

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Projectgroep Westveen
Van: Boy Possen en Tom van den Broek
Datum: 7-11-2019
Kopie:
Ons kenmerk: BG4871WATNT1911041259
Classificatie: Projectgerelateerd
Onderwerp: Ruimtelijke beeld van en relatie tussen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in Polder Westveen

1 Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit

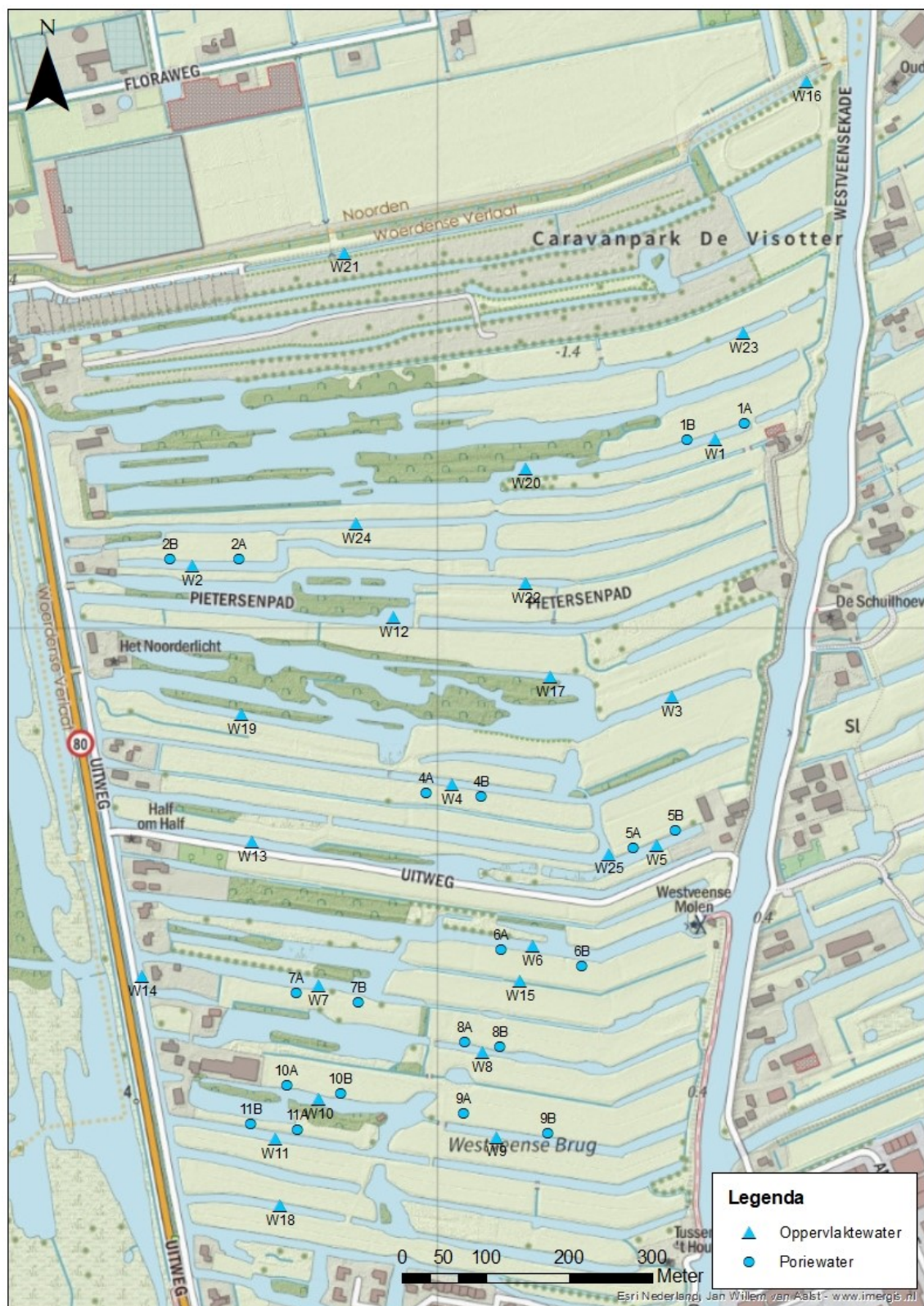
1.1 Materiaal en methode

Om inzicht te krijgen in de actuele grond- en oppervlaktewaterkwaliteit van polder Westveen, is op 30 augustus 2019 eenmalig het oppervlaktewater met behulp van spuiten met een inhoud van 60 ml op 25 locaties (n=25) bemonsterd (Figuur 1-1). Deze locaties zijn zo geselecteerd dat gebiedsfactoren die van invloed kunnen zijn op de waterkwaliteit representatief zijn meegenomen. Zo zijn verspreid door het hele gebied monsters langs zowel natuur- als landbouwpercelen, is zowel bij in- als de uitlaat bemonsterd, zijn zowel locaties bemonsterd waar veel bladval plaatsvindt als locaties waar dit niet het geval is en zijn zowel locaties bemonsterd die in meer doorgaande watergangen liggen als locaties die meer aan slooteinden liggen. Tegelijkertijd is door het hele gebied de geleidbaarheid van het oppervlaktewater op 55 locaties (n=55) gemeten met behulp van een WTW 3310 Conductivity meter (Figuur 1-2).

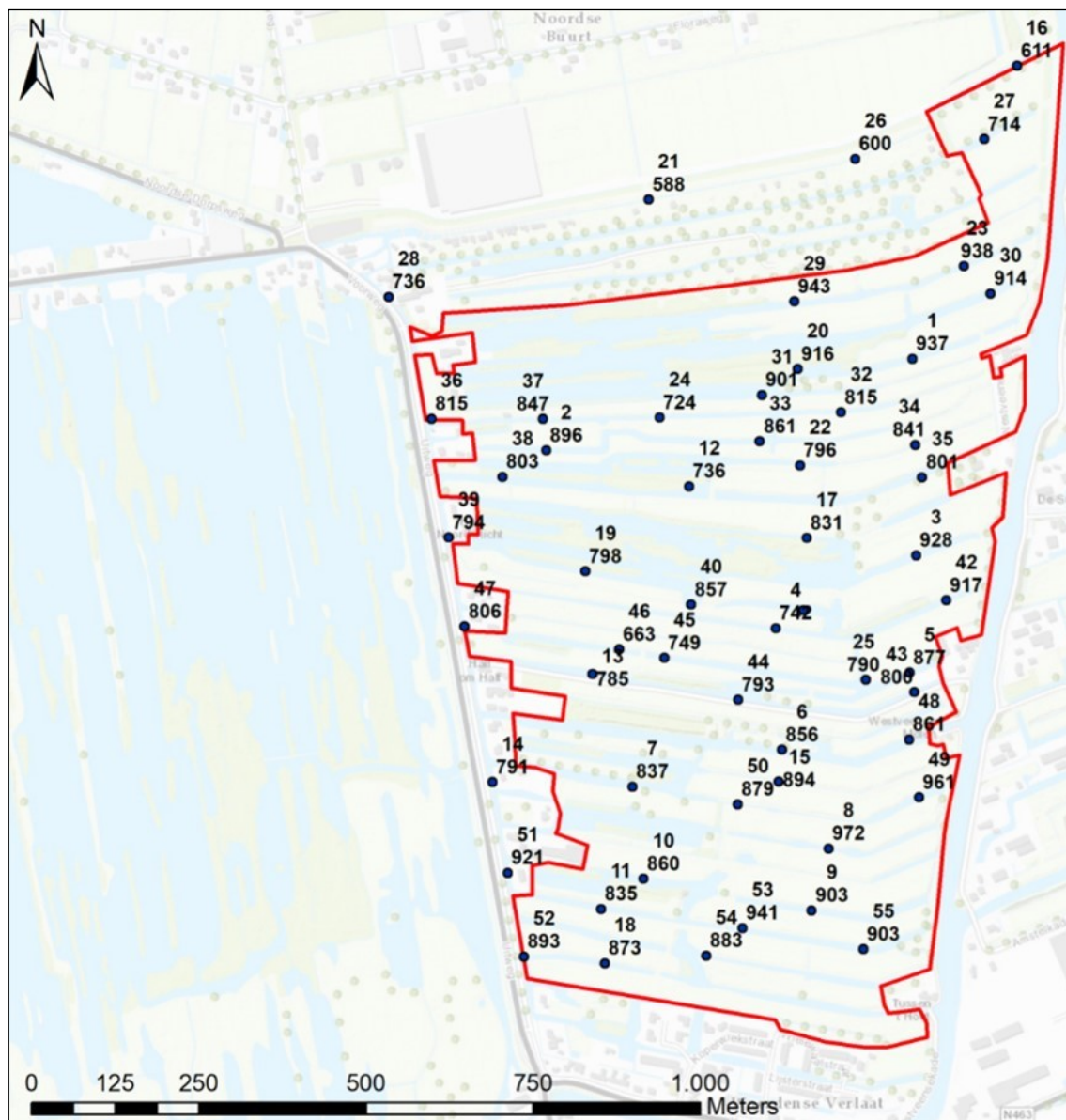
Op 18 september 2019 is op tien percelen in duplo het diepe (100 cm -mv) en ondiepe (10 cm -mv) grondwater bemonsterd (Figuur 1-1) met behulp van rhizons en spuiten met een inhoud van 60 ml. Deze tien percelen zijn zo gekozen dat daarmee een reeks ontstaat van reeds sinds lang niet meer bemeste percelen via tot op heden extensief bemeste percelen tot actueel intensief bemeste percelen. Kortom: de percelen verschillen in bemestingshistorie. Omdat in het veld bleek dat als gevolg van de droge zomer op slechts enkele locaties ondiep poriewater (10cm -mv) verzameld kon worden in de kleigie ondergrond, zijn in de analyse alleen de gegevens voor het diepe poriewater (100 cm -mv) gebruikt (n=20).

Watermonsters zijn verzameld volgens de hiervoor geldende protocollen, in lucht dicht afgesloten spuiten vervoerd naar het laboratorium en daar direct verwerkt. Voor de watermonsters is naast pH en EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) de chloride- (Cl), fosfaat- (PO₄), nitraat- (NO₃), sulfaat- (SO₄), aluminium- (Al), calcium- (Ca), ijzer- (Fe), kalium- (K), magnesium- (Mg), mangaan- (Mn), natrium- (Na), silicium- (Si), zink- (Zn), fosfor- (P), ammonium- (NH₄) en bicarbonaat- (HCO₃) concentratie bepaald. Hiervoor zijn de standaardprotocollen van Brightlabs gevolgd, waarbij de concentraties voor Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Zn, P en S zijn bepaald met behulp van ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Dit omwille van de nauwkeurigheid en herhaalbaarheid van het resultaat.

