

# Waterkwaliteit Aeres Farms Rapportage 2

Samenwerking

Lectoraat Agrarisch Waterbeheer

Waterschap Zuiderzeeland



**AERES**  
HOGESCHOOL  
DRONTEN

Jolien Lelivelt  
Maaïke Schaap  
Wolter van der Kooij  
Dronten  
oktober 2023

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Onderzoeksresultaten van de sensoren</b>	<b>4</b>
2.1.	Redoxpotentiaal	4
2.2.	Opgeloste zuurstof	5
2.3.	Elektrisch geleidingsvermogen	6
2.4.	Slootwaterpeil, grondwaterpeil en neerslag	7
<b>3</b>	<b>Onderzoeksresultaten van de bemonstering</b>	<b>10</b>
3.1.	Doorzicht	10
3.2.	Elektrisch geleidingsvermogen	11
3.3.	Zuurstof	12
3.4.	Biochemisch zuurstofgebruik	13
3.5.	Ammonium- en organisch gebonden stikstof	14
3.6.	Nitraat en nitriet	16
3.7.	Fosfor	17
<b>4</b>	<b>Zoete stuw</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Kennisverspreiding en publiciteit</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Conclusies</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Plannen en aanbevelingen</b>	<b>24</b>
	<b>Bijlage 1: Sensoren</b>	<b>25</b>
	<b>Bijlage 2: Plaats van de sensoren en peilbuizen</b>	<b>26</b>
	<b>Bijlage 3: Plaats van de helofytensloot en de referentiesloot</b>	<b>27</b>

# 1 Inleiding

In april 2022 is er door het Waterschap Zuiderzeeland subsidie verstrekt voor 2 jaar onderzoek naar waterkwaliteit op Aeres Farms (projectnaam: "Waterkwaliteit Aeres Farms"; het zaaknummer: INKO-01753; het werkplanproduct: 392000 en het grootboeknummer: 42807). De hoofdonderzoeksvraag luidt: *"Op welke wijze moeten de sloten op Aeres Farms beheerd worden, zodat ze zoveel mogelijk bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit"*. Daarnaast is kennisverspreiding een belangrijk doel, waarbij het streven is om in 2 jaar tijd bij tenminste 16 agrariërs helofytensloten te realiseren.

Samenvattend zijn de zaken als volgt verlopen:

- Het onderzoek naar de waterkwaliteit in zowel de helofytensloot als de referentiesloot heeft doorlopend plaatsgevonden.
- Op velerlei manieren heeft kennisverspreiding plaatsgevonden.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

1. Het water dat uit de helofytensloot in de tocht stroomt is veel schoner dan aan het begin van de sloot.
2. Het water dat uit de referentiesloot, waar geen helofyten in groeien, in de tocht stroomt is over het algemeen minder schoon dan aan het begin van de sloot.
3. Er is veel belangstelling voor het concept helofytensloot.
4. Agrariërs komen niet naar excursies, maar zijn wel op andere manieren te motiveren.
5. Het concept zoete stuw zou interessant kunnen zijn voor de Wisenttocht.

In dit rapport worden in hoofdstuk 2 en 3 de effecten van de 800 meter lange helofytensloot op de waterkwaliteit behandeld. Hoofdstuk 2 betreft de resultaten van de permanente sensoren en hoofdstuk 3 de resultaten van monsters die maandelijks worden genomen door het waterschap. In hoofdstuk 4 worden de ontwikkelingen rondom het concept 'zoete stuw' besproken. In hoofdstuk 5 wordt een overzicht gegeven van de publiciteit rondom dit project. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken en in hoofdstuk 7 worden aanbevelingen gedaan.

Momenteel is een groep studenten uit Almere bezig met de afronding van hun onderzoek naar de macrofauna en de vegetatie in de helofytensloot en de referentiesloot. De resultaten van dat onderzoek zullen worden vergeleken met de resultaten van het onderzoek in 2021 en in de eindrapportage worden verwerkt.

## 2 Onderzoeksresultaten van de sensoren

Bij het uitvoeren van het onderzoek wordt naar verschillende parameters gekeken die in het volgende hoofdstuk zullen worden besproken. In [bijlage 1](#) wordt een overzicht gegeven van de verschillende sensoren en parameters die doorlopend gemonitord worden en in [bijlage 2](#) is een kaart met de locaties van de sensoren weergegeven. De sensoren in de sloot zijn net boven de bodem geplaatst in de waterkolom. In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan de orde: Redoxpotentiaal, opgeloste zuurstof, geleidbaarheid, oppervlakte- en grondwaterpeil. De andere parameters, zoals pH, temperatuur en troebelheid lijken tot op heden onvoldoende interessante informatie op te leveren om de resultaten op te nemen in de rapportage.

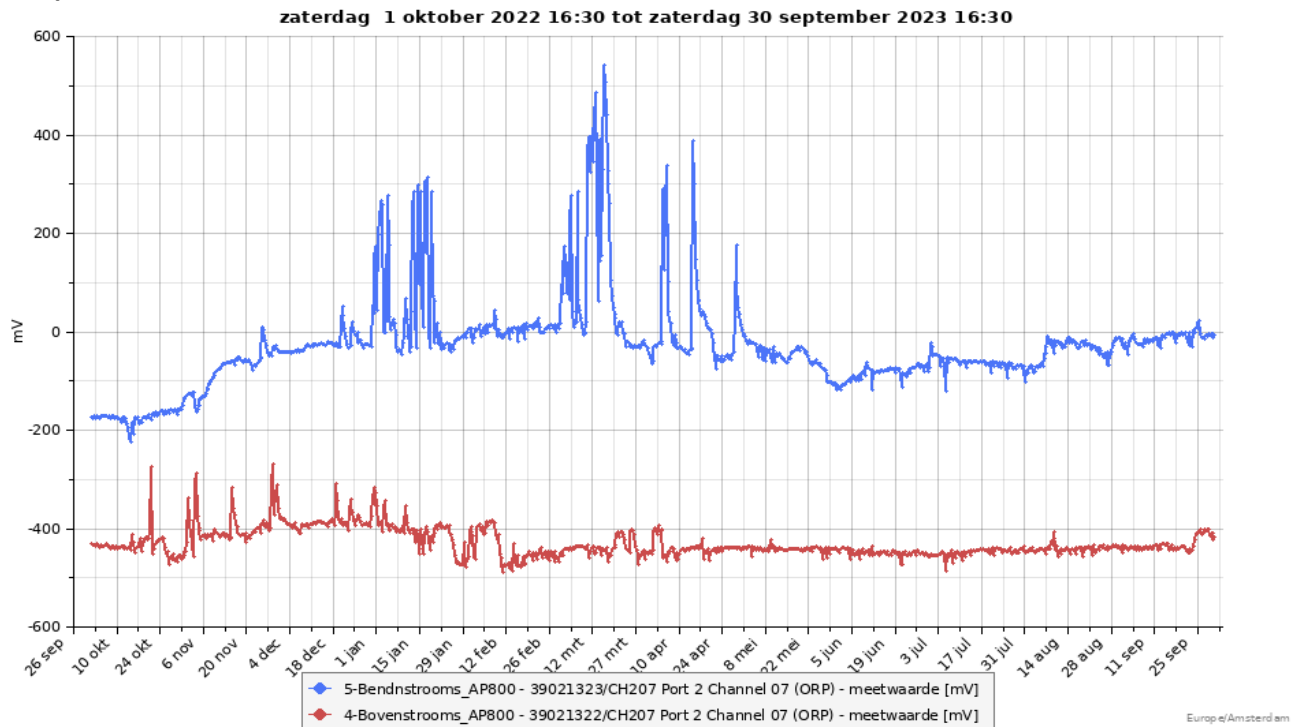
### 2.1. Redoxpotentiaal

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 tot 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 komt de gezondheid van vissen in gevaar.

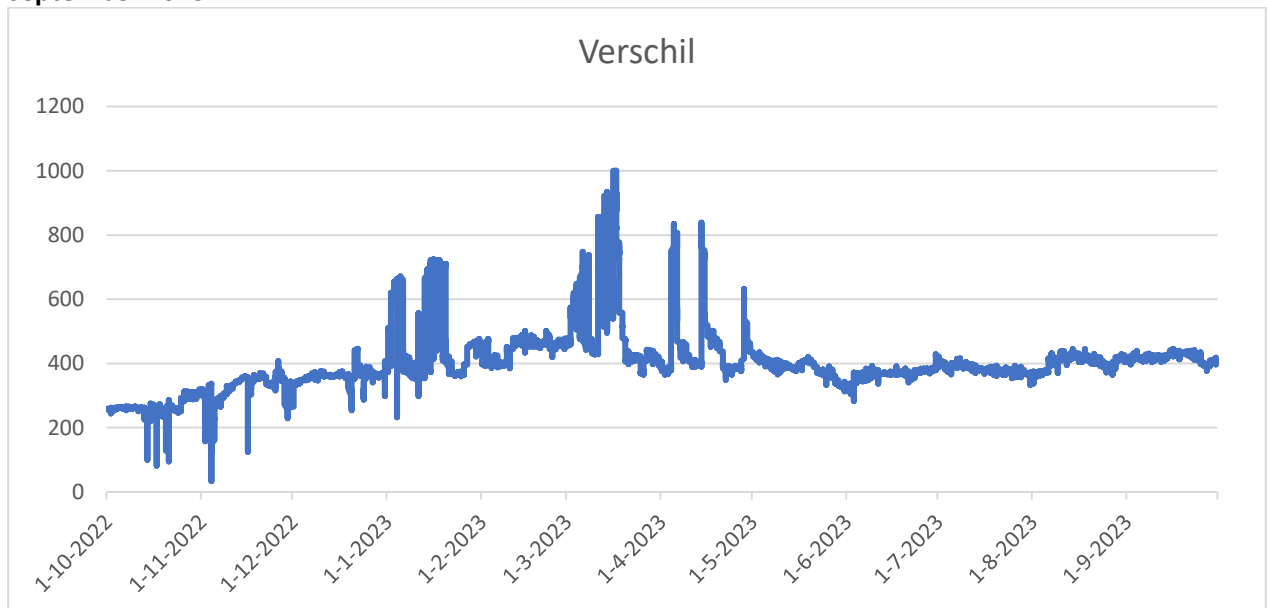
In figuur 2.1 wordt de grafiek getoond van de ORP-waarde van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023. Gedurende het hele jaar is de ORP-waarde benedenstrooms veel hoger dan bovenstrooms. Het verschil loopt geleidelijk aan op van 150 mV naar 450 mV. De sterke uitschieters worden veroorzaakt door periodes met flinke regen en soms veranderingen in de stuwhoogte. Over het algemeen kan echter gesteld worden dat de ORP-waardes benedenstrooms veel beter zijn dan bovenstrooms.

In figuur 2.2 wordt de grafiek getoond van het verschil in de ORP-waardes van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023. Het grootste deel van het jaar bedraagt dat ongeveer 400 mV. In 2022 was de sloot nog steeds herstellende van perssappen die door een slecht functionerende klep in de sloot stroomden. Vanaf oktober 2022 is daar geen sprake meer van. De incidentele grotere verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt doordat de stuw zo nu en dan naar beneden is gezet.

