

WaterQi Pijnacker- Nootdorp

Onderzoeksresultaten 2019



Hoogheemraadschap van
Delfland

WaterQi Pijnacker Nootdorp

Onderzoeksresultaten 2019



Colofon

Uitgave van: Hoogheemraadschap van Delfland
Sector Bestuur, Beleid en Communicatie
Team Watersysteemkwaliteit

Auteur: Joep de Koning
Rob Boveland (tweede lezer)

Kenmerk:

Status: Definitief

Datum: Februari 2020

Foto: Ben de Vos

Voorwoord

Ik werk nu al 14 jaar bij het Hoogheemraadschap van Delfland en sinds wij het innovatiefonds hebben geïntroduceerd ben ik al veel mooie projecten tegengekomen. Maar deze was toch wel echt heel bijzonder.

'Joep? Heb je vanmiddag wat te doen?', mijn collega Rob Hoefnagel stond aan mijn bureau en had de vraag gekregen van Mark Hensen of wij bij een uitvinding wilden komen kijken. 'Iets met bubbeltjes...'. Aangezien het toch wel min of meer in de richting van mijn huis was en we toch wel nieuwsgierig waren zaten we al gauw in de auto. Een uur laten stonden we bij Ben z'n huis en werden we hartelijk welkom geheten... met koffie en Moorkoppen... en een huis vol proefopstellingen van een apparaat wat nu WaterQi wordt genoemd. Ze waren er in aquaruimformaat, vijverformaat en slootformaat. Het maakte belletjes, inderdaad hele kleine belletjes. En die bleven in het water in plaats van snel op te stijgen naar het wateroppervlak.

Enkele maanden later was ik er weer, nu met zuiveringstechnici. Want de inbreng van zuurstof is een belangrijke energiepost voor de zuivering. Of dat beter en efficiënter kan? En laat technici wat pompen, slangen en meters zien (en moorkoppen), dan worden ze enthousiast. Weliswaar was de capaciteit niet voldoende voor de zuurstofvraag van Delflands zuiveringen, maar hun enthousiasme gaf mij wel het gevoel dat we iets moois in handen hadden. Nu nog een pilotlocatie...

Dat duurde niet lang. Via het netwerk Schoon en Gezond water belde Hanny Vrieswijk op. Die zat met een klacht van dhr. Mebius in haar maag, een betrokken bewoner die al jaren probeerde aandacht te krijgen van gemeente en hoogheemraadschap voor de erbarmelijke toestand van de sloot grenzend aan zijn achtertuin. Kroos, bagger, stank en gebrek aan onderhoud hadden ervoor gezorgd dat de ooit zo levende sloot er anno 2018 maar treurig bij lag. Als het hier werkt...

En hoe.

Bij deze wil ik graag de volgende mensen bedanken:

Fleur Holtrop voor het vrij maken van innovatiegelden en het vertrouwen in dit project
Ben de Vos voor de moorkoppen, het enthousiasme, de filmbeelden en de belachelijke hoeveelheid uren die je hierin hebt gestopt. En natuurlijk deze vinding.

Mark Hensen, ook bedankt voor het lef om hier mee te willen beginnen, het enthousiasme en de inzet (en de gebakken vis bij de viskraam op de hoek).

Mijnheer en mevrouw Mebius, voor het aandragen van deze locatie, het aandringen bij de gemeente en het hoogheemraadschap, de gastvrijheid, de koffie én de thee met honing.

Hanny Vrieswijk, voor het regelen van alles wat een gemeente regelt om een dergelijke pilot van de grond te krijgen.

Rob Hoefnagel, voor alle administratieve rompslomp die er bij een dergelijk project komt kijken.

Rob Bovelander, voor het nalezen van dit rapport

Medewerkers van Aquon, voor de bemonsteringen, analyses en het flexibel meedenken.

Inhoud

1.	Aanleiding	1
1.1.	Achtergrond.....	1
1.2.	Onderzoeksdoel.....	2
1.3.	Leeswijzer	2
2.	Het belang van zuurstof in het water	3
2.1.	Fotosynthese	3
2.2.	Ademhaling.....	3
2.3.	Indirecte effecten	3
2.4.	Beschikbaarheid van zuurstof in het water.....	4
2.5.	Rearatie	4
2.5.	De kracht van de WaterQi	5
3.	Onderzoek	6
4.	Resultaten chemische waterkwaliteit watergangen.....	7
5.	Meetgevens afschuimer en oppervlaktewater	11
6.	Ecologische ontwikkeling.....	12
6.1.	Fotobeeldenbeelden	12
6.2.	Macrofauna schepnet	13
7.	Discussie en Conclusie.....	15
7.1.	Discussie	15
7.2.	Conclusie.....	15
	Op welke chemische parameters heeft dit effect?	15
	Wat zit er in het schuim dat als afvalproduct vrij komt?.....	15
	Op welke biologische parameters heeft dit effect?.....	15
8.	Bibliografie	16
	Bijlage 1: Mail Joep de Koning.....	18
	Bijlage 2: Fotoboek	20

1. Aanleiding

1.1. Achtergrond

Omwonenden van de Prinsenhof te Pijnacker hebben de watergang in de loop van ongeveer 10 jaar langzaam zien verslechteren. Aanvankelijk was het volgens de bewoners een heldere watergang waar vissen, salamanders, kikkers en waterplanten te zien waren. Langzaam maar zeker verdwenen deze dieren en planten en veranderde het in een troebele, vaak stinkende watergang waar vooral kroos en riet goed in wilde gedijen.

Al verschillende jaren is er door de bewoners geklaagd bij zowel de gemeente Pijnacker-Nootdorp als het Hoogheemraadschap, zonder dat er naar het gevoel van de bewoners een bevredigende reactie vanuit beide organisaties kwam. Op 15 augustus 2018 is een ecooloog van het hoogheemraadschap en een medewerker van de gemeente ter plaatse geweest. Een verslag hiervan is bijgevoegd. Bij een latere inspectie is er een zeer dikke baggerlaag geconstateerd van ongeveer 25 cm.



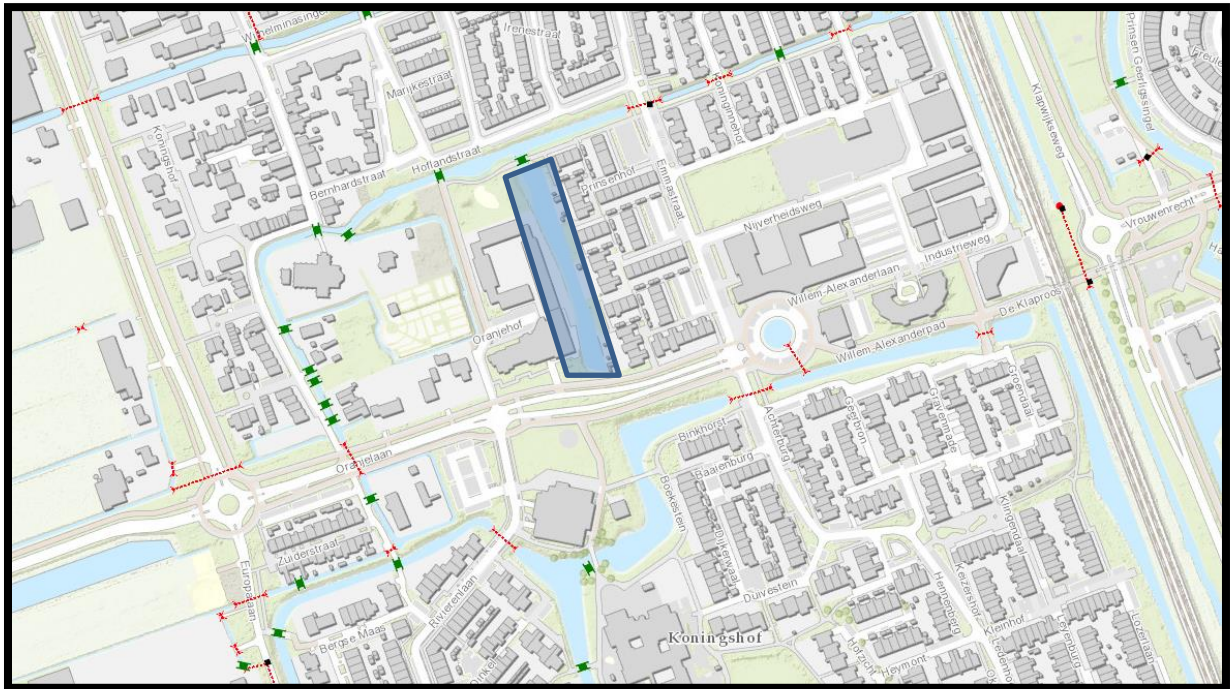
Figuur 1: De watergang aan de Prinsenhof in al zijn glorie, met kroos en bagger.

De tot nu toe gebruikelijke vorm van beluchten heeft echter nauwelijks effect op de zuurstofhuishouding van een watergang. De uitwisseling van zuurstof naar de waterlaag gaat zeer langzaam. Zuurstofbellen stijgen veel te snel op naar de atmosfeer om positief effect op de zuurstofconcentratie in het water te kunnen hebben.

