

RAPPORT

Aanvullend onderzoek naar de toepassing van waterijzer om de waterkwaliteit te verbeteren als onderdeel van de natuurinrichting Polder Westveen

Opdrachtgever: Programmabureau Veenweiden Gouwe Wiericke

Referentie: BH737-WM-RP-230831-1118

Status: Eindrapport

Datum: 7 september 2023

Projectgerelateerd

Contactweg 47
1014 AN Amsterdam
Netherlands
Water & Maritime

+31 88 348 95 00 T
info@rhdhv.com E
royalhaskoningdhv.com W

Titel document: Aanvullend onderzoek naar de toepassing van waterijzer om de waterkwaliteit te verbeteren als onderdeel van de natuurinrichting Polder Westveen

Referentie: BH4737-WM-RP-230831-1118
Opdrachtgever Programmabureau Veenweiden Gouwe Wiericke
Status: Eindrapport
Datum: 7 september 2023
Projectnaam: Toepassing waterijzer in Polder Westveen
Projectnummer: BH4737
Auteur(s): Tom van den Broek, Yvon Verstijnen & Fons Smolders

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veeleenvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding voor het aanvullend onderzoek	1
1.2	Opzet van het aanvullend onderzoek	2
2	Resultaten	4
2.1	Chemie	4
2.1.1	Oppervlaktewater	4
2.1.2	Bodem en poriewater	5
2.2	Waterplanten	6
3	Discussie en conclusie	7
3.1	Discussie	7
3.2	Conclusie	8
4	Advies	9
5	Literatuur	10

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het aanvullend onderzoek

Polder Westveen maakt onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Nieuwkoopse Plassen & De Haeck en is tevens (grotendeels) begrensd als onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Voor het gebied is een definitief ontwerp (D.O.) opgesteld, dat in concept gereed is (Van Rijsbergen & Van den Broek, 2023). Met de inrichting van dit gebied beoogt de provincie de doelen die vanuit het natuurbeheerplan zijn meegegeven, te realiseren. Daarnaast dient de inrichting van polder Westveen bij te dragen aan het realiseren van de instandhoudingsdoelen waarvoor het Natura 2000-gebied is aangewezen vanuit de Habitat- en Vogelrichtlijn.

Vrijwel alle watergangen in Westveen zijn gevuld met een dikke laag bagger die op veel plaatsen tot aan de waterspiegel raakt. Een van de belangrijkste maatregelen in het ontwerp is dan ook grootschalig baggeren. Het baggeren heeft echter twee nadelen:

1. Er zijn zeer hoge kosten mee gemoeid.
2. Hiermee verdwijnt tegendruk waardoor oevererosie (en daarmee hernieuwde baggeraanwas) toeneemt.

Vanuit deze nadelen bezien is het dus wenselijk indien er een voldoende waterkolom wordt gerealiseerd en voorts zoveel mogelijk bagger kan blijven liggen. De bagger die in de watergangen is echter zeer voedselrijk en levert veel fosfaat na aan de waterkolom (Tomassen & Smolders, 2020). Hierdoor is ook het oppervlaktewater te voedselrijk en ongeschikt voor soortenrijke vegetaties en daarbij horende fauna en zal dit ook blijven indien er bagger achterblijft. Oevererosie is een gevolg van, naast mineralisatie en vertrapping, anaerobe afbraak (dus onder het waterniveau) van het veen. Deze afbraak is het gevolg van bodemchemische processen die als gevolg van (historisch) landgebruik, waterbeheer en -kwaliteit sterk negatief zijn beïnvloed.

Wel baggeren dus (ten einde een voldoende diepe waterkolom te realiseren) maar niet alles (om inzakken van de oevers te voorkomen), dat is de boodschap. Maar dan moet wel voorkomen worden dat de bagger die achterblijft veel fosfaat blijft naleveren. Om deze reden is bedacht dat het toevoegen van waterijzer (een restproduct van de drinkwaterwinning) een relatief eenvoudige, goedkope en efficiënte manier zou kunnen zijn om de nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem naar de waterlaag sterk te reduceren c.q. te voorkomen. Het idee hierachter is dat een overmaat van ijzer onder de heersende anaerobe condities in de bagger ervoor kan zorgen dat mobiel fosfaat wordt gebonden.

