

# FLEXIBEL PEIL, VAN DENKEN NAAR DOEN

FLEXIBEL PEILBEHEER ALS MAATREGEL TER VERBETERING VAN DE WATERKwalITEIT EN BEVORDERING VAN DE OEVERVEGETATIE EN VERLANDING



RAPPORT

2012  
41

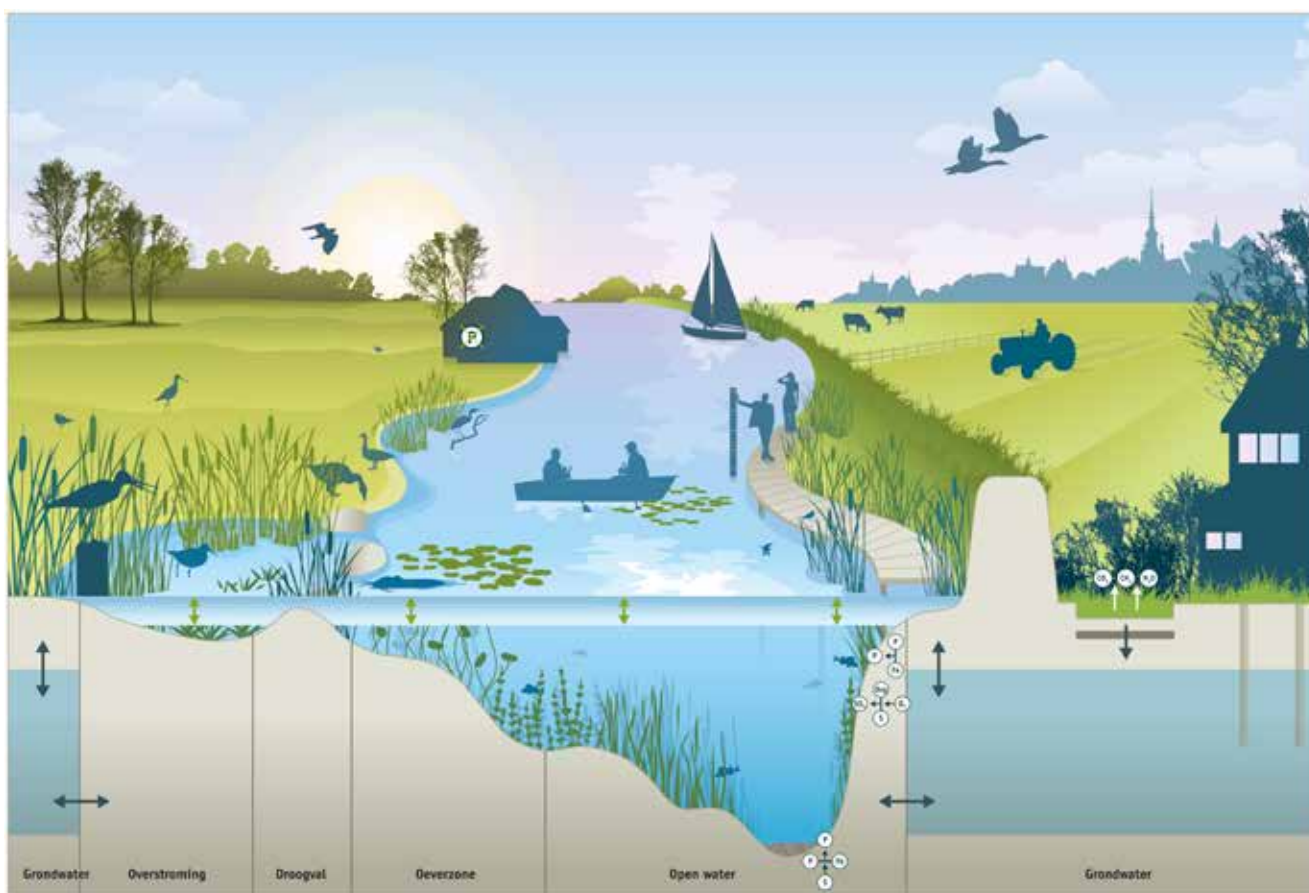
FLEXIBEL PEIL,  
VAN DENKEN NAAR DOEN

Flexibel peilbeheer als maatregel ter verbetering van de water-  
kwaliteit en bevordering van de oeervegetatie en verlanding.

RAPPORT

2012

41



ISBN 978.90.5773.572.1



## Het innovatieproject 'Flexibel peilbeheer, van denken naar doen' is uitgevoerd door:



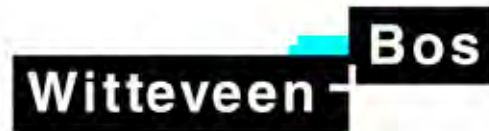
Waterschap  
Amstel, Gooi en Vecht



WETTERSKIP  
FRYSLÂN

**stowa**

**wateronet**



**Financieel mede mogelijk gemaakt vanuit het  
Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water  
van en vanuit**



Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Provincie  
Noord-Holland



**PROJECTTEAM "FLEXIBEL PEILBEHEER VAN DENKEN NAAR DOEN!"**

Bovenste rij van links naar rechts:

Gerald Jan Ellen, Rob Vaes, Sebastiaan Schep, Fons Smolders, Lothar Valentijn, Bouke Ottow, Johan Ellen, Sjaak Ursem, Maarten Ouboter, Peter de Jong, Jan Kooiman

Middelste rij van links naar rechts:

Martijn van Schie, Boukje Sijtsma, Jurjen Annen, Annemieke Ouwehand, Wiebe Borren, Jaap Hofstra, Winnie Rip, Andrea Suilen, Noemi von Meijenfheldt, Rien Schoonhoven en Marco Verheijen.

Voorste rij van links naar rechts:

Kassany Hamid, Allard van Leerdam, Judith Sarneel, Dimmie Hendriks, Renske Diek, Liesbeth Bakker, Johan Loermans, Tim Pelsma, Wim Kuipers.

Op de foto ontbreken: Joachim Rozemeijer, Janneke Klein, Hans Landwehr, Geert van Wirdum, Pui Mee Chan, Theo Claassen, Leon Lamers, John Bakker, Eduard Wenneker, Nico Bouman, Laura Moria, Moniek van 't Klooster, Bert van Dijk, Nico de Bruin, Petar Lubking, Jos Beemster, Piet-Jan Westendorp, Koen Princen en Martin Droog.

# COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, Amersfoort

AUTEURS S. Schep, N. von Meijenfeldt, W. Rip

Met bijdragen van: W. Borren, B. Ottow, G-J. Ellen, D. Hendriks, R. Diek, L. Bakker, J. Sarneel, H. Landwehr, F. Smolders, R. Schoonhoven, B. Sijtsma, L. Valentijn, A. Leerdam, M. van Schie, G. Rijpkema, G. van der Burg.

FOTOGRAFIE J. Loermans, J. Sarneel, L. Bakker, R. Diek, T. Pelsma, R. Veeningen, T. Claassen, B. Ottow, J. Rozemeijer, N. van Rijswijk, J. van Alphen, A-J Perrier, en N. von Meijenfeldt, S. van Belleghem, O. Steendam.

ONTWERP AFBEELDING TITELBLAD

Laila Veerman van Shapeshifter

FINANCIERING Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Provincie Noord-Holland, Waterschap Amstel Gooi en Vecht, Wetterskip Fryslân, Waternet, STOWA, Deltares, NIOO, B-ware, Natuurmonumenten, Landschap Noord-Holland, Staatsbosbeheer.

REFERAAT

In dit project is flexibel peilbeheer ingesteld in 10 gebieden bij Waternet in opdracht van waterschap Amstel, Gooi en Vecht en 5 gebieden bij Wetterskip Fryslan. Onderzocht is of flexibel peilbeheer bijdraagt aan een betere waterkwaliteit en oeverontwikkeling. Verder is onderzocht of flexibel peilbeheer gevolgen heeft voor andere functies, zoals recreatie, maaiveldddaling, landbouw en de stabiliteit van oevers, kades, woningen, en andere natuurfunctie zoals weidevogels en hoogveenbossen. Het gaat om natuurgebieden, landbouwgebieden en recreatiegebieden.

TREFWOORDEN

Flexibel peilbeheer, grondwater, modellering, waterkwaliteit, vegetatie, participatief meetnet, maaiveldddaling, kritieke belasting, vraat op vegetatie

STOWA STOWA 2012-41

ISBN 978.90.5773.572.1

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

# STOWA EN HET WATERMOZAÏEK

## WAT IS WATERMOZAÏEK?

In het kennisprogramma Watermozaïek onderzoekt de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) samen met waterschappen en andere kennispartners bestaande en innovatieve maatregelen voor het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit. Waterkwaliteit is een speerpunt in de Kaderrichtlijn Water (KRW). Onder de paraplu van het kennisprogramma testen waterbeheerders maatregelen in de praktijk uit, waardoor kennis wordt verzameld over de haalbaarheid, de betaalbaarheid en de effectiviteit ervan.

## RESULTATEN

De oogst van het kennisprogramma Watermozaïek is meervoudig. Watermozaïek:

- levert een nieuwe kijk op maatregelen waar waterschappen met het oog op de Kaderrichtlijn Water hard aan werken of over aan het nadenken zijn. Van veel van deze maatregelen is (nog) niet precies bekend hoe (kosten)effectief ze zijn. Door het werk binnen het Watermozaïek is hierover veel meer bekend geworden.
- heeft zeer interessante nieuwe maatregelen ontwikkeld en uitgetest.
- introduceert een nieuw diagnosesysteem waarmee waterbeheerders hun watersystemen kunnen analyseren en de ecologische ontwikkelingen daarin kunnen volgen en bijsturen: het KRW Volg- en Stuursysteem (VSS).
- ontsluit reeds bestaande wetenschappelijke kennis en maakt deze praktisch toepasbaar. Hierbij spelen de binnen het programma georganiseerde kennisdagen een belangrijke rol. STOWA brengt tijdens deze dagen waterschappers en wetenschappers met elkaar in contact. Zij kunnen op deze manier direct kennis en ervaringen uitwisselen.

## SAMEN DOEN

Dat mensen van waterschappen, Rijkswaterstaat, kennisinstellingen, universiteiten en adviesbureaus onder de vlag Watermozaïek nauw met elkaar samenwerken biedt de beste garantie dat het programma de juiste kennis oplevert voor de praktijk van het regionale waterbeheer. Waterschappers en wetenschappers hebben bij het begin van het programma samen kennisvragen geformuleerd. Deze vragen vormen de basis voor de projecten die binnen het programma zijn en nog zullen worden uitgevoerd.

## STOWA

STOWA, de initiatiefnemer van Watermozaïek, is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart en verspreidt kennis die nodig is voor de opgaven waar waterbeheerders voor staan.

## VAN DENKEN NAAR DOEN

De resultaten van onderzoeksprojecten worden via het onderzoeksprogramma Watermozaïek van STOWA uitgewisseld met waterbeheerders die toepassing in hun beheersgebied overwegen.

## INNOVATIEPROGRAMMA KADERRICHTLIJN WATER

Het project wordt mede gefinancierd vanuit het innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water, uitgevoerd door Agentschap NL in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

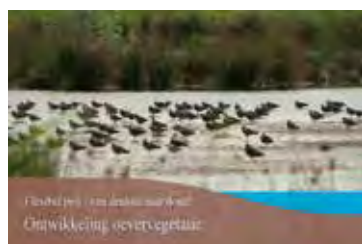
Kijk voor meer informatie op [www.watermozaiek.nl](http://www.watermozaiek.nl).



Introductiefilmpje



Filmpje: Minder gesleep met water



Filmpje: Oeevervegetatie



Filmpje: Bijzondere natuurwaarden



Filmpje: Weidevogels en agrarisch medegebruik



Filmpje: Grondwater en keringen



Filmpje: Participatief meetnet

**ZEVEN INFORMATIEVE FILMS OVER HET PROJECT FLEXIBEL PEIL. DEZE FILMS KUN JE BEKIJKEN DOOR DE QR CODE TE SCANNEN MET EEN SMARTPHONE.**

# TEN GELEIDE

In de afgelopen twee eeuwen is het waterbeheer in Nederland sterk veranderd. Door de uitvinding van het stoomgemaal en later het gemaal dat werkt op elektriciteit zijn we inmiddels in staat de waterpeilen in onze plassen en polders tot op de centimeter nauwkeurig te handhaven. Ook als het waterpeil in droge tijden verder weg wil zakken, wordt er water, soms ontdaan van voedingsstoffen, onze polders in geleid om het waterpeil in stand te houden. Inmiddels hebben we ook onze verschillende gebruiksfuncties, zoals wonen, recreatie en landbouw, volledig afgestemd op deze strakke peilhandhaving. Zelden realiseren we ons nog hoe ver de huidige peilbeheersing afstaat van de natuurlijke situatie. Een situatie waarin het waterpeil zich instelt op basis van neerslag en verdamping, fluctuerend door het jaar heen, in de zomer lager en in de winter hoger. Er zijn zelfs gebieden waar de waterpeilen tegennatuurlijk worden ingesteld, 's zomers hoog en 's winters laag.

Waterbeheerders nemen veel maatregelen om de kwaliteit van het water te verbeteren, zodat er schoon, mooi en levend water ontstaat. De vaste of zelfs tegennatuurlijke waterpeilen verhinderen ons in Nederland in veel gevallen om deze gewenste situatie te bereiken. Het terugbrengen van flexibel peilbeheer kan een kosteneffectief middel zijn om in onze plassen en polders de ecologische doelen van de Kaderrichtlijn Water te bereiken. In de praktijk wordt flexibel peilbeheer echter nog weinig toegepast door onzekerheden over de effecten ervan op specifieke locaties, zoals in veengebieden. Het gebrek aan goede praktijkvoorbeelden leidt vaak tot maatschappelijke weerstand tegen het instellen van flexibele peilen.

In het project Flexibel peil, van denken naar doen! is in meerdere gebieden een flexibel peilbeheer ingesteld door op grote schaal de waterhuishouding aan te passen. Door het instellen van een flexibel peilbeheer hoeft er binnen een gebied minder met water te worden gesleept, dit leidt voor een aantal gebieden tevens tot een kostenbesparing doordat er een kleinere hoeveelheid inlaatwater ontdaan hoeft te worden van voedingsstoffen in defosfateringsinstallaties. Bovendien krijgt de oevervegetatie de kans zich te ontwikkelen en uit te breiden, mits er sprake is van flauwe oevers en de vegetatie niet wordt aangevreten. Door "joint factfinding", het betrekken van bewoners en gebruikers bij het onderzoek/meten van effecten, kan draagvlak voor een flexibel peilbeheer in een gebied worden verdiend.

Bovenstaande licht slechts een tipje van de sluier op over de belangrijke bevindingen van Flexibel peil, van denken naar doen!. In dit rapport worden alle bevindingen verder beschreven. Eenieder die meer informatie wenst, kan te rade gaan in de onderzoeksrapporten waarin de bevindingen uitgebreid worden toegelicht. Het project heeft ook een afwegingskader opgeleverd, waarmee elke waterbeheerder praktische handvatten heeft om de toepasbaarheid van flexibel peilbeheer in zijn of haar watersysteem beter in beeld te brengen.



Toepassing van de kennis en de instrumenten die in dit rapport zijn beschreven, zullen leiden tot het doelmatiger inzetten van middelen bij het streven naar de doelen van de Kaderrichtlijn water. Het inzicht dat is verworven helpt ook bij het (eventueel) opnieuw definiëren van de meest passende maatregelen in de tweede generatie Stroomgebiedbeheerplannen, die in 2015 moeten zijn opgesteld.

Het is daarom dat we dit rapport van harte aanbevelen!

Wiegert Dulfer  
Portefeuillehouder KRW  
Lid dagelijks bestuur waterschap  
Amstel, Gooi en Vecht



Hans Oosters  
Voorzitter bestuur STOWA  
dijkgraaf hoogheemraadschap van  
Schieland en de Krimpenerwaard



# VOORWOORD

Project Flexibel peilbeheer, van denken naar doen! is tot stand gekomen door het combineren van drie gelijktijdig lopende ontwikkelingen in 2009.

Ten eerste zijn in het voorjaar van 2009 door waterbeheerders uit het Nederlands Platform van Waterschapsecologen kennisvragen opgesteld. Dit betrof de naar hun idee belangrijkste kennisvragen op dat moment. Dit heeft geresulteerd in 22 kennisvragen. Een van die kennisvragen lag op het gebied van flexibel peilbeheer. Watermozaïek motiveerde projecten om deze kennisvragen te beantwoorden. Flexibel peilbeheer lijkt een kosteneffectieve maatregel om de KRW doelen te behalen. Er is echter veel maatschappelijke weerstand tegen deze wijze van peilbeheer.

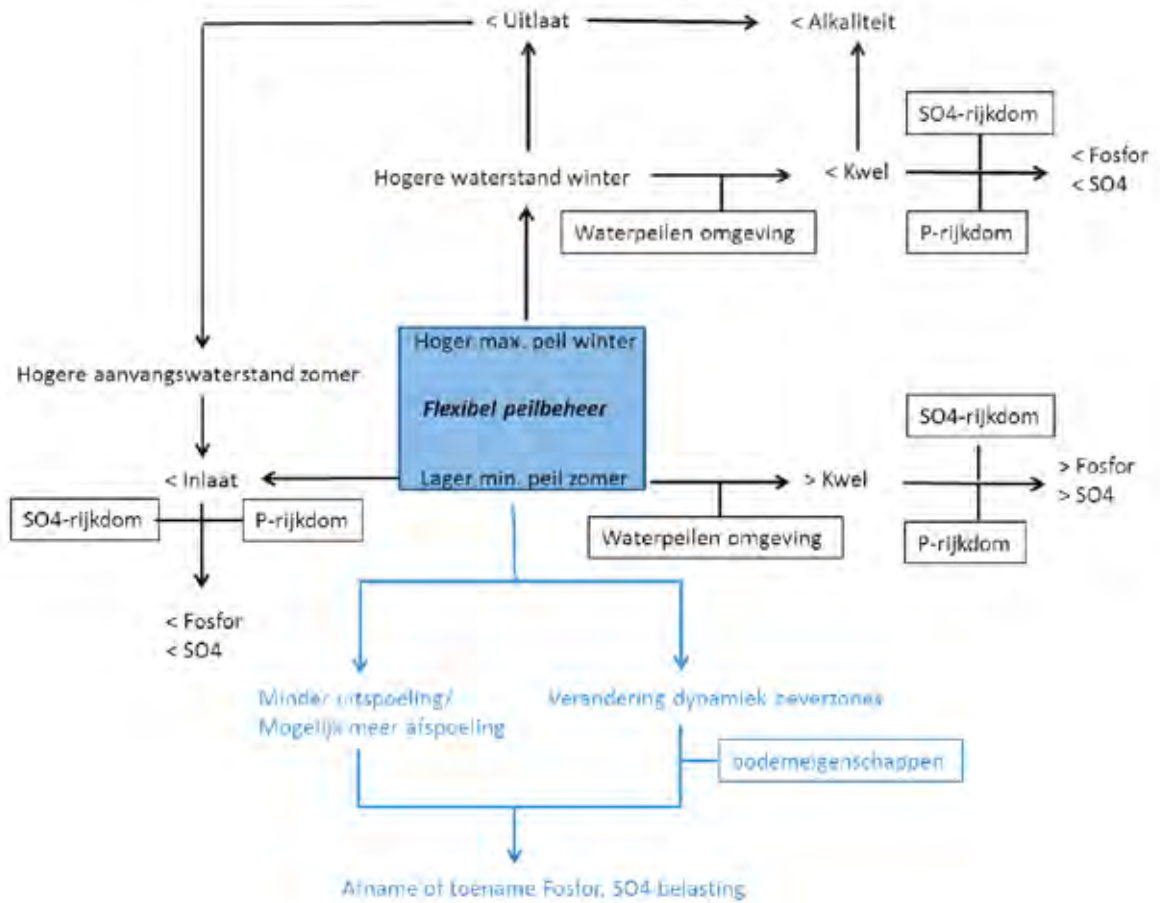
Ten tweede wilde Waternet, in opdracht van waterschap Amstel, Gooi en Vecht, in de periode 2009-2011 in 6 verschillende polders een peilvak met flexibel peilbeheer instellen. Waternet wilde de effecten hiervan in 10 gebieden breedshalig onderzoeken. Wetterskip Fryslân had ook plannen om in 5 verschillende Friese gebieden het effect van flexibel peilbeheer te onderzoeken.

Ten derde wilde Agentschap NL (voormalig Senternovem) door middel van een subsidie vanuit het innovatieprogramma Kaderrichtlijn water de ontwikkeling van kostenefficiënte KRW-maatregelen stimuleren.

Waternet heeft deze ontwikkelingen in 2009 gecombineerd door als penvoerder namens 8 partners een subsidie aanvraag bij Agentschap NL en provincie Noord-Holland in te dienen op het vlak van flexibel peilbeheer. De acht partners zijn drie terreinbeheerders (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en Landschap Noord-Holland), drie onderzoeksbureaus (Deltares, NIOO en B-ware), STOWA en Wetterskip Fryslân. Door de toekenning van de subsidie door de provincie Utrecht kon de waterhuishouding van zes peilvakken worden aangepast zodat flexibel peilbeheer volgens vastgesteld peilbesluit kon worden ingesteld. En met de subsidie van Agentschap NL kon met een breedshalig onderzoek de effecten hiervan in 15 gebieden worden onderzocht. Dit rapport doet verslag van dit project.

Veel leesplezier!

Winnie Rip  
Projectleider "Flexibel peilbeheer van denken naar doen!"



SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN HET EFFECT VAN FLEXIBEL PEILBEHEER OP DE BELASTING MET FOSFOR EN SULFAAT. DE BLOKJES GEVEN DE FACTOREN AAN DIE HET BELANG VAN DE PIJL BEPALEN. <: AFNAME, >: TOENAME.

# SAMENVATTING



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

## WAT IS ONDERZOCHT?

In dit project is flexibel peilbeheer ingesteld in 10 gebieden bij Waternet en 5 gebieden bij Wetterskip Fryslan. In deze 10 gebieden is onderzocht of flexibel peilbeheer bijdraagt aan een betere waterkwaliteit en oeverontwikkeling. Verder is onderzocht of flexibel peilbeheer gevolgen heeft voor andere functies, zoals recreatie en landbouw etc. Het gaat om natuurgebieden, landbouwgebieden en recreatiegebieden.

## BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN

Flexibel peilbeheer kan in de meeste gebieden bijdragen aan een betere waterkwaliteit door vermindering van de externe belasting met nutriënten en sulfaat. Vooral in meren en plassen wordt een verbetering van de waterkwaliteit verwacht. Flexibel peilbeheer geeft een impuls aan de oeverontwikkeling in alle gebieden. Er spoelen meer zaden aan op de oever, de kieming van zaden wordt gestimuleerd en de oevervegetatie breidt zich uit. Flexibel peilbeheer leidt tot veel minder wateraanvoer van buiten én tot veel minder wateraanvoer vanuit de percelen. Ook wordt er veel minder water afgevoerd. Gebieden houden hiermee meer water vast.

## WANNEER IS HET EEN KOSTENEFFECTIEVE MAATREGEL?

Als herstel van helder water met ondergedoken waterplanten het doel is, moet de externe nutriëntenbelasting ten minste worden gereduceerd tot onder de kritische belasting. Flexibel peilbeheer kan hieraan structureel bijdragen als de externe belasting al in de buurt ligt van de kritische belasting. In de gebieden waar het peil gemiddeld ongeveer gelijk blijft daalt de externe belasting en blijft de kritische belasting vergelijkbaar. Flexibel peilbeheer kan dan het laatste benodigde zetje geven. Flexibel peilbeheer draagt bij aan een robuuste oeverontwikkeling als het begroeibaar areaal voldoende groot is. Het begroeibaar areaal is dat deel van de oever dat onder invloed staat van peilwisselingen. In gebieden met steile oevers en weinig oeverlengte is de winst minder groot.

## WAAR MOET JE REKENING MEE HOUDEN?

In voormalige nutriëntenrijke landbouwgebieden vraagt het instellen van flexibel peilbeheer extra aandacht. Als is gekozen om het peil na instellen van flexibel peil gemiddeld te verhogen dan leidt deze opzet van het waterpeil tot meer oppervlakkige afspoeling, waardoor de externe belasting veel minder afneemt dan in andere gebieden of zelfs toeneemt. Door de toenemende waterdiepte daalt de kritische belasting bovendien fors. Het instellen van flexibel peilbeheer leidt hier tot een slechtere waterkwaliteit, de oevervegetatie zal wel kunnen profiteren. Ook gebieden waar voor het instellen van een flexibel peilbeheer een aanpassing in de hydrologische begrenzing nodig is, vragen extra aandacht. In gebieden met een verblijftijd korter dan drie weken, kan het instellen van flexibel peilbeheer tot ongewenste waterkwaliteitseffecten leiden.

## Flexibel peil en oevervegetatie

Hoe ondieper het water, hoe sneller oeverplanten het water ingroeien.

Uitzakkend waterpeil in de zomer en een geleidelijke oeverhelling kunnen verlanding stimuleren.



In alle gebieden koloniseerden oeverplanten in 2 jaar het water, mits beschermd tegen vraat.



EFFECTEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER OP DE OEERVEREGATIE

### **GEVOLGEN VOOR ANDERE FUNCTIES**

Flexibel peilbeheer heeft geen gevolgen voor maaiveldvaling en de stabiliteit van oevers indien de peilmarge vergelijkbaar is met de oude situatie. Het ingestelde flexibel peilbeheer volgens peilbesluit van 2008 in de Loosdrechtse plassen lijkt weinig effect te hebben op de vaarrecreatie omdat de waterdiepte in de zomer hierdoor nauwelijks verandert. De slibdikte is bepalender voor de bevaarbaarheid. Flexibel peilbeheer zal in beperkte mate leiden tot belemmering van het gebruik van landbouwgrond. In natte winters duurt het langer voordat boeren het land op kunnen. Voor weidevogels is een flexibel peilbeheer veel gunstiger dan een vast peil. Andere natuurdoelen profiteren over het algemeen van flexibel peilbeheer, maar dit is mede afhankelijk van de hydrologische randvoorwaarden die de natuurdoelen stellen.

### **WAT LEVERT DIT PROJECT OP VOOR WATERBEHEERDERS?**

Een concreet product is een afwegingskader, waarmee gebiedspecifiek kan worden bepaald of het instellen van flexibel peilbeheer een zinvolle maatregel kan zijn om de ecologische waterkwaliteit te verbeteren en/of de oeverontwikkeling te stimuleren. Dit project adviseert welke aspecten nader moeten worden onderzocht om daadwerkelijk een goede keuze voor een flexibel peilmarge te maken.

<b>PARTNER</b>	<b>DEELRAPPORT</b>
NIOO	Sarneel J.M., Hidding B., van Leeuwen C., Veen G.F., van Paassen J., Huig N. en Bakker E.S. 2012. Effecten van waterpeilfluctuatie op vegetatie. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW).
B-WARE	Smolders A.J.P. Loermans J. en Lamers L.P.M. 2012. Effecten van flexibel peilbeheer op interne bodemprocessen en waterkwaliteit. Onderzoekcentrum B-WARE (Rapportnr. 2012.51).
Deltares	Borren W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport A. Systeemanalyse en monitoringsopzet. Deltares. (1202707-001-BGS-0003)
	Borren W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport B. Meetgegevens waterkwantiteit en waterkwaliteit. Deltares. (1202707-001-BGS-0004)
	Borren W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport C. Modelleren en analyse. Deltares. (1202707-001-BGS-0005)
	Borren W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport D. Conclusies en aanbevelingen. Deltares. (1202707-001-BGS-0006)
	Hendriks D.M.D. et al, 2012. Broeikasgasemissies en peilbeheer in het veenweidegebied. Verkenning van effecten van flexibel peilbeheer op broeikasgasemissies en bodemdaling in pilotgebieden van het FLEXPEIL project. Deltares. (1202707-006-BGS-0001).
	Landwehr J.C. en Lubking P. 2012. Flexpeil – geotechnische effecten. Deltares. (1202707-002-BGS-0008).
	Ottow B.T. et al. 2012. Participatieve Monitoring Muyevelde (april 2011-september 2012). Deltares. (1202707-003-BGS-0014).
	Ellen G.J. en Ottow B. T. 2012. Maatschappelijke aspecten van flexibel peilbeheer. Deltares. (1202707-003-BGS-0015).
Wetterskip	Wetterskip Frysân. 2012. Evaluatie van het KRW-project flexibel peilbeheer in Fryslân. Witteveen+Bos. (LW307-1).
Waternet	Heunks, C. en Verbeek, R.G., 2010. Effecten van peilveranderingen op weidevogels in polder Mijnden; bureaustudie 2010. Bureau Waardenburg. (Rapport 10-051).
	Waternet. 2012. Systeemanalyse van de FLEXPEIL onderzoeksgebieden van Waternet. Witteveen+Bos. (ASD1352-3POSM/006).
	Baars E.T. Voort J-W. 2012. Winterdefosfatering Botshol. Winter 2009/2010. Waternet. (Rapport 11.013803).
	Diek R. et al. 2012. Onderzoek naar meer flexibel peilbeheer in het Naardermeer. Waternet. (Rapport 12.109976).

**TABEL 1.2 OVERZICHT DEELRAPPORTEN.** HET INTEGRAAL HOOFDRAPPORT EN DEZE ACHTERGRONDRAPPORTEN KUN JE DOWNLOADEN OP DE WEBSITES: [WWW.INNOVATIE.WATERNET.NL/PROJECTEN/FLEXIBEL-PEILBEHEER/](http://WWW.INNOVATIE.WATERNET.NL/PROJECTEN/FLEXIBEL-PEILBEHEER/)  
[WWW.WATERMOZAIK.NL](http://WWW.WATERMOZAIK.NL)

# LEESWIJZER EN ACHTERGRONDRAPPORTEN

## OPBOUW VAN DIT RAPPORT

Dit rapport is opgebouwd uit 9 hoofdstukken. In elk hoofdstuk staat telkens één aspect centraal. Hoofdstuk 1 is inleidend, beschrijft de opzet van dit onderzoek en geeft een overzicht van de onderzoeksgebieden en onderzoek van derden. In hoofdstukken 2 t/m 7 worden de resultaten uit dit onderzoek gepresenteerd. Belangrijke thema's zijn hydrologische effecten (hoofdstuk 2), effecten op waterkwaliteit (hoofdstuk 3), effecten op oevervegetatie (hoofdstuk 4) en neveneffecten, zoals bodemdaling, effecten op funderingen en keringen en effecten op de uitstoot van broeikasgassen en klimaatverandering (hoofdstuk 5). De gevolgen van flexibel peilbeheer voor andere functies, zoals landbouw, recreatie, weidevogels en andere natuurwaarden worden besproken in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 worden verschillende maatschappelijke aspecten rondom en consequenties van het invoeren van flexibel peilbeheer beschreven, inclusief kosten en baten. In hoofdstuk 8 worden de onderzoeksvragen beantwoord en conclusies getrokken. Daarnaast wordt aangegeven hoe bepaald kan worden wanneer flexibel peilbeheer zinvol kan zijn voor verbetering van de waterkwaliteit en ecologische kwaliteit. Hiervoor wordt een afwegingskader gepresenteerd. Hoofdstuk 9 tot slot, geeft een overzicht van de geciteerde literatuur.

## ACHTERGRONDRAPPORTEN

Naast dit beknopte hoofd rapport zijn er verschillende technische achtergrondrapporten (B-Ware, Deltares en NIOO over het onderzoek en een afzonderlijk rapport van Witteveen+Bos voor Waternet en Wetterskip Fryslan). In de tabel hiernaast is een overzicht opgenomen van alle achtergrondrapporten. Ten slotte is er een afzonderlijke rapportage voor Agentschap NL.

Het integraal hoofd rapport en de achtergrondrapporten kun je downloaden op de websites:  
[www.innovatie.waternet.nl/projecten/flexibel-peilbeheer/](http://www.innovatie.waternet.nl/projecten/flexibel-peilbeheer/)  
[www.watermozaiek.nl](http://www.watermozaiek.nl)





# FLEXIBEL PEIL, VAN DENKEN NAAR DOEN

Flexibel peilbeheer als maatregel ter verbetering van de waterkwaliteit  
en bevordering van de oevervegetatie en verlanding

## INHOUD

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>19</b>
1.1	Waterbeheer in Nederland	21
1.2	Wat is flexibel peilbeheer?	25
1.3	Overzicht gebieden	27
1.4	Een veelheid aan metingen!	29
1.5	Inzet van modellen	33
1.6	Flexibel peil onderzoek door anderen	35
<b>2</b>	<b>EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER OP HYDROLOGIE</b>	<b>39</b>
2.1	Grondwaterstand	43
2.2	Uitwisseling perceel- en oppervlaktewater	47
2.3	Effect van flexibel peilbeheer op inlaat en uitlaat	51
2.4	Verandering watersamenstelling	55

<b>3</b>	<b>EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER OP OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT</b>	<b>57</b>
3.1	Vorming van stoffen in de oeverzone	61
3.2	Transport van stoffen naar het oppervlaktewater	65
3.3	Verandering in externe nutriëntenbelasting	67
3.4	Verandering in draagkracht	69
3.5	Gevolgen aanpassing hydrologische begrenzing	71
3.6	Nalevering nutriënten vanuit de waterbodem	73
<b>4</b>	<b>EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER OP WATER- EN OEVERPLANTEN</b>	<b>75</b>
4.1	Begroeibaar areaal voor oeverplanten	79
4.2	Omstandigheden die ontwikkeling vegetatie frustreren	81
4.3	Kwantificering van ecologische effecten	83
<b>5</b>	<b>NEVENEFFECTEN</b>	<b>85</b>
5.1	Bodemdaling	85
5.2	Funderingen en keringen	89
5.3	Effect op uitstoot broeikasgassen en klimaatverandering?	93
<b>6</b>	<b>FLEXIBEL PEILBEHEER EN SPECIFIEKE FUNCTIES</b>	<b>95</b>
6.1	Landbouw	95
6.2	Recreatie	99
6.3	Weidevogels	101
6.4	Hoogveenbossen en andere natuurwaarden	105
<b>7</b>	<b>MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN EN FLEXIBEL PEILBEHEER</b>	<b>109</b>
7.1	Besluitvorming rond flexibel peil	113
7.2	Maatschappelijke aspecten en draagvlak	117
7.3	Participatief meetnet	119
7.4	Flexibel Peilbeheer in de praktijk	123
7.5	Kosten en baten	129
<b>8</b>	<b>CONCLUSIE EN PRAKTISCHE HANDVATTEN</b>	<b>131</b>
8.1	Hoe kan worden bepaald of flexibel peilbeheer zinvol is?	137
8.2	Conclusies waterkwaliteit en ecologie per gebied	141
8.3	Advies voor minimaal meetnet	151
8.4	Voortzetting onderzoek?	155
<b>9</b>	<b>LITERATUUR</b>	<b>159</b>

# 1

## INLEIDING

Voorliggende rapportage geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten van het project “Flexibel peilbeheer van denken naar doen!”. In dit gezamenlijke project van Waternet, Wetterskip Fryslân, B-Ware, Deltares, NIOO, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Landschap Noord-Holland en STOWA is uitgebreid onderzoek gedaan naar uiteenlopende effecten van flexibel peilbeheer.

### **WAAROM FLEXIBEL PEILBEHEER?**

Flexibel peilbeheer kan een kosteneffectief middel zijn om de ecologische doelen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) te bereiken. Het instellen van flexibel peilbeheer leidt tot minder inlaat van gebiedsvreemd water (1, 54, 55). Verder stimuleert flexibel peilbeheer de oeverontwikkeling (10, 48, 49). Daarnaast zorgt flexibel peilbeheer voor het vasthouden van zoet water (6). Flexibel Peilbeheer wordt in deze context ook genoemd in het Deelprogramma Zoetwater van het Deltaprogramma.

### **WANNEER IS ER SPRAKE VAN FLEXIBEL PEILBEHEER?**

Er is sprake van een flexibel peilbeheer wanneer het waterpeil binnen een bepaalde range kan mee bewegen met het weer voor zover dit vanuit de verschillende functies aanvaardbaar is. De range waarbinnen het peil mag variëren is vastgelegd in het peilbesluit. Op dit moment is in laag Nederland in de praktijk zelden sprake van een volledig flexibel peilbeheer. Er wordt uitgegaan van vaste peilen afgestemd op functies als wonen, recreatie en landbouw. We zullen dieper ingaan op het begrip flexibel peilbeheer in hoofdstuk 1.2.

### **MAATSCHAPPELIJKE ZORG OVER MOGELIJKE EFFECTEN**

Vanuit belanghebbenden kan de nodige zorg ten aanzien van mogelijke effecten van het instellen van flexibele peilen bestaan. Het wijzigen van het waterpeil kan nadelige effecten hebben zoals verzakking, zettingschade, paalrot, opdrijven van constructies etc. Voor de vaarrecreatie kan het water te ondiep worden. Het is belangrijk voor de legitimiteit van het besluit om wel of niet flexibel peilbeheer in te voeren zichtbaar te maken bij welke peilvariatie de beoogde voordelen duidelijk opwegen tegen eventuele nadelen voor andere functies.

### **WAT HEBBEN WE GEDAAN?**

In dit project is flexibel peilbeheer ingesteld in 15 gebieden, waarvan 10 in het beheergebied van Waternet en 5 in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. In deze voorbeeldgebieden is het effect van een flexibel peilbeheer onderzocht op waterkwaliteit en ecologie, maar ook op de grondwaterstand, die van belang is voor de maaiveldaling, landbouw, oeverstabiliteit, kades en woningen. De locaties lopen uiteen van gebieden die volledig als natuur zijn ingericht tot gebieden die ook een recreatieve of (voorheen) agrarische functie hebben.

### **WAT IS HET DOEL VAN DIT PROJECT?**

Het doel van dit project is het uitvoeren van maatregelen die flexibel peilbeheer mogelijk maken, een monitoringsplan opzetten waarmee effecten van flexibel peilbeheer geëvalueerd kunnen worden en het ontwikkelen van een afwegingskader, waarmee bepaald kan worden of flexibel peilbeheer een bijdrage kan leveren aan de waterkwaliteit in een specifiek gebied. Deze rapportage geeft tenslotte een beschrijving van korte termijn effecten van het instellen van flexibel peilbeheer in de 15 gebieden.



AFBEELDING 1.1.1 KAART 50 AD. HET HOLLANDSE VEENGEBIED, TUSSEN HET OER-IJ EN DE RIJN WAS EEN ONDOORDRINGBAAR MOERAS-  
GEBIED. ([HTTP://WWW.VENSTEROPDEVECHT.NL/](http://www.vensteropdevecht.nl/))



AFBEELDING 1.1.2 KAART 1575. DE SLOTENPATRONEN LATEN ZIEN DAT HET GEHELE GEBIED IS ONTGONNEN. DE GEVOLGEN VAN DE VERVE-  
NING ZIJN NOG NIET ZICHTBAAR ([HTTP://WWW.VENSTEROPDEVECHT.NL](http://www.vensteropdevecht.nl/))



AFBEELDING 1.1.3 KAART 1665. GEBIED TEN WESTEN VAN MIJDRECHT. IN SOMMIGE DELEN IS DE VERVENING AL FLINK OP GANG GEKOMEN  
EN ONTSTAAN Plassen. ([HTTP://WWW.VENSTEROPDEVECHT.NL](http://www.vensteropdevecht.nl/))

De basis van dit onderzoek wordt gevormd door vier onderzoeksvragen:

1. Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de hydrologische, bio-geochemische en ecologische toestand van oppervlaktewater en oeverzones?
2. Zijn er factoren die eventuele positieve effecten van flexibel peilbeheer verhinderen of bevorderen?
3. Wat is het effect van flexibel peilbeheer op bodemdaling, de stabiliteit en economische waarde van constructies en opbrengsten uit landbouwgronden, watersport en recreatie?
4. Kunnen goed overwogen bestuurlijke besluiten over flexibel peilbeheer een breed maatschappelijk draagvlak verdienen door maatschappelijke aspecten van flexibel peilbeheer in de monitoring mee te nemen?

## 1.1 WATERBEHEER IN NEDERLAND

In dit onderzoek wordt onderzocht wat het effect is van flexibel peilbeheer. In dit hoofdstuk gaan we in op het waterbeheer door de eeuwen heen. Eeuwenlang is getracht het waterpeil beter onder controle te krijgen. Nu we in staat zijn om het waterpeil tot op de centimeter te regelen, ontstaat er een tegenbeweging, waarbij we weer meer ruimte willen geven aan peilverandering.

### AANLEG VAN DIJKEN EN ONTGINNING VAN LAND

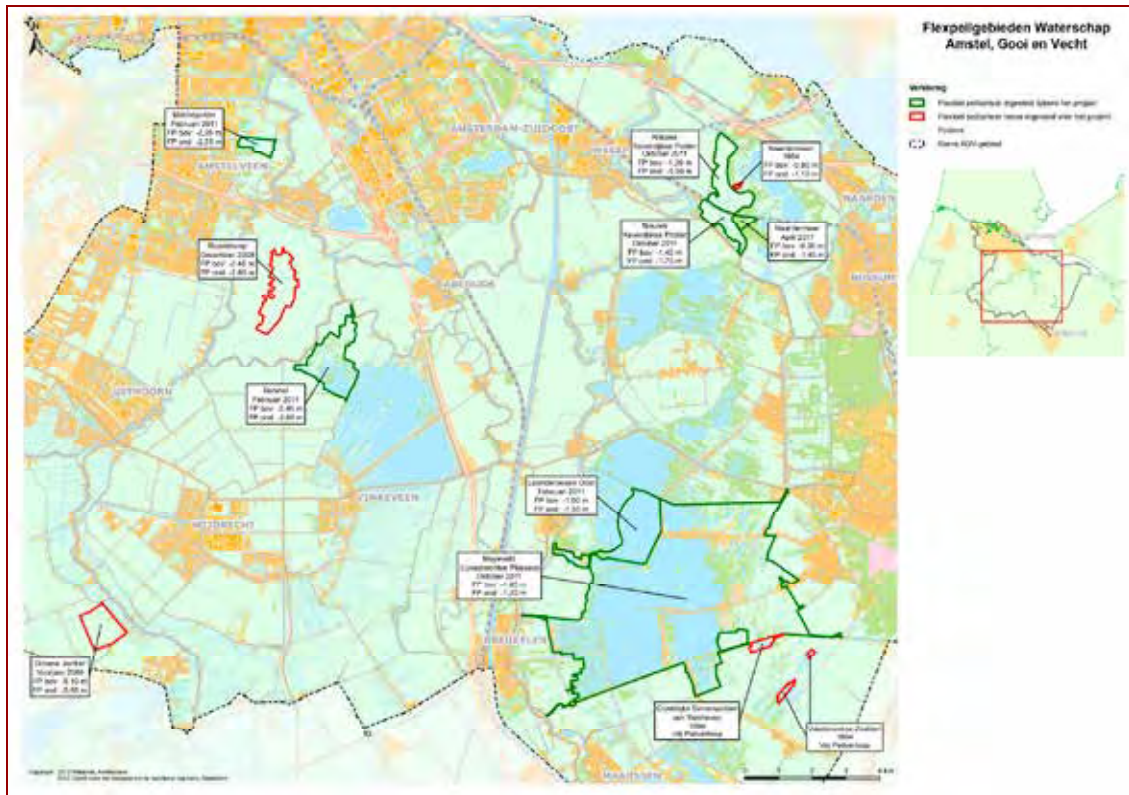
Vanaf 5000 jaar voor Chr. toen voor de aanleg van akkers de eerste bossen werden gekapt heeft de mens het Nederlandse landschap naar zijn hand gezet. Het huidige gebruik van polders en boezems begon in de Middeleeuwen. De eerste grootschalige ingrepen in het laagveenlandschap vonden plaats rond 1200 AD, door de aanleg van dijken langs de grote rivieren en het IJ. In Holland begon de ontginning vanaf de binnenduinrand en bewoonde stroken langs de rivieren, in Utrecht vanuit de Vechtstreek. De ontginning verliep in smalle, lange kavels loodrecht op de dijk of weg, gescheiden door sloten. De percelen werden in eerste instantie gebruikt voor de teelt van rogge, haver, gerst en hop.

### UITVINDING VAN DE WINDMOLEN

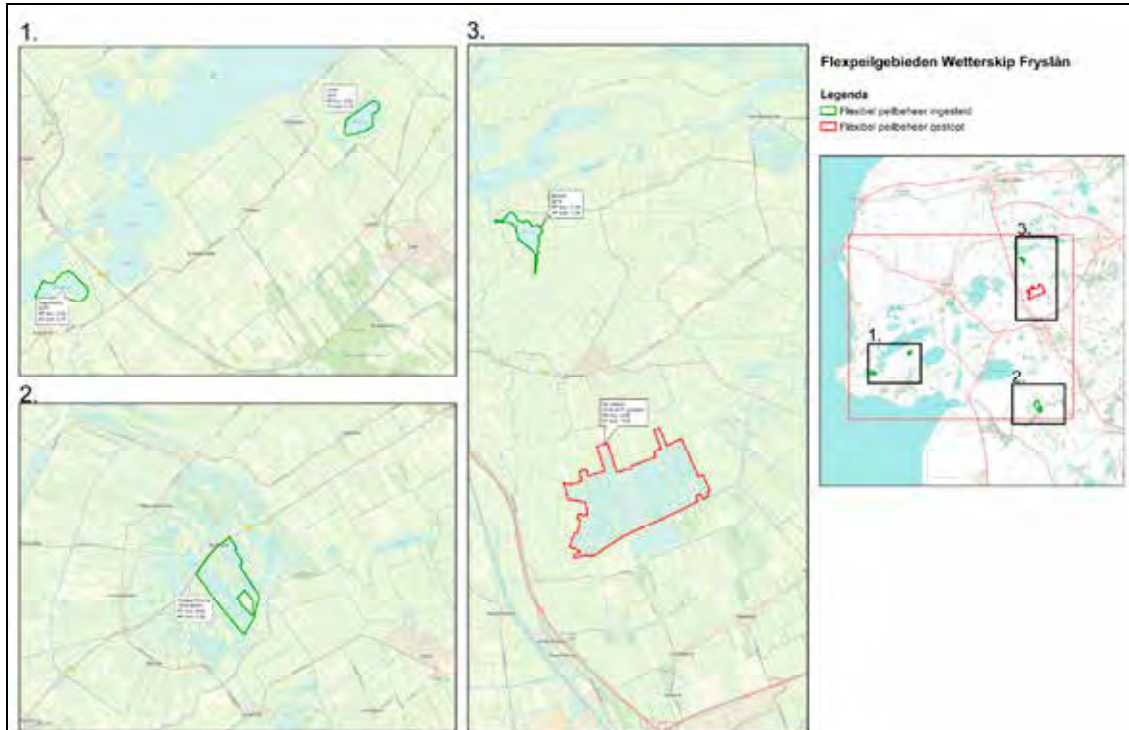
De ontwatering leidde tot oxidatie en inklinking. Al snel na de ontginning was het veen zover ingezakt dat met een natuurlijke afwatering geen toereikende drooglegging voor landbouw meer mogelijk was. Door de uitvinding van de windwatermolen in 1400 en door de bedijking van polders en inrichting van boezems werd de afwatering verbeterd, maar dit had nieuwe bodemdaling tot gevolg. Voor akkerbouw werd het te nat, zodat de veengronden als grasland geëxploiteerd werden. Alle 'verbeteringen' leidden tot verdere bodemdaling. Het polderpeil werd daarom voortdurend verlaagd en dat gaat nog steeds door. Polders liggen nu vaak enkele meters onder het boezempeil.

### TURFWINNING

Behalve ontginning ten behoeve van de landbouw heeft ook de turfwinning een grote rol gespeeld bij de vorming van het huidige landschap. Turf is vanaf de 17e eeuw op grote schaal als brandstof gewonnen. Op sommige plaatsen was oppervlakkig afgraven in het begin nog mogelijk, maar al snel kwam het veen onder water te liggen en werd 'natte vervening' noodzakelijk. Hierbij werd het veen opgebaggerd, waardoor de karakteristieke structuur van petgaten en legakkers ontstond. Als de legakkers te smal werden, konden ze door golfslag overspoelen of doorbreken. Hierdoor zijn bijvoorbeeld de Loosdrechtse Plassen ontstaan. Andere meren en plassen zijn ontstaan door overstroming. Een aantal hiervan is ingepolderd en ontwaterd, vooral voor agrarisch gebruik.



AFBEELDING 1.3.1 OVERZICHTSKAART VAN DE 10 PROJECTGEBIEDEN MET FLEXIBEL PEILBEHEER BINNEN HET BEHEERSGEBIED VAN HET WATERSCHAP AMSTEL, GOOI EN VECHT.



AFBEELDING 1.3.2 OVERZICHTSKAART VAN DE 5 PROJECTGEBIEDEN MET FLEXIBEL PEILBEHEER BINNEN HET BEHEERSGEBIED VAN WATERSKIP FRYSLÂN.

### **GEVOLGEN VAN BODEMDALING OP DE REGIONALE HYDROLOGIE**

De bodemdaling heeft soms grote effecten op de regionale hydrologie. Een goed voorbeeld is polder Groot-Mijdrecht. Deze polder ligt als gevolg van bodemdaling vele meters lager dan de omgeving. Het drooghouden van zo'n diepgelegen polder beïnvloedt de grondwaterstromen en de oppervlaktewaterkwaliteit. Zo is er een sterke (brakke) kwelstroom naar de polder vanuit de brakke ondergrond en vanuit de directe omgeving zoals de Vinkeveense plassen en natuurgebied Botshol. Het brakke kwelwater wordt uitgemalen en komt in het oppervlaktewaterstelsel van de omgeving terecht en heeft daar weer invloed op de ecologische waterkwaliteit.

### **WATERPEILBEHEER LIGT VAST**

Het waterbeheer staat al eeuwen volledig in dienst van het gebruik van grond en water door mensen. Inmiddels zijn we nu in staat om het waterpeil tot op de centimeter te sturen. Meestal wordt een strak peilbeheer uitgeoefend, dat is ingegeven door verschillende gebruiksfuncties zoals wonen, vervoer over water, recreatie en landbouw. Vaak worden daartoe zelfs in de zomer hogere peilen gehandhaafd dan in de winter. De range waarbinnen het peil varieert is door het waterschap per polder vastgelegd in een peilbesluit.