Het toeval wil dat MH WaterZaken in contact kwam met Ben, die met zijn kennis uit de petrochemische industrie een apparaat heeft ontwikkeld waarmee hij als het ware zuurstofbellen in hele kleine stukjes hakt. Deze veel kleinere belletjes blijven veel langer in

het water zweven en hebben in verhouding een veel groter contactoppervlak, waardoor er veel meer zuurstofuitwisseling plaats vindt.

Medewerkers van het hoogheemraadschap van Delfland (in de vorm van zowel zuiveringstechnici als ecologen) zagen hier potentie in en vonden in de Prinsenhof een uitstekende locatie om deze vinding, de WaterQi, in de praktijk te testen.



Figuur 2: Locatie van de watergang aan de Prinsenhof (donkerblauwe kader)

Bij eerdere prototypes van de WaterQi bleek er schuim vrij te komen, welke er bijzonder onfris uitzag. In de gebruikte versie van de WaterQi is dit schuim dan ook afgevangen. Het vermoeden bestaat dat er doormiddel van het afnemen van dit schuim ook een extra vorm van waterzuivering mogelijk is.

1.2. Onderzoeksdoel

Heeft de WaterQi een positief effect op het ecologisch functioneren van de watergang aan de Prinsenhof?

- Op welke chemische parameters heeft de WaterQi effect?
- Wat zit er in het schuim dat als bijproduct vrijkomt?
- Op welke biologische parameters heeft de WaterQi effect?

1.3. Leeswijzer

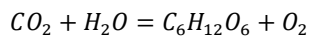
In hoofdstuk 2 is een theoretische uiteenzetting gedaan over de rol van zuurstof in het water. Hoofdstuk 3 behandelt de onderzoeksmethode. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van het onderzoek naar de chemische waterkwaliteit weergegeven. In hoofdstuk 5 zijn staafdiagrammen gepresenteerd met een aantal parameters die zijn aangetroffen in het vrijkomende schuim. In hoofdstuk 6 wordt stilgestaan bij de ecologie in de sloot. Hoofdstuk 7 geeft kort de conclusies.

2. Het belang van zuurstof in het water

Verreweg de meeste organismen hebben zuurstof nodig om te overleven. Dat neemt niet weg dat er soorten zijn (vooral eukaryotische organismen zoals bacteriën) die ook onder zuurstofloze omstandigheden kunnen overleven en zelfs essentieel zijn voor het functioneren van onze aarde. Daarnaast zijn er soorten die veel toleranter zijn voor zeer lage zuurstofconcentraties dan andere soorten. In tegenstelling tot wat er vaak gedacht wordt kunnen planten niet tegen zuurstofloze omstandigheden, ook zij hebben zuurstof nodig om te overleven.

2.1. Fotosynthese

Doormiddel van fotosynthese produceren algen, cyanobacteriën en planten zuurstof (O_2). Koolstofdioxide (CO_2) en water (H_2O) worden omgezet in suikers ($C_6H_{12}O_6$). Voor dit proces is energie nodig wat doormiddel van bladgroenkorrels (chlorophyl-a) uit licht wordt gehaald. Bij voldoende licht produceren deze organismen veel meer zuurstof dan ze zelf nodig hebben en wordt het zuurstof als gas afgegeven aan de omgeving.



2.2. Ademhaling

Zoals in bovenstaande paragraaf is uitgelegd wordt er met behulp van lichtenergie suiker geproduceerd. Omdat het hier een evenwichtsreactie betreft kan hij ook de andere kant op, wat betekent dat suikers en zuurstof kunnen worden omgezet in CO_2 en water, de zogenaamde verbranding. Hier komt energie bij vrij. Hierdoor vormen suikers dus een opslag van energie. Omdat leven hoe dan ook energie kost, zullen er dus altijd suikers verbrand moeten worden en zal er altijd zuurstof nodig zijn. Deze vraag naar zuurstof is zo groot dat organisme maar een zeer korte tijd zonder zuurstof kan. Zeezoogdieren, amfibieën en in het water levende schildpadden kunnen dit soms een uur volhouden, maar een mens zal binnen een paar minuten stikken.

Zuurstof komt in het milieu voor als gas in de lucht, maar ook in opgeloste vorm in het water. Om zuurstof op te nemen beschikken veel dieren over longen, die ervoor zorgen dat zuurstof wordt opgenomen in het bloed. Het bloed voorziet alle cellen en organen van zuurstof. Omdat er in het water veel minder zuurstof aanwezig is dan in de atmosfeer, beschikken in het water levende dieren over kieuwen die in staat zijn om het opgeloste zuurstof op te nemen.

2.3. Indirecte effecten

Zuurstof is echter niet alleen een randvoorwaarde om leven mogelijk te maken, ook indirect heeft het effect op het milieu. Deze worden het best inzichtelijk gemaakt in zogenaamde redoxreacties (Tabel 1). Van belang hierbij is om te beseffen dat er verschil bestaat tussen zuurstofmoleculen (wat wij inademen: O_2) en het atoom zuurstof. Deze atomen komen in veel verbindingen in het milieu voor. Deze atomen kunnen ook vrijgemaakt worden, dit kost echter zoveel energie dat het voor hogere organismen geen rendabele zuurstofbron is.

Kort door de bocht (de werkelijkheid is iets complexer) geeft onderstaande tabel (Tabel 1) weer waar zuurstof bij kan worden vrijgemaakt. Indien de bovenliggende zuurstofbron op is, dan zal een kolom lager worden gebruikt. Via verbranding levert het omzetten van zuurstof naar water het meeste energie op. Als dit niet meer voorhanden is wordt er uit nitraat (NO_3) zuurstof gehaald. Bij dit proces komt stikstof vrij. De hoeveelheid energie die dit oplevert is al

veel lager. Daarnaast zijn er ook processen waarbij de verbranding energie kost, deze zuurstofbronnen worden alleen aangeboord als alle andere zuurstofbronnen zijn opgebruikt.

Tabel 1: Redoxreacties (Hoogenboom, 2014)

Reactie		Redoxpotentiaal (E_h) (mV)
$O_2 + 4e^- + 4H^+$	$\rightarrow 2H_2O$	400 - 600
$2NO_3 + 10e^- + 12 H^+$	$\rightarrow N_2 + 6H_2O$	250
$MnO_2 + 2e^- + 4 H^+$	$\rightarrow Mn^{2+} + 2 H_2O$	250
$Fe(OH)_3 + e^- + 3 H^+$	$\rightarrow Fe^{2+} + 3H_2O$	120
$SO_4^{2-} + 8e^- + 10 H^+$	$\rightarrow H_2S + 4H_2O$	-75 - -150
$CO_2 + 8e^- + 8H^+$	$\rightarrow CH_4 + 2H_2O$	-250

Een aantal van deze reacties zijn belangrijk. Koolstofdioxide is een bekend broeikasgas, methaan (CH_4) is echter nog een veel schadelijker broeikasgas (factor 28) die dus vrijkomt als het water zuurstofloos is. Sulfaat (SO_4^{2-}) is vrij onschuldig, maar sulfides (H_2S) zijn giftige verbindingen en zorgen ervoor dat het water naar rotte eieren ruikt. Geoxideerd ijzer ($Fe(OH)_3$) bindt uitstekend aan fosfor, waardoor deze niet beschikbaar zijn voor algen en kroos om te groeien. Door zuurstofloosheid verliest het ijzer zijn bindend vermogen met fosfor en komt deze stof beschikbaar.

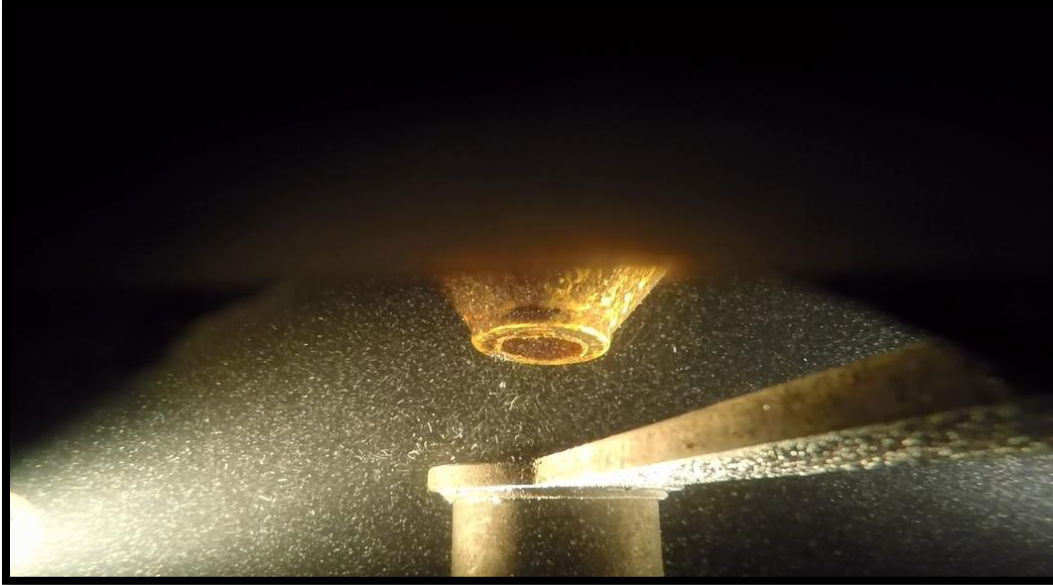
2.4. Beschikbaarheid van zuurstof in het water

