55
RHG (7%)	2019	-0,42	1,98	-	-
	2020	-0,38	2,02	-0,02	2,57
	2021	-0,30	2,10	-	-
	2022	-0,40	2,00	0*	2,59
	Gem	-0,37	2,03	-0,01	2,58
LG3	2019	<-1,60 (droog)	<0,80 (droog)	<-1,50 (droog)	<1,09 (droog)
	2020	<-1,60 (droog)	<0,80 (droog)	<-1,50 (droog)	<1,09 (droog)
	2021	-1,57	0,83	-1,11	1,48
	2022	<-1,60 (droog)	<-0,80 (droog)	<-1,50 (droog)	<1,09 (droog)
	Gem./GLG	-	-	-	-
RLG (93%)	2019	<-1,60 (droog)	<-0,80 (droog)	<-1,50 (droog)	<1,09 (droog)
	2020	<-1,60 (droog)	<-0,80 (droog)	<-1,50 (droog)	<1,09 (droog)
	2021	-1,54	0,86	-1,19*	1,40
	2022	<-1,60 (droog)	<-0,80 (droog)	<-1,50 (droog)	1,09 (droog)
	Gem.	-	-	-	-
VG3	2019	-0,75	1,65	-	-
	2020	-0,74	1,66	-0,54	2,05
	2021	-0,99	1,41	-0,82	1,77
	2022	-0,56	1,84	-0,19	2,40
	Gem./GVG	-0,76	1,64	-0,52	2,07

*2021 Geen hydrologisch jaar compleet natte/droge maanden wel compleet; bepalend voor GHG/RHG en GLG/RLG

- Geen hydrologisch jaar compleet

HG3: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar

RHG: Representatieve Hoogste Grondwaterstand

GHG: Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (Gemiddelde van de HG3)

LG3: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar

RLG: Representatieve Laagste Grondwaterstand

GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (Gemiddelde van de LG3)



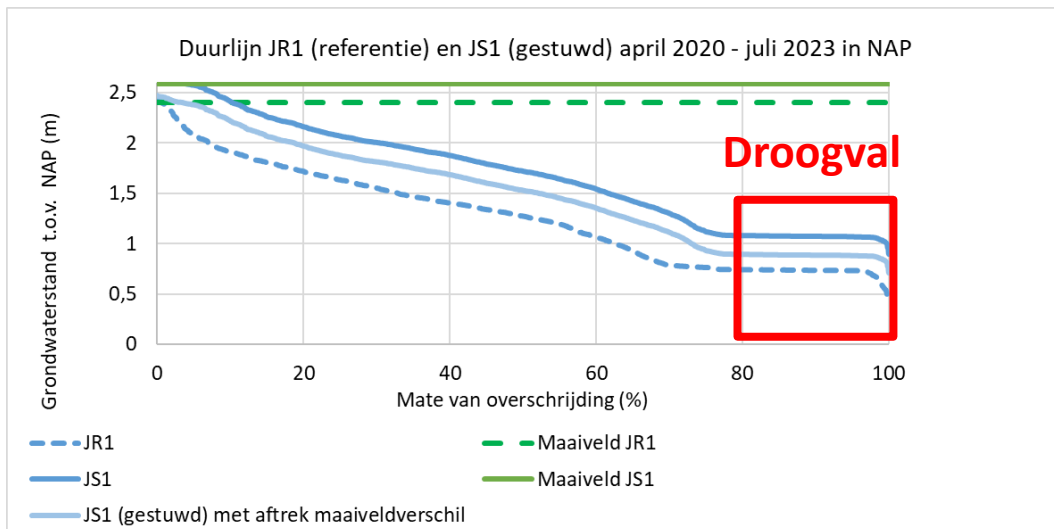
Gemiddeld stijgt de hoogste grondwaterstand (GHG en RHG) in de herfst/winter in het grondwatermeetpunt in het gestuwde perceel 1 tot 4 cm onder maaiveld, terwijl gemiddeld genomen de hoogste grondwaterstand in het referentie perceel 35 tot 37 onder maaiveld blijft. Het gestuwde perceel is in perioden van neerslagoverschot dus duidelijk natter dan het referentie perceel. Uit de analyse blijkt dat ten op zichte van NAP de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) van het grondwatermeetpunt (JS1) in het gestuwde perceel binnen de meetperiode respectievelijk 50 en 55 centimeter hoger ligt dan bij het grondwatermeetpunt (JR1) in het referentieperceel. Daarbij dient in acht te worden genomen dat het maaiveld bij grondwatermeetpunt (JS1) in het gestuwde perceel 19 cm hoger ligt dan het grondwatermeetpunt (JR1) in het referentie perceel (respectievelijk 2,59 m + NAP en 2,40 m + NAP). Zie tabel 2-1 in paragraaf 2.3 “*Monitoring*”. Ten op zichte van maaiveld is het verschil in GHG en RHG tussen het gestuwde perceel en referentie perceel respectievelijk 31 en 36 cm.

De Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) konden niet worden berekend door droogvallende peilbuizen in 2020 en 2022. De Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) was in de meetperiode in het grondwatermeetpunt (JS1) in het gestuwde perceel 43 centimeter hoger ten op zichte van NAP dan het grondwatermeetpunt (JR1) in het referentieperceel. Ten op zichte van het maaiveld is het verschil tussen het gestuwde perceel en referentieperceel 24 centimeter.

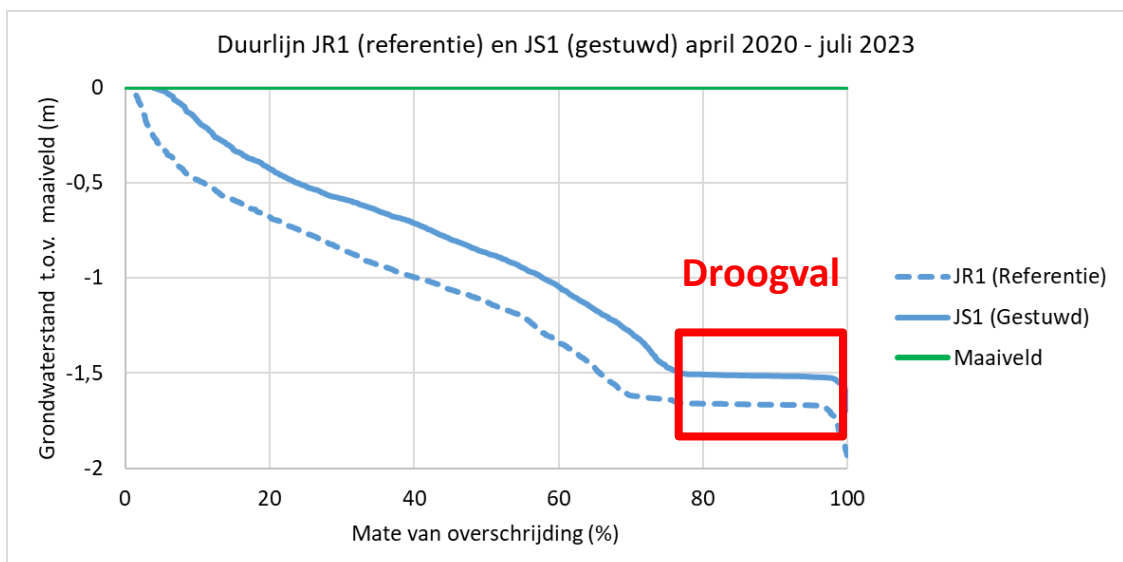


2.5 Duurlijnen referentie en gestuwd perceel

Naast analyse van de grondwaterdynamiek via GXG's en RXG's zijn ook duurlijnen gemaakt. Daarbij worden twee peilbuizen nader toegelicht, namelijk de referentiepeilbuis JR1, waar geen maatregel is toegepast en meetpunt JS1 in het gestuwde perceel. De locatie van de buizen is weergegeven in *Figuur 2-5*. De resultaten van de andere peilbuizen zijn terug te vinden in de *Bijlage II Duurlijnen*.



Figuur 2-13 Duurlijn JR1 en JS1 ten op zichte van NAP



Figuur 2-14 Duurlijn JR1 en JS1 ten op zichte van maaiveld



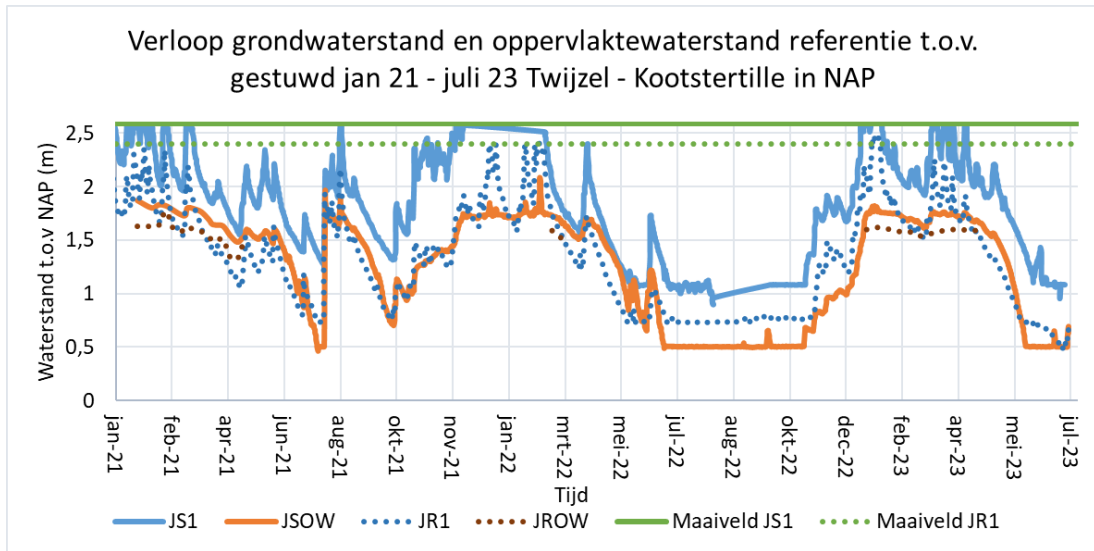
In *Figuur 2-13 en Figuur 2-14* zijn de duurlijnen voor de peilbuizen JR1 (referentie) en JS1 (praktijkproef) weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplotte grondwaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand in meter beneden maaiveld (m-mv) weergegeven (H2O, 2014).

De duurlijnen illustreren dat er een duidelijk verschil is tussen de grondwaterstanden van het meetpunt in het referentieperceel en het meetpunt in het gestuwde perceel. Ten opzichte van het referentiemeetpunt (JR1) zijn de grondwaterstanden in het meetpunt van de praktijkproef zowel in een droge als natte periode hoger. Bij aftrek van het maaiveldhoogte verschil is dit structureel 25 cm.



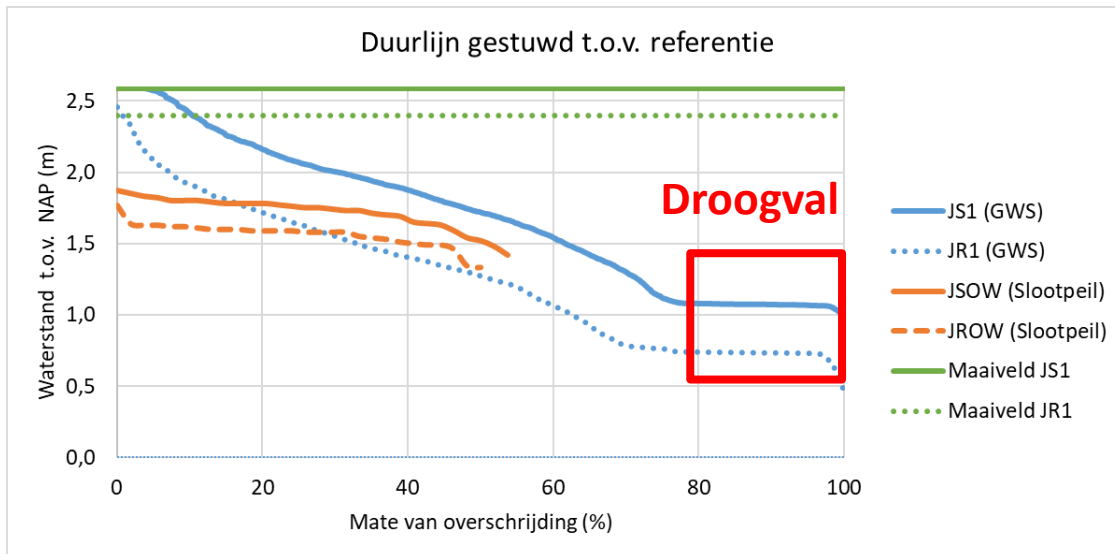
2.6 Relatie grondwaterstand en waterstand gestuwde en referentie perceel

In *Figuur 2-15* is het verloop van de grondwaterstand en de oppervlaktewaterstand van het gestuwde perceel weergegeven. De gestuwde sloot valt bij 1,2 m NAP droog en de referentiesloot bij 1,3 m NAP. De slootdiepte van de gestuwde sloot is 1,40 m en de referentiesloot is 1,10 m.



Figuur 2-15 Verloop grondwaterstand en oppervlaktewaterstand in m NAP

In *Figuur 2-16* zijn de duurlijnen voor zowel de grondwaterstand (JS1) als het peil van het gestuwde perceel weergegeven (JSOW). Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grondwaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand in meter t.o.v. NAP weergegeven. Daarbij dient te worden opgemerkt dat tussen de 75% en 100% er sprake is van droogval van beide peilbuizen. De sloten vallen zelfs droog tussen de 1,40 en 1,50 meter boven NAP, dat is meer dan 50% van de tijd.



Voor een goede vergelijking zijn de handmetingen gebruikt voor de slootpeilen en niet de continu metingen. Het slootpeil van de referentiesloot is namelijk niet continu gemeten in tegenstelling tot de gestuwde sloot. De handmetingen metingen geven een betere vergelijking doordat ze op dezelfde tijdstippen zijn uitgevoerd en de meetfrequentie hetzelfde is.

Figuur 2-16 Duurlijn grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

Uit de grafieken kan worden afgeleid dat het mogelijk is om met behulp van een bocht op de duiker zowel in droge als natte perioden de grondwaterstand en de oppervlaktewaterstand (slootpeil) te verhogen. Op deze manier kan het water in de gestuwde sloot langer worden vastgehouden en valt de sloot iets later droog.



2.7 Grasopbrengst

De grasopbrengst is met het programma GrasSignaal bepaald op basis van de grondwatermeetpunten JR1 (referentie) en JS1 (praktijkproef).

Een standaard graslandgebruik en N bemesting is als input voor GrasSignaal gebruikt. (WUR, 2023). Achtergrond van deze input bevindt zich in de *bijlage VII*.

In *Tabel 2-5* zijn de eigen ingevulde parameters van het model weergegeven.

Er wordt een vergelijking gemaakt tussen 2021 en 2023.

2020 en 2022 niet, omdat gegevens van een aantal cruciale maanden januari en februari ontbreken (*Hoofdstuk 2.4 Evaluatie grondwaterstanden*)

Tabel 2-5 Eigen ingevulde parameters GrasSignaal

Parameter	JR1 (Referentie)	JS1	Bron
Bovengrond	Leemarm fijn zand (JR2)	Leemarm Fijn zand	Eigen boringen (<i>Bijlage II boorbeschrijving</i>)
Ondergrond	Keileem (JR2)	Keileem	Eigen boringen (<i>Bijlage II boorbeschrijving</i>)
GHG (cm-mv)*			(<i>Hoofdstuk 2.4 Evaluatie grondwaterstanden</i>)
2020	-0,30	0 (Gemiddelde)	
2021	-0,35	-0,01	
2022	-0,50	0 (Gemiddelde)	
2023	-0,23	0 (0,01)	
GLG (cm-mv)*			
2020	220	220	
2021	155	116	
2022	220	220	
2023	220	220	
Slootdiepte (cm)	140	140	Droogval en maaiveldhoogte (WUR, 2023)
Stikstof leverend vermogen (kg N/ha/jaar)	140	140	
Kwel/Infiltratie (mm/dag)	0,83	0,90	(Wetterskip Fryslân, 2022)
Buisdrainage	Nee	Nee	(Medenblik, 2019)
Greppels	Ja	Ja	Veld en kaarten
Winterslootpeil (cm-mv)	88 cm (1,62 m NAP) (gemiddelde)	77 cm (1,73 m NAP)	

*Opgegeven per kalenderjaar

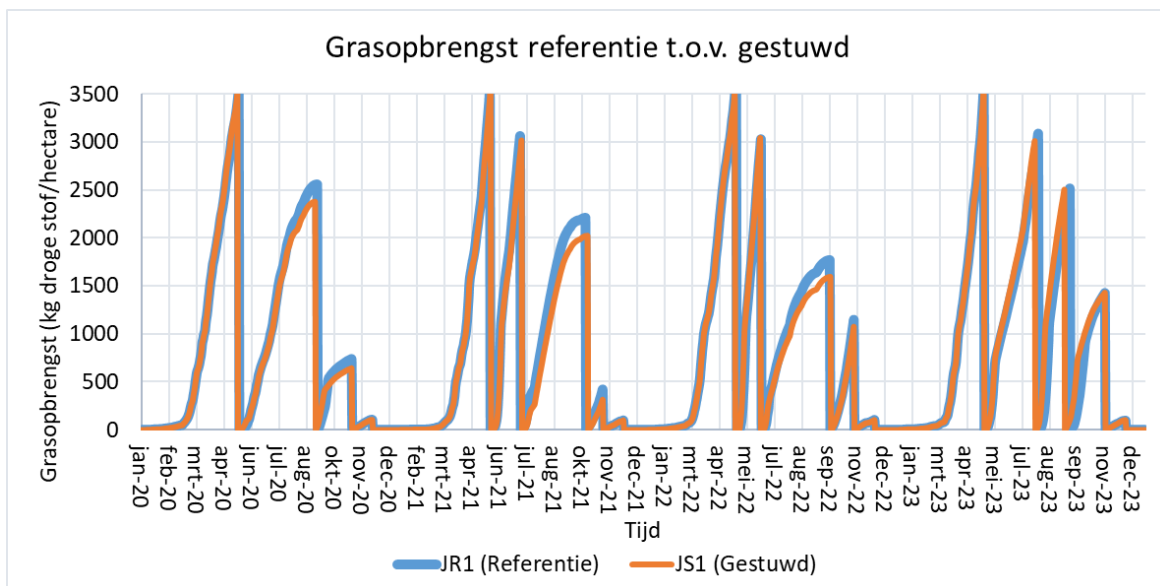
In *Tabel 2-5* is te zien, dat de boven- en ondergrond bepaald is uit boringen. De GHG en GLG zijn zover mogelijk afgeleid uit de evaluatie van de grondwaterstanden opnieuw berekend per kalenderjaar. GrasSignaal rekent hier namelijk mee. Voor de GLG in 2020, 2022 en 2023



is er een aanname gedaan van 220 cm onder maaiveld, omdat de peilbuizen in droge periodes droogvallen.

De slootdiepte is bepaald op basis van de maaiveldhoogte minus hoogte bij droogval sloot. De maaiveldhoogte is bij de gestuwde sloot 2,6 m boven NAP en valt droog bij 1,2 m boven NAP. Op basis hiervan is de slootdiepte op 140 cm berekend. Het winterslootpeil is het gemiddelde slootpeil in de winter uit de metingen van de referentiesloot.

In *Figuur 2-3* is het modelmatige verloop van de berekende grasopbrengst weergegeven.



Figuur 2-2 Grasopbrengst Twijzel – Kootstertille

De grafieken laten zien, dat er weinig verschil is in grasopbrengst tussen het referentie en het gestuwde perceel.

Tabel 2-6 Grasopbrengst Twijzel - Kootstertille

Grasopbrengst in kg/stof/hectare	2020	2021	2022	2023	Totaal
Referentie	6.834	9.229	9.596	10.612	36.251
Gestuwd	6.528	8.929	9.228	10.523	35.204

De grasopbrengst is berekend op basis op de dag wanneer er is gemaaid. Na 1 november is niet meegenomen, omdat dit de laatste maaidatum is.



2.8 Conclusie

- Hoge zandgronden zonder de mogelijkheid van wateraanvoer zijn neerslagafhankelijk. De mogelijkheden voor water vasthouden wordt vooral bepaald door de hoeveelheid neerslag die valt.
- Met het verhogen van de slootpeilen in perioden van neerslagtekort kan de grondwaterstand in het voorjaar, maar ook in de zomer worden verhoogd door water vast te houden. Totdat de peilbuizen droogvallen is dit vastgesteld.
- Ondanks deze peilverhoging kan de grondwaterstand in met name droge zomers ver onder maaiveld uitzakken. Er is op deze hoge zandgronden zonder wateraanvoer geen mogelijkheid om het grondwater aan te vullen vanuit het oppervlaktewater.

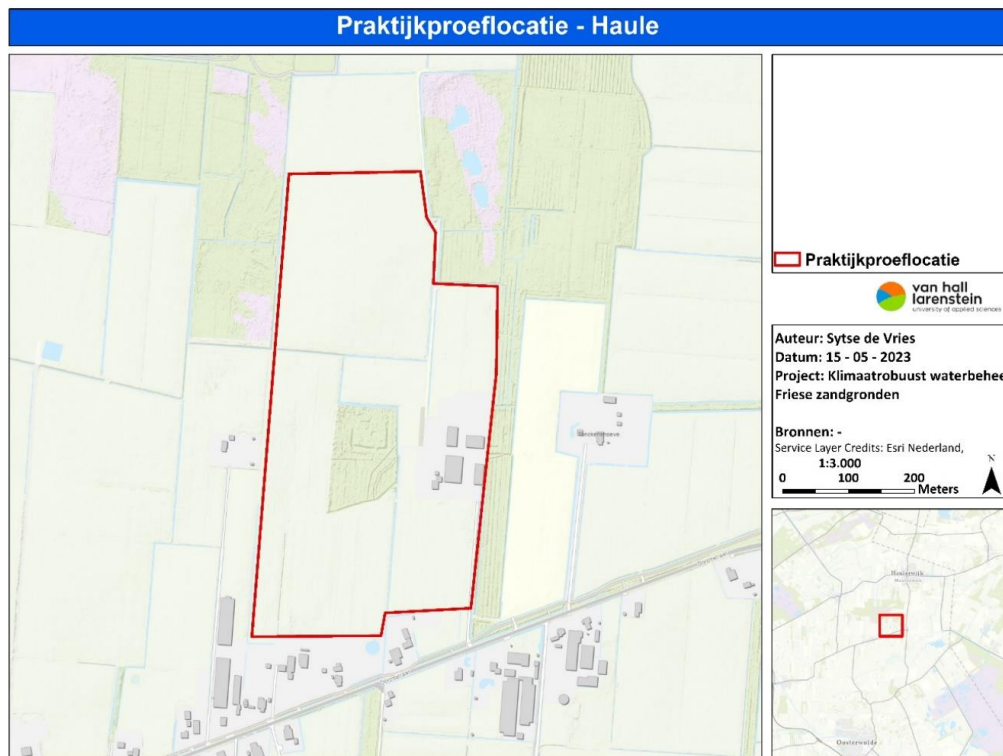
2.9 Discussie

- Door het optreden van droogval in de peilbuizen was het bij veel grondwatermeetpunten niet mogelijk om een Gemiddelde Laagste Grondwaterstand te berekenen, hierdoor is ook niet vast te stellen wat het verschil is tussen de referentie en het gestuwde perceel tijdens droge perioden.
- De inrichting van de handmatig gemeten peilbuizen was in 2021. Hierdoor is sprake van een relatief korte meetreeks (nog geen twee jaar).
- Peilbuizen JR4, JR5 en JR3 zijn achteraf gezien te dicht bij de gestuwde sloot geplaatst. Bij het analyseren van de meetreeksen van deze peilbuizen moet rekening worden gehouden met de invloed van de gestuwde sloot. Dit maakt deze grondwatermeetpunten minder bruikbaar om het verschil met het gestuwde perceel te analyseren.



3 Haule

De praktijkproef is gelegen aan de noordzijde van de Dorpsstraat te Haule. Deze locatie is in gebruik als grasland ten behoeve van de melkveehouderij. Doel van de praktijkproef is om water op deze droogtegevoelige percelen langer vast te houden. Hiervoor is een pakket aan maatregelen uitgevoerd (Zie *paragraaf 3.3 Maatregelen*). Net als bij de praktijkproef Twijzel – Kootstertille is wateraanvoer hier niet mogelijk.



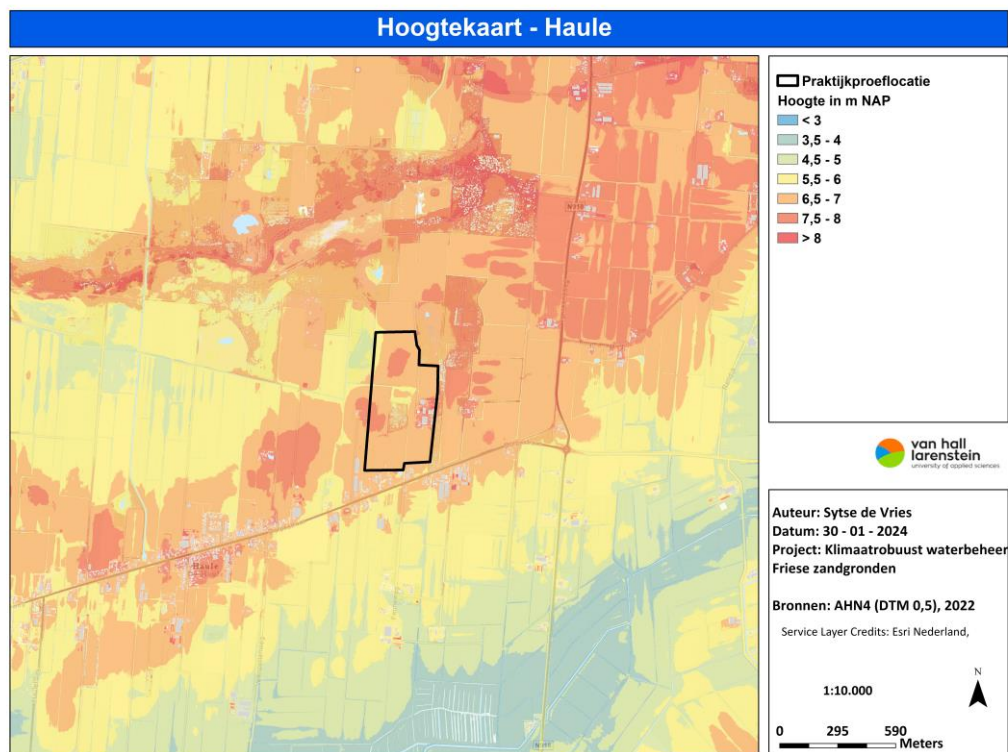
Figuur 3-1 Praktijkproeflocatie – Haule



3.1 Gebiedsbeschrijving

3.1.1 Maaiveldhoogte

De hoogtekkaart laat zien, dat de praktijkproeflocatie zich op een dekzandrug bevindt. Deze zandrug is een westelijke uitloper van het Drents Plateau. De lagere delen ten zuiden van het dorp Haule bestaan uit de venige dalen van de Tsjonger (Haartsen, Ontgonnen verleden (Friesland), 2009). Dit beekdal ligt buiten de praktijkproeflocatie. Het hoogste punt van de praktijkproef is gelegen op 8 m boven NAP en het laagste punt op 6 m NAP. (AHN, 2021).



Figuur 3-2 Hoogteligging Praktijkproeflocatie Haule (AHN, 2021)



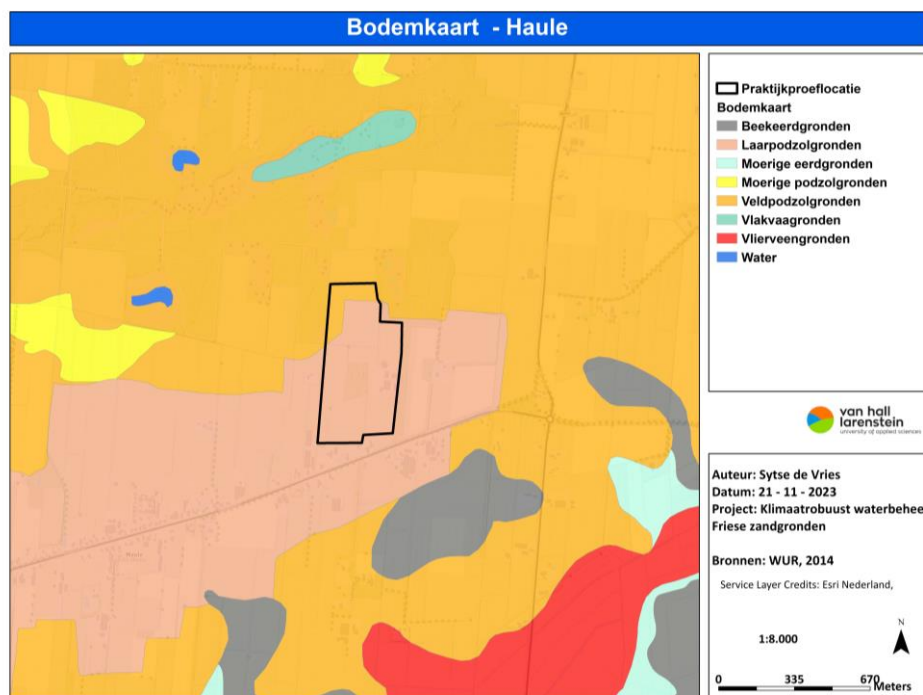
3.1.2 Bodem

Op de praktijkproeflocatie komen twee bodemtypen voor, namelijk vooral Laarpodzolgronden en voor een klein deel in het noorden Veldpodzolgronden (WUR, 2014). Laarpodzolgronden bestaan uit goed doorlatend (licht)bruin, matig fijn geel zand. Bij een Laarpodzolgrond zijn van 30 tot 60 cm hydromorfe kenmerken te vinden (de Bakker & Locher, 1990). Dit duidt erop dat deze bodems in het verleden permanent of periodiek met water verzadigd waren. Door plaggenbemesting in het verleden is een donkere, humusrijke bovengrond ontstaan. Het cultuurdek is 30 tot 60 cm.

Veldpodzolgronden zijn uitgeloogde, humusarme zandbodems (jonge heideontginningen met een cultuurdek minder dan 30 cm). Kenmerkend voor een Veldpodzolgrond zijn de hydromorfe kenmerken boven in het profiel, wat betekent dat de grondwaterstand hier hoger kan komen te staan. Net als bij de Laarpodzolgronden wijst dit erop dat deze bodems in het verleden permanent of periodiek met water verzadigd waren.

De aanwezige slechtdoorlatende leemlaag bevindt zich op verschillende dieptes, variërend van 0,95 tot 1,20 meter diepte. De dikte van de leemlaag varieert van circa 0,40 tot 1,00 meter.

De lagere delen ten zuiden van de praktijkproeflocatie maken geen deel uit van de dekzandrug. Hier bestaat de bodem uit vlierveengronden, waar veen aanwezig is (WUR, 2014).



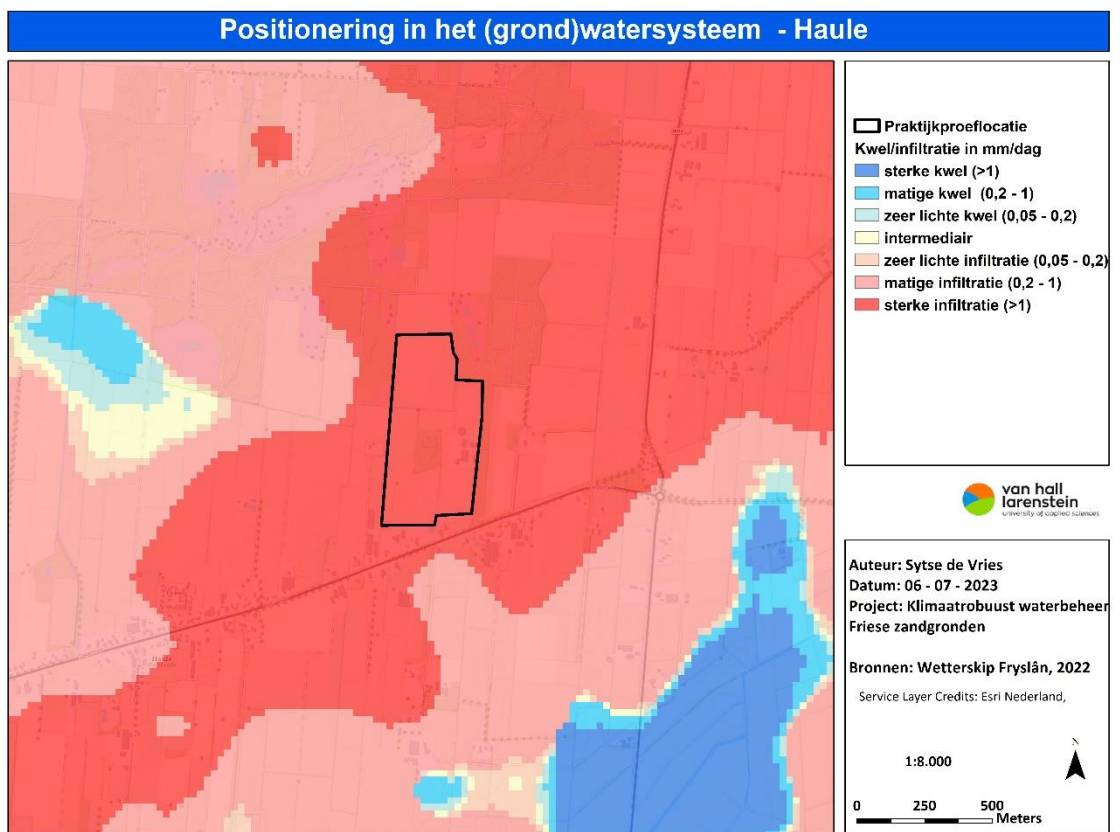
Figuur 3-3 Bodemkaart praktijkproeflocatie en omgeving (WUR, 2014)



3.1.3 Positionering binnen het (grond)watersysteem

Figuur 3-4 laat zien, dat er sterke infiltratie aanwezig is op de praktijkproeflocatie en in de omgeving. Ter plaatse van de praktijkproef is de berekende infiltratie 1 mm/dag. (Wetterskip Fryslân, 2022). Ten zuiden van de praktijkproef, in het dal van de Tjonger, is sterke kwel aanwezig, waar Vlierveengronden aanwezig zijn (Bodem en hoogtekaart), maar dit valt dus buiten de praktijkproef.

Deze praktijkproef ligt hoog en in de haarvaten van het oppervlaktewatersysteem. Daardoor is hier geen wateraanvoer mogelijk. De hoeveelheid neerslag in perioden van neerslagoverschot en de verdamping in perioden van neerslagtekort zijn hier dus bepalend voor de waterbeschikbaarheid.