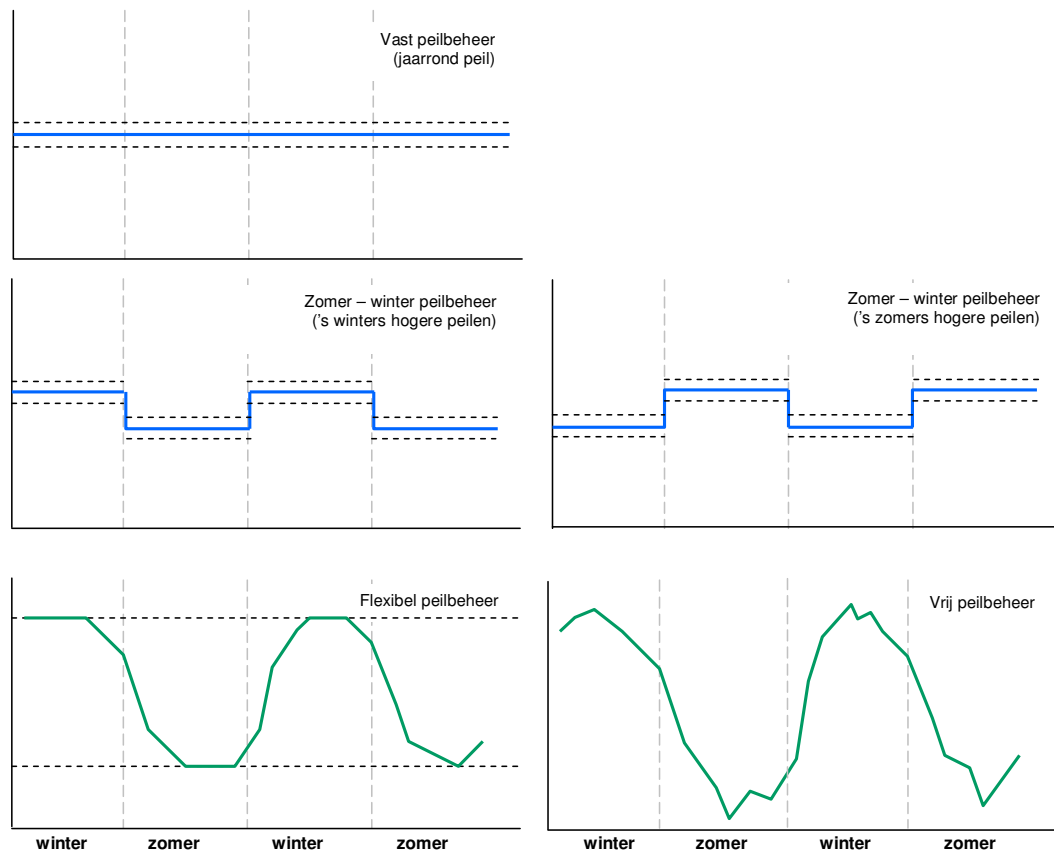
### **MEER FLEXIBILITEIT**

In de loop van de vorige eeuw werden we steeds vaker geconfronteerd met grote waterkwaliteitsproblemen (stank, blauwalgen, dode vis) en verlies van natuurwaarden. Vanaf de jaren zeventig verandert de maatschappelijke houding. Eind jaren '70 start een groot onderzoek naar de waterkwaliteit in de Loosdrechtse Plassen en in 1974 wordt in de Rottige Meente een flexibel peilbeheer ingesteld. We bouwen niet langer in de natuur, maar eerder vóór of zelfs (weer) mét de natuur.

### **KRW**

De Kaderrichtlijn Water is in werking gesteld om waterbeheerders te verplichten hun wateren vanaf 2015 van goede kwaliteit te laten zijn. In veel gevallen houdt dat in het gecontroleerd herstellen van de natuurlijke dynamiek. Het terugbrengen van peildynamiek in sloten, boezems en riviertjes past hierin. Uiteraard binnen de huidige randvoorwaarden. Een "volledig herstel van de natuurlijke situatie" is niet aan de orde.





AFBEELDING 1.2.1 OVERZICHT VAN VERSCHILLENDE TYPEN FLEXIBEL PEILBEHEER, ZOALS DEZE IN NEDERLAND VOORKOMEN. DE HORIZONTALE, GESTREEPTE LIJNEN GEVEN DE PEILMARGES WEER, ZOALS DEZE IN HET PEILBESLUIT ZIJN VASTGESTELD. DE BLAUWE, VOLLE LIJNEN GEVEN HET STREEFPEIL WEER, WAAROP ACTIEF WORDT AANGESTUURD. DE GROENE, VOLLE LIJNEN IN DE ONDERSTE TWEE GRAFIEKEN GEVEN EEN VOORBEELD HOE HET PEIL ZICH OP BASIS VAN DE METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN KAN INSTELLEN



AFBEELDING 1.2.2 NATUURLIJKE PEILVERLAGING DOOR VERDAMPING EN WATEROPNAME DOOR PLANTEN IN DE GROENE JONKER TUSSEN MEI EN AUGUSTUS 2012

## 1.2 WAT IS FLEXIBEL PEILBEHEER?

### FLEXIBEL PEILBEHEER ≠ VRIJ PEIL ≠ NATUURLIJK PEIL

Er bestaat veel verwarring over wat er precies onder een flexibel peilbeheer wordt verstaan. Een flexibel peilbeheer is niet hetzelfde als een vrij peil of een natuurlijk peil. Een natuurlijk peil is een peil dat niet wordt beïnvloed door menselijk ingrijpen. Dit komt in Nederland vrijwel niet voor. Hiervoor is er te veel veranderd aan de regionale hydrologie. Een vrij peil komt wel voor. Een vrij peil is een peil dat niet gereguleerd wordt en dus volledig wordt gestuurd door neerslag en verdamping en de hydrologische situering (ingestelde peilen in aangrenzende gebieden). Er zijn geen grenzen gesteld aan het waterpeil. Het precieze peilverloop hangt af van de inrichting en de geohydrologie. In de praktijk betekent dit dat het oppervlaktewaterpeil in de zomer laag is als gevolg van het neerslagtekort (verdamping > neerslag) en in de winter stijgt als gevolg van het neerslagoverschot (neerslag > verdamping). In de geïsoleerde petgaten in de Westbroekse Zodden is bijvoorbeeld sprake van een vrij peil.

### DEFINITIE FLEXIBEL PEILBEHEER

In dit onderzoeksproject wordt onder een flexibel peilbeheer verstaan: *“Bij een flexibel peilbeheer varieert het waterpeil mee met neerslag en verdamping met de bedoeling om geen of veel minder ‘gebiedsvreemd’ (extern) water in te laten. De (soms getrapte) range waarbinnen het peil varieert, is ingesteld op de wensen en/of eisen van gebruiker(s), maar naar verwachting niet zodanig, dat afbreuk aan het juist genoemde wordt gedaan”*. De marges van het flexibel peilbeheer zijn door het waterschap vastgelegd in een peilbesluit.

### INUNDATIE EN DROOGVAL

Tot in het begin van de 20e eeuw was het niet goed mogelijk om het waterpeil volledig onder controle te houden. Het was dan ook vanzelfsprekend dat gebieden onder water kwamen te staan en weer droogvielen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de boezemlanden en overstromingsvlakten rond meren en plassen. Er was dus sprake van een grote “verticale dynamiek” (peilfluctuatie). Tegenwoordig komen dergelijke inundaties vrijwel niet meer voor. Het waterpeil kan bijna tot op de centimeter worden gereguleerd met efficiënte gemalen en een goed onderhouden afwateringssysteem. Er wordt als gevolg hiervan veel met water gesleept. Er is nu sprake van een “horizontale dynamiek” (in- en uitlaat). Een flexibel peilbeheer kan weer voor (gecontroleerde) inundatie zorgen. Dit is bijvoorbeeld het geval in de Groene Jonker en de vakken met flexibel peilbeheer in Nieuwe Keverdijkse Polder. Een ander gevolg van een flexibel peilbeheer kan zijn dat grote delen van een watersysteem droogvallen bij aanhoudende droogte. Ook dit gebeurt in de Groene Jonker en Nieuwe Keverdijkse Polder.

### GEREGULEERD PEILBEHEER

In Nederland is vrijwel overal sprake van een sterk gereguleerd waterpeil. Kenmerkend voor een gereguleerd peilbeheer is dat de toegestane marge klein is. Gereguleerd peilbeheer kan verder verdeeld worden in:

1. een vast peil gedurende het gehele jaar (jaarrond peil);
2. een vast zomer- en winterpeil, waarbij het zomerpeil lager is dan het winterpeil;
3. een vast zomer- en winterpeil, waarbij het zomerpeil hoger is dan het winterpeil.

**TABEL 1.3**      **INGESTELD FLEXIBEL PEILBEHEER, BELANGRIJKSTE FUNCTIE VAN DE GEBIEDEN EN MOTIVATIE VOOR INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER: WP=WINTERPEIL, ZP=ZOMERPEIL, JP=JAARPEIL**

	PEIL VOOR	PEIL NA	PEIL POLDER	INGESTELD PER	FUNCTIE <sup>(1)</sup>	MOTIVATIE <sup>(4)</sup>
Middelpolder	Vast: wp:-2,45 zp: -2,40	Getrap: -2,55/-2,25	n.v.t.	15-02-2011	weidevogels agrarisch	belastingreductie
Ronde Hoep	Vast: wp:-2,97 zp: -2,97*	Getrap: -2,80/-2,45	Vast(2): zp:-2.85 wp:-3.00	17-12-2008	weidevogels agrarisch	vernatting voor weidevogels mogelijke gevolgen voor landbouw opbrengsten
Groene Jonker	Vast: wp:-5,95 zp: -5,90	Flexibel: max -5,10	n.v.t.	voorjaar 2009	natuur	peil afgestemd op riet en moeras geen waterinlaat soms hoog peil tegen verbossing achteruitgang waterkwaliteit
Nieuwe Keverdijkse polder	Flexibel: -1,70/-1,60	Flexibel <sup>(3)</sup> : -1,70/-1,40 -1,50/-1,20	n.v.t.	01-10-2011	natuur	peil afgestemd op natuurfunctie tegegaan verbossing waterberging
Naardermeer	Flexibel: -1,10/-0,90	Flexibel (vak 7): -1,40-0,90	Flexibel: -1,10/-0,90	15-03-2011	natuur	verbetering oevervegetaties + verminderen waterinlaat
Loenderveense Plas	Flexibel: -1,20/-1,10	Flexibel: -1,30-1,00	n.v.t.	15-02-2011	drinkwater natuur wonen	belastingreductie oeverontwikkeling en verlanding bebouwing
Muyeveld (Loosdrechtse plassen)	Vast: zp: -1,15 wp: -1,10 (4)	Flexibel: -1,20/-1,05	n.v.t.	01-10-2011	natuur recreatie wonen	belastingreductie (incl. sulfaat) oeverontwikkeling en verlanding recreatie bebouwing
Oostelijke Binnenpolder Tienhoven	n.v.t.	Flexibel: max -1,2 (5)	Vast: zp: -1,25 wp: -1,35	1994	natuur	belasting reductie (incl sulfaat) oeverontwikkeling en verlanding behoud/toename kwel
Westbroekse zoden	n.v.t.	vrij	Vast: zp: -1,00 wp: -1,05	jaren '90	natuur	belasting reductie (incl sulfaat) oeverontwikkeling en verlanding behoud/toename kwel
Botshol	Vast: wp: -2,70 zp: -2,45	Flexibel: -2,65/-2,45	n.v.t.	15-02-2011	natuur	oeverontwikkeling terrestische natuur (GVG) recreatie uitdrogen/verzuren rietlanden
't Swin	Vast: wp: -0,70 zp: -0,70	Flexibel: -0,75/-0,52 (6)	n.v.t.	2007	natuur	Verwachting winst m.b.t. KRW en natuurodoeleinden
Botmar	Vast: wp: -1,60 zp: -1,45	Flexibel: -1,50/-1,30 (7)	n.v.t.	2011	natuur	Verwachting winst m.b.t. KRW en natuurodoeleinden
De Deelen	Flexibel: -1,20/-0,70	Flexibel: -1,00/-0,80 (8)	n.v.t.	2003 en 2010	natuur	Verwachting winst m.b.t. KRW en natuurodoeleinden
Rottige Meente	n.v.t.	Flexibel: -1,25/-0,85 (9)	Vast: jp: -1,10	1974	natuur	Verwachting winst m.b.t. KRW en natuurodoeleinden
Vogelhoek	Vast: wp: -0,52 zp: -0,52	Flexibel: -0,70/-0,52	n.v.t.	2007	natuur	Verwachting winst m.b.t. KRW en natuurodoeleinden

(1) in de Ronde Hoep was voor het instellen van flexibel peilbeheer het maximum peil niet goed te handhaven. In de praktijk liep het peil op tot -2,80 m NAP

(2) Dit geldt alleen voor het noordoostelijke deel van de polder. Het peil in de peilvakken varieert van -3,11 m NAP tot -2,60 m NAP

(3) In de praktijk is het waterpeil in 2011 verder uitgezakt.

(4) In de praktijk waren de marges -1,18 m NAP en -1,00 m NAP.

(5) in de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven wordt in de zomer het peil verlaagd gedurende meerdere maanden voor het maaien van riet

(6) het streefpeil werd zowel voor als na flexibel peilbeheer niet gehaald. Voor flexibel peilbeheer lag het praktijkpeil rond NAP -0.90 m, vermoedelijk door een lekkende kade. Het bovenpeil wordt in de praktijk begrensd door -0.62 m NAP

(7) De flexibel peilmarge wordt in het Botmar niet benut. Twee maal per jaar wordt een stabiel peil ingesteld, vermoedelijk door het gebruik van de klepstuw waarmee de afwatering geregeld wordt. In de zomer rond -1.40 m NAP, in de winter rond -1.35 m NAP.

### **VERWACHTINGEN FLEXIBEL PEILBEHEER**

De verwachting van de waterbeheerders vooraf was dat door het instellen van een flexibel peilbeheer de chemische en biologische kwaliteit van het oppervlaktewater verbetert. Dit leidt tot een hogere score op de KRW-maatlatten.

Twee belangrijke aandachtspunten bij het invoeren van een flexibel peilbeheer zijn dat gebruiksfuncties geen onaanvaardbaar nadeel ondervinden en dat de maatschappelijke factoren die de verschillende gebruiksfuncties vertegenwoordigen bij het proces betrokken worden opdat gebruikers en waterbeheerder over dezelfde feitelijke informatie beschikken. Daarom is het mogelijke effect van het instellen van flexibel peilbeheer onderzocht op maaiveldvaling, stabiliteit van waterkeringen en funderingen, recreatie en landbouw en weidevogels.

### **1.3 OVERZICHT GEBIEDEN**

In 15 watersystemen is flexibel peilbeheer ingesteld. Van elk gebied is een beschrijving terug te vinden in deelrapport: Deltares. Hydrologie: systeemanalyse en monitoringsopzet. 2012 en deelrapport Witteveen+Bos Evaluatie KRW-project flexibel peilbeheer Wetterskip Fryslân. 2012. Hiernaast is per watersysteem aangegeven wat de afwegingen zijn geweest voor het instellen van een flexibel peilbeheer. In een aantal gebieden is al langer sprake van flexibel peilbeheer. Deze gebieden zijn meegenomen om het effect van flexibel peilbeheer op de lange termijn te analyseren. In een aantal gebieden wijkt het praktijkpeil (sterk) af van het streefpeil.



**HANDMATIGESTUW MET IN DE ACHTERGRONDEEN THALIMEDUS (ZWARTE KOKER).**



**RAAI VAN GRONDWATERPEILBUIZEN (METALEN KOKERS) IN COMBINATIE MET LYSIMETERS VOOR BODEMVOCHT-METINGEN VANAF DE OEVER HET PERCEEL OP.**



**BEMONSTEREN VAN GRONDWATERKwaliteit.**



**EGV-METINGEN.**



**BEPALEN OEVERPROFIEL: VERSCHILLENDE OEVERPROFIELEN IN RONDEHOEP; VAN FLAUW (LINKS) NAAR STEIL (RECHTS).**



**VEGETATIEOPNAMEN IN HET VELD.**

## 1.4 EEN VEELHEID AAN METINGEN!

Voor het onderzoek naar effecten van flexibel peilbeheer is in de onderzoeksgebieden van Waternet een uitgebreid meetnet opgezet. De metingen zijn verricht in de periode oktober 2010 tot en met september 2012. Een uitgebreidere beschrijving van de methode staat in de vijf technische achtergrondrapportages (B-Ware, Deltares en NIOO over het onderzoek en een afzonderlijk rapport voor Waternet en Wetterskip Fryslan). Het doel van dit uitgebreide meetnet was om tot een goed monitoringsplan te komen met een goede balans tussen het aantal metingen en zeggingskracht van de metingen.

### OPPERVLAKTEWATER

Het waterpeil is hoog frequent gemeten op tenminste één locatie per gebied met een peillogger die elk uur het peil heeft geregistreerd. Daarnaast is bijgehouden hoeveel water is ingelaten en uitgelaten. Zo mogelijk is de inlaat en uitlaat automatisch geregistreerd, zoals de uitlaat bij gemalen en inlaat bij defosfateringsinstallaties. Bij beweegbare stuwen en afsluitbare duikers zijn veranderingen (zoals aanpassingen in de stuwstand) bijgehouden door de peilbediener. Op basis van het waterpeil kan vervolgens door berekening een benadering worden gemaakt van de in- en uitlaat.

### GRONDWATERSTAND EN -KWALITEIT

Het verloop van de grondwaterstand en stijghoogte van het diepere grondwater is continue gemeten in peilbuizen die in raaien zijn geplaatst van het midden van het perceel tot in het open water. Naast de raaien zijn ook losse peilbuizen geplaatst om een goede dekking over de gebieden te krijgen. Er zijn in totaal 200 peilbuizen geplaatst verdeeld over 10 gebieden. Op verschillende plaatsen is de grondwaterkwaliteit op een moment in de zomer en een moment in de winter gemeten op basis van dezelfde ionen als de oppervlaktewaterkwaliteit.

### WATERKWALITEIT

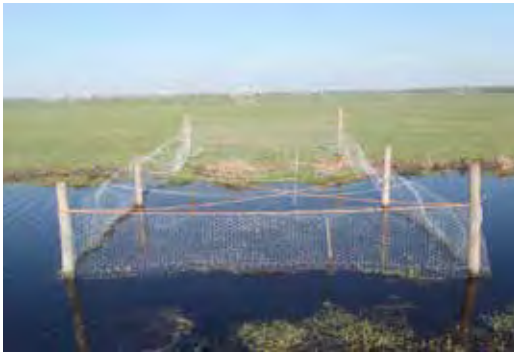
De oppervlaktewaterkwaliteit is per gebied op verschillende locaties 10 x per jaar gemeten. De belangrijkste metingen betreffen de helderheid van het water, de algenbiomassa op basis van chlorofyl-a, de nutriënten fosfor en stikstof die bepalend zijn voor de productiviteit en ijzer en sulfaat die bepalend zijn voor de beschikbaarheid van fosfaat. Daarnaast zijn onder andere pH, alkaliteit, temperatuur, zuurstof, elektrisch geleidingsvermogen gemeten. Ten slotte zijn verschillende macro-ionen gemeten die een meer algemene duiding geven van relevante processen.

### OEVER MORFOLOGIE

De oever morfologie is gemeten om te bepalen welk deel van de oever wisselend droog en nat wordt als gevolg van flexibel peilbeheer. De oever morfologie (of de steilheid van de oevers) is in beeld gebracht door op verschillende plaatsen op de overgang van oever naar water in raaien de bodemhoogte te meten.

### VEGETATIEONTWIKKELING

De vegetatieontwikkeling in het open water is onderzocht door jaarlijkse vegetatieopnamen. De vegetatieontwikkeling in de oeverzone is onderzocht door uitgebreide metingen op de overgang van oever naar water. Door gebruik te maken van exclusures (kooien) is het effect van vraat door onder andere vee en vogels op de ontwikkeling van oever- en waterplanten bestudeerd.



**EXCLOSURES (KOOIEN) GEBRUIKT OM HET EFFECT VAN VRAAT TE ONDERZOEKEN.**



**OPZET VAN HET KIEMINGSEXPERIMENT IN HET VELD (LINKS) EN IN GECONTROLEERDE PROEFVIJVERS (RECHTS).**



**BEMONSTERING VAN MACROFYTEN IN NAARDERMEER.**



**BODEMPROFIELEN WESTBROEKSE ZODDEN.**



**RAAI MET LYSIMETERS VOOR PORIEVOCHTMETINGEN.**



**MAAIVELDDALING: EXTENSOMETER TER BESCHERMING AFGEWERKT MET EEN BUIS EN STRAATPOT.**

Er zijn verschillende experimenten uitgevoerd, waarbij specifiek naar de effecten van flexibel peilbeheer op de kieming in het veld is gekeken. Daarnaast zijn in proefvijvers onder zeer gecontroleerde omstandigheden de effecten van peilwisselingen op kieming en vestiging en planten groei onderzocht.

#### **ONTWIKKELING ALGEN, MACROFAUNA EN VIS**

In de KRW waterlichamen (Loosdrechtse plassen (polder Muyevelde), Loenderveense plas, Botshol, Ronde Hoep, Westbroekse Zodden, Naardermeer en Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven) zijn metingen verricht aan de samenstelling van het fytoplankton, macrofauna en de visgemeenschap. Met QBWAT is de EKR-score (Ecologische KwaliteitsRatio) berekend.

#### **BODEM**

Daar waar vegetatieopnamen zijn gemaakt, is ook bodemmateriaal verzameld op drie plaatsen met verschillende vegetatiesamenstelling. Het doel hiervan is om het effect van flexibel peilbeheer op de vegetatie te kunnen scheiden van het effect van voedselrijkdom. Van deze bodems is onder andere de totale hoeveelheid fosfor, stikstof, zwavel, ijzer en organisch materiaal bepaald en de snel beschikbare fracties nitraat, fosfaat, sulfaat. Daarnaast zijn onder andere pH en alkaliteit gemeten.

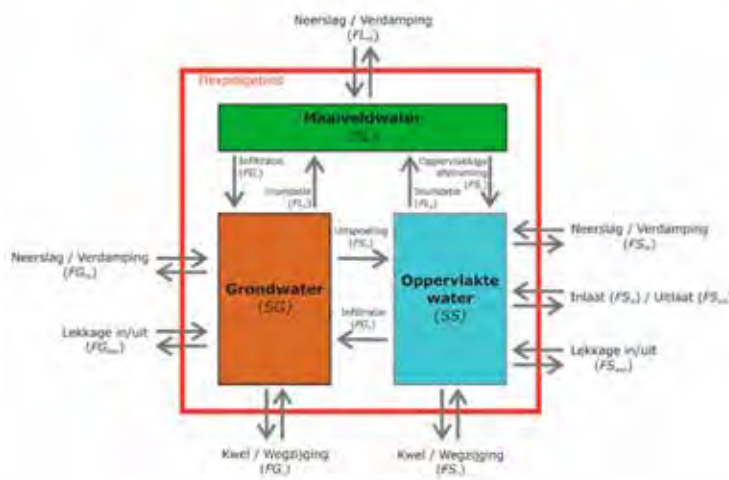
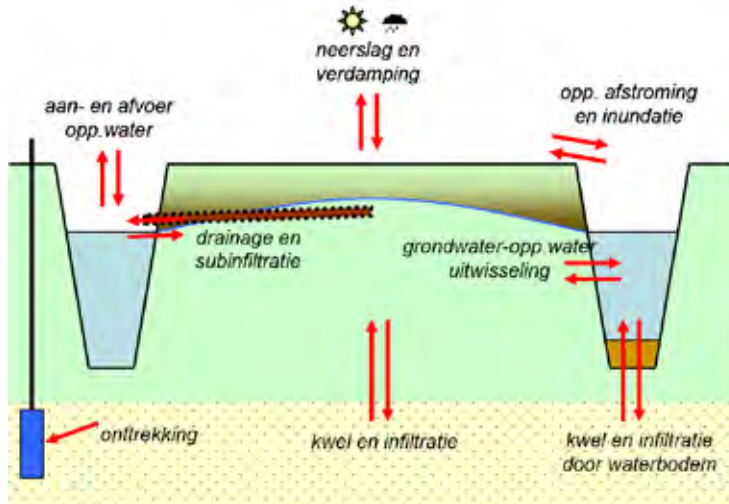
#### **SAMENSTELLING BODEMVOCHT**

In raaien op de overgang tussen land en water is de kwaliteit van het grondwater en bodemvocht op verschillende dieptes (25 cm en soms op 50 en 100 cm) gemeten. De samenstelling is 10 x per jaar gemeten en geanalyseerd op basis van dezelfde ionen als de oppervlaktewaterkwaliteit.

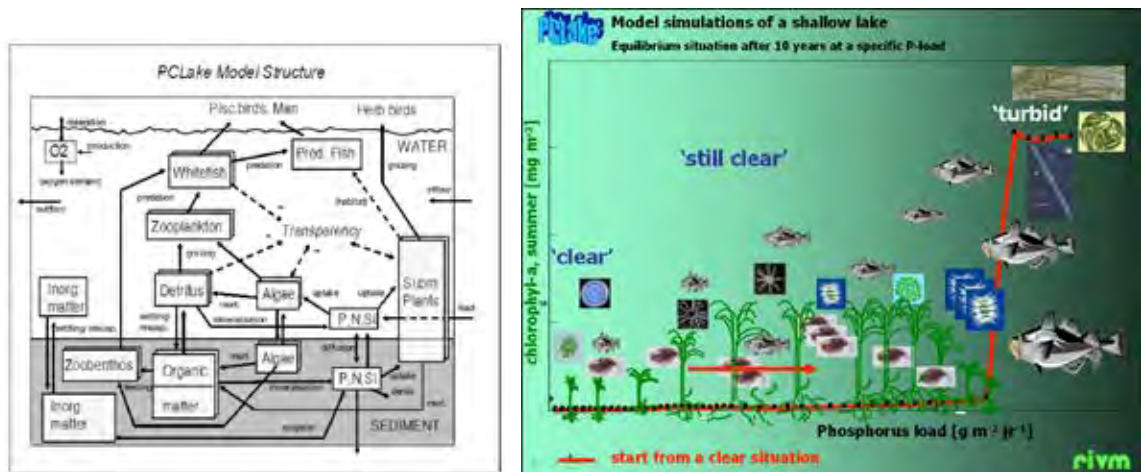
#### **MAAIVELDDALING**

In twee gebieden met een veendeklaag van enige dikte (enkele meters), zoals in Middelpolder en Rondehoep, is een meetopstelling geplaatst om de maaiveld daling gedurende minimaal 10 jaar te kunnen meten. Dit gebeurt met behulp van een extensometer (een punt met koppelbare stangen welke tot in de vaste zandlaag vastgedrukt wordt). Aan maaiveld is de aanwezige hoogte bepaald t.o.v. deze extensometer. Door regelmatig de verschilhoogte te meten tussen de maaiveldwaarneming en de bovenkant van de stang kan de zetting tegen de tijd vastgesteld worden. Om seizoensinvloeden en verstoring herkenbaar te maken, is gekozen om minimaal 2 x per jaar te meten.





