

# Helofytensloot Eindrapportage

Samenwerking

Lectoraat Agrarisch Waterbeheer,  
Waterschap Zuiderzeeland en KIEM hbo



**AERES**  
HOGESCHOOL  
DRONTEN

Wolter van der Kooij  
Lector Agrarisch Waterbeheer  
Dronten  
maart 2022

# Voorwoord

In dit rapport wordt verslag gedaan van twee jaar onderzoek naar de helofytensloot op Aeres Farms.

Bij deze wil ik Waterschap Zuiderzeeland (Joanneke Spruijt en Michiel Oudendijk), SIA-RAAK (KIEM-hbo) en Aeres Hogeschool (Martin Duijkers) bedanken voor financiering van dit onderzoek. Aeres Farms (Jan Bloemert) wil ik bedanken voor de gelegenheid die ik heb gehad om allerlei ingrepen te doen in het waterbeheer van het veehouderijbedrijf. Verder wil ik de volgende bedrijven bedanken voor het meedenken en het geven van adviezen: KWT-groep (Pieter Wijnsma), Eijkelpark (Cor Verbruggen), Vertify (Joris Roskam) en Broos Water (Jan Broos). Daarnaast wil ik de volgende collega's bedanken voor het meedenken: Wietske van Dijk, Annet Pouw, Jolien Lelivelt en Gert-Jan van Dongen. Ferry Tigchelhoff wil ik bedanken voor de vele praktische werkzaamheden en voor het kalibreren van de sensoren. De volgende studenten wil ik bedanken voor onderhouds- en onderzoekswerkzaamheden: Leon Dam, Marijn Knoot, Sybren Kemper en Twan van Dun. Tenslotte wil ik de volgende studenten uit Almere bedanken voor het onderzoek naar de macrofauna: Laura Jonker, Kim Gerrebrands, Alyce Lugtenberg en Ingo van Veghel.

Het is een indrukwekkende lijst van betrokkenen en dat geeft ook wel aan dat het concept helofytensloot veel enthousiasme oproept.

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Onderzoeksresultaten van de sensoren</b>	<b>6</b>
2.1.	Redoxpotentiaal	6
2.2.	Opgeloste zuurstof	11
2.3.	Elektrisch geleidingsvermogen	13
2.4.	Oppervlaktewaterpeil en temperatuur	14
2.5.	Grondwaterpeil en bodemvocht	16
<b>3</b>	<b>Onderzoeksresultaten van de bemonstering</b>	<b>19</b>
3.1.	Doorzicht	19
3.2.	Elektrisch geleidingsvermogen	20
3.3.	Zuurgraad	21
3.4.	Zuurstof	22
3.5.	Biochemisch zuurstofgebruik	23
3.6.	Ammonium- en organisch gebonden stikstof	24
3.7.	Nitraat en nitriet	25
3.8.	Fosfor	26
<b>4</b>	<b>Biodiversiteit</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Slootonderhoud</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Conclusies</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Publiciteit</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Verantwoording</b>	<b>36</b>
	<b>Bijlage 1: Sensoren</b>	<b>37</b>
	<b>Bijlage 2: Plaats van de sensoren</b>	<b>38</b>
	<b>Bijlage 3: Resultaten bemonstering</b>	<b>39</b>

# 1 Inleiding

In mei 2020 is er door het Waterschap Zuiderzeeland subsidie verstrekt voor 2 jaar onderzoek naar de effecten van een helofytensloot op Aeres Farms (projectnaam, Aeres helofytensloot project, het zaaknummer: INKO-00774, het werkplanproduct: 392700 en het grootboeknummer: 42807). De hoofdvraag van het totale helofytenslootproject luidt: *“Wat is het effect van een helofytensloot op de oppervlaktewaterkwaliteit, het bedrijfswatermanagement, de waterberging en de biodiversiteit?”*. In dit project wordt met name ingegaan op het effect van de helofytensloot op de oppervlaktewaterkwaliteit.

In oktober 2020 is er in het kader van de subsidieregeling KIEM-hbo subsidie verstrekt om onderzoek te doen naar de helofytensloot. De hoofdvraag van dat project luidde: *“Op welke wijze moeten helofytensloten ingericht en beheerd worden om een bijdrage te kunnen leveren aan bedrijfswatermanagement, waterzuivering en verhoging van de biodiversiteit van de sloten in Nederland.”*

Beide projecten zijn in maart 2022 afgerond. In dit rapport worden de gezamenlijke resultaten van deze projecten gepresenteerd. Er is voor gekozen om dit in één rapport te doen, omdat er veel raakvlakken zijn tussen de projecten. In [hoofdstuk 10](#) wordt verantwoording afgelegd van de besteding van de middelen van beide projecten.

Samenvattend zijn de zaken als volgt verlopen:

- In april 2020 is de stuw geplaatst.
- Vanaf augustus 2020 worden er ook elke maand door het waterschap watermonsters genomen en geanalyseerd.
- De sensoren aan het begin en het einde van de sloot zijn eind september 2020 geplaatst. Op enkele storingsmomenten na leveren ze continu gegevens op.
- Gedurende de seizoenen zijn er ook regelmatig gegevens rondom de biodiversiteit vastgelegd.
- In voorjaar van 2021 heeft een groep studenten van Aeres Almere onderzoek gedaan naar de macrofauna in de helofytensloot.
- In mei 2021 zijn er 2 vervuilingincidenten geweest, waardoor de sloot minder goed reinigde.
- Op 5 november 2021 is het slootpeil verlaagd en op 17 november is de sloot gemaaid en is het slootmateriaal uitgehaald.
- Op 25 november 2021 zijn er zonnepaneeltjes bij de sensoren geplaatst, zodat de batterijen niet meer vervangen hoeven te worden.
- In januari 2022 is het waterschap begonnen met waterkwaliteitsmetingen in de referentiesloot waar in maart een overstortput is geplaatst.

De volgende voorlopig conclusies kunnen worden getrokken:

1. De helofytensloot heeft een sterk zuiverend effect. De waterkwaliteit voldoet bovenstrooms zelden aan de normen, maar benedenstrooms meestal wel.
2. De helofytensloot kan niet elke vervuiling aan.

In dit rapport worden in hoofdstuk 2 en 3 de effecten van de helofytensloot op de waterkwaliteit behandeld. Hoofdstuk 2 betreft de resultaten van de permanente sensoren en hoofdstuk 3 de monsters van het waterschap. In hoofdstuk 4 komen de effecten op de biodiversiteit aan de orde. In hoofdstuk 5 wordt het beheer van de sloot besproken. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken en in hoofdstuk 7 worden aanbevelingen gedaan. In hoofdstuk 8 wordt een overzicht gegeven van de publiciteit rondom

dit project en tenslotte wordt in hoofdstuk 9 verantwoording afgelegd van het gebruik van de beschikbaar gestelde middelen.

## 2 Onderzoeksresultaten van de sensoren

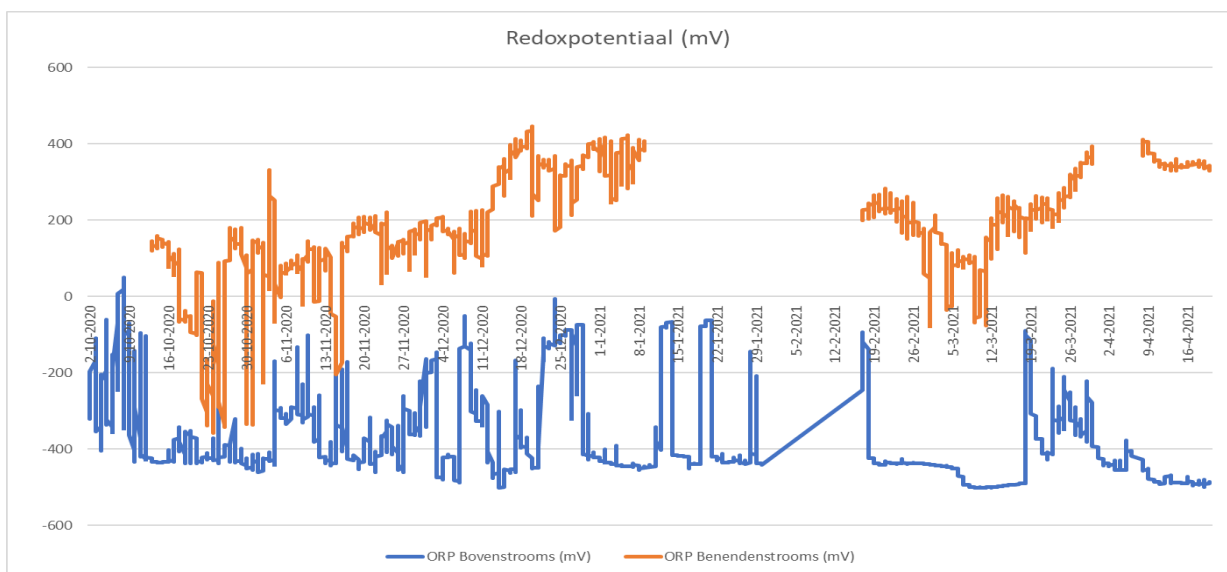
Bij het uitvoeren van het onderzoek wordt naar verschillende parameters gekeken die in het volgende zullen worden besproken. In [bijlage 1](#) wordt een overzicht gegeven van de verschillende sensoren en parameters die bijgehouden worden en in [bijlage 2](#) is de kaart met de plaats van de sensoren weergegeven. In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan de orde: Redoxpotentiaal, opgeloste zuurstof, geleidbaarheid, oppervlaktewaterpeil, temperatuur, grondwaterpeil en bodemvocht. De andere parameters, zoals pH en troebelheid lijken tot op heden onvoldoende interessante informatie op te leveren.

### 2.1. Redoxpotentiaal

De redoxpotentiaal, in het Engels Oxidation-Reduction Potential (ORP), zegt iets over de zuiverheid van water en het vermogen om vervuiling af te breken. De redox wordt gemeten in mV en varieert van -2000 mV tot +2000 mV. De redoxwaarde wordt gemeten door een redoxsensor, deze sensor meet het oxiderend vermogen van water. De redoxwaarde geeft ook een indicatie voor het opgeloste zuurstof niveau in het water. Zwaarder vervuild water bevat minder opgelost zuurstof, omdat organische vervuiling zuurstof consumeert. Dit heeft als gevolg dat de redoxpotentiaal van vervuild water lager zal zijn dan van schoon water.

Volgens de WHO (World Health Organization) is de streefwaarde van de ORP van zwembadwater en bronwater 650 mV. Een ORP-waarde van minder dan -550 mV kan worden gezien als ondrinkbaar. Voor visvijvers wordt gestreefd naar een waarde van tussen de 250 en 350 mV. Onder de 120 mV is de gezondheid van vissen in gevaar.

In figuur 2.1 wordt de grafiek getoond van de ORP-waarde vanaf begin oktober 2020. Zowel bovenstrooms als benedenstrooms zijn er periodes geweest dat de sensoren niet werkten. Dit werd veroorzaakt doordat de batterijen al vrij snel te weinig capaciteit hebben om de informatie te versturen. Inmiddels zijn de batterijen vervangen door zonnepanelen, zodat dit probleem zich niet meer zal voordoen.



**Figuur 2.1: Redoxpotentiaal bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) vanaf begin oktober 2020 tot april 2021.**

Het volgende kan opgemerkt worden:

1. De redoxpotentiaal is benedenstreams altijd hoger dan bovenstreams.
2. Door kalibratie en storingen kunnen er onnauwkeurigheden in de resultaten zitten.
3. De waterkwaliteit is bovenstreams slecht en benedenstreams meestal goed.
4. Opmerkelijk is dat de redoxpotentiaal in de tweede helft van november sterk stijgt. Het lijkt er op dat het systeem beter gaat zuiveren. Dat zou kunnen komen doordat mannagrass niet afsterft in de winter (figuur 2.2).
5. De daling in februari zou verklaard kunnen worden doordat de sloot tot 15 februari bedekt is geweest met sneeuw (figuur 2.3).



**Figuur 2.2: Mannagrass blijft groen in de herfst en winter (foto van 26 december 2020).**



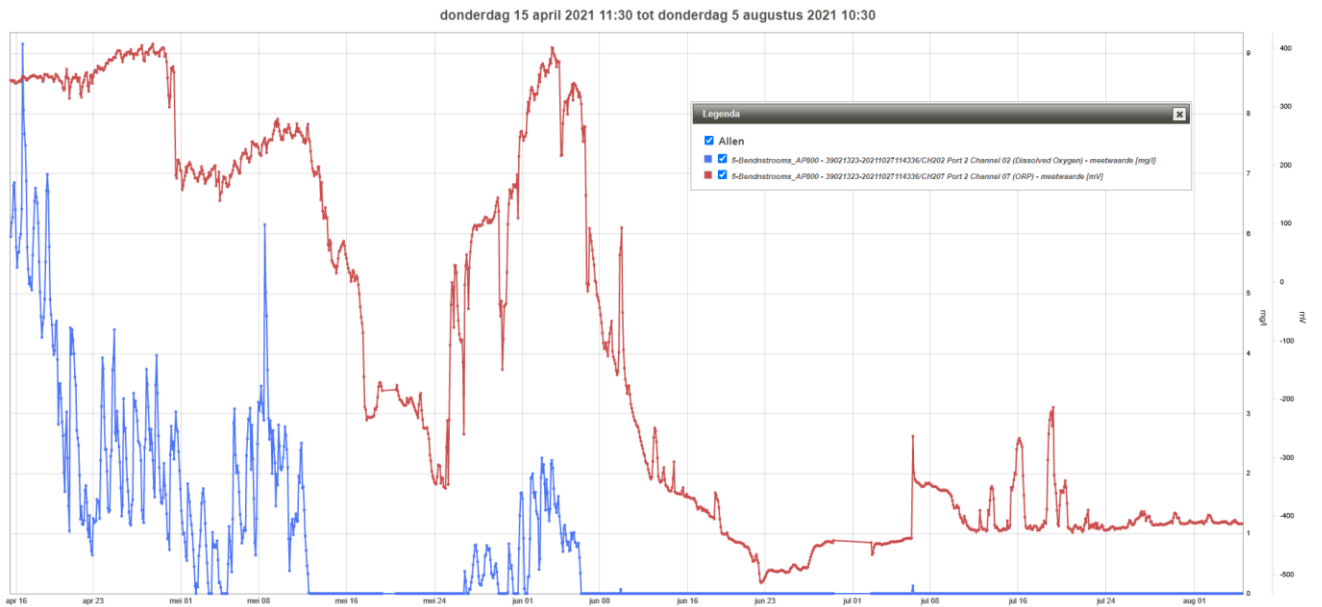
**Figuur 2.3: Sneeuwdek van 7 tot 15 februari 2021.**

In mei 2021 hebben zich twee incidenten voorgedaan die invloed hebben gehad op de redoxpotentiaal en de opgeloste zuurstof. Begin mei zijn perssappen van de sleufsilos met mais in de helofytensloot terecht gekomen. Dat had een verlaging van de redoxpotentiaal en de opgeloste zuurstof tot gevolg, maar die herstelden zich na enkele weken weer. Vervolgens is er naast het kavelpad ruige mest tijdelijk opgeslagen geweest (figuur 2.4). De afstand tot de sloot was wel 4 meter, maar het lijkt wel effect op de redoxpotentiaal te hebben gehad (figuur 2.5). Dit incident heeft zich niet meer herhaald. In het vervolg is de mestbult ruim in het land gelegd en afgedekt alvorens de mest verspreid werd (figuur 2.6).