Op basis van de verzamelde gegevens kunnen niet alleen uitspraken gedaan worden als het gaat om de huidige kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater in polder Westveen, maar kan ook nagegaan worden welke bronnen bepalend zijn voor de waterkwaliteit en of er sprake is van ruimtelijk verschillen in de waterkwaliteit.



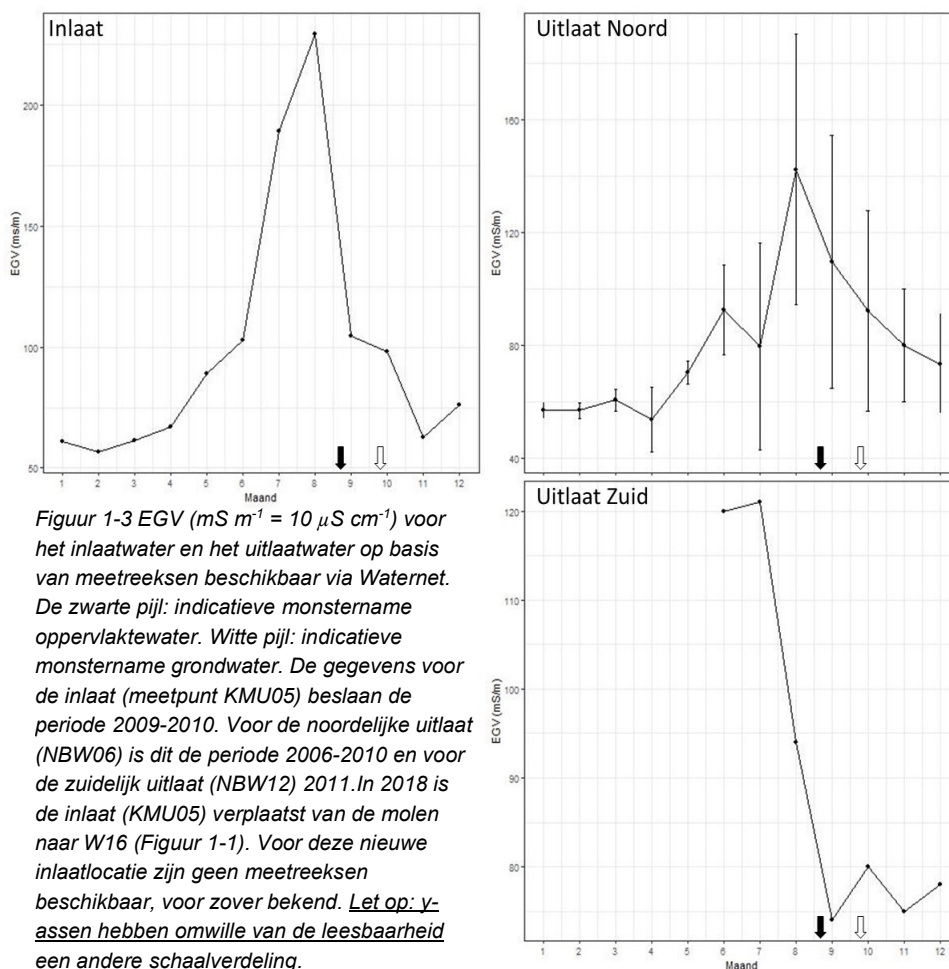
Figuur 1-1 Locaties in polder Westveen waar grond- (cirkels) en oppervlaktewater (driehoeken) is bemonsterd.



Figuur 1-2 Locaties waar de geleidbaarheid (EGV) is bemonsterd, inclusief de gemeten waarde in $\mu\text{S cm}^{-1}$

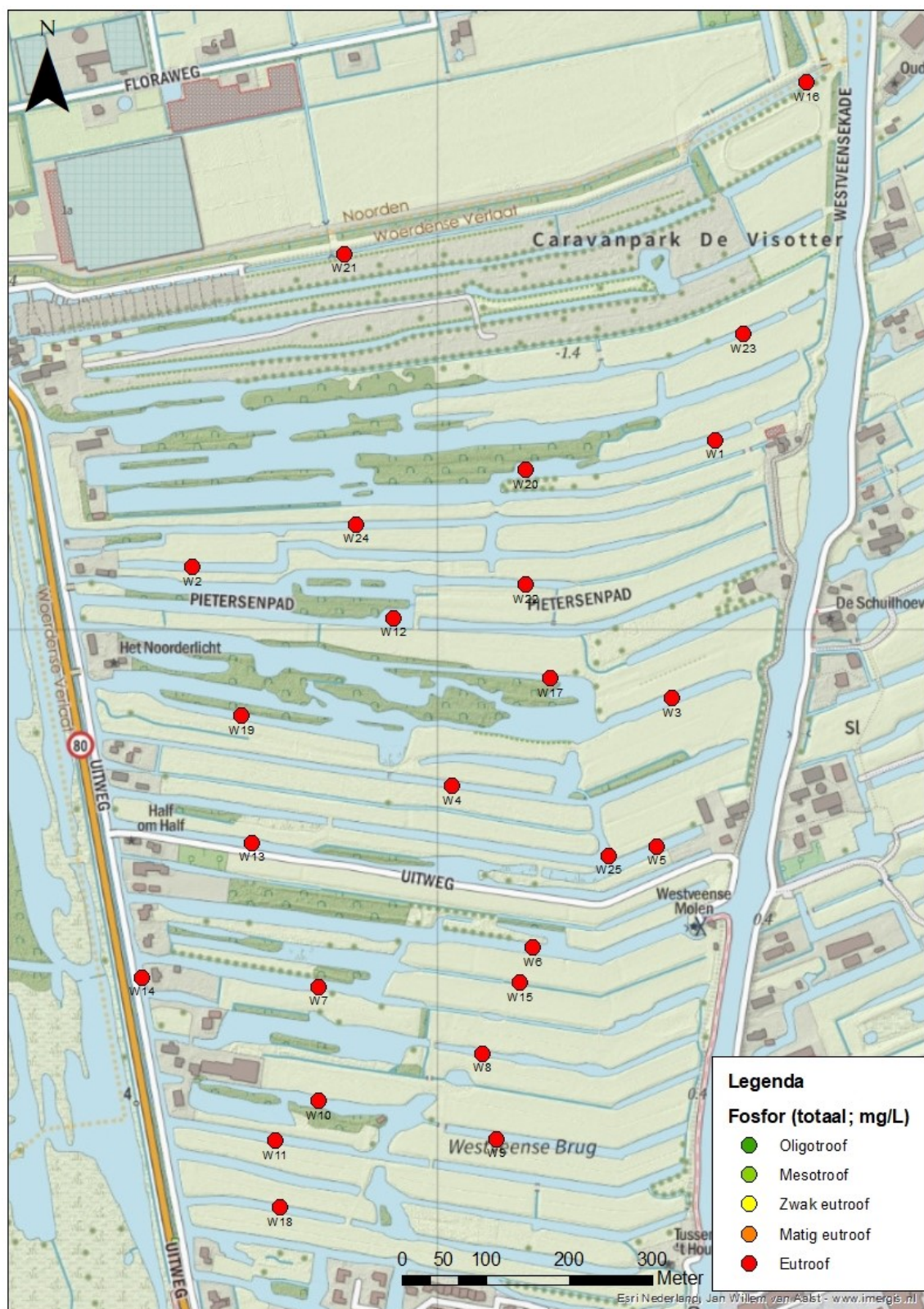
1.2 Oppervlaktewater in vogelvlucht

Figuur 1-2 laat zien dat de geleidbaarheid (EGV) op alle 55 meetpunten relatief hoog is en varieert tussen globaal 700 en 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Het hier gemeten EGV is in hoge mate vergelijkbaar met het EGV van het inlaatwater (Figuur 1-3). Figuur 1-3 laat op basis van langjarige meetreeksen (zie bijschrift) zien dat in dezelfde tijd van het jaar als waarin hier monsters zijn verzameld (augustus-september) het EGV voor het inlaatwater rond de 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ligt en voor het uitlaatwater tussen 600 – 1300 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