In het water kan afhankelijk van de temperatuur maar een beperkte hoeveelheid zuurstof worden opgelost. Het proces waarbij zuurstof oplost in het water gaat ook nog eens traag. Naast de temperatuur is dit ook afhankelijk van de hoeveelheid opgeloste stoffen in het water en de hoeveelheid zuurstof die al opgelost is. Zuurstofloos water zal sneller zuurstof opnemen dan water dat al ver verzadigd is. Omdat deeltjes zich gelijkmatig over de ruimte verspreiden (antropie) zal in verloop van tijd de zuurstofconcentratie zich gelijkmatig over de waterkolom verspreiden. Hierdoor verplaatst zuurstof zich van een hoge concentratie naar een lage concentratie. In water dat beweegt, zoals turbulent en stromend water gaat dit proces sneller en minder gelijkmatig.

2.5. Rearatie

Een ander proces waarbij zuurstof in het water terecht komt is een fysisch proces en wordt rearatie genoemd. Vanuit de lucht wordt op het contactoppervlak met het water ook zuurstof opgenomen. Hierdoor is de toplaag van het water vaak zuurstofrijk.

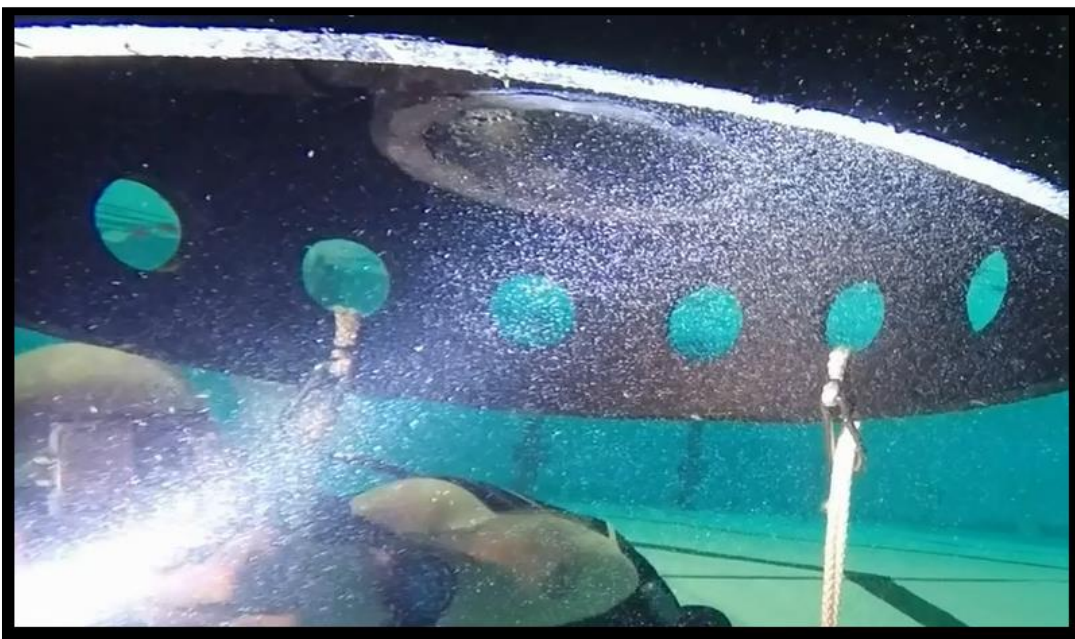
Indien er meer zuurstof in het water wordt toegevoegd dan dat er kan worden opgenomen, dan zal dit als gasbelletje naar het wateroppervlak opstijgen. Een grote luchtbel heeft een groter stijgend vermogen dan een klein belletje en zal daardoor sneller opstijgen. Een grotere bel heeft in verhouding ook een kleiner contactoppervlak met het water. Afhankelijk van de zuurstofverzadiging van de waterkolom waar hij doorheen gaat, de temperatuur én het formaat zal het belletje dus zuurstof afgeven aan het water. Ook hierdoor vindt er dus rearatie plaats.



Figuur 3: de waterQi produceert zeer kleine zuurstofbelletjes

2.5. De kracht van de WaterQi

In gevallen van zuurstofloosheid in oppervlaktewater wordt met behulp van zuurstofpompen en fonteinën vaak geprobeerd om zuurstof in water op te lossen. Door het formaat van de bellen die hierbij vrij komen stijgen deze meestal zeer snel op, waardoor het reparerende vermogen zeer gering is van een dergelijke maatregel. Daarnaast vergt het veel energie om dergelijke luchtbellen onder water te duwen. De WaterQi maakt zulke kleine belletjes (Figuur 3: de waterQi produceert zeer kleine zuurstofbelletjes en Figuur 4), dat deze niet alleen veel makkelijker onder water te krijgen zijn, maar ze blijven daar ook veel langer zweven. Hierdoor krijgen de belletjes veel langer de tijd om op te lossen in het water. Waar normale bellen in enkele seconden aan het wateroppervlak zijn aangekomen, blijven de belletjes van de WaterQi vaak minutenlang onder water.



Figuur 4: WaterQi in Zwembad de Wellen te s'Gravendeel

3. Onderzoek

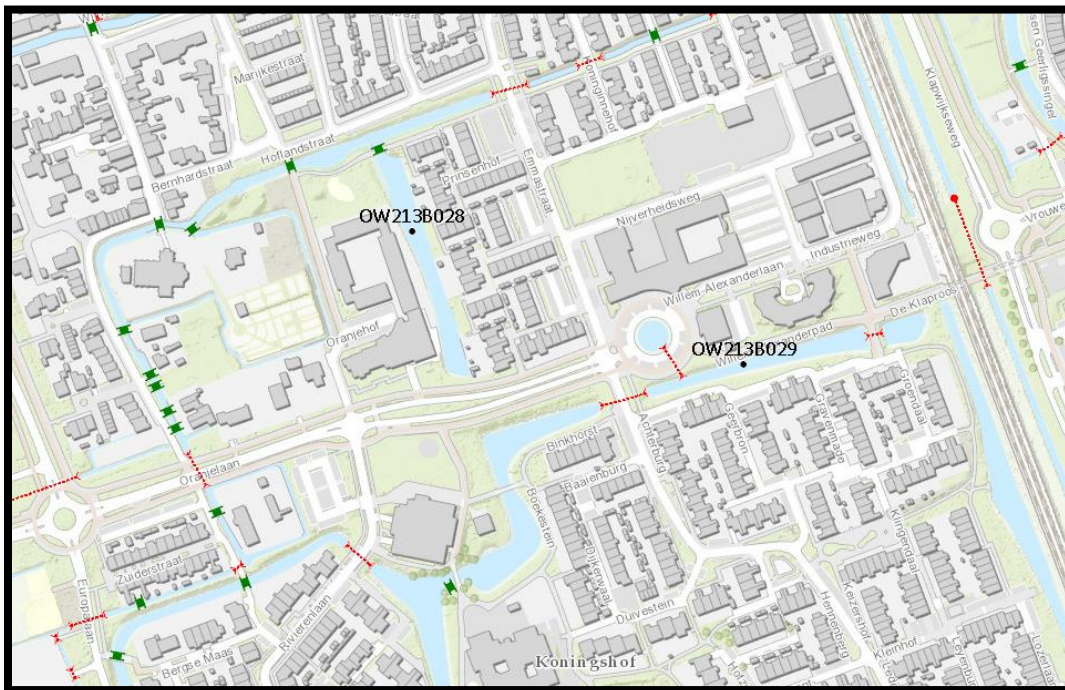
Om de effectiviteit van de WaterQi te beoordelen zijn er door het hoogheemraadschap monsters genomen. Deze zijn geanalyseerd door Aquon, het waterschapslaboratorium die verbonden is aan het Hoogheemraadschap van Delfland. Dit meetpunt (OW213B028) ligt ruim 100 m van de WaterQi vandaan.

Omdat er geen historische meetgegevens zijn van de betreffende watergang is er een, op het oog, vergelijkbare watergang gekozen om de meetresultaten te vergelijken (OW213B029). Achteraf gezien bleek deze watergang voorafgaand aan het onderzoek, chemisch gezien gevoelsmatig iets beter van kwaliteit te zijn. Deze beide monsterpunten zijn in 2019 in de zomerperiode met een frequentie van 2x per maand geanalyseerd.

Naast deze watermonsters zijn er separaat door de initiatiefnemer MH Waterzaken monsters genomen, welke ook zijn geanalyseerd door Aquon. Deze monsters zijn genomen pal naast de WaterQi en van het bijproduct wat de WaterQi als schuim uit het water haalt. Deze monsters zijn op adhoc basis genomen.