**Figuur 2.4: Tijdelijke mestopslag naast het kavelpad.**





**Figuur 2.5: Redoxpotential (rood) en opgeloste zuurstof (blauw) benedenstrooms gedurende het tijdvak van 15 april tot 8 augustus 2021.**



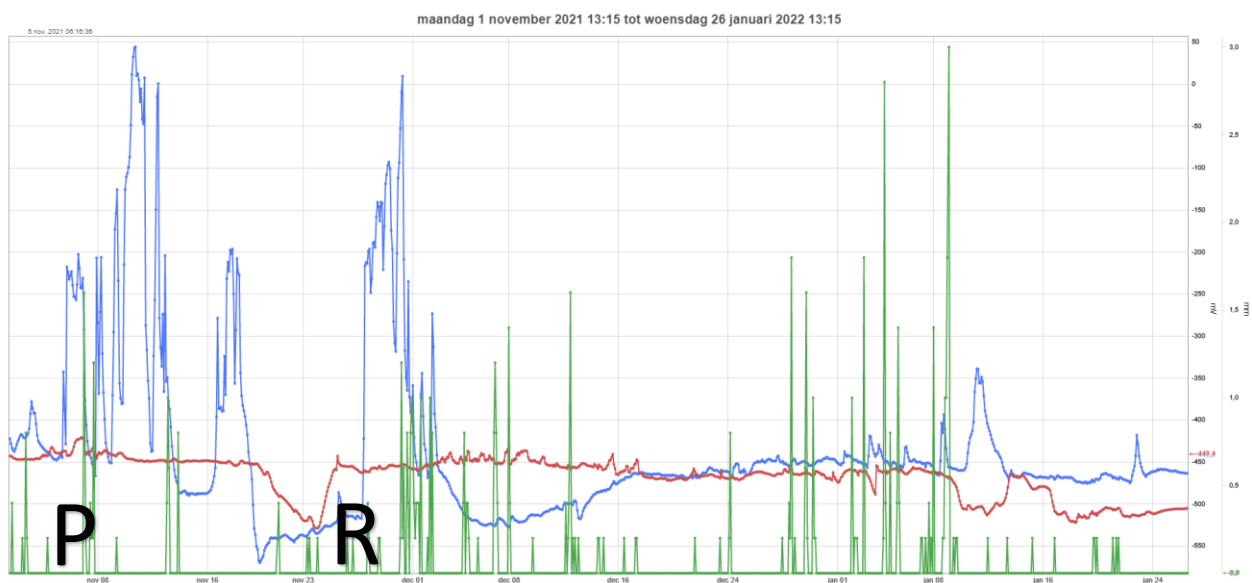
**Figuur 2.6: Mestbult ruim van het kavelpad en afgedekt.**

Het volgende kan opgemerkt worden:

- Tijdelijke vervuiling met perssappen konden opgevangen worden door de helofyten-sloot. Waarschijnlijk werden de perssappen snel afgevoerd, maar kwamen dus wel in het oppervlaktewater terecht.
- De mestbult lijkt tot meer problemen te hebben geleid. Ook in het najaar is het effect daarvan terug te zien. Waarschijnlijk doordat meststoffen via de bodem nog lange tijd de sloot bereiken.
- Het effect op stikstof- en fosforgehaltes, die door het waterschap worden gemeten, is geringer. Dit wordt in hoofdstuk 3 verder toegelicht.

In figuur 2.7 zijn de redoxpotentialen boven- en benedenstreams en de neerslag weergegeven. Het volgende kan opgemerkt worden:

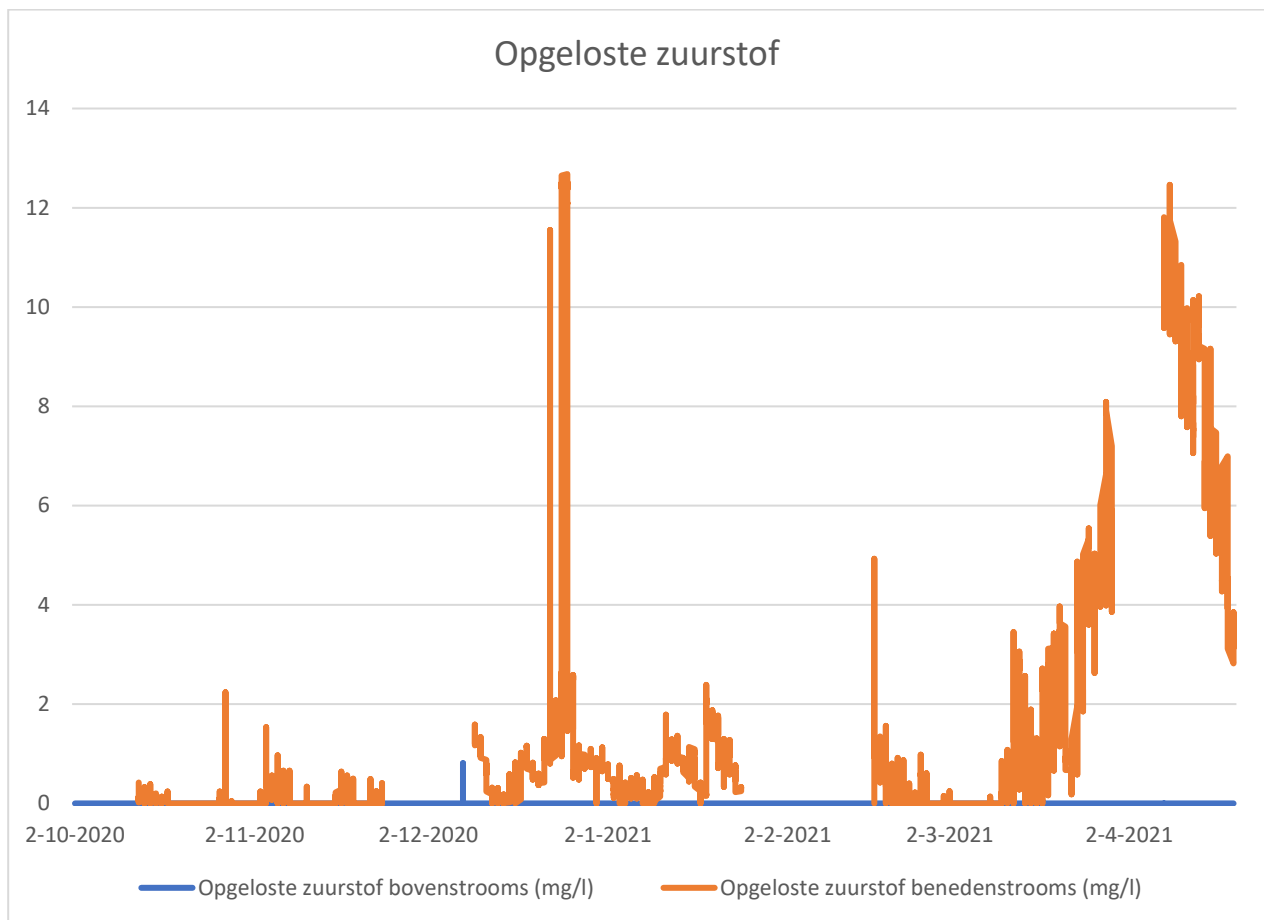
- De peilverlaging op 5 november en de slootschoning op 25 november heeft beide keren een kort, maar sterk effect op de redoxpotentiaal benedenstreams gehad. De versnelde doorstroom leidde tot een kortstondige, betere waterkwaliteit.
- Na de slootreiniging is de redoxpotentiaal benedenstreams ongeveer 3 weken lager dan de redoxpotentiaal bovenstreams. Dit kan veroorzaakt zijn door het vrijkomen van vervuilende stoffen in de sloot. Na half december ligt de waarde benedenstreams vrijwel altijd hoger dan bovenstreams, maar het verschil is maar gering. De reinigende werking van de sloot is maar heel beperkt.
- Na de flinke neerslag begin januari duikt de redoxpotentiaal bovenstreams naar beneden. Dat zou veroorzaakt kunnen zijn door vervuiling van het erf dat meegespoeld is. Benedenstreams is juist sprake van een tijdelijke verbetering die waarschijnlijk door het regenwater dat van de weidestal en via de drains in de sloot is gekomen.
- Eind januari is er nog geen sprake van verbetering van de zuiverende werking van de sloot.



**Figuur 2.7: Redoxpotentiaal bovenstreams (rood), benedenstreams (blauw) en de neerslag (groen). P is de peilverlaging op 5 november en R de slootreiniging op 25 november.**

## 2.2. Opgeloste zuurstof

Ook de aanwezigheid van opgeloste zuurstof is een indicator voor waterkwaliteit. Het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) ligt op minimaal 5 mg/l. Planten produceren het overdag, maar verbruiken het 's-nachts. In de sloot komt, naast de helofyten lisdodde en mannagras ook veel eendenkroos voor. In figuur 2.8 wordt de aanwezigheid van opgeloste zuurstof weergegeven.

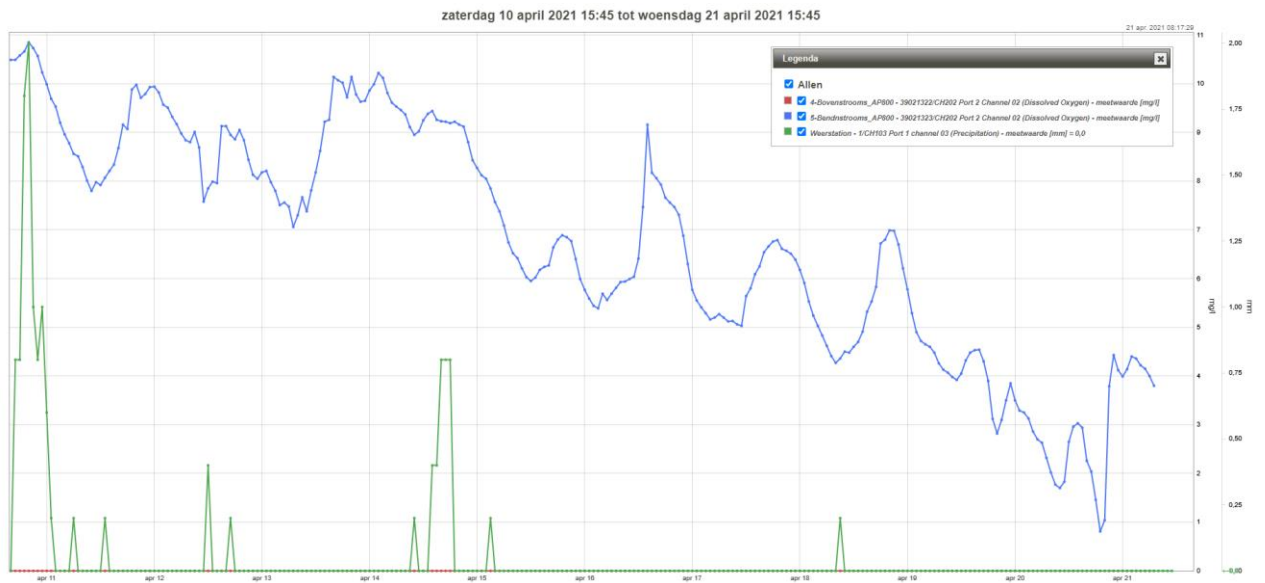


**Figuur 2.8: Hoeveelheid opgeloste zuurstof bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) van begin oktober 2020 tot april 2021.**

Het volgende kan opgemerkt worden:

- Bovenstrooms is de hoeveelheid opgeloste zuurstof vrijwel altijd 0.
- Benedenstrooms fluctueert de hoeveelheid opgeloste zuurstof sterk, maar is het grootste gedeelte van de tijd boven 0, maar wel de meeste tijd beneden de het MTR van 5 mg/l.
- De lage waarden tot december, benedenstrooms, komen overeen met de lage redoxpotentialen.

In figuur 2.9 is de hoeveelheid opgeloste zuurstof in de maand april afgezet tegen de neerslag.



**Figuur 2.9: Hoeveelheid opgeloste zuurstof bovenstrooms (rood), benedenstrooms (blauw) en de neerslag (groen) in april 2021.**

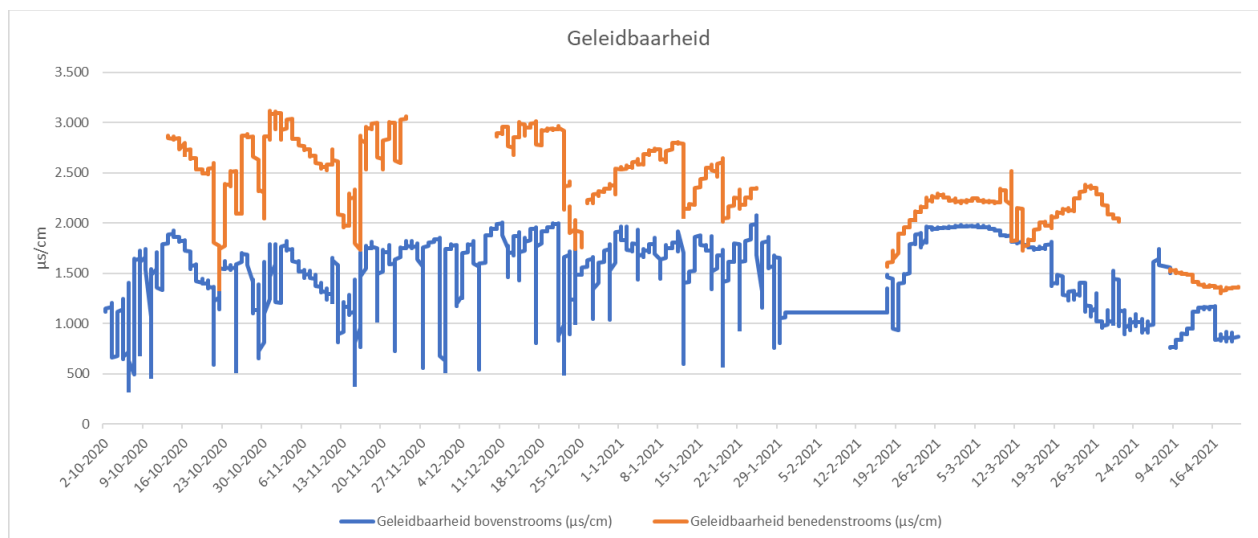
Het volgende kan opgemerkt worden:

- Bovenstrooms is de hoeveelheid opgeloste zuurstof altijd 0.
- Benedenstrooms fluctueert de hoeveelheid met het dag- en nachtritme, maar is wel altijd boven 0.
- Na neerslag is er een opwaarts effect in de zuurstofconcentratie te zien, waarbij er wel sprake is van een na-ijleffect van een halve tot een hele dag, omdat regenwater van het dak van de weidestal op de sloot wordt geloosd en dus regenwater een relatief sterk effect heeft, maar er enige tijd over doet, voordat het het benedenstroomse punt heeft bereikt.