**Figuur 2.1: Redoxpotential bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (bruin) van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023.**



**Figuur 2.2: Verschil redoxpotential bovenstrooms en benedenstrooms van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023.**



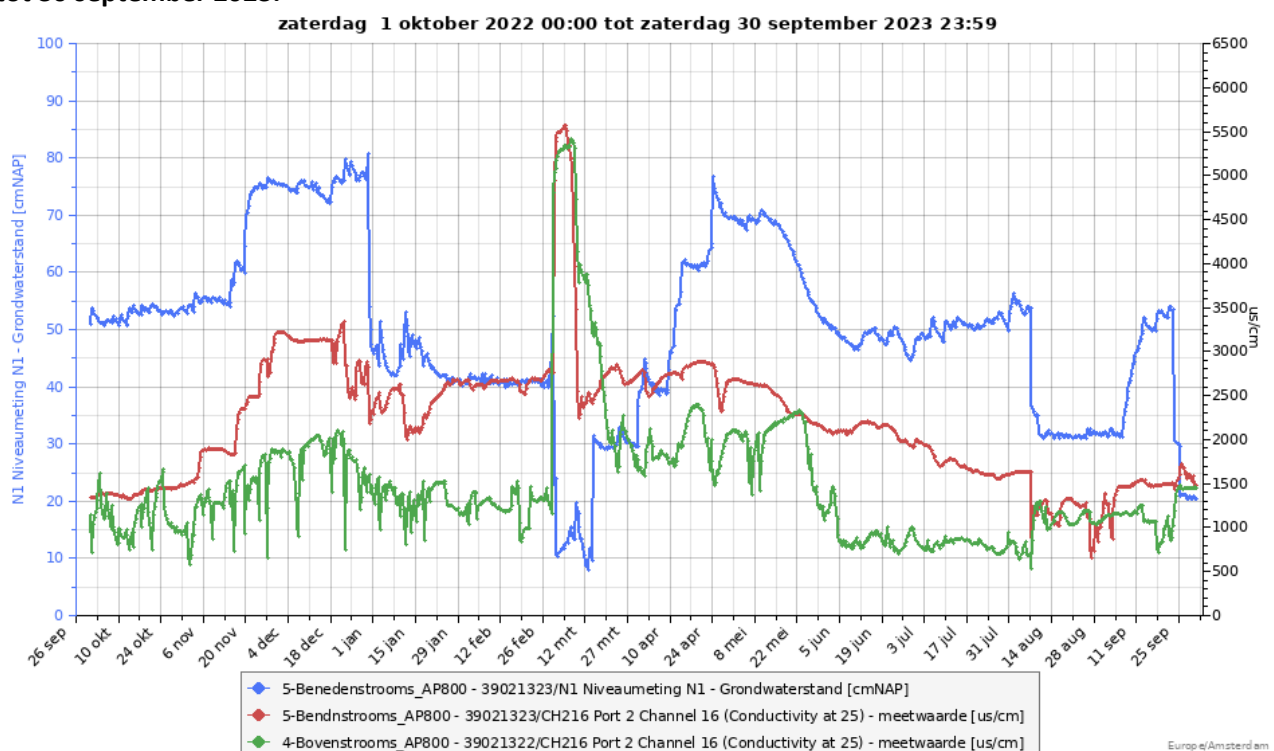
## 2.2. Opgeloste zuurstof

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 2022 en 2023 zijn er nog vrijwel geen zuurstofgehaltenes gemeten. Het lijkt er op dat de meetapparatuur niet voldoet om het te registreren.

### 2.3. Elektrisch geleidingsvermogen

Figuur 2.3 laat het verband zien tussen het elektrische geleidingsvermogen (bij 25 graden) bovenstrooms en benedenstrooms en het slootpeil over de periode van eind september 2022 tot eind september 2023. De stuw is begin januari naar beneden gezet en dat had een daling van het elektrisch geleidingsvermogen tot gevolg. Dat geldt ook voor de peilverlaging eind augustus. In maart is het peil ook verlaagd en is vervolgens bronwater in de sloot gepompt. Dat had juist een sterke verhoging van het elektrisch geleidingsvermogen tot gevolg. Het liep bovenstrooms op van 1000 naar 5000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en benedenstrooms van 2500 naar 5500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Het grondwater heeft dus een hoog zoutgehalte. Gedurende het jaar is het elektrisch geleidingsvermogen, met uitzondering van de bronbemaalingsperiode, niet boven de 3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  gekomen. Dat is vergelijkbaar met voorgaande jaren, terwijl die gekenmerkt werden door veel drogere zomers.

**Figuur 2.3: Verloop van het elektrisch geleidingsvermogen bij 25 graden bovenstrooms (groen), benedenstrooms (bruin) in  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en het slootpeil benedenstrooms (blauw) in cm van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023.**



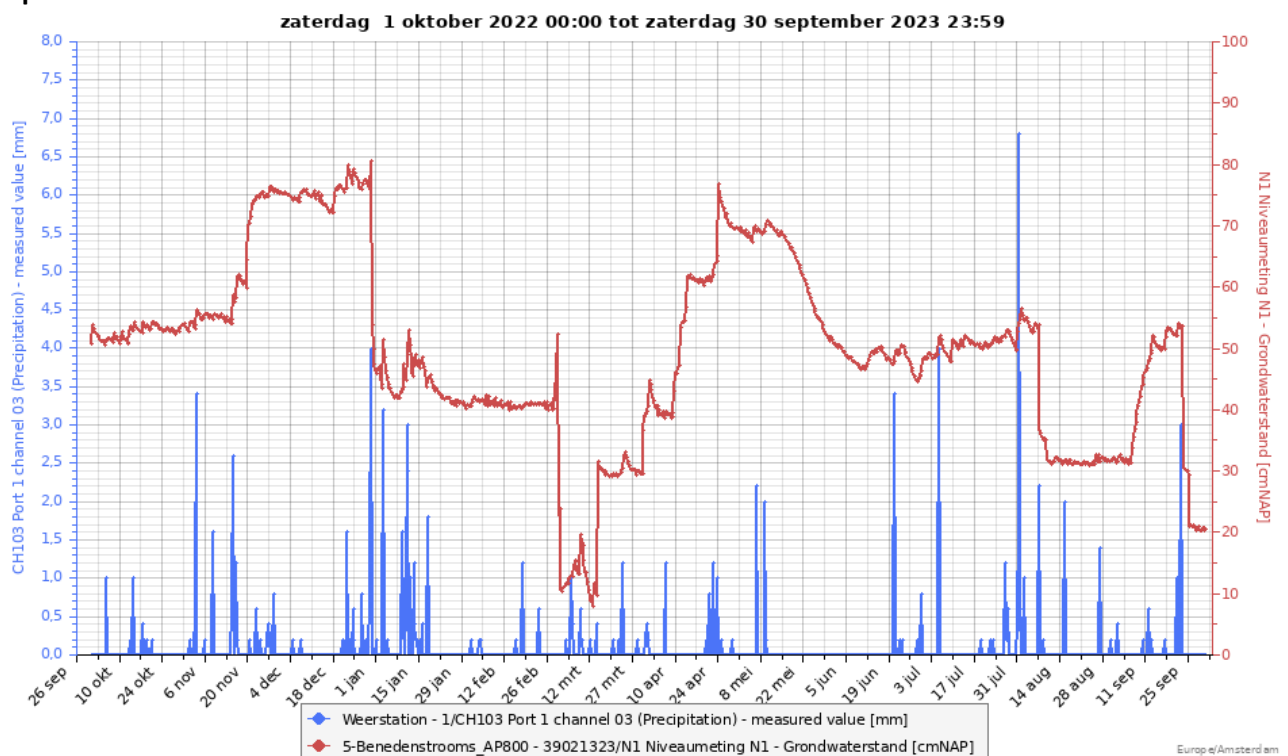
## 2.4. Sloopwaterpeil, grondwaterpeil en neerslag

In figuur 2.4 is het benedenstroomse sloopwaterpeil en de neerslag van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023 weergegeven. Bij het sloopwaterpeil moet 25 cm opgeteld worden om de werkelijke diepte te kunnen bepalen, omdat de peilbuis 25 cm boven de bodem zit. In totaal is er in die periode 852 mm neerslag gevallen en dat komt overeen met de jaarlijkse gemiddelde neerslag van 850 mm. Van half mei tot eind juni was het droog, maar in de zomer is er wel veel neerslag gevallen.

Het volgende valt op:

- Na veel neerslag is begin januari de stuw naar beneden gezet.
- Begin maart is de stuw ook naar beneden gezet en is water uit een bron in de sloot gepompt om hem door te spoelen. Daarna is het slooppeil geleidelijk aan weer verhoogd en dat is goed van pas gekomen in de droge juni periode.
- Na veel neerslag is half augustus het peil weer omlaag gezet en begin september, vóór een droge periode, weer omhoog.
- De peilverlaging, half september, was nodig om een aantal werkzaamheden bovenstrooms uit te voeren.
- Het sloopwaterpeil varieerde tussen de 35 en 115 cm.

**Figuur 2.4: Benedenstrooms slooppeil (bruin) en de neerslag (blauw) van 1 oktober 2022 tot 30 september 2023.**

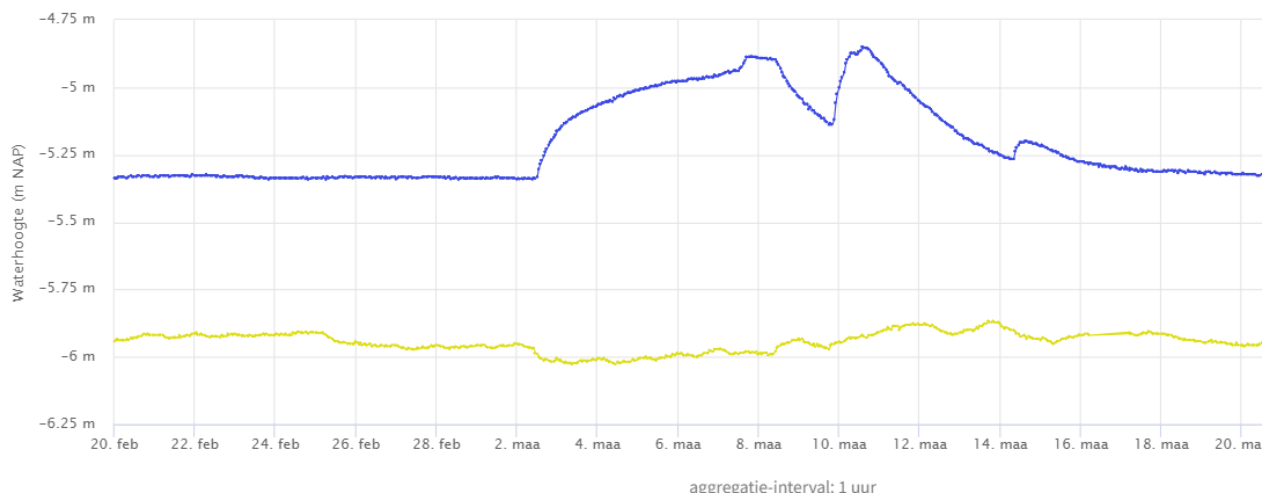


De slooppeilen in figuur 2.4 zijn de peilen benedenstrooms. In oktober 2022 is er een peilbuis op 115 cm van de helofytensloot geplaatst in het kader van het grondwatermeetnet van het waterschap (figuur 2.5 en bijlage 2). De peilverhoging als gevolg van de bronbemaling in de helofytensloot, begin maart, is daar goed in terug te zien (figuur 2.6). Ook de korte pauze en het weer opnieuw pompen is te zien. Het geeft aan hoe goed doorlatend de bodem is. Ook de lichte daling, als gevolg van onttrekking van grondwater, van de diepe grondwaterstand is zichtbaar.