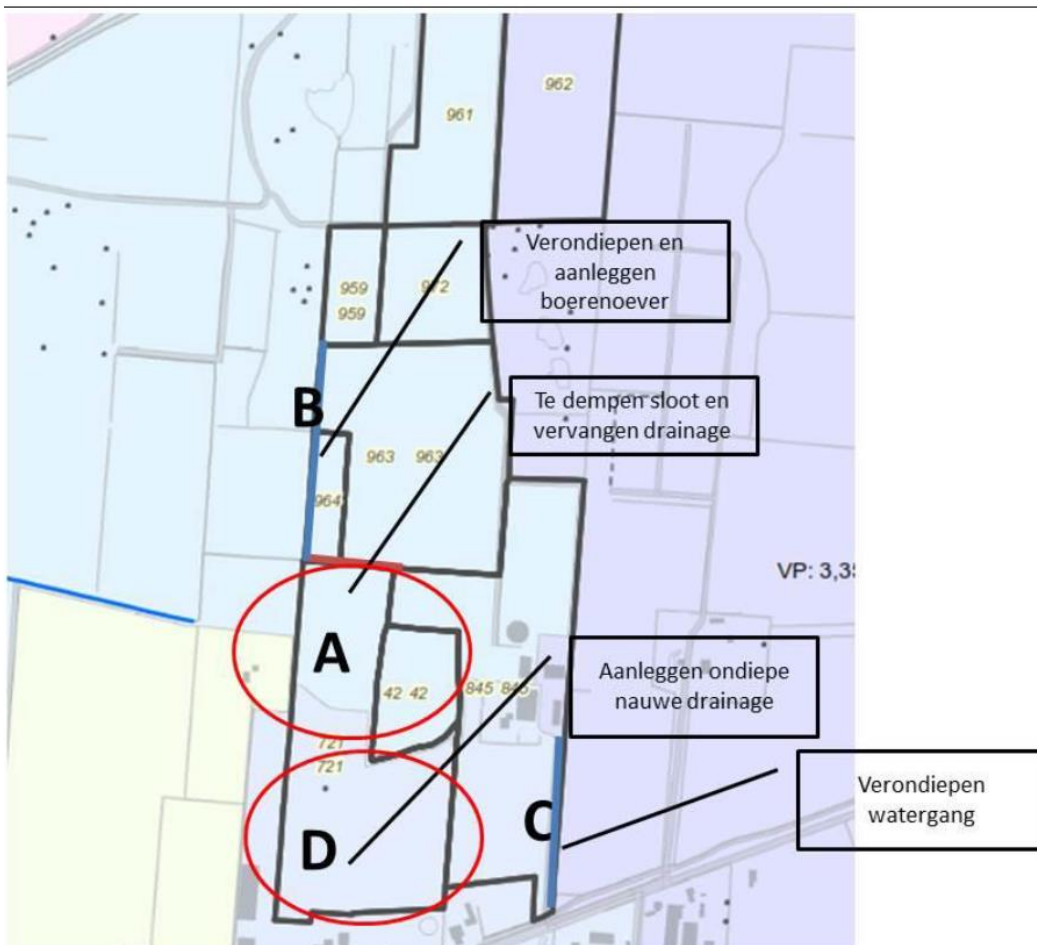


Figuur 3-4 Kwel en infiltratiekaart – Haule (Wetterskip Fryslân, 2022)



3.2 Beschrijving maatregelen

Bij de praktijkproef Haule is in het voorjaar van 2020 een scala aan maatregelen voor water vasthouden uitgevoerd. Zo is onder andere een diepe sloot gedempt en vervangen door een duiker. Verder is bestaande drainage vervangen door peilgestuurde drainage. (Aequator Groen & Ruimte bv, 2019). Het waterniveau in de drainages wordt daarbij aangestuurd in een verzamelput van de drainage. Verder is een diepe sloot, grenzend aan het natuurgebied “*Het Blauwe bos*” verondiept. Daarbij is het talud verflauwd (boerenoever met randenbeheer). Aanvullend is in september 2022 benedenstrooms van de praktijkproeflocatie een stuw aangebracht



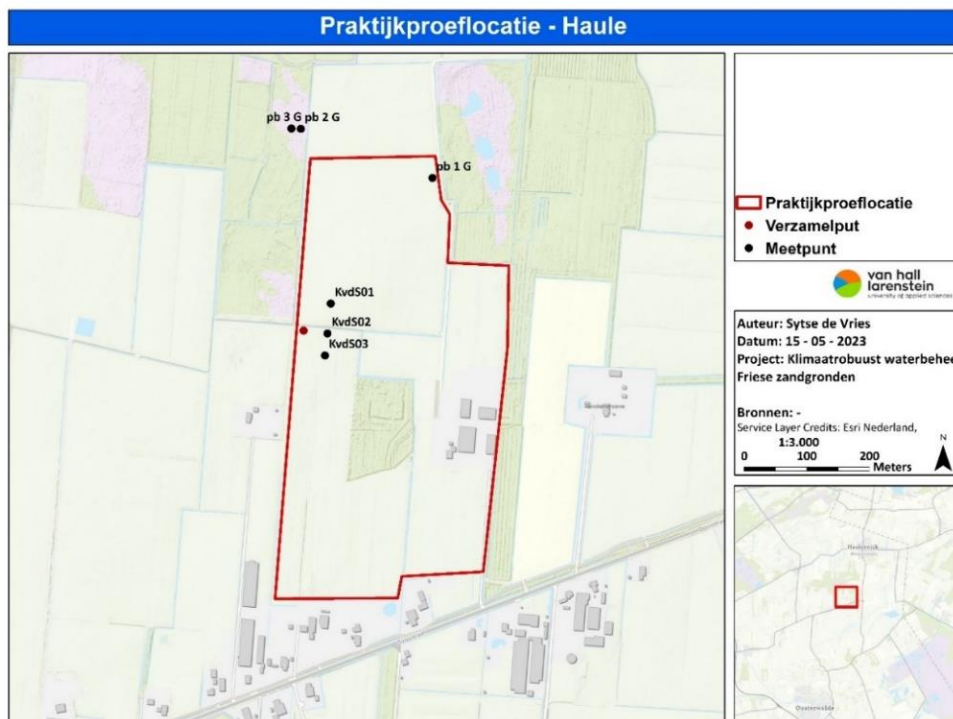
Figuur 3-5 Maatregelenkaart praktijkproef Haule



3.3 Monitoring

Om het effect op de grondwaterstanden te monitoren zijn op zes locaties grondwatermeetpunten geplaatst: KvdS01, KvdS02, KvdS03, Pb1 G, Pb2 G en Pb 3 G. De drie laatst genoemde peilbuizen zijn eind 2021 geplaatst, dus bijna twee jaar later dan de grondwatermeetpunten KvdS01 t/m KvdS03. Aanvullend is in september 2021 in de verzamelput van de peilgestuurde drainage nog een meetpunt geplaatst.

Bij de grondwatermeetpunten KvdS01 t/m KvdS03 wordt zowel boven als in de keileemlaag de grondwaterstand (stijghoogte) gemeten (twee filters per grondwatermeetpunt dus). Dit is gedaan om te onderzoeken in hoeverre de keileemlaag invloed heeft op de grondwaterstand. Een agrariër ervaart immers de grondwaterstand zoals deze in de ondiepe filters (boven de keileemlaag) wordt gemeten. De bodemopbouw van pb 1 G, pb 2 G en pb 3 G is niet vast te stellen door ontbreken boorbeschrijving. Ieder uur worden bij de grondwatermeetpunten KvdS01, KvdS02 en KvdS03 de grondwaterstand gemeten met dataloggers (De Boer advies en uitvoering, 2020). De gegevens van de dataloggers zijn regelmatig gecontroleerd met enkele handmetingen (Alleen KvdS03 diep en de verzamelput is gevalideerd) (Zie Bijlage III: Validatie handmetingen). Grondwatermeetpunten pb 1 G, pb 2 G en pb 3 G worden met de hand gemeten op basis van 14 daagse waarnemingen.



Figuur 3-6 Topografische kaart praktijkproeflocatie Haule



In *Tabel 3-1* is te zien, dat de grondwatermeetpunten verschillende filterlengtes hebben variërend van 0,5 – 1,0 meter. De filterdiepte is niet overal gelijk. Andere technische gegevens over metadata zie *Bijlage III: Technische gegevens*.

Tabel 3-1 Technische gegevens hydrologisch meetnet praktijkproef Haule

Meetpunt	Bovenkant filter (m-mv)	Onderkant filter (m-mv)	Bovenkantbuis (m + NAP)	Maaiveld (m + NAP)
KvdS01_ondiep	0,63	1,13	7,17	7,24
KvdS01_diep	1,50	2,25	7,14	7,24
KvdS02_ondiep	1,30	1,80	6,80	6,88
KvdS02_diep	2,23	2,73	6,80	6,88
KvdS03_ondiep	0,54	1,04	7,25	7,31
KvdS03_diep	1,82	2,82	7,21	7,31
Pb 1 G	1,47	2,47	6,90	7,00
Pb 2 G	0,87	1,87	5,94	5,99
Pb 3 G	1,10	2,10	5,96	6,06
Verzamelput	1,15	2,15	5,52	6,67

Voor KvdS01, 02 en 03 is er gebruik gemaakt van (De Boer advies en uitvoering, 2020). PB 1 G, PB 2 G en PB 3 G van veldinschattingen en ingemeten hoogtes van de peilbuis ten opzichte van bovenkantbuis in meter NAP. Diepte bovenkantbuis verzamelput is ingeschat met foto's en van de verkregen handmetingen.

Bij KvdS01 zijn twee slechtdoorlatende leemlagen van 0,45 m aangetroffen. Op 0,95 m diepte en 1,85 m. Bij KvdS02 bevindt zich een leemlaag van 1,20 m tot 1,50 m diepte. Bij KvdS03 zijn twee slechtdoorlatende leemlagen van respectievelijk 0,5 en 0,6 m aangetroffen op 0,90 m diepte en op een diepte van 2,25 m (De Boer advies en uitvoering, 2020).

In *bijlage III* bevinden zich de boorbeschrijvingen van de (grondwater) meetpunten.



3.4 Evaluatie grondwaterstanden

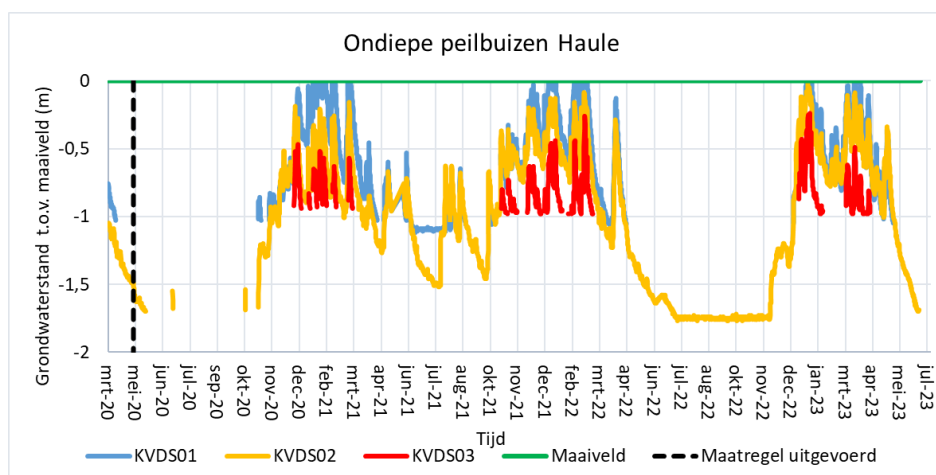
De meetperiode van deze praktijkproef voor de grondwatermeetpunten KvdS01 t/m KvdS03 ligt tussen maart 2020 en januari 2024. Een meetperiode van ruim 3 jaar dus.

Ondiepe peilbuizen

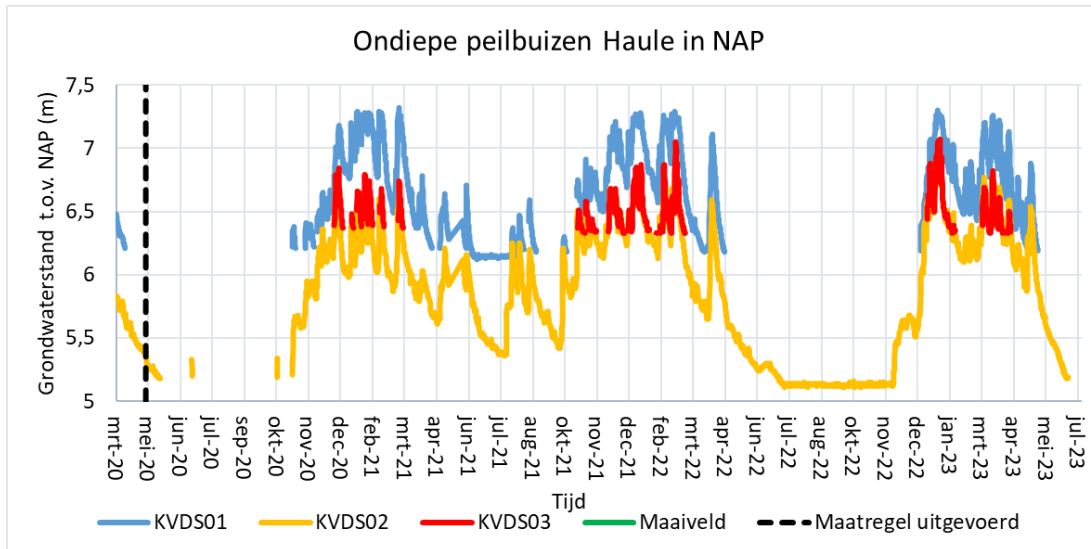
Bij de peilbuizen met een ondiep filter is in deze periode regelmatig droogval opgetreden of was er sprake van een storing. Daardoor zijn enkele meetreeksen incompleet. In de onderstaande tabel is te zien, wanneer dat heeft plaatsgevonden. In *Figuur 3-7* en *Figuur 3-8* is het verloop weergegeven van alle ondiepe peilbuizen.

Tabel 3-2 Ontbrekende meetdata ondiepe peilbuizen

Meetpunt	Droogval	Ontbrekende data
KvdS01	<ul style="list-style-type: none"> • April 2020 – nov. 2020 • 2^e helft apr. 2021 • Sept. - 1^e helft oktober 2021 • 2^e helft mei 2022 - 1^e helft jan. 2023 • 2^e helft mei tot en met juni 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei 2021 • 2^e helft april 2022 • Juli 2023 tot en met jan. 2024
KvdS02	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei- 1^e helft juni 2020 • Juli – okt. 2020 	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • Juli 2023 – jan. 2024
KvdS03	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mrt. 2020 - 1^e helft dec. 2020 • Feb. 2021 • 2^e helft mrt. - juli 2021 • Aug. - 1^e helft okt. 2021 • Mrt. - dec. 2022 • 2^e helft apr. tot en met juni 2023 	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • Juli 2023 – jan. 2023



Figuur 3-7 Grondwaterstandverloop ondiepe peilbuizen Haule t.o.v. maaiaveld



Figuur 3-8 Grondwaterstandverloop ondiepe peilbuizen Haule t.o.v. NAP

Voor de ondiepe filters zijn geen resultaten van de GHG, GLG, GVG, RHG, RLG weergegeven, omdat er teveel droogval heeft plaatsgevonden.

Diepere peilbuizen

Om te kunnen beoordelen in hoeverre de maatregelen invloed hebben op de grondwaterstanden is een analyse gemaakt van de grondwaterdynamiek per hydrologisch jaar (1 april tot en met 31 maart). Ook zijn er durlijnen gemaakt over de gehele meetperiode.

De dynamiek van het grondwater is in beeld gebracht via de HG3 (gemiddelde hoogste grondwaterstand over een hydrologisch jaar), LG3 (Gemiddelde laagst grondwaterstand over een hydrologisch jaar), VG3 (de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand op de meetdata 14, 28 maart en 14 april). De HG3, LG3 en VG3 zijn vastgesteld op basis van 14 daagse waarnemingen rond de 14^e en 28^e van de maand. De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar en de LG3 van de drie laagste waarnemingen binnen een hydrologisch jaar. De VG3 is de gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar op basis van de waarnemingen op 14, 28 maart en 14 april. De LG3 wordt meestal gemeten aan het eind van de zomer en de HG3 aan het eind van de winter/vroege voorjaar.

Uiteindelijk is op basis van de beschikbare meetreeks van maximaal 4 jaar de GHG, de GLG en GVG bepaald om de dynamiek van de grondwaterstand in beeld te brengen. Officeel dient de meetreeksen echter 8 jaar te zijn (Knotters, De Gruijter, van der Horst, Heuvelink, & Hoogland, 2004).



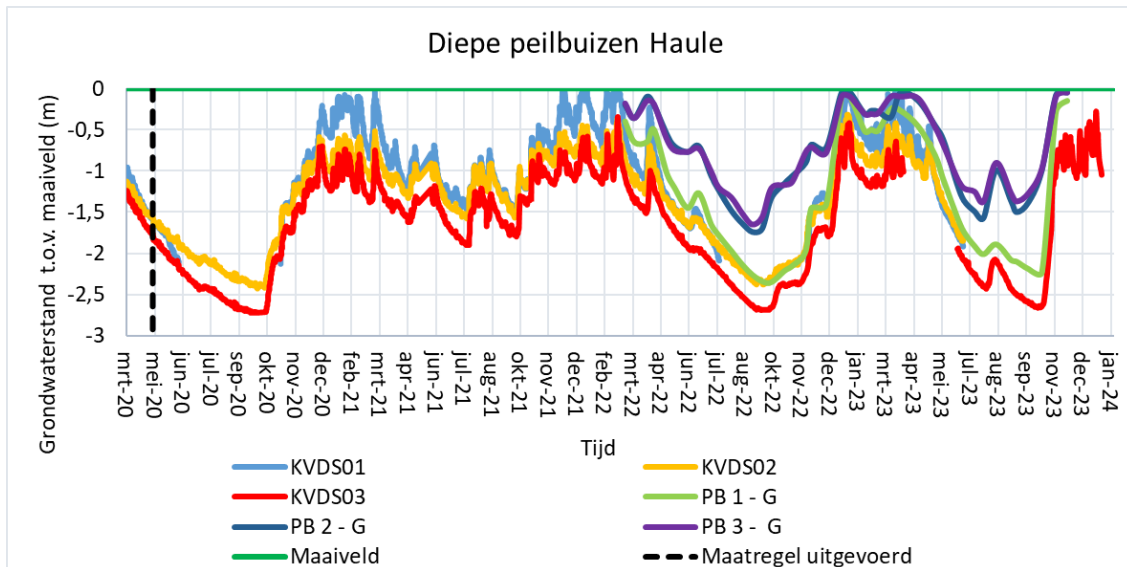
Daarnaast zijn ook de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) bepaald. De RHG en RLG zijn ontworpen voor hoogfrequentiemetingen en zijn berekend op basis van gemiddelde dagwaarnemingen. De RHG is de 7^e percentielwaarde en de RLG de 93 percentielwaarde van de meetreeks (Averink, 2013).

In tegenstelling tot de ondiepe peilbuizen heeft bij de diepere peilbuizen alleen bij KVDS01 droogval plaatsgevonden. Verder is in een aantal buizen in bepaalde periodes niet gemeten. (Tabel 3-3) In *Figuur 3-9* en *Figuur 3-10* is het verloop weergegeven van de peilbuizen met de diepere filters.

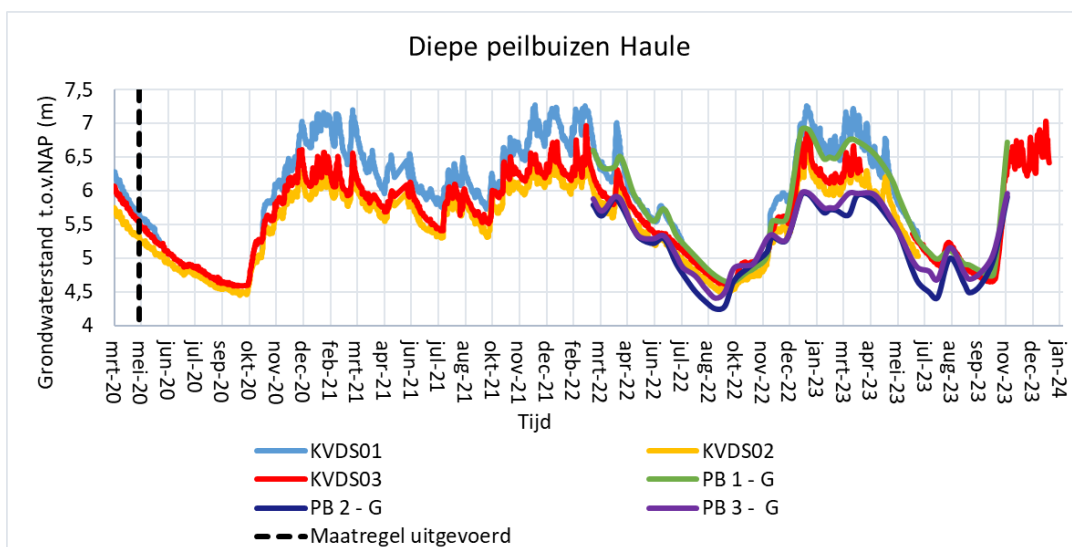
Tabel 3-3 Ontbrekende meetdata diepere peilbuizen

Meetpunt	Droogval	Ontbrekende data
KvdS01	<ul style="list-style-type: none"> • Jun. – okt. 2020 • 2^e helft juli - 1^e helft nov. 2022 	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei 2021 • Juli – sep.2023 • Okt 23 – jan. 2024
KvdS02	-	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei 2021 • Juli 2023 – jan. 2024
KvdS03	-	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft sep. 2020 • 2^e helft mei 2021 • Apr. - 1^e helft jun. 2023
Pb 1 G, Pb 2 G en Pb 3 G	-	<ul style="list-style-type: none"> • Feb. - 1^e helft mrt. 2022 • Dec 2023 – jan. 2024

-Geen droogval



Figuur 3-9 Diepe peilbuizen Haule ten op zichte van maaiveld



Figuur 3-10 Diepe peilbuizen ten op zichte van NAP

In Tabel 3-4 en Tabel 3-5 zijn de berekende resultaten van de HG3, GHG, LG3, GLG, VG3, RHG, RLG weergegeven.



Tabel 3-4 Diepere peilbuizen KvdS01, KvdS02 en KvdS03

Parameter	Jaar	KvdS01		KvdS02		KvdS03	
		m-mv	m-NAP	m-mv	m-NAP	m-mv	m-NAP
HG3	2020**	-	-	-0,66	6,22	-0,84	6,47
	2021	-0,27	6,97	-0,69	6,19	-1,01	6,30
	2022	-0,16	7,08	-0,52	6,36	-0,78	6,53
	Gem/GHG	-0,22	7,02	-0,62	6,26	-0,88	6,43
RHG (7%)	2020**	-	-	-0,72	6,16	-0,92	6,39
	2021	-0,12	7,12	-0,61	6,27	-1,25	6,06
	2022	-0,19	7,05	-0,60	6,28	-0,80	6,51
	Gem	-0,15	7,09	-0,64	6,24	-0,99	6,32
LG3	2020**	-	-	-2,34	4,54	-2,63	4,68
	2021	-1,41	5,83	-1,50	5,38	-1,80	5,51
	2022	<-1,80 (droog)	< 5,44 (droog)	-2,32	4,56	-2,65	4,66
	Gem/GLG	-1,60*	5,64*	-2,05	4,83	-2,36	4,95
RLG (93%)	2020**	-	-	-2,35	4,53	-2,67	4,64
	2021	-1,37	5,87	-1,48	5,40	-1,78	5,53
	2022	<-1,76 (droog)	<5,48 (droog)	-2,32	4,56	-2,60	4,71
	Gem.	-1,56*	5,68*	-2,05	4,83	-2,35	4,96
VG3	2020**	-0,75	6,49	-1,03	5,85	-0,93	6,38
	2021	-0,94	6,30	-1,12	5,76	-1,42	5,89
	2022	-0,39	6,85	-0,72	6,16	-1,00	6,31
	Gem/GVG	-0,69	6,55	-0,96	5,92	-1,12	6,19

-Geen volledige meetreeks van een hydrologisch jaar beschikbaar door ontbreken van data

*Mogelijk is de LG3 en RLG nog lager door droogval

**Mei 2020 is de maatregel genomen

HG3: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar; RHG: Representatieve Hoogste Grondwaterstand, GHG: Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (Gemiddelde van de HG3), LG3: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar, RLG: Representatieve Laagste Grondwaterstand en GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (Gemiddelde van de LG3)

Tabel 3-5 Diepere peilbuizen PB 1 – G, PB 2 – G en PB 3 – G 2022

Peilbuis	Pb 1 - G		Pb 2 - G		Pb 3 - G	
	m-mv	m-NAP	m-mv	m-NAP	m-mv	m-NAP
HG3	-0,15	6,85	-0,05	5,94	-0,10	5,96
RHG	-0,20	6,80	-0,05	5,94	-0,10	5,96
LG3	-2,32	4,68	-1,69	4,30	-1,58	4,48
RLG	-2,29	4,71	-1,66	4,33	-1,53	4,53
VG3	-0,42	6,58	-0,12	5,87	-0,15	5,91

2020 en 2021 niet gemeten. Van 1 jaar is ook geen gemiddelde te bepalen



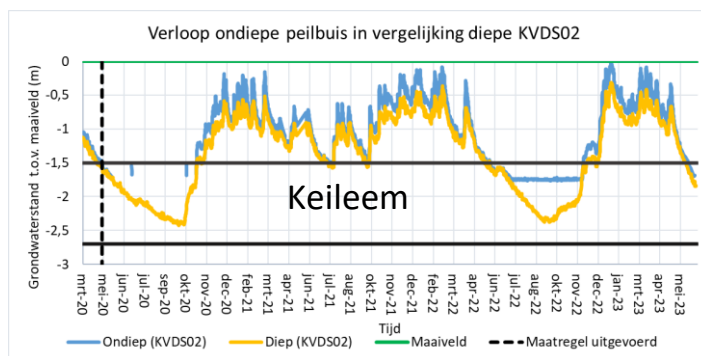
Uit de analyse blijkt dat er grote verschillen zijn tussen het verloop van de grondwaterstand in de verschillende peilbuizen met een dieper filter (*Tabel 3-6*). Het verschil in de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de representatieve hoogste grondwaterstand (RHG) is tussen de verschillende peilbuizen 76 tot 85 centimeter. Daarbij dient te worden opgemerkt dat er voor KvdS01 een GHG/RLG is bepaald op basis van slechts 2 meetjaren.

Ten aanzien van de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) is het verschil 12 – 13 cm. Hierbij is het diepe filter van KVDS01 niet meegerekend, omdat van slechts 1 meetjaar de GLG en RLG kon worden berekend.

Op basis van de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) is het verschil 63 centimeter.

De GXG's van Pb 1 – G, Pb 2 – G en Pb 3 -G zijn ook niet berekend, want voor deze grondwatermeetpunten is een meetreeks van slechts één volledig hydrologisch jaar beschikbaar.

Zoals eerder aangegeven zijn bij drie verschillende grondwatermeetpunten (KvdS 01 t/m KvdS03) filters zowel net boven de keileem als in de keileemlaag geplaatst. Hiermee kan worden onderzocht hoe de gebruiker van het betreffende perceel de daadwerkelijke grondwaterstand (boven de keileemlaag) ervaart tijdens natte perioden. Het resultaat hiervan is te zien in *Figuur 3-11*. In deze grafiek zijn de verschillen te zien tussen de ondiepe en diepe peilbuis van grondwatermeetpunt KVDS02. Beide filters staan naast elkaar in één grondwatermeetpunt. Het ondiepe filter (dus boven de keileemlaag) ligt hier een aantal decimeters hoger dan het diepe filter (in de keileemlaag). Zoals te zien is in *Figuur 3-11* is de grondwaterstand in het ondiepe filter in natte perioden altijd rond de 30 centimeter hoger dan de stijghoogte in de keileemlaag (dieper filter) (*Tabel 3-5*). De grondgebruiker ervaart dus in de praktijk meer natschade dan je op basis van de stijghoogte van het diepere filter zou verwachten. *Figuur 3-11* laat ook zien, dat de ondiepe grondwaterstand in veel gevallen wat hoger is dan de diepe grondwaterstand, wat duidt op infiltratie (Wetterskip Fryslân, 2017).



Figuur 3-11 Ondiepe peilbuis in vergelijking met de diepere peilbuis



In *Tabel 3-6* zijn de verschillen te zien op basis van de grondwaterkenmerken. GLG/LG3 en RLG zijn niet berekend, doordat de ondiepe buis in droge perioden immers regelmatig droogvalt. De LG3/GHG en RHG van de ondiepe peilbuis is dus respectievelijk 23 cm en 30 cm hoger dan van de diepere peilbuis.

Tabel 3-6 Verschillen tussen ondiepe en diepere peilbuis bij KVDS02

Parameter	Gemiddelde (cm)
HG3/GHG	23
RHG	30
LG3/GLG	-
RLG	-
GVG/VG3	17

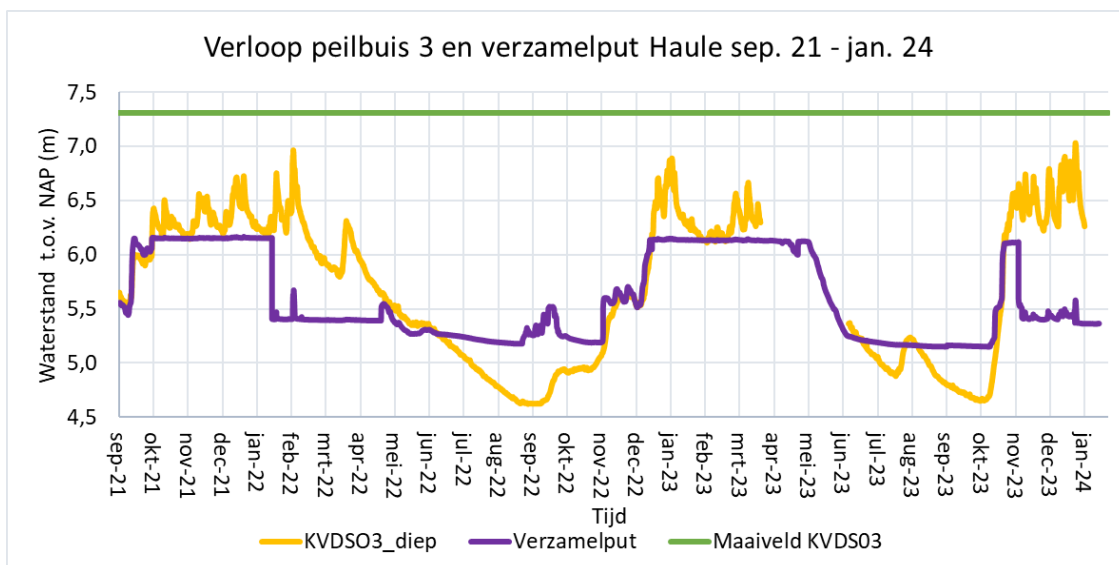
-KVDS02_ondiep valt droog



3.5 Relatie grondwaterstand en waterstand in de verzamelput peilgestuurde drainage

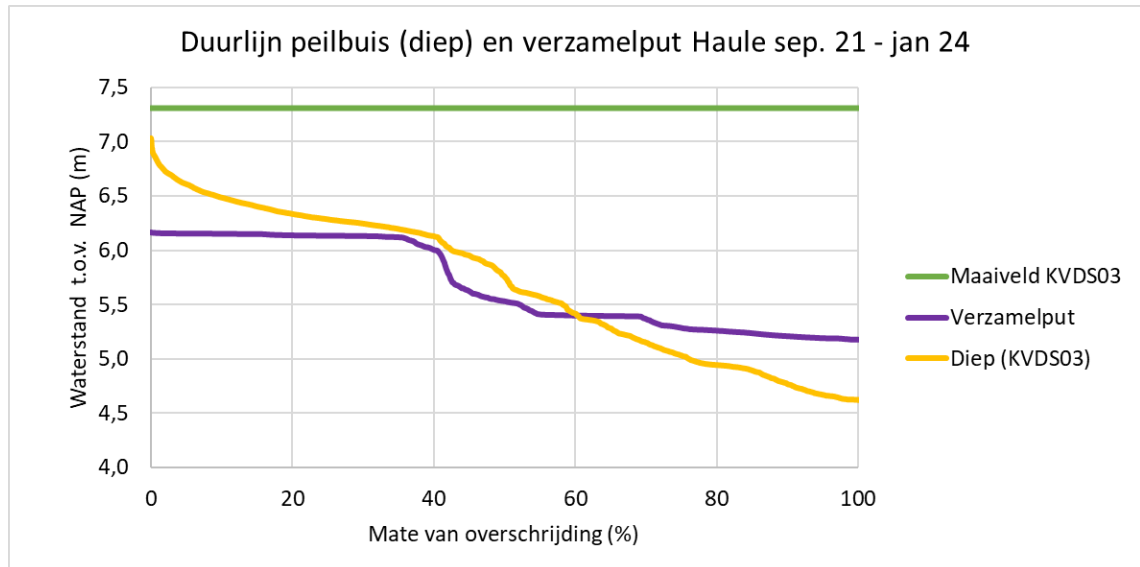
In *Figuur 3-12* is het verloop van de grondwaterstand en de waterstand in de verzamelput weergegeven. De diepere peilbuis bevindt zich in de keileemlaag. Verder dient opgemerkt te worden dat het peil in de verzamelput pas vanaf september 2021 wordt gemeten. Dat is dus 1,5 jaar na de start van de metingen bij grondwatermeetpunt KvdS03.

Uit de grafiek kan worden afgeleid dat het mogelijk is om met behulp van peilgestuurde drainage de grondwaterstand in natte perioden hoog te houden. Bij een hoger peil in de verzamelput zakt de grondwaterstand in KvdS03 in het voorjaar minder snel uit dan bij een lagere waterstand in de verzamelput. In droge perioden daalt de grondwaterstand in het perceel echter decimeters onder het niveau van het peil in de verzamelput. Het vasthouden van (grond)water middels peilgestuurde drainage zal daardoor met name in het voorjaar ervoor zorgen dat de grondwaterstand minder snel daalt dan in situaties met gangbare drainage. Uiteraard zijn hierbij ook de weersomstandigheden van invloed. Het voorjaar van 2023 was natter dan het voorjaar van 2022. Omdat bij deze praktijkproef geen mogelijkheid is tot wateraanvoer kan er dus via de drains geen oppervlaktewater worden geïnfiltrerd. In droge perioden kan de grondwaterstand daardoor onder het waterniveau in de verzamelput dalen. Omdat er geen water wordt geïnfiltrerd via de verzamelput moet geen waarde worden toegekend aan het gemeten peil in de verzamelput tijdens droge perioden (dus wanneer de grondwaterstand lager is dan het peil in de verzamelput). Het peil in de verzamelput beïnvloedt immers op dat moment niet de grondwaterstand.



Figuur 3-12 Verloop grondwaterstand en waterstand in de verzamelput

In *Figuur 3-13* zijn de duurlijnen voor zowel de grondwaterstand (KVDS03) als het niveau van de verzamelput weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grondwaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand in meter beneden maaiveld (m-mv) weergegeven.



Figuur 3-13 Duurlijn grondwaterstand en oppervlaktewaterstand (waterstand verzamelput)

De duurlijnen illustreren dat in droge perioden de grondwaterstand verder daalt dan de waterstand in de verzamelput. Als gevolg van de sterke infiltratie (Zie paragraaf 3.2.3) kan de grondwaterstand in droge perioden meer dan 2,5 meter onder het maaiveld dalen. In natte perioden < 40% is de grondwaterstand hoger dan het peil in de verzamelput.