Om na te gaan of additie van waterijzer inderdaad fosfaat vindt, zodanig dat hierdoor de waterkwaliteit sterk verbeterd is in de periode februari 2021 augustus 2022 zowel een lab-, als een kas- als een veldonderzoek uitgevoerd (het labonderzoek loopt nog door). Over de opzet van deze onderzoeken en de verdere achtergronden van de toepassing van waterijzer is een uitgebreid rapport verschenen (Verstijnen *et al.*, 2022). In het veldonderzoek (looptijd één jaar) is de water(bodem)chemie gevolgd in een sloot waar waterijzer aan was toegediend en in een sloot waar dit niet was gebeurd (controle). In beide sloten waren kooien met waterplanten geplaatst. De belangrijkste conclusies in Verstijnen *et al.* (2022) zijn:

1. De fosforconcentratie in het poriewater van de toplaag van de bagger in de behandelde sloot is ca. acht keer lager dan in de controlesloot.
2. De totaal-fosfor- en de ortho-fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater van de behandelde sloot is, door de afname van de nalevering, respectievelijk vier en bijna acht keer lager dan in de controlesloot.

3. Er zijn in de behandelde sloot geen zodanig verhoogde waarden van ijzer en zware metalen gemeten dat deze toxische of maximaal toelaatbare waarden overschrijden.

Bodemchemisch doet het waterijzer dus wat werd gehoopt zonder dat er negatieve bijeffecten ontstaan. Dit gemeten over een periode van één jaar.

Echter, hoewel in beide sloten kooien met waterplanten waren ingezet, waren deze alleen in de onbehandelde sloot aangeslagen (toegenomen in aantal en omvang). In de behandelde sloot zijn in de kooi de ingezette waterplanten niet aangeslagen. In beide sloten waren bij aanvang, tussentijds en aan het eind van het experiment geen waterplanten buiten de kooien aanwezig.

In de behandelde sloot was vooraf aan de additie van het waterijzer waarschijnlijk de kolonievormende, niet giftige blauwalg *Nostoc* aanwezig, maar daarna met zekerheid in toenemende mate. Bij de selectie van de sloot was deze blauwalg niet opgemerkt. Deze werd als een dikke mat op de baggerlaag aangetroffen tijdens de laatste ronde van het veldwerk in 2022. Dit alles roept een aantal vragen op:

1. Waarom zijn de planten niet aangeslagen in de kooien in de behandelde sloot?
2. Als waterplanten blijkbaar wel kunnen groeien in de kooien in de onbehandelde sloot, waarom zien we dan geen uit zichzelf gevestigde waterplanten in de onbehandelde sloot en überhaupt ook nauwelijks tot geen waterplanten in de (overige) watergangen in Westveen? Wat beperkt de vestiging van waterplanten?
3. Speelt de voornoemde blauwalg een rol bij het niet vestigen van waterplanten in de kooien in de behandelde sloot?
4. Zijn de fosfaatwaarden in de waterbodem en het oppervlaktewater ook na twee jaar na het toevoegen van het waterijzer nog (sterk) verlaagd ten opzichte van de controlesloot?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is in 2022 een vervolgonderzoek opgestart.

1.2 Opzet van het aanvullend onderzoek

Het zou kunnen zijn dat de waterplanten in de behandelde sloot niet zijn aangeslagen omdat er na het toevoegen van het waterijzer mogelijk sprake is geweest van ijzer-toxiciteit. Dit is echter onwaarschijnlijk omdat in een parallel onderzoek onder meer geconditioneerde omstandigheden in de kas waterplanten op slib uit de behandelde sloot na toediening van waterijzer wel en zelfs beter zijn aangeslagen dan waterplanten op het slib uit de onbehandelde sloot. Het is echter belangrijk om eventuele ijzer-toxiciteit van toegevoegd waterijzer op veldschaal met zekerheid te kunnen uitsluiten. Het zou ook goed kunnen dat de aangetroffen blauwalg een belangrijke rol heeft gespeeld in het niet aanslaan van de waterplanten in de behandelde sloot. Vooralsnog is er weinig tot geen kennis over de rol van de voornoemde blauwalg in aquatische systemen. Hoewel hier geen aanwijzing voor is, verschilt de behandelde sloot ook nog in één of meer andere factoren ten opzichte van de controlesloot. Het gaat hier immers om N=1 waarbij toeval altijd een rol kan spelen. Het is waarschijnlijk dat in de controlesloot buiten de kooien geen waterplanten groeien omdat hier sprake is van een beperkte aanwezigheid (mogelijk ook omdat de eerder aanwezige baggerkolom vestiging onmogelijk maakte) en/of vraat (rivierkreeften, vissen, vogels).