Verder moet opgemerkt worden dat vanaf juni 2021 de opgeloste zuurstof ook benedenstrooms vrijwel constant 0 mg/l is geweest (figuur 2.5). Dit lijkt een gevolg van de mestbult te zijn.

### 2.3. Elektrisch geleidingsvermogen

Figuur 2.10 laat het verband zien tussen het elektrische geleidingsvermogen (bij 25 graden) bovenstrooms en benedenstrooms over de periode van begin oktober 2020 tot april 2021.

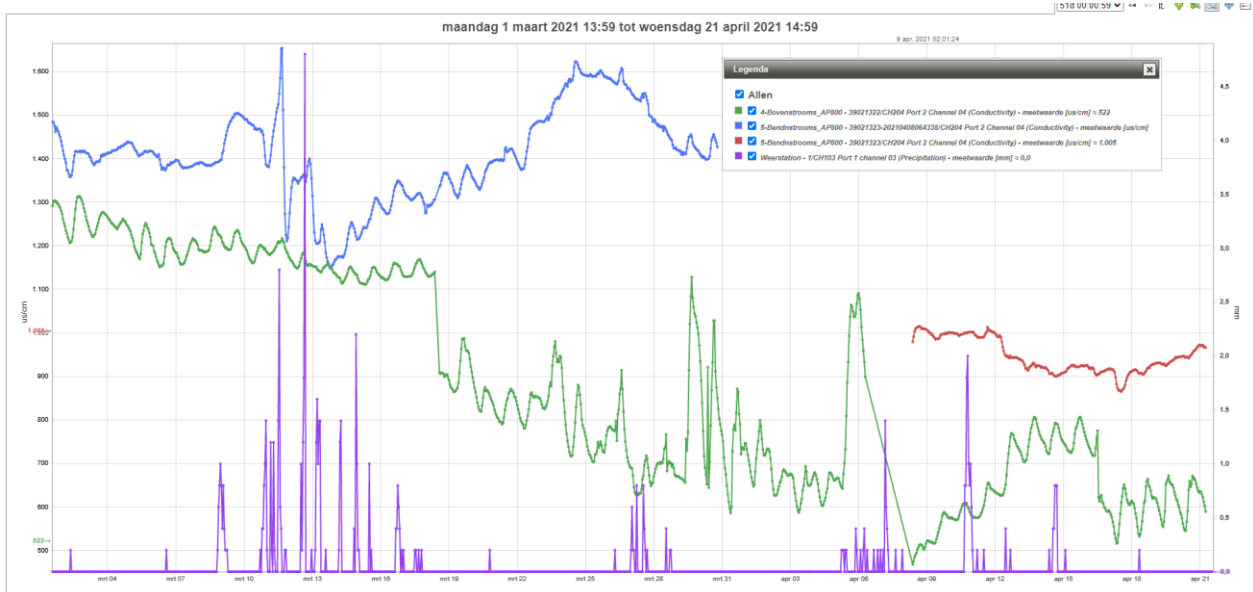


**Figuur 2.10: Verloop van het elektrisch geleidingsvermogen bij 25 graden bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (bruin) in µS/cm.**

Het volgende opmerkingen worden hierbij geplaatst:

- Het water is aan het eind van de sloot ongeveer 50% zouter dan aan het begin van de sloot. Bovenstrooms blijkt de geleidbaarheid namelijk gemiddeld 1.532 µS/cm te zijn en benedenstrooms gemiddeld 2.354 µS/cm. Dit wordt veroorzaakt doordat het grondwater brak is en via de drains in de sloot komt. De waarden komen soms dicht in de buurt van de 3.000 µS/cm wat de grens is voor gebruik voor gewassen.
- De sterke, korte dalingen worden veroorzaakt door regen (niet in de grafiek), waardoor sterke verdunning optreedt. Dat wordt waarschijnlijk versterkt doordat het regenwater van de weidestal door deze sloot wordt afgevoerd (regenwater heeft een geleidbaarheid van 30 µS/cm).
- Sommige schommelingen kunnen door kalibratie zijn veroorzaakt.
- De geleidbaarheid is benedenstrooms in het voorjaar lager dan in het najaar en de winter.

In figuur 2.11 is de geleidbaarheid bij 25 graden bovenstrooms en benedenstrooms voor de periode van 1 maart tot 21 april vergeleken.



**Figuur 2.11: Verband tussen de geleidbaarheid bij 25 graden bovenstrooms (groen) en benedenstrooms (blauw en rood) en de neerslag (paars), waarbij voor de geleidbaarheid dezelfde schaalverdeling wordt gebruikt.**

Het volgende valt op:

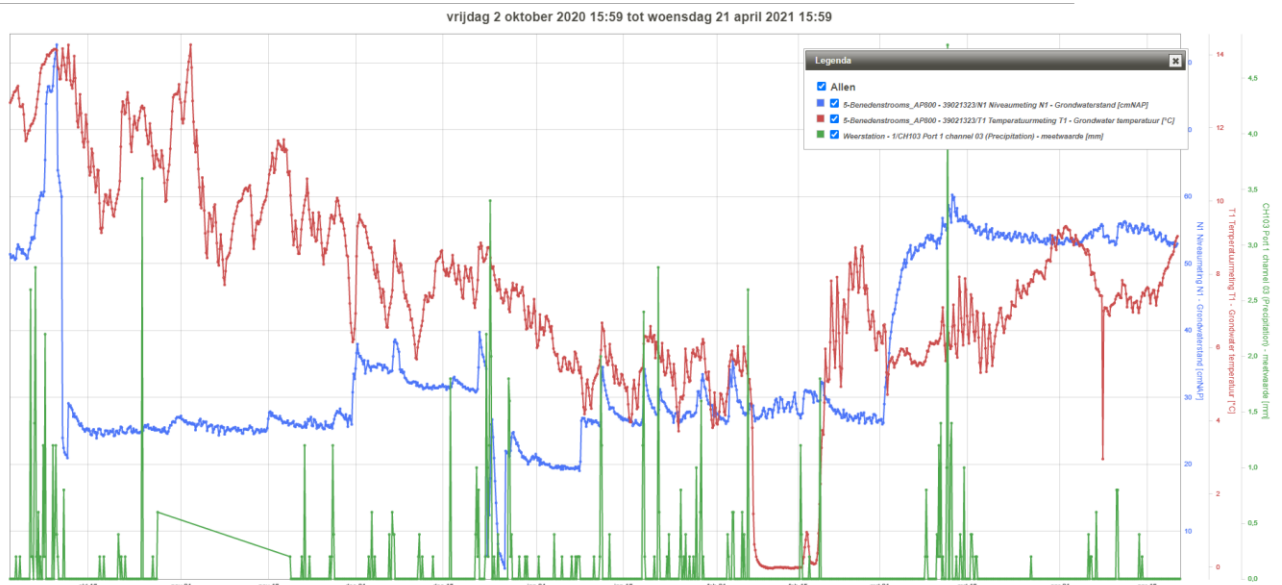
- Door een storing, begin april, zijn de sensoren uit het water geweest. Dat heeft tot lagere waarden geleid.
- De neerslag lijkt niet meer zoveel effect te hebben. Blijkbaar speelt dat meer in het najaar.

#### 2.4. Oppervlaktewaterpeil en temperatuur

In figuur 2.12 is het slootpeil, de temperatuur van het slootwater en de neerslag vanaf begin oktober tot begin april weergegeven.

Het volgende valt op:

- Nadat de stuw de hele zomer omhoog had gestaan, heeft de bedrijfsleider 11 oktober, na veel neerslag, de stuw naar beneden gelaten. Vervolgens is de stuw weer iets hoger gezet.
- Eind december heeft de bedrijfsleider nogmaals de stuw verlaagd, waardoor de sensoren droog kwamen te staan. De stuw is weer enigszins omhoog gezet.
- De koudeperiode van begin februari is goed terug te zien in de grafiek. Het water is nooit helemaal bevroren geweest, maar bleef stromen.
- Eind februari is de ruige mest uitgereden en waren voorlopig geen veldwerkzaamheden noodzakelijk. De stuw is toen weer flink omhooggezet.



**Figuur 2.12: Benedenstrooms slootpeil (blauw), temperatuur (rood) en neerslag (groen) van 2 oktober 2020 tot 21 april 2021.**

In figuur 2.13 is het slootpeil, de temperatuur van het slootwater en de neerslag vanaf begin april tot eind november weergegeven.

Het volgende valt op:

- De slootwatertemperatuur (rood) is in april ongeveer 7 graden en loopt op tot ongeveer 17 graden in de zomer. Vervolgens daalt hij weer naar ongeveer 7 graden eind november.
- De peilstijgingen (blauw) treden niet altijd meteen op na neerslag (groen). Dat komt omdat de bodem vaak nog eerst water kan opnemen. Ook duurt het even voordat de neerslag bij het einde van de sloot is.
- In november is het peil 2 keer verlaagd om slootschoning mogelijk te maken.



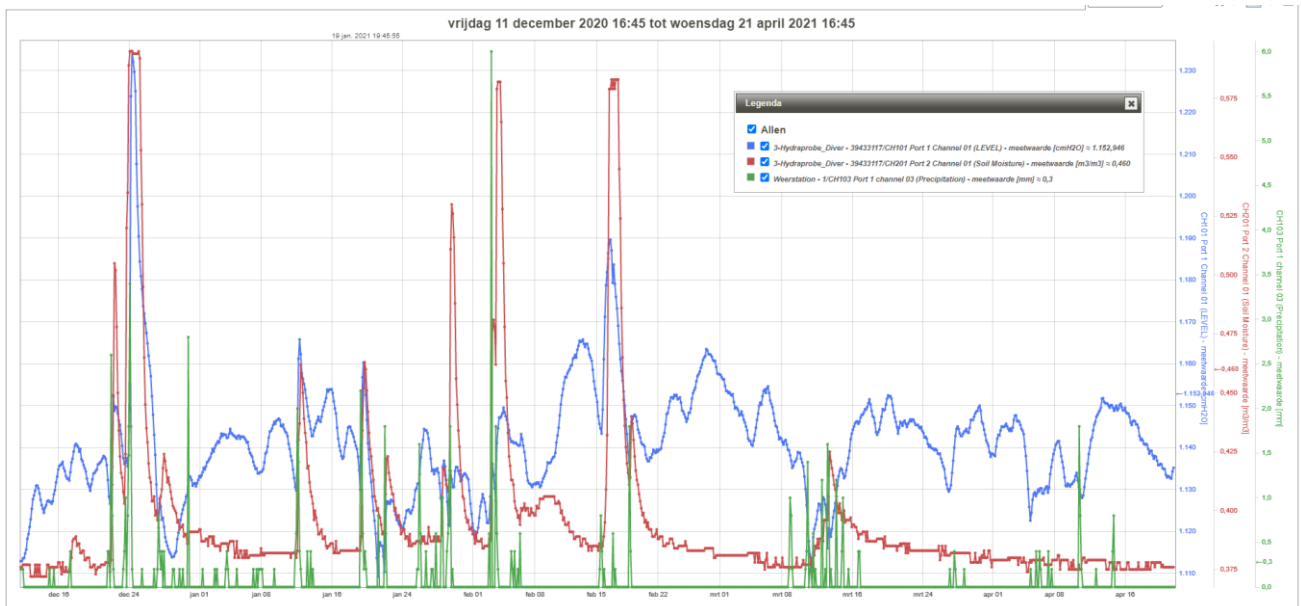
**Figuur 2.13: Benedenstrooms slootpeil (blauw), temperatuur (rood) en neerslag (groen) van 10 april 2021 tot 26 november 2021.**

## 2.5. Grondwaterpeil en bodemvocht

Op 75 meter van de helofytensloot zijn een peilbuis en een bodemvochtsensor geplaatst. Figuur 2.14 laat het verloop van de grondwaterstand, het bodemvochtgehalte en de neerslag zien.

Het volgende valt op:

- Grondwaterpeil en bodemvochtpercentage reageren op flinke neerslag (meer dan 10 mm).
- Het bodemvochtpercentage zakt, na de neerslag, snel weer terug naar 38%. De bergingsfactor lijkt ongeveer 20% te zijn. Volledige verzadiging treedt maar enkele keren op en ook dan zakt het weer snel weg.



**Figuur 2.14: Grondwaterpeil (blauw), bodemvochtpercentage (bruin) en neerslag (groen) op 75 meter van de helofytensloot.**

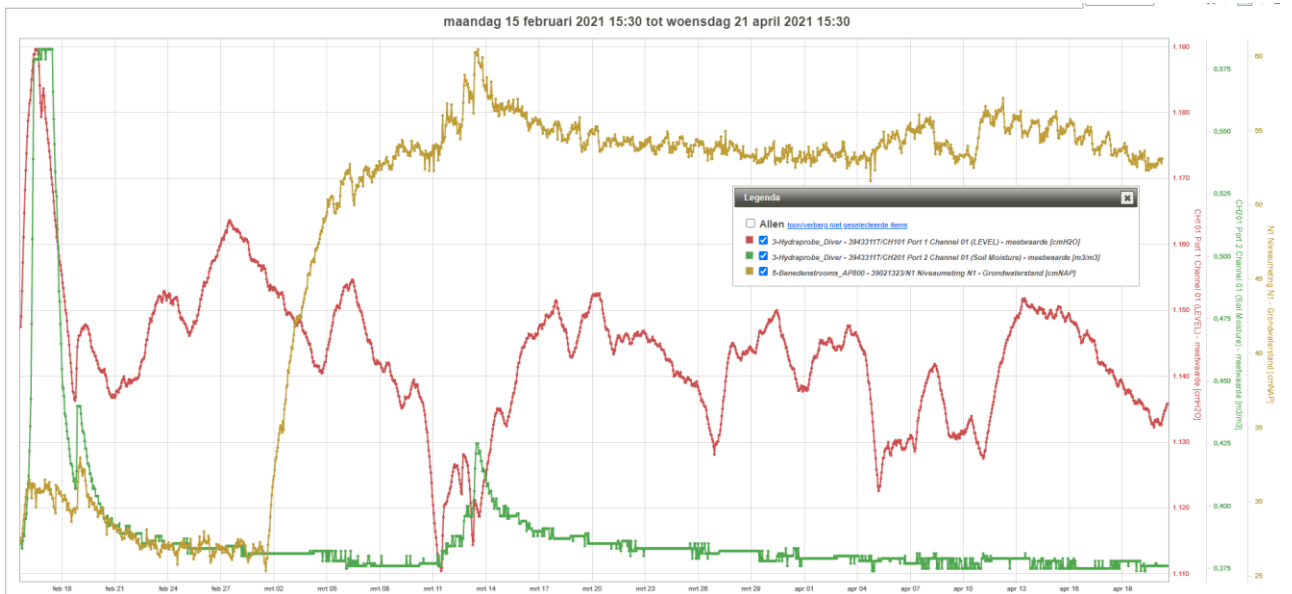
In figuur 2.15 wordt het verband tussen slootpeil, bodemvocht en grondwaterpeil weergegeven. Het is opmerkelijk dat er geen enkel effect te zien is van de slootpeilverhoging in maart. Neerslag heeft wel effect op beiden, maar slootpeil niet. Dat kan twee oorzaken hebben:

- De grond is dusdanig slecht doorlatend dat het water nauwelijks vanuit de sloot infiltreert.
- Het lijkt er op dat de drains van dat perceel niet op de helofytensloot afwateren en dat er dus ook geen infiltratie mogelijk is. Dit wordt nader onderzocht. Er zullen nu ook peilbuizen in het tegenoverliggende perceel worden gelegd (bijlage 2).