**Figuur 2.5: Peilbuizen en neerslagmeter van het waterschap.**

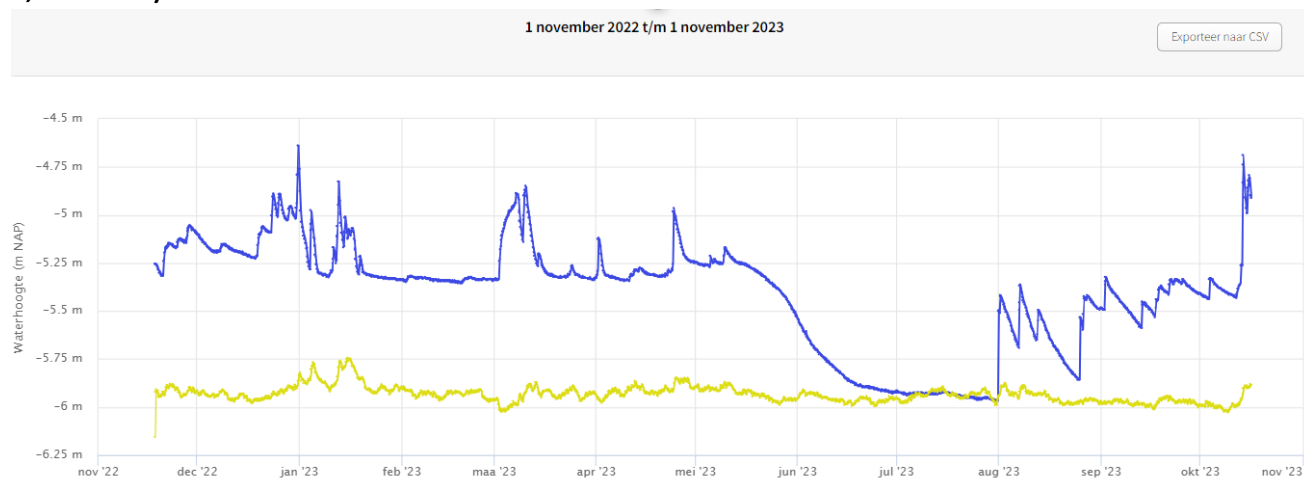


**Figuur 2.6: Grondwaterstand (blauw) en grondwaterstijghoogte (geel) van de peilbuizen van het grondwatermeetnet in de periode van 20 februari tot 20 maart 2023 (maaielveldhoogte -4,50 m NAP).**





**Figuur 2.7: Grondwaterstand (blauw) en grondwaterstijghoogte (geel) van de peilbuizen van het grondwatermeetnet in de periode van half november 2022 tot half oktober 2023 (maaiveldhoogte - 4,50 m NAP).**



In figuur 2.7 zijn goed de neerslagperiodes te zien. Vooral begin januari, augustus en half oktober springen er uit. Zowel in januari als in oktober kwam het grondwaterpeil tot 20 cm beneden het maaiveld (maaiveld -4,50 m NAP). De neerslag in augustus maakte een einde aan de grondwaterdaling die zelfs tot beneden de grondwaterstijghoogte daalde, zodat er sprake was van enige kwel. Dat zou ook kunnen verklaren waarom de helofytensloot nooit droogvalt. Wat verder nog opvalt is de stijging in maart die bij figuur 2.6 reeds was besproken.

# 3 Onderzoeksresultaten van de bemonstering

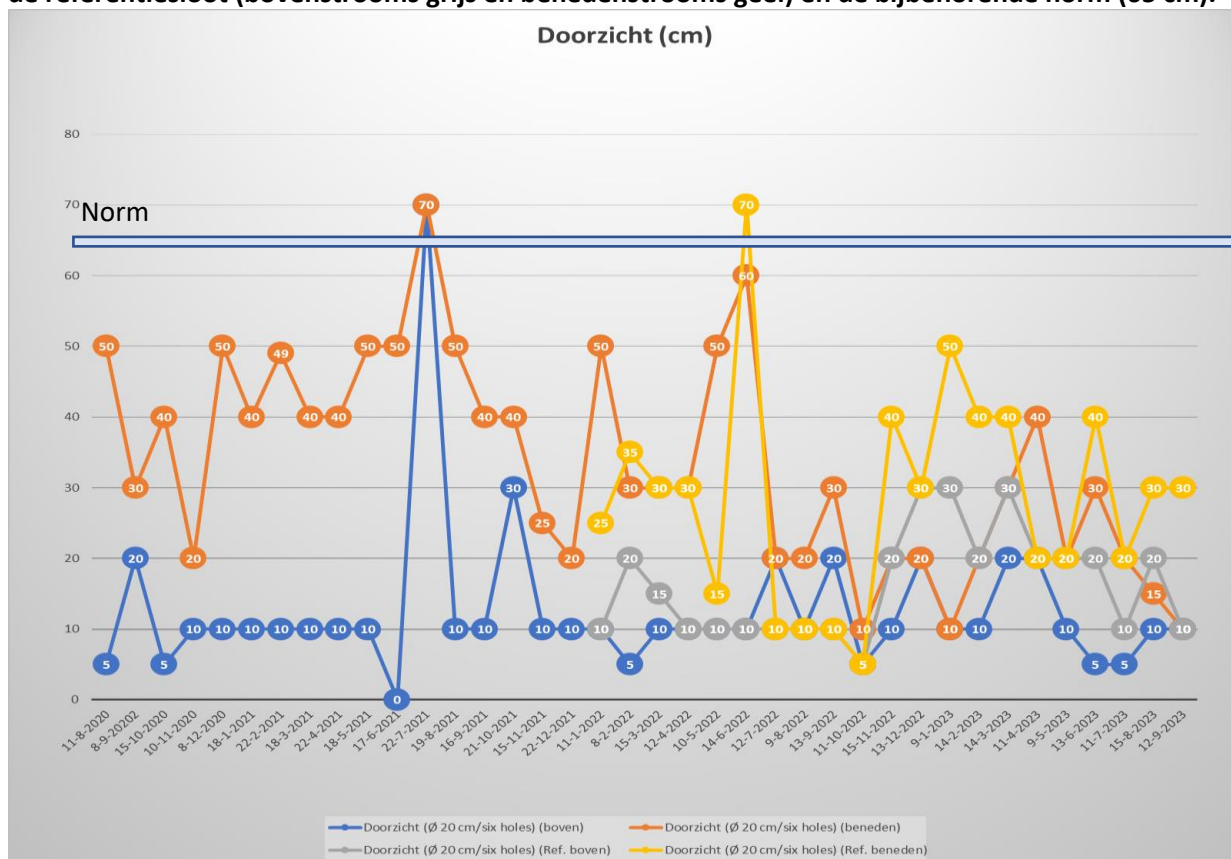
Het waterschap heeft vanaf augustus 2020 maandelijks watermonsters genomen van het oppervlaktewater aan het begin van de helofytensloot (bovenstrooms) en aan het eind van de helofytensloot (benedenstrooms) en laten analyseren. Vanaf 1 januari 2022 worden er ook bovenstrooms en benedenstrooms monsters in de referentiesloot (bijlage 3) genomen waar een overstortput op de duiker is geplaatst. De monsters worden steeds 10 tot 50 cm onder het wateroppervlak genomen, waarbij voorkomen moet worden dat bodemdeeltjes in het monster terechtkomen.

In de volgende paragrafen zullen de volgende parameters worden behandeld: doorzicht, elektrisch geleidingsvermogen, zuurgraad, zuurstof, biochemisch zuurstofgebruik, ammonium- en organisch gebonden stikstof, nitraat en nitriet en fosfor.

## 3.1. Doorzicht

Zoals in figuur 2.4 is te zien was, varieerde de waterdiepte benedenstrooms tussen 35 en 105 cm (meting van sensor plus 25 cm). Benedenstrooms was de bodem altijd zichtbaar. In figuur 3.1 is te zien dat het doorzicht van de watermonsters benedenstrooms altijd beter is dan bovenstrooms, maar de resultaten worden de laatste jaren slechter. Opmerkelijk is dat de resultaten van de referentiesloot niet veel beter zijn. Verder voldeden de doorzichtwaarden maar enkele keren aan de norm (65 cm).

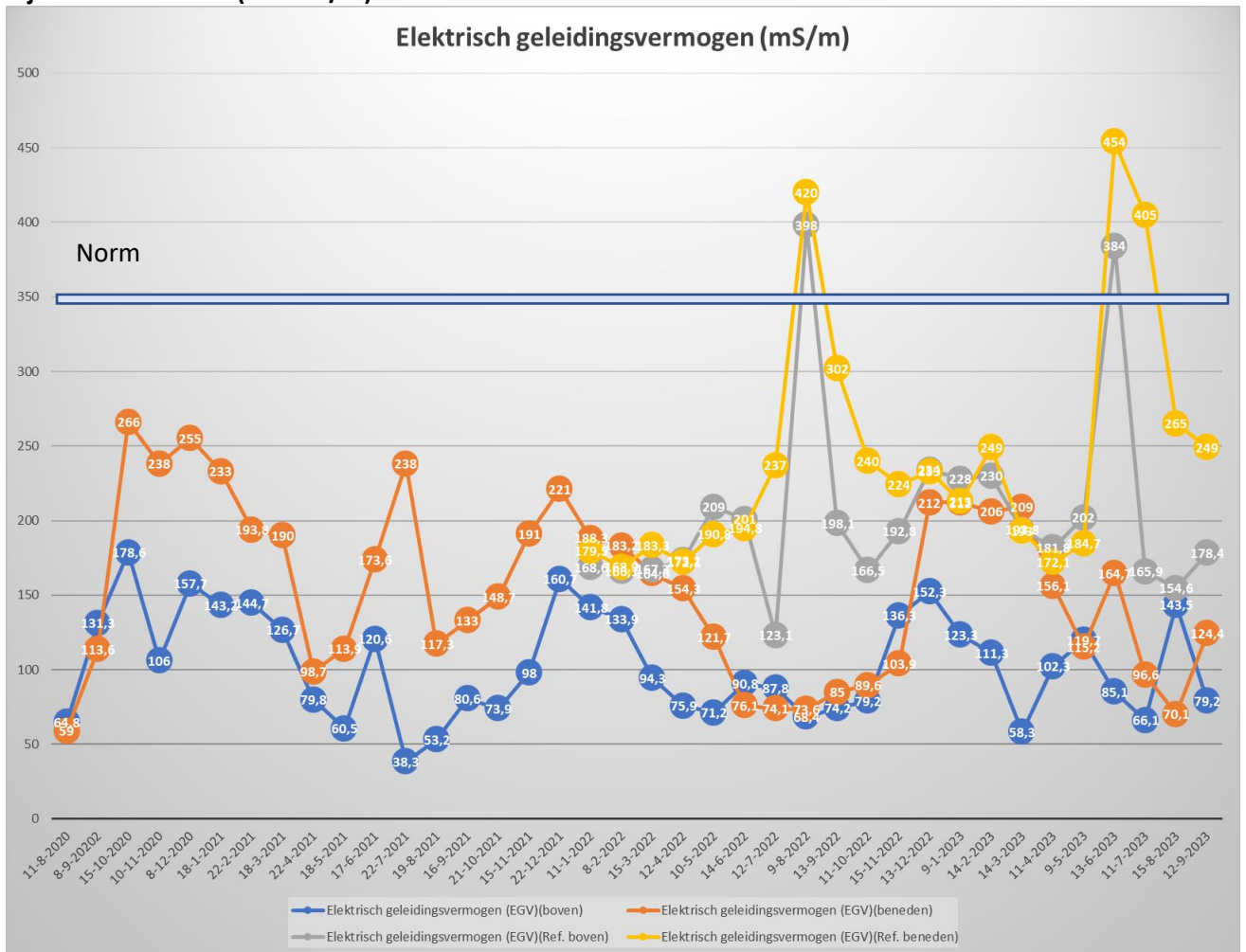
**Figuur 3.1: Doorzicht (in cm) in de helofytensloot (bovenstrooms blauw en benedenstrooms oranje) en de referentiesloot (bovenstrooms grijs en benedenstrooms geel) en de bijbehorende norm (65 cm).**