Om deze hypothesen te testen, is gekozen voor een beperkt vervolgonderzoek waarbij we als volgt te werk zijn gegaan:

1. De in 2021 behandelde sloot en de controlesloot (uit 2021) blijven onderdeel van het onderzoek.
2. Aan een deel van de controlesloot is op 24 augustus 2022 waterijzer toegevoegd op vergelijkbare manier als dat gedaan is in de behandelde sloot uit 2021 (zie hiervoor verstijnen et al., 2022). De in 2021 behandelde sloot wordt niet opnieuw beijzerd.
3. Dit geeft drie behandelingen: beijzerde sloot 2021, beijzerde sloot 2022 en controlesloot.

4. De waterplanten die zijn aangeslagen in de twee kooien in de controlesloot worden evenredig (in aantal en geschat gewicht per soort) verdeeld over deze drie behandelingen.
5. Per behandeling worden waterplanten ingezet in twee kooien en waterplanten buiten de kooien, vastgemaakt aan twee stokken zodat ze zich drijvend in het water bevinden maar op hun plek blijven liggen.
6. Per behandeling zijn in beide kooien en aan beide stokken twee krabbenscheer gedaan en steeds in een kooi en een stok een grote waterweegbree en in de andere kooi en aan de andere stok een witte waterlelie.

Op deze manier krijgen we inzicht in:

- a) Of een jaar na toedienen van waterijzer de waterplanten in de kooien wel aanslaan in de eerder behandelde sloot.
- b) Of de waterplanten in de kooien na toedienen van waterijzer in een andere sloot (zonder de voornoemde blauwalg) na een jaar nog steeds aanslaan.
- c) Of er daarmee een aanwijzing is dat de aangetroffen blauwalg een negatieve rol speelt bij de vestiging van waterplanten in de in 2021 behandelde sloot.
- d) Of vraat in het gebied een rol speelt bij vestiging van waterplanten (in dat geval zouden er wel waterplanten in de kooien in een of meer behandelingen aanwezig zijn maar niet (of minder) aan de stokken in die behandeling(en).
- e) Of de fosfaatbeschikbaarheid ook tot twee jaar na toedienen van waterijzer in de in 2021 behandelde sloot nog steeds sterk verlaagd is ten opzichte van de controlesloot.
- f) Of de fosfaatbeschikbaarheid in de in 2022 behandelde sloot vergelijkbaar verlaagd is na een jaar zoals gemeten in 2022 in de in 2021 behandelde sloot

Op 7 september 2022 zijn de drie behandelingen ingezet: controlesloot, beijzerde sloot in 2021 (genoemd fe-2021) en beijzerde sloot in 2022 (genoemd Fe-2022). Op 12 juli 2023 zijn de kooien en stokken gecontroleerd op de aanwezigheid, eventuele toename en de fitness van de ingezette waterplanten. Op beide data is ook de bemonstering van de drie behandelingen uitgevoerd voor chemische analyse. In elke behandeling is telkens een oppervlaktewatermonster genomen (mengmonster) en twee monsters van de toplaag (circa 0-10 cm) van de bodem inclusief poriewater (mengmonster). Zie Verstijnen et al., 2022 voor nadere beschrijving van de methodiek en de uitgevoerde analyses.

2 Resultaten

2.1 Chemie

2.1.1 Oppervlaktewater

Na toedienen van het waterijzer in de behandeling Fe-2022 werd een iets hogere ijzerconcentratie gemeten in het oppervlaktewater (2,2 $\mu\text{mol/l}$; september 2022) dan in de controlesloot (1,8 $\mu\text{mol/l}$). In de behandeling Fe-2021 werd in 2022 een sterker verhoogde ijzerconcentratie gemeten ten opzichte van de controlesloot. Ook was hier de ammoniumconcentratie hoger. Dit patroon werd ook in juli 2023 gemeten: in de behandeling Fe-2021 is de ijzerconcentratie ook in juli 2023 (nog steeds) veel hoger (107 $\mu\text{mol/l}$) dan in de controlesloot.

De fosforconcentraties (PO_4 en totaal-P) waren in september 2022 niet zeer verschillend tussen de drie behandelingen. De totaal-P concentratie was wel het laagste in de behandeling Fe-2022. In juli 2023 waren de concentraties vergelijkbaar in de controlesloot en de behandeling Fe-2022 en het hoogst in de behandeling Fe-2021. In 2021 en 2022 lagen de fosforconcentraties in de controlesloot juist altijd veel hoger dan in de behandeling Fe-2021.