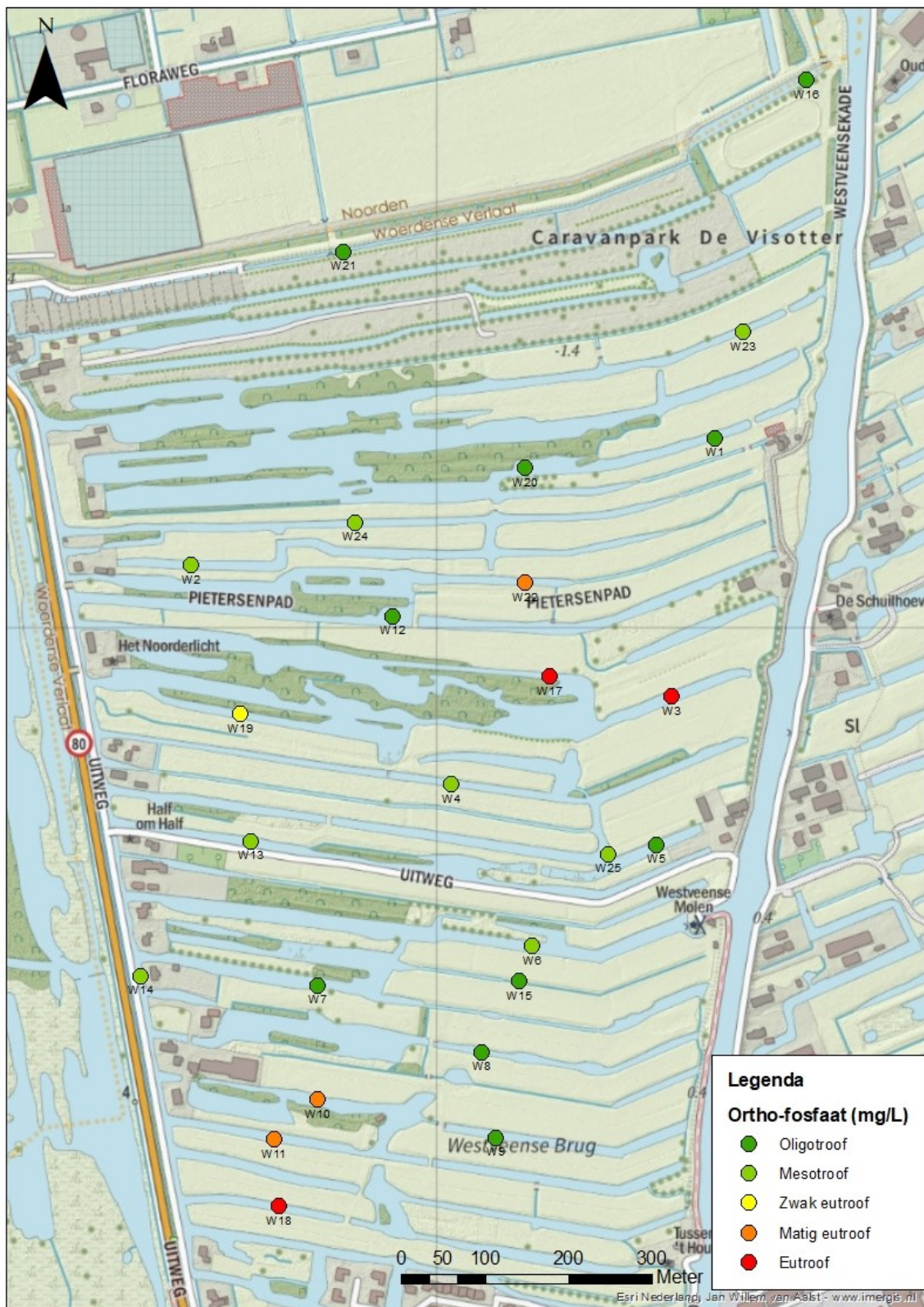


Opvallend is wel dat het EGV voor het nieuwe inlaatpunt (W16) op basis van de eenmalige meting in 2019 ruim lager lijken (611 $\mu\text{S cm}^{-1}$; Figuur 1-2), vergeleken met de bekende gegevens van het oude inlaatpunt bij de molen (Figuur 1-3). Dergelijk lage waarden werden daar alleen gehaald aan het eind van de winter, wanneer maximale verdunning met regenwater aan de orde is. Voor het noordelijke uitlaatpunt, vallen de in 2019 gemeten waarden binnen de langjarige variatie, zij het aan het lage eind van de variatie. Voorzichtige conclusie kan zijn dat het verplaatsen van het inlaatpunt inderdaad heeft geleid tot een betere kwaliteit van het inlaatwater, in ieder geval wat betreft het EGV in 2019. Wat mogelijk ook meespeelt¹, is het gegeven dat in de periode 2006-2009 veel percelen bij Natuurmonumenten terecht zijn gekomen, waarmee bijvoorbeeld de mestgift aanmerkelijk is verminderd.

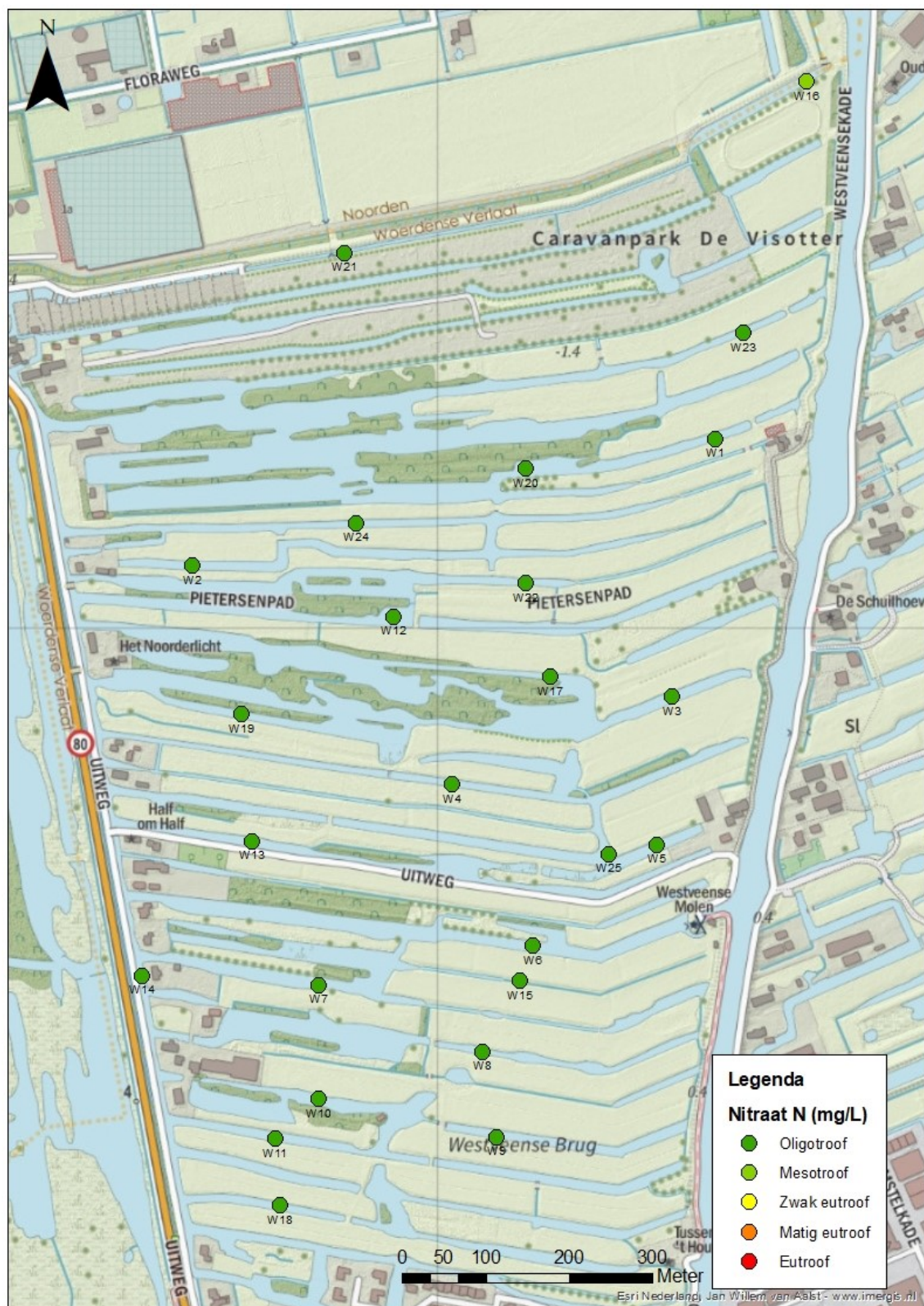
¹ Met name als het gaat om uitlaatwater. De beschikbare gegevens voor het inlaatwater zijn allemaal van ná deze periode.



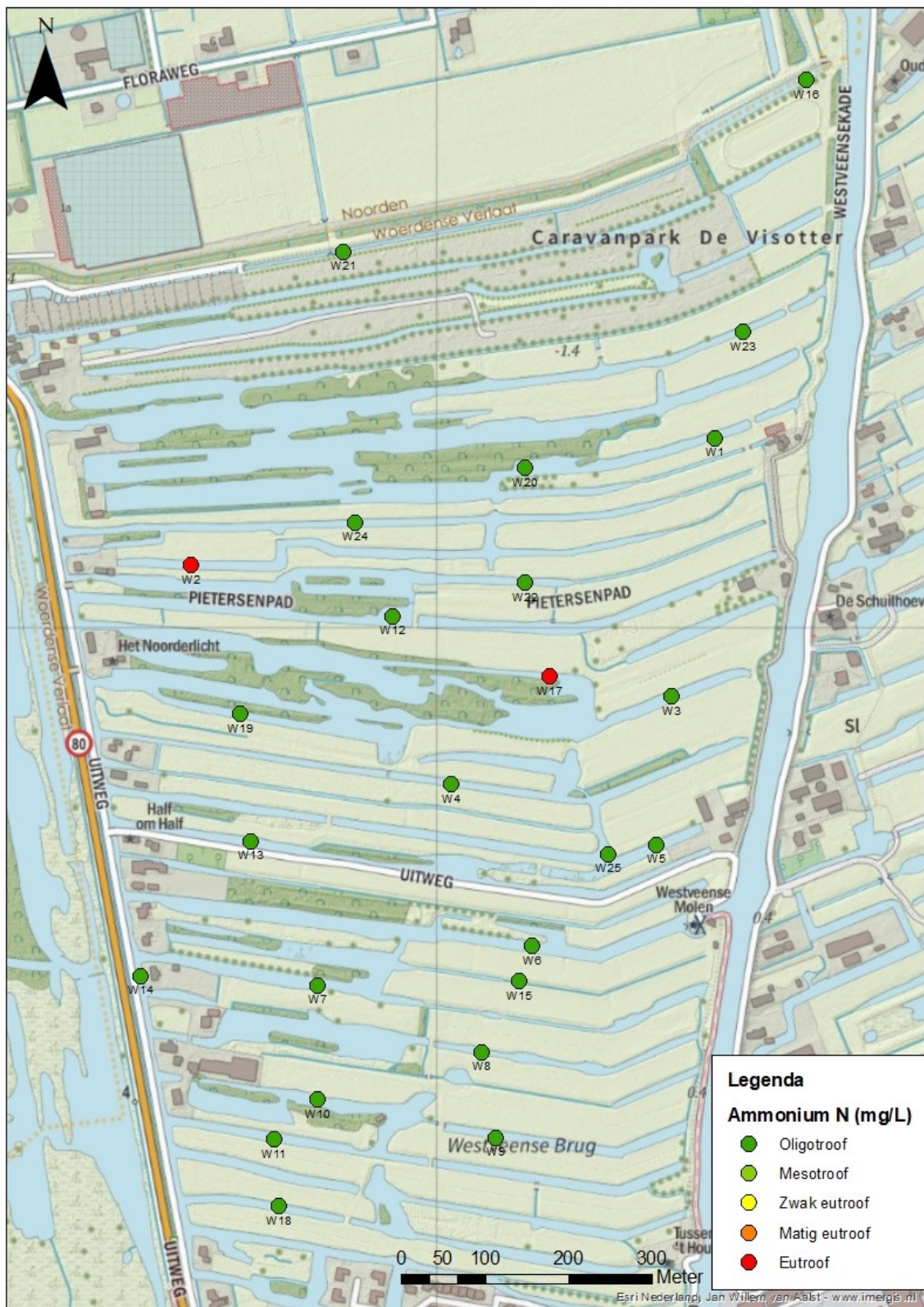
Figuur 1-4 Concentratie totaal-fosfor (P) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in mg L^{-1} . Grenswaarden naar Bal (2001).