### 3.2. Elektrisch geleidingsvermogen

In figuur 3.2 is te zien dat het elektrisch geleidingsvermogen in de helofytenstoot benedenstrooms vrijwel altijd hoger is dan bovenstrooms. Dit wordt veroorzaakt door het zoute water in de ondergrond. De waarden in de helofytenstoot komen nergens boven de norm van 350 mS/m, deze grens wordt voor gewassen gebruikt. Opmerkelijk zijn de hoge waarden in de referentiesloot in augustus 2022 en in juni 2023. Die zijn veroorzaakt doordat er water uit de tocht in de sloot is gepompt om voor beregening te gebruiken. Dat is waarschijnlijk, vanuit waterkwaliteitsredenen, niet verstandig geweest.

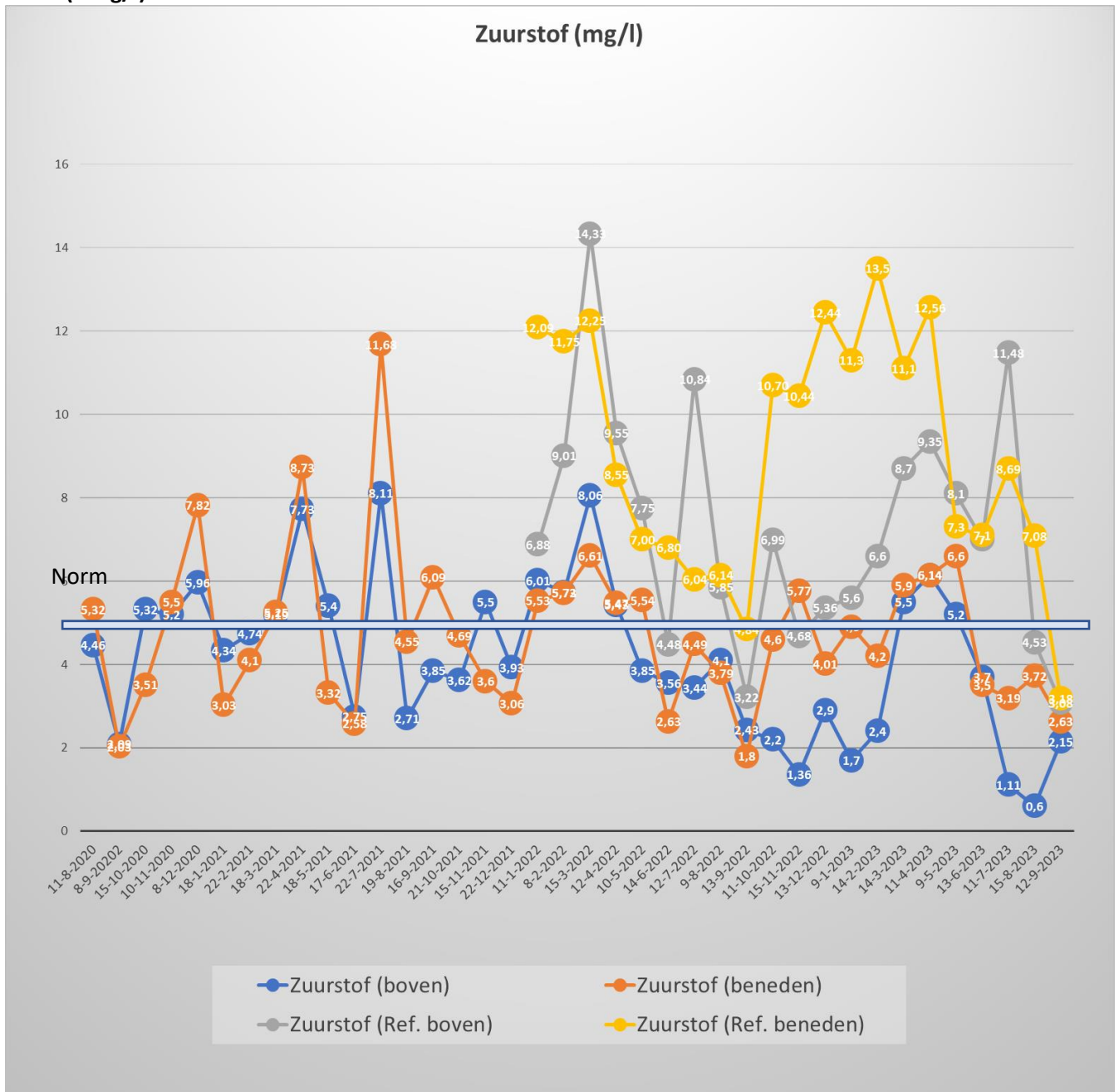
**Figuur 3.2: Elektrisch geleidingsvermogen (in mS/m) in de helofytenstoot bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) en de referentiesloot bovenstrooms (grijs) en benedenstrooms (geel) en de bijbehorende norm (350 mS/m).**



### 3.3. Zuurstof

In figuur 3.3 is het verloop van de zuurstofgehalten weergegeven. Er is verschil tussen bovenstrooms (gemiddeld 4,2 mg/l) en benedenstrooms (gemiddeld 4,8 mg/l) in de helofytenstoot en bovenstrooms (gemiddeld 7,3 mg/l) en benedenstrooms (gemiddeld 9,1 mg/l) in de referentiesloot te herkennen. Het is wel duidelijk dat het gehalte in de referentiesloot veel hoger is dan in de helofytenstoot. Dat wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat er geen erf op de referentiesloot afwatert. Erfafspoeling is een belangrijke vervuilingsbron. Verder moet geconstateerd worden dat de hoeveelheid zuurstof bijna de helft van de tijd beneden de MTR-norm van 5 mg/l ligt. De lage waarden in de helofytenstoot in het najaar worden veroorzaakt door bemesting.

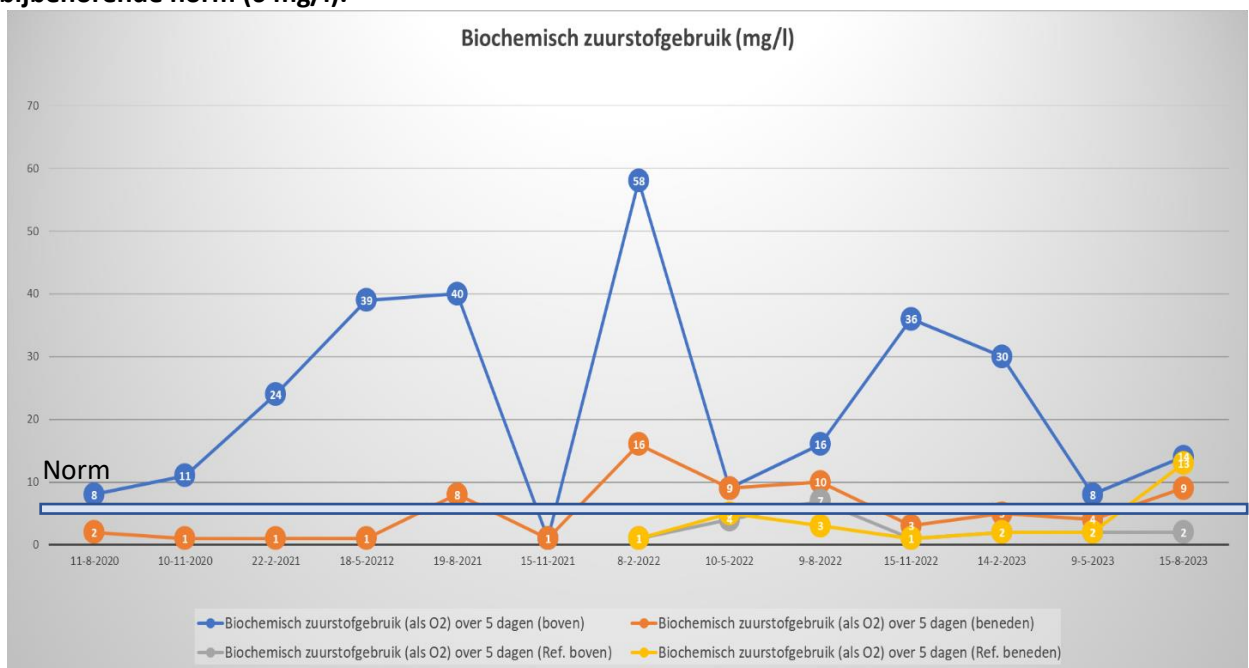
**Figuur 3.3: Zuurstofgehalten (mg/l) in de helofytenstoot bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) en de referentiesloot bovenstrooms (grijs) en benedenstrooms (geel) en de bijbehorende norm (5 mg/l).**



### 3.4. Biochemisch zuurstofgebruik

In figuur 3.4 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 in de helofytensloot sprake van slechte scores bovenstrooms en betere scores benedenstrooms. De hogere waarden benedenstrooms in de helofytensloot zouden verklaard kunnen worden door vervuilingen van een mestbult in 2021 en lekkage van perssappen in 2022. Verder is de sloot 17 november 2021 gemaaid en leeggehaald, waardoor de helofyten geen zuiverende werking konden hebben. Omdat het biochemisch zuurstofgebruik eind 2022 benedenstrooms weer laag is, lijkt het er op dat de lekkage van perssappen geen probleem meer is. Dit is ook terug te zien in de resultaten van 2023. In de referentiesloot wordt vrijwel altijd aan de norm van 6 mg/l voldaan. In de helofytensloot bovenstrooms vrijwel nooit en benedenstrooms eind 2022 weer wel.