De fosforconcentraties liggen zowel in juli 2023 als in september 2022 voor alle drie de behandelingen rondom de range zoals die gemeten is voor de fosforconcentraties op die momenten in de controlesloot in 2021 resp. 2022. We zien in tegenstelling tot het initiële onderzoek dat de fosforconcentraties in dit aanvullende onderzoek niet relevant verschillen tussen de beijzerde sloten en de controlesloot.

De hogere ijzer- en fosforconcentratie in juli 2023 worden mogelijk veroorzaakt door opwerveling van slibdeeltjes uit de bodems en/of nalevering uit de onderwaterbodem. IJzer en hieraan gebonden fosfor blijven als colloïdale deeltjes voor langere tijd in suspensie in het oppervlaktewater. Begin juli is er ook sprake geweest van hevige neerslag (in de Bilt meer dan 25 mm alleen al op 5 juli) waardoor er ook via uit- en afspoeling veel fosfor in het water terecht kan zijn gekomen.

Tabel 1. Oppervlaktewaterkwaliteit op de twee meetmomenten in de drie behandelingen (Beh.).

Datum	Slit	Beh.	pH	turb	CO ₂	HCO ₃	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Fe	P	S
7-9-2022	3	Controle	7,4	14,1	311	3326	0,3	3,6	1,1	1,8	5,6	509
7-9-2022	3	Fe-2022	7,5	16,3	271	3524	0,5	5,5	0,9	2,2	4,0	515
7-9-2022	5	Fe-2021	7,3	18,3	289	2561	3,1	26,6	0,7	53,9	5,9	546
12-7-2023	3	Controle	7,5	24,1	284	3398	2,2	16,7	4,5	13,9	11,4	424
12-7-2023	3	Fe-2022	7,3	23,4	437	3663	1,8	20,5	6,4	27,1	11,9	409
12-7-2023	5	Fe-2021	7,2	39,9	435	3036	1,8	47,5	4,6	106,7	15,3	354

2.1.2 Bodem en poriewater

In tabel 2 en 3 worden respectievelijk de bodemkwaliteit (totaalgehalten) en de poriewaterkwaliteit weergegeven in de drie behandelingen. In de bodem zijn de ijzeraddities terug te zien in diverse variabelen. IJzergehalten zijn hoger in beide behandelingen (Fe-2022 en Fe-2021) ten opzichte van de controlesloot. Verder is de fosfaatverzadigingsgraad aanzienlijk lager in de ijzerbehandelingen en de Fe/S ratio hoger. Met name in de Fe-2021 behandeling. Dit duidt op een lagere fosfaatbeschikbaarheid in de bodem van de ijzerbehandelingen en een lagere diffusie naar de waterlaag dan in de controlesloot.

Ook in het poriewater zijn ijzeraddities duidelijk terug te zien. De ijzerconcentratie in het poriewater van Fe-2022 is hoger dan in de controle op beide meetmomenten. In Fe-2021 zijn deze concentraties nog hoger (tabel 3) en vergelijkbaar met de eerder gemeten concentraties (Verstijnen et al. 2022). De P-concentratie laat daarmee zoals verwacht een omgekeerde trend zien, met de laagste concentraties in Fe-2021. Dit laat zien dat Fe-additie leidt tot een afname van de P-beschikbaarheid in het poriewater en ook zorgt voor een veranderende (hogere) Fe/P ratio.

De ammoniumconcentraties zijn net als eerder gemeten (zeer) hoog (tussen 736-1743 $\mu\text{mol/l}$), maar gemiddeld wel wat lager dan de eerdere metingen, die doorgaans tussen de 1000 en 3000 $\mu\text{mol/l}$ lagen.

Tabel .2. Bodemkwaliteit van de twee meetmomenten in de drie behandelingen. OS=organisch stofgehalte, FVG = Fosfaatverzadigingsgraad.