Tabel 2: Onderzoeklocaties

Locatiecode	Omschrijving	Uitvoering
OW213B028	Oude polder van Pijnacker, watergang achter Prinsenhof	Delfland
OW213B029	Oude polder van Pijnacker, watergang Willem-Alexanderpad	Delfland
OW213B024B	WaterQi afschuimer (zelfde locatie als OW213B028)	MH Waterzaken
OW213B024C	WaterQi watermonster (zelfde locatie als OW213B028)	MH Waterzaken

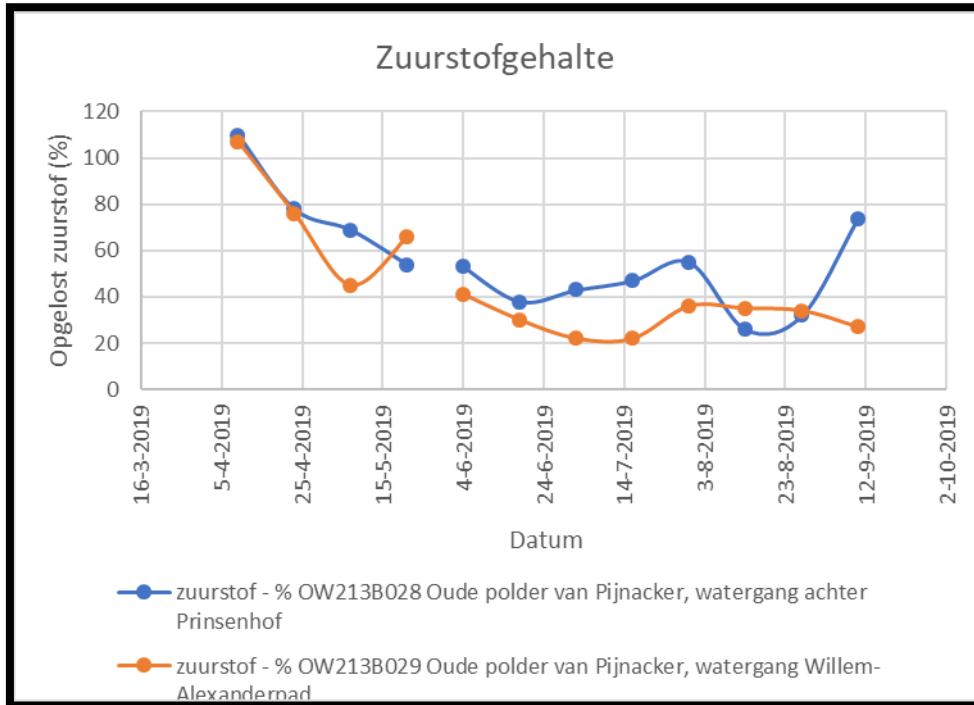


Figuur 5: Onderzoeklocaties

Om de ecologische ontwikkeling in kaart te brengen zijn er met behulp van een GoPro camera regelmatig onderwateropnames gemaakt. Deze beelden zijn door een ecoloog van het hoogheemraadschap van Delfland bekeken. Op 11 september heeft een ecoloog van het hoogheemraadschap ter plekke met behulp van een macrofaunanet een indruk gekregen van de macrofauna in de watergang bij de Prinsenhof. Omdat dit een impulsidee is geweest is hier geen officiële opname gedaan en zijn hier ook dus ook geen kwalitatieve gegevens van.

4. Resultaten chemische waterkwaliteit watergangen

Ondanks dat er veel meer parameters zijn gemeten dan hier gepresenteerd zijn alleen de parameters gepresenteerd waar duidelijke verschillen in zijn geconstateerd. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met het feit dat het daadwerkelijke meetpunt ongeveer 100 m bij de WaterQi vandaan ligt.

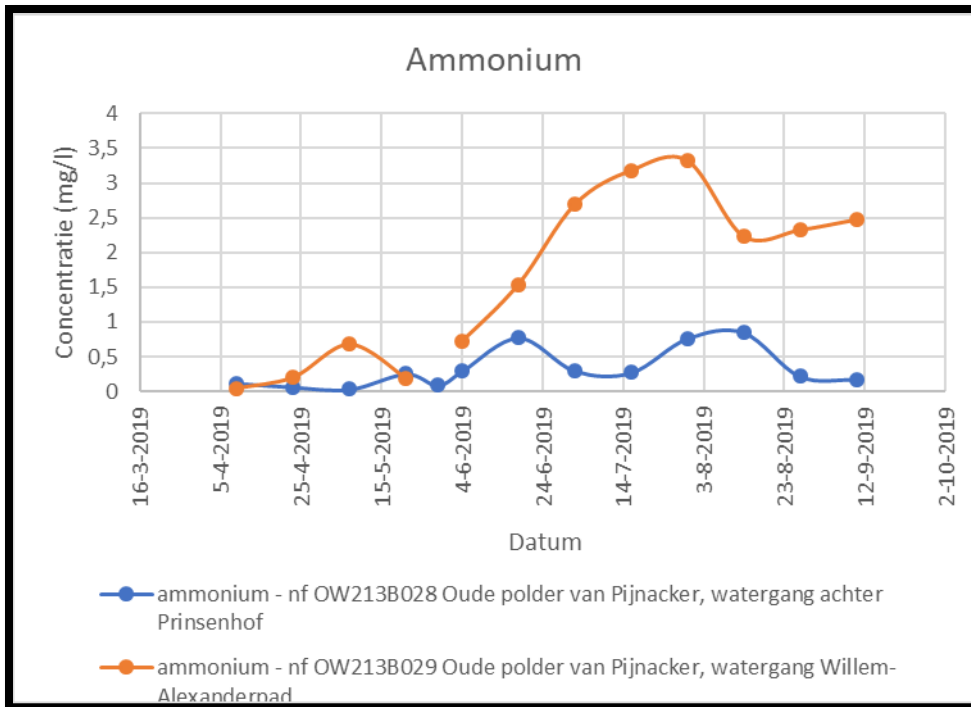


Figuur 6: Zuurstofpercentage (2018 -2019)

Tussen de twee meetpunten is een klein verschil waarneembaar met betrekking tot het percentage opgelost zuurstof. Deze valt de gehele periode vaak hoger uit in 2019.

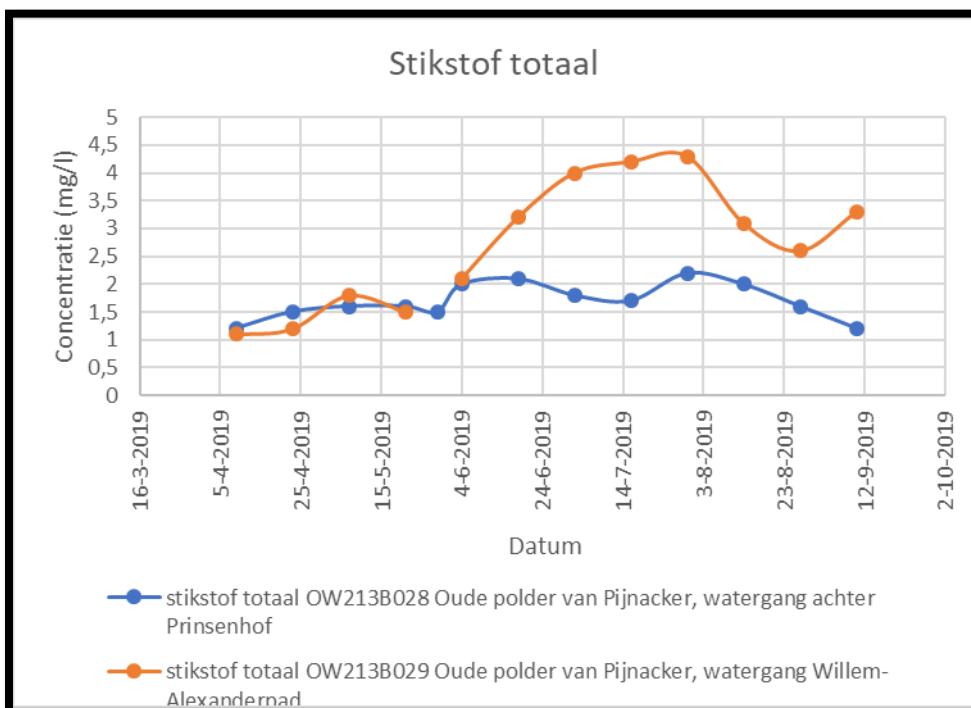


Figuur 7: Aanwezigheid van verzadigd zuurstof (03-07-2019)