Figuur 1-5 Concentratie ortho-fosfaat (ortho-P) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in mg L^{-1} . Grenswaarden naar Bal (2001).



Figuur 1-6 Concentratie stikstof in nitraat ($N-NO_3$) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in $mg\ L^{-1}$. Grenswaarden naar Bal (2001).



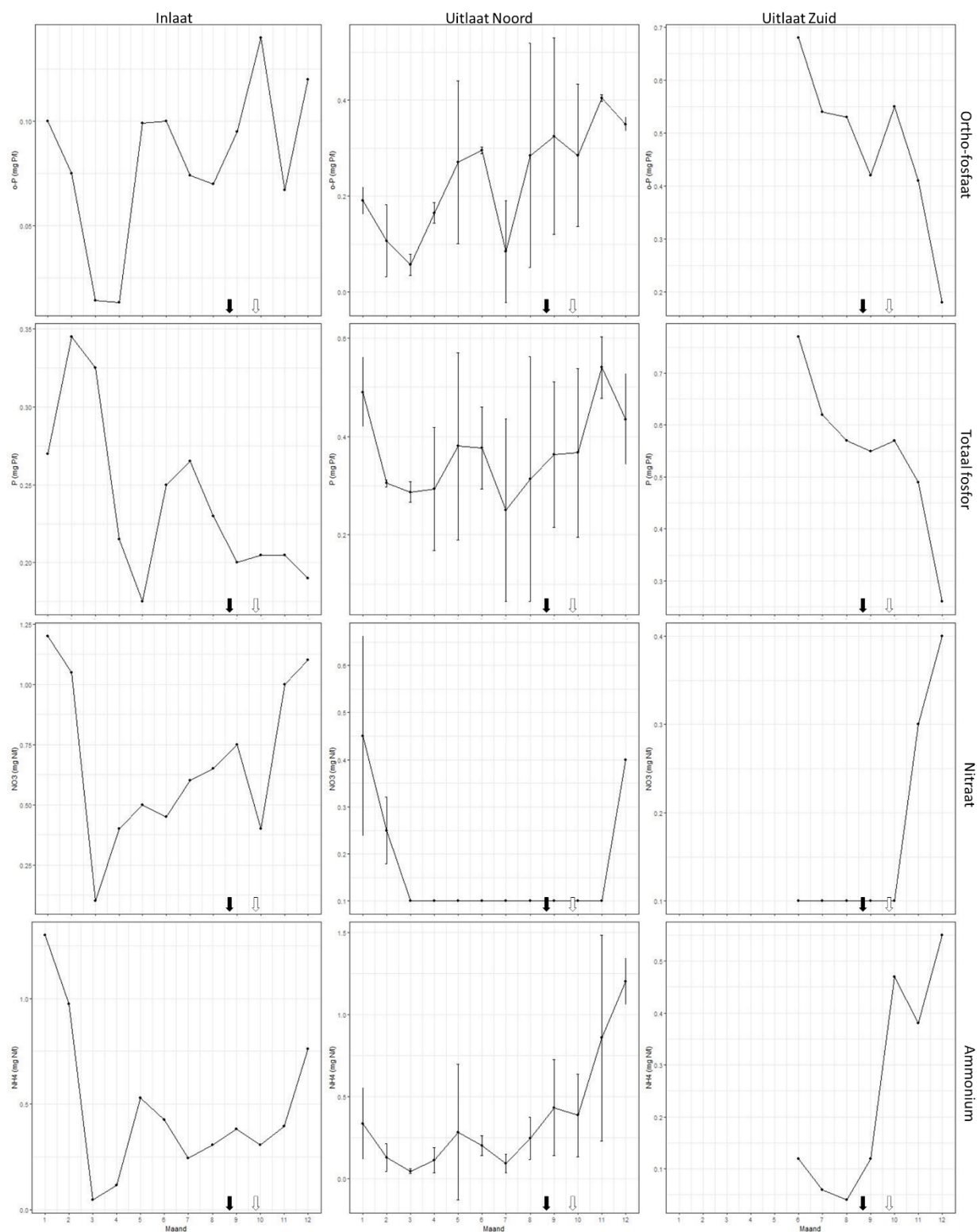
Figuur 1-7 Concentratie stikstof in ammonium (N-NH_4) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in mg L^{-1} . Grenswaarden naar Bal (2001).

De kwaliteit van het oppervlaktewater als het gaat om de aanwezigheid van de voedingsstoffen fosfor (P; Figuur 1-4 en figuur 1-5) en stikstof (N; Figuur 1-6 en figuur 1-7) is weergegeven in figuren 1-5 tot en met 1-7. Uitgaan de van de door Bal (2001) gegeven grenswaarden, valt onmiddellijk op dat het water voedselrijk (eutroof) is als het gaat om fosfor (Figuur 1-4). Overal is de totale hoeveelheid P hoger dan $0,1 \text{ mg P L}^{-1}$, die als grenswaarde geldt voor voedselrijke systemen (Bal 2001). Dit is overigens in overeenstemming met de langjarige gegevens voor de in- en uitlaatpunten, waar de gemeten waarden nooit beneden de $0,1 \text{ mg P L}^{-1}$ daalden (Figuur 1-8).

De voor planten eenvoudig beschikbare hoeveelheid P (ortho-P of opgelost fosfaat) laat een voedselarmer beeld zien (Figuur 1-5). In algemene zin, liggen de gemeten waarden onder de drempelwaarde voor voedselarme systemen van $0,025 \text{ mg P L}^{-1}$ (Bal 2001). Uitzondering vormen enkele metingen in het middel van polder Westveen, waar juist veel ortho-P in het oppervlaktewater aanwezig bleek. Dit betekent dat de hoeveelheid totaal-P, die bestaat uit organisch P gebonden aan bijvoorbeeld zwevend stof én opgelost P, overwegend gebonden is aan slib, dat inderdaad in overmaat aanwezig is in het gebied. We zien geen relatie tussen wel of niet bemeste percelen de hoeveelheid ortho-P in het oppervlaktewater.

Voor stikstof volgt uit figuur 1-6 en figuur 1-7 dat in het oppervlaktewater nauwelijks stikstof beschikbaar is (oligotroof); de gemeten waarden liggen beneden $0,15$ en $0,4 \text{ mg N L}^{-1}$, voor respectievelijk NO_3 en NH_4 , waarden die passen bij systemen waarin nauwelijks stikstof beschikbaar is (cf. Bal 2001). De gemeten waarden lijken in hoge mate op de voor het uitlaatwater gemeten waarden (Figuur 1-8). Daarin valt op dat het voor planten makkelijk beschikbare nitraat in het groeiseizoen tot nul terugloopt. Dit duidt erop dat de stikstof die in het water beschikbaar is (in het inlaatwater neemt de hoeveelheid nitraat juist toe in gedurende het groeiseizoen, waarmee dus actief stikstof in het gebied werd gebracht) vrijwel geheel wordt geconsumeerd door (water)planten en algen. We kijken naar een door N gelimiteerd systeem, gegeven dat P jaarrond in overmaat aanwezig is in het oppervlaktewater. Het vrijkomende P wordt, gegeven dat (onder)waterplanten vrijwel geheel ontbreken in het gebied, naar verwachting bovendien direct geconsumeerd door algen, hetgeen verder bijdraagt aan de lage waarden voor ortho-P.

Overigens laten de in 2019 gemeten waarden zien dat de concentratie nitraat iets hoger waren voor het inlaatwater (W16; mesotroof) in vergelijking met het uitlaatwater (W21; oligotroof). Nog steeds wordt dus stikstof in het systeem gebracht, dat vervolgens wordt geconsumeerd. Overigens lijkt de gemeten waarde ($0,34 \text{ mg N L}^{-1}$) wel lager dan de gemiddelde waarde voor het oude inlaatpunt (Figuur 1-8). Ook wat betreft stikstof lijkt het er dus op, dat het verplaatsen van de waterinlaat leidt tot voedselarmer inlaatwater. Kanttekening is uiteraard, dat op basis van één meting aan het eind van een droge zomer geen harde conclusies dienaangaande te trekken zijn. Een langere meetreeks biedt meer zekerheid.