Datum	Slit	Behandeling	% OS	% FVG	mmol/kg Ca	mmol/kg Fe	mmol/kg Mn	mmol/kg P	mmol/kg S	mmol/kg Zn	mol/mol Fe/S
7-9-2022	3	Controle	64	40,6	665	220	9,7	45,8	655	2,3	0,3
7-9-2022	3	Controle	63	42,3	638	216	10,0	46,6	652	2,5	0,3
7-9-2022	3	Fe-2022	45	9,8	496	1050	7,8	40,6	480	2,3	2,2
7-9-2022	3	Fe-2022	44	5,3	465	623	6,2	42,7	400	2,1	1,6
7-9-2022	5	Fe-2021	40	2,2	533	2038	11,4	31,5	308	2,0	6,6
7-9-2022	5	Fe-2021	48	2,4	658	1154	10,4	47,4	471	3,0	2,5
12-7-2023	3	Controle	53	32,4	482	186	6,5	41,8	453	1,9	0,4
12-7-2023	3	Controle	48	34,4	435	145	4,4	36,0	333	1,8	0,4
12-7-2023	3	Fe-2022	39	17,1	398	358	5,9	37,7	388	2,2	0,9
12-7-2023	3	Fe-2022	49	13,2	473	651	7,4	42,2	464	2,4	1,4
12-7-2023	5	Fe-2021	45	6,1	547	1344	10,8	41,6	399	2,7	3,4
12-7-2023	5	Fe-2021	45	3,8	603	1546	12,4	33,3	382	2,1	4,0

Tabel 3. Poriewaterkwaliteit van de twee meetmomenten in de drie behandelingen. Getallen zijn gemiddelden van de twee genomen submonsterssamples per behandeling.

Datum	SI	Behandeling	pH	$\mu\text{mol/l}$ CO ₂	$\mu\text{mol/l}$ HCO ₃	$\mu\text{mol/l}$ NO ₃	$\mu\text{mol/l}$ NH ₄	$\mu\text{mol/l}$ Ca	$\mu\text{mol/l}$ Fe	$\mu\text{mol/l}$ P	$\mu\text{mol/l}$ S	mol/mol Fe/P
7-9-2022	3	Controle	7,06	1693	7964	0,6	1077	2672	4,6	183,6	89,6	0,0
7-9-2022	3	Fe-2022	7,44	760	8573	2,2	710	2835	32,5	32,5	101,1	1,2
7-9-2022	5	Fe-2021	7,44	660	7620	3,5	788	2329	326,7	7,9	73,6	49,6
12-7-2023	3	Controle	6,63	4353	7671	2,6	736	2615	12,3	106,4	145,7	0,1
12-7-2023	3	Fe-2022	6,81	3452	9268	2,8	898	2883	36,9	83,1	92,1	0,4
12-7-2023	5	Fe-2021	6,98	3599	13639	2,4	1743	3715	259,1	31,1	85,8	11,0

2.2 Waterplanten



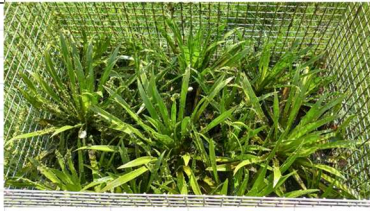
In geen van de behandelingen zijn er waterplanten die vrij drijvend aan de stokken waren gebonden, teruggevonden. Dit in tegenstelling tot de kooien: in alle behandelingen zijn waterplanten in de kooien teruggevonden. Dit is een zeer sterke aanwijzing dat vraat een heel belangrijke oorzaak is voor de afwezigheid van waterplanten in de sloten in Westveen (naast de bagerlaag die veelal tot aan de waterlijn reikt waardoor planten zich niet kunnen vestigen). In tabel 4 is te zien dat in de kooien exotische rivierkreeften zijn aangetroffen. Vanwege de maaswijdte kunnen alleen heel kleine individuen de kooien inzwemmen.

In de kooien waarin een waterlelie was ingebracht, is deze ook terug gevonden (tabel 4). De planten waren nergens in omvang toegenomen en hadden zich evenmin vermeerderd. Grote waterweegbree is alleen in de behandeling Fe-2022 terug gevonden en is hier niet toegenomen in grootte of vermeerderd.

In alle drie de behandelingen is krabbenscheer terug gevonden in de kooien, dus ook in de behandeling Fe-2021 waar in 2022 geen planten zijn terug gevonden in de kooien. In Fe-2021 bedraagt de toename 250 % van het aantal ingebrachte planten, al is fitness van deze planten erg laag wat te zien is op de foto in tabel 4. Duidelijk is de bruinkleuring van de bladeren te zien en eveneens is te zien dat de planten veel kleiner zijn dan de planten in de controle en Fe-2022 (vergelijk de foto's).