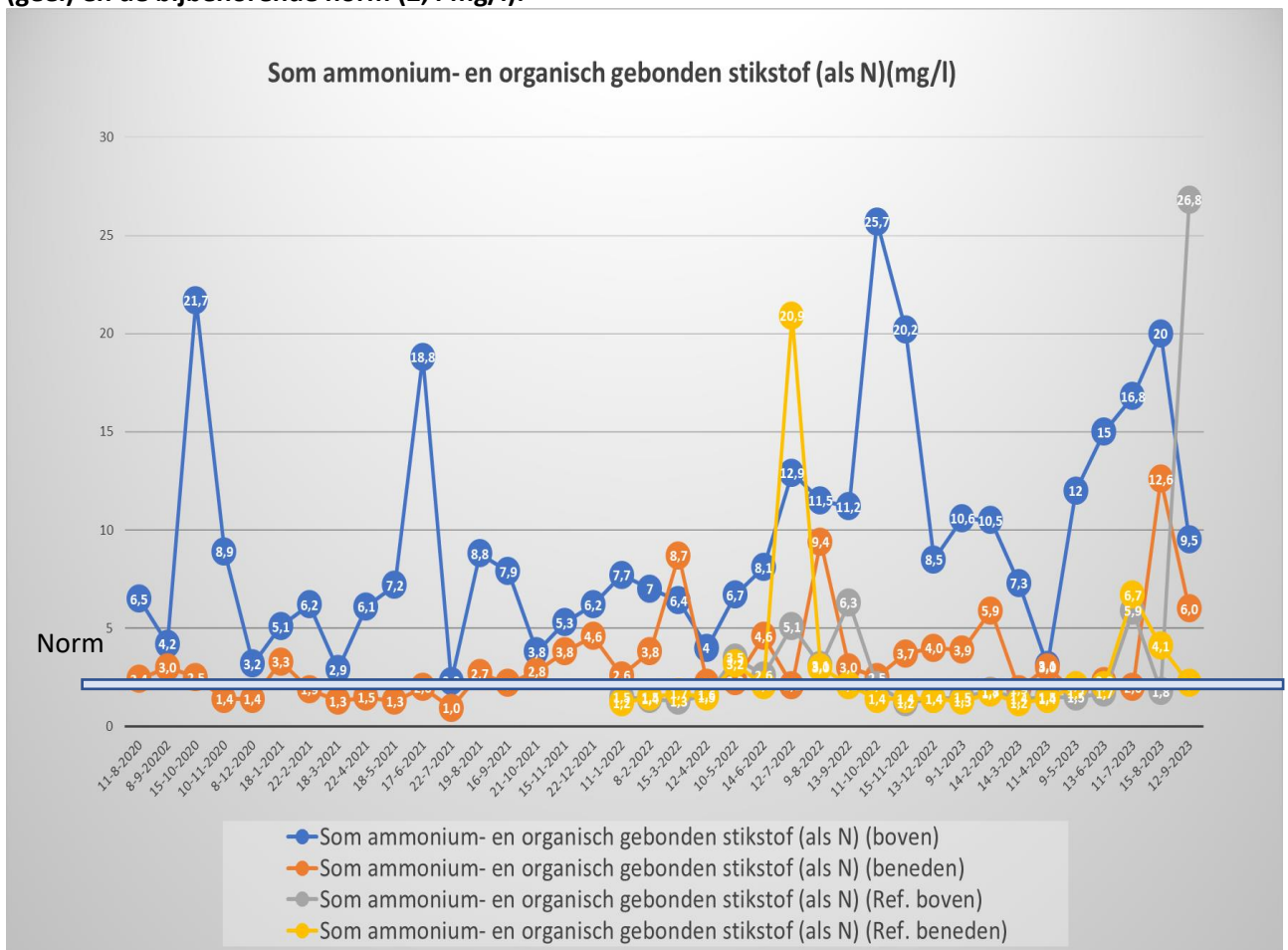
**Figuur 3.4: Biochemisch zuurstofgebruik (mg/l) in de helofytensloot bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) en de referentiesloot bovenstrooms (grijs) en benedenstrooms (geel) en de bijbehorende norm (6 mg/l).**



### 3.5. Ammonium- en organisch gebonden stikstof

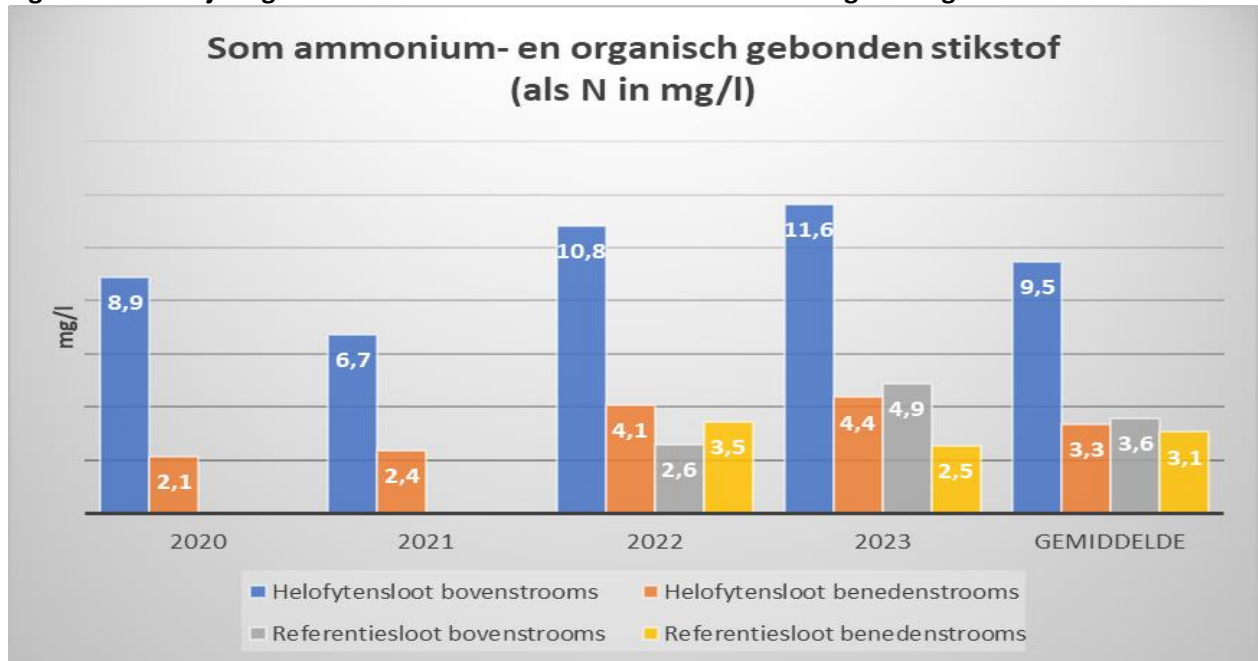
In figuur 3.5 is de som van ammonium- en organische gebonden stikstof (Kjeldahl-N) weergegeven. De gehalten bovenstrooms zijn meestal vele malen hoger dan benedenstrooms. Het waterschap hanteert voor de tochten een limiet van 2,4 mg/l. Bovenstrooms wordt hier nooit aan voldaan, maar benedenstrooms in het eerste jaar, 2020, wel, maar de afgelopen jaren niet. De pieken bovenstrooms zijn opvallend. Waarschijnlijk is dat een gevolg van neerslag en afspoeling van het erf. De hogere waarden vanaf november 2021 benedenstrooms zouden verklaard kunnen worden, doordat de helofyten in november 2021 gemaaid waren en er weinig zuiverende werking was. De resultaten van de referentiesloot zijn beter met uitzondering van het voorjaar en september 2023. Dat laatste is merkwaardig, omdat er bovenstrooms al zo'n hoge waarde is. Vooralsnog is daar geen verklaring voor gevonden.

**Figuur 3.5: Som van ammonium- en organisch gebonden stikstof in de helofytenloot bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) en de referentiesloot bovenstrooms (grijs) en benedenstrooms (geel) en de bijbehorende norm (2,4 mg/l).**

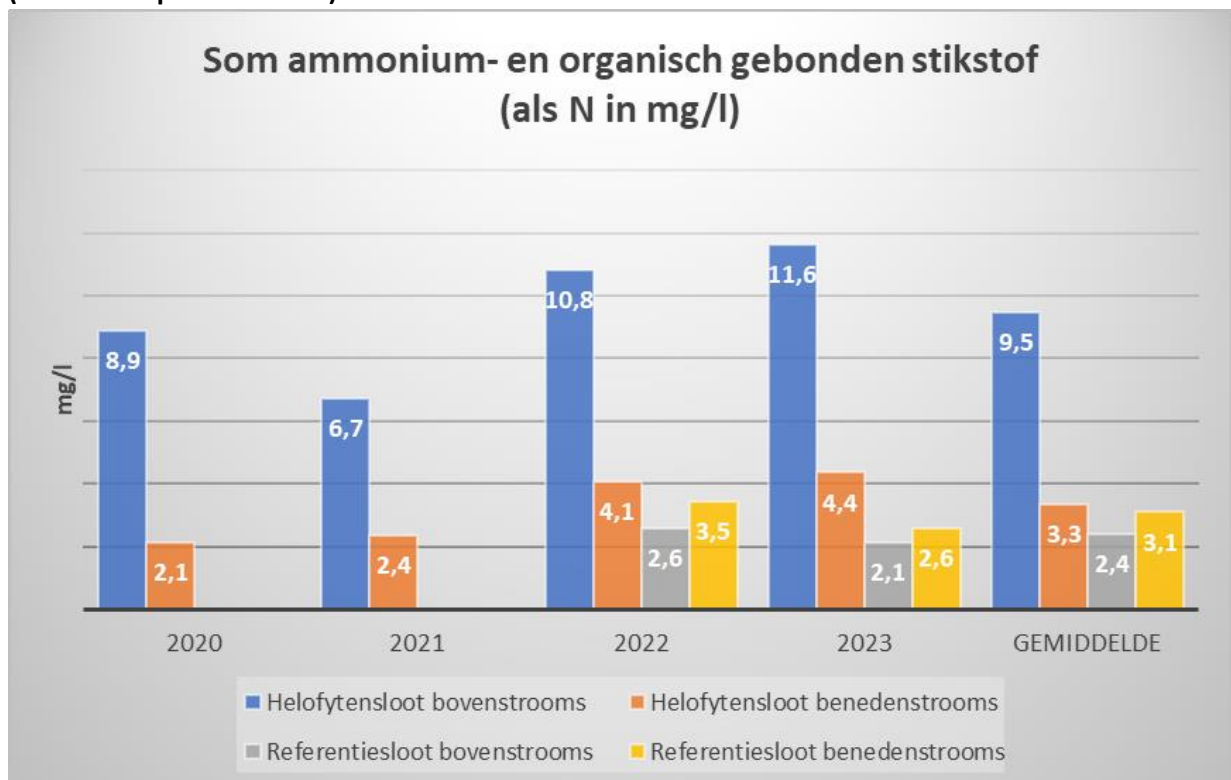


In figuur 3.6 zijn de totalen van de verschillende jaren weergegeven, waarbij het in 2020 de gegevens vanaf augustus betreft en 2023 tot en met september. Alle jaren is de afname in de helofytensloot substantieel en gemiddeld genomen 65%. In de referentiesloot is nu twee jaar gemeten en is de afname aanzienlijk minder. In 2022 was er zelfs sprake van een toename. Gemiddeld genomen is de afname in de referentiesloot over twee jaren 14%. Dat laatste cijfer wordt wel sterk beïnvloed door de hoge waarde in september 2023. Als de gegevens van die maand worden weggelaten dan is er sprake van 29% toename in de referentiesloot (figuur 3.7).