3.6 Grasopbrengst

Aan de hand van meetpunt KVDSO3 is de grasopbrengst bepaald met het programma GrasSignaal. Dit programma berekent de grasopbrengst onder ander op basis van de gemeten grondwaterstanden en het bodemtype. Zoals aangegeven in *hoofdstuk 3.5* werd er in de winter en het voorjaar van 2022 (vanaf januari) door de agrariër een lage waterstand aangehouden in de verzamelput. Het gevolg is dat de grondwaterstand vanaf maart 2022 snel is gedaald (zie figuur 3-12). Dit heeft geresulteerd in een lage berekende Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG/VG3) van 1,32 meter onder maaiveld. De lage grondwaterstand in het voorjaar was mede het gevolg van het droge en warme weer. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG/LG3) voor het (kalender)jaar 2022 is uiteindelijk berekend op -2,65 meter onder maaiveld (Hoofdstuk 3.4).

Een jaar later, in de winter en het voorjaar van 2023, heeft de agrariër een hoger peil aangehouden in de verzamelput. *Figuur 3-12* in *hoofdstuk 3.4* laat zien dat de grondwaterstand in de zomer van 2023 in deze situatie minder ver is uitgezakt dan in 2022. Dat werd mede veroorzaakt door het natte voorjaar van 2023. Dit heeft geresulteerd in een lage berekende Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG/VG3) van 0,90 meter onder maaiveld. De GLG/LG3 voor 2023 is uiteindelijk berekend op 2,59 m onder maaiveld. Daarbij dient te worden opgemerkt dat de laagste grondwaterstand in de maand oktober is gemeten en niet in de zomer van 2023. Ook de GVG/VG3 was in 2023 hoger dan in 2022, namelijk 0,9 meter onder maaiveld. Dat is 42 cm hoger dan in 2022.

Aan de hand van deze 2 verschillende uitgangssituaties (winter/voorjaar 2022 en 2023) is berekend of er verschil is in grasopbrengst. Een standaard graslandgebruik en N bemesting is als input voor GrasSignaal gebruikt. Gehanteerd is dat er 1 maart is bemest en 1 november is de laatste snee is geoogst. (WUR, 2023). Meer achtergrondinformatie staat in de *Bijlage VII*. In *Tabel 3-7* zijn de eigen ingevulde parameters van het model weergegeven. Gegevens over water vasthouden zijn van 2023 en niet water vasthouden in 2022.

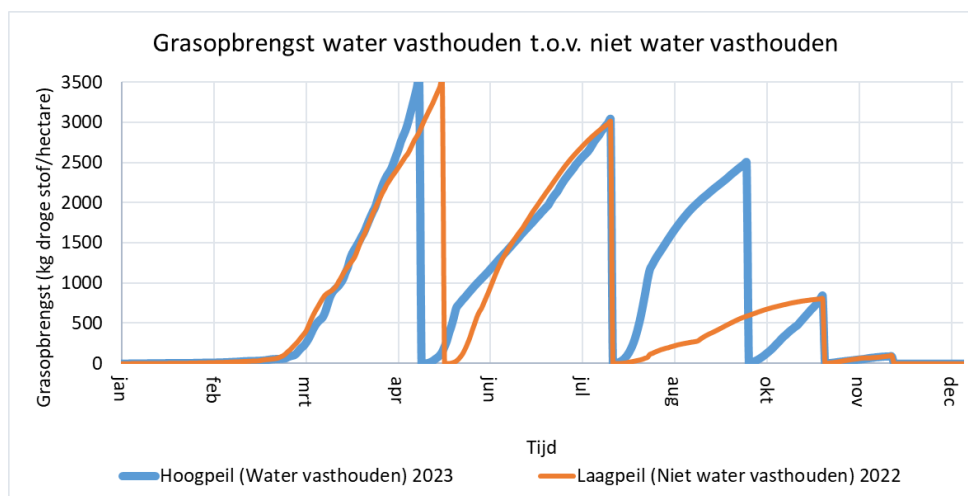
Tabel 3-5 Eigen ingevulde parameters GrasSignaal

Parameter	KVDSO3_diep	Bron
Bovengrond	Zwak lemig fijn zand	(De Boer advies en uitvoering, 2020)
Ondergrond	Keileem	(De Boer advies en uitvoering, 2020)
GHG (cm -mv)	98 (2022) 68 (2023)	Afgeleid per kalenderjaar en niet hydrologisch jaar uit de grafiek in <i>Figuur 3-12</i>
GLG (cm -mv)	265 (2022) 259 (2023)	
Slootdiepte (cm)	140	Aanname
Stikstof leverend vermogen (kg N/ha/jaar)	140	(WUR, 2023)
Kwel/Infiltratie (mm/dag)	1,08	(Wetterskip Fryslân, 2022)
Buisdrainage	Ja, 60 cm onder maaiveld	(Aequator Groen & Ruimte bv, 2019)
Greppels	Nee	Veld en kaarten
Winterslootpeil (cm-mv)/ niveau verzamelput	140 cm (5,4 m-NAP) (2022) 66 cm (6,14 m-NAP) (2023)	Afgeleid uit de grafiek in <i>Figuur 3-12</i>



In *Tabel 3-7* is te zien, dat de boven- en ondergrond bepaald is op basis van boringen. De GHG en GLG zijn voor zover mogelijk uit de evaluatie van de grondwaterstanden afgeleid. (Hoofdstuk 3.4). Voor de slootdiepte is een aanname gedaan op basis van het AHN. Het winterslootpeil in de tabel is het peil in de verzamelput minus de maaiveldhoogte van ongeveer 6,8 m NAP nabij de sloot.

In *Figuur 3-3* is het verloop van de grasopbrengst weergegeven en wanneer er wordt gemaaid. Bij bijvoorbeeld 3500 kg droge stof/ hectare wordt er voor de 1^e keer gemaaid. De dag daarna wordt het bemest. 2^e keer maaien gebeurt bij 3000 kg droge stof/hectare. Het volledige schema bevindt zich in *bijlage VII*



Figuur 3-2 Grasopbrengst Haule

Als gevolg van water vasthouden kan er in het voorjaar eerder worden gemaaid. In het najaar kan er bij de gewenste opbrengstderving een snee in het najaar worden gehaald.

In *Tabel 3-8* is de totale grasopbrengst weergegeven van de jaren 2022 en 2023.

Tabel 3-8 Grasopbrengst Haule

Grasopbrengst in kg/stof/hectare	
Hoogpeil (2023)	9.931
Laagpeil (2022)	7.363

De grasopbrengst is berekend op basis op de dag wanneer er is gemaaid. Na 1 november is niet meegenomen, omdat dit de laatste maaidatum is.



3.7 Conclusie

- Door zowel in de keileemlaag als net daarboven te meten is geconstateerd dat de grondwaterstand in de ondiepe buis tijdens natte perioden zo'n 30 cm hoger is dan de stijghoogte van het filter in de keileemlaag. De agrariër ervaart in de praktijk dus meer natschade dan zou worden verwacht op basis van de metingen in het filter in de keileemlaag.
- Met peilgestuurde drainage is het mogelijk om in perioden met voldoende neerslag de grondwaterstand hoog te houden;
- In situatie met sterke infiltratie, zoals bij praktijkproef Haule, daalt in (zeer) droge perioden de grondwaterstand ruim onder het niveau van de verzamelput;
- Met peilgestuurde drainage, zonder wateraanvoer, is het mogelijk om met name in het voorjaar de (grond)waterstand langer hoog te houden.
- In de winter en voorjaar van 2023 is in de verzamelput van de peilgestuurde drainage een hoger peil aangehouden dan in 2022. In 2023 was de berekende grasopbrengst ruim 2.500 kg/droge stof/hectare hoger dan in 2022. Mogelijk houdt deze hogere opbrengst verband met een grotere beschikbaarheid van (grond)water.

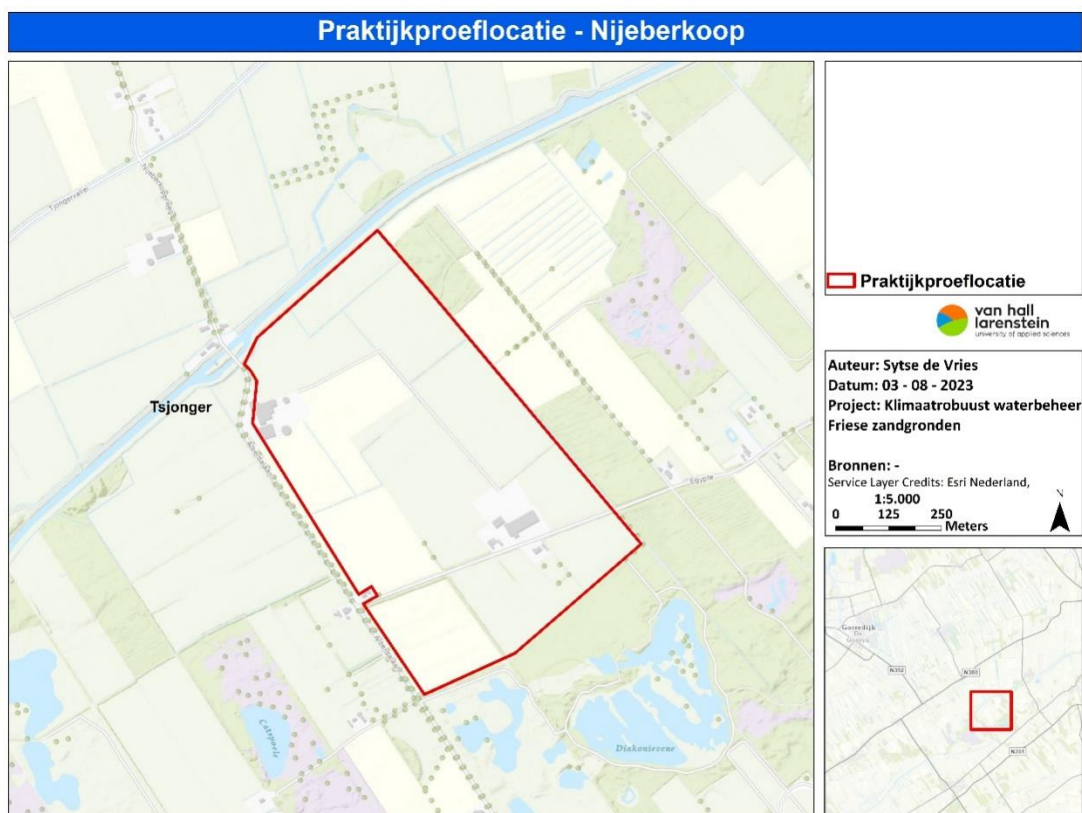
3.8 Discussie

- Er is een verschil geconstateerd tussen de sturing van drainage (peil in de verzamelput) in het voorjaar van 2022 en van 2023. In de winter en het voorjaar van 2022 is in de verzamelput een lager niveau aangehouden dan in de winter en het voorjaar van 2023. De grondwaterstand in grondwatermeetpunt KvdS03 zakte in het voorjaar van 2023 minder snel uit dan in het voorjaar van 2022. Daarbij moet worden opgemerkt dat het voorjaar van 2023 natter was dan het voorjaar van 2022. Nader onderzoek (tijdreeksanalyse) kan uitwijzen hoe groot de weersinvloeden zijn geweest op het verloop van de grondwaterstand;
- Bij deze praktijkproef is geen wateraanvoer mogelijk en is sprake van sterke infiltratie. Daardoor kan in droge zomers de grondwaterstand ver onder het waterniveau in de verzamelput van de peilgestuurde drainage zakken. Dit is een groot verschil met praktijkproeven waar wateraanvoer wel mogelijk is. Nog niet helemaal duidelijk is echter hoe groot de invloed is van de weersomstandigheden enerzijds en de invloed van peilregulatie in de verzamelput anderzijds. Dit vraagt om nader onderzoek.
- De maatregelen water vasthouden zijn uitgevoerd in mei 2020. Mogelijk geeft dit een vertekend beeld met betrekking tot de resultaten van het hydrologische jaar 2020 (deel van de metingen zijn van voor uitvoering maatregelen).



4 Nijeberkoop

De praktijkproef is gelegen aan de oostzijde van de Alberdalaan te Nijeberkoop en ten zuiden van het Tsjongerkanaal. De oppervlakte van de praktijkproeflocatie is ongeveer 53 hectare. Het landgebruik bestaat vooral uit grasland ten behoeve van de melkveehouderij (op bepaalde percelen worden ook snijmais verbouwd (LGN, 2020). Doel van de praktijkproef is om water op deze droogtegevoelige percelen langer vast te houden. Hiervoor is een pakket aan maatregelen uitgevoerd (Zie paragraaf 4.3 Maatregelen).



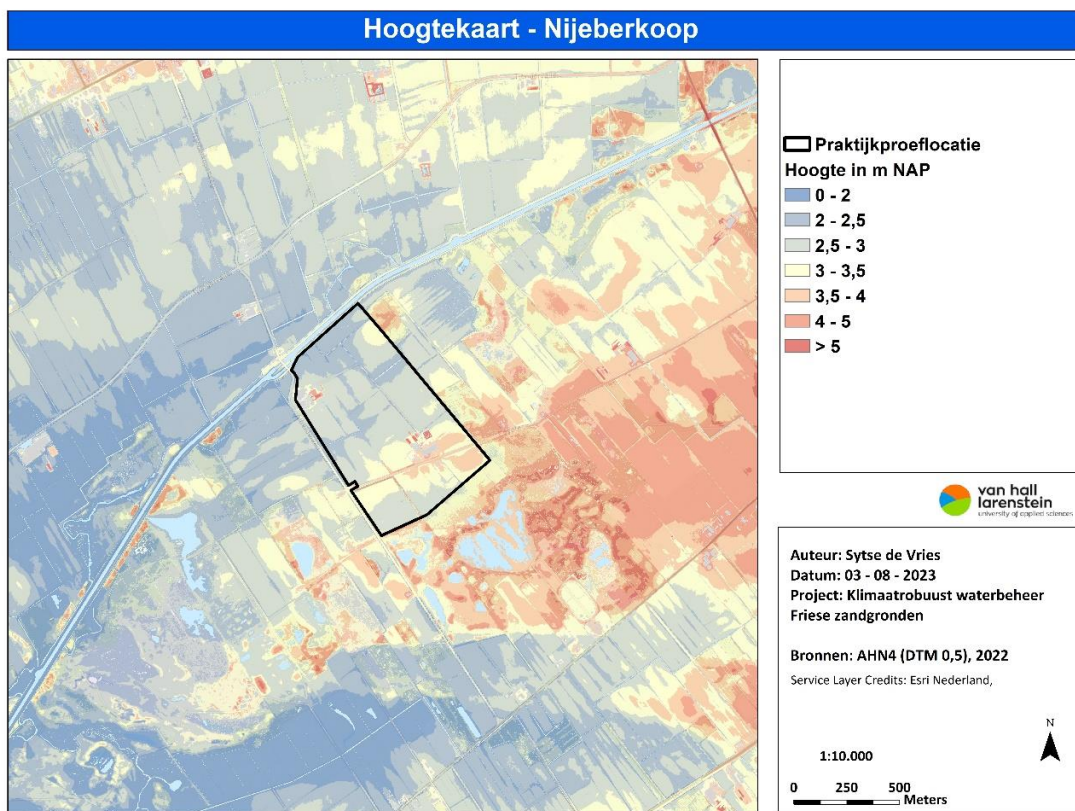
Figuur 4-1 Praktijkproeflocatie – Nijeberkoop



4.1 Gebiedsbeschrijving

4.1.1 Maaveldhoogte

De hoogtekartaat laat zien, dat de praktijkproeflocatie zich bevindt op een overgang van het dal van Tsjonger naar een dekzandrug. Deze zandrug is een westelijke uitloper van het Drents Plateau. De lagere delen ten noorden van de praktijkproeflocatie bestaan uit de venige dalen van de Tsjonger (Haartsen, Ontgonnen verleden (Friesland), 2009). De praktijkproeflocatie ligt dus deels in het beekdal van de Tsjonger. (AHN, 2021). Dat is een relatief groot hoogteverschil binnen deze praktijkproef.

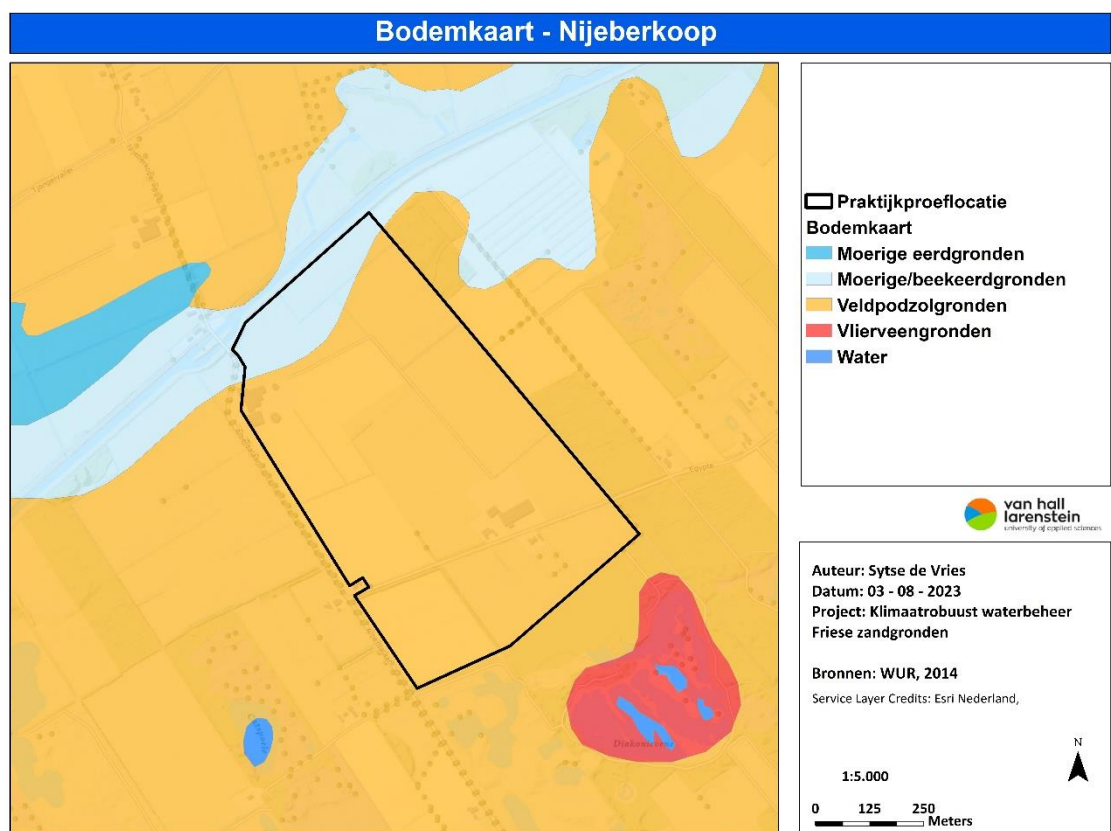


Figuur 4-2 Hoogteligging Praktijkproeflocatie Nijeberkoop (AHN, 2021)



4.1.2 Bodem

Binnen de praktijkproeflocatie komen twee bodemtypen voor: met name Veldpodzolgronden en voor een klein deel in het noordwesten bij de Tsjonger moerige en Beekeerdgronden (WUR, 2014). Verschil is dat moerige en Beekeerdgronden natter zijn door meer hydromorfe kenmerken in het profiel. Veldpodzol bevat podzolisatie verschijnselen in het profiel (en ligt landschappelijk gezien iets droger) Veldpodzolbodems bestaan uit goed doorlatend (licht)bruin, matig fijn tot grof zand. Plaatselijk komen slechtdoorlatende leem- en veenlagen voor (zie boorbeschrijvingen monitoring).

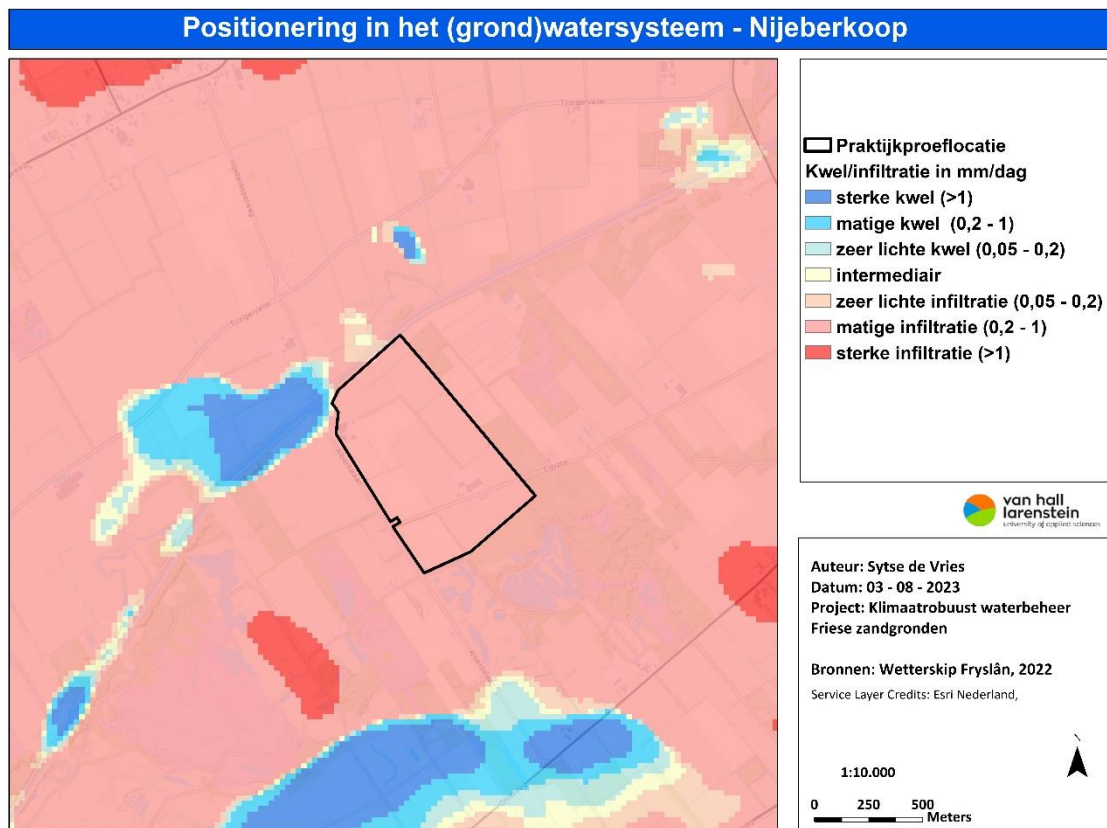


Figuur 4-3 Bodemkaart praktijkproeflocatie en omgeving (WUR, 2014)



4.1.3 Positionering binnen het (grond)watersysteem

Figuur 4-4 laat zien, dat er matige infiltratie aanwezig is op de praktijkproeflocatie en in de omgeving. Op enkele plekken ten noordwesten van de praktijkproef is ook kwel aanwezig. Ter plaatse van de praktijkproef is de infiltratie 0,2 - 1 mm/dag. (Wetterskip Fryslân, 2022). De matige infiltratie komt voor bij zowel de Veldpodzolgronden als bij de moerige bodems en Beekeerdgronden.



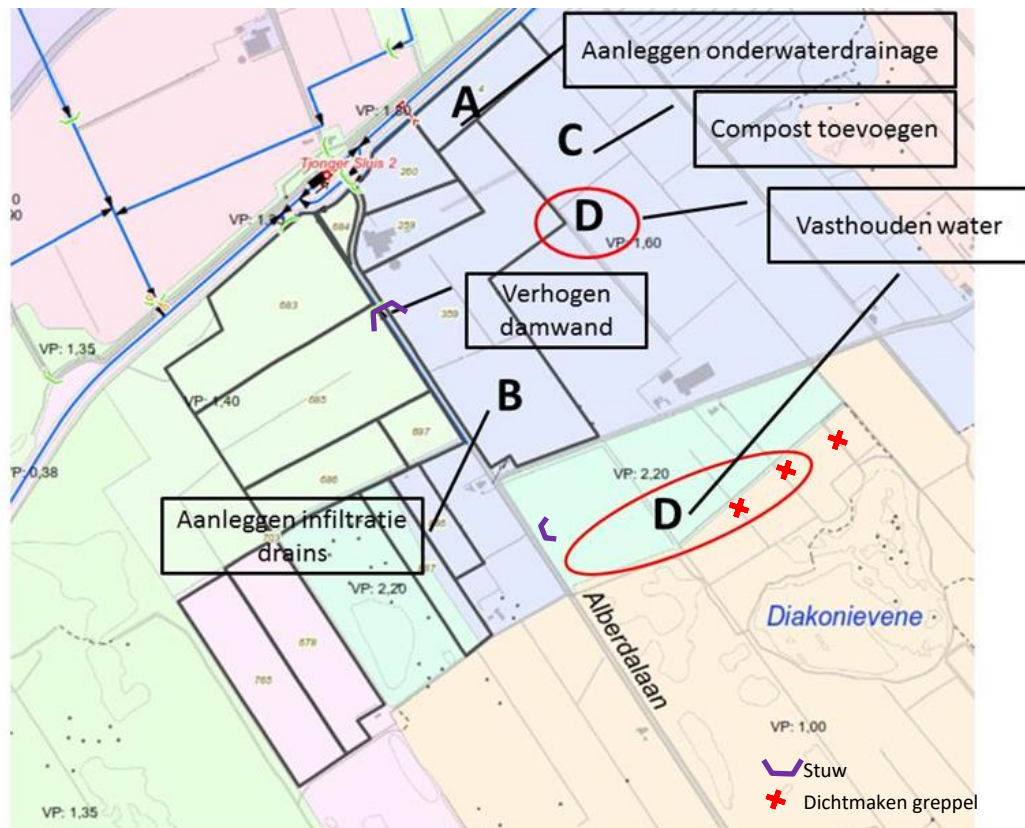
Figuur 4-4 Kwel en infiltratiekaart – Nijeberkoop (Wetterskip Fryslân, 2022)



4.2 Beschrijving maatregelen

Door het relatief grote hoogteverschil is het watermanagement in het lage deel van de praktijkproef wezenlijk anders dan op de hoge delen. In de lage delen kan water worden aangevoerd vanuit het Tsjongerkanaal. Op deze lagere delen (A en B) zijn in het kader van de proef water vasthouden percelen ondiep en intensief gedraineerd (drainafstand 6 meter) (Figuur 4-5). Het peil in de drains wordt aangestuurd door het gestuwde peil in de sloten (onderwaterdrainage). Met infiltratiedrains in onderstaande Figuur 4-5 wordt onderwaterdrainage bedoeld.

Op de hogere delen binnen de praktijkproef is geen wateraanvoer mogelijk. In dit zogenaamde vrij afstromende deel zijn nieuwe stuwen aangelegd of vervangen. Hiermee kan bovenstrooms meer water worden vastgehouden. Ook is de stuw voor de duiker onder de Alberdalaan vervangen en zijn er ter plaatste van het natuurgebied de Diakonievène van It Fryske Gea maatregelen getroffen om water vast te houden en de verdroging van het genoemde natuurgebied te bestrijden.



Figuur 4-5 Maatregelenkaart praktijkproef Nijeberkoop



4.3 Monitoring

Om het effect van maatregelen op de grondwaterstanden te monitoren zijn zes meetpunten geplaatst. Op de locatie van de praktijkproeflocatie zijn drie grondwatermeetpunten geplaatst en één grondwatermeetpunt in het natuurgebied (Diakonievane van It Fryske Gea). Naast deze vier grondwatermeetpunten zijn binnen deze praktijkproef ook twee oppervlaktewatermeetpunten ingericht (Nrdb01 en Nrdb04). Iedere 6 uur meten de dataloggers de grondwaterwaterstand. Bij Nrdb01 en Nrdb04 wordt ieder uur de oppervlaktewaterstand gemeten (De Boer advies en uitvoering, 2020). Nrdb01 en Nrdb02 zijn online meetpunten. Aan de hand van deze online meetpunten kan de agrariër zelf actief het peil aansturen. De meetpunten zijn verdeeld over twee verschillende locaties. Bij de meetpunten Nrdb01, Nrdb02 en Nrdb03 is wateraanvoer mogelijk vanuit het Tsjongerkanaal. Bij Nrdb04, Nrdb05 en Nrdb06 is geen wateraanvoer mogelijk.

De gegevens van de dataloggers zijn regelmatig gecontroleerd met enkele handmetingen. (Zie *Bijlage IV: Validatie handmetingen*).



Figuur 4-6 Topografische kaart praktijkproeflocatie Nijeberkoop

In *Tabel 4-2* is te zien, dat de grondwatermeetpunten allemaal verschillende filterdieptes hebben variërend van 1,20 – 1,7 meter. In *Tabel 4-1* bevinden zich de maaiveldhoogtes van de meetpunten. Deze tabel laat zien, dat de maaiveldhoogtes van de meetpunten niet overall gelijk zijn. Voor andere technische gegevens over metadata zie: *Bijlage IV Technische gegevens*.



Tabel 4-1 Technische gegevens hydrologisch meetnet praktijkproef Nijeberkoop.

Meetpunt	Bovenkant filter (m-mv)	Onderkant filter (m-mv)	Maaiveld (m + NAP)
Nrdb01 (Online)	*	*	*
Nrdb02 (Online)	1,67	2,67	2,26
Nrdb03	1,36	2,36	2,28
Nrdb04	*	*	*
Nrdb05	1,55	2,55	2,89
Nrdb06	1,10	2,10	3,01

*Oppervlaktewatermeetpunt

Uit de boringen blijkt dat er binnen de praktijkproef vooral matig fijn en grof zand aanwezig is. Plaatselijk bij Nrdb02 is het zand wat weinig, bij Nrdb05 en Nrdb06 is een inspoelingslaag en uitspoelingslaag aangetroffen, Bij Nrdb02 is een slechtdoorlatende leemlaagje van 3 cm aangetroffen op 30 cm diepte, bij Nrdb03 bevinden zich twee slechtdoorlatende lagen. Een veenlaagje van 5 cm op 150 cm diepte en een leemlaag van 15 cm op 210 cm diepte. Bij Nrdb05 zijn op 110 cm en 220 cm diepte twee slechtdoorlatende leemlaagjes van 5 en 15 cm dikte aangetroffen, Bij Nrdb06 is een slechtdoorlatende leemlaag van 30 cm aangetroffen. Op 190 cm.

In *Bijlage IV* bevinden zich aanvullend alle boorbeschrijvingen van de meetpunten.

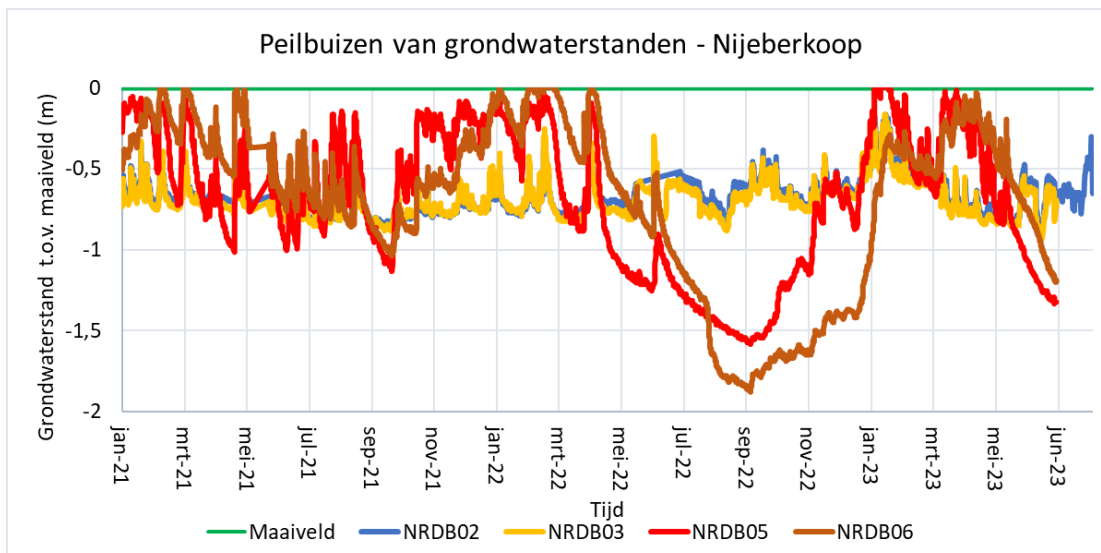


4.4 Evaluatie grondwaterstanden

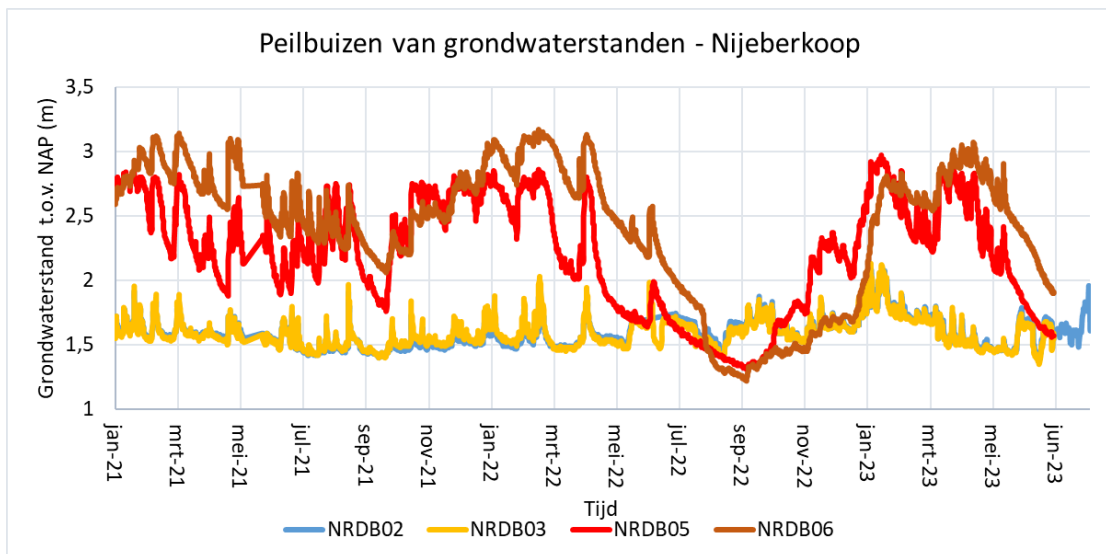
De meetperiode van deze praktijkproef ligt tussen januari 2021 en juli 2023. Een meetperiode van 2,5 jaar dus. Bij alle peilbuizen en oppervlaktemeetpunten zijn onbekende storingen opgetreden of is data niet beschikbaar. Daardoor zijn alle meetreeksen incompleet. In de onderstaande tabel is te zien, welke datareeksen ontbreken. In *Figuur 4-7* en *Figuur 4-8* is het verloop weergegeven van de peilbuizen.