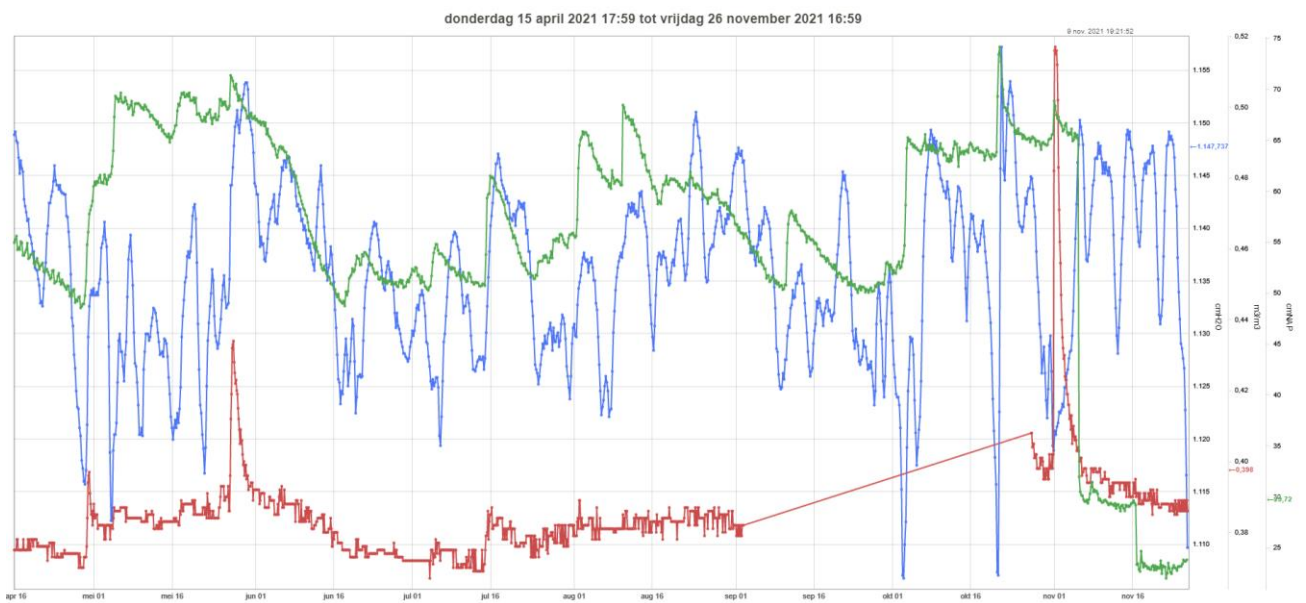
In figuur 2.16 is ook de periode van 16 april tot 26 november weergegeven. Het volgende valt op:

- Het grondwaterpeil (blauw) schommelt veel maar blijft wel redelijk constant. Waarschijnlijk als gevolg van de natte zomer.
- Het bodemvocht bereikt alleen eind oktober een hoog niveau. Verder weinig problemen met te natte omstandigheden.
- Eind november lijkt de grondwaterstand te reageren op de sterke peilverlaging in de sloot.





**Figuur 2.15: Grondwaterpeil (rood), bodemvochtpercentage (groen) op 75 meter van de helofytensloot en slootpeil (bruin) van 15 februari tot 21 april.**

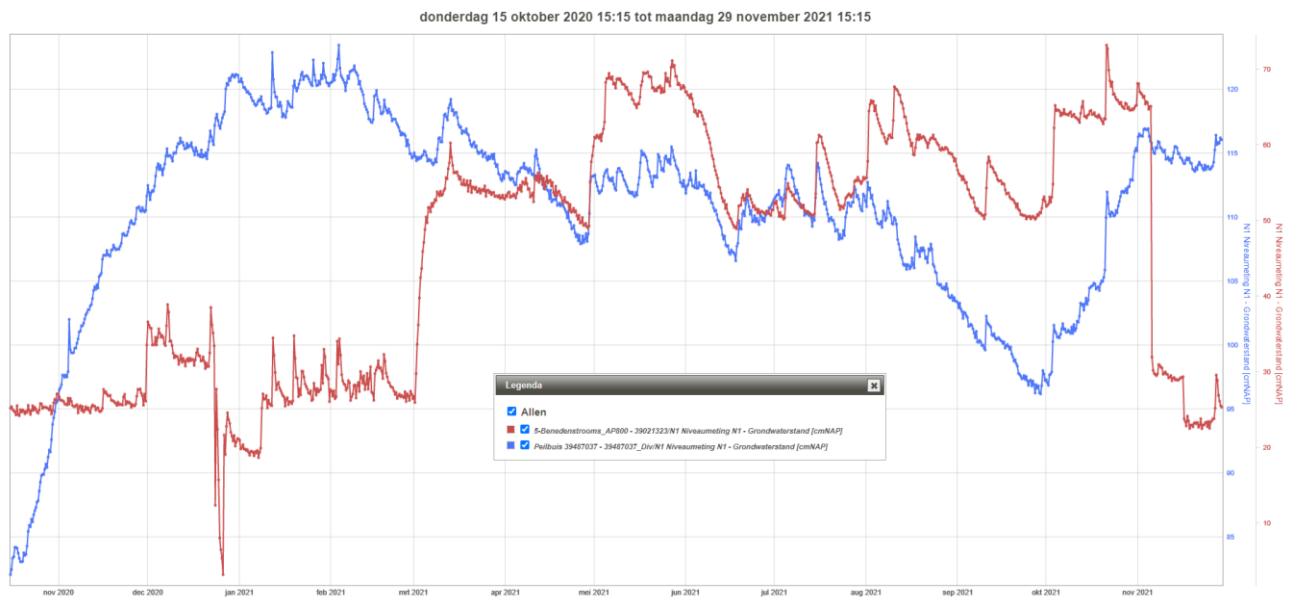


**Figuur 2.16: Grondwaterpeil (blauw), bodemvochtpercentage (rood) op 75 meter van de helofytensloot en slootpeil (groen) van 16 april tot 26 november.**

In figuur 2.17 zijn de resultaten van de peilbuis weergegeven die op 225 meter van de helofytensloot af staat (bijlage 2). Uiteraard zal daar de invloed van de helofytensloot nog minder zichtbaar zijn. De grafiek geeft de grondwaterstand en het slootpeil weer van 15 oktober 2020 tot eind november 2021.

Het volgende kan opgemerkt worden:

- De stuw is eind januari van 40 cm naar 3 cm gezet. Daardoor kwamen de sensoren droog te staan en om dat te voorkomen is de stuw weer snel omhoog gezet naar 20 en vervolgens 28 cm. Nadat in maart de ruige mest was uitgereden, is het peil verhoogt naar 55 cm. Tot november schommelde het slootpeil tussen 50 en 70 cm. Begin november is de stuw op 30 cm en vervolgens 24 cm gezet om de sloot te kunnen reinigen en de drains te lokaliseren.
- Er is inderdaad geen verband tussen het slootpeil en de grondwaterstand.



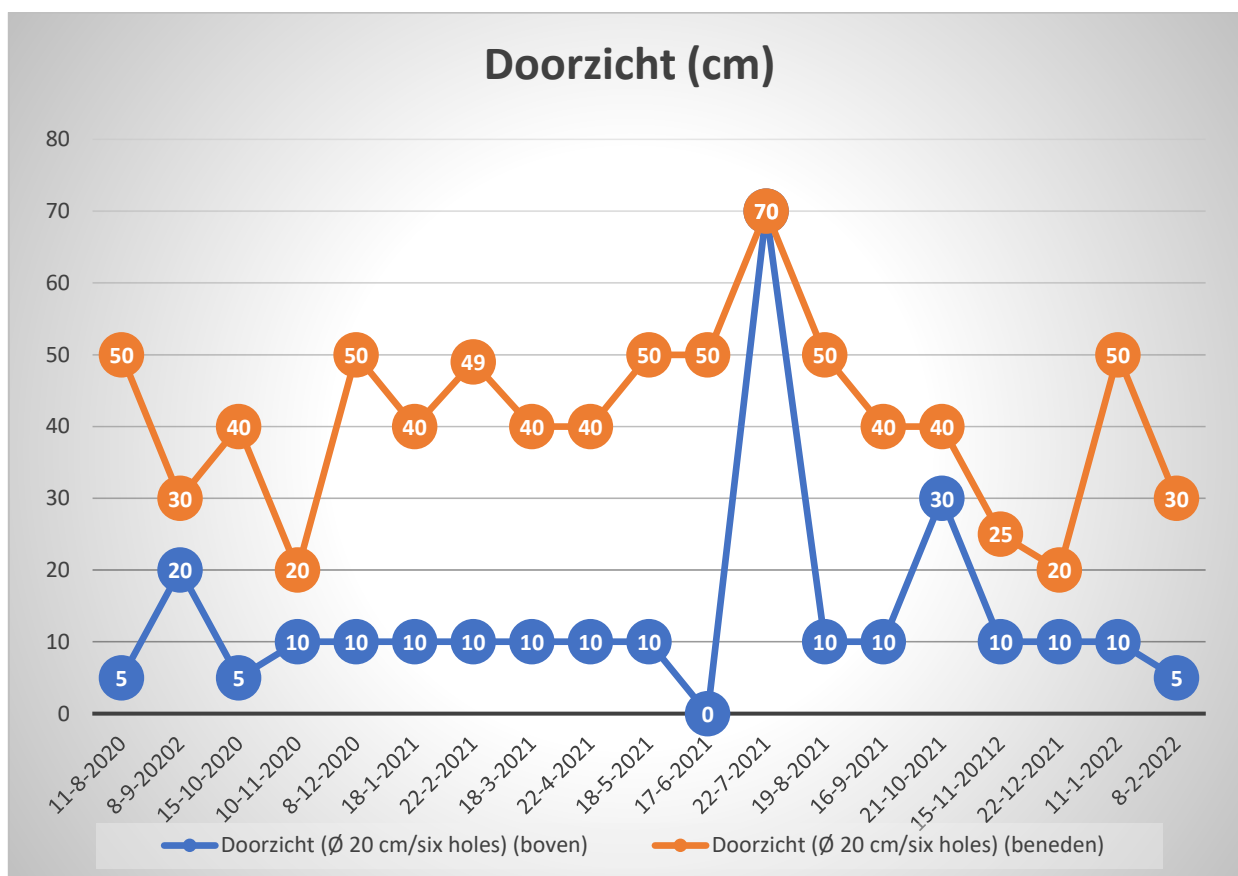
**Figuur 2.17: Slootwaterpeil (bruin) en grondwaterstand (blauw) op 225 meter van de helofytensloot.**

### 3 Onderzoeksresultaten van de bemonstering

Het waterschap heeft vanaf augustus 2020 maandelijks watermonsters genomen van het oppervlaktewater aan het begin van de sloot (bovenstrooms) en aan het eind van de sloot (benedenstrooms) en laten analyseren. De resultaten zijn weergegeven in [bijlage 3](#). Een aantal parameters zal in de volgende paragrafen worden besproken. Voor stikstof en fosfor worden de parameters besproken die een aantal parameters combineren (som ammonium- en organisch gebonden stikstof; som nitraat en nitriet; totaal fosfor). In de toekomst kan het interessant zijn om ook de overige parameters te analyseren.

#### 3.1. Doorzicht

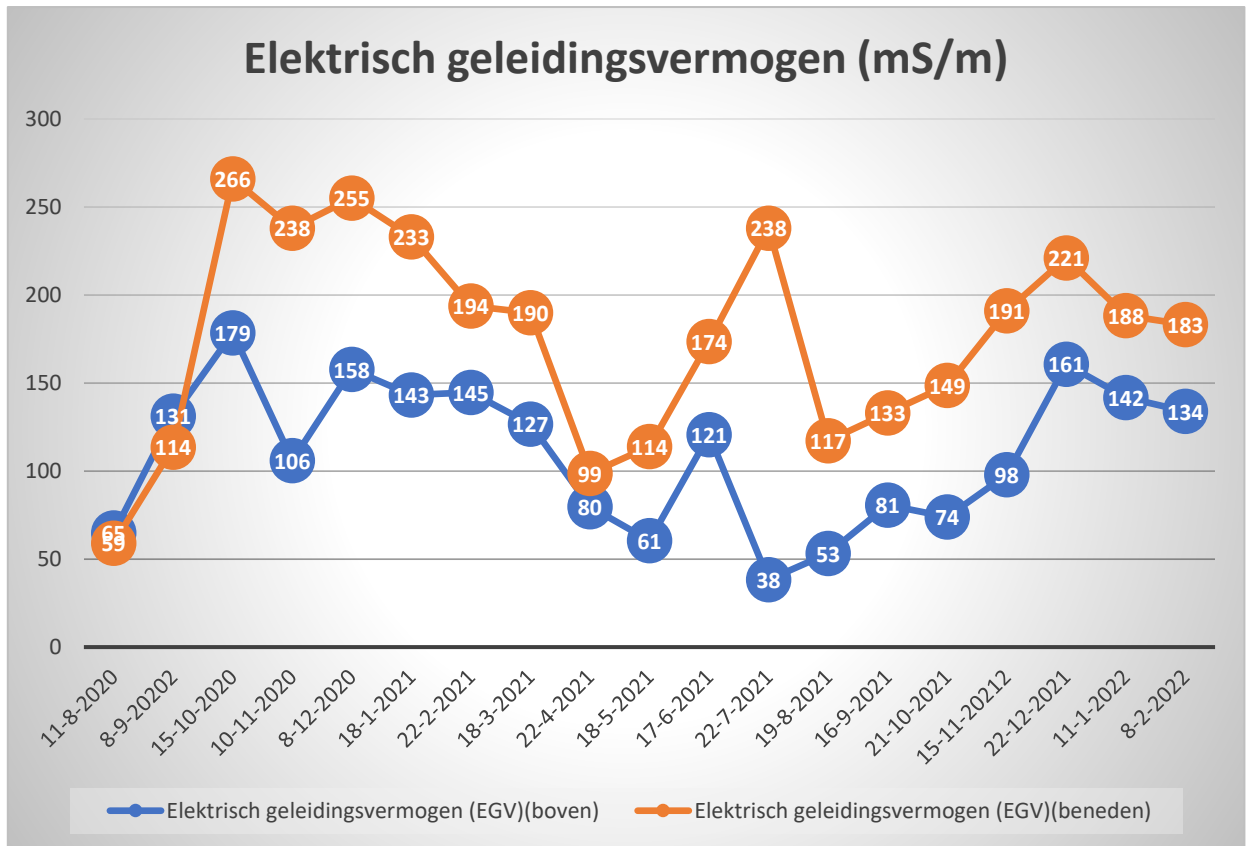
Zoals in figuur 2.16 te zien is, varieerde de waterdiepte benedenstrooms tussen 20 en 80 cm. Benedenstrooms was de bodem altijd wel te zien. In figuur 3.1 is te zien dat de doorzicht van de watermonsters benedenstrooms altijd veel beter is dan bovenstrooms. Opmerkelijk zijn de hoge uitslagen in juli. Ik vermoed dat er toen een fout is gemaakt bij de bemonstering, of de analyse. Opgemerkt moet worden dat het doorzicht slechts één maar aan de norm van 65 cm voldoet en dat was in de uitzonderlijke uitslag van juli.