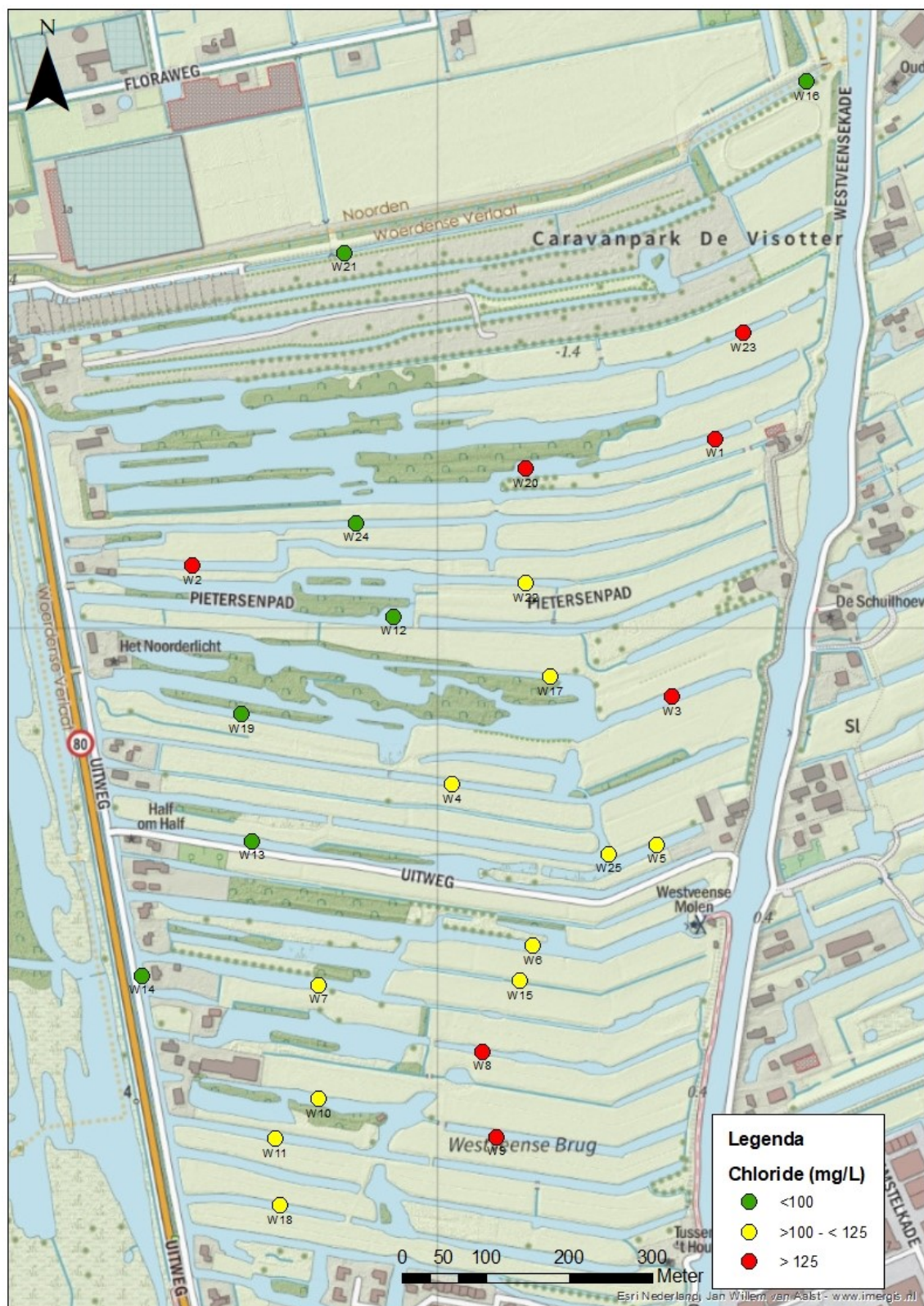
Figuur 1-8 Ortho-fosfaat (Ortho-P), totaal fosfor (totaal-P) en nitraat(NO_3) en ammonium (NH_4) in mg L^{-1} voor inlaatwater en het uitlaatwater op basis van meetreeksen beschikbaar via Waternet. Let op: alle y-assen hebben omwille van de leesbaarheid een andere schaalverdeling. De zwarte pijl: indicatieve monstername oppervlaktewater. Witte pijl: indicatieve monstername grondwater. De gegevens voor de inlaat (meetpunt KMU05) beslaan de periode 2009-2010. Voor de noordelijke uitlaat (NBW06) is dit de periode 2006-2010 en voor de zuidelijk uitlaat (NBW12) 2011. In 2018 is de inlaat (KMU05) verplaatst van de molen naar W16 (Figuur 1-1). Voor deze nieuwe inlaatlocatie zijn geen meetreeksen beschikbaar, voor zover bekend.

Op basis van de eenmalige meting in 2019 kon geen invloed van chemische processen op de waterkwaliteit worden vastgesteld; patronen die verband houden met de route van het water ontbraken.

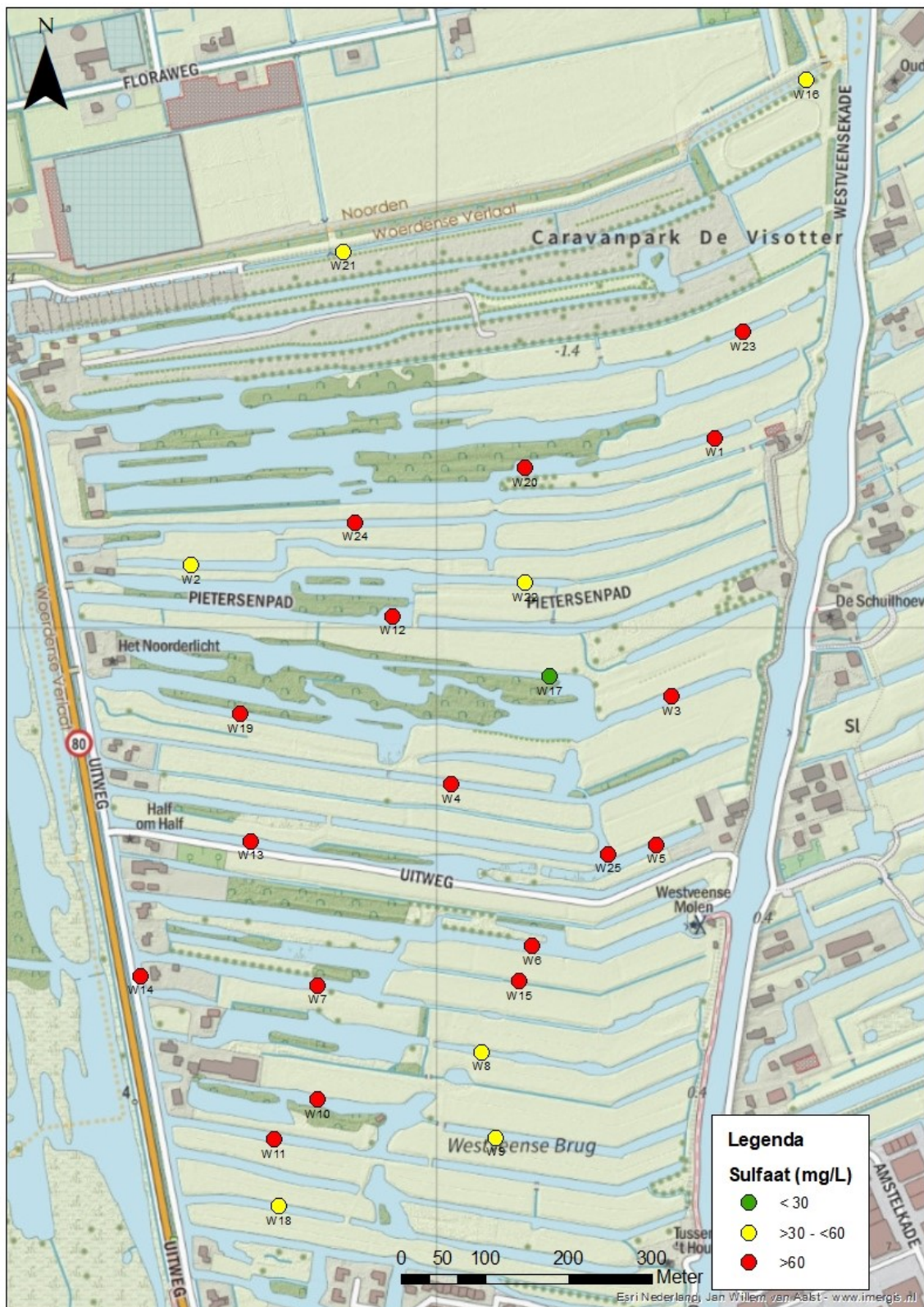
Ook de concentratie chloride (een inerte stof, die als maat genomen kan worden voor de verdunning met regenwater) laat geen duidelijk ruimtelijk patroon zien tussen het punt van water in- en uitlaat (Figuur 1-9). Dit bevestigt eerder geschetst beeld en laat bovendien zien dat in elk geval tijdens de monsternamen geen sprake was verdunning met regenwater (dat van nature op enige afstand van de zee nauwelijks nog chloride bevat (eg. Appelo en Postma 2013) of ophoping daarvan in de slooteinden. Het effect van dit mechanisme is in inverse terug te zien in figuur 1-11. Daar valt de piek in de chlorideconcentraties in de zomermaanden direct op. Dit is het gevolg van indamping. Overigens lijkt figuur 1-11, net als het geval was voor P en N, ook te laten zien, dat het inlaatwater na verplaatsen minder chloride bevat (vergelijk figuur 1-9 en figuur 1-11). Dit is toe te schrijven aan het feit dat het inlaatwater ook van andere herkomst (een minder chloride-belast systeem) is, sinds de inlaat is verplaatst. Met enige fantasie is er een licht oost-west patroon te herkennen in de chlorideconcentratie: hogere waarden aan de oostzijde en lagere waarden aan de westzijde. Het concentratieverschil is echter niet zodanig dat er sprake is van een meer expliciete invloed van het inlaatwater aan de oostzijde van het gebied en een meer mengvorm met gebiedseigen water aan de westzijde.

Afwezigheid van enig aan het watersysteem gerelateerd patroon geldt ook voor sulfaat (SO_4 ; Figuur 1-10), een stof die indicatief is voor agrarisch landgebruik (sulfaat wordt aangevoerd via kunst- en koemest en spoelt vervolgens uit en af). Overigens zijn de hoeveelheden sulfaat in het oppervlaktewater als “hoog” te bestempelen (een gevolg van het landgebruik), behoudens één enkele uitzondering (W17). Dit geldt ook voor de hoeveelheden in het in- en uitlaatwater, die met respectievelijk circa 67 (± 16) en 50 (± 22) mg L^{-1} in hoge mate vergelijkbaar zijn met de voor polder Westveen gemeten waarden en goed overeenkomen met de bekende meetreeksen (Figuur 1-11).