Tabel 4-2 Ontbrekende meetdata Nijeberkoop

Meetpunt	
Nrdb01	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei 2021 • Mrt. 2022 • 2^e helft mei tot en met 1^e helft jun. 2022
Nrdb02	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei 2021 • 2^e helft mei 2022 tot en met 1^e helft jun. 2022
Nrdb03	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • Juli 2023
Nrdb04	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • 2e helft sep. 2021 • 2e helft jun. en 1e helft jun. 2022 • Jun. en jul. 2023
Nrdb05	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • Jul. 2023
Nrdb06	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • Jul. 2023



Figuur 4-7 Verloop peilbuizen Nijeberkoop ten opzichte van maaiveld (groene lijn)



Figuur 4-8 Verloop peilbuizen Nijeberkoop ten opzichte van NAP

De dynamiek van het grondwater is in beeld gebracht via de HG3 (gemiddelde hoogste grondwaterstand over een hydrologisch jaar), LG3 (gemiddelde laagste grondwaterstand over een hydrologisch jaar), VG3 (de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand op de meetdata 14, 28 maart en 14 april) (Knotters, De Gruijter, van der Horst, Heuvelink, & Hoogland, 2004) (allen op basis van 14-daagse waarnemingen op de 14^e en 28^e van de maand). De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar en de LG3 van de drie laagste waarnemingen binnen een hydrologisch jaar. De LG3 wordt meestal gemeten aan het eind van de zomer en de HG3 aan het eind van de winter/vroege voorjaar.

Naast de GXG's zijn ook de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) berekend. De RHG en RLG zijn berekend op basis van gemiddelde dagwaarnemingen.

Over de gehele periode van 2,5 jaar zijn de GHG, GLG en GVG berekend. Voor het berekenen van betrouwbare GXG's zijn officieel meetreeksen van tenminste 8 jaar nodig. De RHG is de 7^e percentielwaarde en de RLG de 93 percentielwaarde van de meetreeks (Averink, 2013).



In onderstaand overzicht zijn de berekende resultaten van de HG3, GLG, GVG, RHG, RLG weergegeven.

Tabel 4-3 Grondwaterkenmerken op basis van hydrologische jaren op basis van m t.o.v. maaiveld

Peilbuis		NRDB02		NRDB03		NRDB05		NRDB06 Diakonievane	
Para- meter	Jaar	m-mv	m- NAP	m-mv	m- NAP	m-mv	m- NAP	m-mv	m- NAP
HG3	2021	-0,70	1,56	-0,71	1,57	-0,17	2,72	-0,03	3,07
	2022	-0,41	1,85	-0,44	1,84	-0,08	2,81	-0,20	2,90
	Gem/GHG	-0,55	1,71	-0,57	1,71	-0,12	2,77	-0,11	2,99
RHG (7%)	2021	-0,62	1,64	-0,61	1,67	-0,13	2,76	-0,02	3,08
	2022	-0,44	1,82	-0,48	1,80	-0,08	2,81	-0,24	2,86
	Gem/GHG	-0,53	1,73	-0,55	1,73	-0,11	2,78	-0,13	2,97
LG3	2021	-0,81	1,45	-0,83	1,45	-1,00	1,89	-0,92	2,18
	2022	-0,76	1,50	-0,81	1,47	-1,52	1,37	-1,79	1,31
	Gem/GLG	-0,79	1,47	-0,82	1,46	-1,26	1,63	-1,35	1,75
RLG (93%)	2021	-0,82	1,44	-0,83	1,45	-0,95	1,94	-0,88	2,22
	2022	-0,73	1,53	-0,78	1,50	-1,52	1,37	-1,79	1,31
	Gem/GLG	-0,78	1,48	-0,81	1,47	-1,24	1,65	-1,33	1,76
VG3	2021	-0,74	1,52	-0,77	1,51	-0,77	2,12	-0,35	2,75
	2022	-0,69	1,57	-0,72	1,56	-0,26	2,63	-0,20	2,90
	Gem/GVG	-0,71	1,55	-0,75	1,53	-0,52	2,37	-0,27	2,83

-Geen volledige meetreeks van een hydrologisch jaar beschikbaar door ontbreken van data

HG3: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar; RHG: Representatieve Hoogste Grondwaterstand
 GHG: Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (Gemiddelde van de HG3); LG3: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand over een
 hydrologisch jaar; RLG: Representatieve Laagste Grondwaterstand; GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (Gemiddelde
 van de LG3)

Uit de analyse blijkt dat de GHG, HG3, RHG, GLG, LG3, RLG en GVG van de peilbuizen NRDB02 en NRDB03 erg dicht bij elkaar liggen. Het verschil is namelijk gemiddeld 1 tot 2 centimeter. Deze peilbuizen liggen ongeveer op dezelfde afstand vanaf de sloot (30 en 35 meter) en de doorlatendheid van de bodem is goed. Wel is de bodemopbouw voor beide peilbuizen verschillend. Zo is er naast zand bij NRDB03 ook veen en leem aanwezig en bij NRDB02 alleen leem.

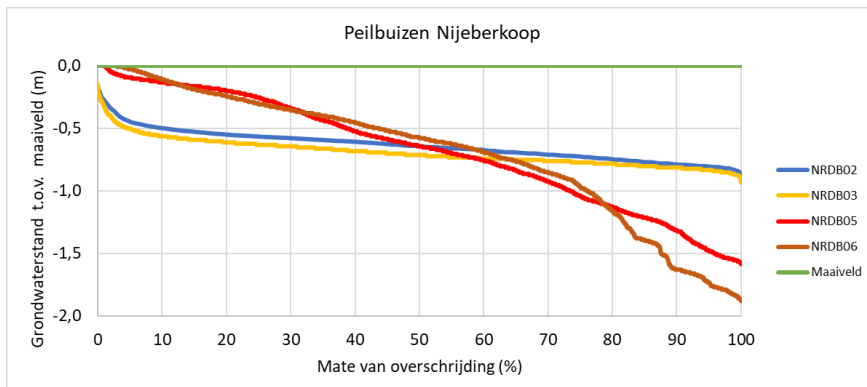
Op basis van de meetreeksen kan worden geconcludeerd dat de grondwaterstand in perioden van neerslagoverschot (herfst/winter) laag wordt gehouden door sturing met het oppervlaktewaterpeil.

Uit de analyse blijkt dat er grote verschillen zijn tussen enerzijds de peilbuizen NRDB02 en NRDB03 en anderzijds de peilbuizen NRDB05 en NRDB06. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat bij de eerste twee peilbuizen sprake is van wateraanvoer. Bij de laatste twee peilbuizen is dit niet het geval.

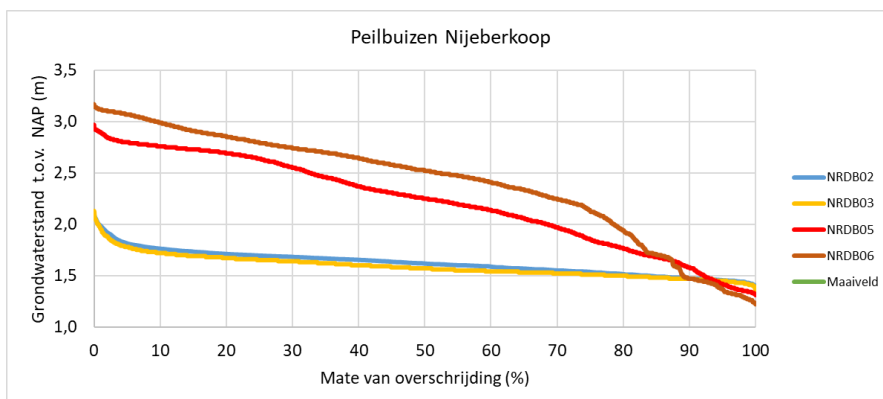


In verband met de aanwezigheid van grondwaterafhankelijke natuur probeert It Fryske Gea in de Diakonievende de grondwaterstand zo hoog mogelijk te houden (NRDB06). In perioden van neerslagoverschot lukt dat goed en ligt de GHG ruim 10 cm onder maaiveld. Ondanks het feit dat hier in de winter en in het voorjaar veel water wordt vastgehouden zakt de grondwaterstand in dit natuurgebied in de zomer toch nog bijna 2 meter onder maaiveld.

Naast analyse van de grondwaterdynamiek via GXG's en RXG's zijn ook duurlijnen gemaakt.



Figuur 4-9 Duurlijnen peilbuizen Nijeberkoop ten op zichte van maaiveld.



Figuur 4-10 Duurlijnen peilbuizen Nijeberkoop ten op zichte van NAP

In *Figuur 4-9* en *Figuur 4-10* zijn de duurlijnen van de praktijkproef weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grondwaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand in meter beneden maaiveld (m-mv) weergegeven (H2O, 2014).

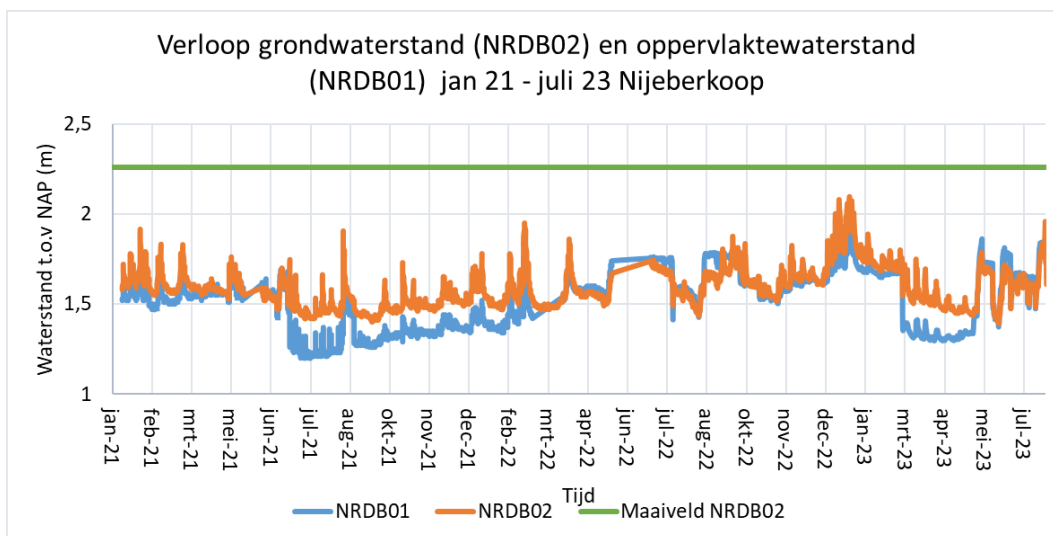
De duurlijnen illustreren dat er een duidelijk verschil is tussen de gebieden met en zonder wateraanvoer. Met aanvoer zijn de grondwatermeetpunten NRDB02 en NRDB02 en zonder aanvoer de meetpunten NRDB05 en NRDB06. Bij deze twee laatste meetpunten daalt de grondwaterstand in droge periode 1,5 tot bijna 2 meter onder maaiveld.



4.5 Relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

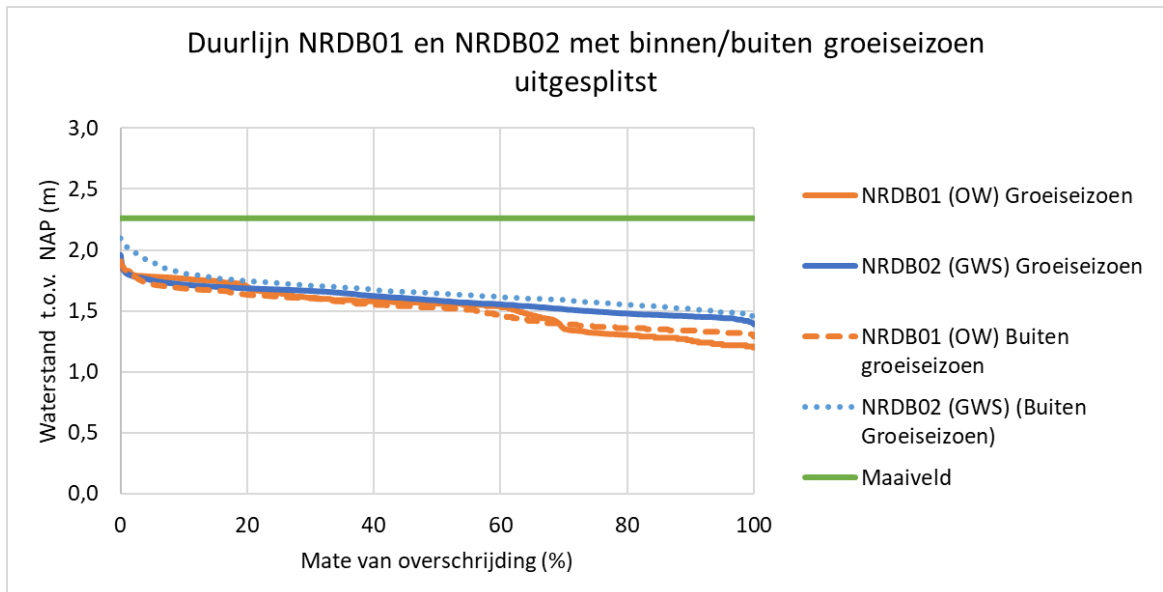
In *Figuur 4-11* is het verloop van de grondwaterstand en de oppervlaktewaterstand weergegeven voor het oppervlaktewatermeetpunt Nrdb01 en de grondwaterstand Nrdb02. Dit is dus het perceel waar onderwaterdrainage is aangelegd (ondiepe en intensieve drainage en peilgestuurd vanuit het oppervlaktewater).

Uit de grafiek kan worden afgeleid dat het mogelijk is om met behulp peilgestuurde drainage in combinatie met wateraanvoer de grondwaterstand in droge periode hoog te houden. Tijdens natte periode wordt erop gestuurd dat de grondwaterstand niet te hoog oploopt (zodat het perceel niet te nat is). Vooral vanaf juli 2021 (natte zomer) tot februari 2022 is dat te zien: door het stuwpeil laag te houden (NRDB01) blijft de GHG rond de 70 cm onder maaiveld. In 2021 was er maar (ongeveer) 10 cm verschil tussen GHG en GLG! Het resultaat is dus een zeer stabiele grondwaterstand. In 2022 was het verschil tussen GHG en GLG wat groter (bij grondwatermeetpunt Nrdb02); zo'n 30 cm. Het vasthouden van (grond)water middels peilgestuurde drainage zal met name in de zomer ervoor zorgen dat de grondwaterstand minder snel daalt dan in situaties met gangbare drainage of zonder drainage. Voorwaarde daarbij is dat wateraanvoer mogelijk is. Hiermee is deze praktijkproef vergelijkbaar met de praktijkproef Oldetrijne en Ter Idzard (gedeeltelijk).



Figuur 4-11 Grondwaterstand en oppervlaktewaterstand Nijeberkoop

In *figuur 4-12* zijn de duurlijnen voor zowel de grondwaterstand (NRDB02) als het niveau van de oppervlaktewaterstand (NRDB01) weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grondwaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand in meter beneden maaiveld (m-mv) weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt in de periode binnen het groeiseizoen (1 april – 1 oktober) en buiten het groeiseizoen.



Figuur 4-12 Duurlijn grondwaterstand en oppervlaktewaterstand met groeiseizoen (1 april tot en met 30 september (KNMI, 2022)) uitgesplitst

De duurlijnen illustreren, dat buiten het groeiseizoen het oppervlaktepeil enigszins hoger is dan in het groeiseizoen.

In de *bijlage IV* is nog als aanvulling een grafiek met de tijd en duurlijnen, waar ook grondwaterstand (NRDB05) en oppervlaktewaterstand (NRDB04) is gemeten.



4.6 Conclusie

De praktijkproef Nijberkoop illustreert duidelijk het verschil tussen enerzijds de laag gelegen percelen in het dal van de Tsjonger met wateraanvoer in combinatie met peilgestuurde drainage en anderzijds de hoger gelegen percelen zonder water aanvoer. De grondwaterstand in de laag gelegen gebieden is redelijk stabiel. In de meetreeksen is een duidelijke relatie te zien tussen de grond- en de oppervlaktewaterstand. Ook kan worden geconcludeerd dat er in het deel waar wateraanvoer mogelijk is er in perioden van neerslagoverschot niet erg wordt gestuurd op het vasthouden van grondwater.

Op de hogere delen, zonder wateraanvoer, zakt de grondwaterstand in droge perioden verder uit dan in de lagere gebieden. Op deze hogere delen dient dus zo efficiënt mogelijk te worden omgegaan met de gevallen neerslag, omdat wateraanvoer hier niet mogelijk is.

Grondwatermeetpunt Nrdb06 laat zien dat in perioden van neerslagoverschot er water wordt vastgehouden in het natuurgebied de Diakonievane van It Fryske Gea. Daardoor ligt de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) bijna op maaiveldniveau. Ondanks het feit dat hier water wordt vastgehouden daalt de grondwaterstand (GLG) in het groeiseizoen tot bijna 2 meter onder maaiveld.

4.7 Discussie

Een meetreeks van ruim twee jaar is relatief kort. Bovendien was er in 2021 sprake van een uitzonderlijk natte zomer. Hierdoor zijn de resultaten van deze praktijkproef (o.a. de berekende GXG's) wat vertekend.

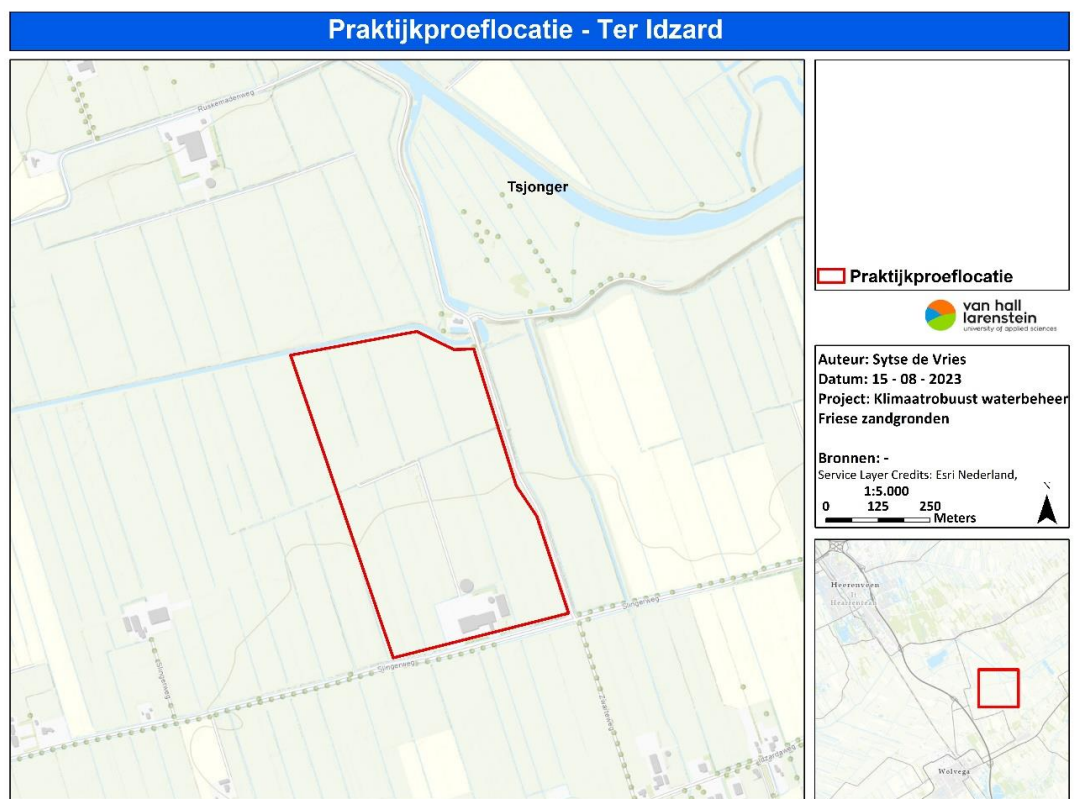
Het op peil houden van de grondwaterstand tijdens het groeiseizoen (periode van neerslagtekort) door wateraanvoer maakt het landbouwperceel afhankelijker van waterinlaat vanuit IJsselmeer. Het risico is aanwezig dat er in de toekomst onvoldoende zoet IJsselmeerwater beschikbaar is om de drains te voeden tijdens droge zomers.

Doordat op de lagere delen van deze praktijkproef wateraanvoer mogelijk is wordt de motivatie om in perioden van neerslagoverschot water vast te houden kleiner.



5 Ter Idzard

De praktijkproef is gelegen aan de noordzijde van de Slingerweg nabij Ter Idzard, ten zuiden van de Tsjonger. De oppervlakte van de praktijkproeflocatie is ongeveer 31 hectare. De locatie van de praktijkproef is vooral in gebruik als grasland ten behoeve van de melkveehouderij. Doel van de praktijkproef is om water op de droogtegevoelige, maar ook op de meer laaggelegen en nattere percelen langer vast te houden. Hiervoor is een pakket aan maatregelen uitgevoerd (Zie *paragraaf 5.3 Maatregelen*).



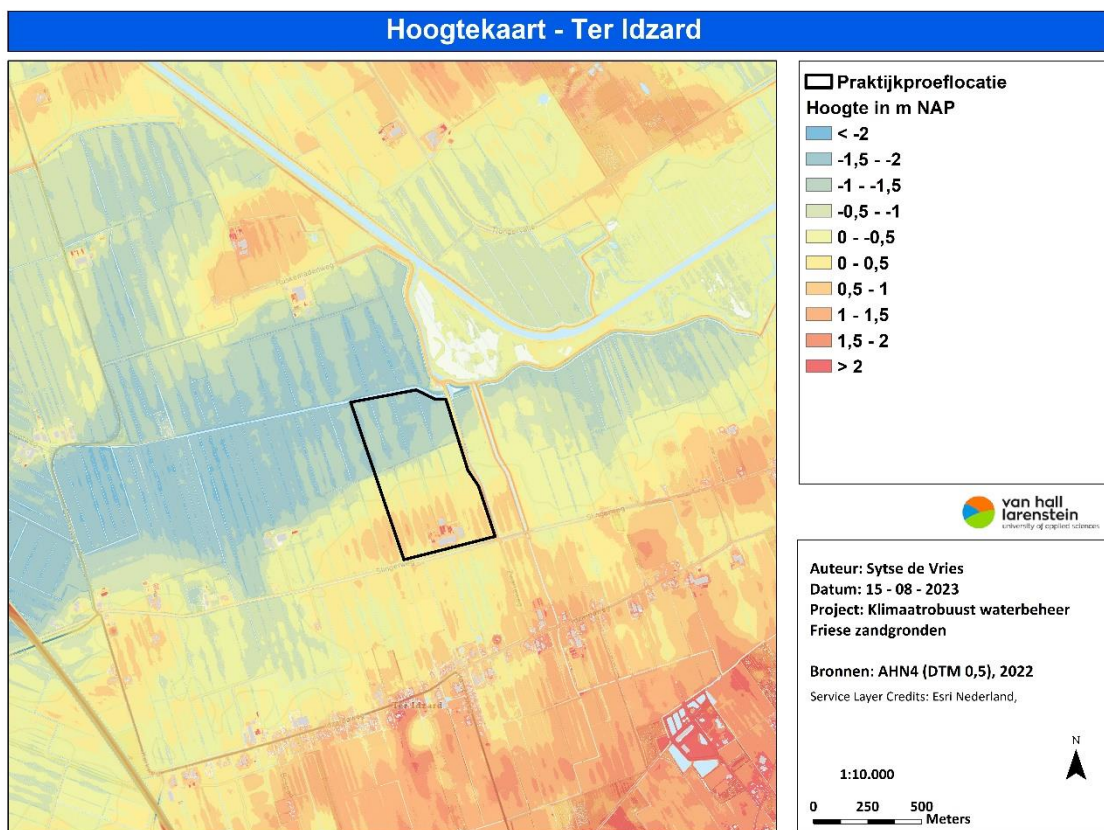
Figuur 5-1 Praktijkproeflocatie – Ter Idzard



5.1 Gebiedsbeschrijving

5.1.1 Maaiveldhoogte

De hoogtekartaat laat zien, dat de praktijkproeflocatie zich op een overgang van het dal van Tsjonger naar een dekzandrug bevindt. Deze zandrug is een westelijke uitloper van het Drents Plateau. De lagere delen in het noorden van de praktijkproeflocatie bestaan uit de venige bodem van het beekdal van de Tsjonger. (Haartsen, Ontgonnen verleden (Friesland), 2009). Het hoogste punt van de praktijkproef is gelegen op 1 m boven NAP en het laagste punt op -2 m NAP; een hoogteverschil van in totaal 3 meter (AHN, 2021).



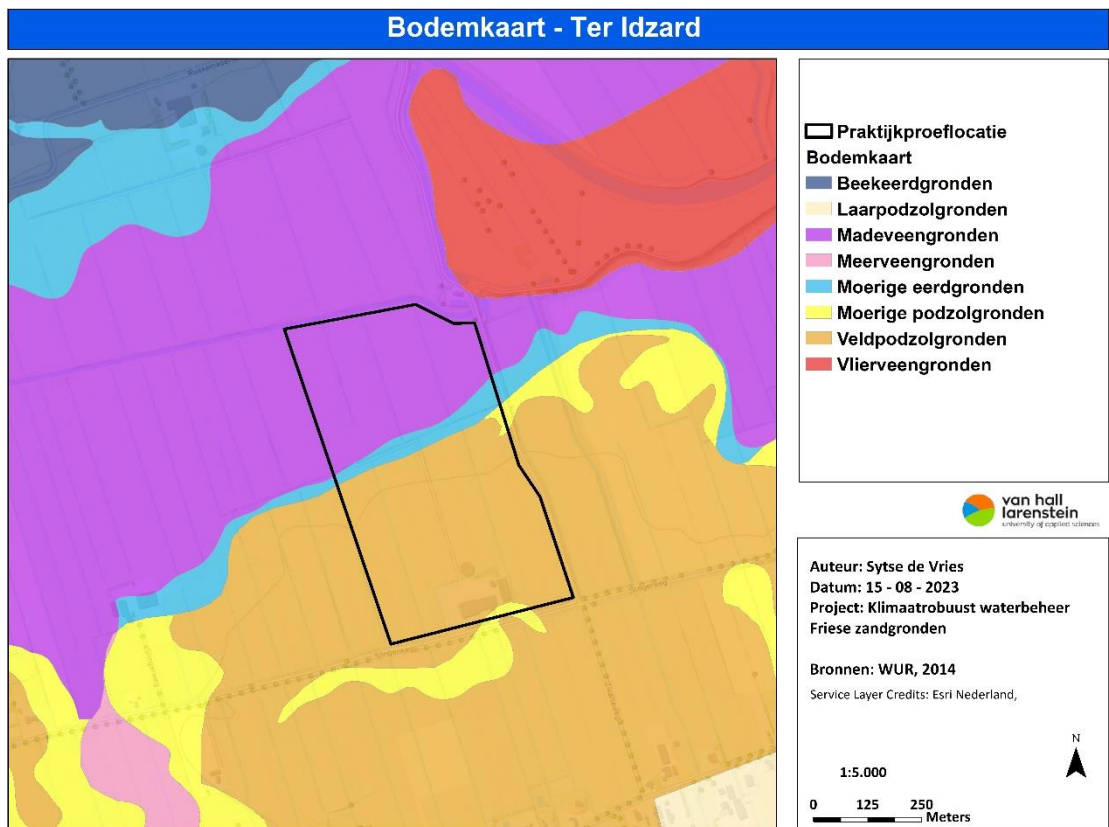
Figuur 5-2 Hoogteligging praktijkproeflocatie Ter Idzard (AHN, 2021)



5.1.2 Bodem

Op de praktijkproeflocatie komen drie bodemtypen voor, namelijk Veldpodzolgronden op de hogere flanken en moerige Eerdgronden (in mindere mate) en Madeveengronden in het dal van de Tsjonger (WUR, 2014).

Veldpodzolbodems bestaan uit goed doorlatend (licht)bruin, uiterst fijn zand. Kenmerkend voor een Veldpodzolgrond is dat de grondwaterstand hier hoger kan komen te staan door de hydromorfe kenmerken boven in het profiel. Veldpodzol bevat podzolische verschijnselen in het profiel (en ligt landschappelijk gezien iets droger). Madeveengronden hebben een sterk veraarde moerige bovenlaag. Op 60 – 70 cm beneden maaiveld begint hier de zandondergrond (veen op zand dus).

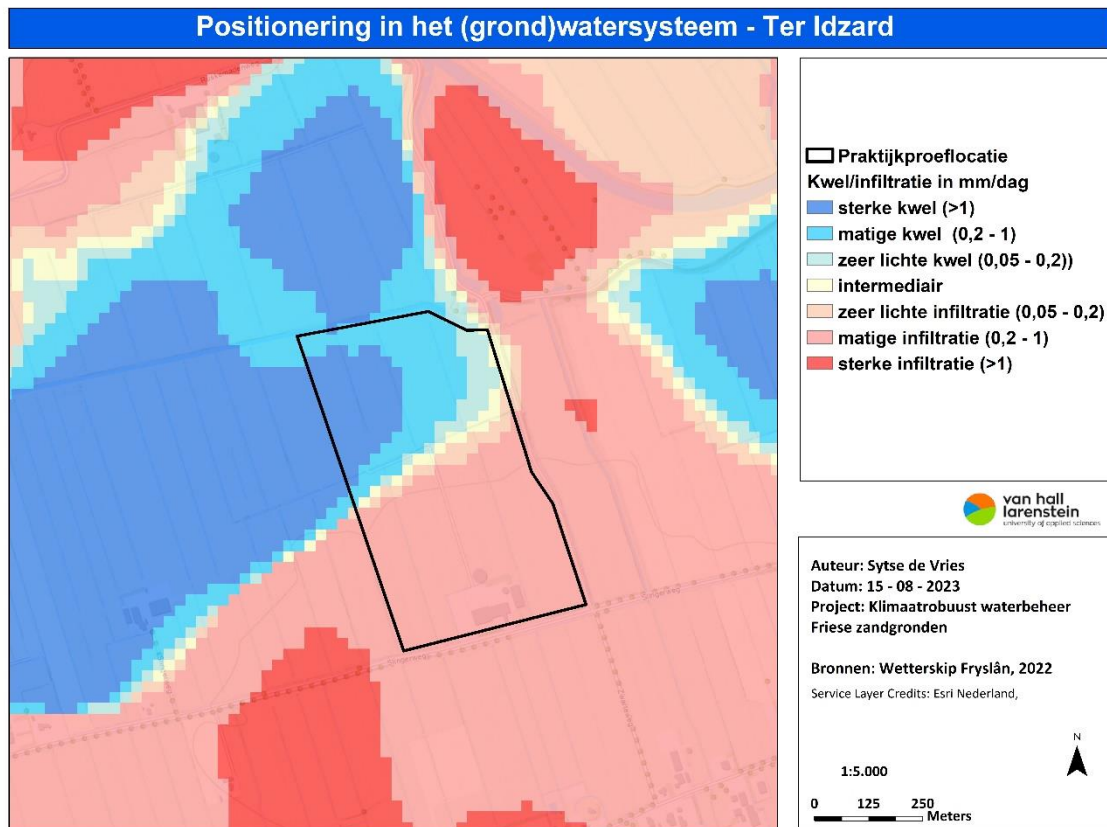


Figuur 5-3 Bodemkaart praktijkproeflocatie en omgeving (WUR, 2014)



5.1.3 Positionering binnen het (grond)watersysteem

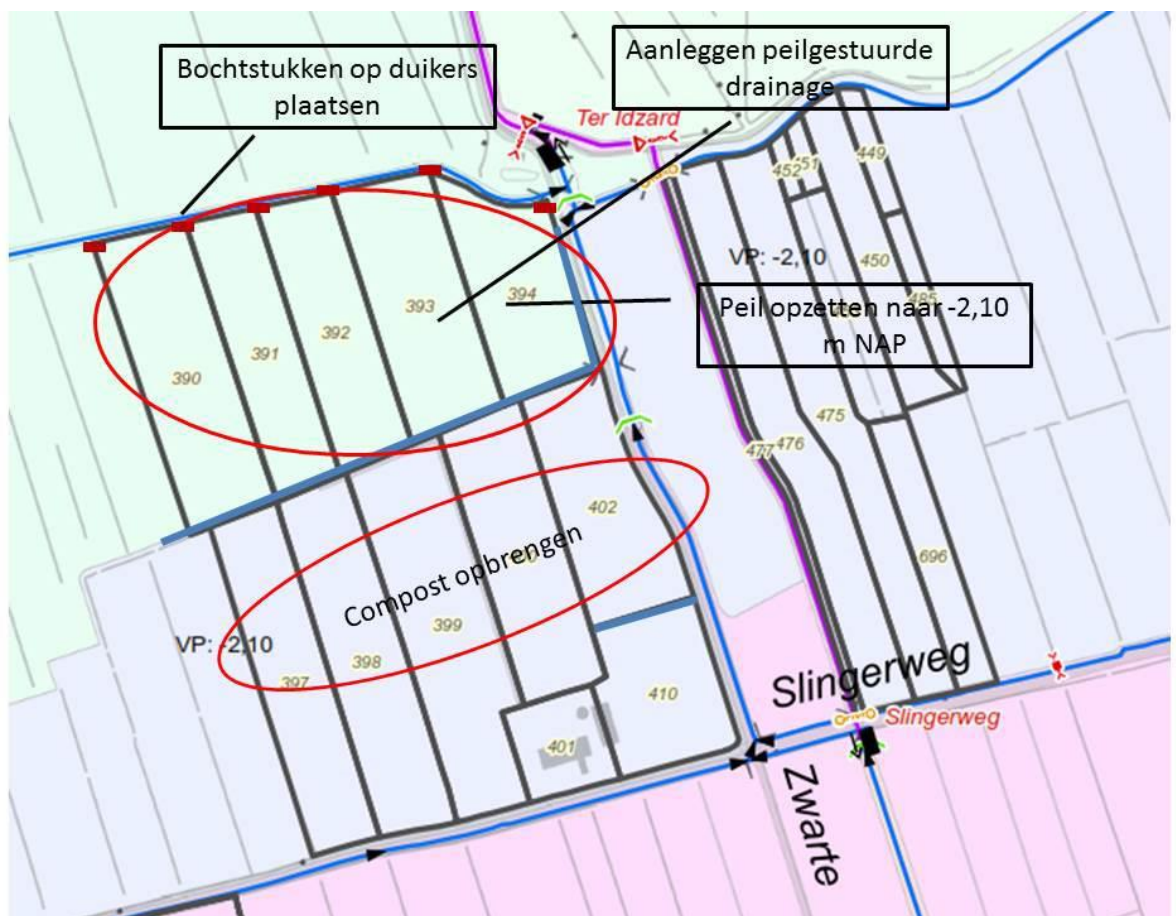
Figuur 5-4 laat zien, dat er matige infiltratie tot sterke kwel aanwezig is op de praktijkproeflocatie en in de omgeving (Wetterskip Fryslân, 2022). In het dal van de Tsjonger, in het noorden van de praktijkproeflocatie is eveneens (sterke) kwel aanwezig. Hier bevinden zich de Madeveengronden. In het zuiden van de praktijkproeflocatie is matige infiltratie aanwezig. Op deze plek liggen de Veldpodzolgronden (*Bodem en hoogtekaart*).