**Figuur 3.6: Jaarlijkse gemiddelden van de som van ammonium- en organisch gebonden stikstof.**



**Figuur 3.7: Jaarlijkse gemiddelden van de som van ammonium- en organisch gebonden stikstof (exclusief september 2023).**

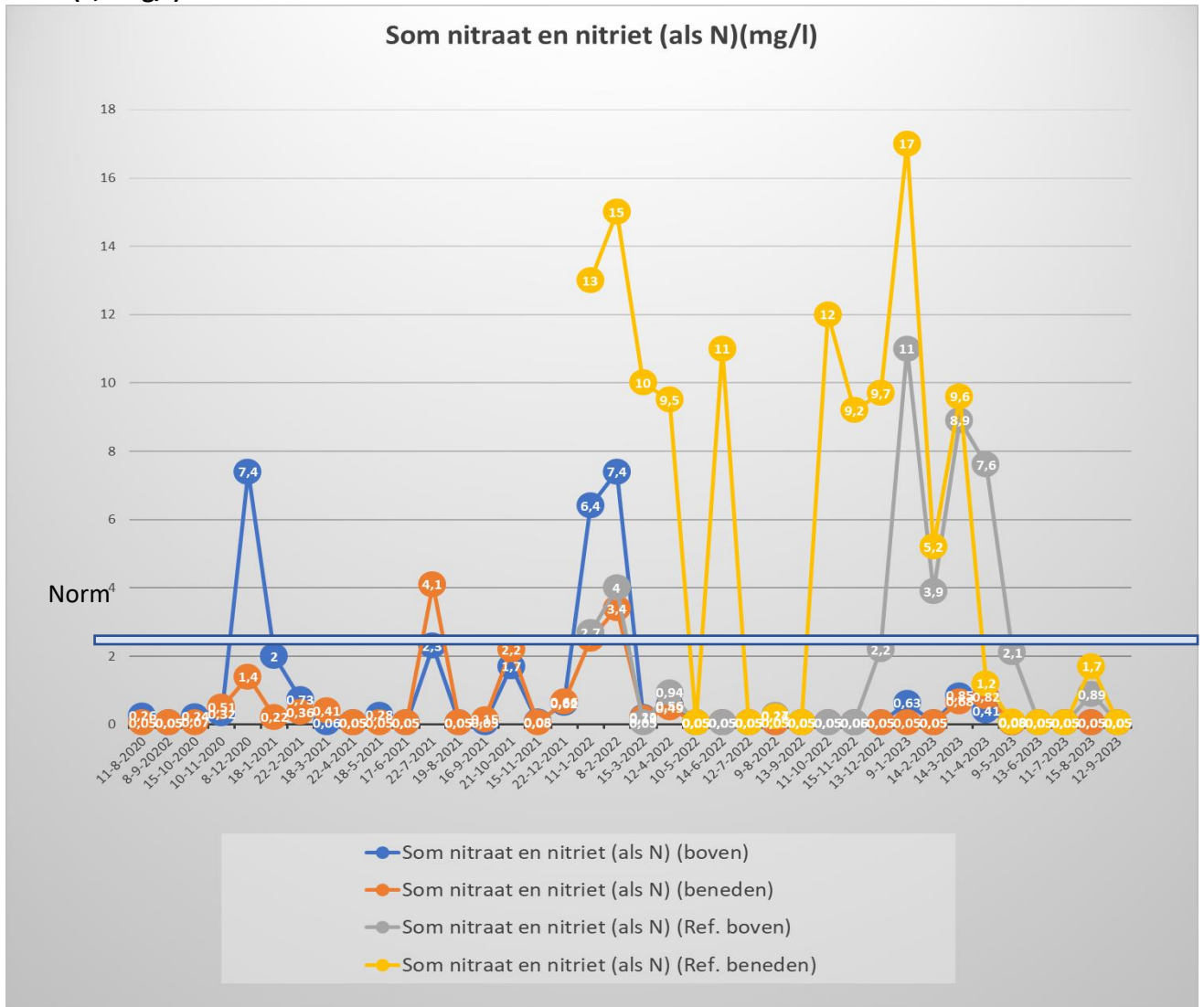


### 3.6. Nitraat en nitriet

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. 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, gelokaliseerd ongeveer halverwege de sloot. Vanaf december 2021, na de slootreiniging, lijkt het effect van de mestbult niet meer aanwezig te zijn. De hoge waarden, begin 2022, kunnen verklaard worden uit het feit dat de sloot in november was leeggehaald en er dus geen begroeiing aanwezig was.

De resultaten van de referentiesloot wijken sterk af van de helofytensloot. Er is regelmatig sprake van flinke nitraatuitspoeling. Dat wordt waarschijnlijk veroorzaakt door kunstmestuitspoeling van de onderwijsleerkavel. In 2023 is dit veel minder het geval.

**Figuur 3.8: Som van nitraat en nitriet in de helofytensloot bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) en de referentiesloot bovenstrooms (grijs) en benedenstrooms (geel) en de bijbehorende norm (2,4 mg/l).**



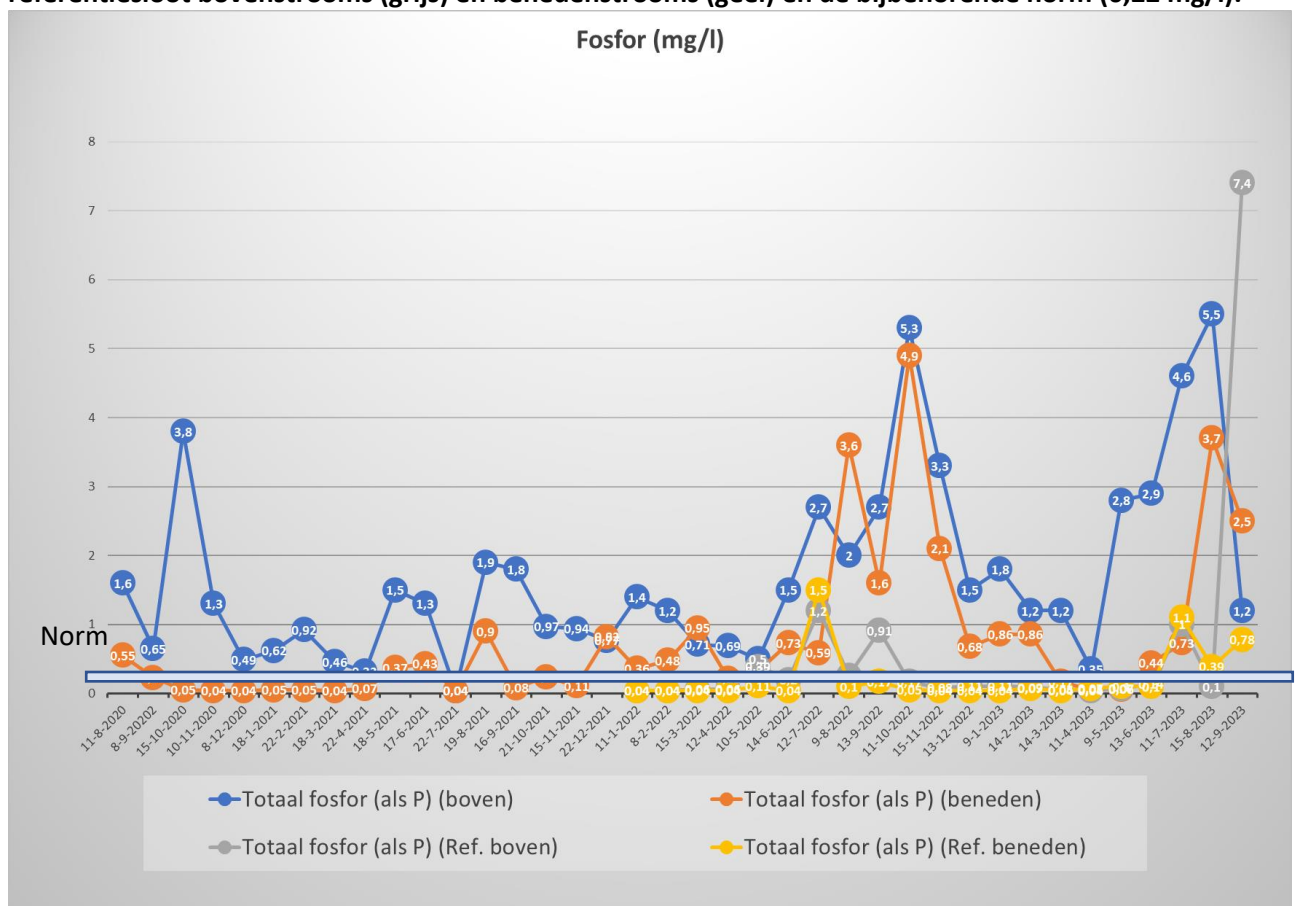


### 3.7. Fosfor

In figuur 3.9 zijn de totale fosforconcentraties weergegeven. De gehalten bovenstrooms zijn in de helofytensloot 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. Benedenstrooms werd hier in het eerste jaar vrijwel altijd aan voldaan, maar in het tweede en derde jaar lijken de mestbult en de perssappen invloed te hebben. Ook in 2023 worden deze waarden niet gehaald.