Figuur 3.1: Doorzicht (in cm) bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

### 3.2. Elektrisch geleidingsvermogen

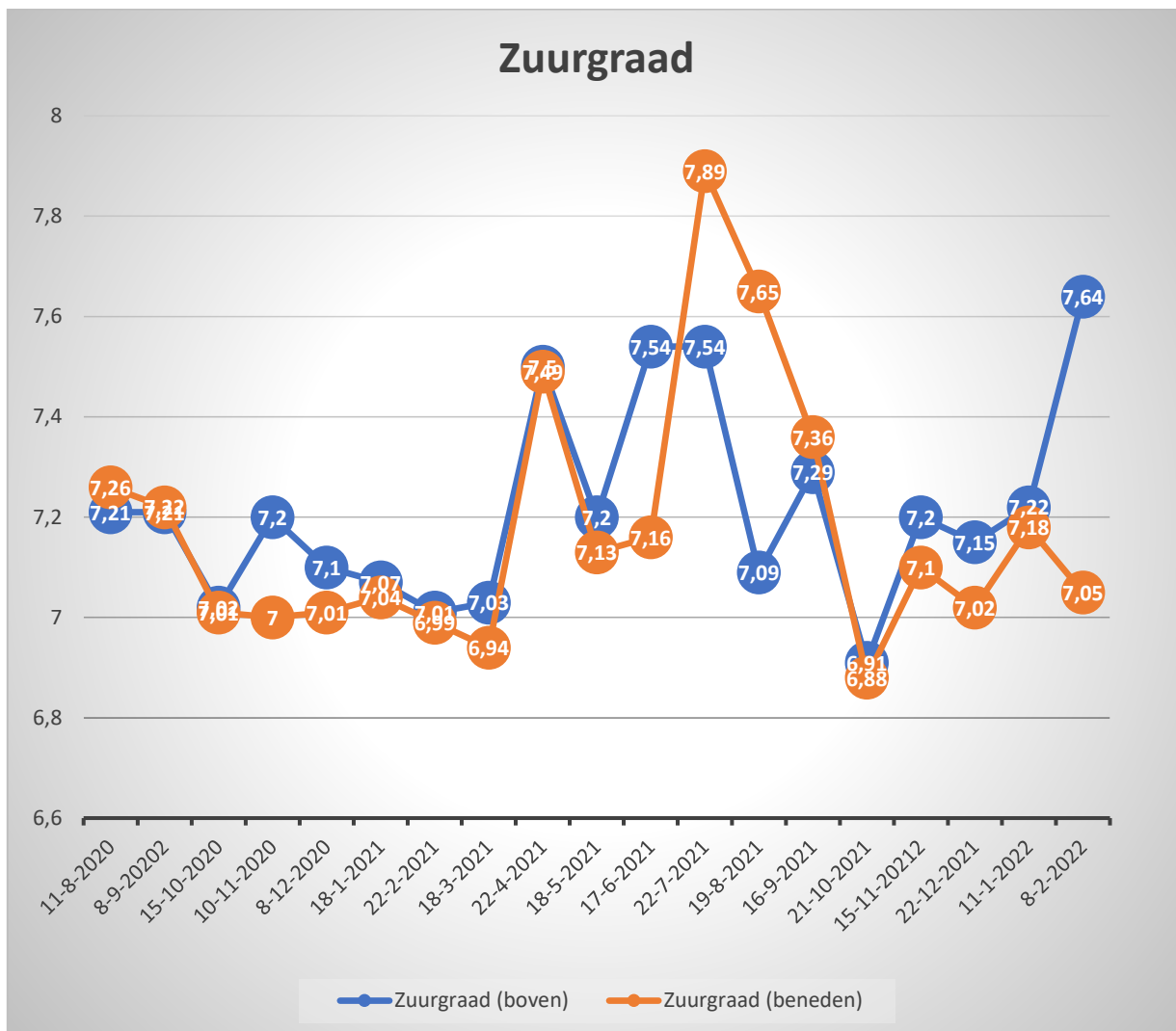
In figuur 3.2 is te zien dat het elektrisch geleidingsvermogen benedenstrooms vrijwel altijd hoger is dan bovenstrooms. Dat wordt veroorzaakt door het brakke grondwater. De waarden komen echter nergens boven de 300 mS/m wat de grens voor gebruik voor gewassen. Het resultaat is vergelijkbaar met, maar over het algemeen iets lager dan, het resultaat van de sensoren (mS/m is gelijk aan 10  $\mu$ S/cm). Opgemerkt moet worden dat de invloed van regenwater op het elektrisch geleidingsvermogen hoog is, omdat het dak van de weidestal op de sloot afwatert. Omdat de bemonstering 1 keer per maand plaatsvond, kan neerslag daar invloed op hebben gehad.



Figuur 3.2: Elektrisch geleidingsvermogen bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

### 3.3. Zuurgraad

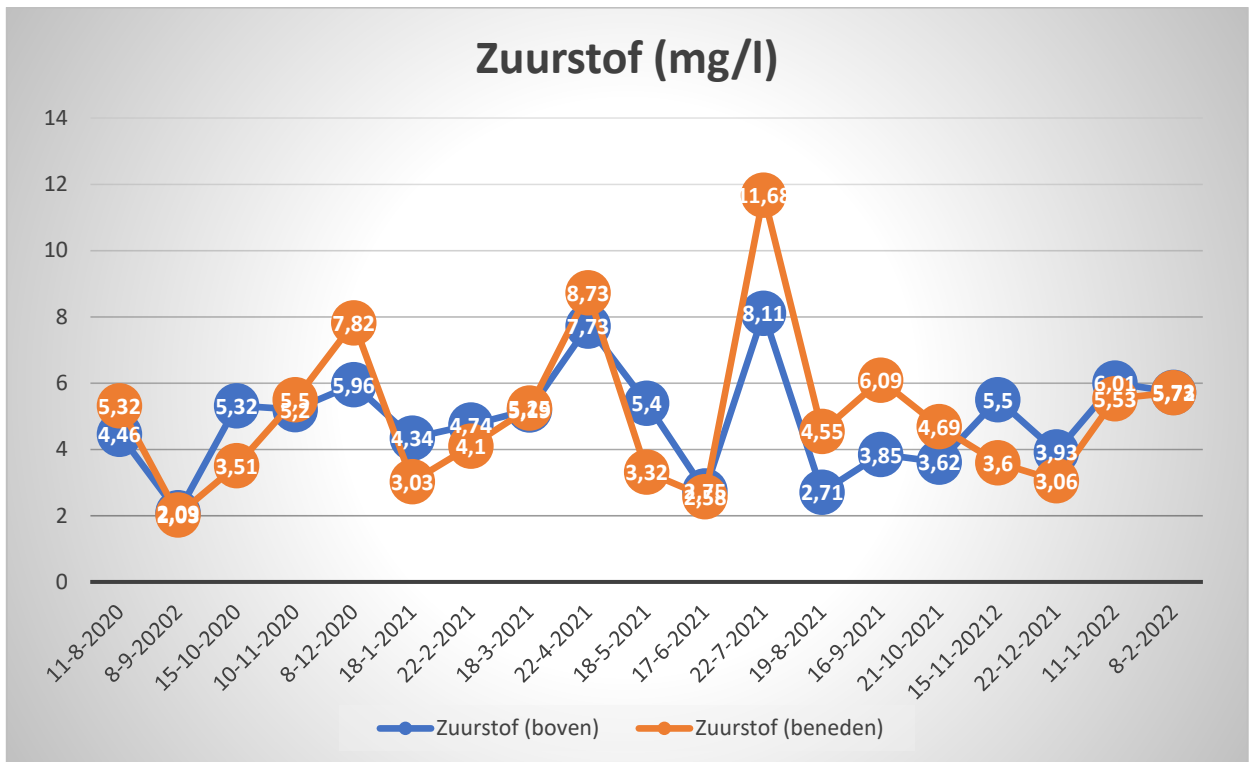
In figuur 3.3 is de variatie in de pH te zien. Er zijn weinig verschillen tussen boven- en benedenstrooms. De pieken in april en juli zijn opvallend en ook door de sensoren gesignaleerd (niet in dit rapport). Dit zou een gevolg van algenbloei kunnen zijn. Algen verbruiken, onder invloed van licht, kooldioxide. Dit verbruik laat de pH-waarde toenemen.



Figuur 3.3: Zuurgraad bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

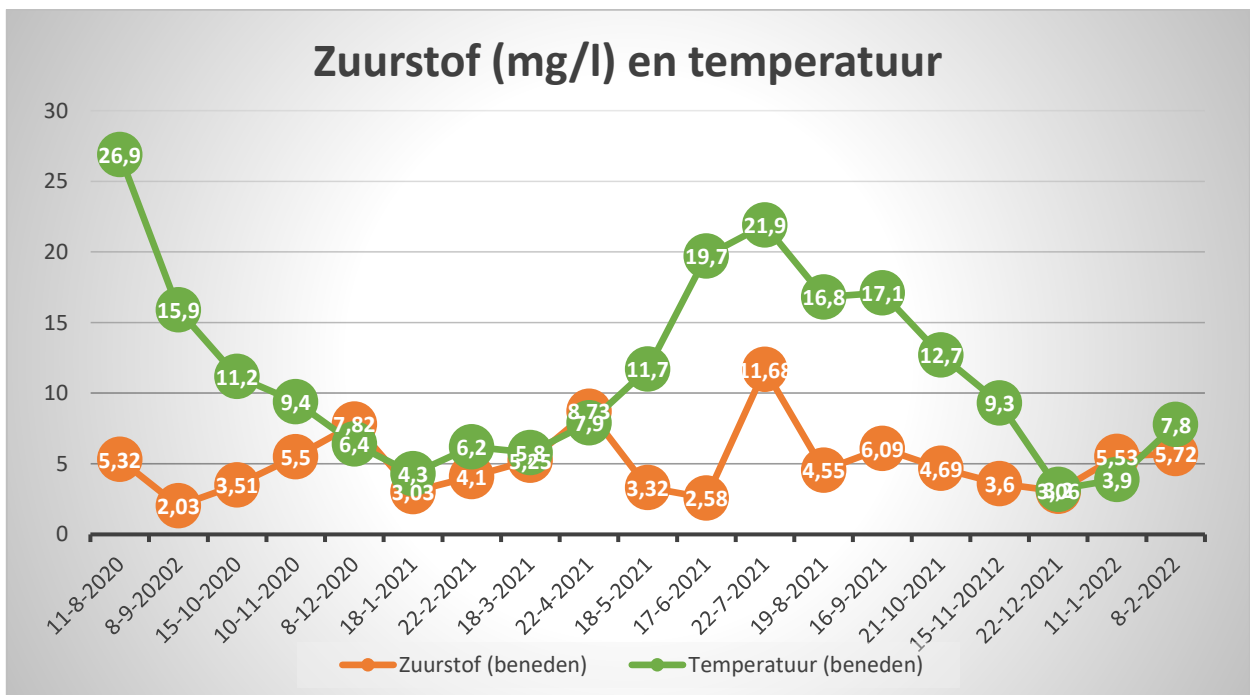
### 3.4. Zuurstof

In figuur 3.4 is het verloop van het zuurstofgehalte weergegeven. Er is geen duidelijk verschil tussen bovenstrooms (gemiddeld 4,8 mg/l) en benedenstrooms (gemiddeld 5,2 mg/l) te herkennen, terwijl dat bij de sensoren wel duidelijk het geval was. Verder moet geconstateerd worden dat ook benedenstrooms het gehalte bijna de helft van de tijd beneden de MTR-norm ligt.



Figuur 3.4: Zuurstofgehalten bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

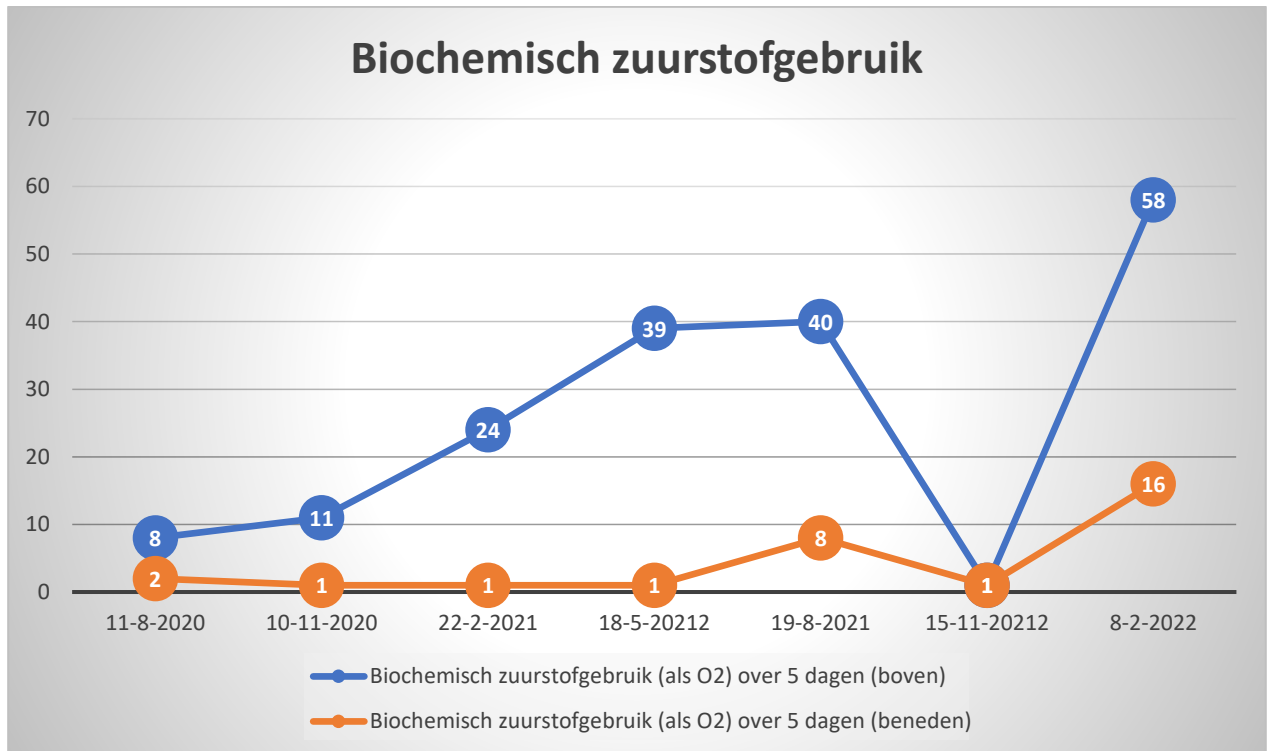
In figuur 3.5 is het zuurstofgehalte benedenstrooms afgezet tegen de temperatuur. Er is geen duidelijk verband te zien. Het zuurstofgehalte is ongeveer de hele periode constant met een uitschieter in de zomer van 2021.