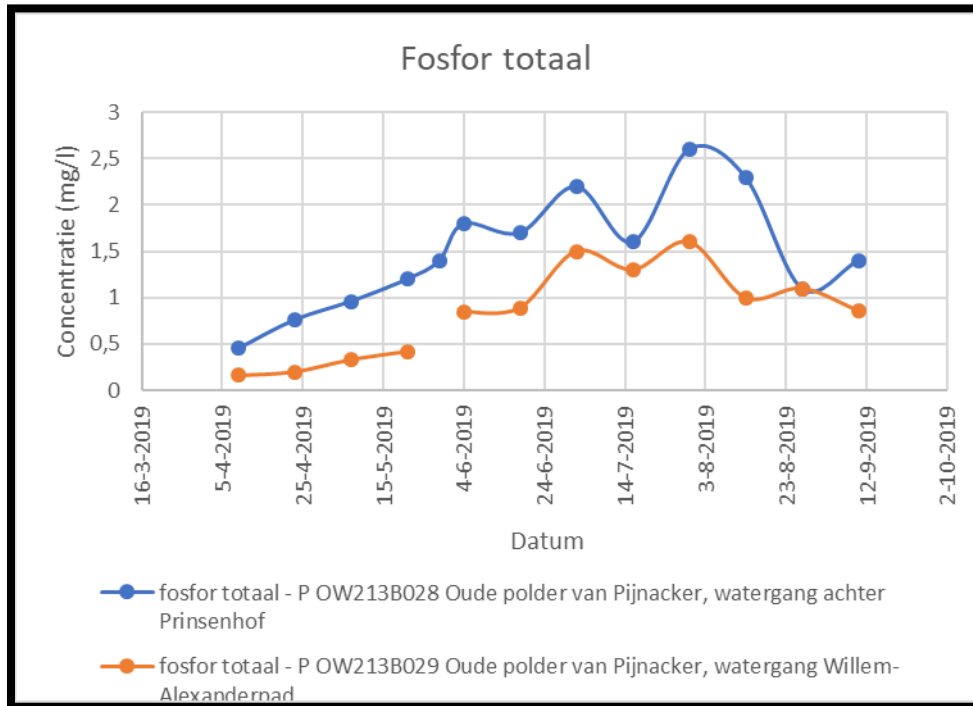
Figuur 8: Ammonium (2019)

Ammonium is een stikstofcomponent. Ammonium wordt onder zuurstofrijke omstandigheden omgezet via nitriet in nitraat. Hierdoor is het gehalte aan ammonium onder zuurstofarme condities hoger dan bij zuurstofrijk water. Duidelijk is dat de concentratie op het meetpunt waar de WaterQi niet aanwezig is duidelijk hoger is.



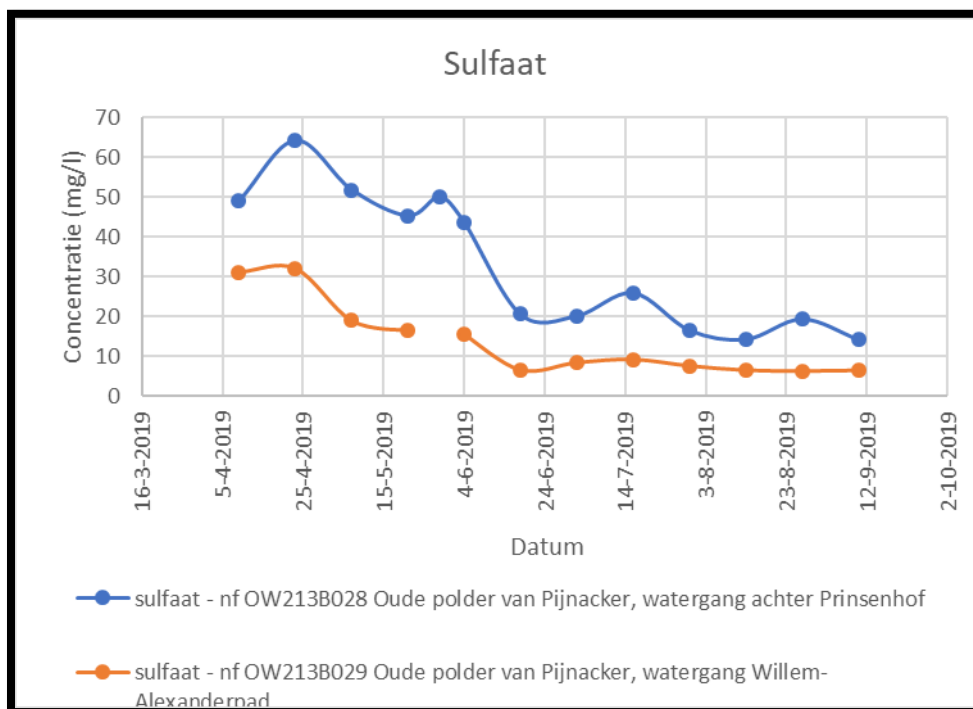
Figuur 9: Totaal stikstof (2019)

Opvallend is de toename van totaal stikstof op het meetpunt waar de WaterQi niet aanwezig is. Dit valt ook samen met de toename van ammonium.



Figuur 10: Fosfor totaal (2019)

De fosforconcentraties op beide meetpunten zijn uitzonderlijk hoog. Deze is op het meetpunt waar de waterQi aanwezig consequent is iets hoger.



Figuur 11: Sulfaat (2019)

Sulfaat gaat onder zuurstofloze omstandigheden een verbinding aan met ijzer, waardoor fosfor vrij kan komen. Daarnaast kan sulfaat onder zuurstofloze omstandigheden ook sulfides vormen. Onder zuurstofrijke omstandigheden oxideert ijzer en laat het sulfaat vrij en gaat een binding aan met fosfor.

4.1. Bevindingen en aannames waterkwaliteit watergangen

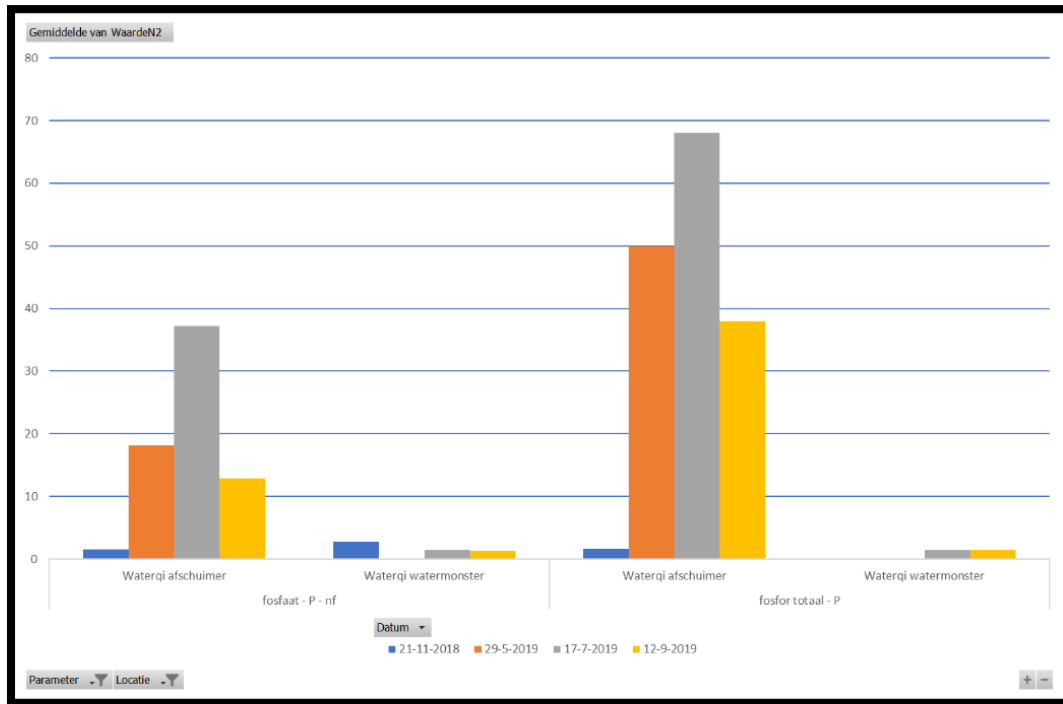
Opvallend is dat de zuurstofconcentratie in de watergang met de WaterQi weliswaar iets hoger is, maar niet noemenswaardig verschilt ten opzichte van de referentiewatergang. Aangenomen kan worden is dat de waterbodems in beide watergangen gelijkwaardig zijn. De bodems oxideren en verbruiken daardoor veel zuurstof. Daarnaast wordt ammonium geoxideerd tot nitraat. Dit kan een verklaring zijn waarom de zuurstofconcentraties in de waterkolom weinig verschillen.

Beide watergangen zijn zeer eutroof, zowel de stikstof als de fosfor concentratie zijn zeer hoog. Daarnaast is er in beide watergangen een flinke organische slibbodem aanwezig, waarin ook veel nutriënten zijn opgeslagen. Door het stagnante water zal dit slib een groot effect hebben op de waterkwaliteit. Onder invloed van zuurstof zal deze afbreken en waarschijnlijk nog meer nutriënten afgeven aan het water. Waarschijnlijk is deze flux groter dan de toename van het bindend vermogen van de waterbodem doordat ijzer oxideert, en daardoor sulfaat afgeeft aan het water en fosfor zal binden. Dit verklaart mogelijk de toename van fosfor in de watergang en verklaart het dat het fosforgehalte in de watergang met de waterQi hoger is.