FIGUUR 1.5.1 OPZET WATERBALANS. DE WATERSTROMEN ZIJN GEANALYSEERD MET EEN WATERBALANS. WATERFLUXEN IN HET WATERSYSTEEM (BOVEN). WATERFLUXEN IN WATERBALANS (ONDER). OP BASIS VAN DE WATERFLUXEN IS DE EXTERNE NUTRIËNTBELASTING BEPAALD.



FIGUUR 1.5.2 IN PCLAKE EN PCDITCH WORDEN DE BELANGRIJKSTE FYSISCHE, CHEMISCHE EN ECOLOGISCHE PROCESSEN IN EEN WATERSYSTEEM GEMODELLEERD. DE BASIS IS EEN GESLOTEN STOFKINGLOOP VOOR KOOLSTOF, STIKSTOF EN FOSFOR (LINKS) [21]. DE KRITISCHE P-BELASTING (OF DRAAGKRACHT) IS MET DEZE MODELLEN BEPAALD. DIT IS DE P-BELASTING, WAARBOVEN ALGEN EN/OF KROOS GAAN DOMINEREN TEN KOSTE VAN ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN (RECHTS) [21]

## 1.5 INZET VAN MODELLEN

Voor het interpreteren van de gegevens is gebruik gemaakt van verschillende modellen. Modellen zijn enerzijds ingezet om een beter begrip te krijgen van de hydrologie en anderzijds om peilbeheer scenario's door te rekenen. Daarnaast zijn modellen gebruikt om een inschatting te maken van de nutriëntenbelasting en om te bepalen welke nutriëntenbelasting toelaatbaar is voor herstel of behoud van ondergedoken waterplanten. Ten slotte zijn modellen toegepast om een indruk te krijgen van de bodemdaling.

### WATER- EN STOFFENBALANS

Per watersysteem is een water- en stoffenbalans opgesteld. De balans maakt onderscheid in de compartimenten grondwater, oppervlaktewater en water op het maaiveld. Op basis van de balansen zijn effecten van flexibel peilbeheer op de waterpeilen, waterstromen en stofstromen onderzocht. Afwijkingen in gemeten waterpeilen en berekende waterpeilen kunnen vaak worden teruggevoerd op een afwijkend beheer of lekkage van water. Door toepassing van de balansen wordt een beter begrip verkregen van het huidige hydrologisch functioneren.

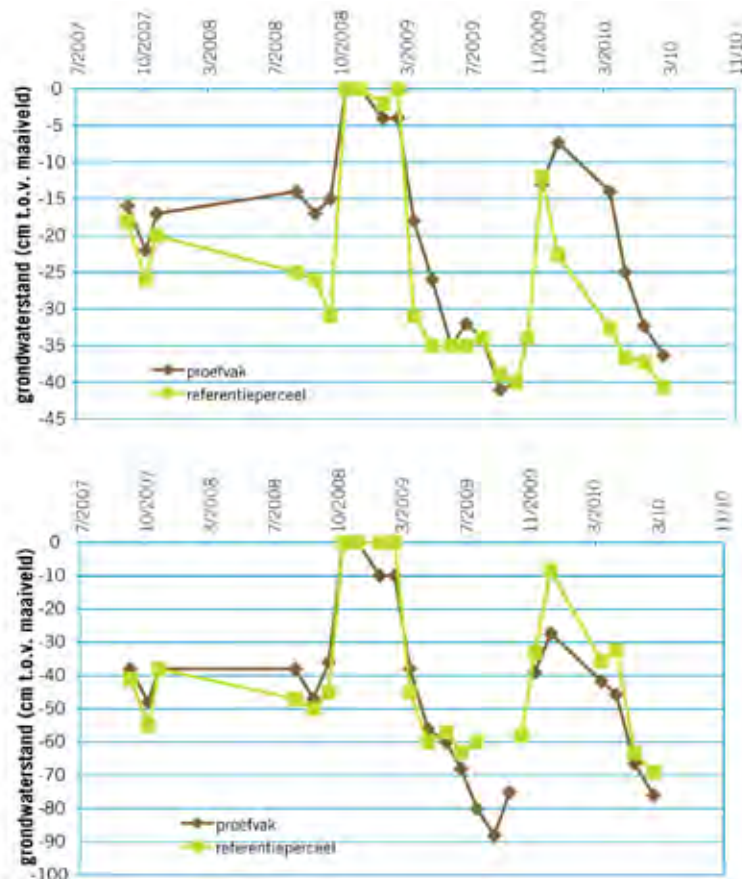
Een belangrijk aspect van de toepassing van een water- en stoffenbalans is dat onderscheid kan worden gemaakt in effecten die het rechtstreekse gevolg zijn van het instellen van een flexibel peilbeheer en effecten die het gevolg zijn van gebiedsinrichting voor het instellen van een flexibel peilbeheer. Soms gaat het instellen van een flexibel peilbeheer bijvoorbeeld samen met aanpassing van de hydrologische begrenzing. Het effect van aanpassing van de hydrologische begrenzing en het instellen van het flexibel peilbeheer moeten onafhankelijk van elkaar worden beschouwd.

Aan de hand van scenario's is onderzocht wat een flexibel peilbeheer op kan leveren in vergelijking met een vast peil. Hiervoor zijn per gebied belangrijk geachte stuurvariabelen bepaald, zoals de gemiddelde inlaat en uitlaat (bepalend voor energiekosten), de verblijftijd, waterdiepte en externe P-belasting (bepalend voor de waterkwaliteit) en overstromingsduur (bepalend voor kieming van waterplanten).

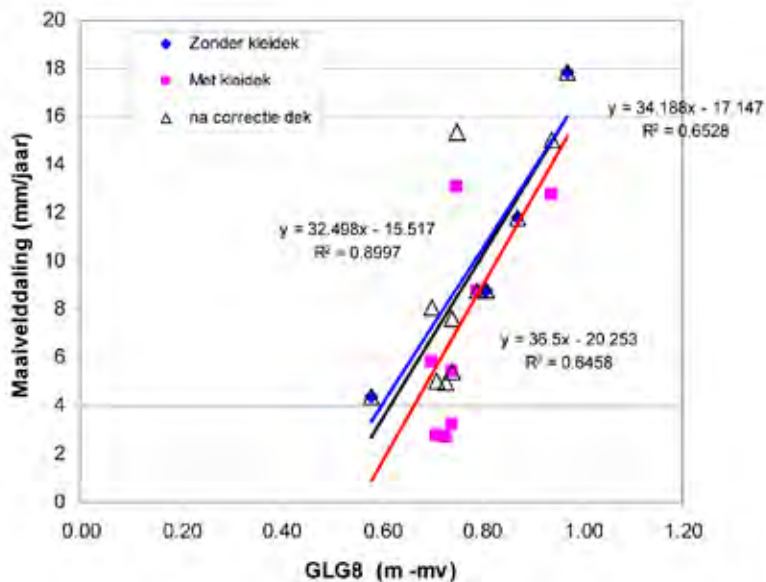
### HYDROLOGISCH PERCEELSMODEL

De ruimtelijke effecten van flexibel peilbeheer op de grondwaterstand zijn onderzocht aan de hand van modellen die hier perceelsmodellen zijn genoemd. In zo'n perceelsmodel wordt een dwarsdoorsnede door een representatief perceel in het desbetreffende gebied beschouwd. Het perceelsmodel modelleert het gebied tussen het midden van het perceel en het midden van het oppervlaktewater, waarbij de vorm van de oever zo goed mogelijk wordt meegenomen. Soms zijn ook dwarsdoorsnedes gemodelleerd door meer dan één oppervlaktewater, zoals bijvoorbeeld een sloot-legakker-petgat systeem, waarbij de twee oppervlaktewateren een eigen (flexibel peilbeheer) dynamiek hebben. Per gebied zijn één of meer perceelsmodellen opgesteld.

Met het perceelsmodel is zowel het verloop van de grond- en oppervlaktewaterstand in ruimte en tijd als de uitwisseling tussen oppervlaktewater en grondwater in beeld gebracht. Hiermee wordt duidelijk in hoeverre het vrijer laten van het oppervlaktewaterpeil ook in de grondwaterstanden op grotere afstand van de sloten tot uitdrukking komt, hoe ver het oppervlaktewater ten tijde van droogte de oever in kan dringen, hoeveel grondwater tijdens een zomerbui in het oppervlaktewater terecht komt en wat de bijdrage is van grondwater uit



AFBEELDING 1.6.1 GRONDWATERSTANDEN IN PROEF- (FLEXIBEL PEIL) EN REFERENTIEPERCEEL OP 1 (BOVEN) EN 7 M (ONDER) VAN DE SLOOT IN DE VLIETPOLDER (28).



AFBEELDING 1.6.2 RELATIE TUSSEN HET GEMIDDELTE VAN DE 3 DIEPSTE GRONDWATERSTANDEN IN EEN REEK VAN 8 JAAR (GLG8) EN DE MAAIELDDALING. GEGEVEN ZIJN REGRESSIELIJNEN VOOR VEENGRONDEN ZONDER KLEIDEK (BLAUWE, LINKSE LIJN), VEENGRONDEN MET EN ZONDER KLEIDEK (RODE, RECHTSE LIJN) EN VOOR VEENGRONDEN MET EN ZONDER KLEIDEK, WAARBIJ EEN CORRECTIE (OPHOGING) VOOR HET EFFECT VAN HET KLEIDEK IS GEPLEEGD (ZWARTE, MIDDELSTE LIJN) (46).

de diepere ondergrond in de bovenste bodemlaag van de percelen en in het oppervlaktewater (kwel). Met de perceelsmodellen zijn de effecten van verschillende peilbeheersvarianten bepaald. Hieruit volgt ook in welke mate het flexibele peilbeheer doorwerkt op het grondwater in oever en perceel.

#### **ECOLOGISCHE MODELLEN PCLAKE EN PCDITCH**

De effecten van flexibel peilbeheer op de waterkwaliteit is onderzocht op basis van een vergelijking van de P-belasting en kritische P-belasting. De kritische P-belasting is bepaald met de modellen PCLake (voor meren en plassen) en PCDitch (voor lijnvormige wateren) [21]. De kritische P-belasting is de P-belasting, waarboven algen en/of kroos gaan domineren ten koste van ondergedoken waterplanten. Flexibel peilbeheer heeft gevolgen voor de externe P-belasting, maar ook voor de kritische P-belasting als gevolg van de verandering van verblijftijd en waterdiepte.

### **1.6 FLEXIBEL PEIL ONDERZOEK DOOR ANDEREN**

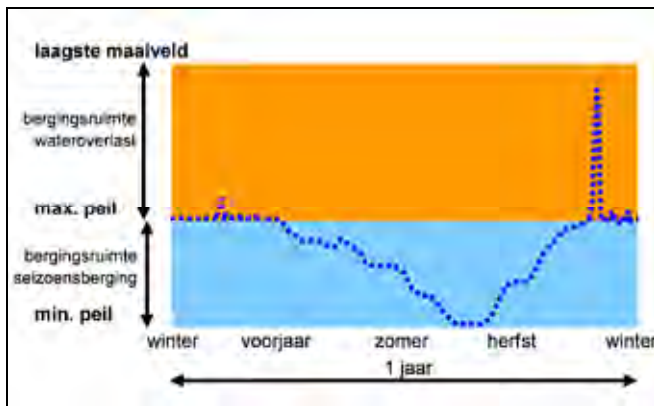
Er is eerder ook onderzoek gedaan naar Flexibel peilbeheer in Nederland: als literatuurstudie, in relatief kleine gebieden of een specifiek deelaspect (18). Het unieke van het voorliggend onderzoek is dat het flexibel peilbeheer in 15 peilvakken is ingesteld en hieraan een uitgebreid onderzoek gekoppeld is op het vlak van geotechniek, (geo)hydrologie, bodemkwaliteit, waterkwaliteit en vegetatieontwikkeling.

#### **ONDERZOEK OBN LAAGVEEN EN ZEEKLEILANDSCHAPPEN**

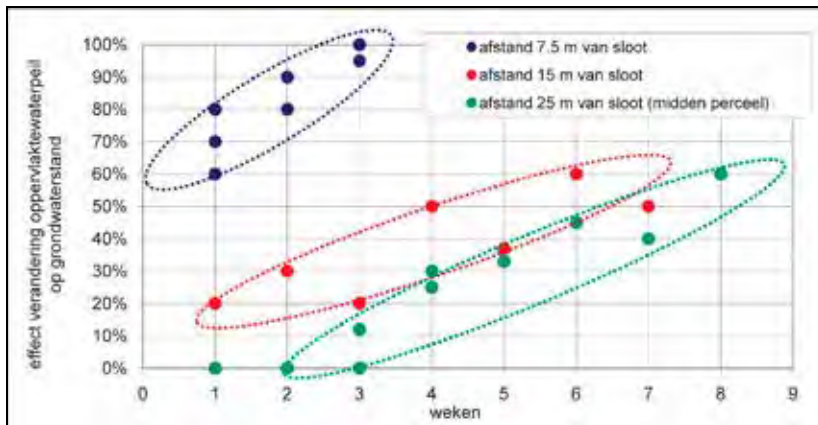
Het OBN deskundigenteam laagveen en zeekeilandschappen heeft een literatuuronderzoek gedaan naar de relaties tussen een meer natuurlijk peilbeheer, (geo)hydrologie en Natura2000 (30). De bevindingen sluiten goed aan bij de resultaten van dit project. Het OBN gaat de komende jaren veld en experimenteel onderzoek uitvoeren, waaronder in de Oostelijke Binnepolder van Tienhoven en de Westbroekse Zodden. Het OBN heeft de afgelopen twee jaar onderzoek gedaan naar het effect van flexibel peilbeheer op het behalen van Natura2000 doelen in Wieden en Weerribben. Dit was een onderzoek naar de vegetatieve en biogeochemische effecten in een trilveen na een kortdurende inundatie door peilstijging. De (mogelijke) effecten van een flexibel waterpeil op de waterstanden in het veen, de zuurbuffercapaciteit en de voedselrijkdom zijn door Cusell en anderen (2011) op een rij gezet. Er is op standplaatsniveau gekeken in relatief schone delen van het Wieden en Weerribben gebied, waar de peilproef zich daadwerkelijk heeft afgespeeld. Daarnaast is aanvullende informatie verkregen uit venen met de doelsoorten Geel, Groen en Rood schorpioenmos en zijn experimenten in klimaatruimten uitgevoerd. Ook wordt een eerste evaluatie gegeven van mogelijke effecten op gebiedsniveau, waarbij gradiënten in waterchemie en voedselrijkdom een belangrijke rol spelen (11).

#### **PRAKTIJKONDERZOEK VLIETPOLDER (HOOGHEEMRAADSCHAP RIJNLAND)**

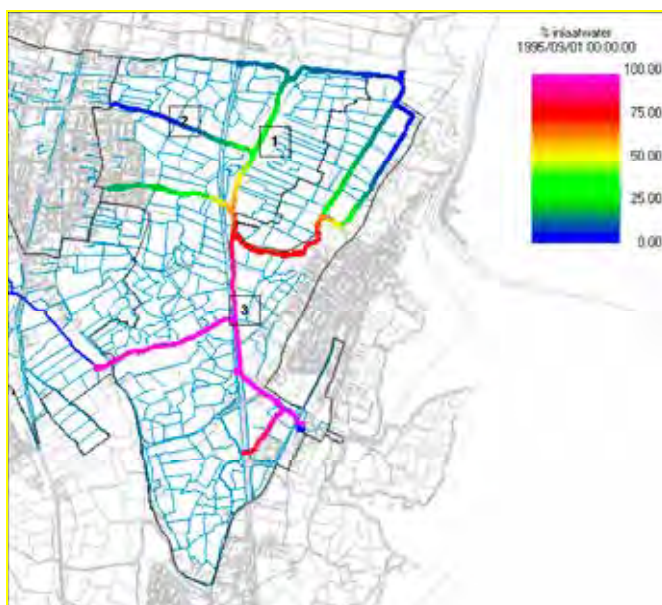
Hoogheemraadschap Rijnland heeft in de Vlietpolder in de jaren 1999-2011 onderzoek gedaan naar bronnen van nutriëntenemissies en maatregelen om deze emissies terug te dringen, waaronder flexibel peilbeheer (19). Na opstartproblemen is in 2010 het instellen van flexibel peilbeheer in het proefgebied van Vlietpolder gelukt. Vanwege verschillen tussen proef- en referentieperceel is het onzeker welk effect flexibel peilbeheer heeft gehad. Duidelijk is dat het maaiveld in beide situaties in Vlietpolder sneller daalt dan vooraf is aangenomen. Door het hogere peil in het proefvak was de grondwaterstand aan de randen van het proefperceel in de Vlietpolder hoger dan voorheen, met slappere kanten en verminderde draagkracht als



AFBEELDING 1.6.3 COMBINATIE BERGING WATEROVERLAST EN SEIZOENBERGING BIJ EEN FLEXIBEL PEILBEHEER. IN DE FIGUUR IS TE ZIEN DAT HET WATERPEIL IN DE LOOP VAN HET VOORJAAR UITZAKT. INDIEN IN DE LOOP VAN DE ZOMER DE ONDERGRENNS WORDT BEREIKT WORDT WATER INGELATEN OM HET PEIL NIET VERDER TE LATEN UITZAKKEN. IN HET NAJAAR ZAL HET PEIL IN HET ALGEMEEN WEER OPLOPEN DOOR HET NEERSLAGOVERSCHOT. ALS ER VEEL NEERSLAG VALT, IS EEN PEILSTIJGING MOGELIJK, DIE WORDT AFGEVOERD TOT DE BOVENGRENNS VAN DE BANDBREEDTE WEER IS BEREIKT (PERSOONLIJKE COMMUNICATIE IN OKTOBER 2012 MET JELMER BIESMA VAN HET HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND).



AFBEELDING 1.6.4 EFFECT VAN DE AANPASSINGEN VAN HET OPPERVLAKTEWATERPEIL OP DE GRONDWATERSTAND OP DRIE AFSTANDEN VAN DE SLOOT IN DE TIJD (45).



AFBEELDING 1.6.5 MAXIMALE INDRINGING VAN INLAATWATER IN DE GROOT LIMMERPOLDER (57)

gevolg. Verder van de sloot waren in beide percelen geen verschillen in de grondwaterstand te zien. Deze resultaten betreffende effecten van flexibel peilbeheer op de grondwaterstanden komen goed overeen met de resultaten uit dit project (5; 6; 7; 18).

#### **PRAKTIJKONDERZOEK GROOT LIMMERPOLDER (HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER)**

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier heeft samen met Witteveen+Bos en B-ware een peilexperiment gedaan in de Groot Limmerpolder. Doel van het project was het beantwoorden van de vraag welke van de voorgestelde alternatieven voor het huidige peilbeheer het beste is voor het behoud en versterken van natuurwaarden in de vorm van natte schraalgraslanden, moerasheiden, weidevogelgraslanden en slootvegetaties. Eén van de alternatieven was een flexibel peilbeheer, waarbij het oppervlaktewaterpeil mocht uitzakken ten opzichte van de referentie. Het onderzoek in de Groot Limmerpolder richtte zich op beïnvloeding van gebiedsvreemd water, grondwaterstanden, bodemdaling, bodemkwaliteit en waterkwaliteit. Het instellen van een flexibel peilbeheer zorgde voor een duidelijke afname van de inlaat. Zowel de oppervlakte- als de grondwaterpeilen waren gedurende het peilexperiment lager dan voorheen. Het risico op versnelde veenafbraak en bodeminklinking als gevolg van de lagere grondwaterstand is klein gebleken. De verminderde inlaat van gebiedsvreemd water leidde niet tot duidelijke verbeteringen in de waterkwaliteit, omdat in de Groot Limmerpolder deze stoffen met name vanuit de percelen worden aangevoerd. De resultaten op het vlak van waterkwaliteit sluiten goed aan bij onze onderzoeksresultaten in lijnvormige wateren zoals Ronde Hoep, Middelpolder en Groene Jonker.

#### **LOPEND ONDERZOEK STICHTSE RIJNLANDEN**

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden heeft onderzoek gedaan naar dynamisch peilbeheer (18). Verder loopt bij hen momenteel een onderzoek naar effecten van flexibel peilbeheer op de vegetatie. De resultaten waren bij het afronden van dit hoofdrapport nog niet bekend.

#### **CONCLUSIES VERSCHILLENDE ONDERZOEKEN VERGELIJKBAAR**

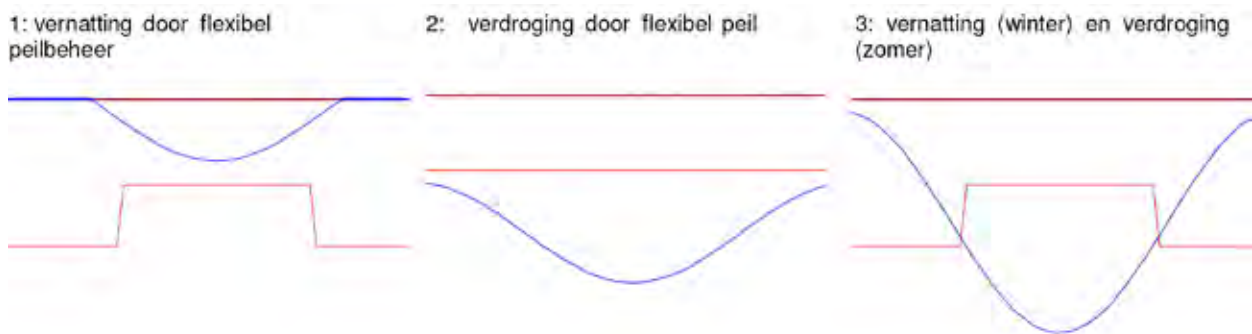
Een belangrijke conclusie in meerdere studies is dat verminderde inlaat als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer alleen zinvol is als de inlaat de belangrijkste bron van nutriënten vormt. In de meeste veenweidegebieden is dit niet het geval. Uitspoeling van nutriënten vanuit de percelen vormt hier de belangrijkste bron. Dat er in deze gevallen geen winst valt te behalen wordt door meerdere studies bevestigd (18, 57). Dit heeft met name effect op de waterkwaliteit in lijnvormige wateren, zoals Middelpolder, Ronde Hoep en Groene Jonker. In gebieden met relatief veel open water zoals de Loosdrechtse plassen en de Loenderveense Plas is de bijdrage van uitspoeling van nutriënten vanuit de percelen veel minder bepalend voor de waterkwaliteit. Hier leidt het instellen van flexibel peilbeheer wel tot een beperking van de nutriëntenbelasting.

#### **BIJDRAGE VAN DIT ONDERZOEK**

Dit onderzoek laat zien dat het instellen van flexibel peilbeheer in de meeste gebieden tot minder uit- en afspoeling van stoffen naar het oppervlaktewater leidt. Het transport van perceel water wordt gereduceerd, waardoor de mogelijke verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit door stijging van sulfaat en fosfaat in het bodemvocht gedeeltelijk kan worden gecompenseerd. Dit effect wordt in weinig andere studies genoemd. Met name in gebieden met vrijwel vrij peil ademt het perceel water mee met het oppervlaktewater waardoor er geen potentiaal verschil is tussen perceel water en oppervlaktewater en er minder water stroomt van perceel naar oppervlaktewater.

### BUREAUSTUDIE FLEXIBEL PEILBEHEER IN FRIESE BOEZEM (WETTERSKIP FRYSLAN)

Wetterskip Fryslan heeft een bureaustudie uitgevoerd naar de mogelijkheden van flexibel peilbeheer in de Friese boezem. Men zag zeker voordelen van flexibel peilbeheer voor een stimulatie van de oevervegetatie en verminderde inlaat, maar de kosten om de vaardiepte bij flexibel peilbeheer in de vaarwegen te behouden voor beroeps- en recreatievaart waren te hoog. In de Loosdrechtse plassen hebben waterschap Amstel, Gooi en Vecht maatregelen uitgevoerd om de vaardiepte bij vaarverbindingen op concrete plaatsen bij flexibel peilbeheer te behouden.



AFBEELDING 1.6.6 EFFECTEN FLEXIBEL PEILBEHEER ZIJN AFHANKELIJK VAN KEUZE MINIMUM EN MAXIMUM PEIL. DE BLAUWE LIJN GEEFT HET PEIL AAN MET FLEXIBEL PEILBEHEER. DE RODE LIJN MET EEN VAST/OMGEKEERD PEILBEHEER. DE BRUINE LIJN IS HET MAAIVELD.