De toename van het aantal krabbenschieren in de kooien in de controlesloot bedraagt 375 % maar in in de behandeling Fe-2022 bedraagt de toename maar liefst het dubbele (775 %). De planten in Fe-2022 hebben een hogere biomassa dan die in de controle en enkele ervan hebben bloemen, welke ontbreken aan de planten in de controlesloot. De hogere biomassa en de bloemen van krabbenscheer in Fe-2022 duiden op een hogere fitness van deze soort in deze behandeling ten opzichte van de andere behandelingen.

Tabel 4.

Behandeling	Controle				Fe-2021				Fe-2022			
	Kooi 1		Kooi 2		Kooi 1		Kooi 2		Kooi 1		Kooi 2	
Plantensoort	# planten	% +/-	# planten	% +/-	# planten	% +/-	# planten	% +/-	# planten	% +/-	# planten	% +/-
krabbenscheer	8	400	7	350	5	250	0	-100	16	800	15	750
grote waterweegbree	nvt	nvt	0	-100	nvt	nvt	0	-100	nvt	nvt	1	100
gewone waterlelie	1	100	nvt	nvt	1	100	nvt	nvt	1	100	nvt	nvt
gem. krabbenscheer	# planten	% +/-			# planten	% +/-			# planten	% +/-		
	7,5	375			2,5	125			15,5	775		
# ex. rivierkreeft	2		1		1		0		2		2	
# zeelt	1		0		0		0		1		0	
Behandeling	Controle				Fe-2021				Fe-2022			
												

Een leuk resultaat was dat er een individu zeelt in een kooi waterplanten in de controlesloot en in Fe-2022 is aangetroffen. Deze soort kan goed tegen (zuurstofloze) sloten met bagger, maar zit wel graag tussen waterplanten. De zeeltjes moeten dus bewust de kooien zijn ingegaan.

3 Discussie en conclusie

3.1 Discussie

Gelet op de gemeten ijzergehalten en de resulterende fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van de bodems lijkt er, hoewel dit niet de bedoeling was, wat minder ijzer/sib te zijn toegediend in 2022 dan in 2021.

Er zat geen scheidend schot tussen het deel van de controlesloot dat in 2022 beijzerd is (Fe-2022) en het blijvende deel van de controlesloot, waardoor de oppervlaktewaterkwaliteit hier wordt beïnvloed wordt door beide slootdelen/bodems. Hierdoor is het effect van de ijzeradditie op de waterkwaliteit niet terug te meten. Mogelijk heeft er ook nog enige bodemverplaatsing plaatsgevonden, waardoor de bodemkwaliteit van het ene deel van de sloot het andere deel kan hebben beïnvloed. Omdat Fe-2022 (beijzerde deel van de controlesloot) aan de kopse kant van de sloot in de richting van de overheersende windrichting (zuidwest) was ingericht, was de veronderstelling dat het ijzer (of slib) zich niet zou mengen in de richting van de controlesloot. Dat dit toch of het omgekeerde gebeurd is, is echter niet uit te sluiten.

Dat er geen schot stond had echter geen invloed op het positieve effect van het beijzeren, gelet op de ruim lagere fosfaatverzadigingsgraad en ruim hogere Fe/P ratio in Fe-2022 dan in de controlesloot. Hoewel de waarde van deze twee parameters nog lager resp. hoger waren in Fe-2021 zijn deze in Fe-2022 dermate hoog dat de beschikbaarheid in de waterbodem van fosfaat en de diffusie van fosfaat naar de waterlaag aanzienlijk lager is dan in de controlesloot. Dit is een zeer gunstig effect. Dit ondanks dat dit effect niet is teruggemeten in een lagere fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater. Voor het feit dat er in 2023 geen lagere fosfaatwaarden zijn gemeten in de beijzerde sloten ten opzichte van de controleloot geldt dat in het algemeen de oppervlaktewaterkwaliteit van de sloten niet alleen door nalevering uit de onderwaterbodem wordt bepaald maar ook door inlaat en uit- en afspoeling uit de percelen. Uitspoeling is vooral hoog tijdens en kort na (forse) neerslag. Voorafgaand aan het meetmoment juli 2023 zijn er een paar extreem natte weken geweest waardoor de uitspoeling ongetwijfeld hoog zal zijn geweest. Dat de uitspoeling in de percelen in potentie hoog is, was al aangetoond in eerder onderzoek (Van den Broek et al., 2020). Er is echter geen informatie bekend over de actuele uitspoeling voorafgaande aan de meting in 2023. Mogelijk maskeert de uitspoeling een lagere fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater als gevolg van het toedienen van waterijzer. Op termijn zal – nu de bemesting van de percelen gestopt is – de uitspoeling fors afnemen.