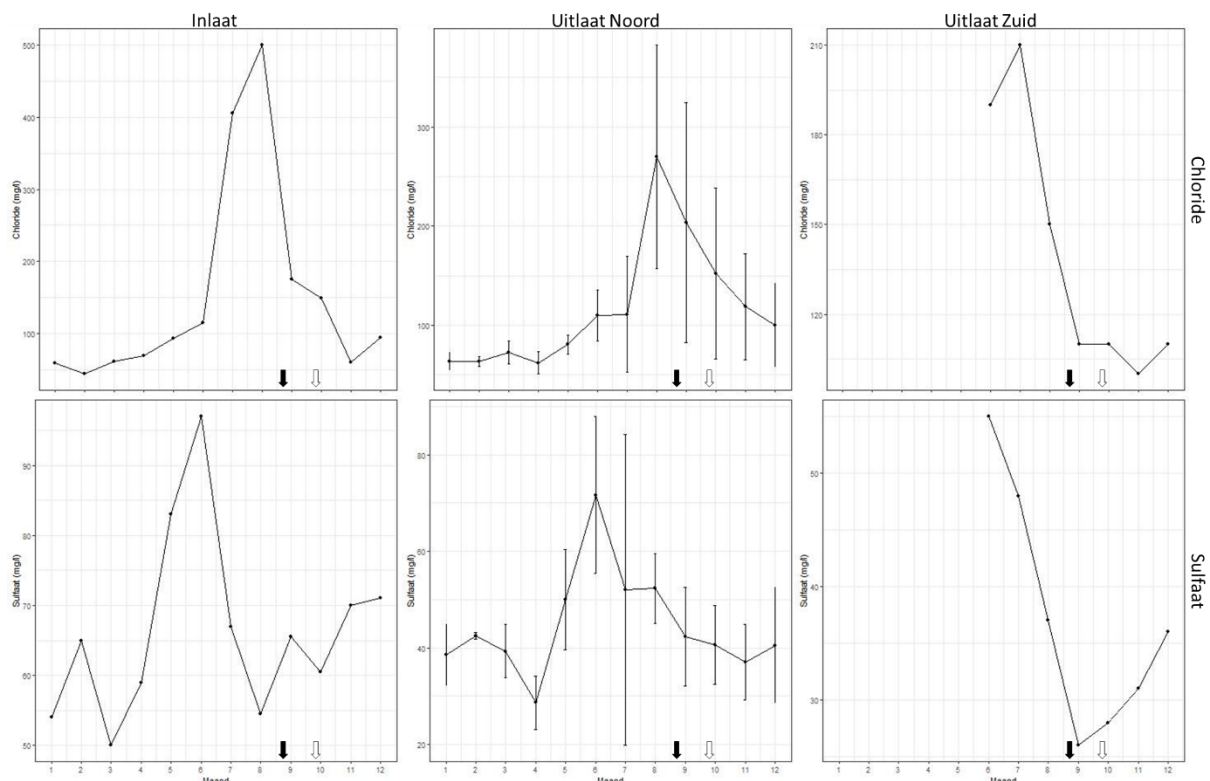
Overigens valt in figuur 1-11 op dat de sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater pieken in het voorjaar, daar waar dit normaliter in de winter gebeurt (Figuur 1-11 laat in de warme periode wel een snelle afname van de concentratie zien). Sulfaat kan in afwezigheid van zuurstof en nitraat als “brandstof” gebruikt worden door bacteriën in de waterbodem (reductie). Dit proces verloopt sneller bij hogere temperaturen, waardoor doorgaans in de zomer de sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater lager zijn (veel brandstof verbruikt). De piek in het voorjaar (mei) hangt samen met veenafbraak. Door het lage zomerpeil dat in het voorjaar wordt ingesteld komt veen in contact met zuurstof. Het in het veen aanwezige zwavel oxideert tot sulfaat en spoelt af en uit naar het oppervlaktewater. Hier wordt het vervolgens geconsumeerd door eerder genoemde bacteriën.



Figuur 1-9 Concentratie chloride (Cl) in het oppervlaktewater van polder Westveen.



Figuur 1-10 Concentratie sulfaat (SO_4) in het oppervlaktewater van polder Westveen



Figuur 1-11 Chloride (Cl) en sulfaat (SO_4) in mg L^{-1} voor inlaatwater en het uitlaatwater op basis van meetreeksen beschikbaar via Waternet. Let op: alle y-assen hebben omwille van de leesbaarheid een andere schaalverdeling. De zwarte pijl: indicatieve monstername oppervlaktewater. Witte pijl: indicatieve monstername grondwater. De gegevens voor de inlaat (meetpunt KMU05) beslaan de periode 2009-2010. Voor de noordelijke uitlaat (NBW06) is dit de periode 2006-2010 en voor de zuidelijk uitlaat (NBW12) 2011. In 2018 is de inlaat (KMU05) verplaatst van de molen naar W16 (Figuur 1-1). Voor deze nieuwe inlaatlocatie zijn geen meetreeksen beschikbaar, voor zover bekend.

Resumé

Voorgaande laat zien dat uit de 55 EGV-meetpunten en de 25 oppervlaktewatermeetpunten geen consistente differentiatie in de kwaliteit van het oppervlaktewater van polder Westveen naar voren komt. De concentraties van de relevante voedingsstoffen variëren niet in betekende mate tussen het in- en het uitlaatpunt en binnen het gebied. Dit geldt ook voor de concentraties chloride en sulfaat. Ook wijkt de kwaliteit in, bijvoorbeeld, doodlopende sloten (W2, 3, 5, 8, 9, 15, 18 en 24) niet in betekende mate af van de kwaliteit in de rest van het systeem. Dit geldt ook voor percelen nabij bos (bladval; W12, 17, 18 en 19). In feite is de waterkwaliteit, in termen van de voedingsstoffen stikstof en fosfor, als ook chloride en sulfaat vergelijkbaar in het hele systeem. Hieruit is te concluderen dat het inlaatwater bepalend is voor de oppervlaktewaterkwaliteit in polder Westveen en dat interne processen - behoudens directe consumptie van N en P door, vermoedelijk, algen - of verdunning geen kans krijgen om differentiatie in de oppervlak waterkwaliteit teweeg te brengen. Kanttekening daarbij is dat het om een eenmalige meting in een relatief droge periode gaat, een periode waarin dominantie van het systeem door inlaatwater niet verrassend is.

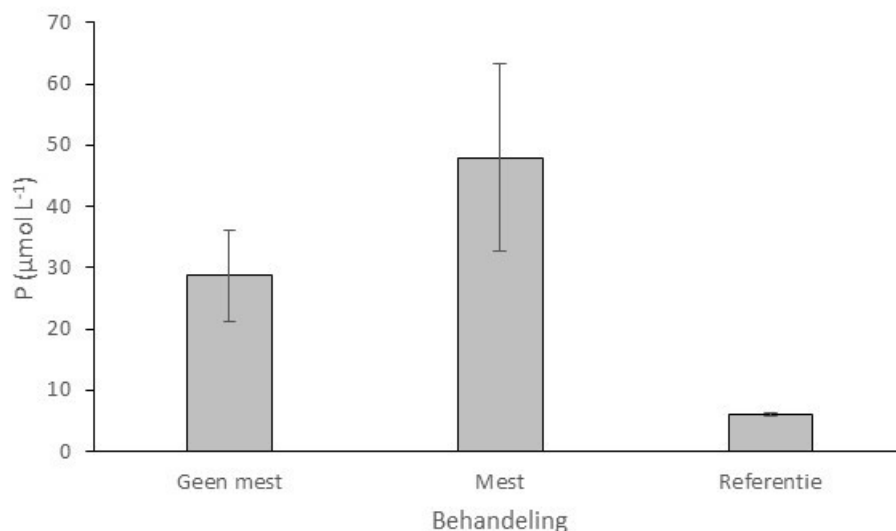
Het geheel overziend is het oppervlaktewater in de nazomer het best te beschrijven als eutroof als het gaat om fosfor en oligotroof als het gaat om stikstof en voor planten beschikbaar fosfor; het systeem is stikstof-gelimiteerd. Het stikstof dat met het inlaatwater aan het systeem wordt toegevoegd, wordt vrijwel geheel geconsumeerd door algen (en (water)planten, zo die er zouden zijn). De consumptie lijkt vrijwel direct plaats te vinden (geen duidelijk patroon tussen in – en uitlaat). De gebieds-breed lage gehalten voor planten beschikbaar fosfor, duiden hier ook op. De totale hoeveelheid fosfor is in het hele systeem

bijzonder hoog, hetgeen erop wijst dat veen van het fosfor aanwezig is in de vorm van zwevend stof en slib. Inderdaad zijn in het gebied dikke en daarmee waarschijnlijk zeer voedselrijke sliblagen aanwezig. Een duidelijk patroon als het gaat om stikstof- en fosfor gehalten is echter niet te zien, zoals ook voor het EGV. Daarmee is op basis van de eenmalige meting niet onmiddellijk duidelijk dat interne processen een belangrijke rol spelen voor de waterkwaliteit. Van belang is wel, dat er aanwijzingen zijn dat de het verplaatsen van de waterinlaat een positief effect heeft gehad op de waterkwaliteit in Polder Westveen, hoewel nog steeds stikstof en fosfor worden aangevoerd.

1.3 Grondwater in vogelvlucht

Zoals in paragraaf 1.1 gezegd, is naast oppervlaktewater ook grondwater bemonsterd. De relatie tussen beiden is onderwerp van onderzoek geweest. Eerst wordt het grondwater in algemene zin beschreven, zodat de onderlinge samenhang beter te duiden is.

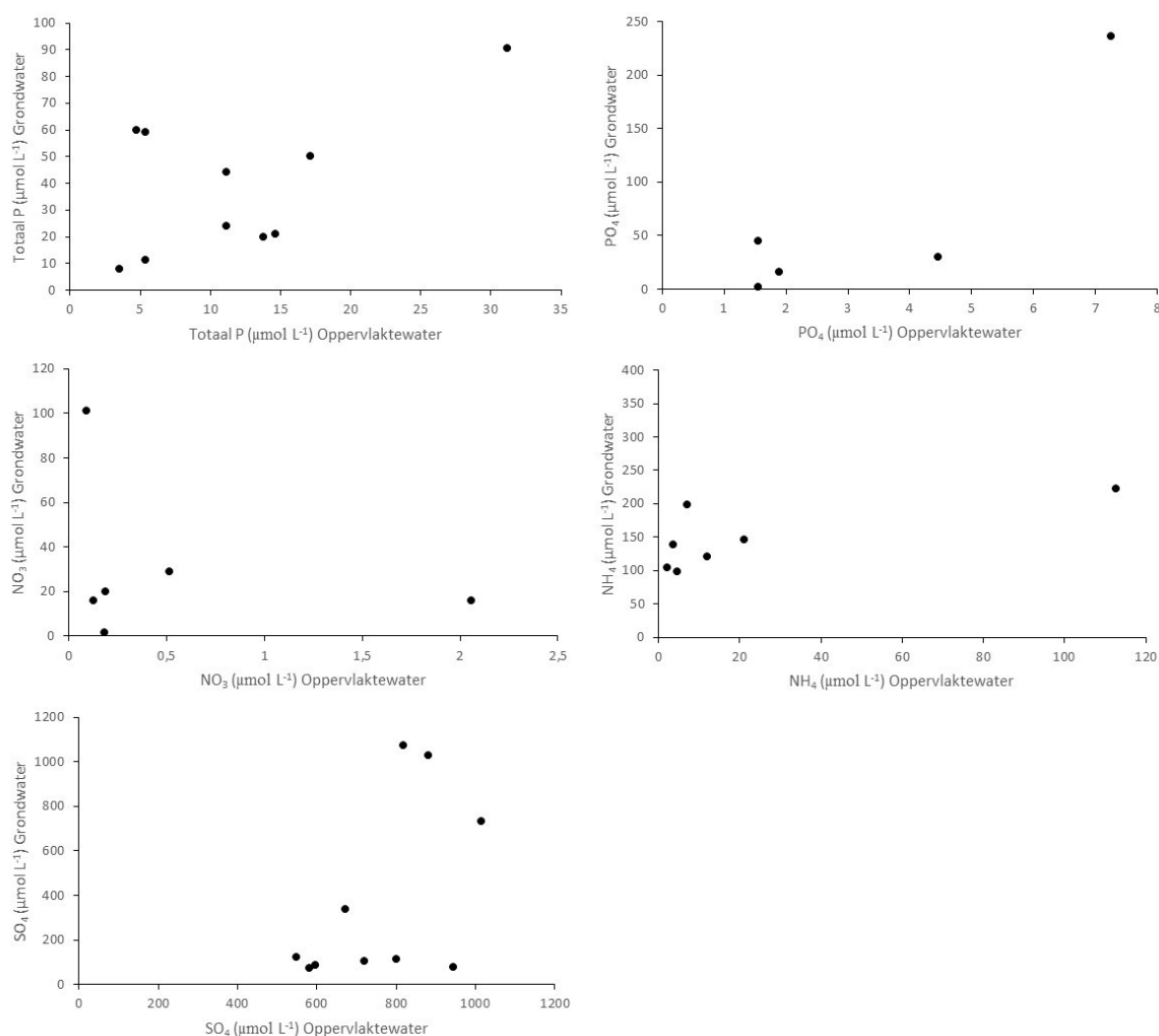
In algemene is laten de metingen zien dat laat het grondwater onder Polder Westveen beïnvloed wordt door het landgebruik, bijvoorbeeld aan de hand van de fosforconcentratie. Wat betreft percelen waar geen mestgift meer plaats vindt, zijn de waarden voor P, NO₃ en NH₄ veel hoger dan in andere terreinen. In figuur 1-12 is dit geïllustreerd voor de concentratie P in het diepe poriewater. In één oogopslag is duidelijk, dat de voor Westveen gevonden waarden aanmerkelijk hoger zijn, in vergelijking met de percelen in de Bovenlanden van de Kromme Mijdsrecht (waar al lange tijd geen bemesting meer plaats vindt, en waar mogelijk ook de aanwendig minder hoog is geweest).