## 2



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

## EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER OP HYDROLOGIE

Uit dit onderzoek komt naar voren dat er binnen de poldergrenzen van alles verandert door het instellen van een flexibel peilbeheer. Voordat we een beschrijving kunnen geven van deze effecten is het goed om vast te stellen wat het instellen van een flexibel peilbeheer hydrologisch betekent. Hoe bepalend zijn de marges, de ingestelde oppervlaktewaterpeilen in vergelijking met de referentiepeilen, de meteorologische condities en de beheerders voor veranderingen in de grond- en oppervlaktewaterstanden?

### KEUZE PEILMARGES

Doordat een flexibel peilbeheer wordt ingesteld kan het oppervlaktewaterpeil binnen een bepaalde range vrij meebewegen met neerslag, verdamping en de uitwisselingsprocessen tussen oppervlaktewater en grondwater. Dit betekent dat in natte perioden het waterpeil mag stijgen, terwijl het waterpeil in droge perioden mag uitzakken. Tot hoever het waterpeil mag stijgen (maximum peil) en zakken (minimum peil) is vastgelegd in het peilbesluit.

Hierna is het fictieve jaarlijkse peilverloop geïllustreerd voor een watersysteem waar 1) het minimum en maximum peil hoger liggen dan het oorspronkelijke peil (structurele peilverhoging), 2) het minimum en maximum peil lager liggen dan het oorspronkelijke peil (structurele peilverlaging) en 3) waar het maximumpeil hoger ligt dan het oorspronkelijke peil en het minimumpeil lager ligt dan het oorspronkelijke peil. Alle drie de situaties komen in dit project voor. De afbeeldingen laten zien dat het peilverloop in het flexibele peilbeheer voor een belangrijk deel afhankelijk zijn van de keuze van het minimum en maximum peil.

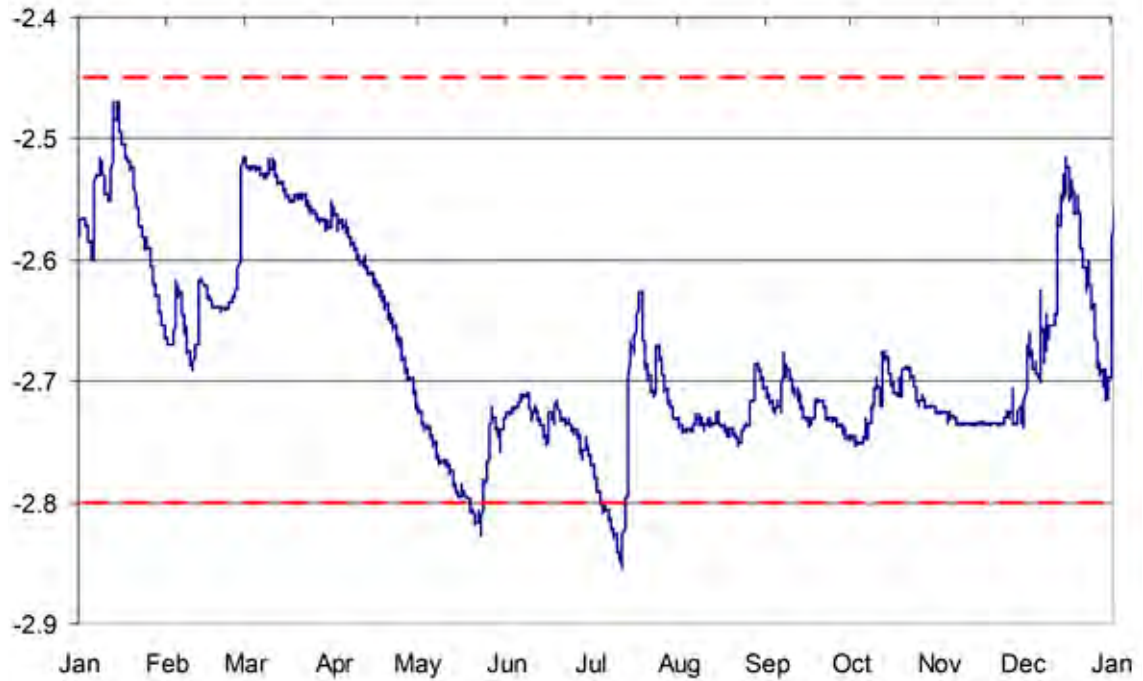
### METEOROLOGIE BEPAALT HET PEILVERLOOP

Het werkelijke oppervlaktewater-peilverloop hangt naast het minimum en maximum peil met name af van meteorologische condities, waarbij neerslag en verdamping bepalend zijn. In sommige gebieden zijn kwel of wegzijging ook van groot belang. Het jaar 2011 was een jaar van extremen. Het voor- en najaar waren bijvoorbeeld uitzonderlijk droog. De zomermaanden juli en augustus waren nat. Tussen 12 en 15 juli regende het intensief en langdurig. Het jaar 2012 was het gehele jaar relatief nat. De meteorologische condities kunnen binnen Nederland aanzienlijk verschillen. In het beheergebied van wetterskip Fryslân heeft het in de genoemde periode in juli 2011 veel minder hard geregend dan in het beheergebied van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet). Dit zien we in het onderzoek terug in grondwaterstanden en waterpeilen, maar ook in de waterkwaliteit.

### GRONDWATER

Oppervlaktewater en grondwater kunnen niet los van elkaar gezien worden. Beide zijn onderdeel van het hydrologische systeem en er vinden continu uitwisselingsprocessen





AFBEELDING 2.1 PEILVERLOOP IS AFHANKELIJK VAN MINIMUM EN MAXIMUM PEIL, MAAR OOK VAN BIJVOORBEELD METEOROLOGISCHE CONDITIES EN PEILBEDIENER: PEILVERLOOP RONDE HOEP IN 2011 (BOVEN). HANDMATIG OPENDRAAIEN VAN DE STUW BIJ VAK 7 IN HET NAARDERMEER DOOR EEN WATERSYSTEEM-BESTUURDER VAN WATERNET (RECHTS).



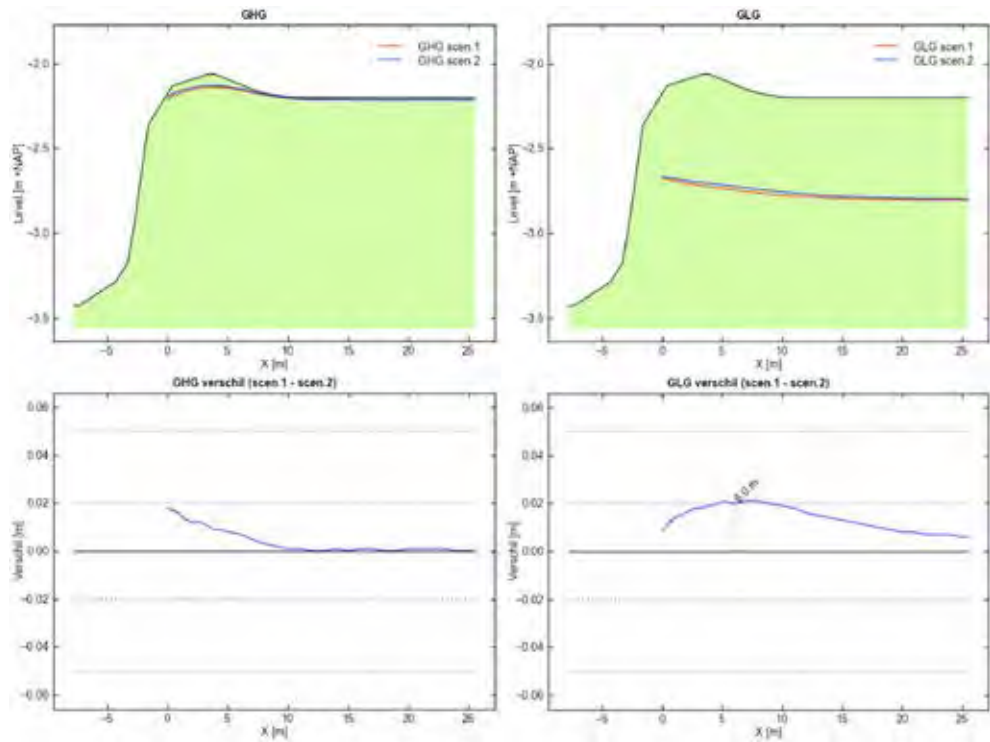
AFBEELDING 2.2 VERSCHIL NEERSLAG BEHEERGEBIED VAN WETTERSKIP FRYSLÂN EN WATERSCHAP AMSTEL, GOOI EN VECHT OP 25 AUGUSTUS 2010 EN 14 JULI 2011 (BRON KNMI, 27).

tussen beide plaats. Het instellen van flexibel peilbeheer grijpt daarom niet alleen in op het oppervlaktewater, maar ook op het grondwater. Als het oppervlaktewaterregime verandert, zijn er grofweg twee verschillende soorten effecten op het grondwater:

- Verandering van de grondwaterstand. Dit hangt samen met de verandering in drukverschillen tussen oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand en de daardoor veroorzaakte grondwaterstroming. Dit aspect wordt verder toegelicht in hoofdstuk 8.
- Verandering van uitwisseling van grondwater en oppervlaktewater. Het gaat hierbij om het fysiek uitwisselen van waterdeeltjes en daarmee ook van opgeloste stoffen. Enerzijds betreft het de in- en uitspoelingsfluxen (hoeveelheden water die worden uitgewisseld) en anderzijds de mate van indringing van oppervlaktewater in het grondwater (afstand tot waar een oppervlaktewaterdeeltje kan komen). Dit aspect wordt verder toegelicht in hoofdstuk 9.

#### **BEHEERDER HEEFT HET LAATSTE WOORD**

Last but not least is het peilverloop afhankelijk van keuzes van peilbedieners. Dit heeft gevolgen voor de waterkwaliteit. In de Ronde Hoep en Middelpolder is op kritische momenten in het jaar een bepaalde grondwaterstand gewenst vanwege weidevogelstellingen. In de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven zijn lage waterstanden in de zomer gewenst vanwege het maaien van riet. In de Groene Jonker is water in augustus 2012 afgelaten om fosfaat af te voeren. In Botshol wordt het peil tot juni hoog gehouden in verband met de rietteelt en ter voorkoming van verdroging van beschermde veenmosrietlanden (Natura 2000). Ten slotte hebben ook boeren en omwonenden invloed op het peilverloop, bijvoorbeeld door aanleg van drainage, waardoor water versneld kan worden afgevoerd na een hevige bui.



AFBEELDING 2.1.1 GHG VOOR EN NA INSTELLEN FLEXIBEL PEILBEHEER MIDDELPOLDER (LINKS). GLG VOOR EN NA INSTELLEN FLEXIBEL PEILBEHEER MIDDELPOLDER (RECHTS).



AFBEELDING 2.1.2 DROOGVALLENDE OEVER VAN EEN SLOOT IN DE NIEUWE KEVERDIJKSE POLDER NOORD WANNEER HET OPPERVLAKTEWATERPEIL VAN -1.24 M NAP (BEGIN MEI 2012; LINKS) NAAR -1.31 M NAP (EIND JUNI 2012; RECHTS) DOOR VERDAMPING UITZAKT.



AFBEELDING 7.X DROOGVALLENDE OEVERS IN DE NIEUW KEVERDIJKSE POLDER.

## 2.1 GRONDWATERSTAND

Het instellen van flexibel peilbeheer heeft gevolgen voor de grondwaterstanden in de oever en op het land (perceel, legakker). Het nieuwe peilregime levert een andere peildynamiek in het oppervlaktewater op, waardoor de drukverschillen tussen oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden veranderen. Hogere oppervlaktewaterpeilen kunnen leiden tot hogere grondwaterstanden en lagere peilen juist tot lagere grondwaterstanden. Hierin is een duidelijke ruimtelijke component: hoe verder van het oppervlaktewater, des te geringer de grondwaterstand veranderingen.

### VERNATTING OF VERDROGING?

In discussies rond flexibel peilbeheer wordt vaak opgemerkt dat het instellen van flexibel peilbeheer zou leiden tot verdroging of vernatting van het land als gevolg van veranderingen in de grondwaterstand. Uit dit onderzoek komt naar voren dat als het minimum en maximum peil worden ingesteld rond het oorspronkelijke peil het in de winter gemiddeld iets natter wordt en er ook in de zomer sprake kan zijn van een (geringe) vernatting. Het gaat in beide gevallen om verandering van enkele centimeters in de grondwaterstand bij een verruiming van de oppervlaktewater-peilmarges met enkele decimeters. In natte winters is de toename van de grondwaterstand groter als gevolg van het instellen van een flexibel peilbeheer. In droge winters is het verschil verwaarloosbaar. Wordt met het instellen van flexibel peilbeheer ook een netto peilverhoging danwel -verlaging doorgevoerd, dan is meestal sprake van een structureel vernattend resp. verdrogend effect. Bepalend voor verdroging of vernatting van het land is dus het minimum en maximum peil dat wordt ingesteld in vergelijking met de referentie.

### RUIMTELIJKE DOORWERKING

Bekend is dat de stroming van grondwater in veen en klei over het algemeen beperkt is door de weerstand in de bodem. Door de geringe stroming kan de grondwaterstand binnen een gebied sterk variëren. Er is vaak sprake van een duidelijke gradiënt van het midden van het perceel tot aan de sloot. Direct langs de slootkant is de grondwaterstand vrijwel gelijk aan de oppervlaktewaterstand, terwijl de grondwaterstand midden op het perceel soms vrijwel niet wordt beïnvloed door fluctuaties in de oppervlaktewaterstand. De grondwaterstand in de oeverzone wijkt al snel af van de oppervlaktewaterstand, maar de veranderingen zijn gemiddeld beperkt. In de Ronde Hoep zorgt een theoretische peilverlaging van 20 cm bijvoorbeeld voor een verandering van ongeveer 3 cm in GLG en 2 centimeter in GHG (2 meter vanaf de watergang). Een theoretische peilverhoging van 20 cm zorgt voor een verandering van ongeveer 4 cm in GLG en 3 centimeter in GHG (2 meter vanaf de watergang).

### EFFECTEN OP DE GRONDWATERSTAND IN HOOFDLIJNEN

Het effect van flexibel peilbeheer op de grondwaterstand is afhankelijk van de specifieke situatie, maar in het algemeen kan het volgende worden gezegd:

- Zolang peilverandering en de marge gering zijn hebben peilfluctuaties op zich een verwaarloosbaar effect op de grondwaterstand. De invloed van peilfluctuaties en de toegenomen seizoensvariatie is in die gevallen te gering in vergelijking met de invloed van weersomstandigheden. In Muyevelde wordt bijvoorbeeld geschat dat het effect op de grondwaterstand van het in 2011 ingestelde flexibel peilbeheer slechts zichtbaar is tot enkele decimeters het land in.
- Als de peilmarge groter zou zijn zonder dat er sprake is van een algehele peilverhoging of -verlaging, zijn de effecten gering. Op basis van een scenarioberekening in de Ronde

# HOE FLEXIBEL IS FLEXIBEL PEILBEHEER?



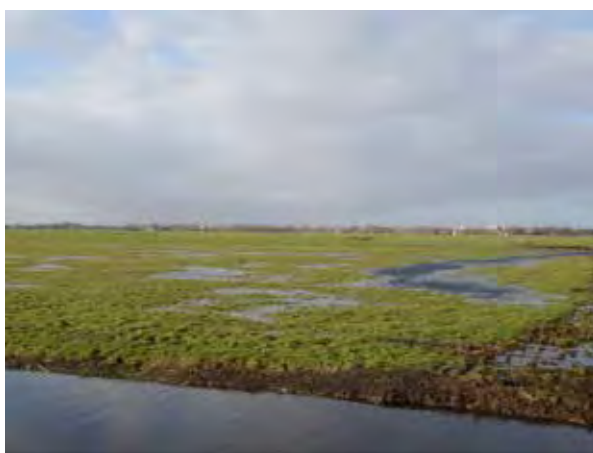
© 2011 www.aukeherrema.nl

Hoep bijvoorbeeld ligt het effect in de ordegrootte van 2-4 cm op de GLG en GHG, over een afstand van maximaal 11 m.

- Structurele peilverhogingen en -verlagingen kunnen grote effecten hebben op de grondwaterstand. Dit effect neemt af op afstand van het oppervlaktewater. Zo reikt in de Ronde Hoep de peilverhoging door het peilbesluit van enkele decimeters ongeveer tot 8-18 meter het perceel in.
- Indien het oppervlaktewater in rechtstreeks contact met een goed-doorlatende zandlaag staat, dan kunnen flexibele peilfluctuaties verder doordringen. Dit geldt ook voor de aanwezigheid van “waterlagen” in de oever, zoals bij een kragge-achtige opbouw van de oever.

Tot hoever effecten van het instellen van een flexibel peilbeheer reiken, hangt met name af van karakteristieken van de ondergrond en de drainage- of infiltratiemiddelen in de percelen. In de onderzochte gebieden is geen buisdrainage aanwezig. Aanwezigheid van buisdrainage kan tot een heel ander beeld van de effecten leiden, bijvoorbeeld als drains onder water komen te liggen en er een directe doorwerking van het oppervlaktewaterpeil over grote afstand plaatsvindt.

Effecten op grondwaterstanden leiden niet altijd tot effecten op de waterkwaliteit. Alleen als grondwaterstand veranderingen tot een verandering in de uitwisseling met het oppervlaktewater leiden, wordt de waterkwaliteit beïnvloed. Bij inundatie van het land is er een directe snelle uitwisseling mogelijk, los van de verandering in de grondwaterstanden.



**AFBEELDING 2.2.1 POLDER RONDE HOEP. BOVEN PLASVORMING EN ONDER AFSTROMING VAN HET PERCEEL NAAR DE SLOOT**



**AFBEELDING 2.2.2 DRAINAGE VAN AGRARISCHE PERCELEN IN POLDER RONDE HOEP.**

## 2.2 UITWISSELING PERCEEL- EN OPPERVLAKTEWATER

Flexibel peilbeheer heeft gevolgen voor de uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater. Het gaat daarbij enerzijds om de fluxen (hoeveelheid in- en uitspoeling) en anderzijds om hoever oppervlaktewater uiteindelijk indringt in het grondwatersysteem. Flexibel peilbeheer heeft een duidelijke invloed op deze twee aspecten.

### MINDER UITSPOELING EN MEER INSPOELING

In veel gevallen treedt door flexibel peilbeheer een verschuiving op naar minder uitspoeling van grondwater naar oppervlaktewater (vooral in de winter). Dit hangt samen met de afname in de verschillen tussen oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand. Immers, beide bewegen meer met elkaar mee. Om dezelfde reden treedt in de zomer een vermindering van de inspoeling op. Uit het onderzoek is echter ook gebleken dat op jaarbasis een toename van de inspoeling kan optreden, wat veroorzaakt wordt door de hogere oppervlaktewaterpeilen in de winter. Uiteraard zijn de effecten sterk afhankelijk van het gebied en het specifieke flexibele peilbeheer. Zo vormt het flexibel peilvak in de Oostelijke Binnenvlakte van Tienhoven een uitzondering hierop. In dit gebied vindt juist een afname van de inspoeling plaats, door de geforceerde lagere oppervlaktewaterpeilen in de zomer om te kunnen maaien.

Overigens zal in periodes met lagere peilen wel een sterke uitspoeling kunnen plaatsvinden tijdens (extreme) buien. De potentiaalverschillen zijn dan tijdelijk wel groot. Hoe dit uitpakt op de uitspoeling van stoffen, hangt af van de beschikbaarheid van deze stoffen en de transportroute. Dit is niet specifiek onderzocht.

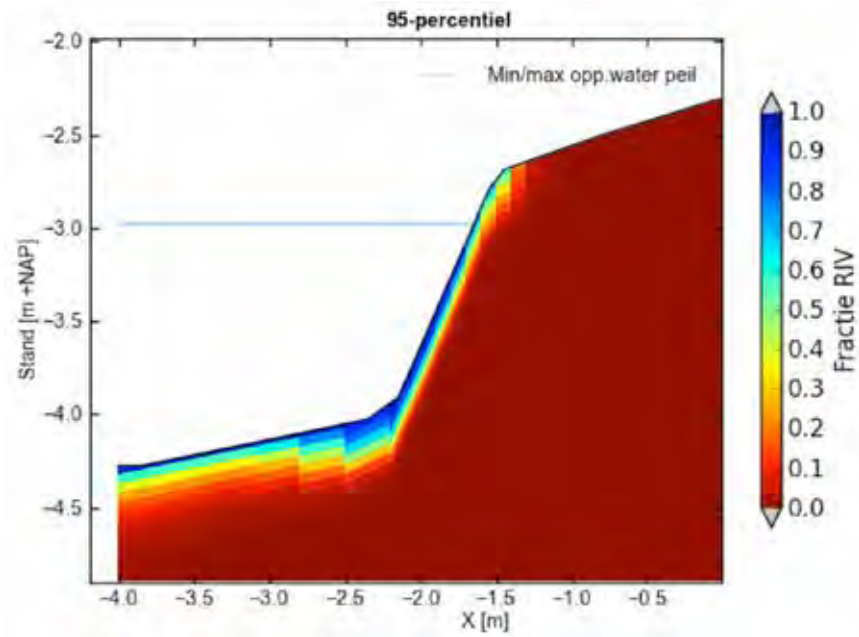
### RELATIEF BELANG VAN IN- EN UITSPOELING

Het belang van het instellen van flexibel peilbeheer op de uitwisseling van water tussen het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem hangt af van het aandeel land in een gebied. In gebieden die voornamelijk uit open water bestaan heeft de (verandering) in uitwisseling tussen land en water weinig gevolgen. In gebieden met percelen en sloten is het effect van deze veranderingen in uitwisseling wel groot. De effecten zijn afhankelijk van het gebied en het ingestelde peilbeheer. Zo is in het flexibel peilvak van de Oostelijke Binnenvlakte van Tienhoven sprake van een toename in de uitspoeling, omdat in de zomer de peilen ten behoeve van het maaien (geforceerd) lager staan.

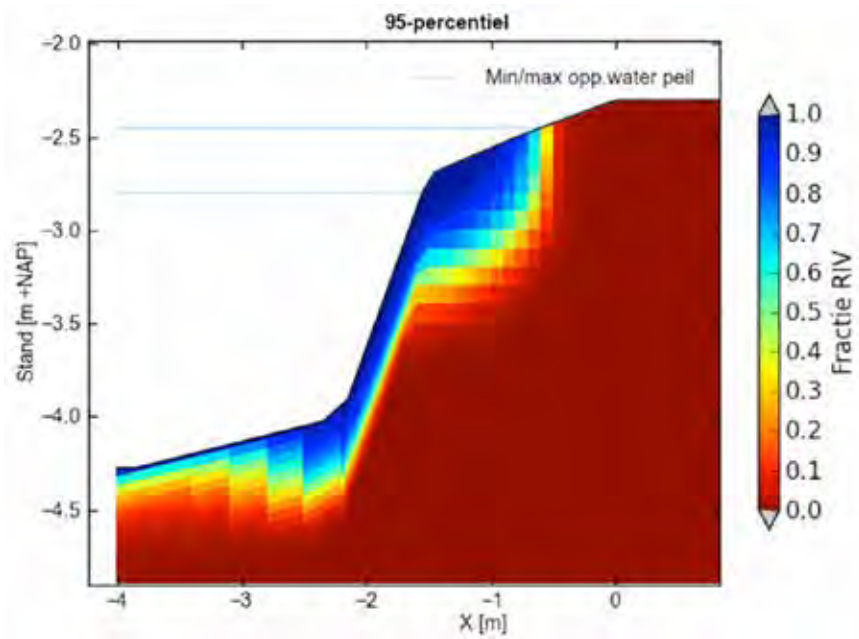
### VAKER PLASVORMING

Als gevolg van flexibel peilbeheer zullen in de winter hogere grondwaterstanden voorkomen. In gebieden waar sprake is van een forse toename van het maximale toelaatbare oppervlaktewaterpeil kan de grondwaterstand zelfs zo hoog worden dat er vaker plasvorming optreedt. Ook kan het hoge oppervlaktewaterpeil soms direct zorgen voor overstroming van het land. Het aandeel oppervlakkige afspoeling in de waterbalans van het oppervlaktewater neemt hierdoor toe. Voorbeelden van gebieden waar het waterpeil in de winter nu veel hoger is dan voor het instellen van flexibel peilbeheer en waar sprake is van een forse toename van het aandeel oppervlakkige afspoeling zijn Nieuw Keverdijk Noord (peilverschil winter + 40 cm), de Ronde Hoep (peilverschil winter + 52 cm) en de Groene Jonker (peilverschil winter + 50 cm). Door het netto neerslagoverschot in Nederland wordt het maximum waterpeil vrijwel jaarlijks in alle gebieden bereikt.





AFBEELDING 2.2.3 INDRINGING OPPERVLAKEWATER IN OEVER BIJ VASTPEIL.