Figuur 5-4 Kwel en infiltratiekaart – Ter Idzard (Wetterskip Fryslân, 2022)

5.2 Beschrijving maatregelen

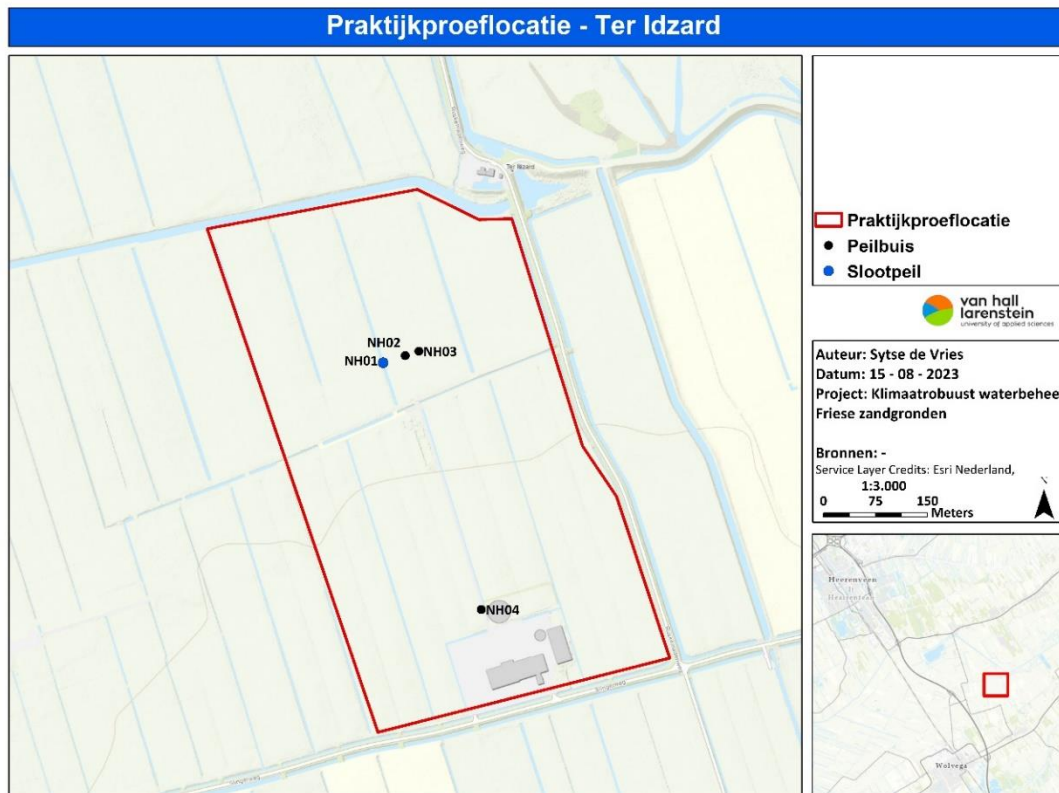
Belangrijkste maatregel die is uitgevoerd bij de praktijkproef Ter Idzard is de aanleg van onderwaterdrainage in de zomer van 2021. Deze onderwaterdrainage is aangebracht in de laag gelegen percelen met een madeveengrond. De aanleg van deze drainage is uitgevoerd in combinatie met een peilverhoging van 50 cm (van 2.60 m-NAP naar 2.10 m-NAP) in de sloten langs de betreffende percelen. Bij deze laag gelegen percelen is wateraanvoer vanuit de Friese Boezem (Tsjongerkanaal) mogelijk. Op de hoger gelegen flanken is geen wateraanvoer mogelijk. Op deze flanken zijn proeven uitgevoerd met het verhogen van het organische stofgehalte middels Bokashi.



Figuur 5-5 Maatregelenkaart praktijkproef Ter Idzard

5.3 Monitoring

Om het effect op de grondwaterstanden te monitoren zijn binnen de praktijkproeflocatie vier meetpunten geplaatst. Drie grondwatermeetpunten en een oppervlaktewatermeetpunt. Iedere 6 uur worden bij deze meetpunten de grondwaterstand of oppervlaktewaterstand gemeten met dataloggers (De Boer advies en uitvoering, 2020). De gegevens van de dataloggers zijn regelmatig gecontroleerd met enkele handmetingen. (Zie Bijlage V: Validatie handmetingen).



Figuur 5-6 Topografische kaart praktijkproeflocatie Ter Idzard

In Tabel 5-1 is te zien, dat de grondwatermeetpunten allemaal verschillende filterdieptes hebben variërend van 0,9 – 2,7 meter. In Tabel 5-1 bevinden zich de maaiveldhoogtes van de meetpunten. Deze tabel laat zien, dat de maaiveldhoogtes van de meetpunten soms meer dan 2 meter van elkaar verschillen. Grondwatermeetpunten NH01 en NH02 zijn namelijk gelegen in het dal van de Tsjonger, terwijl NH04 is gelokaliseerd op de hoger gelegen flanken van het beekdal (zie ook 5.1.1 “Maaiveldhoogte”).

Andere technische gegevens over de metadata. Zie bijlage V: Technische gegevens.



Tabel 5-1 Technische gegevens hydrologisch meetnet praktijkproef Ter Idzard

Tijdelijk nummer	Bovenkant Filter (m-mv)	Onderkant Filter (m-mv)	Maaiveld (m t.o.v. NAP)
NH01	*	*	*
NH02	1	2	-1,48
NH03	0,92	1,92	-1,41
NH04	1,70	2,70	0,63

*Oppervlaktewatermeetpunt

Bij de boringen is geconstateerd dat hier slechtdoorlatende lagen voorkomen. Bij NH02 en NH03 is veen aangetroffen vanaf de bovenste laag tot 60 en 70 cm diepte. Bij NH04 bevindt zich vanaf 40 cm onder maaiveld een slechtdoorlatende keileemlaag met een dikte van 140 cm. De filters bevinden zich bij alle peilbuizen dan wel onder de veenlaag of onder de keileemlaag in het 1^e watervoerend pakket. In alle gevallen wordt dus het diepere grondwater (stijghoogte) gemeten (De Boer advies en uitvoering, 2020).

In *Bijlage V boorbeschrijvingen* bevinden zich aanvullend alle boorbeschrijvingen van de meetpunten

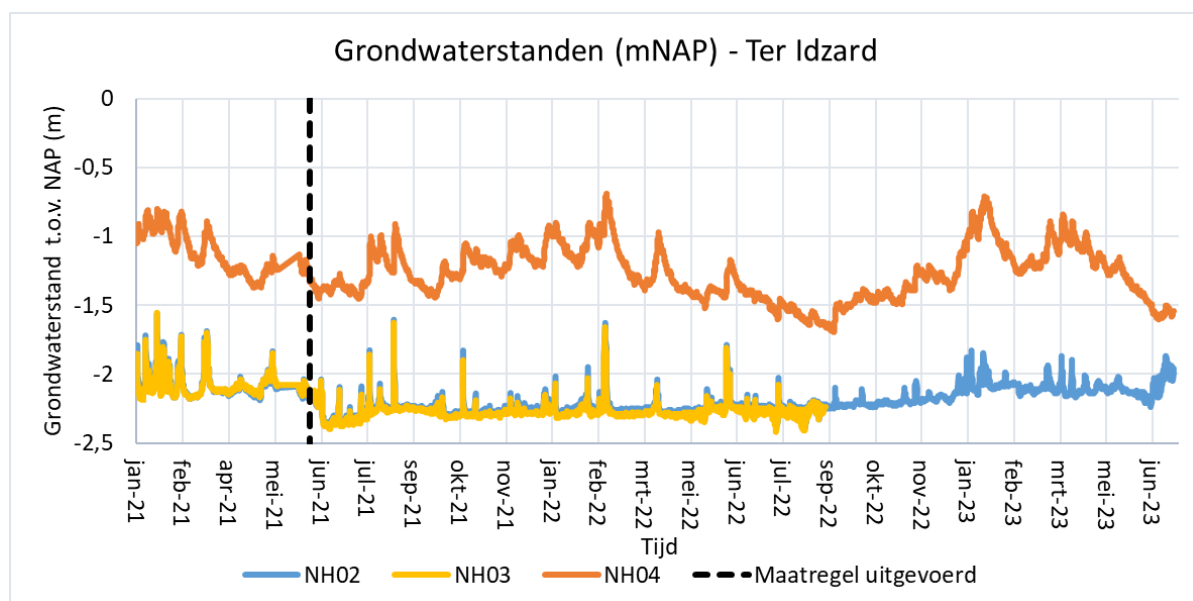


5.4 Evaluatie grondwaterstanden

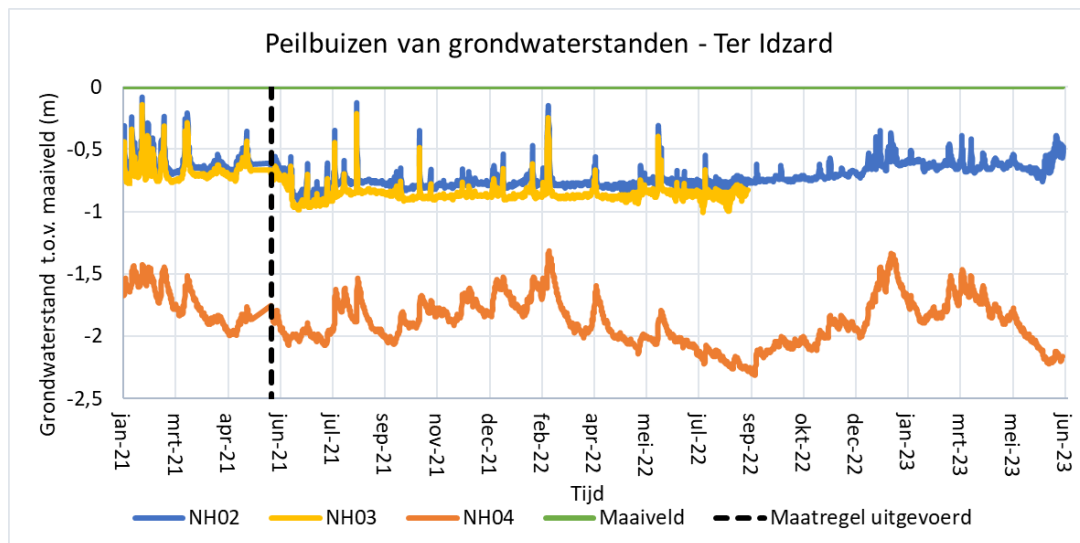
De meetperiode van deze praktijkproef ligt tussen januari 2021 en juni 2023. Een meetperiode van 2,5 jaar dus. Bij deze meetpunten zijn enkele meetreeksen incompleet. Ook is in de tweede helft van 2022 grondwatermeetpunt NH03 weggeploegd. Dit meetpunt is sindsdien niet meer gerepareerd. In de onderstaande tabel is te zien welke data ontbreekt. In *Figuur 5-7* is de grondwaterstandsverloop in de peilbuizen weergegeven t.o.v. NAP en in *Figuur 5-8* t.o.v. van maaiveld. (NH01 is het oppervlaktewatermeetpunt en komt bij *relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand aanbod*)

Tabel 5-2 Ontbrekende meetdata Ter Idzard

Tijdelijk nummer	Ontbrekende data
NH01	<ul style="list-style-type: none"> • 2^e helft mei 2021
NH02	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021
NH03	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021 • Vanaf september 2022
NH04	<ul style="list-style-type: none"> • 2e helft mei 2021



Figuur 5-7 Verloop peilbuizen Ter Idzard



Figuur 5-8 Verloop peilbuizen Ter Idzard

Om te kunnen beoordelen in hoeverre de maatregelen invloed hebben op de grondwaterstanden is een analyse gemaakt van de grondwaterdynamiek per hydrologisch jaar (1 april tot en met 31 maart).

De dynamiek van het grondwater is in beeld gebracht via de HG3 (Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar), LG3 (Gemiddelde Laagste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar) en de VG3 (de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand). De HG3, LG3 en VG3 zijn vastgesteld op basis van 14 daagse waarnemingen rond de 14^e en 28^e van de maand. De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar en de LG3 van de drie laagste waarnemingen binnen een hydrologisch jaar. De VG3 is de gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar op basis van de waarnemingen op 14, 28 maart en 14 april (Knotters, De Gruijter, van der Horst, Heuvelink, & Hoogland, 2004). De LG3 wordt meestal gemeten aan het eind van de zomer en de HG3 aan het eind van de winter/vroege voorjaar.

Naast de GXG's is ook de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) bepaald. De RHG en RLG zijn ontworpen voor hoogfrequentiemetingen. De RHG is de 7^e percentielwaarde en de RLG de 93^e percentielwaarde (Averink, 2013). De RHG en RLG zijn berekend op basis van gemiddelde dagwaarnemingen.

De GHG, GLG en GVG is bepaald over de beschikbare meetperiode. Officieel worden de GXG's vastgesteld op basis van een meetreeks van tenminste 8 jaar. Voor deze praktijkproef gaat is dus om een periode beschikbaar van ongeveer 2,5 jaar. Dit betekent dat de gemiddelde grondwaterstanden zijn berekend op basis van een te korte meetperiode.



In onderstaand overzicht zijn de berekende resultaten van de GHG, GLG, GVG, RHG, RLG weergegeven.

Tabel 5-3 Grondwaterkenmerken op basis van hydrologische jaren

Peilbuis	Parameter	NH02		NH03		NH04	
		Jaar	m-mv	m t.o.v. NAP	m-mv	M t.o.v. NAP	m-mv
HG3	2021**	-0,64	-2,12	-0,69	-2,10	-1,63	-1,00
	2022	-0,58	-2,06	-	-	-1,55	-0,92
	Gem./GHG	-0,61	-2,09	-	-	-1,59	-0,96
RHG (7%)	2021**	-0,61	-2,09	-0,67	-2,08	-1,60	-0,97
	2022	-0,59	-2,07	-	-	-1,59	-0,96
	Gem.	-0,60	-2,08	-	-	-1,59	-0,96
LG3	2021**	-0,85	-2,33	-0,93	-2,34	-2,01	-1,38
	2022	-0,80	-2,28	-	-	-2,21	-1,58
	Gem/GLG	-0,83	-2,31	-	-	-2,11	-1,48
RLG (93%)	2021**	-0,83	-2,31	-0,92	-2,33	-2,02	-1,39
	2022	-0,80	-2,28	-	-	-2,21	-1,58
	Gem.	-0,82	-2,30	-	-	-2,11	-1,48
VG3	2021**	-0,73	-2,21	-0,81	-2,22	-1,91	-1,28
	2022	-0,69	-2,17	-	-	-1,68	-1,05
	Gem/GVG	-0,71	-2,19	-	-	-1,80	-1,17

-Geen volledige meetreeks van een hydrologisch jaar beschikbaar door ontbreken van data

**Juni 2021 is de maatregel genomen

HG3: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar

RHG: Representatieve Hoogste Grondwaterstand

GHG: Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (Gemiddelde van de HG3)

LG3: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar

RLG: Representatieve Laagste Grondwaterstand

GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (Gemiddelde van de LG3)

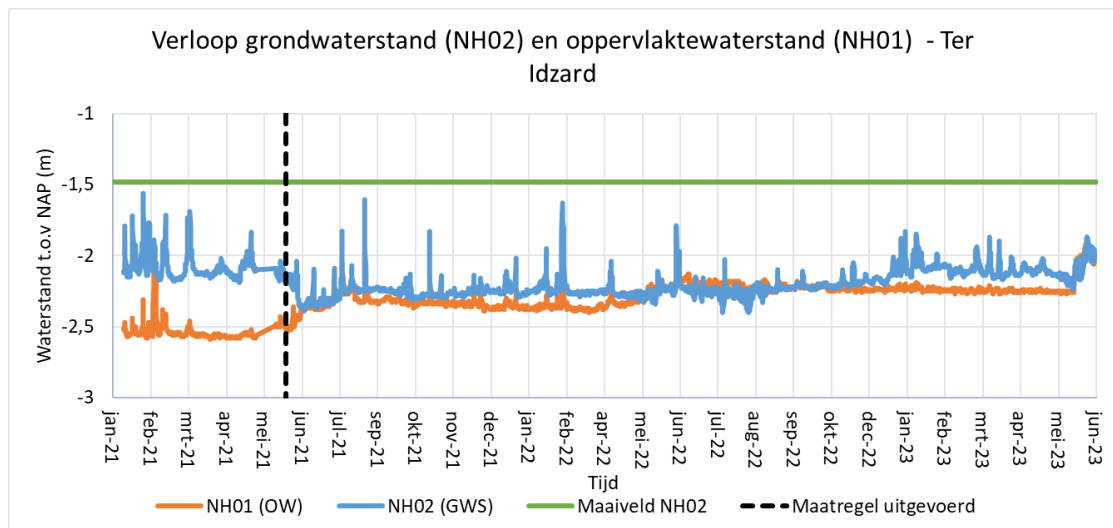
Voor de peilbuizen NH02 en NH03 blijkt uit de analyse dat de grondwaterkenmerken (GHG, RHG, GLG, RLG en GVG) van deze twee meetpunten erg dicht bij elkaar liggen. Het verschil is namelijk 1 tot 2 centimeter. De afstand tussen beide peilbuizen is relatief klein (20 meter) bovendien worden beide filters beïnvloed door de drains. Door de beschadiging van NH03 ontbreekt veel data. Het grondwatermeetpunt hoger op de flank van de praktijkproeflocatie (NH04) laat een heel andere dynamiek zien met diepere grondwaterstanden en een grotere fluctuatie. De dynamiek is kenmerken voor een infiltratiegebied.



5.5 Relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

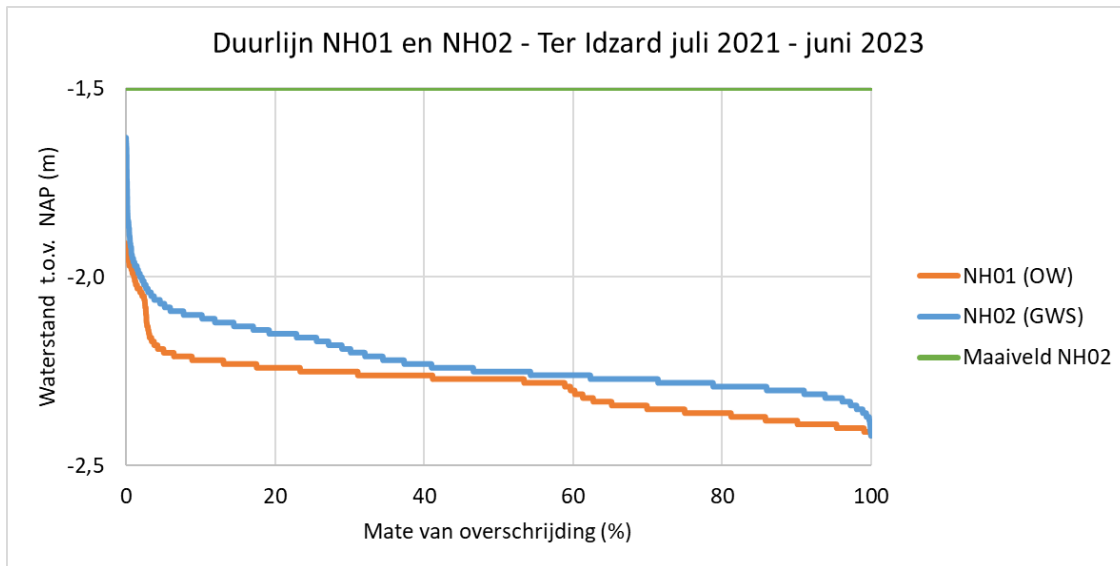
In *Figuur 5-3* is het verloop van de grondwaterstand en de oppervlaktewaterstand weergegeven voor het laaggelegen perceel in het dal van de Tsjonger. Hier is wateraanvoer vanuit de Tsjonger mogelijk.

Uit de grafiek kan worden afgeleid dat het mogelijk is om met behulp van onderwater drainage in combinatie met hoge peilen en wateraanvoer de grondwaterstand in droge perioden hoog te houden. De doorgevoerde peilverhoging in combinatie met infiltratie via de drains zorgt voor nattere omstandigheden in de zomer. Tegelijkertijd voorkomt de onderwaterdrainage dat de grondwaterstand in de herfst/winter (perioden met veel neerslag) te hoog oploopt. Door de aanwezigheid van drains wordt in de herfst/winter dus minder grondwater vastgehouden.



Figuur 5-3 Grondwaterstand en oppervlaktewaterstand Ter Idzard

In *Figuur 5-4* zijn de duurlijnen voor zowel de grondwaterstand (NRDB02) als het niveau van de oppervlaktewaterstand (NRDB01) weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grond- en oppervlaktewaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grond- en oppervlaktewaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grond- en oppervlakterwaterstand in meter beneden maaiveld (m-mv) weergegeven. Uit deze duurlijnen blijkt dat gedurende de gehele meetperiode de grondwaterstand niet onder het niveau van het oppervlaktewaterpeil daalt. Mogelijk wordt dit mede veroorzaakt door de aanwezigheid van kwel vanuit de hoger gelegen zandgronden (zie 5.1.3 "Positionering binnen het grondwatersysteem"). De grondwaterstand bevindt zich over de gehele meetperiode globaal tussen de 0,6 en 0,9 meter minus maaiveld.



Figuur 5-4 Duurlijn grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

5.6 Conclusie

- Met onderwaterdrainage in combinatie met hoge slootpeilen en wateraanvoer is het mogelijk om in perioden van neerslagtekort (droge perioden) de grondwaterstand hoog te houden;
- In situaties met infiltratie, zoals op de flank langs het Tsjongerdal, zakt in (zeer) droge perioden de grondwaterstand diep onder maaiveld (tot meer dan 2 meter); Dit is een groot verschil met de laaggelegen percelen binnen dezelfde praktijkproef waar wateraanvoer wel mogelijk is.

5.7 Discussie

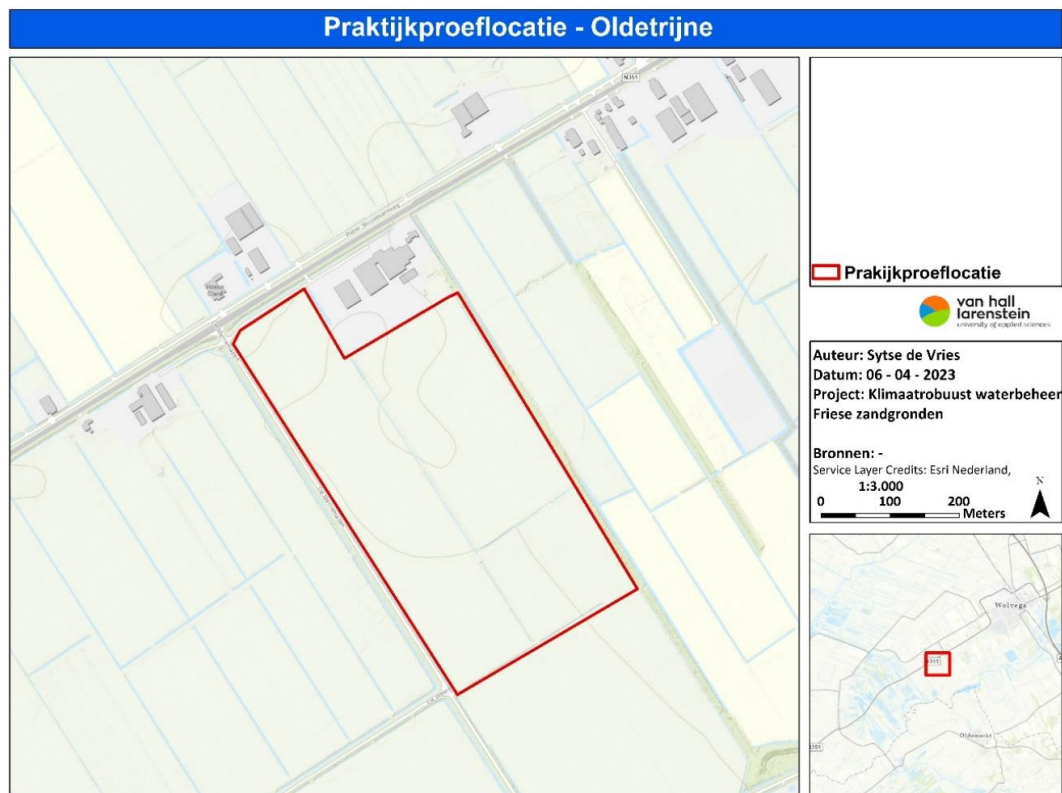
- Met twee jaar is de meetreeks van deze praktijkproef nog relatief kort. Bovendien was de zomer van 2021 erg nat. De getoonde meetperiode is daarom nog niet erg representatief;
- Alle grondwatermeetpunten meten de stijghoogte onder de slecht doorlatende laag en niet de freatische grondwaterstand. Dit geeft voor natte situaties waarschijnlijk een wat vertekend (te droog) beeld.
- Grondwatermeetpunt NH03 voegt weinig toe aan het grondwatermeetpunt NH02. Nu grondwatermeetpunt NH03 onherstelbaar beschadigd is, zou daarom besloten kunnen worden om dit meetpunt niet meer te vervangen.
- In juni 2021 zijn de maatregelen water vasthouden uitgevoerd, mogelijk geeft dit een vertekend beeld van de resultaten van het hydrologisch jaar van 2021.



6 Oldetrijne

Deze praktijkproef is gelegen aan de Pieter Stuyvesantweg te Oldetrijne (*Figuur 6-1*). De percelen binnen de praktijkproef zijn in gebruik als grasland ten behoeve van de melkveehouderij.

Doel van de praktijkproef is om water op deze droogtegevoelige percelen langer vast te houden. Dit is mogelijk gemaakt door de aanleg van onderwaterdrainage op het blok ten zuidwesten van het bedrijf in combinatie met wateraanvoer. (Aequator Groen & Ruimte bv, 2020). Het waterniveau in de drainages wordt daarbij aangestuurd via het oppervlaktewaterpeil (stuw).



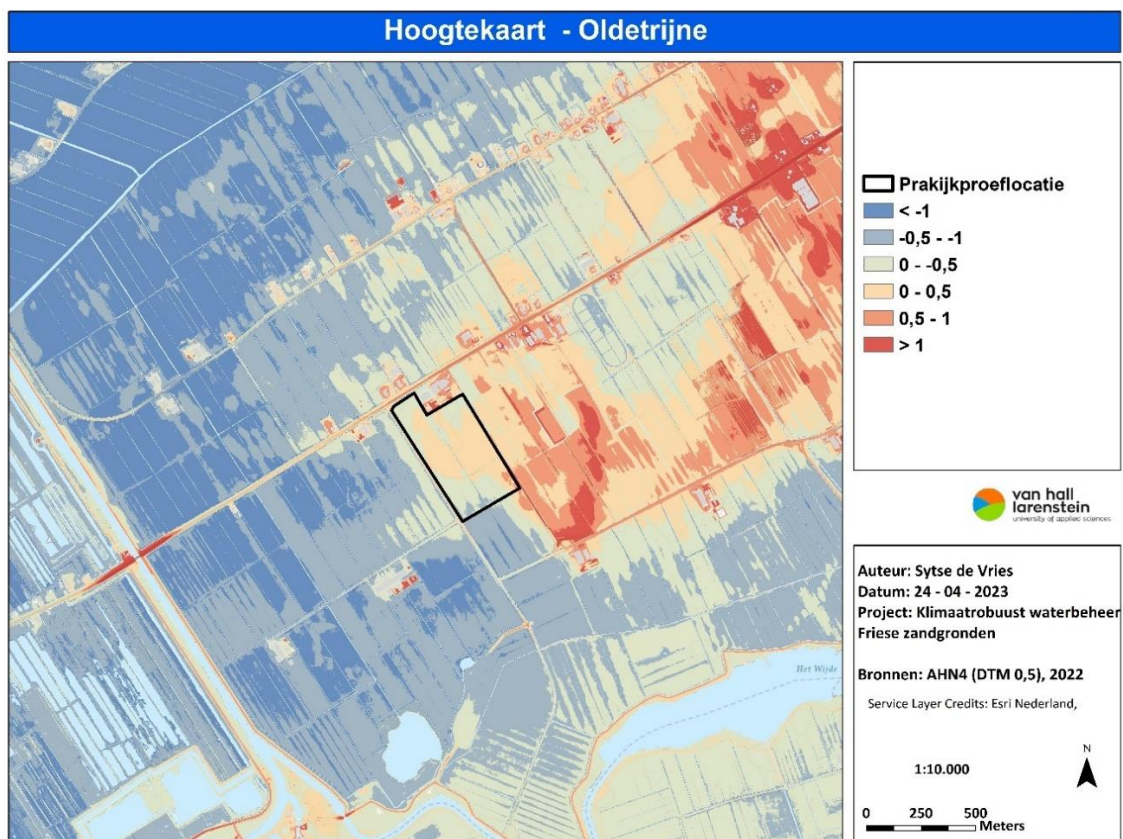
Figuur 6-1 Topografische kaart praktijkproeflocatie Oldetrijne



6.1 Gebiedsbeschrijving

6.1.1 Maaiveldhoogte

De hoogtekkaart laat zien dat de praktijkproeflocatie zich voor een belangrijk deel op een hoger gelegen dekzandrug bevindt. Deze zandrug is een westelijke uitloper van het Drents Plateau. De omgeving ligt lager en bestaat uit veenpolders (Haartsen, Ontgonnen verleden (Friesland), 2009). Het hoogste punt van de praktijkproeflocatie is gelegen op 0,5 m boven NAP en het laagste punt op -1 m NAP (AHN, 2021).

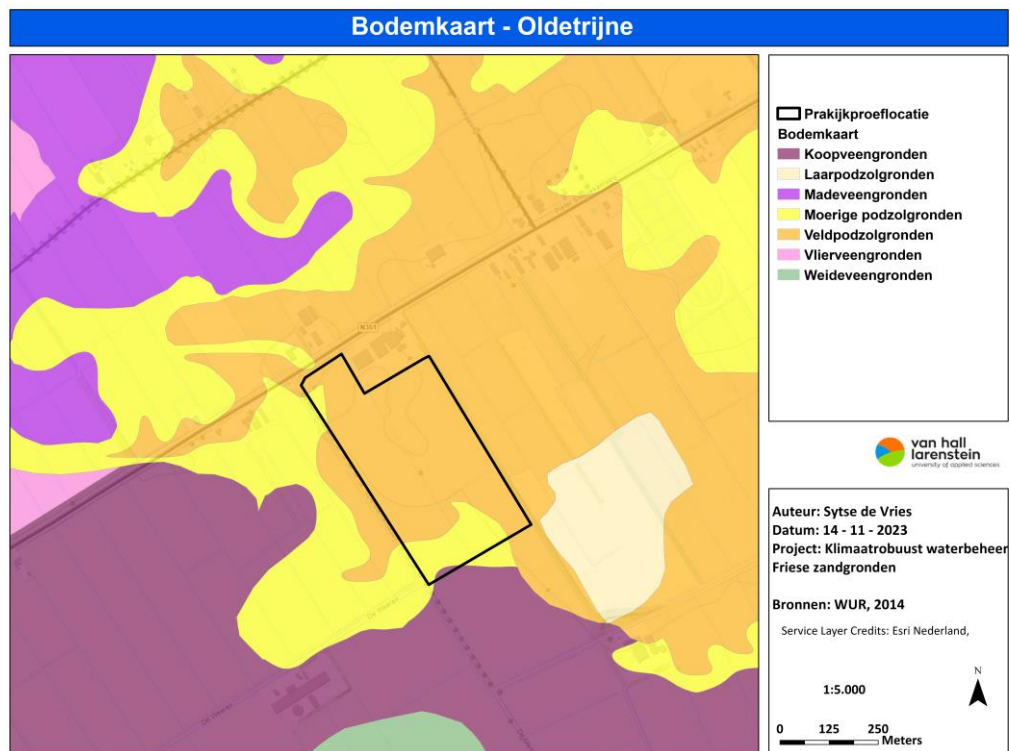


Figuur 6-2 Hoogteligging Praktijkproeflocatie – Oldetrijne (AHN, 2021)



6.1.2 Bodem

Op de praktijkproeflocatie bestaat de bodem voornamelijk uit Veldpodzolgronden (dekzandrug). Moerige podzolgronden komen voor in het zuidelijke deel van de praktijkproeflocatie (WUR, 2014). Veldpodzolbodems bestaan uit goed doorlatend (licht)bruin, matig fijn tot grof zand. De bovenlaag van de moerige podzolgronden bestaat uit moerig (veenachtig) materiaal.

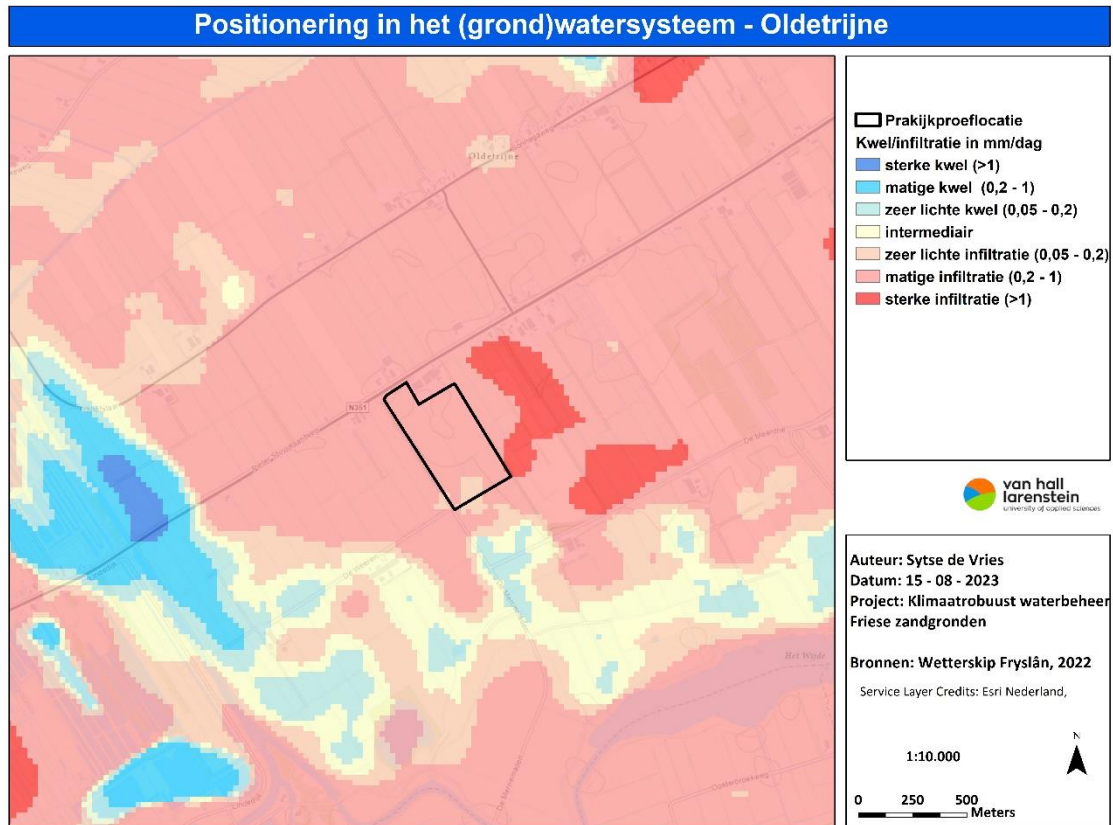


Figuur 6-3 Bodemkaart praktijkproeflocatie en omgeving (WUR, 2014)



6.1.3 Positionering binnen het (grond)watersysteem

Figuur 6-4 laat zien, dat er infiltratie aanwezig is op de praktijkproeflocatie en in de omgeving. Ter plaatse van de praktijkproef is de infiltratie 0,2 – 1,0 mm/dag (Wetterskip Fryslân, 2022). Een klein deel met zeer lichte infiltratie komt voor bij de moerige podzolgronden in het lage deel van het perceel (Bodem en hoogtekaart).