Figuur 1-12 Vergelijking Westveen met referentiepercelen in Bovenlanden Kromme Mijdsrecht (referentie). De als referentie gepresenteerde data heeft betrekking op het diepe poriewater (100 cm -mv) bemonsterd in een zestal percelen in eigendom van Natuurmonumenten, die al vele jaren niet meer bemest en actief verschaald worden (zie van den Broek 2017 voor details).

1.4 Relatie grond- en oppervlaktewater en bodemchemie

Figuur 1-13 laat zien dat alleen voor totaal-P een relatie aanwezig is tussen de concentratie in het grond- en oppervlaktewater; hoe hoger de concentratie in het grondwater, hoe hoger de concentratie in het oppervlaktewater. Voor sulfaat lijkt een dergelijk verband ook aanwezig, maar hier is voorzichtigheid geboden, omdat de correlatie rust op één enkel punt. Dit geldt ook voor ammonium. Voor de nitraat en sulfaat kan geen statistisch significant verband worden aangetoond. Dat geen verband kan worden aangetoond tussen voedingsstoffen in het oppervlaktewater en voedingsstoffen in het (diepe) grondwater, hangt samen met de eerdere constatering dat vrijwel alle voedingsstoffen, zeker stikstof, vrijwel geheel geconsumeerd worden door algen en -in mindere mate- (water)planten. Het gegeven dat de hier gepresenteerde gegevens een momentopname zijn, heeft zeker ook invloed.

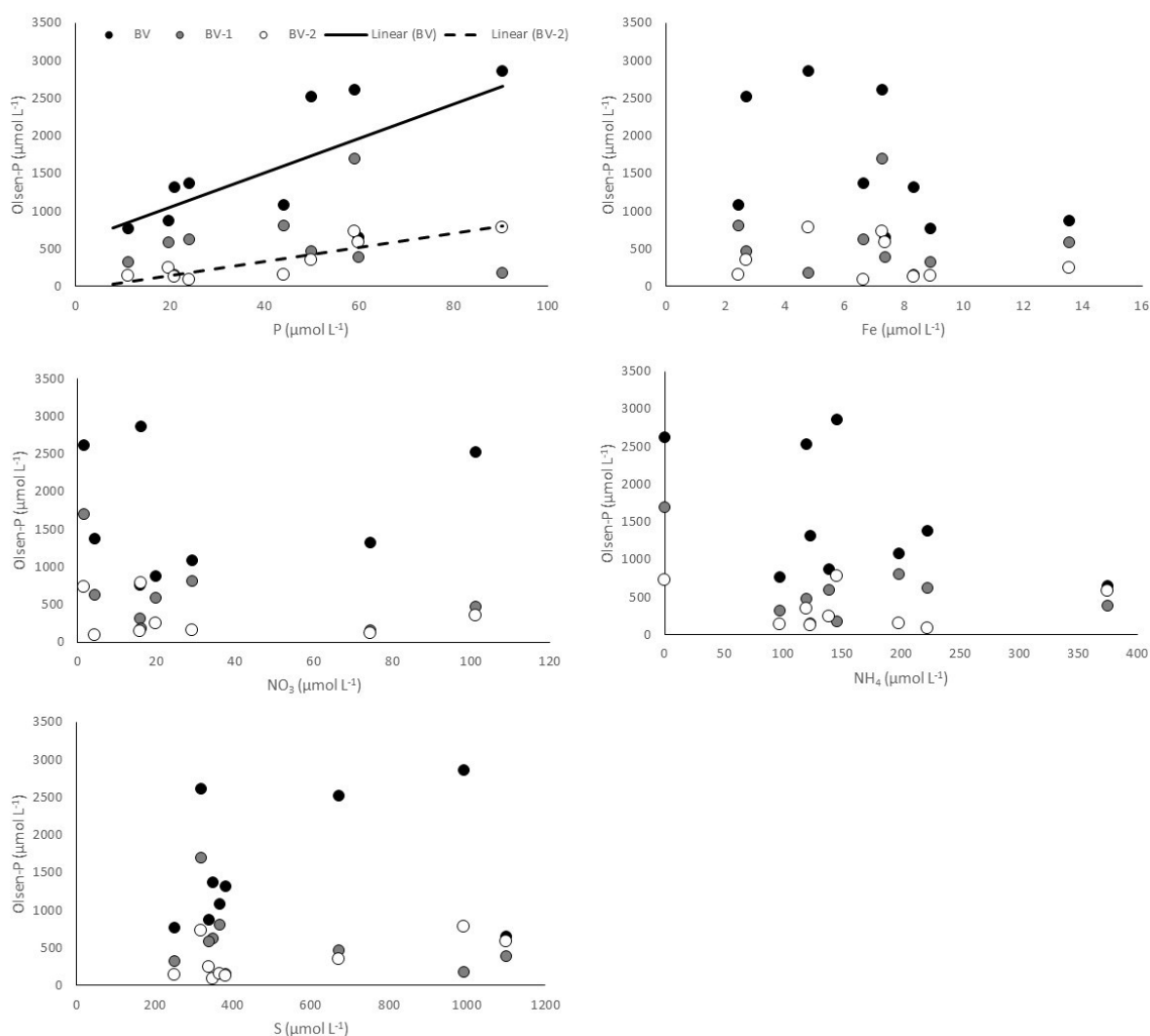


Figuur 1-13 Relatie tussen de concentraties P, PO₄, NO₃, NH₄ en SO₄ in het oppervlakte- en poriewater.

Gegevens voor bodemkwaliteit zijn beschikbaar uit eerder onderzoek door van Mullekom et al. (2018). Zij onderzochten de bodemchemische kwaliteit van de hier relevante 10 percelen (Figuur 1-1), uitgezonderd perceel 1 (grondwaterpunten 1a en b en oppervlaktewater W1; Figuur 1-1). De vergelijking tussen bodemchemie en grondwater is dan ook gebaseerd op negen percelen, waarbij de waarden voor P, S, Fe, NO₃ en NH₄ per perceel zijn gemiddeld. Voor de percelen zijn metingen op drie tot vier (veelal

net verschillende) dieptes beschikbaar. Gewerkt is met de bovenste drie dieptes (globaal tot maximaal 50 cm -mv), gegeven dat alleen perceel 6 een vierde diepte beschikbaar is.

Figuur 1-14 geeft de gevonden verbanden voor de drie door van Mullekom et al. (2018) bemonsterde bodemlagen weer. Statistisch significante correlaties ($p < 0,05$) zijn niet gevonden, uitgezonderd voor de concentratie P in het porievocht en de Olsen-P concentratie in de bouwvoor (BV in figuur 1-14) en de bodemlaag 20 centimeter onder de bouwvoor (BV2 in figuur 1-14). Hier was de correlatie wel significant ($p = 0,046$ en $0,002$ voor respectievelijk BV en BV2) en positief ($p = 0,67$ en $0,88$ voor respectievelijk BV en BV2). Dit betekent dat concentratie P in het diepe poriewater toeneemt, met toenemende de Olsen-P waarde. Dit is een effect van uitspoeling naar het grondwater.



Figuur 1-14 Correlatie tussen Olsen-P ($\mu\text{mol L}^{-1}$) uit van Mullekom et al. (2018) en gemiddelde (per perceel) concentratie P ($\mu\text{mol L}^{-1}$) in het diepe (100 cm -mv) poriewater voor de bouwvoor (BV), de eerste bodemlaag onder de bouwvoor (BV1) en de bodemlaag 20 cm onder de bouwvoor (BV2). Alleen wanneer de Pearson correlatie een statistisch significant verband liet zien, is een lineaire regressielijn toegevoegd.

1.5 Relatie grondwater en landgebruik

De percelen die in polder Westveen bemonsterd zijn voor wat betreft het diepe poriewater, kennen in totaal zeven verschillende geschiedenissen als het gaat om bemesting (Tabel 1-1).