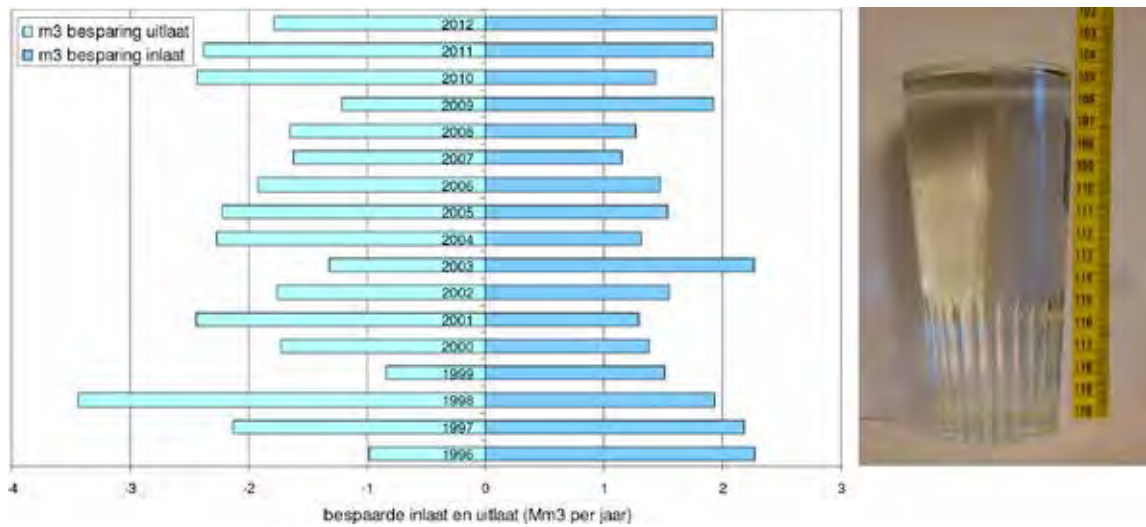


AFBEELDING 2.2.4 INDRINGING OPPERVLAKEWATER IN OEVER BIJ FLEXIBEL PEILBEHEER MET PEILVERHOOGING.

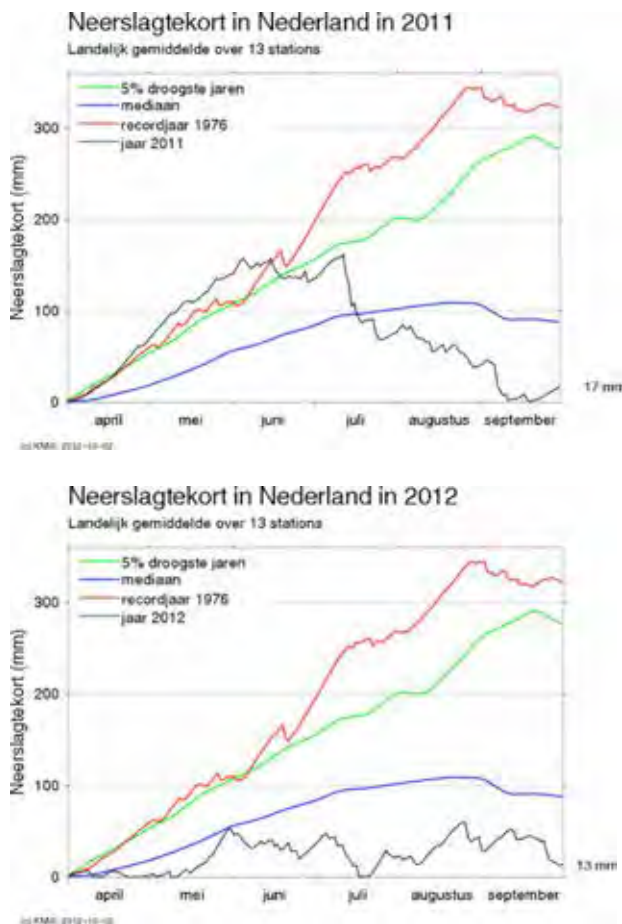
**INDRINGING**

Water dringt over het algemeen maar zeer langzaam door in slecht doorlatende veen/kleigrond. De indringing in een droge periode is dan ook beperkt tot maximaal enkele decimeters. Bij een regenbui wordt dit water al snel teruggedrongen, ook in de zomer. Indien sprake is van een infiltratiesituatie (wegzijing naar het diepere grondwater) vindt indringing van oppervlaktewater in de waterbodem plaats en verder transport onder de waterbodem naar het diepere grondwater.

Als het oppervlaktewater in rechtstreeks contact met een goeddoorlatende zandlaag staat, dan kan wel sprake zijn van sterke indringing. Het is sterk afhankelijk van de specifieke situatie of er meer of minder indringing door flexibel peilbeheer plaats vindt. Bij een oppervlaktewater-peilverhoging zal de indringing sterker zijn (hoewel nog steeds beperkt) en ook op een hoger deel van de oever plaatsvinden. Bij een oppervlaktewaterpeil-verlaging zal juist minder indringing plaatsvinden. Zijn er geen al te grote peilverhogingen of -verlagingen dan geldt in het algemeen dat bij flexibel peilbeheer de indringing zal afnemen omdat er een minder sterk verschil zal zijn tussen oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand.



AFBEELDING 2.3.1 BEREKENDE BESPARING OP INLAAT EN UITLAAT VAN WATER IN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN (IN MILJOEN M<sup>3</sup> PER JAAR) (LINKS) MET 15 CM PEILMARGE (RECHTS)



AFBEELDING 2.3.2 NEERSLAGTEKORT IN NEDERLAND IN 2011 (BOVEN) EN 2012 (ONDER). DE EERSTE HELFT VAN 2012 WAS DROGER DAN DEZELFDE PERIODE IN 2011. OVER HET ALGEMEEN WAS 2012 EEN NAT JAAR. (BRON: WEBSITE VAN DE KNMI, 02-11-2012 [27]).

## 2.3 EFFECT VAN FLEXIBEL PEILBEHEER OP INLAAT EN UITLAAT

### MINDER INLAAT EN UITLAAT NODIG

De hoeveelheid waterinlaat en -uitlaat neemt in vrijwel alle onderzoeksgebieden af door het invoeren van flexibel peilbeheer. Dit is het gevolg van het feit dat er minder met water gesleept hoeft te worden om het oppervlaktewaterpeil te handhaven, er minder water in- en uitgelaten hoeft te worden om twee keer per jaar het zomer- en winterpeil in te stellen en de verminderde uitwisseling van water tussen het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem (zie hoofdstuk 9). Omdat het waterpeil op een natuurlijke wijze varieert is er aan het begin van het droge seizoen een watervoorraad beschikbaar uit het natte seizoen. Aan het begin van het natte seizoen is er juist ruimte voor water. In het open water is hiervoor meer ruimte beschikbaar dan in de percelen. De winst wordt dus groter naarmate het percentage open water groter is en de marge tussen minimum en maximum peil groter is.

### GEEN INLAAT EN UITLAAT IN GEBIEDEN MET VRIJ PEIL

Er is (vrijwel) geen inlaat en uitlaat meer nodig in de onderzoeksgebieden met een vrij peil, zoals de Groene Jonker en de geïsoleerde petgaten in de Westbroekse Zodden en Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven. Als gevolg van het maaibeheer in de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven wordt de stuw in het begin van de zomer neergelaten en is er lokaal via inlaatwater enige invloed van oppervlaktewater uit de polder. Na omhoog zetten van de stuw kwelt het gebied weer vol.

### WINST OP INLAAT IN MEREN EN Plassen HET GROOTST

In het eerste jaar met flexibel peilbeheer is in polder Muyevelt (Loosdrechtse plassengebied) 75% minder water ingelaten ten opzichte van de voorgaande 10 jaar door het instellen van een peilmarge van 15 cm. Om het daadwerkelijke effect van flexibel peilbeheer los van het weer te bepalen is een modelmatige vergelijking tussen flexibel peilbeheer en het oude peilbeheer voor de afgelopen 10 jaar uitgevoerd. Deze modelmatige vergelijking toont in Muyevelt een afname in de benodigde inlaat van gemiddeld 1,6 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Per jaar hoeft gemiddeld 25% minder ingelaten te worden. In een droog jaar als 2003 is de winst volgens het model ongeveer 17% ten opzichte van de benodigde inlaat bij vast peil. In 2012 hoeft volgens deze theoretische vergelijking zelfs 53% minder ingelaten te worden. In de Loenderveense Plas (bijna alleen open water) hoeft met een marge van 30 cm vrijwel geen water meer ingelaten te worden. In Botshol is de winst beperkt, ondanks de flexibel peilbeheer marge van 20 cm. De marge geldt maar een deel van het jaar en door de wegzijging in het gebied zakt het waterpeil snel tot het minimum. In het Naardermeer zorgt een verruiming van de huidige marge van 20 cm naar 50 cm (zoals in vak 7) voor een besparing van 60% op de inlaat. In 't Swin levert een peilmarge van 25 cm een besparing op van ongeveer 50%.

### PEILOPZET ZORGT VOOR MEER INLAAT

Nieuwe Keverdijkse polder Noord is het enige onderzoeksgebied met een toename van de inlaatbehoefte na het instellen van flexibel peilbeheer. Dit is het gevolg van de opzet van het peil. Om dezelfde reden is de uitlaat na het instellen van flexibel peilbeheer juist nihil. In Nieuw Keverdijk Zuid is geen inlaat nodig net als voor het instellen van flexibel peilbeheer.



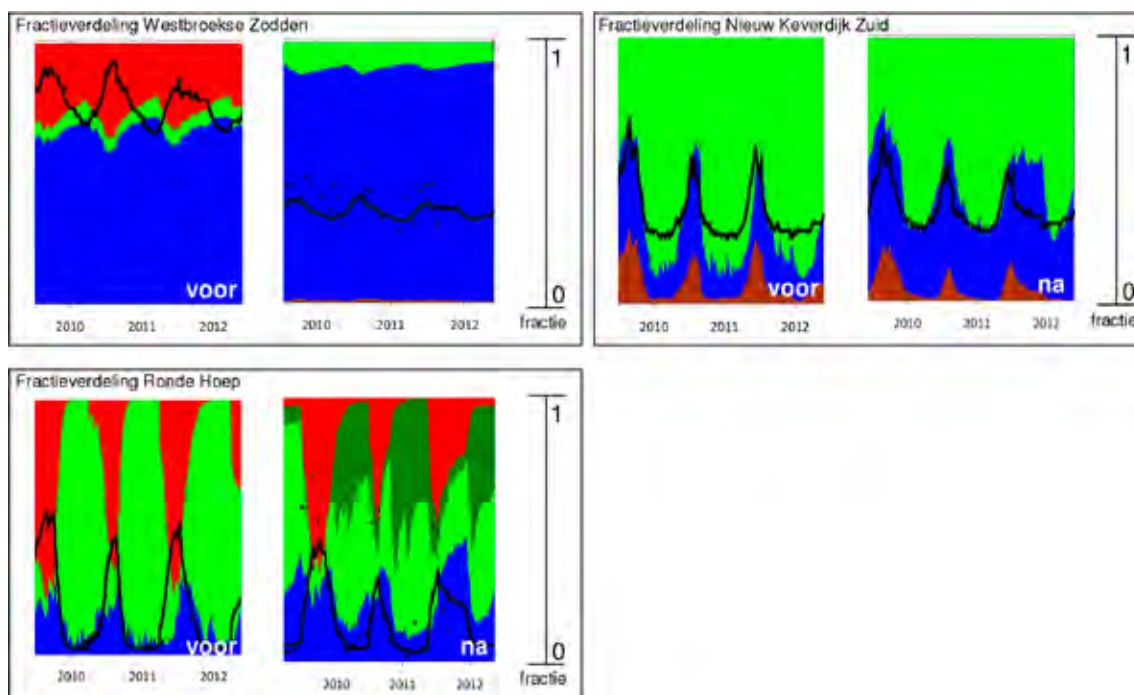
AFBEELDING 2.3.3 UITLATEN VAN WATER MIDDELS EEN HANDMATIGE STUW.

**WINST OP UITLAAT IN MEREN EN Plassen HET GROOTST**

In de Loenderveense Plas en Botshol hoeft bijna geen water meer uitgelaten te worden. In Botshol was er ook voor het instellen van flexibel peilbeheer bijna geen uitlaat nodig vanwege de wegzijging. In Muyevelde levert een peilmarge van 15 cm een afname in de benodigde uitlaat op van gemiddeld 1,8 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Per jaar hoeft gemiddeld 11% minder uitgelaten te worden. In een nat jaar als 2001 is de winst ongeveer 9% ten opzichte van de benodigde uitlaat bij vast peil. In 2012 hoefde 18% minder uitgelaten te worden.

**UITLAATCAPACITEIT MOET WORDEN GEHANDHAAFD**

Het instellen van een flexibel peilbeheer leidt niet tot een besparing in de benodigde uitlaatcapaciteit. Hiervoor zijn extremen in neerslag maatgevend. Als het maximumpeil eenmaal bereikt is, is de uitlaat bij aanhoudende neerslag niet anders dan in de situatie zonder flexibel peilbeheer. In sommige gebieden kan wel op de inlaatcapaciteit worden bespaard. Extremen in droogte zijn minder groot dan extremen in neerslag. Op droogte kan bovendien beter worden geanticipeerd door de waterbeheerder door al water in te laten voordat het minimumpeil is bereikt.



AFBEELDING 2.4.1 FRACTIEVERDELING IN DE WESTBROEKSE ZODDEN (LINKSBOVEN), NIEUW KEVERDIJKSE POLDER ZUID (RECHTSBOVEN), RONDE HOEP (LINKSONDER) EN NIEUW KEVERDIJKSE POLDER NOORD (RECHTSONDER) VOOR EN NA HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER: BLAUW: REGENWATER, LICHTGROEN: UITSPOELING UIT PERCELEN, DONKERGROEN: AFSPOELING UIT PERCELEN, ROOD: INLAATWATER, BRUIN: KWEL. DE FRACTIEVERDELING LAAT DE GEMIDDELDE WATERSAMENSTELLING ZIEN OP ELK MOMENT IN DE TIJD. DE ZWARTE LIJN GEEFT DE BEREKENDE CHLORIDECONCENTRATIE WEER. DE ZWARTE PUNTJES ZIJN DE GEMETEN CHLORIDECONCENTRATIES. IN DE WESTBROEKSE ZODDEN NEEMT HET AANDEEL INLAATWATER AF ALS GEVOLG VAN HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER. HET AANDEEL REGENWATER EN UITSPOELING PERCELEN NEEMT TOE. IN NIEUW KEVERDIJKSE POLDER ZUID NEEMT HET AANDEEL UITSPOELING PERCELEN AF ALS GEVOLG VAN HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER. HET AANDEEL REGENWATER NEEMT HIER TOE. IN DE RONDE HOEP NEEMT HET AANDEEL UITSPOELING PERCELEN AF ALS GEVOLG VAN HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER EN HET OPZETTEN VAN HET WATERPEIL. HET AANDEEL REGENWATER EN AFSPOELING PERCELEN NEEMT HIER TOE.

GEBIED	CHLORIDE (MG/L)	CHLORIDE (MG/L)	% TOE- OF AFNAME
	REFERENTIE	FLEXIBEL PEILBEHEER	
Botshol	836	804	-4
Loenderveense Plas	35	35	+/-0
Middelpolder	270	200	-26
Muyeveld	61	55	-10
Nieuw Keverdijkse polder Noord (16.6)	115	112	-3
Nieuw Keverdijkse polder Zuid (16.7)	132	138	+5
Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven	38	13	-66
Ronde Hoep	231	186	-19
Westbroekse Zodden	34	13	-62

TABEL 2.4 CHLORIDECONCENTRATIE (MG/L) BEREKENET MET DE WATERBALANS OP BASIS VAN HET (THEORETISCH) REFERENTIEPEIL EN OP BASIS VAN FLEXIBEL PEILBEHEER, ZOALS INGESTELD IN HET GEBIED. VOOR DE GROENE JONKER WAS HET NIET GOED MOGELIJK DE CHLORIDECONCENTRATIE VOOR HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER TE BEREKENEN MET DE WATERBALANS.

## 2.4 VERANDERING WATERSAMENSTELLING

De verschuivingen in de waterbalans door het invoeren van flexibel peilbeheer heeft ook invloed op de stoffenbalans en de oppervlaktewaterkwaliteit in de flexipeilgebieden. Hoe de optelsom van alle veranderingen uitpakt voor de uiteindelijke stofconcentraties verschilt sterk per parameter en per gebied.

### **VERANDERING VAN WATERSAMENSTELLING: MEER INVLOED REGENWATER EN GEBIEDSEIGEN WATER**

Het instellen van een flexibel peilbeheer leidt tot een toename van het aandeel neerslagwater en perceelwater en een afname van het aandeel inlaatwater, tenzij het instellen van een flexibel peilbeheer samen gaat met het sterk verlagen van het waterpeil. Lagere peilen in de zomer als gevolg van het instellen van een flexibel peilbeheer zorgen voor een toename van kwel of een afname van infiltratie. Andersom zorgt een hoger peil in de winter als gevolg van het instellen van een flexibel peilbeheer voor een afname van kwel of een toename van infiltratie. In kwelgebieden leidt het instellen van een flexibel peilbeheer tot een toename van het aandeel kwelwater, tenzij een flexibel peilbeheer wordt ingesteld in een deel van het gebied zoals in enkele petgaten in de Westbroekse Zodden. In de Westbroekse Zodden leidde het isoleren van enkele petgaten juist tot een afname van het aandeel kwel. Om de toevoer van kwelwater te behouden is het voor dit gebied aan te bevelen om in het gehele peilvak flexibel peilbeheer in te stellen.

### **WELKE GEBIEDSKENMERKEN ZIJN VAN BELANG?**

In gebieden met veel open water is de uitwisseling van water met de omgeving en met het diepere grondwater bepalend voor gevolgen van flexibel peilbeheer. De mate waarin het peilbeheer de kwel- en/of infiltratieflux beïnvloedt hangt af van de doorlatendheid van de ondergrond. In gebieden met veel landoppervlak en minder open water zijn de verandering in de wisselwerking tussen het ondiepe grondwater, het maaiveld en het oppervlaktewater relatief belangrijk. Relevante kenmerken zijn de schaal (één petgat of geheel peilvak), de verhouding water-land, de kwel- of infiltratieflux en de doorlatendheid van de ondergrond.

### **FLEXIBEL PEILBEHEER IS VAAK GUNSTIG, MAAR PAS OP!**

In het algemeen is flexibel peilbeheer gunstig voor de waterkwaliteit, tenzij er naast het inlaatwater nog andere belangrijke bronnen van chloride, fosfor, stikstof en/of sulfaat zijn. Door de langere verblijftijden blijven incidentele belastingen van het oppervlaktewater langer in het gebied hangen. Ook wordt de invloed van de overgebleven bronnen op de concentraties groter door de toegenomen relatieve invloed van verdamping. De mogelijke toename van de invloed van kwel is een risicofactor. Ook de toename van oppervlakkige afstroming en grondwateruitspoeling via de bouwvoor is een risico, vooral in (voormalige) landbouwgebieden met hoge concentraties in de bouwvoor. Actieve bemesting in natte perioden (met name februari-mei) in combinatie met flexibel peilbeheer is ongunstig voor de waterkwaliteit als het flexibele peilbeheer leidt tot inundatie en/of meer oppervlakkige/ondiepe afstroming.

### **HOE SNEL GAAT HET?**

De snelheid waarmee de watersamenstelling verandert, is afhankelijk van de verblijftijd. De verblijftijd verschilt sterk tussen de gebieden. In de geïsoleerde waterrijke gebieden als de Loenderveense Plas (gemiddelde verblijftijd 800 tot 900 dagen) en de geïsoleerde petgaten in de Westbroekse Zodden (gemiddelde verblijftijd 500 dagen) verandert de watersamenstelling langzaam, terwijl de watersamenstelling in veenweidegebieden als de Middelpolder en Ronde Hoep (beide 80 dagen) sneller verandert.





AFBEELDING 3.0.1. ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN (ESF) VOOR ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN. WATERPLANTEN HEBBEN LICHT NODIG (ESF 1 EN 2). DAARNAAST MAG DE WATERBODEM NIET TE PRODUCTIEF OF TOXISCH ZIJN (ESF 3). FLEXIBEL PEILBEHEER BEÏNVLOEDT DE NUTRIËNTENBELASTING, KRITISCHE NUTRIËNTENBELASTING EN VERBLIJFTIJD (ESF 1) EN DE SULFAAT-BELASTING (ESF 3) (38).



AFBEELDING 3.0.2 ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN HELPEN EEN GOEDE WATERKWALITEIT IN STAND TE HOUDEN. ZE VORMEN BOVENDIEN EEN HABITAT VOOR VIS EN MACROFAUNA

## 3



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

## EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER OP OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT

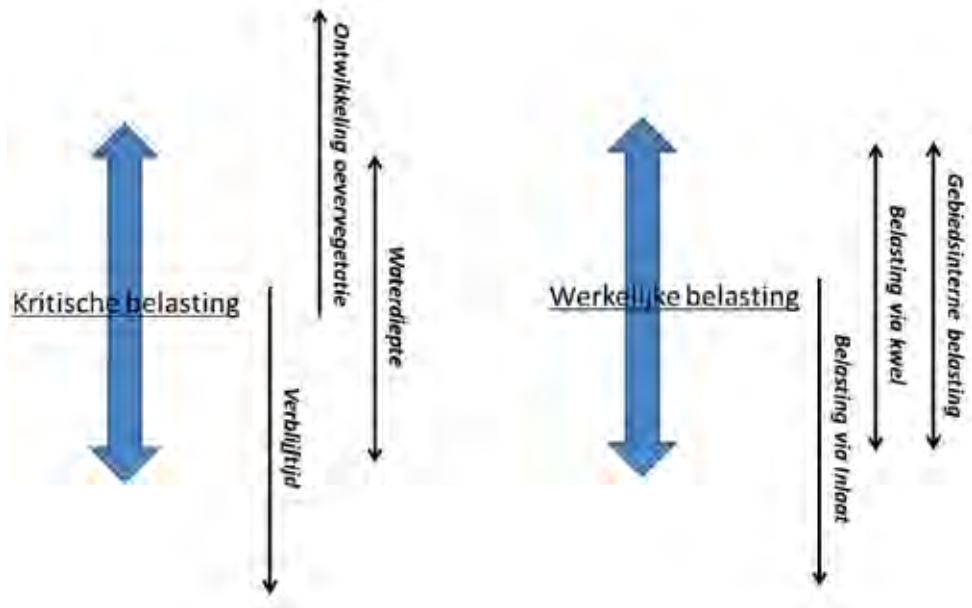
In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de effecten van het instellen van flexibel peilbeheer op de (oppervlakte)waterkwaliteit zijn bepaald. Het uitgangspunt is dat de waterkwaliteit een randvoorwaarde is voor de ecologische kwaliteit (van het oppervlaktewater). De ecologische kwaliteit wordt voor een belangrijk deel bepaald door het wel of niet voorkomen van waterplanten: ondergedoken waterplanten in het water en oeverplanten in de oeverzone. Ondergedoken waterplanten zijn afhankelijk van een goede waterkwaliteit, maar ze kunnen een goede waterkwaliteit ook in stand te houden. De productiviteit in het water (wel of geen algen of kroos), het lichtklimaat in bredere zin en de samenstelling van de waterbodem zijn belangrijke voorwaarden of (ecologische) sleutelfactoren voor ondergedoken waterplanten [38].

### PRODUCTIVITEIT OPPERVLAKTEWATER

De nutriëntenbelasting bepaalt in veel gevallen de primaire productie (door waterplanten, algen of kroos) en daarmee de waterkwaliteit in watersystemen. Een belangrijke factor hierbij is de gebiedspecifieke kritische nutriëntenbelasting [21]. Bij een belasting hoger dan de kritische belasting domineren algen en kroos. Bij een belasting onder de kritische grenzen domineren ondergedoken waterplanten. Flexibel peilbeheer heeft invloed op verschillende bronnen die bijdragen aan de belasting. Het instellen van een flexibel peilbeheer beïnvloedt de inlaat van gebiedsvreemd water (vooral van belang in meren en plassen), de uit- en afspoeling van water uit percelen (vooral van belang in lijnvormige wateren) en de nalevering van nutriënten vanuit de waterbodem. Flexibel peilbeheer heeft bovendien invloed op de kritische belasting, omdat de waterdiepte verandert, de verblijftijd toeneemt en het areaal oeverplanten toeneemt.

### FOCUS OP FOSFOR

De focus ligt in dit onderzoek op fosfor. Ten eerste omdat fosfor vaak limiterend is voor de primaire productie. Ten tweede omdat sturing op stikstof de groei van blauwalgen in de hand kan werken. Blauwalgen zijn in staat om onder stikstofgelimiteerde omstandigheden stikstof uit de lucht te fixeren. Daarmee hebben ze een competitief voordeel ten opzichte van andere algen.



FIGUUR 3.1 SCHEMATISCHE VOORSTELLING EFFECTEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER OP DE KRITISCHE EN DE WERKELIJKE NUTRIËNTENBELASTING. DE ZWARTE PIJLEN GEVEN DE RANGES VAN DE VERSCHILLENDE STURENDE FACTOREN EN PROCESSEN AAN, MET DE RICHTING(EN) VAN HUN EFFECTEN.[41]



AFBEELDING 3.0.3 HET UITRIJDEN VAN MEST OP HET LAND IS VAN INVLOED OP DE EXTERNE NUTRIËNTENBELASTING VAN HET OPPERVLAKTEWATER. BOVEN: UITRIJDEN VAN MEST. ONDER: OPGEDROOGDE MEST.