Fe-additie leidt tot een afname van de beschikbaarheid van P en een toename van de beschikbaarheid van ijzer in het poriewater. Dit effect is het sterkst in Fe-2021, waar na toedienen van waterijzer ook het totaal ijzergehalte van de bodem het hoogst is, ook twee jaar na het toedienen. Meer dan een jaar (Fe-2022) of twee jaar (Fe-2021) na ijzeradditie is het ijzer nog duidelijk terug te meten in de toplaag van de waterbodem, ondanks dat er ook slibaanwas heeft plaatsgevonden (Verstijnen et al., 2022).

Omdat de ijzerbeschikbaarheid in het oppervlaktewater in Fe-2021 nu ruim hoger is dan die in het initiële experiment en in deze behandeling er nu wel behoud en vermeerdering van krabbenscheer is waargenomen is het aannemelijk dat ijzertoxiciteit geen rol heeft gespeeld bij het niet aanslaan van waterplanten in de behandelde sloot in het initiële onderzoek. Omdat er geen aantoonbaar verschil is in de oppervlaktewaterkwaliteit tussen Fe-2021 en Fe-2022 en de fosfaatverzadigingsgraad en Fe/P ratio gunstiger zijn in de eerste, is het wellicht mogelijk dat de zesmaal zo lage vermeerdering van de krabbenscheerplanten en de veel lagere fitness ervan in Fe-2021 een gevolg is van de aanwezige blauwalg. Hoe dit eventuele negatieve effect loopt, is in dit beknopte onderzoek niet uitgezocht. Mogelijk speelt de binding van stikstof door Volvox een rol. Opvallend zijn de soms zeer hoge ammoniumwaarden in het poriewater van de Fe2021 sloot. De algen kunnen ook in zeer kort tijd afbreken waarbij veel ammonium vrijkomt.

De duidelijk grotere toename van het aantal krabbenscheerplanten en de hogere fitness ervan in Fe-2022 ten opzichte van de controlesloot laat het gunstige effect van het toedienen van waterijzer zien op de vestiging van deze plantensoort. Hierbij speelt de verlaagde nalevering van fosfaat naar het oppervlaktewater en de hogere ijzerbeschikbaarheid waarschijnlijk een belangrijke rol.

3.2 Conclusie

Overall kan met betrekking tot het toedienen van waterijzer het volgende worden geconcludeerd: 1) het leidt tot een veel lagere beschikbaarheid van fosfaat in de waterbodem en diffusie naar het oppervlaktewater (op basis van het initiële onderzoek), 2) het heeft een positief effect op de vestiging van krabbenscheer en 3) er zijn geen negatieve effecten als gevolg van het toedienen van waterijzer waargenomen; noch met betrekking tot chemie, noch met betrekking tot de vestiging van waterplanten.

De deelconclusies op een rijtje:

1. Het toedienen van waterijzer leidt ook tot twee jaar na toediening tot een fors lagere beschikbaarheid van fosfaat in de waterbodem en een fors lagere nalevering naar de waterlaag dan in de controlesloot.
2. Hoewel er in 2022 onbedoeld waarschijnlijk minder waterijzer is toegevoegd in het toen beijzerde slootdeel, is ook hier de beschikbaarheid en nalevering lager dan in de controle.
3. Toediening van waterijzer leidt niet tot verhoging van zware metalen in het oppervlaktewater.
4. Hoewel in het initiële onderzoek nadrukkelijk is gevonden dat beijzeren leidt tot een fors lagere fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater, is dit in het aanvullende onderzoek gevonden dat er tussen de behandelingen geen verschil aangetroffen is in fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater. Zeer waarschijnlijk wordt het verwachte verschil (lager in beijzerde sloten) gemaskeerd door uitspoeling van fosfaat uit de aangrenzende percelen als gevolg van neerslag, en – in het verlengde hiervan – door de zeer lage meetfrequentie waardoor het toeval (periode neerslag) bepalend is geweest voor het resultaat).
5. Mogelijk is de aanwezigheid van Volvox in de in 2021 beijzerde sloot de oorzaak voor de beperkte ontwikkeling en lage fitness van de ingebrachte waterplanten in de kooien.
6. Waterijzer (en de beperkte nalevering van fosfaat naar de waterkolom) heeft een positief effect op de vermeerdering en fitness van krabbenscheer in de in 2022 beijzerde sloot ten opzichte van beide andere behandelingen.
7. IJzer-toxiciteit als oorzaak voor het niet vestigen van waterplanten is uitgesloten.
8. Vraat van waterplanten door exotische rivierkreeften is, naast de in veel watergangen aanwezige dikke baggerlaag tot aan de waterlijn en de forse nalevering van fosfaat naar de waterkolom, de oorzaak voor het nauwelijks voorkomen van waterplanten in de watergangen in Polder Westveen.