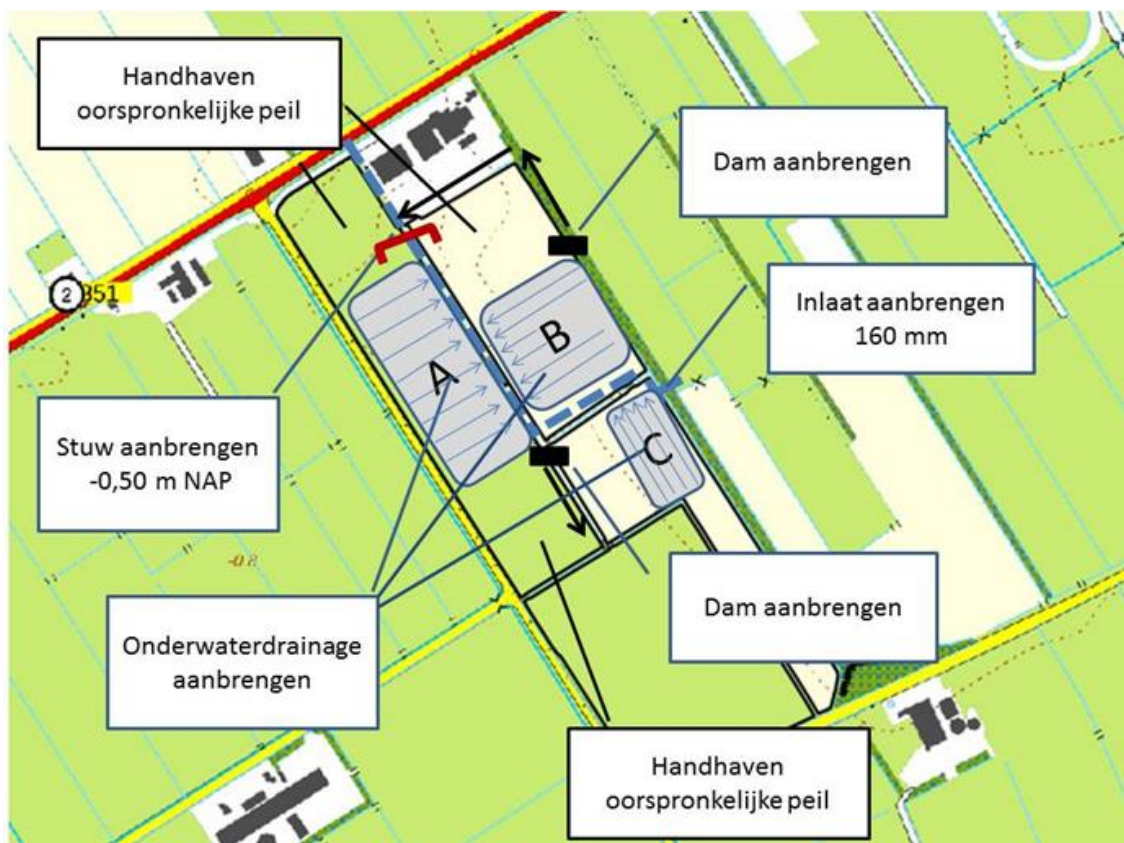
Figuur 6-4 Kwel en infiltratiekaart – Oldetrijne (Wetterskip Fryslân, 2022)



6.2 Beschrijving maatregelen

In het kader van dit project zijn in het voorjaar van 2020 de percelen ondiep en intensiever gedraineerd (onderwaterdrainage). De drains zijn op een diepte van 0,7 meter onder maaiveld gelegd en met een drainafstand van 10 meter. Vervolgens is middels een nieuwe stuw het slootpeil verhoogd van 1,60 m-NAP winterpeil en 1,30 m-NAP zomerpeil naar 0,90 m-NAP winterpeil/0,50 m-NAP zomerpeil. Een peilverhoging dus van 0,7 (winterpeil) tot 0,8 meter (zomerpeil). Dit betekent dat bij zomerpeil de drains zich 0,1 meter onder het slootpeil bevinden. Er kan dan water vanuit de sloot via de drains worden geïnfiltreerd naar het grondwater. Er is bij deze praktijkproef sprake van wateraanvoer vanuit de Friese Boezem via een al bestaande opmaling vanaf het riviertje De Linde.

In het referentieperceel ten noorden van de Pieter Stuyvesantweg (grondwatermeetpunt (WTTV01) zijn geen maatregelen uitgevoerd en is niet gedraineerd. Het winterpeil is hier 1,3 m - NAP en zomerpeil is 1,7 m - NAP (Wetterskip Fryslân, 2022).



Figuur 6-5 Inrichtingsplan praktijkproef water vasthouden Oldetrijne (bron: Aequator, 2020)



6.3 Monitoring

Om het effect op de grondwaterstanden te monitoren zijn vijf meetpunten geplaatst. Vier grondwatermeetpunten en een oppervlaktewatermeetpunt.

WTTV02, WTTV03 en WTTV05 zijn de grondwatermeetpunten op de praktijkproeflocatie.

Eén van deze grondwatermeetpunten (WTTV05) is verbonden met het telemetriesysteem van Wetterskip Fryslân en is online te raadplegen via de site van het waterschap:

<https://www.wetterskipfryslan.nl/kaarten/grondwaterstanden>.

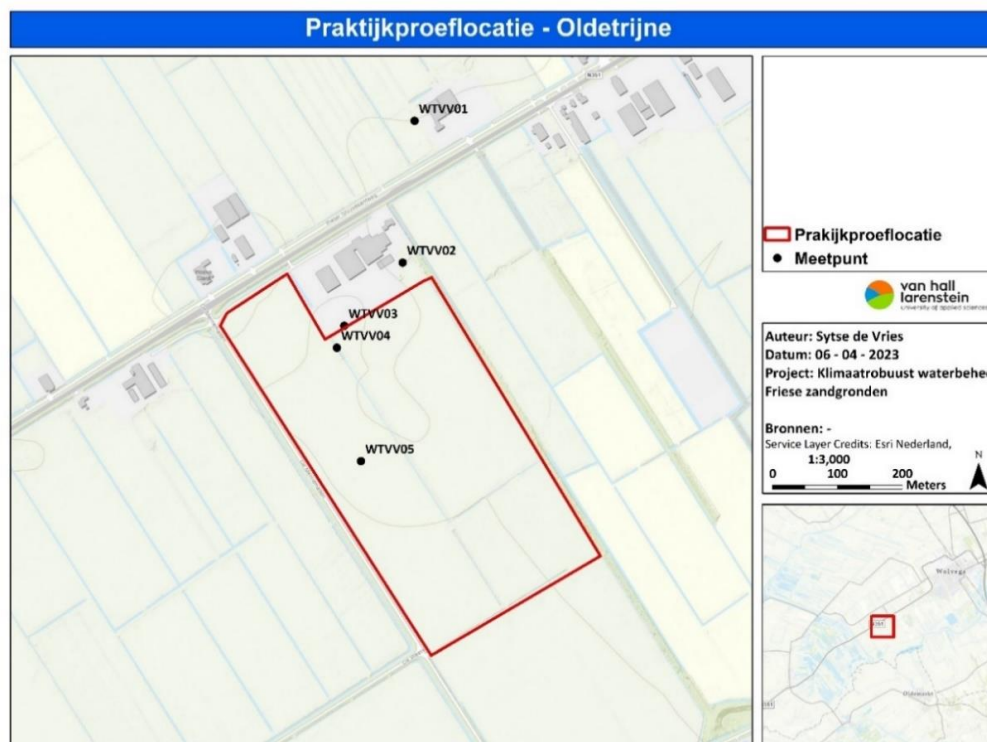
WTTV02 en WTTV03 zijn ingericht met een datalogger van diver.

Ten noorden van het bedrijf is een grondwatermeetpunt ingericht welke dient als referentiepunt (WTTV01). Hier zijn dus geen maatregelen uitgevoerd.

Naast deze drie grondwatermeetpunten is binnen deze praktijkproef ook een oppervlaktewatermeetpunt aangebracht (WTTV04). Ook dit meetpunt is verbonden met de telemetrie van het waterschap, maar is tevens ingericht met een datalogger.

Oppervlaktewatermeetpunt WTTV04 wordt dus zowel online als met behulp van een datalogger gemeten.

De gegevens van de dataloggers zijn regelmatig gecontroleerd met enkele handmetingen. (Zie Bijlage VI: Validatie handmetingen).



Figuur 6-6 Topografische kaart praktijkproeflocatie Oldetrijne



Tabel 6-1 geeft een overzicht van de filterdieptes ten opzichte van maaiveld (mv). De maaiveldhoogtes van de meetpunten is ten opzichte van meter NAP weergegeven. In Tabel 6-1 is te zien, dat de grondwatermeetpunten allemaal dezelfde filterlengtes hebben van 1,0 meter. De filterdiepte is echter niet overal gelijk. Andere technische gegevens over de metadata. Zie bijlage VI: Technische gegevens.

Tabel 6-1 Technische gegevens hydrologisch meetnet praktijkproef Oldetrijne (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Meetpunt	Bovenkant Filter (m-mv)	Onderkant Filter (m-mv)	Maaiveld (m t.o.v. NAP)
WTTV01	1,15	2,15	-0,06
WTTV02	1,99	2,99	0,25
WTVV03	2,02	3,02	0,13
WTTV04	*	*	*
WTTV05	1,95	2,95	0,24

*Oppervlaktewatermeetpunt

Plaatselijk is bij (grondwater)meetpunt WTTV01 een slechtdoorlatende leemlaag aanwezig op een diepte van 0,6 m tot 1,60 m

Bijlage VI: Boorbeschrijvingen bevinden zich aanvullend alle boorbeschrijvingen van de (grondwater) meetpunten.

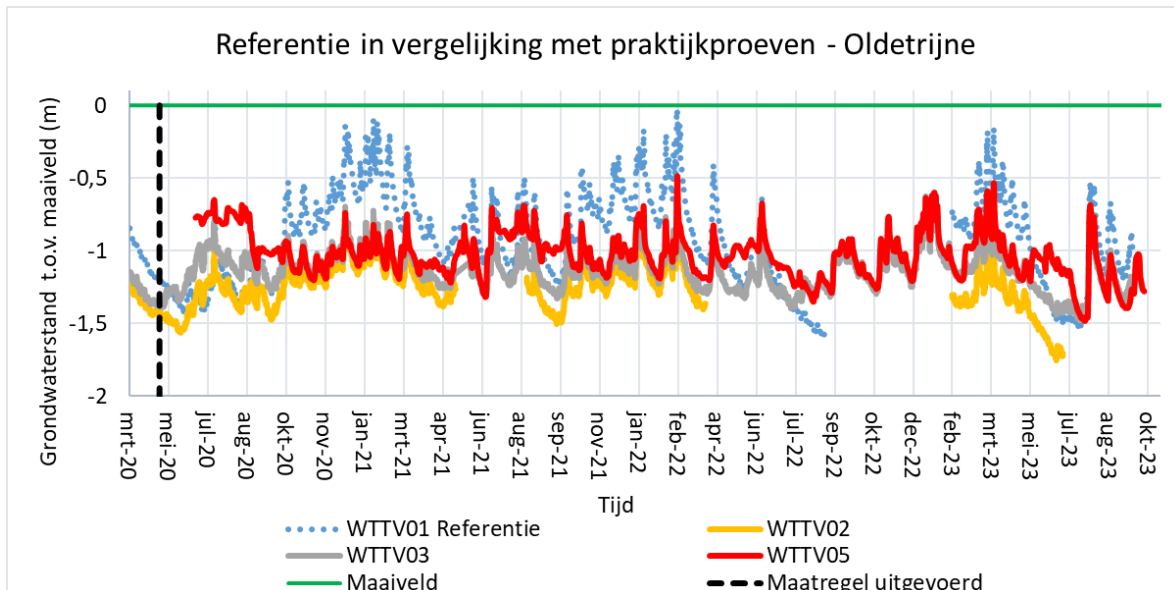
6.4 Evaluatie grondwaterstanden

De meetperiode van deze praktijkproef ligt tussen maart 2020 en september 2023. Een meetperiode van ruim 3 jaar dus. Bij enkele peilbuizen zijn in deze periode storingen opgetreden. Daardoor zijn enkele meetreeksen incompleet. In de onderstaande Tabel 6-2 is te zien, wanneer dat heeft plaatsgevonden.

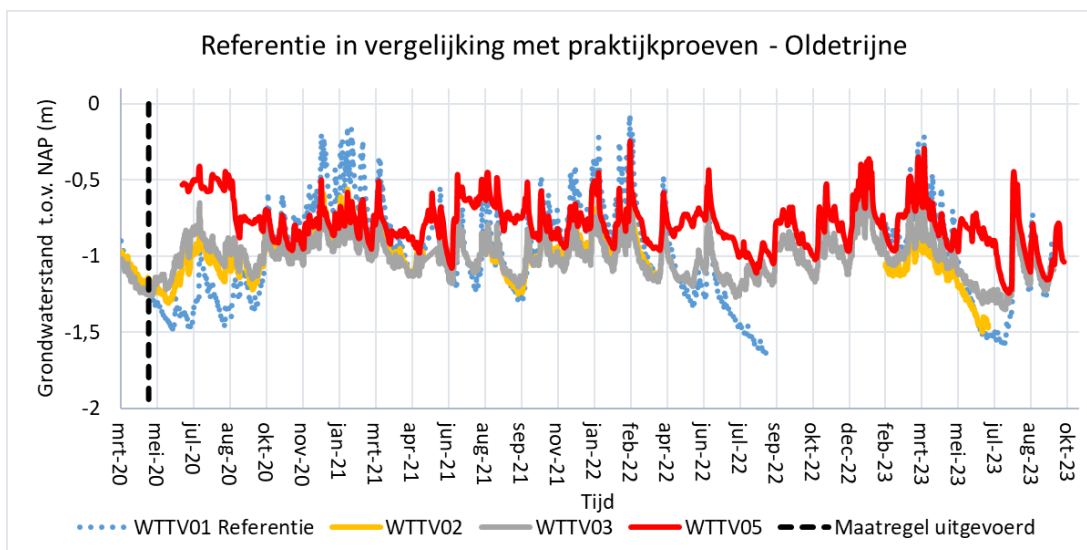
In Figuur 6-7 en Figuur 6-8 is het verloop van de grondwaterstand weergegeven van de peilbuizen ten op zichte van maaiveld en NAP. Op grondwatermeetpunt WTTV01 na bevinden alle grondwatermeetpunten zich op het praktijkproefperceel (Zie paragraaf 6.3 Maatregelen).

Tabel 6-2 Ontbrekende meetdata

Meetpunt	Ontbrekende data
WTTV01	2 ^e helft mei 2021 en sep. 2022 - jan. 2023
WTTV02	2 ^e helft mei 2021 - jul. 2021, apr. 2022 - jan. 2023 en juli – sep. 2023
WTVV03	2 ^e helft mei 2021
WTTV04 (online)	Juli – sep. 2023
WTTV05 (online)	Mrt. 2020 - 1 ^e helft jun. 2020



Figuur 6-7 Verloop referentie in vergelijking met de praktijkproeven



Figuur 6-8 Verloop referentie in vergelijking met de praktijkproeven (NAP)

Om te kunnen beoordelen in hoeverre de maatregelen invloed hebben op de grondwaterstanden is een analyse gemaakt van de grondwaterdynamiek per hydrologisch jaar (1 april tot en met 31 maart).

De dynamiek van het grondwater is in beeld gebracht via de HG3 (gemiddelde hoogste grondwaterstand over een hydrologisch jaar), LG3 (Gemiddelde laagst grondwaterstand over een hydrologisch jaar), VG3 (de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand) (allen op basis van 14 daagse waarnemingen rond de 14^e en 28^e van de maand). De HG3 is het gemiddelde



van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar en de LG3 van de drie laagste waarnemingen binnen een hydrologisch jaar. De VG3 is de gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar op basis van de waarnemingen op 14, 28 maart en 14 april (Knotters, De Gruijter, van der Horst, Heuvelink, & Hoogland, 2004). De LG3 wordt meestal gemeten aan het eind van de zomer en de HG3 aan het eind van de winter/vroege voorjaar.

Naast de GXG's zijn ook de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) bepaald. De RHG en RLG zijn berekend op basis van gemiddelde dagwaarnemingen. RHG en RLG zijn ontworpen voor hoogfrequentmetingen en worden berekend op basis van dagwaarden. De RHG is de 7^e percentielwaarde en de RLG de 93 percentielwaarde van de meetreeks

Over de gehele meetperiode van ruim 3 jaar zijn de GHG, GLG en GVG berekend. Voor het vaststellen van betrouwbare GXG's zijn echter meetreeksen van tenminste 8 jaar nodig. (Averink, 2013). De berekende gemiddelde grondwaterstanden zijn dus voorlopig.

In onderstaand overzicht zijn de berekende resultaten van de HG3, GHG, LG3, GLG, VG3, RHG en RLG weergegeven.

Tabel 6-3 Grondwaterkenmerken op basis van hydrologische jaren

Peilbuis		WTTV01 (Referentie)		WTTV02 (Praktijkproef)		WTTV03 (Praktijkproef)		WTTV05 (Praktijkproef)	
Para- meter	Jaar	m-mv	m-NAP	m-mv	m-NAP	m-mv	m- NAP	m-mv	m-NAP
HG3	2020**	-0,31	-0,37	-0,96	-0,71	-0,94	-0,81	-	-
	2021	-0,55	-0,61	-	-	-1,04	-0,91	-0,87	-0,63
	2022	-	-	-	-	-0,86	-0,73	-0,78	-0,54
	Gem/GHG	-0,43	-0,49	-	-	-0,95	-0,82	-0,82	-0,58
RHG (7%)	2020**	-0,37	-0,43	-0,98	-0,73	-0,92	-0,79	-	-
	2021	-0,43	-0,49	-	-	-0,86	-0,73	-0,81	-0,57
	2022	-	-	-	-	-0,82	-0,69	-0,78	-0,54
	Gem.	-0,40	-0,46	-	-	-0,87	-0,74	-0,79	-0,55
LG3	2020**	-1,37	-1,43	-1,49	-1,24	-1,34	-1,21	-	-
	2021	-1,14	-1,20	-	-	-1,26	-1,13	-1,17	-0,93
	2022	-	-	-	-	-1,32	-1,19	-1,25	-1,01
	Gem/GLG	-1,26	-1,32	-	-	-1,31	-1,18	-1,21	-0,97
RLG (93%)	2020**	-1,35	-1,41	-1,46	-1,21	-1,33	-1,20	-	-
	2021	-1,14	-1,20	-	-	-1,24	-1,11	-1,16	-0,92
	2022	-	-	-	-	-1,28	-1,15	-1,25	-1,01
	Gem.	-1,24	-1,30	-	-	-1,31	-1,18	-1,20	-0,96
VG3	2020**	-0,76	-0,82	-1,21	-0,96	-1,13	-1,00	-	-
	2021	-0,95	-1,01	-1,33	-1,08	-1,22	-1,09	-1,14	-0,90
	2022	-	-	-	-	-1,00	-0,87	-0,89	-0,65
	Gem/GVG	-0,85	-0,96	-1,27	-1,02	-1,12	-0,99	-1,02	-0,78



-Geen volledige meetreeks van een hydrologisch jaar beschikbaar door ontbreken van data
 **Mei 2020 is de maatregel genomen

HG3: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar

RHG: Representatieve Hoogste Grondwaterstand

GHG: Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (Gemiddelde van de HG3)

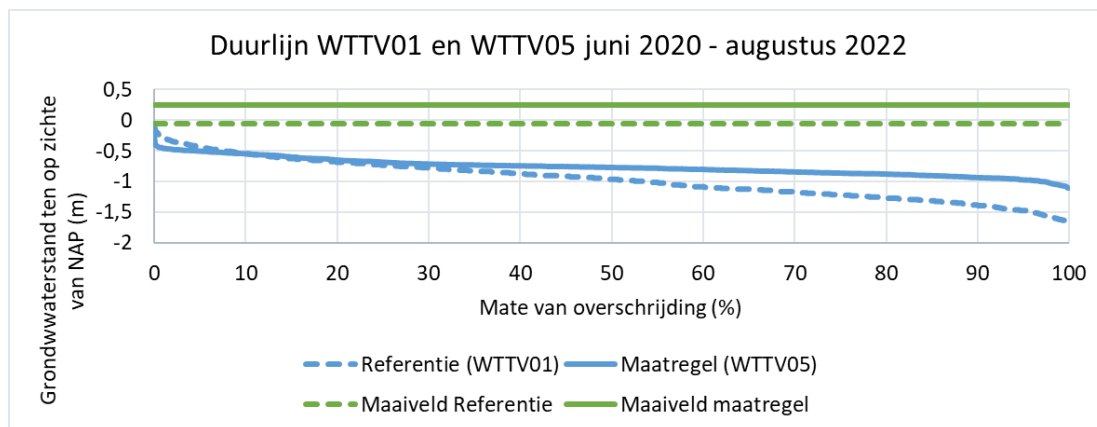
LG3: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand over een hydrologisch jaar

RLG: Representatieve Laagste Grondwaterstand

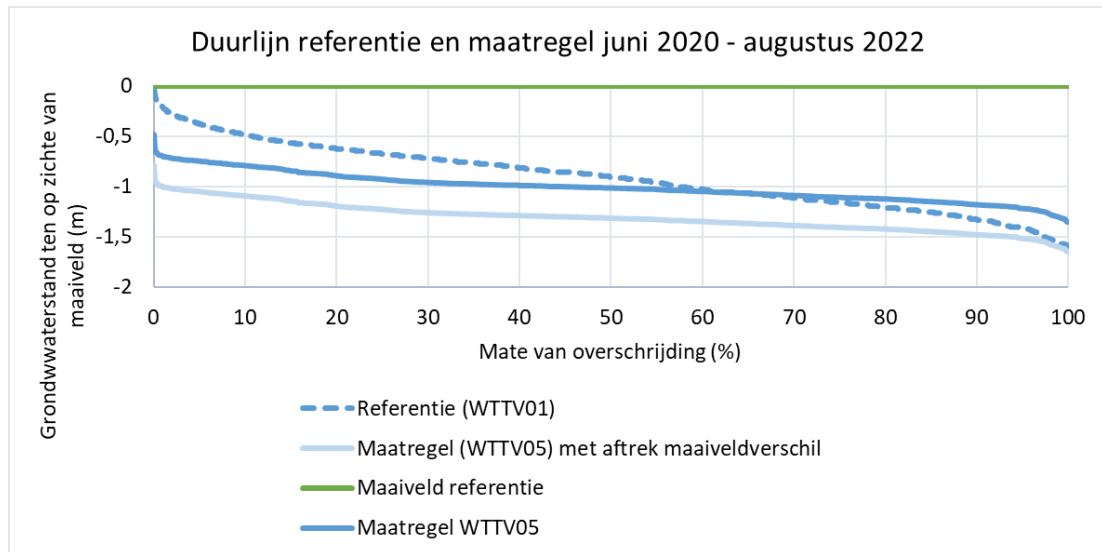
GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (Gemiddelde van de LG3)

Uit de analyse blijkt dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG), Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Gemiddelde Voorsjaars Grondwaterstand (GVG) binnen de praktijkproef lager is dan bij het referentieperceel. De Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en representatieve laagste grondwaterstand (RLG) van de praktijkproef zijn echter hoger dan in het referentieperceel. Daarmee is binnen de praktijkproef dus sprake van een stabielere grondwaterstand (minder fluctuatie).

Naast analyse van de grondwaterdynamiek via GXG's en RXG's zijn ook duurlijnen gemaakt. Daarbij worden twee peilbuizen nader toegelicht, namelijk referentiepeilbuis WTTV01 (waar geen maatregelen zijn toegepast) en meetpunt WTTV05 (praktijkproef). De locatie van de buizen is weergegeven in *Figuur 6-5*. De resultaten van de andere peilbuizen zijn terug te vinden in *Bijlage VI: Duurlijnen*



Figuur 6-9 Duurlijn WTTV01 en WTTV05 ten opzichte van NAP



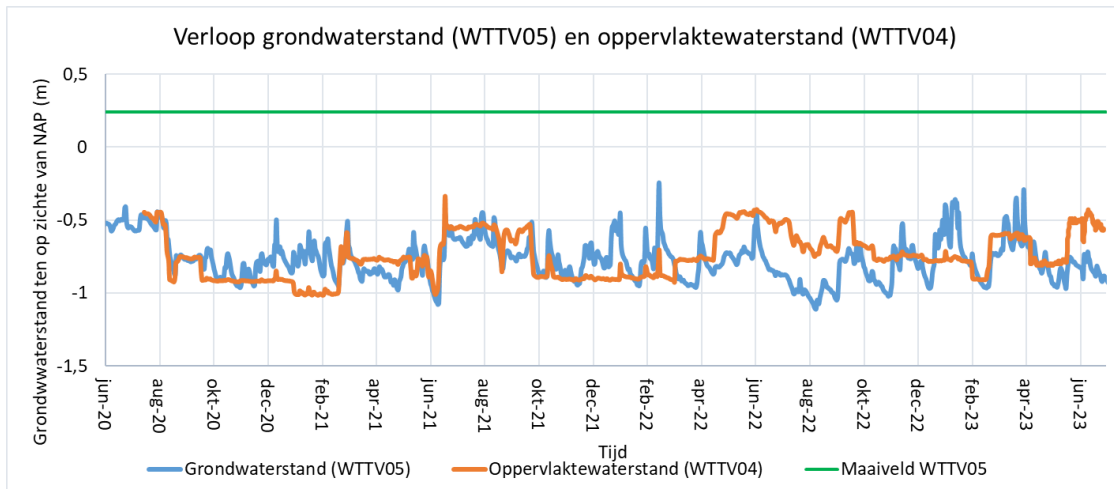
Figuur 6-10 Duurlijn WTTV01 ten opzichte van maaiveld

In *Figuur 6-9* en *Figuur 6-10* zijn de duurlijnen voor de peilbuizen WTTV01 (referentie) en WTTV05 (praktijkproef) weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grondwaterstand wordt overschreden. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand t.o.v. NAP en beneden maaiveld (m-mv) (H2O, 2014).

De duurlijnen illustreren een duidelijk verschil tussen de grondwaterstanden in het referentieperceel en de praktijkproef. Ten opzichte van maaiveld zijn de grondwaterstanden in het meetpunt waar de praktijkproef wordt uitgevoerd in natte periode lager en in de droge periode hoger dan bij het referentiemeetpunt (WTTV01). De grondwaterstand is in het praktijkproef perceel dus stabiel, maar zakt in droge periode bijna net zo diep weg als bij het referentieperceel. Met aftrek maaiveldverschil is dat net onder de grondwaterstand van de referentie. Dit is dus aan de lage kant.

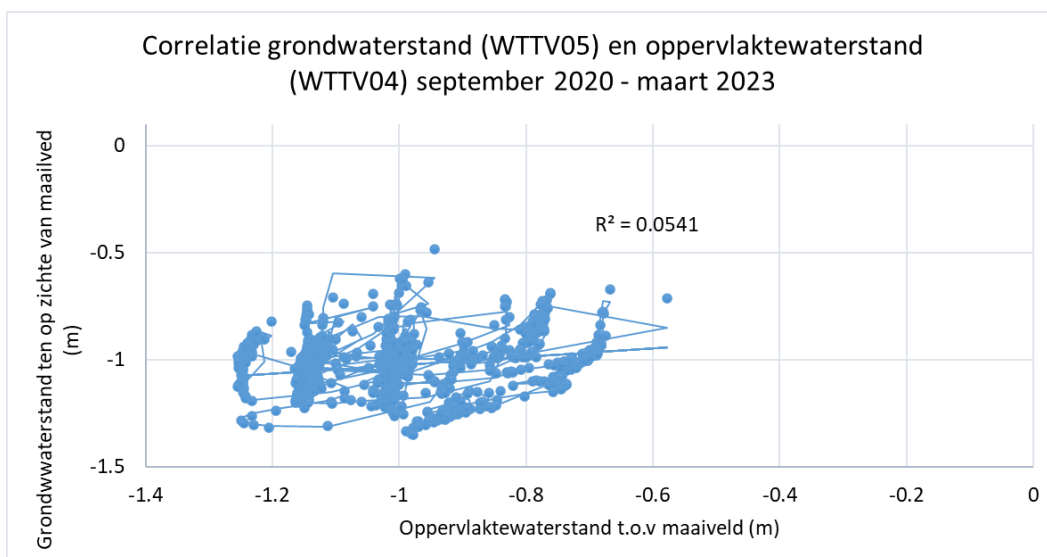
6.5 Relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

In onderstaande grafiek zijn voor de meetperiode juni 2020 tot en met juni 2023 de oppervlaktewaterstand en de grondwaterstand tegen elkaar uitgezet. Duidelijk is te zien dat in perioden van neerslagtekort, bijvoorbeeld mei 2022 t/m augustus 2022, het slootpeil hoger is dan de grondwaterstand. Op deze momenten vindt vanuit de sloot, via de drains infiltratie plaats naar het grondwater. Op momenten van neerslagoverschot, zoals bijvoorbeeld in de winter van 2020/2021 en in de winter van 2021/2022, is de grondwaterstand hoger dan de oppervlaktewaterstand. Op deze momenten voeren de drains het grondwater af naar de sloot.



Figuur 6-11 Verloop grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

Aanvullend is berekend of er een correlatie is tussen grond- en oppervlaktewaterstand. Uit onderstaande spreidingsdiagram blijkt dat er nauwelijks of geen correlatie kan worden aangetoond voor de gehele periode. Toch blijkt duidelijk uit het verloop van de grondwaterstand dat deze wordt beïnvloed door het oppervlaktewaterpeil. In natte perioden stijgt de grondwaterstand minder hoog dan in referentiesituatie (WTTV01), terwijl in droge perioden de grondwaterstand juist minder diep uitzakt.

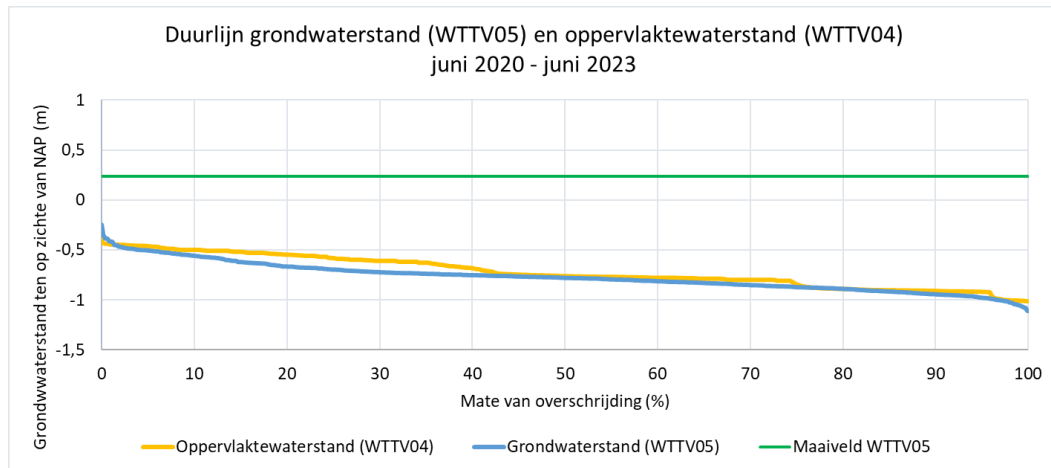


Figuur 6-12 Correlatie grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

In *Figuur 6-13* zijn de duurlijnen voor zowel de grondwaterstand (WTTV05) als oppervlaktewaterstand (WTTV04) weergegeven. Op de x-as is aangegeven hoe vaak de geplote grondwaterstand voorkomt. Bij 100 procent geldt dus dat in 100 procent van de



gevallen de grondwaterstand hoger is dan dit niveau (100 procent = gehele meetperiode). Op de y-as is de grondwaterstand in meter beneden maaiveld (m-mv) weergegeven.



Figuur 6-13 Duurlijnen grondwaterstand en oppervlaktewaterstand

De duurlijnen illustreren dat de grondwaterstand en oppervlaktewaterstand relatief dicht bij elkaar liggen. Met name als de grondwaterstand en oppervlaktewaterstand zich rond 1 m onder maaiveld bevindt.

6.6 Grasopbrengst

Met het programma GrasSignaal is de grasopbrengst berekend. Dit programma is ontwikkeld door Wageningen Livestock Research en berekent de grasopbrengst onder ander op basis van de gemeten grondwaterstanden en het bodemtype. In dit geval is het verschil berekend tussen de meetpunten WTTV01 (referentieperceel) en WTTV05 (praktijkproefperceel).

Een standaard graslandgebruik en N bemesting is als input voor GrasSignaal gebruikt. (WUR, 2023). Achtergrondinformatie over de invoerdata is te vinden in *bijlage VII*.

In *Tabel 6-4* zijn de eigen ingevulde parameters van het model weergegeven.



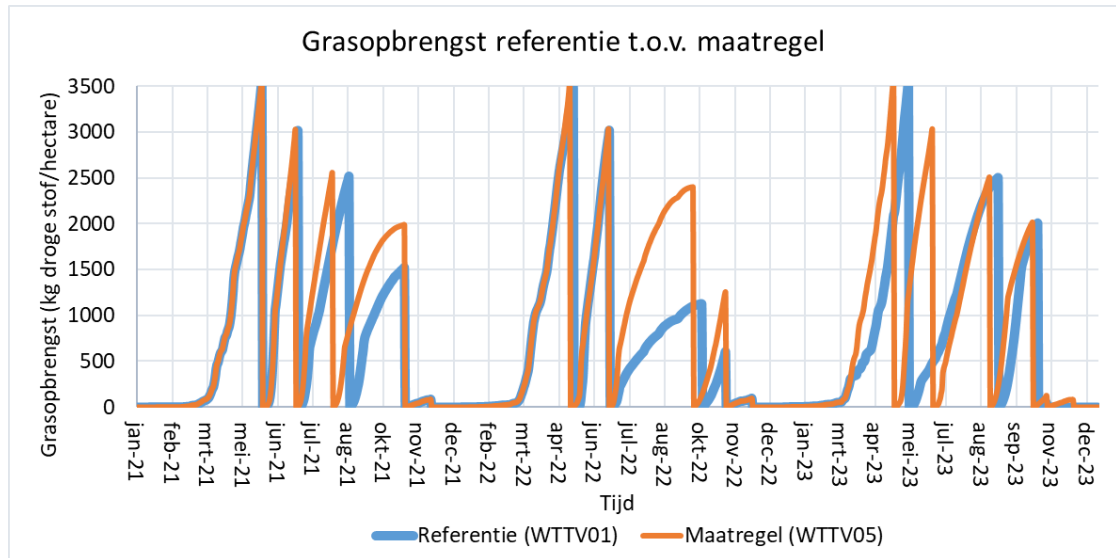
Tabel 6-4 Eigen ingevulde parameters GrasSignaal

Parameter	WTTV01 (Referentie)	WTTV05 (Maatregel)	Bron
Bovengrond	Leemarm fijn zand	Leemarm fijn zand	Eigen boringen (Zie bijlage V boorbeschrijving)
Ondergrond	Zandige leem	Leemarm fijn zand	Eigen boringen (Zie bijlage V boorbeschrijving)
GHG (cm -mv)			(Hoofdstuk 6.4 Evaluatie grondwaterstanden) en uit het grondwatermodel (Provincie Fryslân, 2019)
2021	40	87	
2022	50 (grondwatermodel)	91	
2023	50 (grondwatermodel)	68	
GLG (cm -mv)			
2021	114	117	
2022	152	126	
2023	146	140	
Slootdiepte (cm)	140	140	
Stikstof leverend vermogen (kg N/ha/jaar)	140	140	(WUR, 2023)
Kwel/Infiltratie (mm/dag)	0,7	0,7	(Wetterskip Fryslân, 2022)
Buisdrainage	Nee	Ja, 70 cm onder maaiveld	(Aequator Groen & Ruimte bv, 2020)
Greppels	Nee	Nee	Veld en kaarten
Winterslootpeil (cm-mv)			WTTV01 uit peilbeheerkaart. WTTV05 uit metingen
2021	135 (-1,7 m NAP)	121 (-0,97 m NAP)	
2022	135 (-1,7 m NAP)	109 (-0,85 m NAP)	
2023	135 (-1,7 m NAP)	102 (-0,78 m NAP)	

In Tabel 6-6 is te zien, dat de boven en ondergrond bepaald is op basis van de uitgevoerde bodemboringen. De GHG en GLG zijn afgeleid uit de analyse van de grondwaterstanden paragraaf 2.4). Niet volledige jaren zijn opgehaald uit het grondwatermodel, wat een gemiddelde aangeeft. Voor de slootbodembedte is voor beide percelen uitgegaan van 140 cm. Voor het referentieperceel is het winterslootpeil afgeleid uit het winterpeil minus de maaiveldhoogte van ongeveer -0,35 m NAP nabij de sloot. Voor de praktijkproefperceel uit metingen minus de maaiveldhoogte van 0,24 m NAP (maaiveldhoogte van WTTV05).