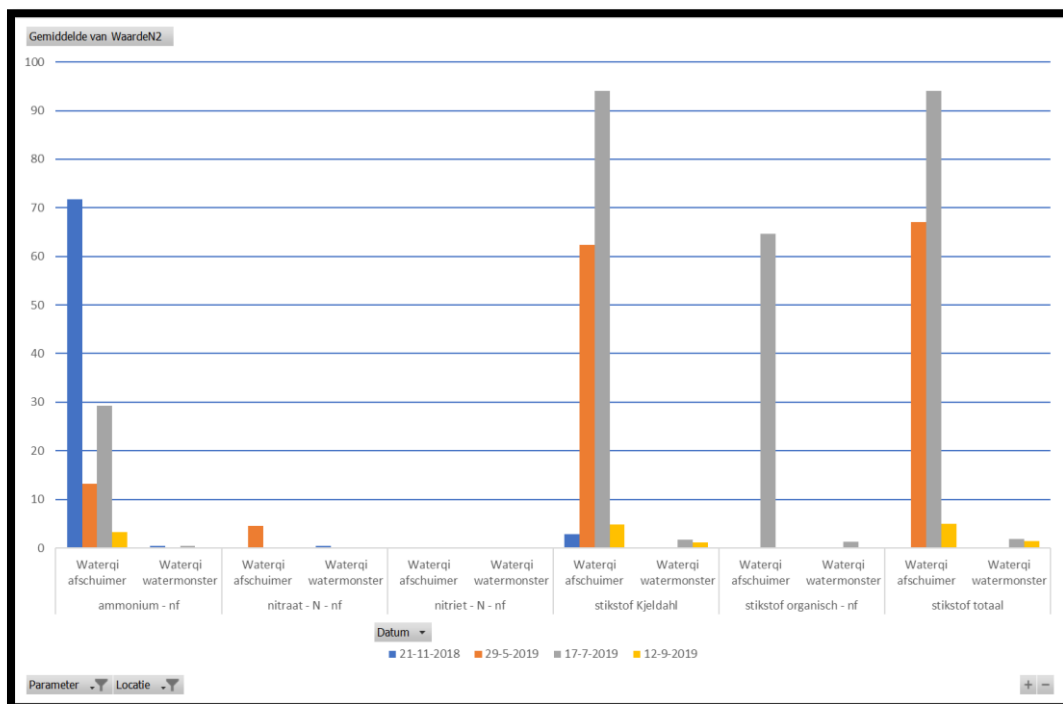
Opvallende waarneming blijft wel dat ondanks de hoge nutriëntenconcentraties het water bij de WaterQi zeer helder is en dat er geen kroesgroeï heeft plaatsgevonden. De helderheid van het water is in de meetresultaten niet terug te zien. Beide watergangen waren zo ondiep dat er altijd bodemzicht is geconstateerd op beide locaties. Hierdoor kon er met een Secchi-schijf geen onderscheid worden gemaakt.

5. Meetgegevens afschuimer en oppervlaktewater

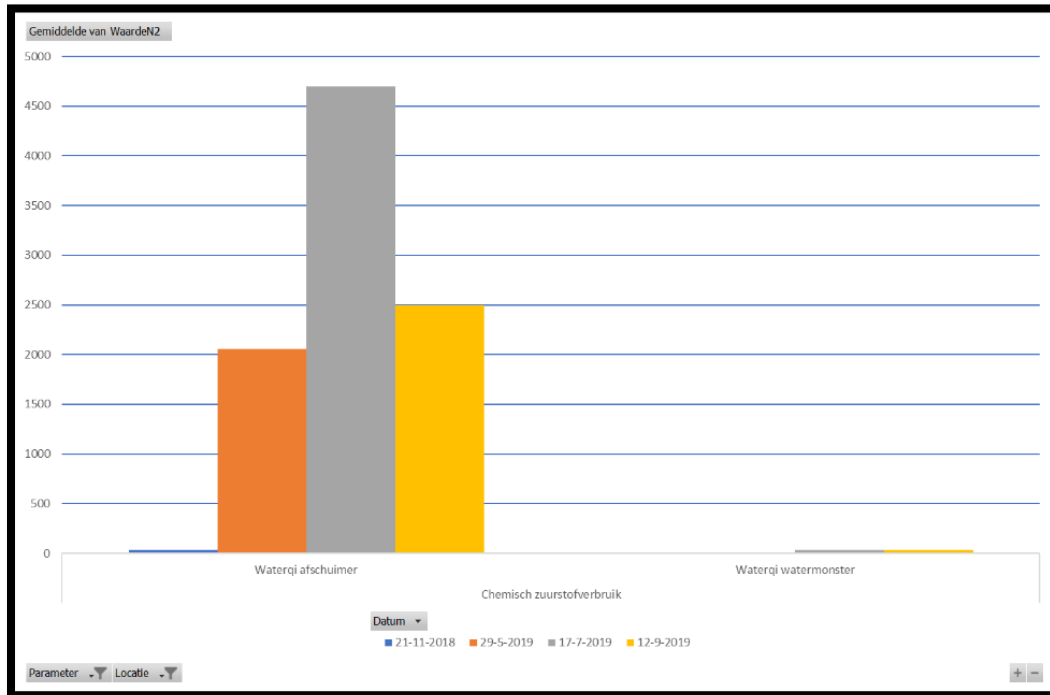
In deze paragraaf zijn enkele parameters vergeleken die zijn gemeten in de afschuimer en tegelijkertijd in het oppervlaktewater. De gegevens zijn weergegeven in staafdiagrammen. De kleur van de staaf geeft de bemonsteringsdatum aan. Per parameter is aan de linkerkant de concentratie in het schuim weergegeven en rechts de concentratie in het oppervlaktewater. Het oppervlaktewater en het schuim zijn gelijktijdig bemonsterd. Let wel, in de diagrammen zijn telkens verschillende parameters gepresenteerd.



Figuur 12: Fosfaat en totaal Fosfor



Figuur 13: stikstof componenten



Figuur 14: chemisch zuurstofverbruik

De concentraties van alle parameters in het schuim zijn vele malen hoger, alleen voor nitraat en nitriet lijkt dit niet het geval. Het opvangen van het schuim lijkt dus een goede manier om het water te zuiveren.

6. Ecologische ontwikkeling

Op twee manieren is de ecologische ontwikkeling in kaart gebracht van de watergang waar de waterQi in is geplaatst. Deze zijn niet uitgevoerd op beide bemonsteringslocaties. De eerste methode is dat er doormiddel van een GoPro camera opnames onder water zijn gemaakt. De tweede methode is indicatieve inschatting van een ecooloog op basis van een aantal schepnetbemonsteringen naar macrofauna. Er is ook extra gelet op kroosontwikkeling, maar die bleef uit. Pas bij een duiker een paar straten verderop was de sloot geheel bedekt met kroos.

6.1. Fotobeelden

Door Ben de Vos zijn er veel filmbeelden gemaakt. Deze zijn gemaakt in de Prinsenhof, maar ook bij de watergang die hier haaks opstaat (parkeerplaats). Als laatste zijn er ook beelden gemaakt van de referentielocatie. Al deze beelden zijn in bijlage 2 geplaatst.

Opvallend is dat bij het begin van het project het water relatief troebel is, ondanks dat zijn er al opvallende plukken met algen waar te nemen. Vanaf half mei zijn er ook opvallend veel watervlooiën en eind mei verschijnen de eerste kleine visjes. Tegen die tijd is het water ook al aanzienlijk helderder.

Begin juni is er een opvallende groei van hogere waterplanten (Zanichellia is zichtbaar op de foto, maar ook grof hoornblad en smalle waterpest zijn waargenomen). Eind juni zijn er scholen Baars en Voorntjes aangekomen. Deze zullen het gehele project ook niet meer

verdwijnen. In de tussentijd wordt de WaterQi zelf ook overwoekert door algen, wat een habitat vormt voor prooidieren voor de vissen, die daar dan ook continu foerageren.

In juli is een opvallende toename van waterpest te zien. Ook valt het ondertussen op dat er na een regenval een olieachtige laag op het wateroppervlak verschijnt. Dit heeft een flink effect op het lichtklimaat en belletjes blijven hier aan de onderkant aanhangen. Na enkele dagen verdwijnt dit weer. Een aantal grote baarzen hebben de uitstroom van de WaterQi als hun woonplaats bestempeld, en bewaken deze ook fel tegen de camera.

In augustus wordt het water groener, wat gezien de hoeveel fosfor in het systeem niet vreemd is. Ondertussen is er ook een minder welkome gast gesignaleerd, een rode Amerikaanse rivierkreeft. Deze hebben we verder niet meer gezien. Ook zijn er nieuwe vissoorten waargenomen, een halve meter grote snoek en kleine grondel-achtige vissen.