### **LICHTKLIMAAT**

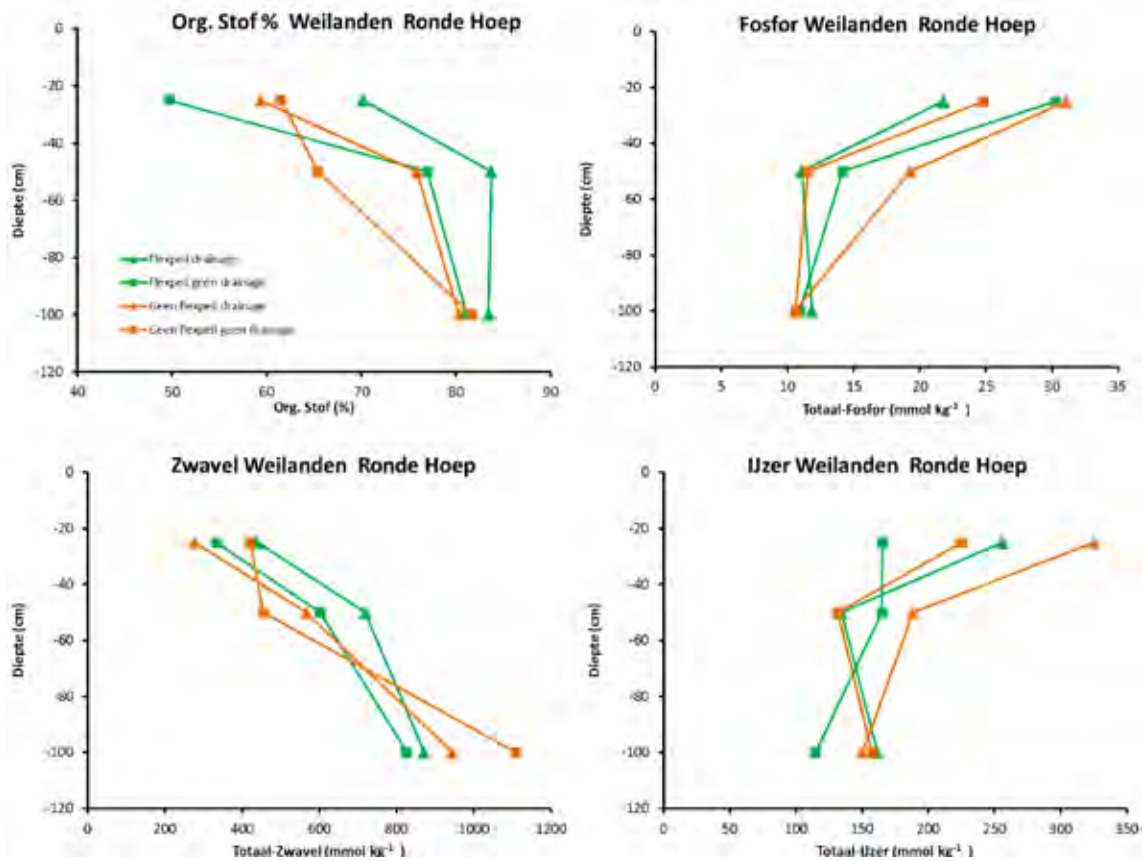
Als de nutriëntenbelasting voldoet en de algenconcentratie voldoende laag is, kunnen andere aspecten van het lichtklimaat nog beperkend zijn voor het herstel van ondergedoken waterplanten. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van de aanwezigheid van gesuspendeerd fijn slib en/of bodemwoelende vis. Het instellen van een flexibel peilbeheer heeft slechts een beperkt effect op het lichtklimaat. In watersystemen waar het lichtklimaat niet voldoet, heeft alleen het instellen van flexibel peilbeheer een beperkt effect op de waterkwaliteit.

### **WATERBODEM**

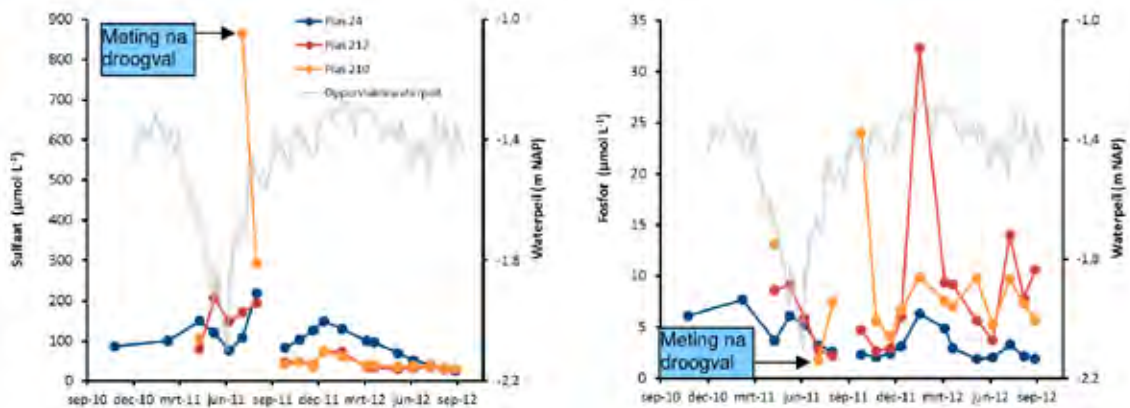
Ten slotte kan de waterbodem beperkend zijn voor herstel van ondergedoken waterplanten. De waterbodem kan bijdragen aan de nutriëntenbelasting door nalevering van nutriënten. Daarnaast kan de waterbodem toxisch zijn voor veel ondergedoken waterplanten. Dit is het gevolg van vorming van toxisch sulfide en ammoniak. Het instellen van een flexibel peilbeheer heeft slechts een beperkt effect op processen in de waterbodem. Flexibel peilbeheer kan wel zorgen voor een toe- of afname van de sulfaatbelasting, die van invloed is op de processen in de waterbodem.

### **BIJDRAGE SULFAAT EN IJZER**

Het gedrag van de waterbodem (interne nalevering en toxiciteit) wordt met name door de sulfaatbelasting bepaald. Daarnaast is de beschikbaarheid van ijzer van belang. De sulfaatbelasting is bepalend voor de afbraak van organisch materiaal en voor de interne nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem. Peilveranderingen hebben invloed op de af- en uitspoeling van sulfaat vanuit de oevers en op de inlaat van sulfaat.



AFBEELDING 3.1.1 DE FRACTIE ORGANISCH STOF EN CONCENTRATIES TOTAAL-P, TOTAAL-S EN TOTAAL-FE IN DE BODEM OP VERSCHILLENDE DIEPTES IN DE RONDE HOEP. HET HOGE TOTAAL P IN DE BOVENSTE 50 CM IS HET GEVOLG VAN BEMESTING EN VAN VEENOXIDATIE. HET LAGE ZWAVELGEHALTE IN DE BOVENSTE 50 CM IS HET GEVOLG VAN UITSPOELING NA OXIDATIE (41).



AFBEELDING 3.1.2 TOENAME SULFAATCONCENTRATIE (LINKS) EN AFNAME FOSFAATCONCENTRATIE (RECHTS) DOOR OXIDATIE NA DROOGVAL IN EEN PLASJE IN NIEUWE KEURDIJKSE POLDER NOORD. ZOWEL HET FOSFOR- ALS HET IJZERGEHALTE WAREN NA DROOGVAL HET LAAGST IN DE REEKS (41).

### 3.1 VORMING VAN STOFFEN IN DE OEVERZONE

De uit- en afspoeling van stoffen uit percelen is bepalend voor de waterkwaliteit in de gebieden met een groot aandeel sloten of petgaten. De belasting van het water met ijzer en zwavel is van belang voor de interne nalevering van nutriënten uit de waterbodem. Stikstof en fosfor dragen bij aan de externe nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Voor de uitspoeling van stoffen uit percelen naar het water zijn drie voorwaarden belangrijk: 1) de aanwezigheid van de stoffen in de bodem, 2) geochemische processen in de oeverzone die ervoor zorgen dat de stoffen mobiel worden en 3) transport van de gemobiliseerde stoffen naar het oppervlaktewater. In dit hoofdstuk leggen we de relatie tussen de geochemische processen in de oeverzone met flexibel peilbeheer uit. In het volgende hoofdstuk gaan we in op het transport.

#### AANWEZIGHEID VAN STOFFEN BELANGRIJKE VOORWAARDE

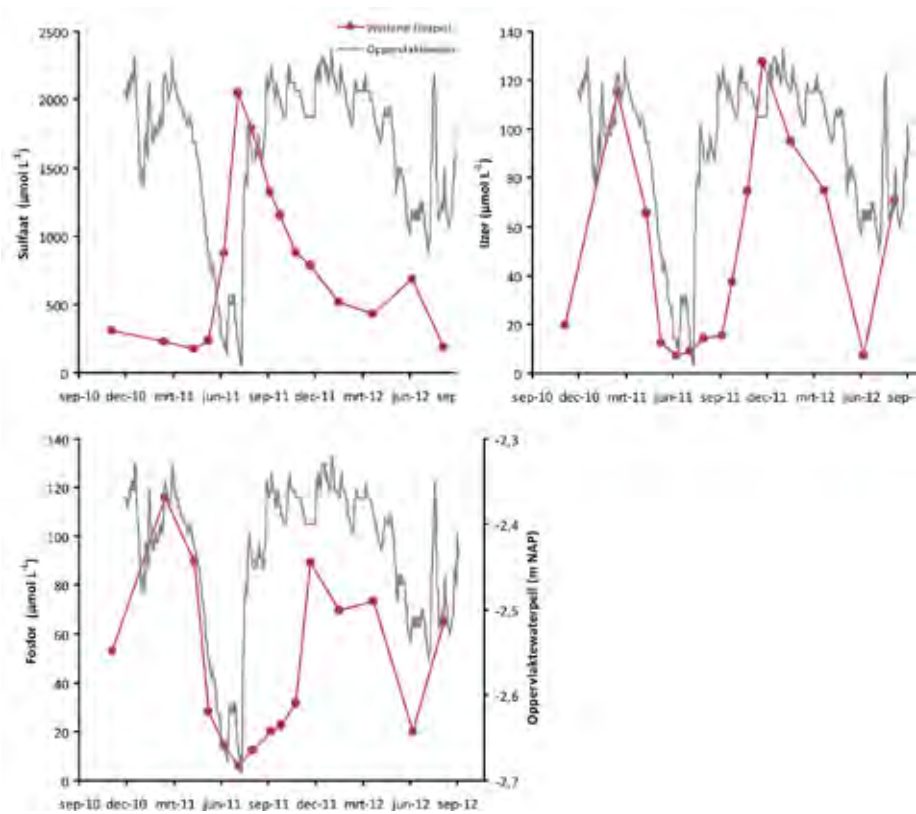
De Ronde Hoep en Middelpolder bestaan uit zwavelrijke veenbodems, waarvan de toplaag sterk verrijkt is met fosfor als gevolg van het landbouwkundige gebruik en de historische veenoxidatie. Hier zien we dat nattere condities in de percelen leiden tot hogere fosforgehaltes en lagere sulfaatconcentraties in zowel het bodemvocht in de oevers als in het oppervlaktewater. Drogere condities hebben het omgekeerde effect. Veel veenweidegebieden hebben een vergelijkbaar karakteristiek bodemprofiel. Veel ijzer en fosfor in de toplaag, veel zwavel daaronder. In gebieden als de Westbroekse Zodden en de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven met veel minder zwavel en fosfor in de bodem, is de invloed van natte en droge concentraties op de gemeten concentraties van deze stoffen in bodemvocht en oppervlaktewater veel minder groot.

#### PROCESSEN BEPALEND VOOR VRIJKOMEN VAN STOFFEN

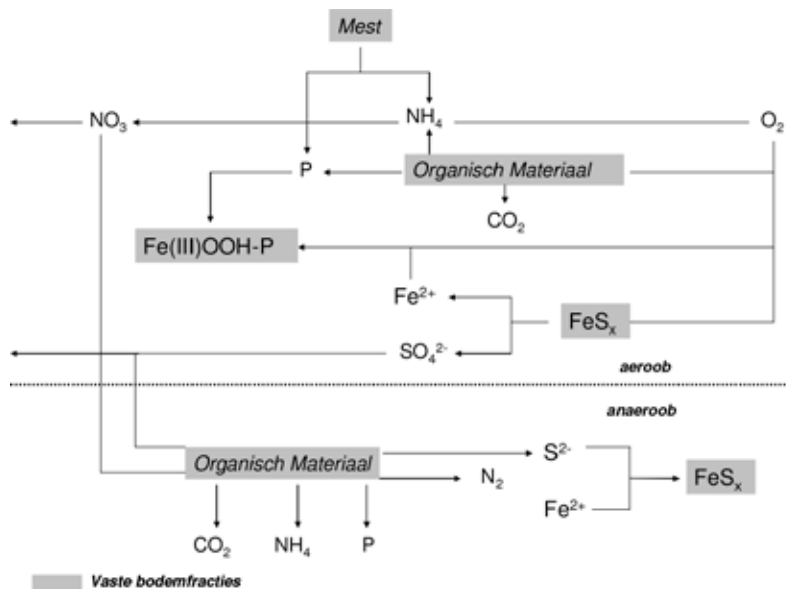
De veranderingen in de grondwaterstand zijn bepalend voor de processen, waarbij stoffen in de bodem mobiel kunnen worden. Het instellen van flexibel peilbeheer heeft vooral gevolgen voor de grondwaterstand in de oeverzone. Lage grondwaterstanden in de oeverzone leiden tot oxidatieprocessen. Het water in de bodem verdwijnt en lucht met zuurstof dringt door in het bodemprofiel. Bij hogere waterstanden gebeurt het omgekeerde. Lucht wordt vervangen door water in de bodem, waardoor zogenaamde reductieprocessen gaan overheersen.

Voor de vorming van ijzer en fosfaat in het bodemvocht is met name de verandering in grondwaterstand van belang. Een belangrijk deel van het fosfaat is gebonden aan ijzer. Deze verbinding is gevoelig voor een afname van de zuurstofbeschikbaarheid. Een toename van de grondwaterstand leidt tot het vrij komen van fosfaat en ijzer. In vrijwel alle gebieden is sprake van een peilverhoging in de winter en soms ook in de zomer als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer. Dit zorgt voor een hogere grondwaterstand in de oeverzone en als gevolg daarvan een verhoogde beschikbaarheid van fosfaat en ijzer.

Voor de vorming van sulfaat in het bodemvocht is met name de verandering in grondwaterstand in de zomer van belang. Lagere grondwaterstanden zorgen voor veen- of pyrietoxidatie in de bodem, waarbij zwavelverbindingen geoxideerd worden tot sulfaat. In een aantal gebieden is sprake van een beperkte peilverlaging in de zomer als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer. Dit zorgt voor een lagere grondwaterstand in de oeverzone en als gevolg daarvan voor een licht verhoogde beschikbaarheid van sulfaat. In de gebieden waar het waterpeil wordt opgezet, zoals de Ronde Hoep wordt juist veel minder zwavel gevormd in het bodemvocht. De kleibodem in de Groene Jonker is van origine rijk aan zwavel en ijzer. Door diepe ontwatering in het verleden is veel sulfaat gevormd. De vernatting leidt tot een geleidelijke afname van de sulfaatconcentraties in het bodemvocht.



AFBEELDING 3.1.3 RELATIE TUSSEN FOSFAAT, IJZER EN SULFAAT IN HET BODEMVOCHT EN DE WATERSTAND IN HET PERCEEL MIDDELPOLDER (5 METER VANUIT DE SLOOTKANT). LAGE WATERSTAND LEIDT TOT MOBILISATIE SULFAAT, HOGE WATERSTAND TOT MOBILISATIE FOSFOR EN IJZER.



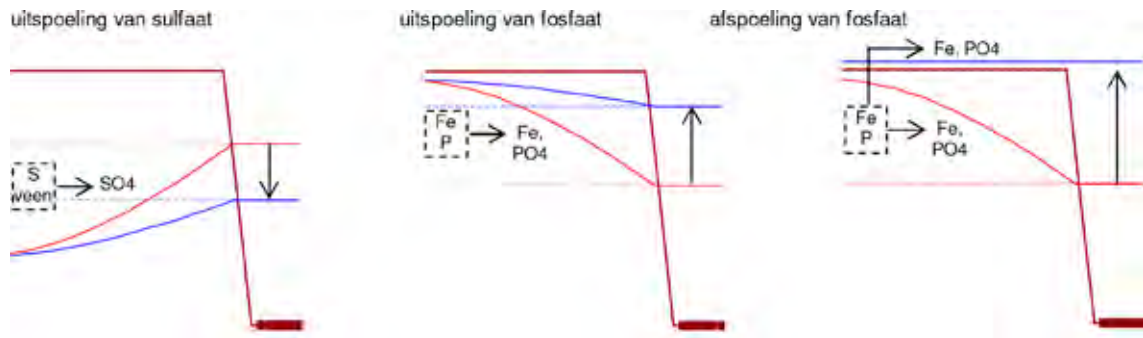
AFBEELDING 3.1.4 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE DOMINANTE PROCESSEN GEDURENDE LAGERE EN HOGERE GRONDWATERSTANDEN IN DE TOPLAAG VAN DE BODEM. (B-WARE, INTERNE BODEM-PROCESSEN EN WATERKWALITEIT. 2012). LAGERE GRONDWATERSTANDEN LEIDEN TOT EEN GROTERE AEROBE ZONE. HIERBIJ KAN NO<sub>3</sub> EN SO<sub>4</sub> VRIJKOMEN. HOGERE GRONDWATERSTANDEN LEIDEN TOT EEN GROTERE ANAEROBE ZONE. HIERBIJ KAN NH<sub>4</sub> EN PO<sub>4</sub> VRIJKOMEN. OF DE STOFFEN VRIJKOMEN HANGT AF VAN DE AANWEZIGHEID VAN DEZE STOFFEN EN VAN ORGANISCH MATERIAAL (GRIJS).

De gevolgen van indringing van oppervlaktewater op de samenstelling van het bodemvocht in de oever zijn beperkt. Voor zeer voedselarme bodems kan indringing van oppervlaktewater in de oeverzones leiden tot een toename van de nutriëntenbeschikbaarheid. Dit is bijvoorbeeld gevonden voor een oeverzone in de Oostelijke binnenpolder van Tienhoven. Omdat het oppervlaktewater hier ook relatief arm is aan nutriënten is ook het effect op de nutriëntenbeschikbaarheid erg gering. Voor Botshol werd verder nog aangetoond dat de oeverzones van de veenmosrietlanden tot op ongeveer 1 meter uit de oevers werden beïnvloed door het licht brakke oppervlaktewater. De oeverzone was duidelijk meer gebufferd en rijker aan ionen.

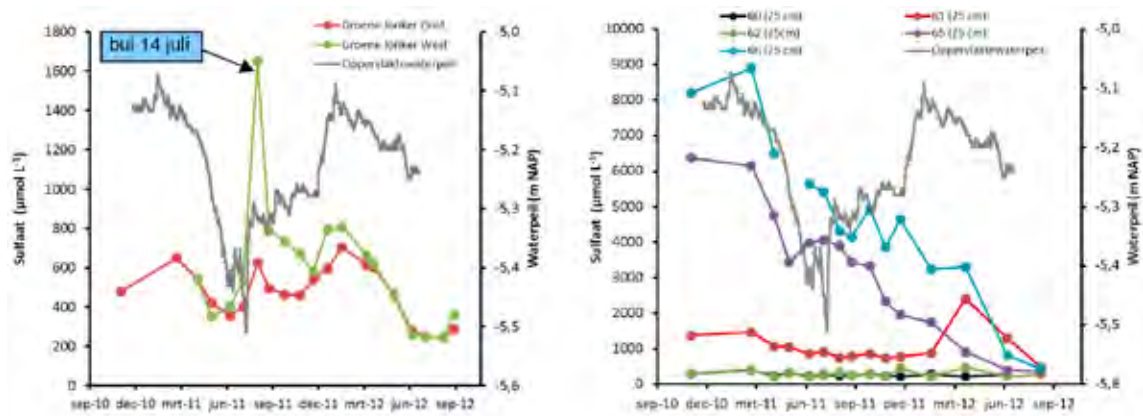
### **DROOGVAL**

Flexibel peilbeheer kan tot gevolg hebben dat grote delen van een gebied droog vallen. Droogval leidt tot oxidatie van de waterbodem, waarbij sulfaat kan worden gemobiliseerd en fosfaat kan worden vastgelegd. Omdat in de meeste onderzochte gebieden sprake is van peilen die gemiddeld vergelijkbaar zijn met de referentie of hoger zijn dan de referentie, komt niet of nauwelijks droogval voor. In Nieuwe Keverdijkse polder Noord is het peil in het droge voorjaar van 2011 incidenteel uitgezakt tot -2,00 m NAP, waardoor een plasje kort is drooggevallen. Dit was het gevolg van werkzaamheden voor het instellen van flexibel peilbeheer later in het jaar. Hier is het potentiële effect van droogval goed zichtbaar. De sulfaatconcentratie in het plasje neemt na droogval sterk toe (toename van 100 tot 900  $\mu\text{mol/l}$ ), terwijl de concentraties fosfaat (afname van 13 tot 1  $\mu\text{mol/l}$ ) en ijzer (niet afgebeeld) zeer laag worden. In de Groene Jonker lijkt iets vergelijkbaars te gebeuren. Ook hier neemt de sulfaatconcentratie sterk toe. De toename van sulfaat is in de Groene Jonker waarschijnlijk geen gevolg van droogval. De polder is in gebruik geweest als landbouwgrond. Het waterpeil stond in het verleden veel lager dan nu. Door de diepe ontwatering, de wegzijging naar het westen en de aanwezigheid van pyriet in de bodem is in het verleden veel sulfaat gevormd. Het ligt voor de hand dat een deel van dit sulfaat na de hevige bui op 14 juli 2012 door uitspoeling in het oppervlaktewater is gekomen.





AFBEELDING 3.2.1 UITSPOELING VAN FOSFAAT EN SULFAAT IN RELATIE TOT DE GRONDWATERSTAND. DE VORMING VAN SULFAAT HANGT AF VAN HET ZWAVELGEHALTE (IN VEEN OF KLEI) EN HET ZOMERPEIL (LAGER PEIL -> MEER OXIDATIE -> MEER SULFAAT). DE VORMING VAN FOSFAAT HANGT AF VAN DE HOEVEELHEID IJZERFOSFAAT EN HET WINTERPEIL (HOGER PEIL -> MEER REDUCTIE -> MEER FOSFAAT). TRANSPORT VERLOOPT VIA GRONDWATERSTROMEN (UITSPOELING). INUNDATIE LEIDT TOT HET VRIJKOMEN VAN EEN VEEL GROTER DEEL VAN HET IJZERGEBONDEN FOSFAAT, OMDAT EEN GROTERE ZONE WORDT BE-INVLOED. DAARNAAST LEIDT INUNDATIE TOT EEN VERSNELD TRANSPORT (AFSPOELING).



AFBEELDING 3.2.2 SULFAATTOENAME IN HET OPPERVLAKTEWATER VAN DE GROENE JONKER ALS GEVOLG VAN UITSPOELING NA EEN HEVIGE BUI ROND 14 JULI 2011 (LINKS). ONDUIDELIJK IS OF DIT SULFAAT GEVORMD IS DOOR OXIDATIE TIJDENS DE VOORGAANDE DROGE PERIODE OF AL VEEL EERDER ALS GEVOLG VAN DE DIEPE ONTWATERING VOOR HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER. BODEMVOCHTMETINGEN IN HET OOSTELIJK DEEL LATEN ZIEN DAT ER IN HET VERLEDEN LOKAAL VEEL SULFAAT MOET ZIJN GEMOBILISEERD IN DE BOVENSTE 25 CM. DIT SULFAAT SPOELT LANGZAAM UIT ALS GEVOLG VAN HET HOGER INGESTELDE PEIL (RECHTS).