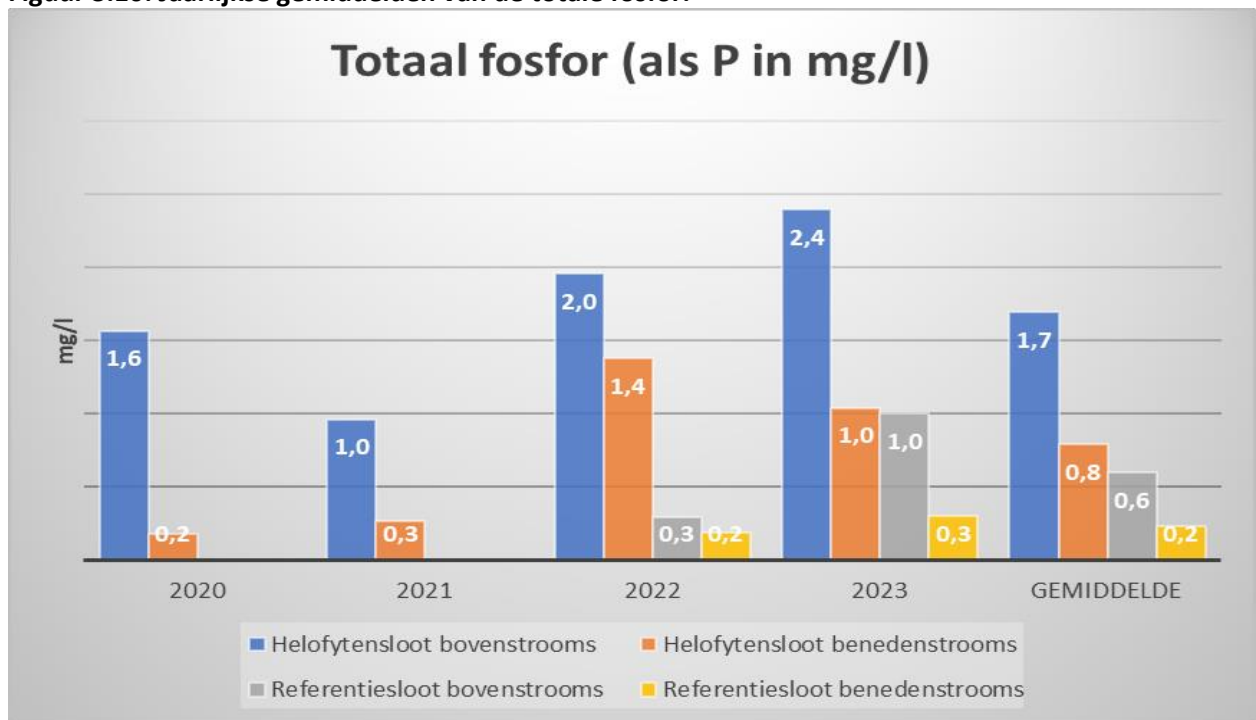
In de referentiesloot zijn de fosforgehaltes veel lager. Uitspoeling, vanuit de kavels, lijkt dus geen rol te spelen. De hoge gehalten in de helofytensloot worden blijkbaar met name veroorzaakt door afspoeling van het erf en incidenten met mestbulten en perssappen en bemesting. Voor de piek in september 2023 is nog geen verklaring.

**Figuur 3.9: Totaal fosfor in de helofytensloot bovenstrooms (blauw) en benedenstrooms (oranje) en de referentiesloot bovenstrooms (grijs) en benedenstrooms (geel) en de bijbehorende norm (0,22 mg/l).**

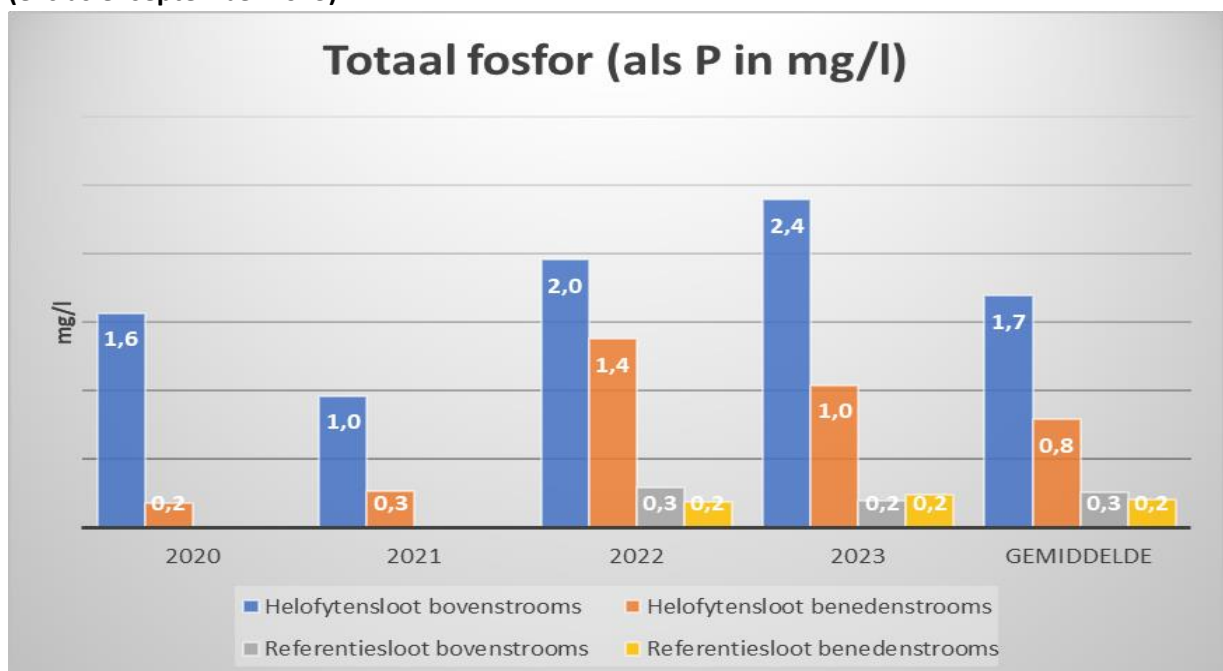


In figuur 3.10 zijn de totalen van de verschillende jaren weergegeven, waarbij het in 2020 de gegevens vanaf augustus betreft en 2023 tot en met september. Alle jaren is de afname in de helofytensloot substantieel en gemiddeld genomen 53%. In de referentiesloot is nu twee jaar gemeten en is de afname aanzienlijk minder. In 2022 was er zelfs sprake van een toename. Gemiddeld genomen is de afname in de referentiesloot over twee jaren 61% en dus hoger dan de helofytensloot. Dat laatste cijfer wordt wel sterk beïnvloed door de hoge waarde in september 2023. Als de gegevens van die maand worden weggelaten dan is er sprake van 20% afname in de referentiesloot en dus duidelijk minder dan de helofytensloot (figuur 3.11).

**Figuur 3.10: Jaarlijkse gemiddelden van de totale fosfor.**



**Figuur 3.11: Jaarlijkse gemiddelden van de som van ammonium- en organisch gebonden stikstof (exclusief september 2023).**



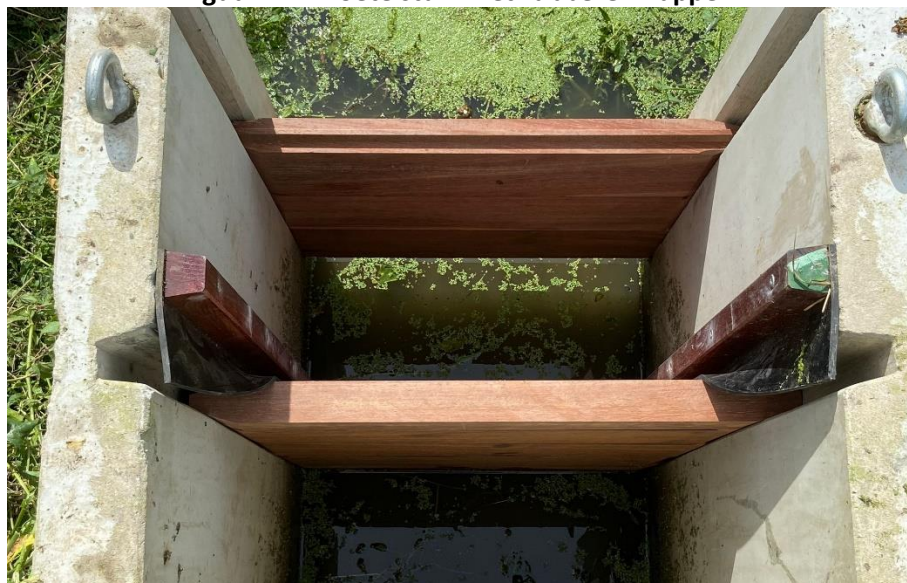
## 4 Zoete stuw

In januari 2023 is de zoete stuw geplaatst (4.1), waarmee meer zout water afgevoerd zou moeten worden. Helaas bleek het water tussen de schotten door te stromen en daarom zijn in augustus rubbers aangebracht (figuur 4.2). Dit had helaas tot gevolg dat de planken moeilijker te verwijderen waren en dat is lastig ten tijde van wateroverlast, omdat er dan snel gehandeld moet worden.