In *Figuur 6-3* is het verloop van de grasopbrengst weergegeven.



Figuur 6-1 Grasopbrengst Oldetrijne (WUR, 2023)

De grafieken laten zien, dat er op het perceel waar de praktijkproef wordt uitgevoerd vaker en soms wat eerder kan worden gemaaid. Ook is de grasopbrengst van het praktijkproefperceel met name in 2022 (droge zomer) aanmerkelijk groter dan bij het referentieperceel. In 2023 kan zelfs een extra snede worden geoogst.

Tabel 6-5 Grasopbrengst Oldetrijne

Grasopbrengst in kg/stof/hectare	2021	2022	2023	Totaal
Referentie	10.597	8.280	8.118	26.995
Maatregel	11.138	10.204	11.263	32.605

De grasopbrengst is berekend op basis op de dag wanneer er is gemaaid. Na 1 november is niet meegenomen, omdat dit de laatste maaidatum is.

6.7 Conclusie

Uit de analyse van de gemeten grondwaterstanden blijkt dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG), Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) in het perceel met peilgestuurde drainage lager is dan in het referentieperceel. De Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) van referentie- en praktijkproefperceel zijn nagenoeg gelijk. De grafieken laten zien dat de grondwaterstand wordt beïnvloedt door het oppervlaktewaterpeil, ook al is niet een duidelijke statistische correlatie berekend tussen de oppervlaktewaterstand en de (peilgestuurde) grondwaterstand.



Door het toepassen van onderwaterdrainage in combinatie met wateraanvoer wordt de grondwaterstand in het algemeen stabiel door voeding van grondwater vanuit de sloot via de drains in droge perioden. Ten opzichte van maaiveld daalt de grondwaterstand minder ver dan in referentiesituatie. Verder is door de aanwezigheid van drainage de GHG hier lager dan in het referentieperceel. In natte perioden voeren de drains het grondwater af.

6.8 Discussie

De zomer van 2021 was een erg natte zomer. Daarmee is dit jaar dus minder representatief. Daar komt bij dat voor andere jaren de nodige meetdata ontbreekt (op soms cruciale momenten). Daardoor is het onderling vergelijken van de reeksen soms het vergelijken van appels met peren. Door het ontbreken van meetdata blijft de vraag hoe ver referentiemeetpunt (WTTV01) uitzakt in echt droge zomers. Door een storing (defecte datalogger) zijn er voor het referentiemeetpunt geen meetgegevens van de droge zomer van 2022. Verder zijn in mei 2020 de maatregelen uitgevoerd. Mogelijk geeft dit een vertekend beeld voor de resultaten van het hydrologisch jaar van 2020.

Verder is dit systeem van sub-irrigatie via onderwaterdrains sterk afhankelijk van wateraanvoer vanuit het IJsselmeer. In de toekomst kan zomers de beschikbaarheid van zoet IJsselmeerwater verminderen. Dit maakt dit systeem kwetsbaar bij klimaatverandering.



7 Literatuurlijst

- Aequator. (2019). *Notitie Monitoringsplan*. Hardewijk. Opgeroepen op juli 19, 2023
- Aequator. (2019). *Uitwerking advies, ELAN, MTS Noordenburg*.
- Aequator Groen & Ruimte bv. (2019). *Drainageadvies - ELAN - Haule*. Opgeroepen op mei 15, 2023
- Aequator Groen & Ruimte bv. (2020). *Drainageadvies - watervasthouden ELAN - Oldetrijne*. Hardewijk. Opgeroepen op april 13, 2023
- AHN. (2021, juni). *AHN4 - Download kaartbladen*. Opgeroepen op april 13, 2023, van ArcGIS:
<https://hub.arcgis.com/maps/f94e188409724e67bb6069e33bfc0cd0/explore>
- Averink, J. (2013). *Methoden voor bepalen hoogste en laagste grondwaterstanden*. Enschede: Wareco. Opgeroepen op april 18, 2023, van
http://essay.utwente.nl/64285/1/Averink_Arjan.pdf
- BRO. (2023). *Ondergrondgegevens*. Opgeroepen op september 19, 2023, van Dinoloket:
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- de Bakker, H., & Locher, W. (1990). *Bodemkunde van Nederland*. Den Bosch: Malmberg. Opgeroepen op april 24, 2023
- De Boer advies en uitvoering. (2020). *Rapportage van het inrichten en automatiseren zes hydrologische meetnetje t.b.v. praktijkproeven waterconserving in zuid oost Fryslân*. Opgeroepen op april 13, 2023
- de Vries, S. (2023, september 29). *Boringen Praktijkproef Haule*. Haule, Friesland.
- de Vries, S., & Medenblik, J. (2023, september 12). *Veldwerk bodemboringen Twijzel*.
- Esri. (2023). *IDW (Spatial Analyst)*. Opgeroepen op oktober 2, 2023, van pro.arcgis.:
<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/idw.htm>
- H2O. (2014, januari 15). *Beekdalherstel succesvol voor wateropgaven, natuur én boerenbedrijf*. Opgeroepen op april 20, 2023, van H2O waternetwerk:
<https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/beekdalherstel-succesvol-voor-wateropgaven-natuur-en-boeren-bedrijf>
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden (Friesland)*. Ede. Opgeroepen op mei 4, 2023, van
<https://edepot.wur.nl/144244>
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden (Friesland)*. Ede. Opgeroepen op mei 4, 2023, van
<https://edepot.wur.nl/144244>
- KNMI. (2022, mei 17). *En weer start de zomer met een flink neerslagtekort*. Opgeroepen op november 21, 2023, van KNMI: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/en-weer-start-de-zomer-met-een-flink-neerslagtekort>
- KNMI. (2023). *KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland*. De Bilt: KNMI. Opgeroepen op december 11, 2023, van
https://cdn.knmi.nl/system/data_center_publications/files/000/071/901/original/KNMI23_klimaatsscenarios_gebruikersrapport_23-03.pdf
- Knotters, M., De Gruijter, J., van der Horst, J., Heuvelink, G., & Hoogland, T. (2004). *Grondwater opnieuw op de kaart*. Wageningen: Alterra. Opgeroepen op mei 9, 2023, van <https://www.wur.nl/nl/onderzoek->



- resultaten/onderzoeksinstituten/environmental-research/faciliteiten-tools/software-en-modellen/grondwaterdynamiek/parameters.htm
- LGN. (2020). *LGN2020*. Opgeroepen op augustus 3, 2023, van <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=0f104f605265470e8e72ab48c321b120>
- Medenblik, J. (2019, december). Maatregelen water vasthouden Twijzel Kootstertille. Opgeroepen op november 19, 2023
- Nutrinorm. (2016, oktober). *Giftberekening van meststoffen*. Opgeroepen op november 6, 2023, van NutriNorm: <https://nutrinorm.nl/meststoffen/giftberekening-van-meststoffen/>
- Provincie Fryslân. (2019). *Grondwater Atlas van Fryslân*. Opgeroepen op januari 5, 2024, van Provincie Fryslân: https://cuatro.sim-cdn.nl/fryslan/uploads/Grondwateratlas%20Frysl%C3%A2n%202020.pdf?cb=7Rc_IzY1
- van den Berg, M., Weideveld, S., Geurts, J., & Fritz, C. (2019, september 10). *CO₂, N₂O en CH₄ emissies en bodemdaling in de Friese veenweiden*. Opgeroepen op oktober 6, 2022, van <https://www.veenweidefryslan.frl/uploads/kennisbank-bestanden/co2-n2o-ch4-emissies-friese-veengebieden-gecomprimeerd.pdf>
- Veenweide Fryslân. (2022). *Onderwaterdrainage*. Opgeroepen op mei 31, 2022, van veenweidefryslan: <https://www.veenweidefryslan.frl/onderzoeken-en-innovatie/onderwaterdrainage>
- Wetterskip Fryslân. (2017, april 11). *Kaart actuele grondwaterstanden*. Opgeroepen op mei 24, 2023, van Wetterskip Fryslân: <https://www.wetterskipfryslan.nl/kaarten/grondwaterstanden>
- Wetterskip Fryslân. (2022). Peilbeheerkaart. Opgeroepen op november 15, 2023
- Wetterskip Fryslân. (2022). *Waterhuishoudingsplan 2016*. Opgeroepen op april 18, 2023
- WUR. (2014). Export_bodemkaart_Fryslan20220330.
- WUR. (2023). Gras signaal.
- WUR. (2023, november 28). Graslandgebruik en N giften voor simulatie grasopbrengsten met Grassignaal 20231128. Opgeroepen op december 6, 2023
- WUR. (2023, juli 13). Mondelinge mededeling van Idse Hoving. *Stikstofleverend vermogen*. Leeuwarden, Friesland. Opgeroepen op augustus 10, 2023



I Toelichting maatregelen

- Peilverhoging door bocht(en) op de duiker te plaatsen (locatie Twijzel/Kootstertille)
De duiker is verlengd met een stuk pvc-buis (welke in een hoek van ongeveer 45 graden staat), waardoor deze nu boven het water uitsteekt. Hierdoor wordt het oppervlaktewaterpeil in de sloot (gemiddeld 15 cm in voorjaar 2021) hoger. Deze bocht is nadat de sloot droog was komen te liggen in 2020 verwijderd en op 18 januari 2021 opnieuw op de duiker geplaatst.



Figuur I-1 Bocht op duiker (Medenblik, 2019)

- Peilgestuurde drainage (praktijkproeflocatie Haule)
De grondwaterstand kan worden beïnvloed door ondieper en intensiever (kleinere drainafstand) te draineren dan bij conventionele drainage. Hierdoor stoppen de drains eerder in het voorjaar met het afvoeren van grondwater.

Ook kan zogenaamde peilgestuurde drainage worden aangelegd. Bij dit systeem monden de drains niet meer uit in de sloot (zoals bij traditionele drainage), maar zijn de drains gekoppeld aan een verzameldrain. Deze verzameldrain komt uit in een put waarin de waterstand in de drains kan worden geregeld (*Figuur I-2*). Door in het vroege voorjaar het peil in de verzamelput op te zetten wordt voorkomen dat het grondwater via de drains wordt afgevoerd.



Figuur I-2 Verzamelput bij peilgestuurde drainage

- Stuw (praktijkproeflocaties: Haule, Nijberkoop, Ter Idzard en Oldetrijne)
Met het plaatsen van een stuw wordt de oppervlaktewaterstand verhoogd tot het gewenste niveau. In alle gevallen zijn regelbare stuwen geplaatst. De agrariër kan op basis van een minimale waterhoogte met balkjes zelf de stand van de stuw regelen. In de praktijk betekent dit in de meeste gevallen dat met name in het voorjaar en in de zomer de waterstand wordt opgezet.



Figuur I-3 Stuw regelt peil (Haule)

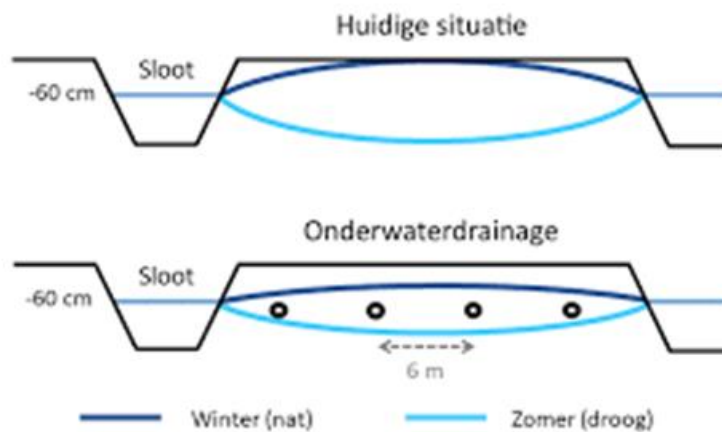


- Verondiepen sloot (praktijkpoef Haule)

Door de slootbodem te verhogen bij vrij afstromende waterlopen zal de betreffende sloot in het voorjaar sneller droogvallen en daardoor minder lang grondwater afvoeren.

- Onderwaterdrainage

Bij onderwaterdrainage worden de drains 10 tot 20 centimeter onder het slootpeil gelegd. Ook is de afstand tussen de drainages kleiner dan bij conventionele drainage. Met deze inrichting kan het oppervlaktewater in droge perioden via de drains infiltreren naar het perceel (*Figuur I-4*). Daarnaast is er het voordeel dat het grondwater in een natte periode makkelijker afgevoerd kan worden. (Veenweide Fryslân, 2022).



Figuur I-4 Geen onderwaterdrainage en onderwaterdrainage (van den Berg, Weideveld, Geurts, & Fritz, 2019)

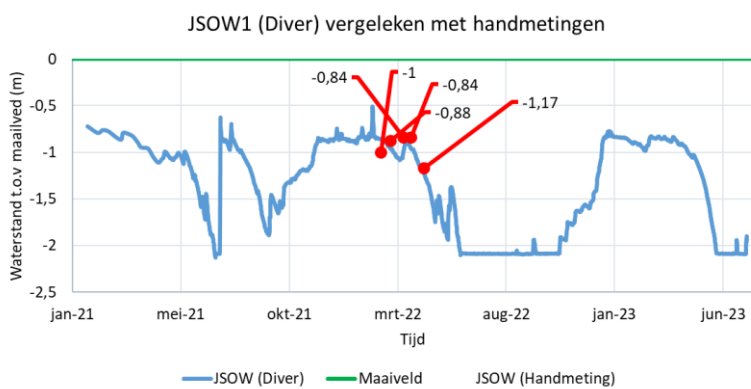
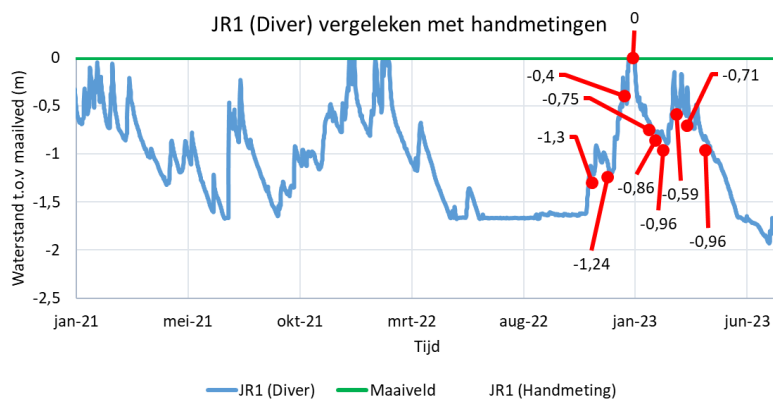
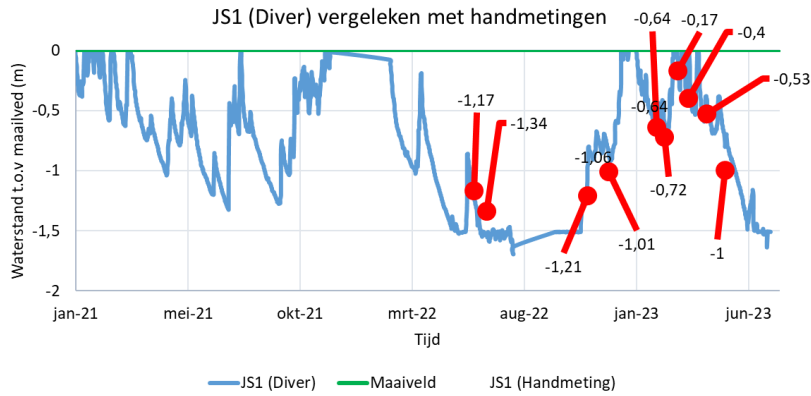
- Toedienen organische stof

Met dierlijke mest of compost wordt organische stof aan de bodem toegevoegd (Aequator, 2019). Doel hiervan is om het humusgehalte van de bodem te verhogen, zodat o.a. regenwater beter wordt vastgehouden in de bodem.



II Achtergrond info praktijkproef Twijzel - Kootstertille

Validatie met handmetingen Twijzel/Kootstertille





Technische gegevens Twijzel/Kootstertille

Meetpunt	X	Y	BKF (m-mv)	OKF (m-mv)	Bkb (m-NAP)	Maaiveld (m-NAP)	Soort put
JR1	201054	582749	0,75	1,75	2,26	2,40	Straatpot
JR2	200958	582786	0,75	1,75	2,40	2,50	Straatpot
JR3	201023	582813	1,10	2,10	2,33	2,38	Stoeptegels
JR4	200897	582863	1,10	2,10	2,42	2,47	Stoeptegels
JR5	200780	582910	1,10	2,10	2,84	2,89	Stoeptegels
JROW			n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
JS1	201074	582851	0,59	1,59	2,47	2,59	Straatpot
JS2	200981	582885	0,59	1,59	2,39	2,49	Straatpot
JS3	201046	582873	1,10	2,10	2,58	2,63	Stoeptegels
JS4	200920	582925	1,10	2,10	2,77	2,82	Stoeptegels
JS5	200810	582972	1,10	2,10	2,94	2,99	Stoeptegels
JSOW	201112	582815	n.v.t.	n.v.t.	2,04	n.v.t.	n.v.t.

Uitgangspunt is dat de peilbuizen met stoeptegels JR 3,4 en 5 en JS 3,4 en 5 5 centimeter onder het maaiveld bevinden en dat deze peilbuizen dezelfde lengte hebben van 2,05 meter. JR1, JS1 en JSOW zijn ingemeten door Aequator. JR2 en JS2 van Aequator is uitgangspunt 10 centimeter onder maaiveld

BKF: Bovenkant filter, OKF: Onderkant filter en Bkb: Bovenkant buis

Meetpunt	Bron
JR1	Aequator Munisense, 2023
JR2	Handmetingen VHL
JR3	Handmetingen VHL
JR4	Handmetingen VHL
JR5	Handmetingen VHL
JROW	Handmetingen VHL
JS1	Aequator Munisense, 2023
JS2	Handmetingen VHL
JS3	Handmetingen VHL
JS4	Handmetingen VHL
JS5	Handmetingen VHL
JSOW	Aequator Munisense, 2023



Boorbeschrijvingen Twijzel/ Kootstertille

PROFIELBESCHRIJVING JR2 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,50	Zand, leemarm, humusrijk zwart (teelaarde)
0,50 – 0,60	Zand, Inspoelingslaag
0,60 – 0,90	Zand, leemarm, oranje/bruin
0,90 – 1,90	(Dek)zand, geel
> 1,90	Keileem



Boorprofiel JR2 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

PROFIELBESCHRIJVING JR4 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,50	Zand, leemarm, sterk organisch materiaal (teelaarde)
0,50 – 0,70	Zand, leemarm (woudgrond)
0,70 – 1,00	Zand, leemarm, geel
1,00 – 1,80	Zand, sterk lemig, met leemlaagjes hier en daar steentjes
1,80 – 2,00	Zand, siltig, leemarm



Boorprofiel JR4 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)



PROFIELBESCHRIJVING JR5 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,50	Zand, leemarm, humusrijk, zwart (Teellaag)
0,50 – 0,70	Zand, leemarm, oranje/bruin (Woudgrond)
0,70 – 0,90	Zand, leemarm
0,90 – 1,40	Zand, leemhoudend met leemlaagjes
1,40 – 1,90	Keileem
1,90 – 2,00	Zand, leemarm, siltig zand met veel oxidatievlekken



Boorprofiel JR5 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

PROFIELBESCHRIJVING JS1 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,50	Zand, leemarm (teelaarde)
0,50 – 0,60	Zand, podzolgrond, grijs (uitspoelingslaag)
0,60 – 0,90	Zand, bruin (inspoelingslaag)
0,90 – 1,40	Zand, leemarm (dekzand)
1,40 – 1,80	Keileem



Boorprofiel JS1 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)



PROFIELBESCHRIJVING JS3 (de Vries & Medenblik, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,60	Zand, zwart (teelaarde)
0,60 – 1,00	Zand, leemarm, geel/bruin (woudgrond)
1,00 – 2,00	Zand, leemarm, siltig, met leemlaagjes, veel oxidatievlekken (1,00 -1,30)
2,00 – 2,20	Keileem



Boorprofiel JS3 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

PROFIELBESCHRIJVING JS4 (de Vries & Medenblik, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 -0,50	Zand, (teelaarde)
0,50 – 1,10	Zand, leemarm, bruin/geel/oranje
1,10 – 2,00	Keileem, met veel oxidatievlekken



Boorprofiel JS4 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)



PROFIELBESCHRIJVING JS5 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)

Boordatum: 12-9-2023

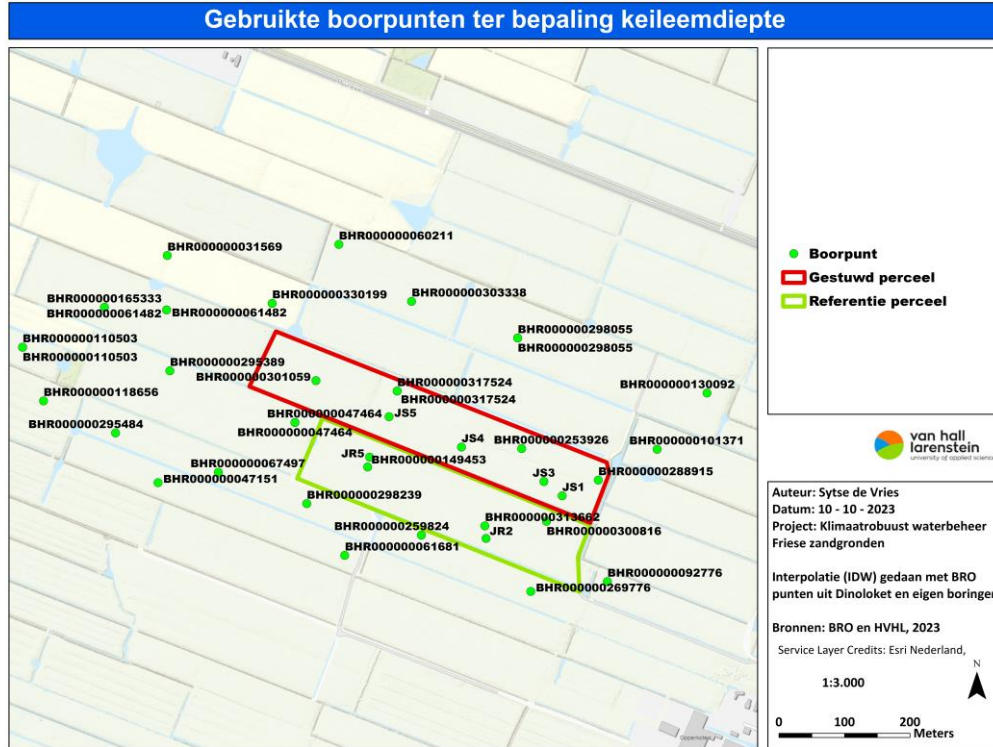
Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,50	Zand, humusrijk (teelaarde)
0,50 – 1,00	Zand, leemarm, bruin/zwart
1,00 – 1,20	Zand, leemarm
1,20 – 1,70	Keileem
1,70 – 2,00	Zand, siltig, met veel oxidatievlekken



Boorprofiel JS5 (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023)



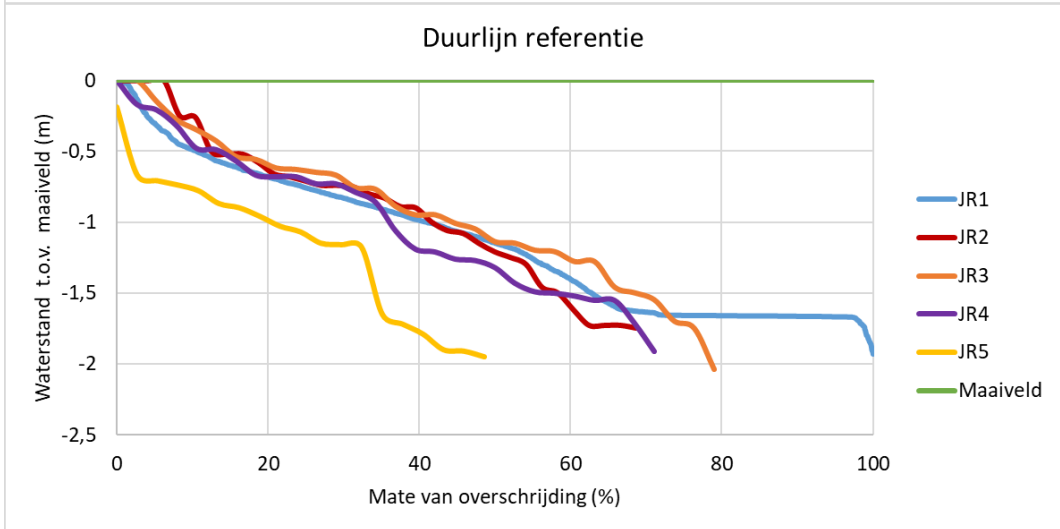
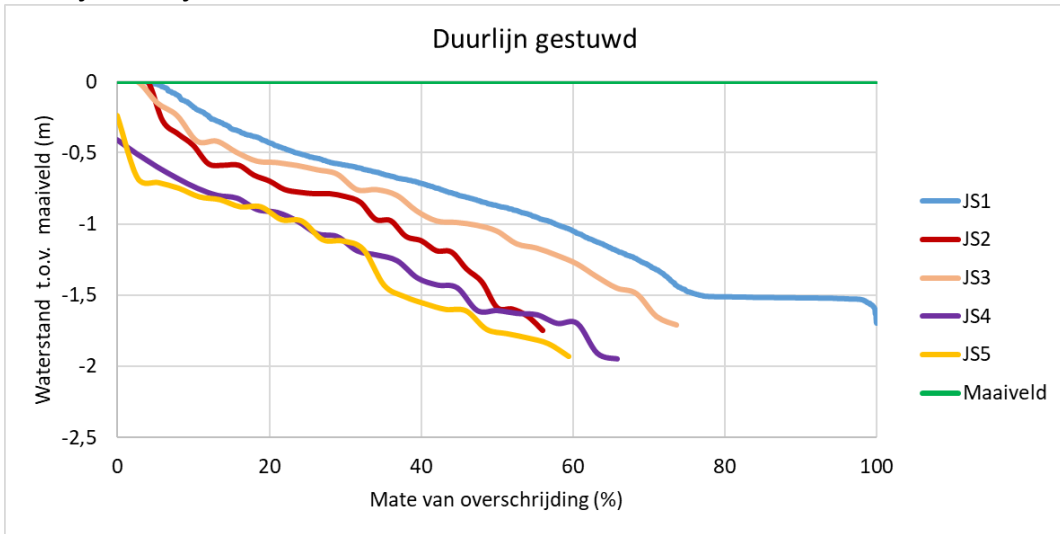
Bepaling keilemdiepte Twijzel/ Kootstertille



Gebruikte boorpunten voor keilemdiepte Twijzel - Kootstertille (de Vries & Medenblik, Veldwerk bodemboringen Twijzel, 2023) (BRO, 2023)



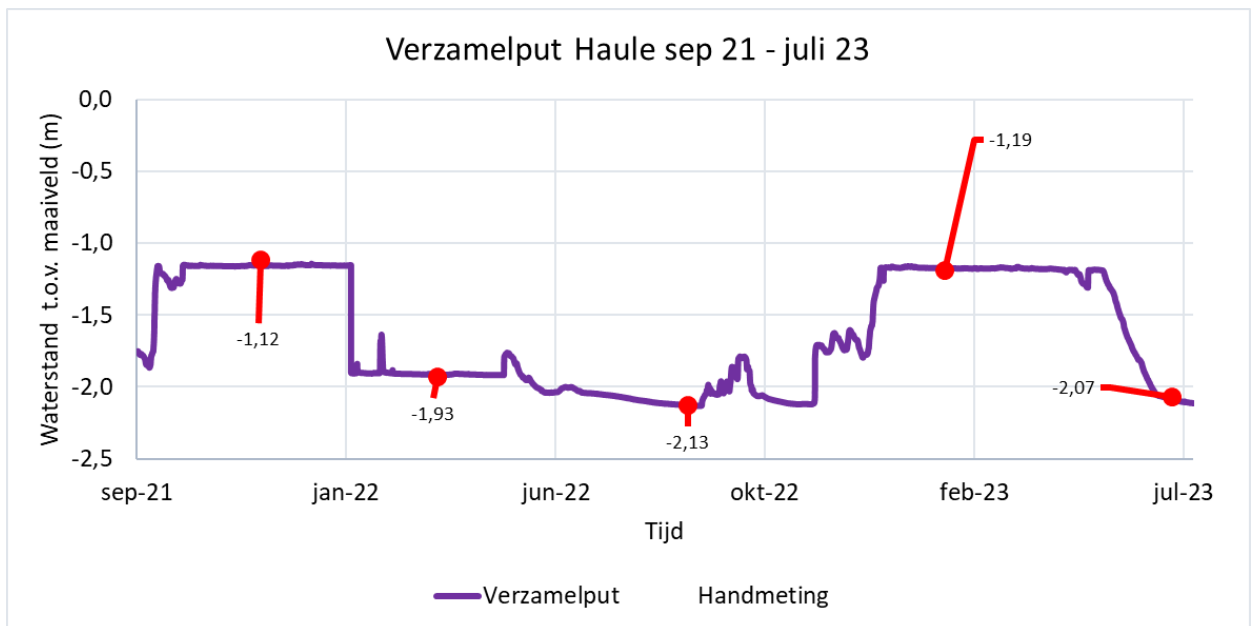
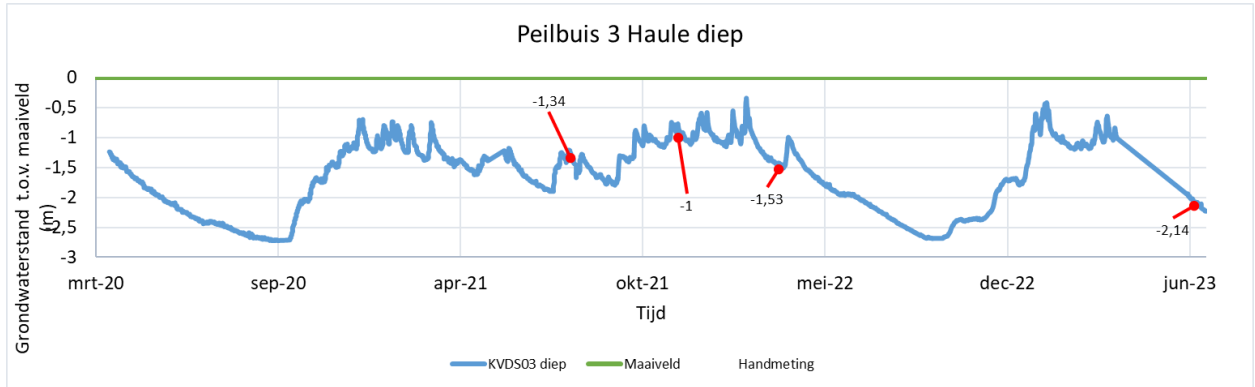
Duurlijnen Twijzel - Kootstertille





III Achtergrond info praktijkproef Haule

Validatie met handmetingen





Boorbeschrijvingen

PROFIELBESCHRIJVING KvdS01 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 25 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Zand, matig fijn, matig humeus, bruin
0,20 – 0,50	Zand, matig fijn, geelbruin
0,50 – 0,95	Zand, matig fijn, geel
0,95 – 1,40	Leem, matig vast, veel roestvlekken, beigerood gevlekt
1,40 – 1,85	Zand, matig fijn, beige
1,85 – 2,30	Leem, matig vast, iets roestvlekken, beigebruin gevlekt

PROFIELBESCHRIJVING KvdS02 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 25 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Zand, matig fijn, matig humeus, zwart
0,20 – 0,30	Zand, matig fijn, (uitspoeling), loodgrijs
0,30 – 0,35	Zand, matig fijn, (inspoeling), roodbruin
0,35 – 0,60	Zand, matig fijn, geel
0,60 – 1,50	Zand, zeer fijn tot matig fijn, licht leemhoudend, beige
1,50 – 2,50	Leem, matig slap, stenen, beige
2,50 – 2,70	Leem, matig slap, sterk grindhoudend, beige

PROFIELBESCHRIJVING KvdS03 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 25 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Zand, matig fijn, licht humeus, bruin
0,20 – 0,50	Zand, matig fijn, roestvlekken, beigebruin gevlekt
0,50 - 0,90	Zand, matig fijn, beige
0,90 – 1,40	Leem, matig vast, zeer veel roestvlekken, grijsbruinrood gevlekt
1,40 – 1,50	Zand, matig fijn, matig lemig, veel roestvlekken, grijsbruinrood gevlekt
1,50 – 1,80	Zand, matig fijn, iets roestvlekken, beigerood gevlekt
1,80 – 2,25	Zand, matig fijn, beige
2,25 – 2,85	Leem, matig vast, licht grindhoudend, beige



PROFIELBESCHRIJVING PB1 – G (de Vries, Boringen Praktijkproef Haule, 2023)

Boordatum: 29 – 09- 2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,40	Teelaarde met humus
0,40 – 0,55	Zand, Uitspoelingslaag
0,55 – 0,70	Zand, Inspoelingslaag
0,70 – 1,00	Leemarm zand met steentjes
1,00 – 1,80	Sterk lemig zand met roestvlekken
1,80 – 2,15	Keileem, blauw van kleur
2,15 – 2,20	Zand, met plantenresten



Boorprofiel PB1 – G (de Vries, Boringen Praktijkproef Haule, 2023)

PROFIELBESCHRIJVING PB3 – G (de Vries, Boringen Praktijkproef Haule, 2023)

Boordatum: 29 – 09- 2023

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,10	Teelaarde
0,10 – 0,30	Uitspoelingslaag
0,30 – 0,80	Inspoelingslaag
0,80 – 1,10	Zand met leemlaagjes en roestvlekken
1,10 – 1,50	Keileem met roestvlekken.
1,50 – 2,10	Zand met steentjes



Boorprofiel PB3 – G (de Vries, Boringen Praktijkproef Haule, 2023)