4 Advies

In een gebied zoals Westveen waar de nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem extreem hoog is, en het verwijderen van al het slib niet wenselijk is (kosten en behoud tegendruk tegen uitzakkende oevers) of effectief is (ook de bodem onder het slib lavert fors na) is beijzeren van watergangen een gunstige inrichtingsmaatregel om de waterkwaliteit te verbeteren en vestiging van waterplanten mede mogelijk te maken. Wel laten de resultaten uit het initiële onderzoek (Verstijnen et al, 2022) en dit aanvullende onderzoek zien dat de manier van het aanbrengen van waterijzer verbeterd moet worden. Het waterijzer zal veel effectiever zijn indien het mogelijk is om dit als een ijzermist (dus veel fijnere particels) op het slib kan worden aangebracht waarna het hier goed kan mengen met de toplaag van de het sediment, in plaats van dat het zoals nu, als grote brokken in de sloot wordt gebracht waardoor een deel ook door de sliblaag heenvalt. Deze methode dient nader te worden uitgedacht (stukje innovatie). Wat blijft is overigens dat voorafgaand aan het beijzeren er een waterkolom van ca. 60 cm moet worden gerealiseerd omdat anders waterplanten überhaupt niet kunnen vestigen en krabbenscheren niet kunnen afzinken in de winterperiode.

Het toedienen van waterijzer in alle watergangen lijkt ondoenlijk en is ook niet nodig. Het meest effectief zal het kunnen worden toegepast in de meer geïsoleerde delen van het watersysteem en in de sloten aanvoerend en aanliggend aan de percelen waar nat schraalland wordt voorzien.

Gelet op het aangetoonde negatieve effect van vraat (van o.a. exotische rivierkreeften) op de vestiging van waterplanten, zullen - ondanks de verbeterde waterkwaliteit als gevolg van het beijzeren – waterplanten niet vanzelf terugkomen. Om weer duurzame waterplantenvegetaties in Westveen te krijgen zal primair krabbenscheer in grote hoeveelheden moeten worden geïntroduceerd. Aangroei en uitbreiding zal de afname als gevolg van vraat dan ruim compenseren. Het meest effectief gebeurt dit aan het begin van het watersysteem waar deze planten direct ook als filter voor het inlaatwater kunnen dienen. Daarnaast kan gekozen worden om gericht in een aantal watergangen krabbenscheer aan te brengen. (sloten met eventuele aanwezigheid van Volvox kunnen eventueel worden ontzien). Vanuit deze locaties kan de soort zich dan uitbreiden en is spontane vestiging van andere waterplanten in de velden van krabbenscheer mogelijk. Hiermee wordt ook in zekere zin aan risicospreiding gedaan en wordt de kans op uitbreiding door het hele gebied vergroot. Het is natuurlijk wel zaak dat de sloten met krabbenscheer vervolgens goed beheerd worden.

5 Literatuur

Tomassen, H. & F. Smolders, 2020. Waterbodemonderzoek polder Westveen – onderzoek naar de nalevering van nutriënten. Rapport RP-19.160.19.89, Onderzoekcentrum B-WARE. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.

Van den Broek, T., G.J. Smit & I. Jensen, 2020. Inrichtingsplan Polder Westveen - Onderdeel van Natura 2000-gebied Nieuwkoopse Plassen & De Haeck: definitief schetsontwerp. Royal HaskoningDHV rapportnummer BG4871, , in opdracht van Programmabureau Veenweiden Gouwe Wiericke

Van Rijsbergen, J. & T. Van den Broek, 2023. Inrichting Westveen: definitief ontwerp. Royal HaskoningDHV projectnummer BJ5747. Conceptversie 23 maart 2023. In opdracht van Programmabureau Veenweiden Gouwe Wiericke.

Verstijnen, Y., H. Tomassen, T. van den Broek & F. Smolders, 2022. Effecten van de additie van waterijzer in polder Westveen. Rapportnummer RP-20.128.22.75. Onderzoekcentrum B-WARE en Royal HaskoningDHV. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.