**Figuur 4.1: Zoete stuw**

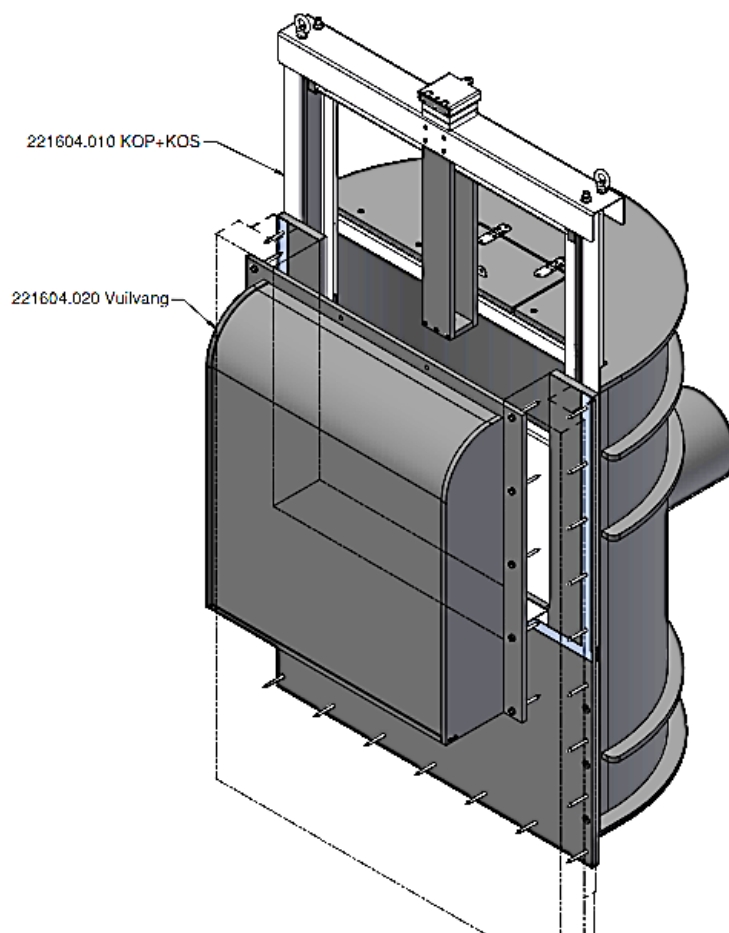


**Figuur 4.2: Zoete stuw met rubberen flappen.**



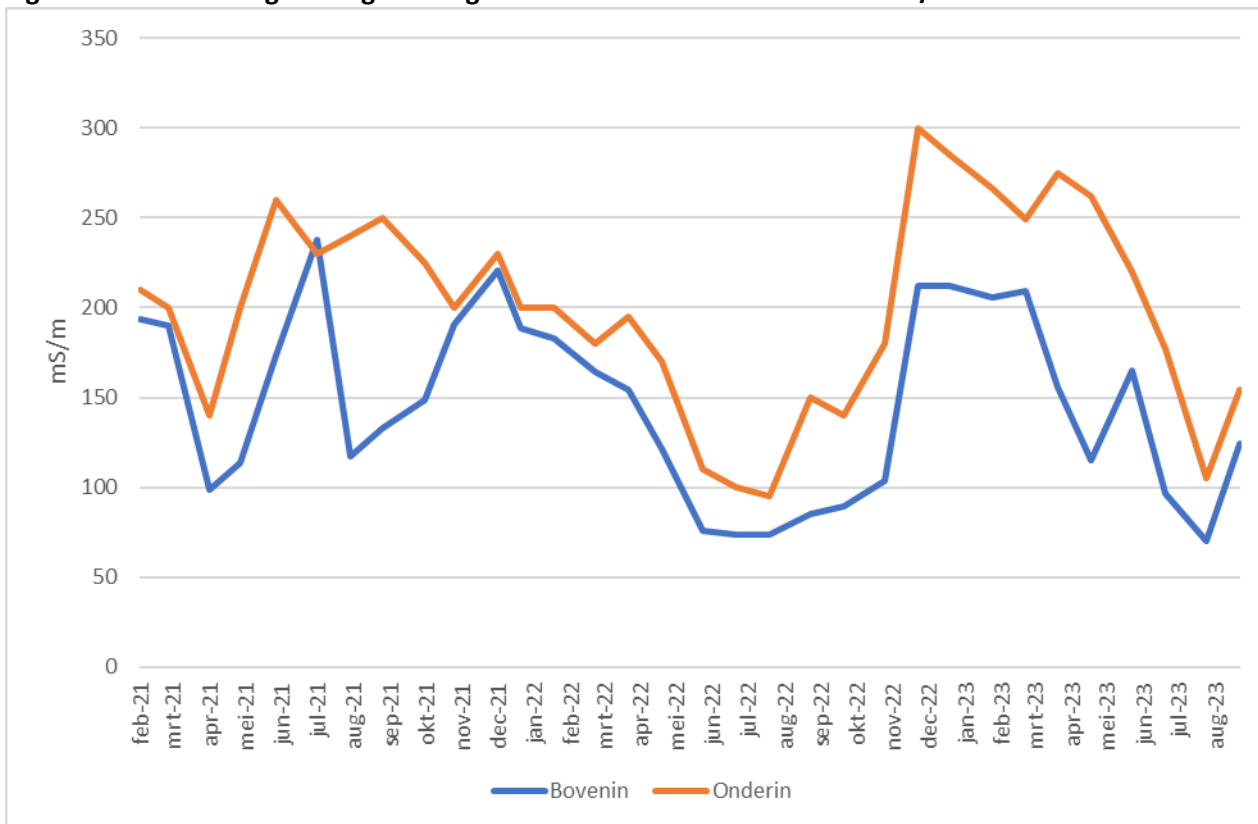
De geleverde zoete stuw blijkt dus onder Flevolandse omstandigheden niet goed te werken. In tijden met weinig wateraanvoer lekt het systeem en bij veel wateraanvoer is het lastig om het niveau aan te passen. Inmiddels is er ook een gesprek geweest met een vertegenwoordiger van de KWT Group, die zowel de stuw als de schottenbalkstuw geleverd heeft. Zij blijken ook een vuilvang voor de schottenbalkstuw te leveren, die in feite fungeert als zoete stuw, omdat het water van onder er in stroomt (figuur 4.3). Dat zou een oplossing kunnen zijn voor reeds geleverde schottenbalkenstuwen.

**Figuur 4.3: Schottenbalkstuw met vuilvang.**



Dat een zoete stuw nuttig zal zijn, blijkt uit de metingen in de helofytensloot. De sensor, die permanent meet, zit onderin de sloot en het waterschap meet bovenin de sloot. In figuur 4.4 is de grafiek weergegeven met beide waarden. Daaruit blijkt dat het water onderin altijd zouter is dan bovenin. Gemiddeld is het water ongeveer 30% zouter bij de sensor dan bovenin.

**Figuur 4.4: Elektrisch geleidingsvermogen boven- en onderin de sloot in mS/m.**



Zowel de bedrijfsleider van Aeres Farms als de bedrijfsleider van het naastgelegen bedrijf geven aan dat de EC-gehalten van de Wisenttocht in de zomer oplopen tot meer dan 5,5. Dat water is dan eigenlijk ongeschikt om mee te beregenen. Dit kan deels opgelost worden door meer water vast te houden in nattere periodes, maar het is misschien ook een goed idee om, niet ver van de Lage Vaart, een zoete stuw in de Wisenttocht te plaatsen. De beide bedrijfsleiders zijn zeer geïnteresseerd in het idee. Er moet dan wel een voorziening zijn voor inlaat van water uit de Lage Vaart als de waterstand in de Wisenttocht te laag wordt.

## 5 Kennisverspreiding en publiciteit

Kennisverspreiding is een belangrijk doel van dit project. In eerste instantie is flink ingezet op het houden van excursies. Zowel door Aeres, het FAC als het Waterschap is er aandacht aan besteed en ook via LinkedIn is er melding van gemaakt. De belangstelling onder agrariërs voor excursies bleek echter minimaal te zijn. Er zijn wel verschillende bijeenkomsten met LTO-groepen geweest en daarnaast zijn er vele bezoekers geweest. Heel veel studenten, docenten, vertegenwoordigers van het bedrijfsleven en overheden en internationale contacten. Kortom, er is veel belangstelling voor excursies op Aeres Farms, maar niet onder agrariërs.

Daarnaast was het de bedoeling om bij 16 bedrijven helofytensloten te realiseren. Er zijn inmiddels vele gesprekken met agrariërs geweest en er is best wel veel belangstelling voor de aanleg van helofytensloten, maar er zijn verschillende knelpunten:

- Er is enorm veel angst voor water. Men heeft jaar in jaar uit opbrengstderving door droogte, omdat men bang is voor die ene keer dat er wateroverlast is. Het is meer een gevoel dan een rationele keuze. Men baseert zijn keuzes ook op verkeerde aspecten. Een hoog slootpeil is dan slecht, terwijl de oorzaak in een verdichte bouwvoor, of verslechte bodem zou kunnen liggen. Het gebrek aan (goede en goedkope) bodemvochtsensoren helpt ook niet.
- Er is ook gebrek aan kennis. Men denkt, bijvoorbeeld, dat de drains niet lopen als ze onder water zitten. Daarnaast heeft men geen idee of de sloten voldoende capaciteit hebben en wat de invloed van begroeiing is op de afvoercapaciteit. Ook weet men weinig of niets van de effecten van helofyten op de waterkwaliteit en de biodiversiteit.
- Het is lastig om het te realiseren, omdat vergunningen van het waterschap nodig zijn. Dat zijn belemmeringen die de toch al aarzelende agrariër nog meer tegen houden.

Het zou helpen als agrariërs van het waterschap begeleiding zouden krijgen in het aanleggen van stuwsystemen, vrijstelling van de schouwplicht en hulp bij het berekenen van de benodigde afvoercapaciteit en daaraan gekoppeld de mate van toegestane begroeiing. Ook Aeres Hogeschool zou hier een rol in kunnen spelen in demonstratie en voorlichting. Meldingsplicht in plaats van vergunningsplicht voor de plaatsing van inpandige stuwen en vrijstelling van de schouwplicht voor inpandige sloten, zou ook kunnen helpen.

## 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 in de helofytensloot 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. De geleidbaarheid is in de helofytensloot 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.
3. Er is sprake van ophoping van brak water onderin de helofytensloot dat deels wordt afgevoerd bij het incidenteel verlagen van de stuw, maar verder achterblijft.
4. Het biochemisch zuurstofgebruik ligt in de helofytensloot bovenstrooms hoger dan benedenstrooms. Het mestincident en de perssappen hebben in het verleden wel een negatief effect gehad.
5. De ammonium en organisch gebonden stikstofgehalten liggen in de helofytensloot bovenstrooms vaak vele malen hoger dan benedenstrooms. Bovenstrooms voldoet de waterkwaliteit nooit aan de norm. Benedenstrooms het eerste jaar wel maar daarna niet. De resultaten van de referentiesloot zijn duidelijk beter met uitzondering van de piek in het voorjaar van 2022 en september 2023.
6. De nitraatgehalten in de helofytensloot zijn nihil. In de referentiesloot was er wel sprake van vele pieken.
7. De fosforgehalten liggen in de helofytensloot bovenstrooms vrijwel altijd vele malen hoger dan benedenstrooms. Bovenstrooms voldoet de waterkwaliteit nooit aan de norm. Benedenstrooms in 2020 wel, daarna minder. In de referentiesloot liggen de waarden benedenstrooms vrijwel altijd binnen de norm, maar in 2023 waren er verschillende uitschieters.
8. Kennisverspreiding heeft op velerlei wijzen plaatsgevonden, maar het blijkt lastig om agrariërs te bereiken.
9. Een zoete stuw in de Wisenttocht zou kunnen helpen om het zoutgehalte te verlagen.

Samenvattend kan gesteld worden dat het water dat uit de helofytensloot stroomt veel schoner is dan aan het begin van de sloot. De waterkwaliteit van de referentiesloot lijkt met name te worden bepaald door bemesting van de onderwijsleerkavel.

## 7 Plannen en aanbevelingen

Voor vervolgonderzoek zijn de volgende activiteiten gepland:

1. Het is de bedoeling om januari een uitgebreide publicatie te schrijven voor H2O. De doelgroepen zijn dan de waterschappen en overheden.
2. Deze publicatie zal ook voor Nieuwe Oogst bewerkt worden. De agrariërs zijn dan de doelgroep.
3. Er wordt onderzocht of een vuilvang interessant is voor Aeres Farms.
4. Momenteel zijn studenten uit Almere bezig met de afronding van hun onderzoek naar de macrofauna en de vegetatie in de helofytensloot en de referentiesloot (figuur 7.1).

### Aanbevelingen voor het waterschap

- Het waterschap zou, met aangepaste regelgeving, mogelijke subsidiëring en voorlichting, een stimulerende rol kunnen spelen in de realisatie van helofytensloten met stuwen, of schotbalken.
- Het lijkt interessant om een experiment uit te voeren met een zoete stuw in de Wisenttocht. Als het werkt, zou dat ook interessant kunnen zijn voor vele andere tochten in Flevoland.

**Figuur 7.1: Studenten uit Almere doen onderzoek naar de macrofauna.**





# 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	cmH20	Actief
302	Modem temperature	Modemtemperatuur		Actief

## Bijlage 2: Plaats van de sensoren en peilbuizen



Toelichting:

1. Weerstation
2. Sensor (Aquaread) bovenstrooms
3. TD-Diver en sensor (Aquaread) benedenstrooms
4. TD-Diver en peilbuis op 45 meter van de helofytensloot
5. TD-Diver en peilbuis op 110 meter van de helofytensloot
6. Peilbuizen en neerslagmeter van het grondwatermeetnet op 115 meter van de helofytensloot.



## Bijlage 3: Plaats van de helofytensloot en de referentiesloot



Referentiesloot (blauw) met schottenbalkstuw tussen K60 en K61 en de helofytensloot (rood) met sensoren tussen K62 en K63.

© 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.aereshogeschool.nl/dronten](http://www.aereshogeschool.nl/dronten)  
[info.hogeschool.dronten@aeres.nl](mailto:info.hogeschool.dronten@aeres.nl)