In september is er veel begroeiing verdwenen, maar ondanks dat staan er nog wel enkele grote bossen met smalle waterpest langs de kant. Er zijn ook beelden gemaakt van het referentiepunt aan het Willem-Alexanderpad. Hier is het water veel troebeler en is er veel meer organisch afval te zien in de vormen van takken en bladeren. Waterplanten komen hier wel voor, maar niet veel.

Eind oktober wordt de WaterQi weggehaald. Tot die tijd zijn er nog waterplanten en baarzen in de sloot aanwezig. Bij het Willem-Alexanderpad is grote snoek van zeer dichtbij waargenomen.

Om een beeld te krijgen van het uitstralende effect naar aanliggende watergangen zijn daar ook onderwaterbeelden gemaakt. Een grote ecologische ontwikkeling met vooral waterplanten bleef hier uit, maar er zijn wel veel watervlooien en vissen waargenomen.

6.2. Macrofauna schepnet

Op 11 september 2019 heeft een ecooloog van het Hoogheemraadschap van Delfland een macrofaunamonster genomen. Macrofauna is een verzamelnaam voor in het water levende ongewervelde dieren. Denk hierbij aan (larven van) insecten, spinachtigen, bloedzuigers, wormen en slakken. De aanwezigheid van deze dieren zijn indicatief voor een bepaalde waterkwaliteit. In schoon en zuurstofrijk water kom je andere dieren tegen dan in troebel en smerig water.

Deze bemonstering is vooral indicatief geweest om te zien of er macrofauna aanwezig was. Hier zijn geen tellingen of bestandschattingen van gemaakt.



Figuur 15: Links een larve van een waterjuffer en rechts de Grote spinnende watertor
Opvallend bij de bemonstering was de enorme aanwezigheid van waterwantsen (bootsmannetjes, watersigaren en/of ruggenzwemmers). Dit zijn rovende insecten, wat

betekent dat er genoeg prooidieren aanwezig zijn. Deze dieren halen zuurstof uit de atmosfeer. Vooral tussen de waterplanten zaten daar veel (eveneens) rovende larven van waterjuffers (Figuur 15). Net zoals de in veelvoud aangetroffen haftenlarven zijn deze indicatief voor een goede zuurstofhuishouding, met behulp van kieuwen halen ze zuurstof uit het water.

Muggenlarven en wormen, welke gezien worden als indicatoren van een slechte zuurstofhuishouding zijn wel aangetroffen, maar niet in opvallend grote hoeveelheden. Omdat deze soorten aan de basis staan van de voedselketen is dat ook normaal.

Opvallendste waarneming was de grote spinnende watertor (Figuur 15). Een in Nederland relatief zeldzame kever die waterplanten eet en vrij hoge eisen stelt aan de waterkwaliteit.

7. Discussie en Conclusie

7.1. Discussie

Van de watergang waarin de WaterQi is geplaatst is er geen 0-situatie vastgelegd. We zijn hierbij volledig afhankelijk van waarnemingen van buurtbewoners. Om die reden is er gewerkt met een referentielocatie in hetzelfde watersysteem. Of deze dezelfde ecologische drukken kent is echter niet onderzocht. Al gauw bleek ook uit de metingen dat deze sloot een iets andere waterkwaliteit heeft dan de sloot aan de Prinsenhof.

De verwachting was dat de zuurstofconcentratie/-verzadiging een veel duidelijker effect zou vertonen, maar eigenlijk wordt er nauwelijks verschil vertoond met de referentielocatie en is de verzadiging opvallend laag. Een mogelijke verklaring kan de hoeveelheid organisch materiaal van de waterbodem zijn en de hoeveelheid organische deeltjes die los zweven in het water. Dit zorgt dat het zuurstof snel door bacteriën kan worden verbruikt. Daarnaast vinden er in de bodem ook veel zuurstof vragende reacties plaats die hier mogelijk invloed op hebben.

Er zijn pas later in het project onderwaterbeelden gemaakt van het referentiemeetpunt.

7.2. Conclusie

Dit onderzoek is opgezet om een antwoord te krijgen op de vraag of de WaterQi een positief effect heeft op het ecologisch functioneren van de watergang aan de Prinsenhof? Om deze vragen te beantwoorden zijn de volgende deelvragen gesteld.

Op welke chemische parameters heeft dit effect?

Aanvankelijk was de verwachting dat er een groot effect zichtbaar zou zijn op de zuurstofverzadiging. Dat was maar in een beperkt opzicht het geval. Er was wel een groot effect op het aanwezige ammonium. De concentratie was beduidend lager dan bij het referentiepunt. Opvallend was wel dat de concentraties fosfor en stikstof in beide watergangen bijzonder hoog was.

Wat zit er in het schuim dat als bijproduct vrijkomt?

Gezien de meetresultaten van o.a. het chemische zuurstofverbruik kan worden geconcludeerd dat m.n. organische parameters zich ophopen in het schuim. Hiermee is het apparaat ook zeer geschikt om organische componenten (koolstof, stikstof en fosfor) te verwijderen uit het systeem.

Op welke biologische parameters heeft dit effect?

Belangrijkste conclusie is het wegblijven van kroos, ook in de aantakende watergang. Bij de start van het project was er al gauw ecologische ontwikkeling zichtbaar. Eerst algen en watervlooien, later hogere waterplanten en vissen. Tijdens een macrofaunascan was ook een aanzienlijke hoeveelheid zuurstofminnende soorten (haftelarven, libellelarven, grote spinnende watertor) waargenomen.

Hieruit kunnen we concluderen dat de WaterQi, op basis van dit onderzoek op deze case, een zeer gunstig effect heeft op de waterkwaliteit.

8. Bibliografie

Campbell, N. A. (1998). *Biology*. Benjamin-Cummings Publishing Company.

Hoogenboom, H. (2014). *Aquatische ecologie*. KNNV.

Bijlages

Bijlage 1: Mail Joep de Koning

Hoi Mark, Hanny en Rob,

Hanny Vrieswijk van de gemeente Pijnacker-Nootdorp, en ik zijn vandaag (15-08-2018) op de Prinsenhof 14 in Pijnacker geweest. De beste man gaf aan dat in het 30 jaar geleden een mooie sloot met vissen, watervogels en kruipertjes was. Nu is het een vies ding met kroos. Hij is hier al een aantal jaar over bezig en wordt constant van het kasje naar de muur gestuurd, dat is hij beu. Ik denk dus dat we een mooie pilotlocatie hebben voor de WaterQi.

Ik heb daar een zuurstofmeting gedaan en die gaf 2,07 mg/l aan. Dat is voor een zomermiddag niet een beste concentratie. Helaas heeft de watergang in 2016 in baggercyclus gezeten en daarvan zijn er geen gegevens nog beschikbaar in ons systeem. Dus het gaat wat meer tijd en energie kosten om dat uit te zoeken. Wel zag ik dat de leggerdiepte 0,30 cm is en de minimale diepte 0,2 m. Die voldoet dus altijd! Ik snap wel dat die in de loop van de tijd is dicht geslipt, vooral met die enorme treurwilg op de hoek bij het bruggetje.

Ik heb met Mark Hensen van MH Waterzaken hierover ook al even gesproken. Hij gaat een offerte maken en proberen zo snel mogelijk iets te kunnen met de WaterQi. Foto's heb ik in de bijlage.

Hanny, zie jij kans om uit te vogelen hoe dat die watergang nu is en of er misschien een snelle inschatting kan worden gemaakt van de baggerdikte? Misschien kan jij dat makkelijk even snel kan peilen? Een meting vanaf het bruggetje is wat mij betreft voldoende, al zou het mooi zijn als we ook iets zouden weten over de zuidkant, die loopt nu dood.



Met vriendelijke groet,

Joep de Koning
Beleidsmedewerker watersysteemkwaliteit

Bijlage 2: Fotoboek

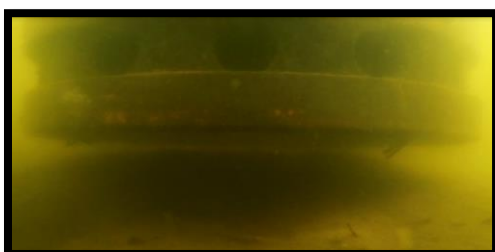
Alle foto's zijn door Ben de Vos gemaakt