Figuur 3.5: Zuurstofgehalten (oranje) en temperatuur (groen) benedenstrooms.

### 3.5. Biochemisch zuurstofgebruik

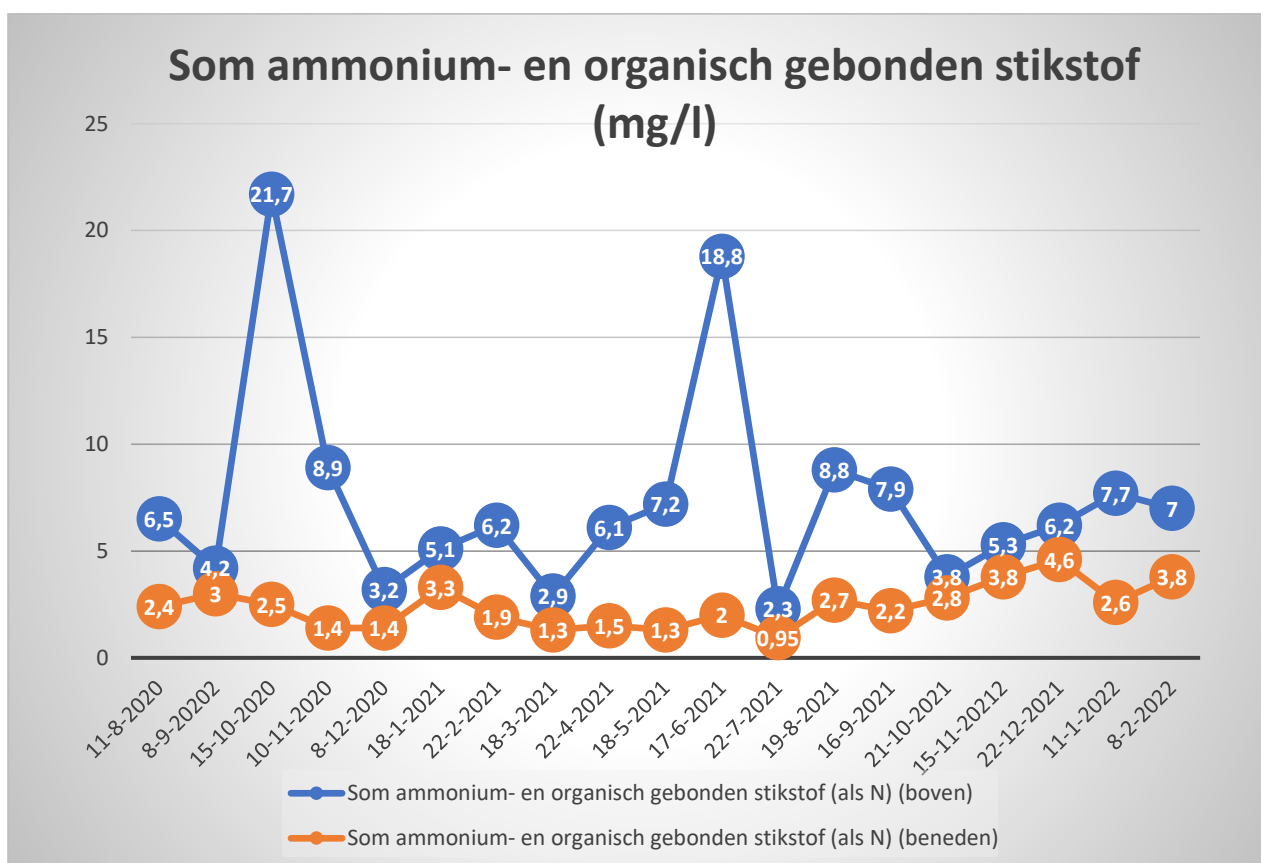
In figuur 3.6 is het verloop van het biochemisch zuurstofgebruik weergegeven. Het biochemisch zuurstofgebruik is de hoeveelheid zuurstof die nodig is voor de afbraak van organische stoffen in het water. Dit is een maat voor de vervuiling van het water. In vrijwel alle kwartalen is er sprake van slechte scores bovenstrooms en zeer goede scores benedenstrooms. De hogere waarde benedenstrooms in augustus zou verklaard kunnen worden door vervuiling die in mei is veroorzaakt doordat een mestbult niet ver genoeg van de sloot was gedeponeed (zie ook paragraaf 2.1). De lage waarde op 15 november zou verklaard kunnen worden door de peilverlaging begin november en daarmee het doorspoelen van de sloot.



Figuur 3.6: Biochemisch zuurstofgebruik bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

### 3.6. Ammonium- en organisch gebonden stikstof

In figuur 3.7 is de som van ammonium- en organische gebonden stikstof (Kjeldahl-N) weergegeven. De gehalten bovenstrooms zijn meestal vele malen hoger dan benedenstrooms. Het waterschap hanteert voor de tochten een limiet van 2,4 mg/l. Bovenstrooms wordt hier vrijwel nooit aan voldaan, maar benedenstrooms meestal wel. De pieken bovenstrooms in oktober en juni zijn opvallend. Waarschijnlijk is dat een gevolg van neerslag en afspoeling van het erf. In oktober 2020 is er, na een droge zomer, veel neerslag gevallen en ook in juni 2021 was er sprake van enkele flinke buien. De hogere waarden vanaf november 2021 benedenstrooms zouden verklaard kunnen worden, doordat de helofyten gemaaid waren en er weinig zuiverende werking was. Opmerkelijk is wel dat die zuiverende werking nog steeds aanwezig is.

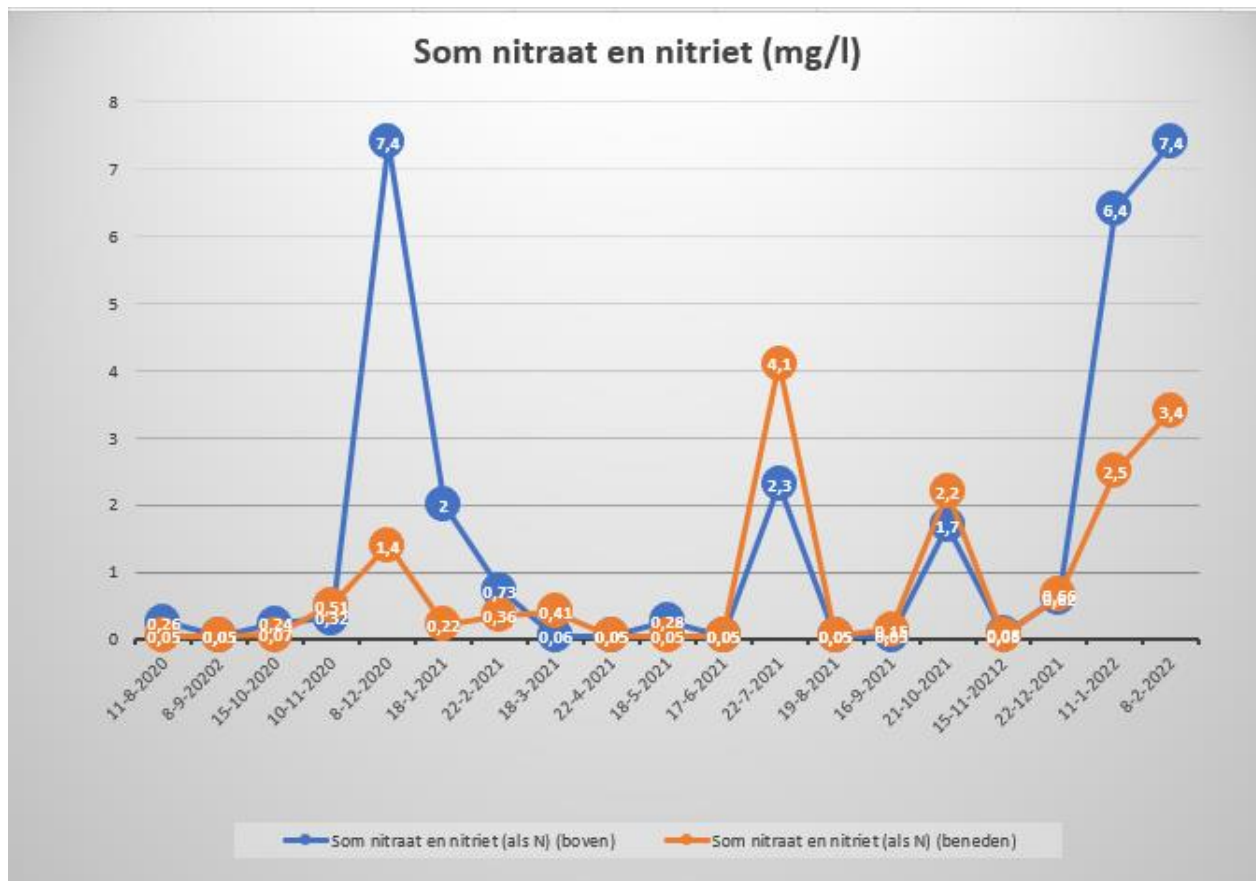


Figuur 3.7: Som van ammonium- en organisch gebonden stikstof bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).



### 3.7. Nitraat en nitriet

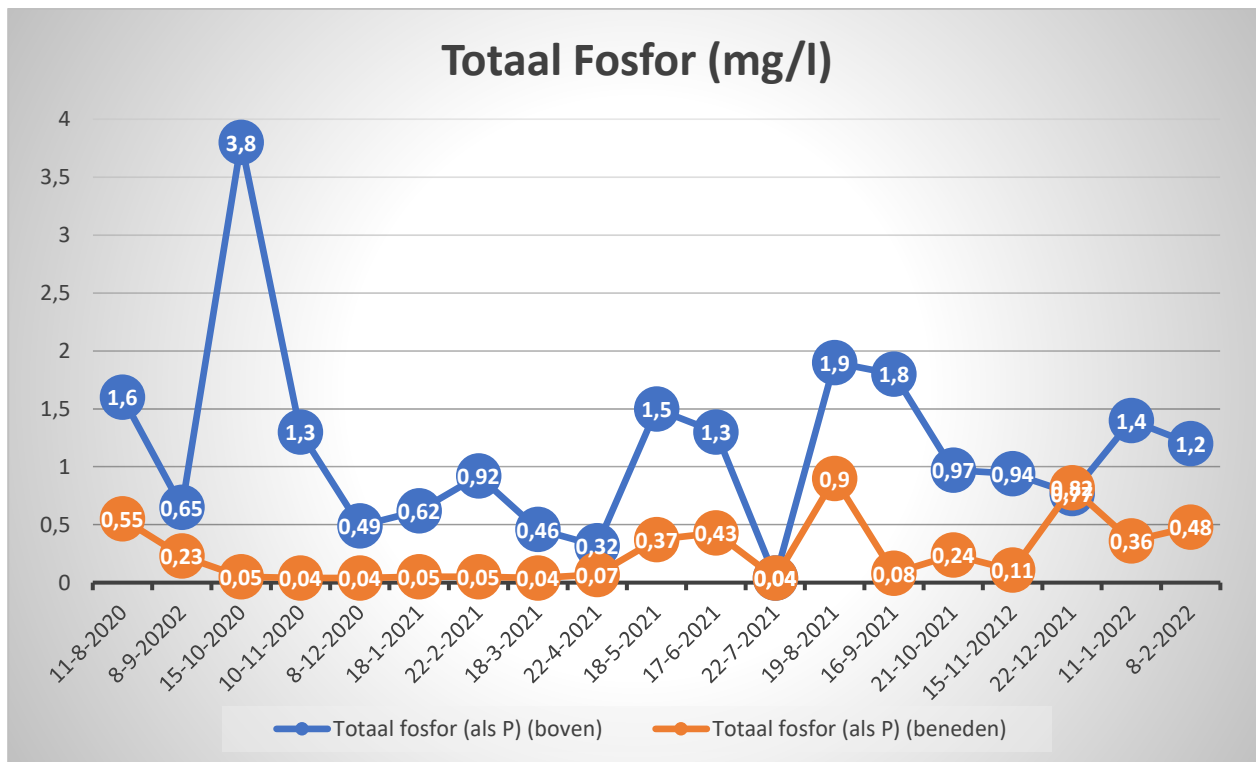
In figuur 3.8 is de som van nitraat en nitriet weergegeven, waarbij opgemerkt moet worden dat de gehalten nitriet te verwaarlozen zijn ten opzichte van de gehalten nitraat (bijlage 3). De verschillen tussen bovenstrooms en benedenstrooms zijn niet eenduidig. Vanaf juni 2021 tot november zijn de gehalten benedenstrooms zelfs hoger dan bovenstrooms. Dit zou een gevolg kunnen zijn van de tijdelijke aanwezigheid van de mestbult. Vanaf december 2021, na de slootreiniging, schijnt het effect van de mestbult niet meer aanwezig te zijn. Opmerkelijk is ook dat er in januari en februari 2022 nog steeds een flink zuiverende werking geconstateerd kan worden, terwijl er vrijwel geen begroeiing aanwezig is.



Figuur 3.8: Som van nitraat en nitriet bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

### 3.8. Fosfor

In figuur 3.9 zijn de totale fosforconcentraties weergegeven. De gehalten bovenstrooms zijn meestal vele malen hoger dan benedenstrooms. Het waterschap hanteert voor de tochten een limiet van 0,22 mg/l. Bovenstrooms wordt hier nooit aan voldaan, maar benedenstrooms wel bijna altijd. Ook hier is de piek bovenstrooms in oktober opvallend en waarschijnlijk ook veroorzaakt door neerslag. De hogere concentraties benedenstrooms, vanaf mei 2021, worden waarschijnlijk veroorzaakt door de mestbult die naast het kavelpad heeft gelegen. Ook hier nog steeds een zuiverende werking in januari en februari 2022 al is de werking wel duidelijk minder dan in periodes met begroeiing.



Figuur 3.9: Totaal fosfor bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje).

## 4 Biodiversiteit

Studenten van de opleiding Toegepaste Biologie in Almere hebben in het voorjaar van 2021 onderzoek gedaan naar het verband tussen de waterkwaliteit bovenstrooms en benedenstrooms en de macrofauna en de vegetatie. Daarvoor hadden ze de volgende subonderzoeksvragen opgesteld:

1. Wat zeggen de aangetroffen soorten macrofauna over de biologische waterkwaliteit bovenstrooms en benedenstrooms?
2. Wat zegt de aanwezige vegetatie bovenstrooms en benedenstrooms over de biologische waterkwaliteit?

De studenten hebben op drie dagen bovenstrooms en benedenstrooms watermonsters genomen en de macrofauna gedetermineerd. Daarnaast is de vegetatie bovenstrooms en benedenstrooms geïventariseerd.