Tabel 1-1 Bemestingsvormen en het aantal monsters per bemestingsvorm. Het volgnummer geeft de mate waarin uitspoeling a priori verwacht mag worden aan, waarbij de verwachting verloopt van laag (1) naar hoog (7). Perceel: het perceelnummer waarop een bepaalde behandeling is toegepast. Zie voor de ligging figuur 1-1. n: aantal monsters

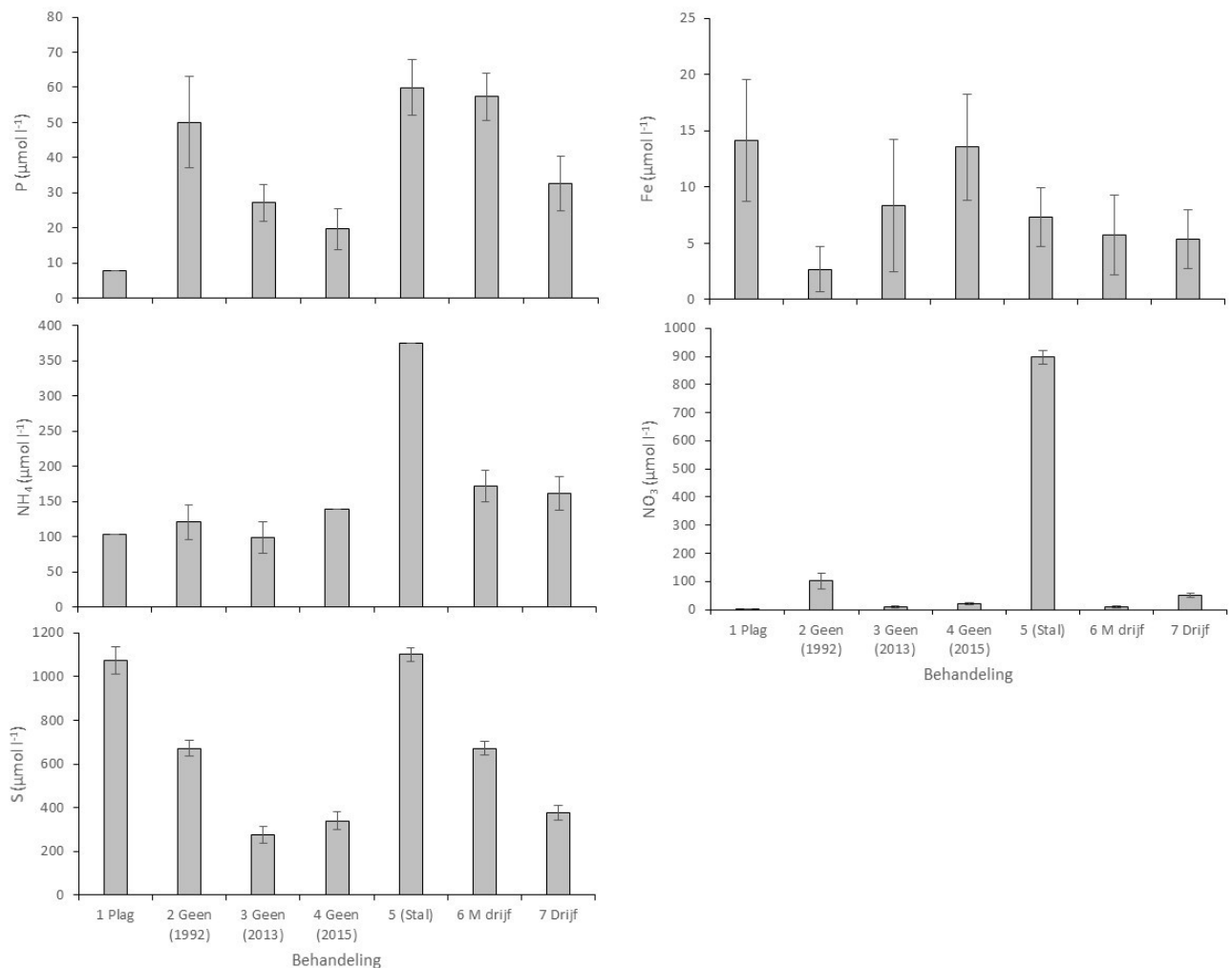
Nummer	Perceel	Behandeling	n
1	1	Geplagd, niet bemest	2
2	11	Sinds 1992 geen bemesting	2
3	4,6	Sinds 2013 geen bemesting	3
4	5	Sinds 2015 geen bemesting	2
5	7	Jaarlijks ruige stalmest	2
6	2,10	Jaarlijks beperkt drijfmest	4
7	8,9	Jaarlijks regulier drijfmest	4

Analyse van deze gegevens laat zien dat voor geen van de relevante elementen een verschil gevonden kan worden tussen de zeven verschillende “bemestingsvormen” (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Figuur 1-15 illustreert dit. Dit hangt onder meer samen met het lage aantal herhalingen per behandeling.

Om toch iets te kunnen zeggen over de relatie tussen de concentratie voedingsstoffen in het poriewater en de bemestingshistorie, zijn de zeven behandeling onderverdeeld in twee groepen, namelijk “Mest” en “Geen mest” volgens tabel 1-2.

Tabel 1-2 Groepering van de zeven behandelingen. Nummer: Behandeling volgens nummering uit tabel 1, die tot een groep is gerekend. n: aantal monsters.

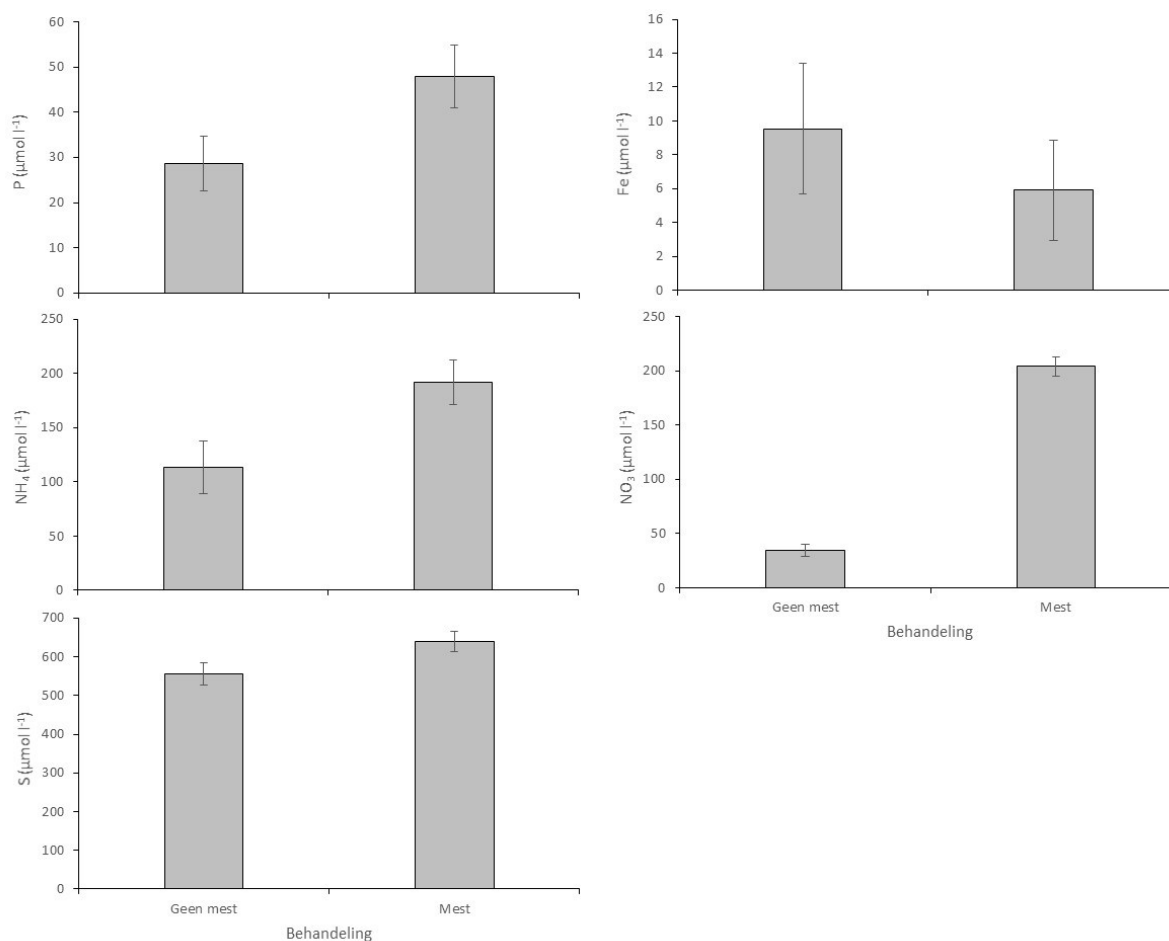
Nummer	Groep	n
1,2,3,4	Geen mest	9
5,6,7	Mest	10



Figuur 1-15 Gemiddelde ($\pm$ standaardafwijking van het gemiddelde berekend als $\sigma/\sqrt{n}$) voor P, Fe, NH₄, NO₃ en S in $\mu\text{mol L}^{-1}$ voor de zeven behandeling. Nummers corresponderen met het nummer in tabel 1-1.

Figuur 1-16 indiceert verschillen tussen percelen die niet bemest worden en percelen die wel bemest worden (ie. een effect van bemestingsregime op grondwaterkwaliteit), waarbij de concentratie fosfor (P), stikstof (NH₄ en NO₃) en zwavel (S) in het poriewater lager lijken in percelen die tegenwoordig niet meer bemest worden. Voor ijzer (Fe) is een omgekeerde relatie te zien. Hoewel het beeld (Figuur 1-16) verschillen tussen bemeste en onbemeste percelen doet vermoeden, is dit verschil statistisch niet aantoonbaar (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Dit hangt samen met de grote spreiding tussen de monsters (ook binnen percelen), die in figuur 1-15 ook goed te zien is.

Het geheel overziend kan in geen verband worden aangetoond tussen de concentraties P, Fe, S, NO₃ en NH₄ in het diepe (100 cm -mv) poriewater en de bemestingshistorie.



Figuur 1-16 Gemiddelde ($\pm$ standaardafwijking van het gemiddelde berekend als $\sigma/\sqrt{n}$) voor P, Fe, NH₄, NO₃ en S in $\mu\text{mol L}^{-1}$ voor de percelen zonder mestgift (Geen mest) en percelen met mestgift (Mest).

Referenties

- Appelo, CA. J., en D. Postma. 2013. *Geochemistry, groundwater en pollution*. 2. ed., 10., corr. repr. CRC Press [u.a.], Boca Raton. 649 p.
- Bal, D. 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Van den Broek, T. 2017. *Analyse kwaliteitsontwikkeling oppervlaktewater in verlengde aanvoerweg Bovenlanden Kromme Mijdsrecht - Waterkwaliteit Bovenlanden Kromme Mijdsrecht*. Royal HaskoningDHV, Rotterdam.
- Van Mullekom, M., H. Tomassen, A. Visscher, en A. Smolders. 2018. *Bodemchemisch onderzoek voormalige landbouwgronden polder Westveen – onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden*. B-WARE, Nijmegen.