Mei

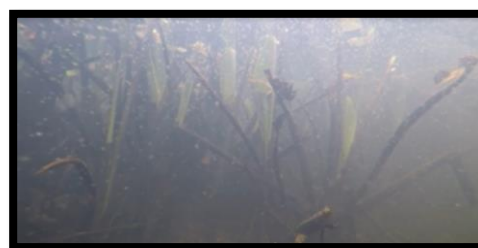
08-05-2019



24-05-2019

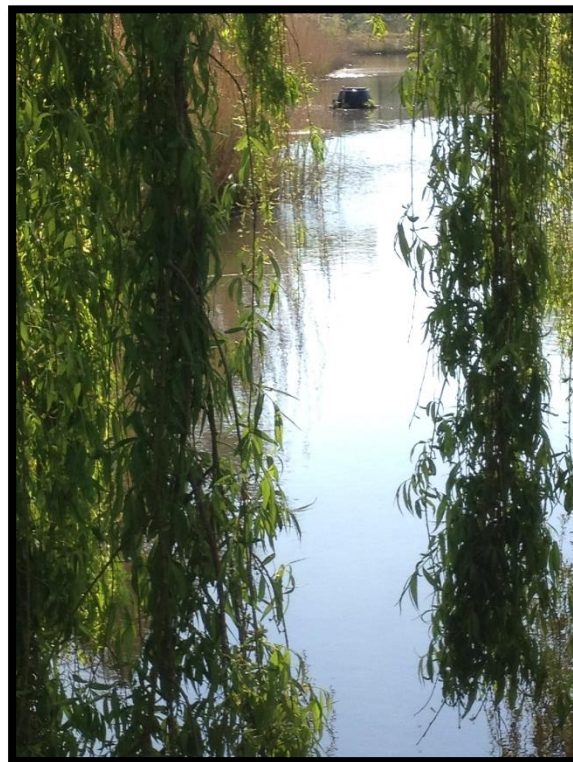
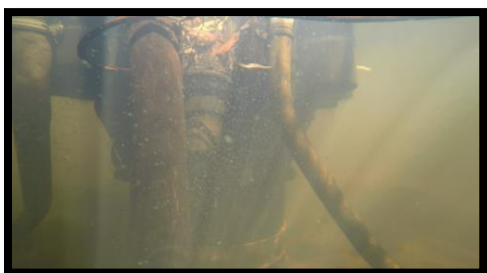


14-05-2019



Mei

29-05-2019



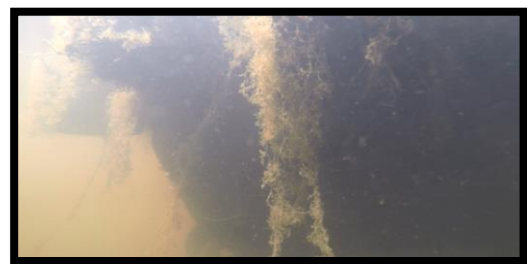
belopen van de waterpartij voor onderoud
WaterQi

Juni

04-06-2019



28-06-2019



27-06-2019



Wortels van de WaterQi omvattende plantering, dit vormt een habitat op zich.



Juli

01-07-2019



Pijnacker Prinsenhof 01-07-2019
wateroppervlakte van onderaf gezien, deze laag sluit het water af met alle gevolgen vandien. WaterQi werkt juist met deze laag van het water.



het zelfde oppervlak, met een iets andere lichtinval

03-07-2019



Pijnacker Prinsenhof 03-07-2019
twee dagen na aanpassing waterinname.

08-07-2019



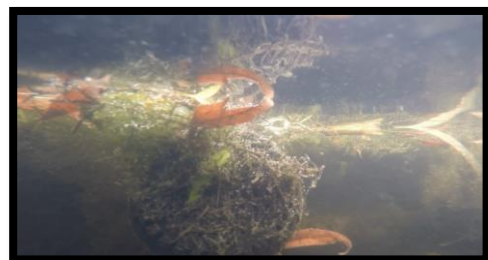
Pijnacker Prinsenhof 08-07-2019 vijf meter bij WaterQi vandaan.



10-07-2019



13-07-2019



Juli

13-07-2019



Pijnacker Prinsenhof 31-07-2019 aangroei welke na verloop van tijd terug trekt naar de bodem.

24-07-2019



Augustus

06-08-2019

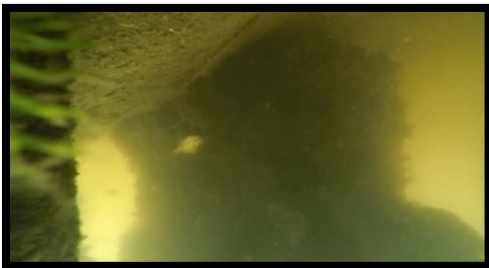


bodem op een meter diepte.

08-08-2019



23-08-2019



27-08-2019



September

04-09-2019



let op hoeveel vegetatie van de bodem weg is.

11-09-2019



September

11-09-2019



September

11-09-2019



19-09-2019



20-09-2019

18-09-2019



September

21-09-2019



29-09-2019



Oktober

02-10-2019



onder de stijger van de aanwonenden



Kleine vissen schuilen tussen de wortels van de plantenring.



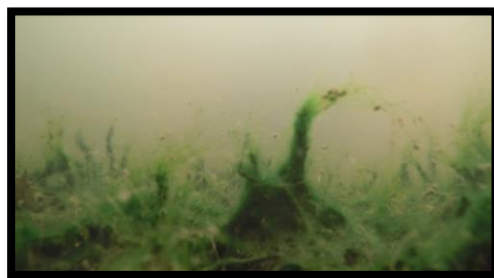
op zestig centimeter diepte

Oktober

02-10-2019



9-10-2019



Oktober

16-10-2019



opnamedag voor de film zwem mee door de sloot



Oktober

16-10-2019



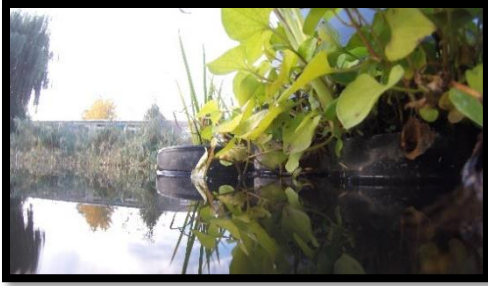
halverwege de sloot



Camera diepte 70 centimeter

Oktober

30-10-2019



Laatste draaidag WaterQi pilot Pijnacker
2019

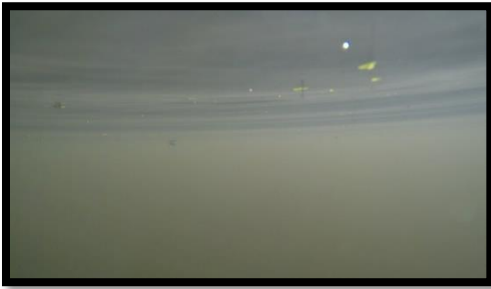


Willem Alexanderpad September

12-09-2019



25-09-2019



het Water oppervlak onder water vandaan
gezien.

Camera diepte 50 centimeter



Willem Alexanderpad Oktober

09-10-2019



Camera diepte 80 centimeter

16-10-2019

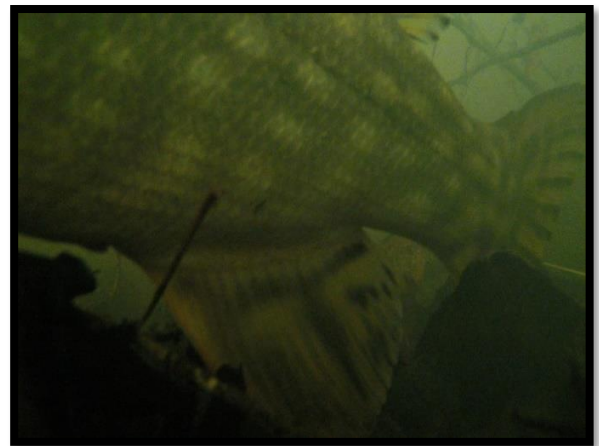


Willem Alexanderpad Oktober

16-10-2019



30-10-2019

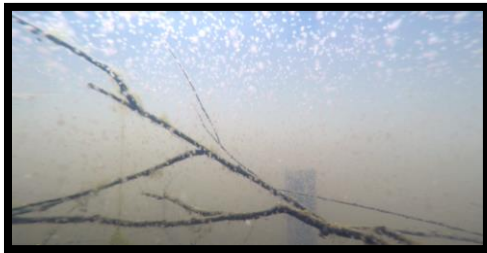


de waarschijnlijke reden voor het ontbreken van vissen op de foto's van deze waterpartij.



Parkeerplaats Prinsenhof Juli

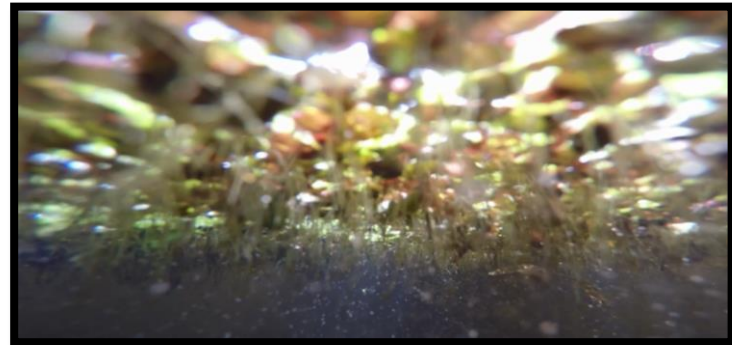
10-07-2019



24-07-2019



Aan de overkant parkeerplaats Prinsenhof
waterpartij aangrenzend Koninginnehof,
dicht met kroos



Onder het kroos

Parkeerplaats Prinsenhof September

10-09-2019



29-09-2019



Parkeerplaats Prinsenhof Oktober

09-10-2019



30-10-2019



16-10-2019