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de waterkwaliteit (afgerond op hele getallen) op basis van de aangetroffen macrofauna. De scores zijn bepaald met behulp van de Belgische Biotische Index die loopt van 1 tot 10, waarbij 0 – 2 een zeer slechte kwaliteit is, 3 – 4 slechte kwaliteit, 5 – 6 matige kwaliteit, 7 – 8 goede kwaliteit en 9 – 10 een zeer goede kwaliteit aangeeft. Geconstateerd kan worden dat de waterkwaliteit bovenstrooms slecht is en benedenstrooms matig.

**Tabel 5.1: Waterkwaliteit op basis van aangetroffen macrofauna volgens de Belgische Biotische Index.**

	Bovenstrooms	Benedenstrooms
23 april 2021	5	4
21 mei 2021	2	5
18 juni 2021	4	5
<b>Gemiddelde score</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

De vegetatieopnames leverden de volgende resultaten op. Het totaal aantal soorten is beperkt. Zes soorten werden zowel boven- als benedenstrooms aangetroffen. Vijf soorten alleen bovenstrooms en 13 soorten alleen benedenstrooms (tabel 5.2).

Als naar de Ellenbergwaardes van deze soorten wordt gekeken dan kan gesteld worden dat de soorten, die bovenstrooms groeien, indiceren dat de bodem daar voedselrijker is dan benedenstrooms. Op basis van de Wamelink waarden blijkt dat er bovenstrooms meer nitraat in de bodem zit dan benedenstrooms.

De volgende conclusies worden getrokken:

1. Op basis van de aangetroffen macrofauna is er bovenstrooms sprake van een slechte waterkwaliteit en benedenstrooms van een matige waterkwaliteit. Hoewel de verschillen klein zijn kan geconstateerd worden dat de aanwezige macrofauna aantoont dat de kwaliteit bovenstrooms slechter is dan benedenstrooms.
2. Er is een verschil tussen de aangetroffen vegetatie bovenstrooms en benedenstrooms, maar daar kan niet de conclusie aan verbonden worden dat er verband is met de waterkwaliteit.

**Tabel 5.2: Aangetroffen plantensoorten.**

	Bovenstrooms	Benedenstrooms
1.	Grote brandnetel	Grote brandnetel
2.	Krulzuring	Krulzuring
3.	Mannagras	Mannagras
4.	Paardenbloem	Paardenbloem
5.	Ridderzuring	Ridderzuring
6.	Vijfdelig kaasjeskruid	Vijfdelig kaasjeskruid
7.	Fioringras	Akkerdistel
8.	Rood zwenkgras	Herderstasje
9.	Grote vossenstaart	Zachte/duindravik
10.	Fluitenkruid	Akkermelkdistel
11.	Scherpe boterbloem	Gewone margriet
12.		Kleine veldkers
13.		Gekroesde melkdistel
14.		Ruw beemdgras
15.		Akker-vergeet-mij-niet
16.		Echte kamille
17.		Gestreepte witbol
18.		Slibbladige ooievaarsbek
19.		Duinzwenkgras

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Herhaal dit onderzoek.
2. Zorg dat er referentiesloten zijn: één sloot met stuw en zonder helofyten en één zonder stuw, maar met helofyten.
3. Zorg voor deskundige assistentie bij het determineren van macrofauna en vegetatie.

## 5 Slootonderhoud

Op 5 november 2021 is het slootpeil 35 cm en op 15 november nog eens 6 cm verlaagd om de reiniging van de sloot te vergemakkelijken. Op 17 november is de sloot gemaaid en uitgehaald (figuur 4.1). Het slootmateriaal is in eerste instantie op het kavelpad gedeponeerd (figuur 4.2) en een dag later naar de mestsluvsilo getransporteerd (figuur 4.3). Eventuele dieren konden op deze manier terug naar de sloot. In de mestsluvsilo kan het slootmateriaal composteren en volgend jaar weer over het grasland worden verspreid.



**Figuur 4.1: Uitgehaalde sloot.**



**Figuur 4.2: Slootmateriaal op kavelpad.**



**Figuur 4.3: Slootmateriaal in mestsluvsilo.**

De sloot is om de volgende redenen gemaaid:

1. Voedingsstoffen, die door de helofyten zijn opgenomen, zijn in de planten opgeslagen en kunnen weer in het milieu terugkomen als de planten afsterven. Vorige winter stierven de lisdodden wel af, maar het mannagrass bleef wel doorgroeien. Om te voorkomen dat de voedingsstoffen weer in het water terecht komen, moeten ze zo nu en dan afgevoerd worden.
2. De zuiveringsresultaten van de sloot blijven nog steeds achter bij de resultaten van vorige winter. Dat zou te maken kunnen hebben met de vervuiling die door de mestbult is veroorzaakt. Door de sloot uit te halen zou de sloot een soort reset kunnen ondergaan. De verwachting is dat na een nieuwe start de resultaten weer beter zullen worden.
3. Het is nog steeds niet duidelijk waar de drains precies zitten. Door de sloot te reinigen en het slootpeil tijdelijk te verlagen, kunnen de drains getraceerd worden en met oranje eindbuizen zichtbaar gemaakt worden.
4. Doordat de drains opengemaakt waren, konden ze ook gereinigd worden (figuur 4.4).
5. Door de sloot te maaien, kan het effect van de helofyten zichtbaar gemaakt worden. In eerste instantie doordat er nu geen helofyten zijn en in tweede instantie als ze in het voorjaar weer opkomen.

Een nadeel van slootreiniging in het najaar is dat het een geruime tijd duurt voordat de vegetatie zich herstelt. Daardoor duurt het ook langer voordat het zuiveringseffect weer zichtbaar wordt. Dit gaat onderzocht worden. Bijvoorbeeld kan al wel gesteld worden dat het beter is om de sloot in het voorjaar te reinigen, omdat er dan kortere tijd geen zuiverende vegetatie is.

Een nadeel van het deponeren van het slootmateriaal op het kavelpad was dat er nu extra handelingen nodig waren om het slootmateriaal te verwijderen. Eerst moest het bijeen gehaald worden, toen in de keeper en vervolgens naar de mestopslag worden getransporteerd. Het zou handiger zijn geweest om het slootmateriaal meteen in de keeper te deponeren. De dieren hadden dan minder kans om terug te keren naar de sloot, maar dat is ook nog mogelijk vanuit de mestopslag.



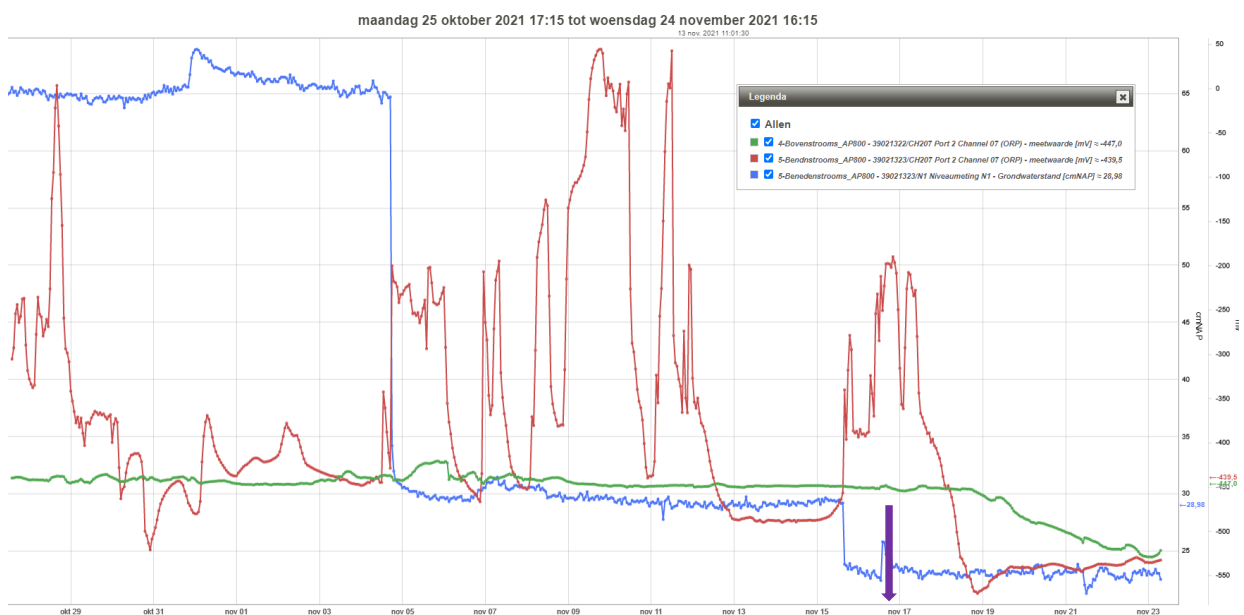
**Figuur 4.4: Drainreiniging.**

De zuiveringsresultaten zijn in figuur 4.5 te zien. Het volgende kan geconcludeerd worden:

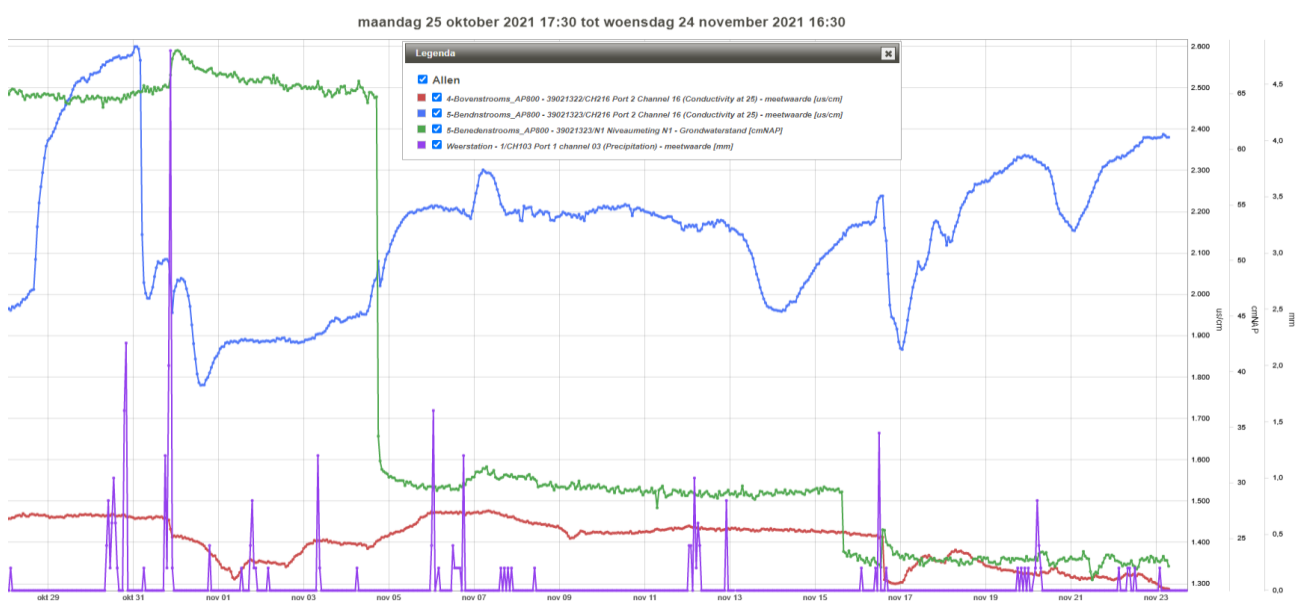
1. De twee peilverlagingen veroorzaakten sterke schommelingen van de redoxpotentiaal benedenstrooms. Het water lijkt tijdelijk schoner te worden (doorspoeffect).
2. Na de slootreiniging is er geen reinigingseffect meer te zien. De redoxpotentiaal is benedenstrooms zelfs lager dan bovenstrooms. De verwijdering van de helofyten heeft blijkbaar tot gevolg dat de sloot niet meer reinigt. Andersom kan dus geredeneerd worden dat helofyten een reinigende werking hebben.

In figuur 4.6 zijn het elektrisch geleidingsvermogen boven- en benedenstrooms, de peilverlagingen en de neerslag weergegeven. Het volgende kan geconstateerd worden:

- De peilverlagingen hebben weinig effect op het elektrisch geleidingsvermogen.
- Na de slootreiniging op 17 november lijkt het elektrisch geleidingsvermogen wel heftiger op neerslag te reageren. Door de snellere doorstroming heeft het regenwater blijkbaar meer effect op het geleidingsvermogen.



**Figuur 4.5: Redoxpotentiaal bovenstrooms (groen) en benedenstrooms (rood), voor en na peilverlagingen (blauw) en slootreiniging (paarse pijl).**



**Figuur 4.6: Geleidingsvermogen bovenstrooms (rood) en benedenstrooms (blauw), voor en na peilverlagingen (groen), neerslag (paars) en slootreiniging op 17 november.**

## 6 Conclusies

Op basis van de onderzoeksresultaten van de sensoren en de monsterresultaten van het waterschap kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. De redoxpotentiaal is benedenstrooms bijna altijd hoger dan bovenstrooms. Omdat de redoxpotentiaal iets over de waterkwaliteit zegt, kan gesteld worden dat het water benedenstrooms vrijwel altijd schoner is dan bovenstrooms.
2. Tot het mestincident in mei 2021 was het zuurstofgehalte benedenstrooms regelmatig hoger dan de norm van 5 mg/l, terwijl het bovenstrooms altijd 0 mg/l is. De waterschapsmonsters laten minder verschil tussen bovenstrooms en benedenstrooms zien. Het mesteffect is wel enigszins zichtbaar.
3. De geleidbaarheid is bovenstrooms altijd lager dan benedenstrooms. Brak grondwater vermengt zich met het slootwater. De gehalten blijven echter onder de normen voor beregeningswater. Hetzelfde effect is bij de waterschapsmonsters te constateren.
4. Er is nog geen effect geconstateerd van het waterpeil in de sloot op de grondwaterstand in het perceel. Dit kan verklaard worden doordat de drains verstopt zijn, waardoor er onvoldoende infiltratie kan optreden.
5. Het biochemisch zuurstofgebruik ligt bovenstrooms veel hoger dan benedenstrooms. Na het mestincident is er benedenstrooms wel een toename geconstateerd.
6. De stikstofgehalten liggen bovenstrooms vaak vele malen hoger dan benedenstrooms. Bovenstrooms voldoet de waterkwaliteit nooit aan de norm, maar benedenstrooms meestal wel. Bij nitraat liggen, na het mestincident, de gehalten benedenstrooms juist hoger.
7. De fosforgehalten liggen bovenstrooms altijd vele malen hoger dan benedenstrooms. Bovenstrooms voldoet de waterkwaliteit nooit aan de norm, maar benedenstrooms meestal wel.
8. Door het verwijderen van de beplanting uit de sloot is het reinigend afgenomen, maar nog wel aanwezig.

Samenvattend kan gesteld worden dat de helofytensloot een sterk zuiverend effect op het slootwater heeft. Er zijn echter grenzen aan de zuiverende werking.