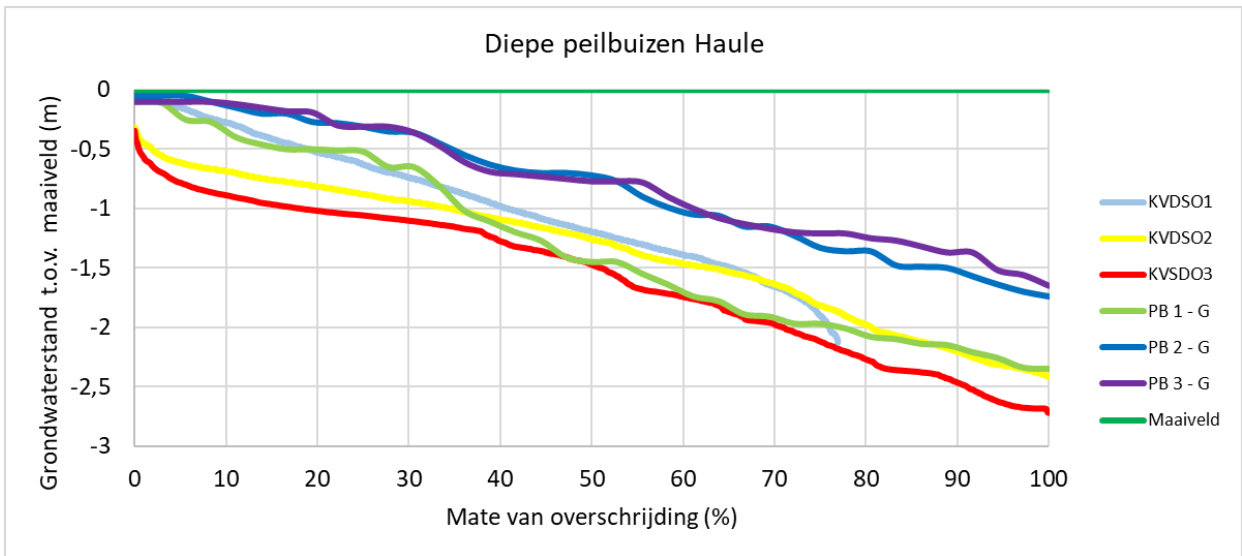
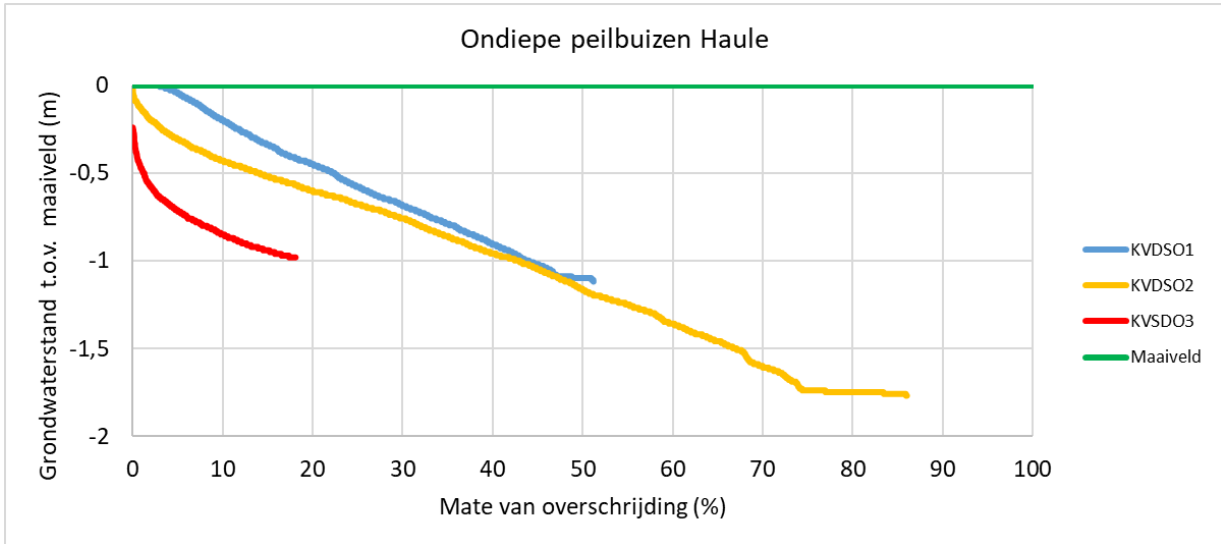
Technische gegevens Haule

Meetpunt	Filter – nr	Boordatum	X	Y	BKF (m-bkb)	OKF (m-bkb)	BKF (m-mv)	OKF (m-mv)	Buis materiaal /diameter	Bkb t.o.v. NAP (m)	Mv tov NAP	Putafwerking
KvdS01	1	25-3-2020	217369,787	562299,379	0,54	1,04	0,63	1,13	PVC 40x36 mm	7,166	7,238	Straatpot met omranding- en funderingstegel
KvdS01	2	25-3-2020	217369,787	562299,379	1,38	2,13	1,50	2,25	PVC 40x36 mm	7,136	7,238	Straatpot met omranding- en funderingstegel
KvdS02	1	25-3-2020	217364,535	562251,518	1,21	1,71	1,30	1,80	PVC 40x36 mm	6,804	6,878	Straatpot met omranding- en funderingstegel
KvdS02	2	25-3-2020	217364,535	562251,518	2,14	2,64	2,23	2,73	PVC 40x36 mm	6,791	6,878	Straatpot met omranding- en funderingstegel
KvdS03	1	25-3-2020	217360,516	562216,570	0,47	0,97	0,54	1,04	PVC 40x36 mm	7,245	7,311	Straatpot met omranding- en funderingstegel
KvdS03	2	25-3-2020	217360,516	562216,570	1,72	2,72	1,82	2,82	PVC 40x36 mm	7,210	7,311	Straatpot met omranding- en funderingstegel
PB G 1	1	11-2021	217532,1333	562499,8133	1,37	2,37	1,47	2,47	PVC 40x36 mm	6,900	7,000	Stoeptegels
PB G 2	1	11-2021	217322,1011	562578,1087	0,82	1,82	0,87	1,87	PVC 40x36 mm	5,937	5,999	Stoeptegels
PB G 3	1	11-2021	217307,0140	562578,6861	1,05	2,05	1,10	2,10	PVC 40x36 mm	5,963	6,060	Stoeptegels

BKF: Bovenkant filter, OKF: Onderkant filter en Bkb: Bovenkant buis



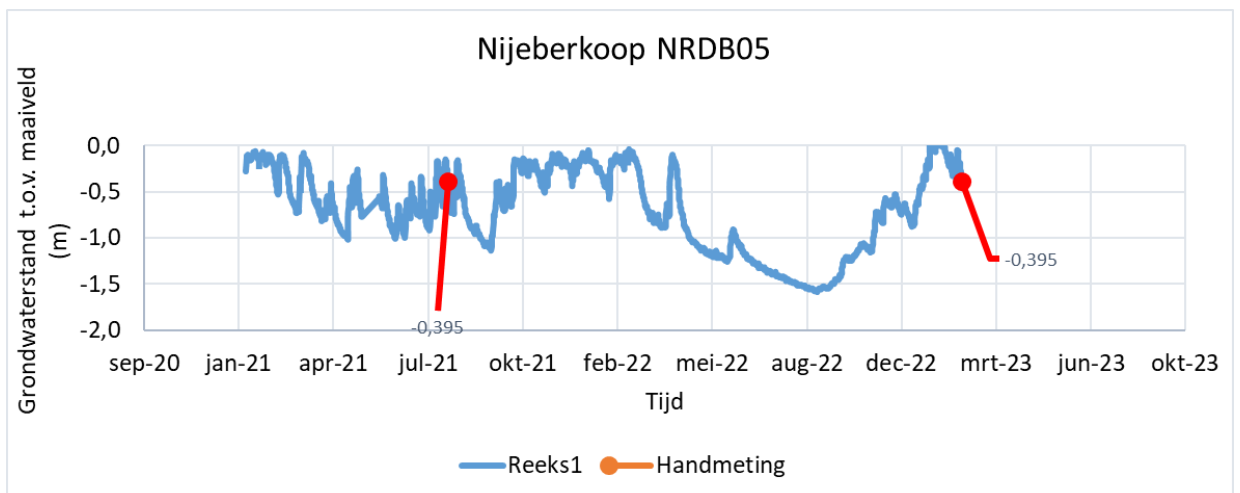
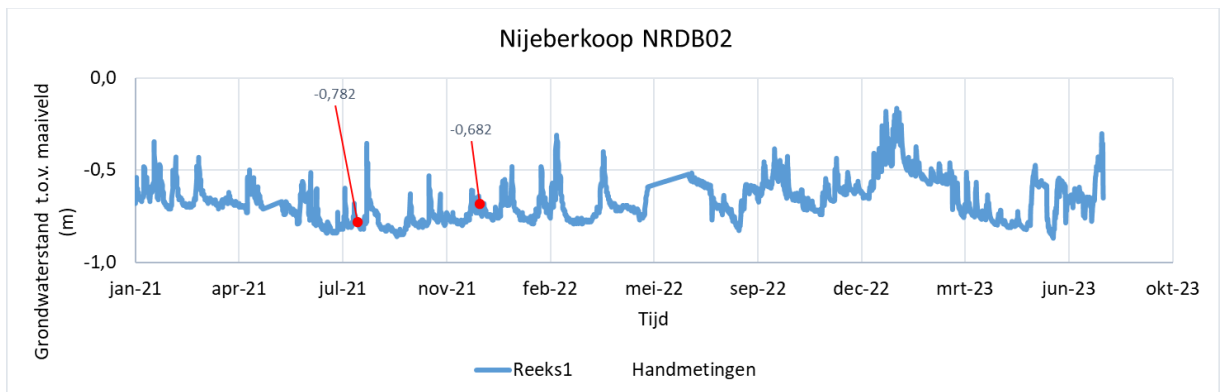
Duurlijnen Haule





IV Achtergrond info praktijkproef Nijeberkoop

Validatie met handmetingen Nijeberkoop





Boorbeschrijvingen Nijberkoop

PROFIELBESCHRIJVING Nrd02 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 31 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,30	Zand, matig weinig, roestvlekken, bruin
0,30 – 0,33	Leem, zeer veel roestvlekken, beigebruin gevlekt
0,33 – 0,50	Zand, matig fijn tot matig grof, roestvlekken, beige
0,50 – 0,70	Zand, matig fijn tot matig grof, iets roestvlekken, beige
0,70 – 1,20	Zand, matig grof, beige
1,20 – 1,30	Zand, matig fijn, iets slibhoudend, leemsporen, beige
1,30 – 2,60	Zand, matig grof, beigegrijs

PROFIELBESCHRIJVING Nrd03 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 31 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,45	Zand, matig fijn, sterk humeus, roestvlekken, bruin
0,45 – 0,50	Veen, licht zandig, (gliedeachtig), zwart
0,50 – 1,20	Zand, matig fijn tot matig grof, geroerd, beigebruin gevlekt
1,20 – 1,40	Zand, matig fijn tot matig grof, beige
1,40 – 1,60	Zand, matig fijn, licht slibhoudend, beige
1,60 – 2,10	Zand, matig grof, beige
2,10 – 2,25	Leem, matig vast, grindhoudend, beigegrijs

PROFIELBESCHRIJVING Nrd05 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 31 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Zand, matig fijn tot matig grof, matig humeus, donkerbruin
0,20 – 0,40	Zand, matig fijn tot matig grof, (uitspoeling), loodgrijs
0,40 – 0,70	Zand, matig fijn tot matig grof, (inspoeling), roodbruin
0,70 – 1,10	Zand, matig fijn tot matig grof, lichtbruin
1,10 – 1,15	Leem, iets roestvlekken, beige
1,15 – 2,20	Zand, matig fijn tot matig grof, beige
2,20 – 2,60	Leem, matig slap, veel stenen, beigegrijs



PROFIELBESCHRIJVING Nrdb06 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 31 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Zand, matig fijn tot matig grof, matig humeus, zwart
0,20 – 0,40	Zand, matig grof, (uitspoeling), loodgrijs
0,40 – 0,60	Zand, matig grof,(inspoeling), roodbruin
0,60 – 1,20	Zand, matig grof, lichtbruin
1,20 – 1,90	Zand, matig grof, beige
1,90 – 2,20	Leem, matig slap, matig veel stenen, beigegrijs



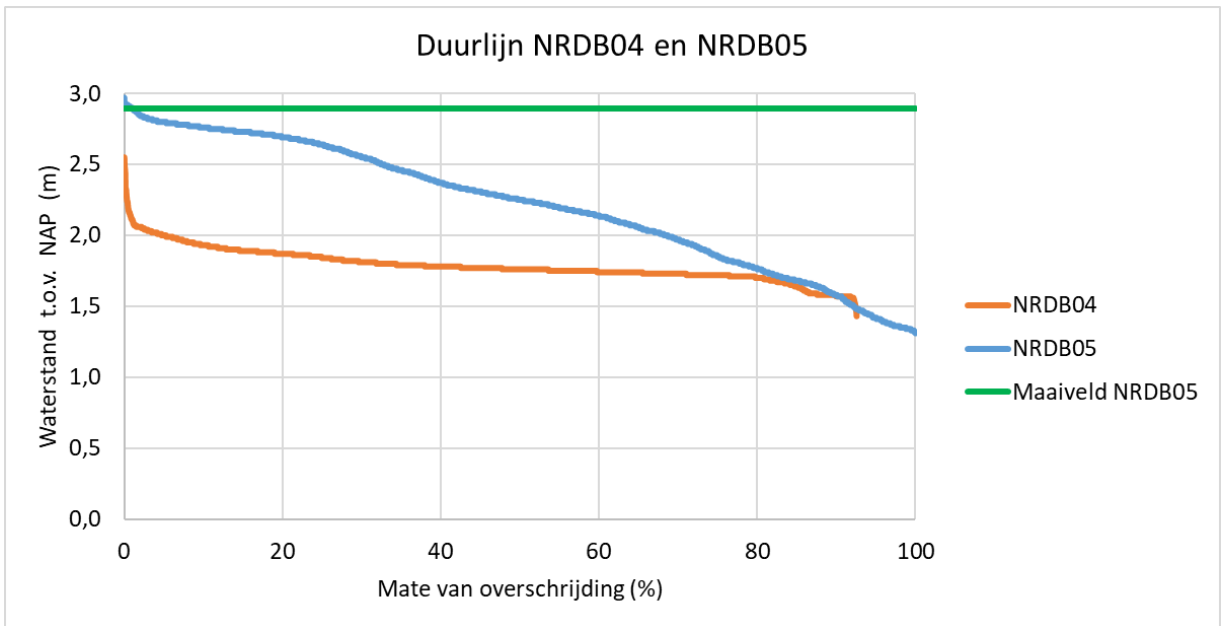
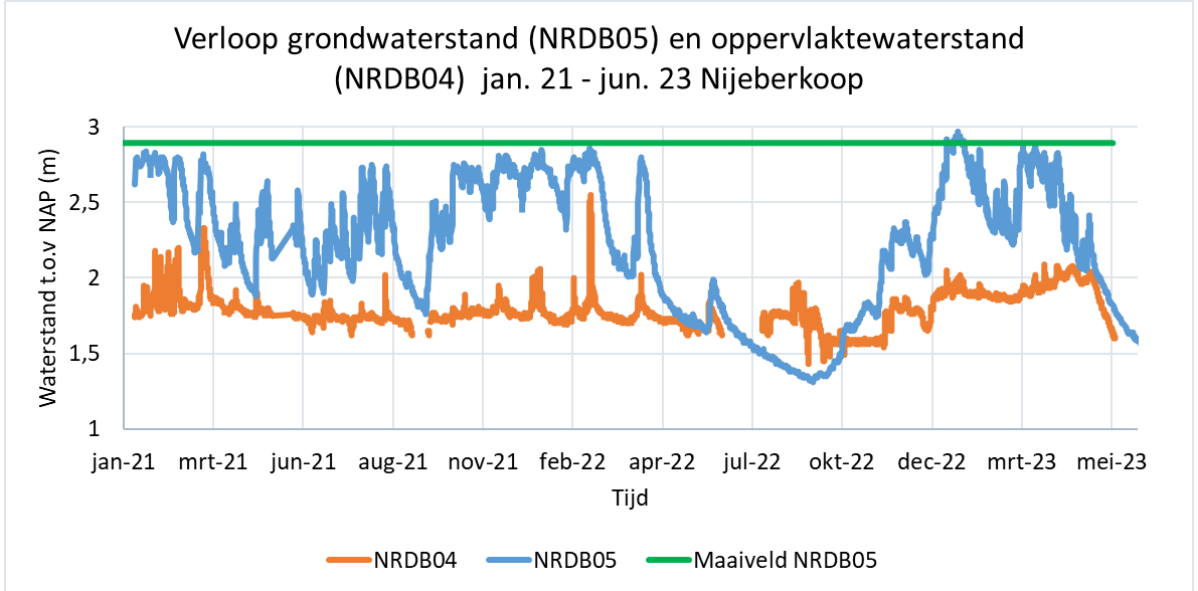
Technische informatie Nijeberkoop

Meetpunt	Filter - nr	Boordatu m	X	Y	BKF (m- bkb)	OKF (m-bkb)	BKF (m- mv)	OKF (m-mv)	Buis materiaal/di ameter	Bkb tov NAP (m)	Mv tov NAP	Putafwerking
Nrdb01	1	31-3-2020	206510,31 2	554321,53 1	NVT	NVT	NVT	NVT	PE 48 mm	2,333	NVT	Oppervlaktewaterme etpunt PE meetbuis met RVS dop met resitorxbout aan een met PE omhulde gegalvaniseerde buis
Nrdb02	1	31-3-2020	206529,48 1	554301,33 7	1,59	2,59	1,67	2,67	PVC 40x36 mm	2,149	2,261	Straatpot met omranding- en funderingstegel
Nrdb03	1	31-3-2020	206541,66 8	554288,00 3	1,26	2,26	1,36	2,36	PVC 40x36 mm	2,168	2,283	Straatpot met omranding- en funderingstegel
Nrdb04	1	31-3-2020	206724,22 1	553460,48 4	NVT	NVT	NVT	NVT	PE 48 mm	2,736	NVT	Oppervlaktewaterme etpunt PE meetbuis met RVS dop met resitorxbout aan een met PE omhulde gegalvaniseerde buis
Nrdb05	1	31-3-2020	207014,80 7	553541,96 7	1,44	2,44	1,55	2,55	PVC 40x36 mm	2,789	2,894	Straatpot met omranding- en funderingstegel
Nrdb06	1	31-3-2020	207033,81 5	553426,13 5	1,65	2,65	1,10	2,10	PVC 40x36 mm	3,614	3,099	gegalvaniseerde beschermkoker ø 114 mm (resitork 45) met een veehekje

BKF: Bovenkant filter, OKF: Onderkant filter en Bkb: Bovenkant buis



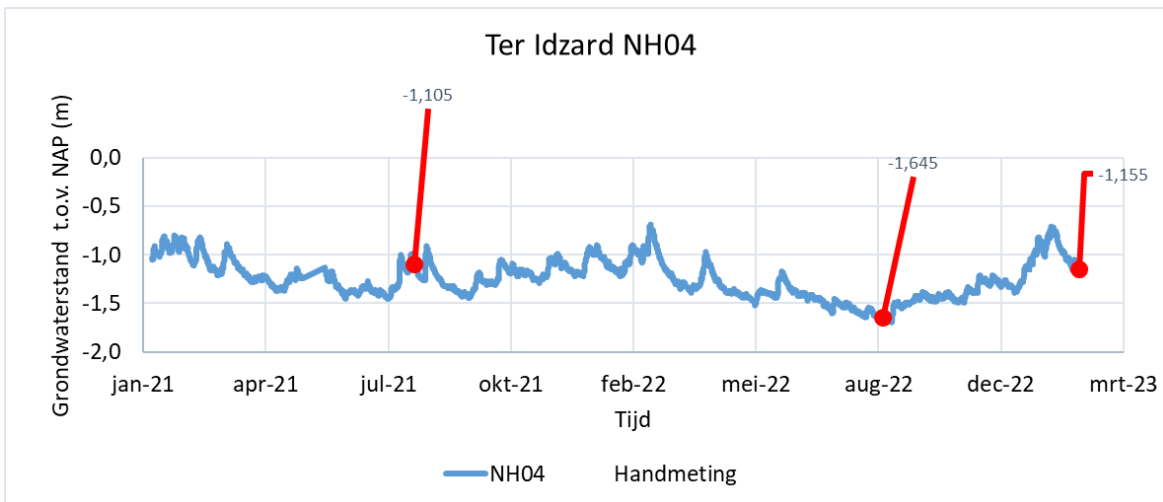
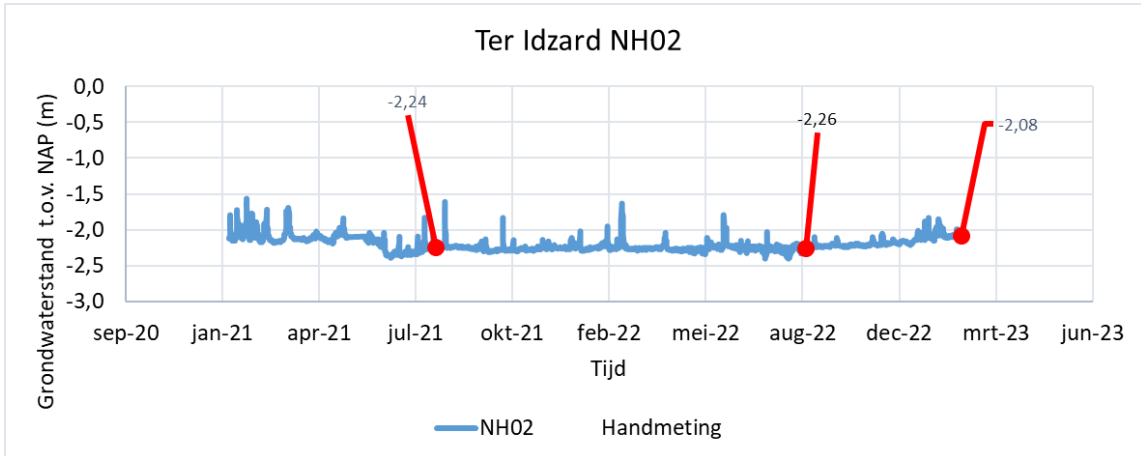
Relatie oppervlaktewaterstand en grondwaterstand Nijberkoop
NRDB04 en NRDB05





V Achtergrond info praktijkproef Ter Idzard

Validatie Ter Idzard





Boorbeschrijvingen Ter Idzard

PROFIELBESCHRIJVING NH02 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 12 – 06 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Veen, veraard, zwart
0,20 – 0,70	Veen, half veraard, bruin
0,70 – 1,30	Zand, matig fijn, lichtbruin
1,30 – 2,10	Zand, matig fijn, grijs

PROFIELBESCHRIJVING NH03 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 12 – 06 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Veen, veraard, zwart
0,20 – 0,60	Veen, half veraard, bruin
0,60 – 1,30	Zand, matig fijn, lichtbruin
1,30 – 2,10	Zand, matig fijn, grijs

PROFIELBESCHRIJVING NH04 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 12 – 06 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,40	Zand, uiterst fijn, stenen, lichtbruin
0,40 – 0,50	Leem, zeer vast, stenen, lichtbruin
0,50 – 0,90	Leem, zeer vast, roestvlekken, lichtbruin
0,90 – 1,50	Leem, vast, veel roestvlekken, beigebruin gevlekt
1,50 – 1,80	Leem, matig slap, matig zandig, lichtbruin
1,80 – 2,70	Zand, matig fijn, grijs



Achtergrondinformatie Ter Idzard

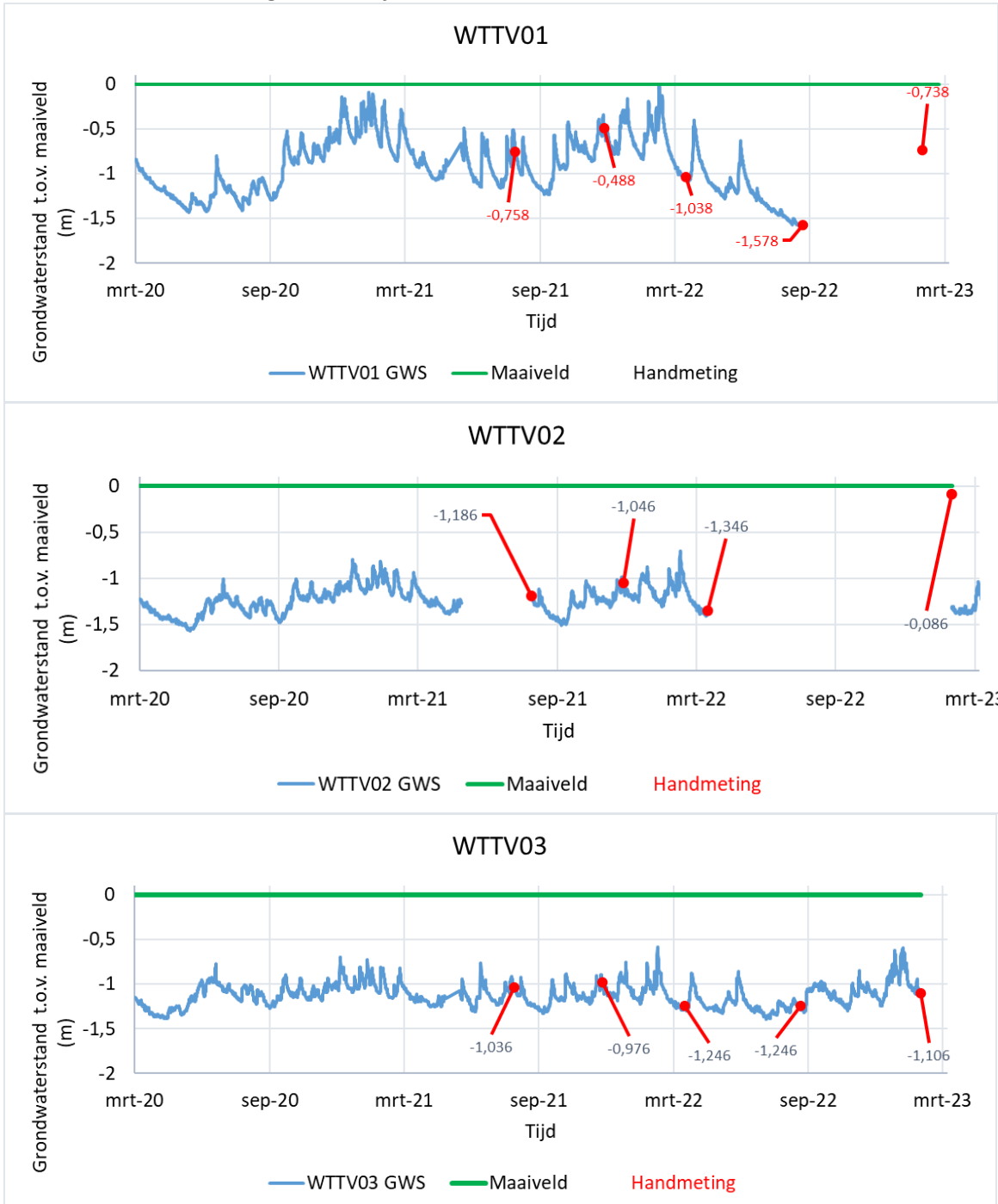
Tijdelijk nummer	Filte r – nr	Boordatum	X	Y	BKF (m-bkb)	OKF (m-bkb)	BKF (m-mv)	OKF (m-mv)	Buis materiaal/ diameter	Bkb tov NAP (m)	Mv tov NAP	Putafwerking
NH01	1	12- 6-2020	1982 85,88 8	547553,1 87	NVT	NVT	NVT	NVT	PE 48 mm	-1,876		Oppervlaktewater meetpunt PE meetbuis met RVS dop met resitorxbout aan een met PE omhulde gegalvaniseerde buis
NH02	1	12- 6-2020	1983 17,84 2	547563,5 30	0,86	1,86	1,00	2,00	PVC 40x36 mm	-1,592	-1,477	Straatpot met omranding- en funderingstege
NH03	1	12- 6-2020	1983 37,47 8	547570,0 14	0,82	1,82	0,92	1,92	PVC 40x36 mm	-1,504	-1,412	Straatpot met omranding- en funderingstege
NH04	1	12- 6-2020	1984 27,34 3	547197,2 26	2,35	3,35	1,70	2,70	PVC 40x36 mm	1,265	0,625	gegalvaniseerde beschermkoker \varnothing 114 mm (resitork 45) met een veehekje

BKF: Bovenkant filter, OKF: Onderkant filter en Bkb: Bovenkant buis



VI Achtergrond info praktijkproef Oldetrijne

Validatie met handmetingen Oldetrijne





Boorbeschrijvingen

PROFIELBESCHRIJVING Wttv01 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 24 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,40	Zand, matig fijn tot matig grof, licht humeus, bruin
0,40 – 0,60	Veen, veraard, zwart
0,60 – 0,70	Zand, matig fijn tot matig grof, donkerbruin
0,70 – 1,20	Zand, matig fijn tot matig grof, lichtbruin
1,20 – 1,40	Zand, matig fijn, beigebruin
1,40 – 1,60	Zand, matig fijn, veel stenen, beige
1,60 – 2,20	Leem, grijsblauw

PROFIELBESCHRIJVING Wttv02 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 24 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,60	Zand, matig fijn tot matig grof, geroerd, zwart
0,60 – 0,70	Zand, matig fijn tot matig grof, inspoeling, roodbruin
0,70 – 1,50	Zand, matig fijn tot matig grof, beigebruin
1,50 – 2,00	Zand, matig fijn tot matig grof, beige
2,00 - 2,70	Zand, matig fijn tot matig grof, lichtbeige
2,70 – 2,80	Zand, matig fijn tot matig grof, veel stenen, lichtbeige
2,80 – 3,00	Zand, matig fijn tot matig grof, lichtbeige

PROFIELBESCHRIJVING Wttv03 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 24 – 03 - 2020

Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,20	Zand, matig fijn tot matig grof, licht humeus, lichtbruin
0,20 – 0,70	Zand, matig fijn tot matig grof, lichtbruin
0,70 – 2,70	Zand, matig fijn tot matig grof, beige
2,70 – 2,75	Zand, matig fijn tot matig grof, veel stenen, beigegrijs
2,75 – 3,00	Zand, matig fijn tot matig grof, beigegrijs



PROFIELBESCHRIJVING Wttv05 (De Boer advies en uitvoering, 2020)

Boordatum: 16 – 06 - 2020

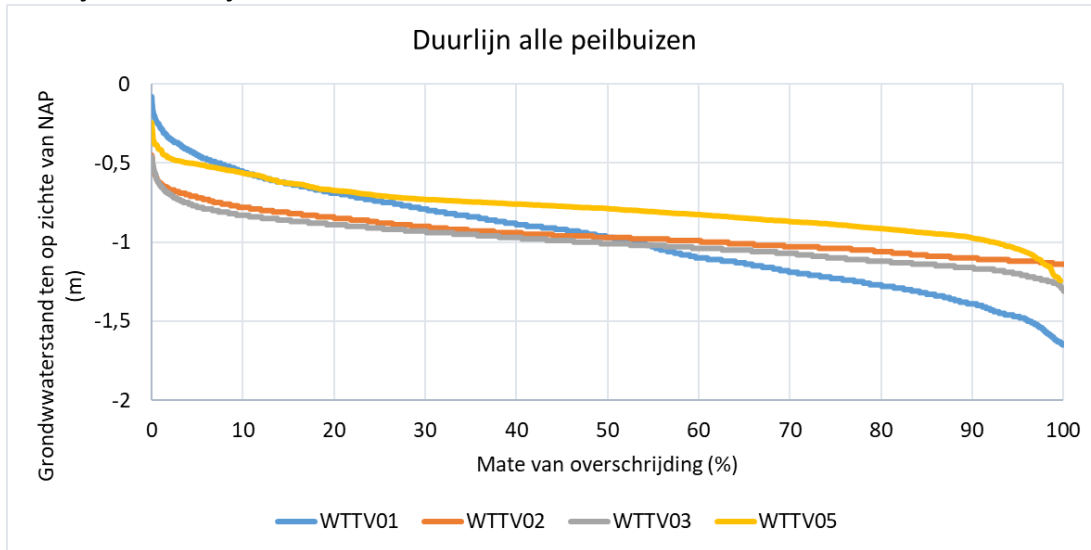
Diepte (in m -mv)	Omschrijving
0,00 – 0,05	Zand, matig fijn, licht humeus, lichtbruin
0,05 – 0,20	Zand, matig fijn, lichtbruin
0,20 – 0,70	Zand, matig fijn, bruin
0,70 – 2,50	Zand, matig fijn, lichtbruin
2,50 – 3,00	Zand, matig fijn, geel

Tijdelijk nummer	Fil ter – nr	Boordatu m	X	Y	BKF (m- bkb)	OKF (m- bkb)	BKF (m- mv)	OKF (m- mv)	Buis materiaal/di ameter	Bkb tov NAP (m)	Mv tov NAP	Putafwerking
WTTV01	1	24-3-2020	192720,35 3	541170,91 3	1,69	2,69	1,15	2,15	PVc 40x36	0,497	-0,055	Gegalvaniseerde beschermkoker \varnothing 114 m (resitork 45)
WTTV02	1	24-3-2020	192702,07 1	540952,05 9	2,58	3,58	1,99	2,99	PVc 40x36	0,838	0,254	Gegalvaniseerde beschermkoker \varnothing 114 m (resitork 45)
WTTV03	1	24-3-2020	192612,17 3	540855,37 9	2,57	3,57	2,02	3,02	PVc 40x36	0,661	0,127	Gegalvaniseerde beschermkoker \varnothing 114 m (resitork 45)
WTTV04	1	24-3-2020	192600,57 5	540621,54 9	nvt	nvt	nvt	nvt	PE 48 mm	-0,290		Oppervlaktewatermee tpunt PE meetbuis met RVS dop met resitorxbout aan een met PE omhulde gegalvaniseerde buis
WTTV04 Telemetrie	1	16-6-2020	192600,57 5	540821,54 9	nvt	nvt	nvt	nvt	PE 48 mm	0,987		PE meetbuis met PVC dop met resitorxbout aan een met PE omhulde gegalvaniseerde buis
WTTV05	1	16-6-2020	192637,69 4	540646,88 3	2,64	3,64	1,95	2,95	PVc 40x36	0,927	0,240	gegalvaniseerde beschermkoker \varnothing 114 mm (resitork 45) met een veehekje

BKF: Bovenkant filter, OKF: Onderkant filter en Bkb: Bovenkant buis



Duurlijnen Oldetrijne





VII Graslandgebruik

Tabel VII-1 Graslandgebruik (WUR, 2023)

Graslandgebruik + N-bemesting	Sn1	Sn2	Sn3	Sn4	Sn5	Sn6
Maaien/weiden	M	M	M	M	M	M
Opbrengstniveau (kg ds/ha)	3500	3000	2500	2000	2000	2000
N-gift (kg) voorafgaand aan snede	104	75	62	38	26	0
Kunstmest (KAS) met 27 % stikstof in (kg/product/hectare)	385	278	229	141	96	0

De N gift wordt in de vorm van kunstmest (KAS) toegediend. In KAS bevindt zich 27 % aan stikstof (Nutrinorm, 2016). De hoeveelheid stikstof is omgerekend naar KAS met een factor van maal 3,7 (100/27).