## 7 Aanbevelingen

Voor vervolgonderzoek worden de volgende activiteiten voorgesteld:

1. In maart 2022 wordt de overstortput geplaatst in de sloot tussen de kavels K60 en K61 die als referentiesloot kan gaan fungeren. Er zijn echter wel meer verschillen tussen de sloten, omdat er geen erf op de referentiesloot afwatert en de sloot grotendeels in akkerbouwgebied ligt. Dat kan echter ook weer interessante resultaten opleveren. Het waterschap is reeds begonnen met het meten van de waterkwaliteit boven- en benedenstrooms. De gegevens moeten geanalyseerd worden en de resultaten moeten met de helofytensloot worden vergeleken.
2. In het voorjaar van 2022 zal een nieuwe groep studenten uit Almere de macrofauna analyseren in de helofytensloot. Ook de referentiesloot zal bemonsterd worden. De resultaten van de helofytensloot kunnen dan vergeleken worden met de resultaten van vorig jaar en van de referentiesloot.
3. De sensoren zullen gegevens over de waterkwaliteit blijven leveren. Die zullen geanalyseerd moeten worden.
4. Nu de drains opengemaakt en gereinigd zijn, kan onderzoek gedaan worden naar infiltratiemogelijkheden vanuit de helofytensloot en ook vanuit de referentiesloot. Daarvoor moeten peilbuizen en bodemvochtsensoren in de percelen geplaatst worden.

Gezien de positieve effecten van de helofytensloot, is het van belang om de resultaten uit te dragen. Dat kan middels publicaties, maar ook met excursies en natuurlijk in het onderwijs.

Tenslotte zijn er steeds meer boeren geïnteresseerd in aanleg van helofytensloten. Het is belangrijk om hen hierbij te begeleiden.

## 8 Publiciteit

In 2020 was er enorm veel publiciteit rondom de helofytensloot:

- Het begon met een interview "[Overall is de mantra: water moet je zo snel mogelijk kwijt](#)" voor Science Guide op 30 mei.
- Vervolgens een artikel "[Helofytensloot met stuw voor beter agrarisch waterbeheer](#)" op Waterforum.
- Het Nederlands Dagblad volgde 10 juli "Water zuiveren met helofytensloot".
- In september volgde een groot interview in H2O "[Waterschapsbestuurders willen vooral hun boerenachterban bedienen. Ze verdiepen zich niet echt in de problematiek, onderzoeken geen alternatieve oplossingen](#)".
- In het najaar een interview in de [agrarische nieuwsbrief](#) van Zuiderzeeland.
- 7 december een interview "[Aeres onderzoekt waterkwaliteit in Dronten](#)" bij omroep Flevoland.

In 2021 was de publiciteit veel minder, maar er zijn wel veel bijeenkomsten geweest waar het concept is gepresenteerd. Het was meer een jaar van ervaring opdoen en gegevens verzamelen. Het viel wel op dat het concept helofytensloot bij de velerlei contacten en presentaties veel belangstelling oproept. Bij de volgende gelegenheden werd de helofytensloot gepresenteerd:

- Het hele jaar: Honderden tweedejaarsstudenten van de opleidingen veehouderij en akkerbouw krijgen het onderwerp in hun lessen over waterbeheer.
- Eerste helft van het jaar: Twaalf vierdejaarsstudenten hebben het onderwerp ruimschoots gepresenteerd gekregen in de minor agrarisch water beheer.
- Juni: Open dag van het deltaplan agrarisch waterbeheer (40 deelnemers)
- Juni: Online presentatie voor medewerkers van het kadaster.
- September: Personeel Aeres heeft tijdens de stafdag kennis kunnen nemen van de helofytensloot.
- November: Twintig docenten Aeres hbo.
- November: Dertig veehouderijdocenten uit het mbo.
- November: Derdejaarsstudenten van de opleiding Tuin- en Akkerbouw.
- 24 december een publicatie in Nieuwe Oogst: "[Helofytensloot in Dronten blijkt goed voor biodiversiteit](#)".

Tussendoor bezoeken van Deltares, Provincie Overijssel, Acacia Water, Landschapsbeheer Flevoland.

Er is ook een informatiebord bij de sloot geplaatst (figuur 8.1). Op het bord staat een QR-code die [linkt](#) naar een website waar steeds nieuwe informatie op gezet kan worden.

In 2022 heeft publiciteit op de volgende manieren plaats gevonden:

- 4 januari: Nederlands Dagblad: "[Sloot vol planten zuivert water voor de boer](#)".
- 2 maart: Presentatie voor adviseurs en agrariërs op de nutriëntenavond van het waterschap.
- Er wordt gewerkt aan een publicatie in het vakblad "Natuur, bos en landschap".
- 5 april wordt er een bijdrage geleverd aan het kenniscafé "Klimaatadaptatie in de praktijk" voor agrarisch adviseurs en ondernemers en beleidsmedewerkers van LNV en provincies, onderzoekers en onderwijs.



Figuur 8.1: Informatiebord bij helofytensloot.

## 9 Verantwoording

In tabel 9.1 wordt een overzicht gegeven van de voor het waterschap begrote kosten en de gerealiseerde kosten. De kosten voor de aanschaf van de sensoren zijn hoger uitgevallen, omdat er aanvullende materialen nodig waren. Er is minder tijd besteed aan het publiceren van de resultaten en het doorvoeren van aanpassingen. Na afronding van het project gaat het onderzoek door en zal publicatie van de resultaten gecontinueerd worden.

**Tabel 9.1: Voor het waterschap begrote en gerealiseerde kosten.**

Activiteit	Uren	Tarief	Begroting	Realisatie
Debietmeter en 6 bodemvochtsensoren aanschaffen en plaatsen			€ 1.070	€ 1.070
Sensoren aanschaffen en plaatsen			€ 9.380	€ 11.884
Verzamelde gegevens analyseren, conclusies trekken	90	€ 97	€ 8.730	€ 7.566
Resultaten publiceren	30	€ 97	€ 2.910	€ 1.455
Aanpassingen doorvoeren	30	€ 97	€ 2.910	€ 2.950
<b>Totaal</b>	<b>150</b>		<b>€ 25.000</b>	<b>€ 24.925</b>

In tabel 9.2 zijn de begrote en gerealiseerde kosten voor het KIEM-project weergegeven.

**Tabel 9.2: Voor het KIEM-project begrote en gerealiseerde kosten.**

Activiteit	Uren	Tarief	Begroting	Realisatie
Aanschaf materialen (overstortput, markeringen)			€ 8.000	€ 8.968
Inzet docenten	207	€ 87	€ 18.009	€ 15.225
Inzet lector	30	€ 111	€ 13.875	€ 15.691
<b>Totaal</b>			<b>€ 39.844</b>	<b>€ 39.844</b>

In tabel 9.3 is de begrote en gerealiseerde inzet van externen voor het KIEM-project weergegeven.

**Tabel 9.3: Begrote en gerealiseerde inzet van externen voor het KIEM-project.**

Externe partij	Uren	Tarief	Begroting	Realisatie
Broos Water	20	€ 130	€ 2.600	€ 3.120
Eijkelkamp	25	€ 130	€ 3.250	€ 3.250
KWT Group	40	€ 130	€ 5.200	€ 5.200
Proeftuin Zwaagdijk	21	€ 130	€ 2.600	€ 2.730
<b>Totaal</b>	<b>105</b>	<b>€ 130</b>	<b>€ 13.650</b>	<b>€ 14.300</b>

## Bijlage 1: Sensoren

Item	Name	Naam	Eenheid	Opmerkingen
201	Temperature	Temperatuur	Celcius	Actief
202	Dissolved oxygen	Opgeloste zuurstof	mg/l	Actief, maar vaak 0
203	Oxygen saturation	Zuurstof verzadiging	%	Actief, maar identiek aan 202
204	Conductivity	Geleidbaarheid	micros/cm	Actief
205	pH	pH		Actief
206	pH	pH	Milivolts	Actief, en het tegenovergestelde van 205
207	Oxidation Reduction Potential (ORP)	Redoxpotentiaal	Milivolts	Actief
208	Pressure	Druk		Niet actief, wel bij weerstation
209	Turbidity	Troebelheid	NTU	Actief, maar soms rare uitslagen
216	Conductivity at 25	Geleidbaarheid	micros/cm	Omgerekend naar 25 graden
217	Conductivity at 20	Geleidbaarheid	micros/cm	Omgerekend naar 20 graden
218	Restivity	Weerstandsvormogen	Ohm	Actief
219	Salinity	Zoutgehalte	mg/l	Actief
220	Seawater Specific Gravity	Soortelijk gewicht zeewater		Berekend
221	Total Dissolved Solids (TDS)	Hoeveelheid opgeloste stoffen	mg/l	Actief, maar identiek aan 219
301	Pressure	Druk	cmH2O	Actief
302	Modem temperature	Modemtemperatuur		Actief

## Bijlage 2: Plaats van de sensoren



Toelichting:

1. Weerstation
2. Sensor (Aquaread) bovenstrooms
3. TD-Diver en sensor (Aquaread) benedenstrooms
4. TD-Diver op 75 meter van de helofytensloot
5. TD-Diver en peilbuis op 225 meter van de helofytensloot



# Bijlage 3: Resultaten bemonstering

Parameter	11-8-2020	8-9-2020	15-10-2020	10-11-2020	8-12-2020	18-1-2021	22-2-2021	18-3-2021	22-4-2021	18-5-2021	17-6-2021	22-7-2021	19-8-2021	16-9-2021	21-10-2021	Eenheid
Doorzicht (Ø 20 cm / six holes) (boven)	5	20	5	10	10	10	10	10	10	10	0	70	10	10	30	cm
Doorzicht (Ø 20 cm / six holes) (beneden)	50	30	40	20	50	40	49	40	40	50	50	70	50	40	40	cm
Elektrisch geleidingsvermogen (EGV)(boven)	65	131	179	106	158	143	145	127	80	61	121	38	53	81	74	ms/m
Elektrisch geleidingsvermogen (EGV)(beneden)	59	114	266	238	255	233	194	190	99	114	174	238	117	133	149	ms/m
Zuurgraad (boven)	7,21	7,21	7,02	7,2	7,1	7,07	7,01	7,03	7,5	7,2	7,54	7,54	7,09	7,29	6,91	
Zuurgraad (beneden)	7,26	7,22	7,01	7	7,01	7,04	6,99	6,94	7,49	7,13	7,16	7,89	7,65	7,36	6,88	
Zuurstof (boven)	4,46	2,09	5,32	5,2	5,96	4,34	4,74	5,19	7,73	5,4	2,75	8,11	2,71	3,85	3,62	mg/l
Zuurstof (beneden)	5,32	2,03	3,51	5,5	7,82	3,03	4,1	5,25	8,73	3,32	2,58	11,68	4,55	6,09	4,69	mg/l
Zuurstof (boven)	54,5	21	48,2	46	48	34	38,6	40,8	64,4	26,4	30,4	91,3	28,1	40,3	34,6	%
Zuurstof (beneden)	66	20	31,2	46	63,1	23	32,6	40,8	71,7	31	27,9	131,8	46,6	64,9	44,2	%
Temperatuur (boven)	25,1	17,1	11,6	10,7	6,9	4,9	6,8	6,6	8,4	11,9	19,1	21,6	17,3	17,7	12,6	C
Temperatuur (beneden)	26,9	15,9	11,2	9,4	6,4	4,3	6,2	5,8	7,9	11,7	19,7	21,9	16,8	17,1	12,7	C
Kleur (boven)	170	170	170	10	90	130	170	40	100	80	170	20	100	1	20	
Kleur (beneden)	40	100	100	90	100	100	100	100	100	80	60	80	100	50	100	
Biochemisch zuurstofgebruik (als O2) over 5 dagen (boven)	8			11			24			39			40			mg/l
Biochemisch zuurstofgebruik (als O2) over 5 dagen (beneden)	2			<1			<1			1			8			mg/l
Chloride (boven)	68	130	120	82	100	81	82	63	68	33	85	980	27	50	33	mg/l
Chloride (beneden)	48	120	290	240	280	210	160	150	86	71	120	440	71	630	81	mg/l
Sulfaat (boven)	41	140	300	62	240	200	200	190	60	38	48	130	21	43	70	mg/l
Sulfaat (beneden)	8,2	120	720	600	860	580	460	450	130	160	330	240	150	180	280	mg/l
Som ammonium- en organisch gebonden stikstof (als N) (boven)	6,5	4,2	21,7	8,9	3,2	5,1	6,2	2,9	6,1	7,2	18,8	2,3	8,8	7,9	3,8	mg/l
Som ammonium- en organisch gebonden suikstof (als N) (beneden)	2,4	3	2,5	1,4	1,4	3,3	1,9	1,3	1,5	1,3	2	0,95	2,7	2,2	2,8	mg/l
Ammonium (als N) (boven)	2,5	3,2	6,8	6,7	0,96	3,3	3,7	1,5	4,5	3,5	15,1	1,4	4,7	5,2	1,1	mg/l
Ammonium (als N) (beneden)	0,14	1,8	0,91	0,31	0,13	2,1	0,84	0,31	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	mg/l
Nitriet (als N) (boven)	0,07	<0,02	<0,02	0,04	0,22	0,12	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02	0,33	0,02	0,02	0,12	mg/l
Nitriet (als N) (beneden)	0,02	<0,02	0,03	0,11	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,1	0,02	0,03	0,11	mg/l
Som nitraat en nitriet (als N) (boven)	0,26	<0,05	0,24	0,32	7,4	2,00	0,73	0,06	0,05	0,28	0,05	2,30	0,05	0,05	1,70	mg/l
Som nitraat en nitriet (als N) (beneden)	0,05	<0,05	0,07	0,51	1,4	0,22	0,36	0,41	0,05	0,05	0,05	4,1	0,05	0,15	2,2	mg/l
Nitraat (als N) (boven)	0,19	0,05	0,23	0,27	7,2	1,87	0,68	0,05	0,05	0,23	0,05	2	0,05	0,05	1,6	mg/l
Nitraat (als N) (beneden)	0,05	0,05	0,05	0,4	1,36	0,19	0,33	0,39	0,05	0,05	0,05	4	0,05	0,12	2,1	mg/l
Orthofosfaat (als P) (boven)	0,11	0,52	0,93	0,97	0,06	0,13	0,28	0,24	0,15	0,7	0,96	0,01	1,1	1,4	0,31	mg/l
Orthofosfaat (als P) (beneden)	0,33	0,09	0,02	0,02	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,14	0,01	0,61	0,01	0,08	mg/l
Totaal fosfor (als P) (boven)	1,6	0,65	3,8	1,3	0,49	0,62	0,92	0,46	0,32	1,5	1,3	0,04	1,9	1,8	0,87	mg/l
Totaal fosfor (als P) (beneden)	0,55	0,23	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,07	0,37	0,43	0,04	0,9	0,08	0,24	mg/l

Rood: boven de norm  
Groen: onder de norm

© Copyright 2016, Stichting Aeres Groep. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Aeres.



Postbus 374, 8250 AJ Dronten  
De Drieslag 4, 8251 JZ Dronten  
088 020 6000  
[www.areshogeschool.nl/dronten](http://www.areshogeschool.nl/dronten)  
[info.hogeschool.dronten@aeres.nl](mailto:info.hogeschool.dronten@aeres.nl)