### 3.2 TRANSPORT VAN STOFFEN NAAR HET OPPERVLAKTEWATER

#### TRANSPORT VAN STOFFEN VAN GROND- NAAR OPPERVLAKTEWATER NEEMT AF

Voor het transport van stoffen van water uit de percelen naar het oppervlaktewater zijn grofweg twee routes van belang: uitspoeling via het grondwater (trage route) door het perceel en oppervlakkige afspoeling van water over het perceel (snelle route)

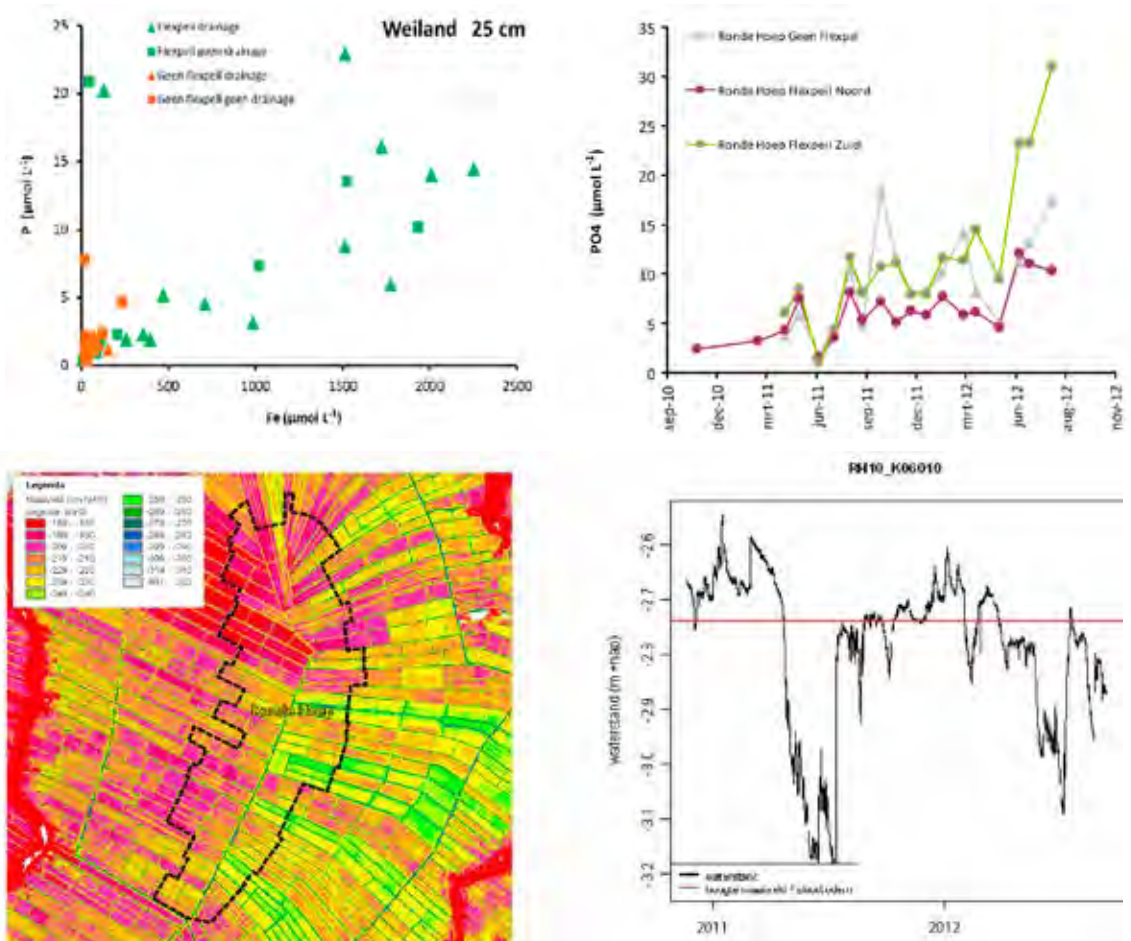
- uitspoeling: het instellen van flexibel peilbeheer leidt tot minder uitspoeling naar het oppervlaktewater. Het gaat om een afname van de waterflux van 50% tot 70% in de gebieden waar het oppervlaktewaterpeil ongeveer gelijk is gebleven ten opzicht van de referentie. Dit komt doordat het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand kleiner wordt;
- afspoeling: het instellen van een flexibel peilbeheer leidt in de Groene Jonker, Middelpolder en de Ronde Hoep tot (veel) meer afspoeling. Dit is het gevolg van het opzetten van het oppervlaktewaterpeil met 40 tot 50 cm ten opzichte van de referentie. Het gaat om een toename van meer dan 90%. In de Groene Jonker overstromen grote delen van het gebied in de winter als gevolg van de peilverhoging. Dit vergroot het transport van grondnaar oppervlaktewater natuurlijk enorm;
- af- en uitspoeling: als we de af- en uitspoeling samen nemen, zien we dat in de meeste gebieden minder water uit de percelen naar het oppervlaktewater stroomt. In de Middelpolder is de totale winst beperkt (-15%). In de Ronde Hoep (-55%) en Nieuwe Keverdijkse polder (-60% tot -90%) is de winst groot. In de Westbroekse Zodden en Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven is er sprake van een beperkte toename (+10%) van water uit de percelen, maar hier is het aandeel af- en uitspoeling klein. In de Groene Jonker neemt het aandeel af- en uitspoeling fors toe door inundatie.

#### IN VERHOUDING MEER AFSPOELING VANUIT PERCELEN TEN OPZICHTE VAN UITSPOELING

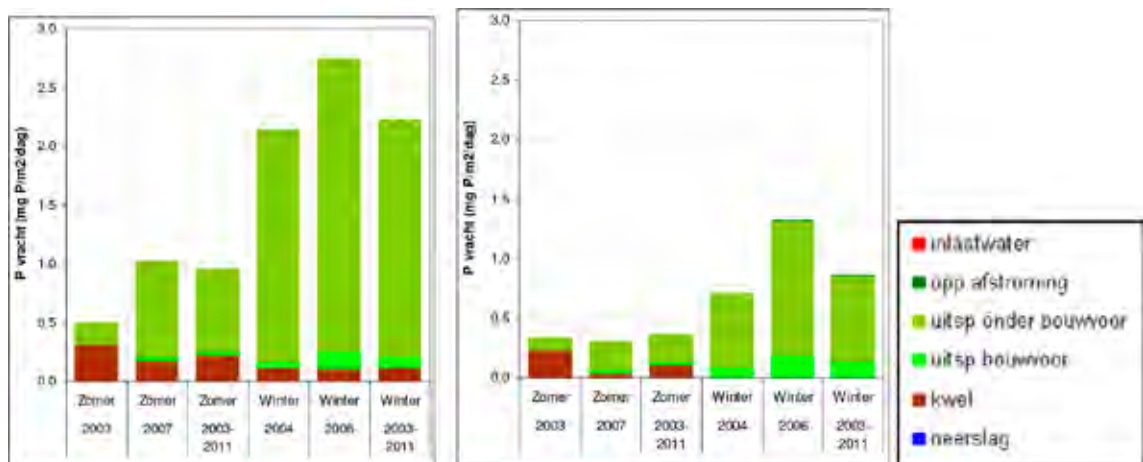
We hebben gezien dat het instellen van flexibel peilbeheer in de meeste gebieden tot minder af- en uitspoeling van stoffen vanuit de percelen naar het oppervlaktewater leidt. In sommige gebieden verandert de verhouding tussen af- en uitspoeling. Dit is van belang, omdat de fosforconcentratie in het afspoelende water vaak hoger is dan in het uitspoelende water. Het aandeel afspoeling (van het water dat uit de percelen naar het oppervlaktewater stroomt) neemt toe in de Middelpolder (van 5% tot 50%), de Ronde Hoep (van 0% tot 50%) en Nieuwe Keverdijkse polder Noord (van 0% tot 10%). Het is niet goed gelukt om een precieze kwantificering van de stofstromen te maken. We verwachten op grond van bovenstaande dat als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer de fosforbelasting uit de percelen door af- en uitspoeling in Nieuwe Keverdijkse polder Noord afneemt (veel minder transport, iets meer afspoeling), in de Ronde Hoep ongeveer gelijk blijft of iets afneemt (minder transport, meer afspoeling) en in de Middelpolder toeneemt (iets minder transport, meer afspoeling).

#### INUNDATIE EN OVERSTROMING

Als hogere waterpeilen tot overstroming leiden kan een veel groter deel van het gebied onder invloed komen te staan van oppervlaktewater. Langdurige overstroming kan tot gereduceerde omstandigheden leiden in het bovenste deel van het perceel. Als gevolg hiervan komt er in fosfaatrijke bodems meer ijzergebonden fosfaat vrij. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de Ronde Hoep, maar vooral in de Groene Jonker. In de periode rond 14 juli 2011 is veel neerslag gevallen. Hierdoor is tijdelijk water op de percelen blijven staan, waardoor lokaal veel stoffen via uit- en afspoeling in het oppervlaktewater terecht zijn gekomen.



AFBEELDING 3.3.1 HOGE FOSFOR- EN IJZERCONCENTRATIES IN DE TOPLAAG VAN DE NATTE WEILANDEN (MET FLEXIBEL PEIL) IN DE RONDE HOEP (LINKSBOVEN). TOENAME P-CONCENTRATIE IN RONDE HOEP ALS GEVOLG VAN UITSPOELING IN DE NATTE ZOMER VAN 2012 (RECHTSBOVEN). VERMOEDELIIK IS DE TOENAME MEDE HET GEVOLG VAN AFSPOELING VAN WATER VAN DE PERCELEN. HET ZUIDOOSTELIJK DEEL VAN HET RESERVAATSGEBIED LIGT HET LAAGST (LINKSONDER). ALS GEVOLG DAARVAN INUNDEERT DIT DEEL PERIODIEK (RECHTSONDER).



AFBEELDING 3.3.2 NIEUW KEVERDIJKSE POLDER ZUID; AFNAME EXTERNE P-BELASTING NA HET INSTELLEN VAN FLEXIBEL PEILBEHEER ALS GEVOLG VAN VERMINDERDE UITSPOELING VAN PERCEEL NAAR OPPERVLAKTEWATER IN EEN GEBIED MET EEN GROOT AANDEEL PERCELEN.

### 3.3 VERANDERING IN EXTERNE NUTRIËNTENBELASTING

In dit hoofdstuk beschouwen we het effect van flexibel peilbeheer op de externe nutriëntenbelasting. Dit is het deel van de nutriëntenbelasting dat verbonden is aan waterstromen, zoals kwel, af- en uitspoeling en inlaat. De nutriëntenbelasting (in mg/m<sup>2</sup>.d) is de vracht fosfaat of stikstof (mg) die het wateroppervlak (m<sup>2</sup>) belast gedurende een bepaalde periode (dag). De nutriëntenbelasting wordt bepaald per m<sup>2</sup>, omdat de primaire productie bepaald wordt door de hoeveelheid licht over een bepaald oppervlak (W/m<sup>2</sup>). Het instellen van een flexibel peilbeheer leidt in alle onderzoeksgebieden tot een afname van de inlaat van nutriënten en tot een afname van de uitspoeling van nutriënten uit percelen. In gebieden waar het waterpeil structureel omhoog gaat (Nieuwe Keverdijkse polder Noord, Ronde Hoep, Groene Jonker) en in de Middelpolder) leidt het instellen van een flexibel peilbeheer tot een toename van afspoeling van nutriënten. In sommige gebieden neemt de invloed van kwel iets toe.

#### AFNAME NUTRIËNTENBELASTING ALS GEVOLG VAN INLAAT

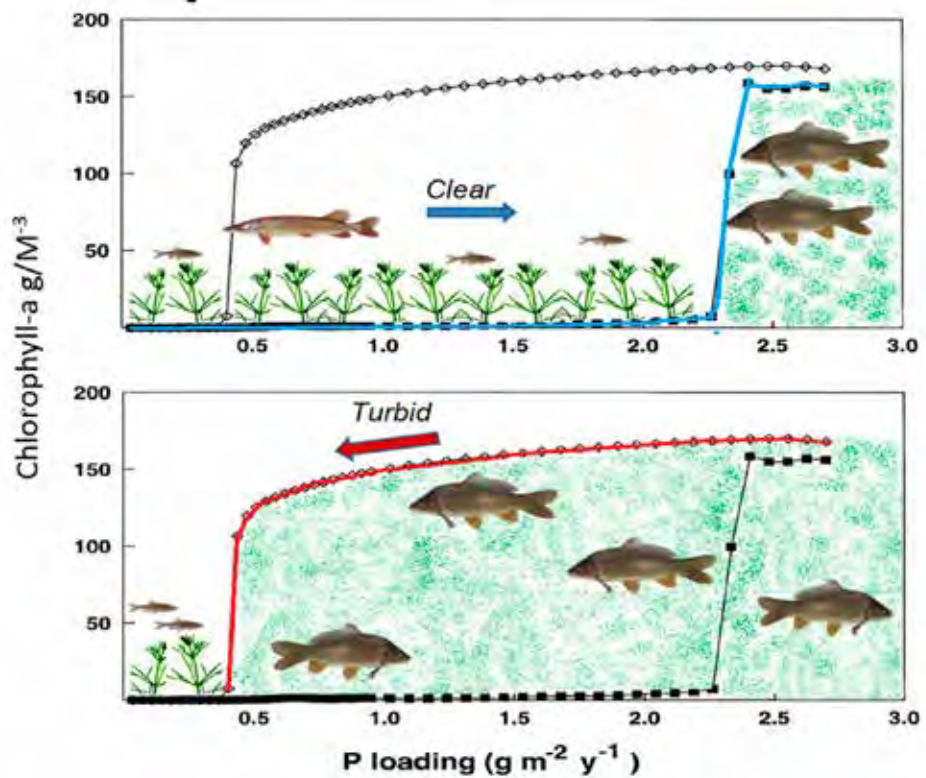
Het instellen van flexibel peilbeheer zorgt voor een afname van de belasting met fosfor en stikstof als gevolg van inlaat, omdat er minder water hoeft te worden ingelaten. Het effect van de reductie van de externe nutriëntenbelasting als gevolg van inlaat op de waterkwaliteit is het grootst in watersystemen met relatief veel open water. Dit geldt met name voor de Loenderveense Plas en de Loosdrechtse Plassen. In deze waterrijke gebieden is de bijdrage van andere bronnen beperkt. De bijdrage van af- en uitspoeling is beperkt door de geringe oeverlengte in verhouding tot het wateroppervlak. Regenwater bevat vrijwel geen fosfor en relatief weinig stikstof, waardoor alleen kwel een potentieel belangrijke bron van nutriënten is. De afname in nutriëntenbelasting als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer wordt groter naarmate de toegestane peilmarge toeneemt. In de Loosdrechtse Plassen (60% open water en een peilmarge van 15 cm) levert het instellen van flexibel peilbeheer een afname in de belasting op van gemiddeld 25%. In de Loenderveense Plas (bijna 100% open water en een peilmarge van 30 cm) wordt de belasting als gevolg van inlaat verwaarloosbaar.

#### AFNAME NUTRIËNTENBELASTING ALS GEVOLG VAN MINDER UIT- EN AFSPOELING

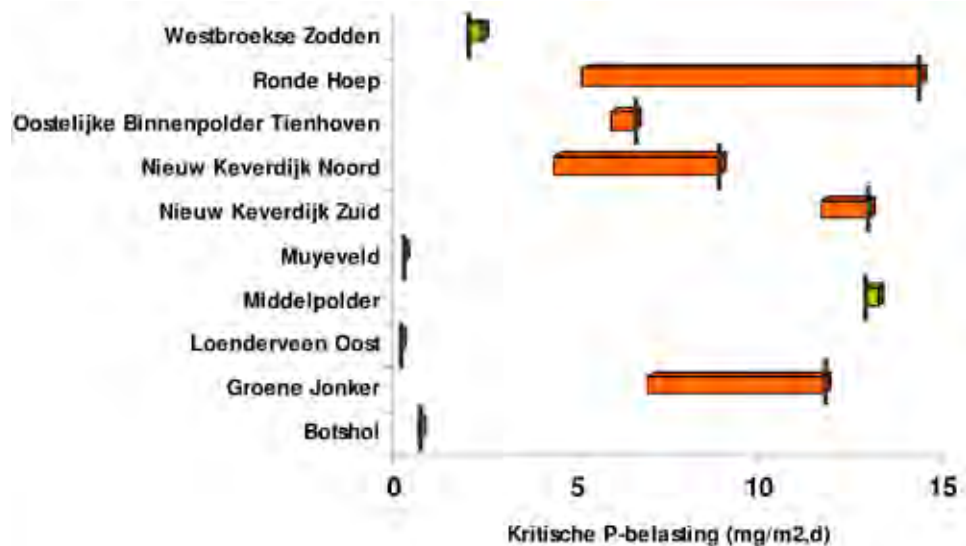
Het instellen van flexibel peilbeheer zorgt in veel van de onderzochte gebieden voor een afname van de belasting met fosfor en stikstof als gevolg van uit- en afspoeling uit de percelen, omdat het transport van water van perceel naar oppervlaktewater afneemt. Het effect van de reductie van de externe nutriëntenbelasting als gevolg van af- en uitspoeling op de waterkwaliteit is het grootst in watersystemen met een groot aandeel percelen. Het effect is groter als de toegestane marge groter is en het waterpeil wordt opgezet. Het effect kan volledig teniet worden gedaan als het opzetten van het waterpeil leidt tot inundatie, zoals in de Groene Jonker of versnelde afspoeling van nutriënten, zoals in de Ronde Hoep en Middelpolder. Het is niet goed gelukt om een goede schatting te maken van de nutriëntenbelasting in deze gebieden. We verwachten dat de nutriëntenbelasting als gevolg van uit- en afspoeling in de Ronde Hoep ongeveer gelijk blijft en in de Middelpolder en Groene Jonker toeneemt.

#### AFNAME TOTALE EXTERNE NUTRIËNTENBELASTING

In alle onderzoeksgebieden neemt de totale externe nutriëntenbelasting af, met uitzondering van de Groene Jonker. De afname varieert tussen de 25% en 90%. In de Middelpolder neemt de externe nutriëntenbelasting vooral af doordat het gebied wordt afgekoppeld van de hoofdwatergang. Het instellen van het flexibel peilbeheer zelf zorgt in de Middelpolder waarschijnlijk voor een toename van de totale externe nutriëntenbelasting. De externe nutriëntenbelasting in de Groene Jonker is niet goed vast te stellen, omdat een groot deel van het gebied overstroomt. Als uitgegaan wordt van het oppervlak open water gedurende lage waterstanden neemt de belasting toe ten opzichte van de referentie. Als uitgegaan wordt van het oppervlak open water gedurende hoge waterstanden neemt de belasting ten opzichte van de referentie waarschijnlijk af.



AFBEELDING 3.4.1 DE KRITISCHE P-BELASTING IS EEN MAAT VOOR DE DRAAGKRACHT VAN HET WATERSYSTEEM. BIJ EEN BELASTING HOGER DAN DE KRITISCHE BELASTING DOMINEREN ALGEN (OF KROOS). BIJ EEN BELASTING ONDER DE KRITISCHE GRENZEN DOMINEREN ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN. ER ZIJN TWEE KRITISCHE GRENZEN ALS GEVOLG VAN VOEDSELWEBPROCESSEN [21].



AFBEELDING 3.4.2 DE KRITISCHE P-BELASTING VOOR DE GEBIEDEN VAN WATERNET (OP BASIS VAN PCLAKE EN PCDITCH) VOOR DE REFERENTIE (VERTICAAL GRIJS STREEPJE). ORANJE BETEKENT DAT DE KRITISCHE P-BELASTING AFNEEMT ALS GEVOLG VAN FLEXIBEL PEILBEHEER. GROEN DAT DIE TOENEEMT. IN DE RONDE HOEP NEEMT DE KRITISCHE BELASTING BIJVOORBEELD AF VAN 14 NAAR 5 MG/M<sup>2</sup>,D. BIJ PCDITCH IS UITGEGAAN VAN DE OMSLAG VAN ALGEN/KROOS NAAR WATERPLANTEN. BIJ PCLAKE IS DE BOVENSTE KRITISCHE GRENZ BEPAALD. VOOR MIDDELPOLDER IS DE KRITISCHE P-BELASTING BEPAALD VOOR DE REFERENTIE EN FLEXIBEL PEILBEHEER NA ISOLEREN VAN HET PEILVAK. ALS GEVOLG VAN HET ISOLEREN VAN HET PEILVAK IS DE KRITIEKE P-BELASTING OMHOOG GEGAAN DOOR EEN KORTERE VERBLIJFTIJD MAAR DAT EFFECT IS HIER NIET WEERGEGEVEN.

### 3.4 VERANDERING IN DRAAGKRACHT

Flexibel peilbeheer heeft niet alleen invloed op de externe nutriëntenbelasting, maar ook op de kritische nutriëntenbelasting. De kritische nutriëntenbelasting is een maat voor de draagkracht van het watersysteem. Bij een belasting hoger dan de kritische belasting domineren algen en kroos. Bij een belasting onder de kritische grenzen domineren ondergedoken waterplanten [21]. De kritische nutriëntenbelasting wordt beïnvloed, omdat de waterdiepte verandert, de verblijftijd toeneemt en het areaal oeverplanten toeneemt. Er is voor alle gebieden een berekening gemaakt van de kritische belasting voor en na het instellen van flexibel peilbeheer.

#### AFNAME IN DE KRITISCHE BELASTING

De kritische belasting (of draagkracht) neemt over het algemeen iets af (tot -10%) als gevolg van het instellen van een flexibel peilbeheer. Dit is niet erg zolang de externe belasting in vergelijkbare mate of meer afneemt. De afname van de kritische belasting door instellen van flexibel peilbeheer is voornamelijk het gevolg van de toename van de verblijftijd. Als gevolg hiervan worden minder nutriënten afgevoerd. Daarnaast neemt de invloed toe van processen, zoals algen- en kroosgroei toe. In Nieuwe Keverdijkse polder Noord (-55%), de Ronde Hoep (-75%) en de Groene Jonker (-60%) neemt de kritische belasting veel verder af dan in andere gebieden, omdat de waterdiepte toeneemt. Dit is het gevolg van het waterpeil dat wordt opgezet. Door de toenemende waterdiepte kan minder licht de waterbodem bereiken. Dit verhindert de groei van ondergedoken waterplanten. In de andere gebieden is de verandering in waterdiepte beperkt. In geen van de gebieden wordt het waterpeil veel lager in de zomer. Bovendien neemt in bijvoorbeeld de Middelpolder de verblijftijd toe van 5 tot 55 dagen als gevolg van het isoleren van het peilvakje.

#### VERLENGEN VAN DE VERBLIJFTIJD HEEFT BELANGRIJKE GEVOLGEN VOOR DE WATERKWALITEIT

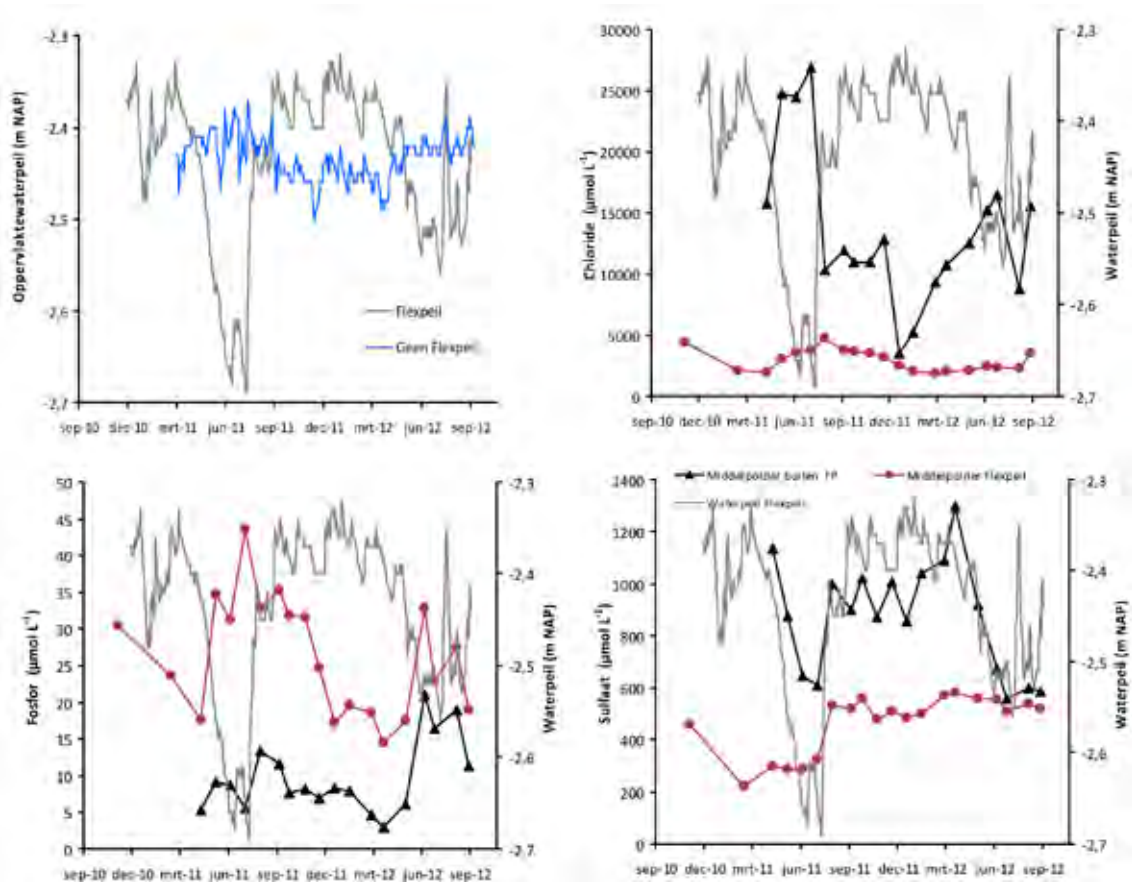
De verblijftijd neemt in alle gebieden toe als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer. Dit komt door de verminderde in- en uitstroom naar en vanuit het oppervlaktewater. Dit is van belang voor de productiviteit van het oppervlaktewater. Vuistregel: bij verblijftijden korter dan drie weken wordt de waterkwaliteit bepaald door de samenstelling van het water dat wordt aangevoerd (38). In deze watersystemen vormt de primaire productie door algen en kroos een minder groot probleem. Algen en kroos hebben onvoldoende tijd om de nutriënten om te zetten in biomassa. In watersystemen waar de verblijftijd voor het instellen van flexibel peilbeheer korter was dan drie weken en na het instellen van flexibel peilbeheer langer dan drie weken, kan de concentratie algen sterk toenemen. Dit is bijvoorbeeld in de Middelpolder het geval. Hier ging het instellen van een flexibel peilbeheer gepaard met aanpassingen in de hydrologische begrenzing. In de meeste watersystemen is de verblijftijd voor en na instellen van flexibel peilbeheer langer dan drie weken. Dit betekent dat de primaire productie in het watersysteem bepalend is voor de waterkwaliteit. Er is dan een vergelijking mogelijk tussen de externe belasting en de kritische belasting.

#### ALS OEVERS BEGROEID RAKEN NEEMT DE KRITISCHE BELASTING VAKER TOE

Bij de berekening van de kritische nutriëntenbelasting is de potentiële winst als gevolg van de toename van het areaal oeverplanten niet meegenomen. Een goede oeverontwikkeling is van belang voor een goede waterkwaliteit. Oevers zorgen bijvoorbeeld voor de invang van slib en voor versterkte denitrificatie, maar vormen bovendien een geschikt habitat voor plantminnende roofvis (zoals Snoek) en bieden een schuilmogelijkheid voor watervlooiën. Watervlooiën en roofvis kunnen bijdragen aan herstel van ondergedoken waterplanten en het in stand houden van helder water. Op basis van dit onderzoek wordt verwacht dat vraat de ontwikkeling van oeverplanten vooralsnog tegengaat. Als vraat de oeverontwikkeling niet in de weg zou staan, zou de kritische belasting in de meeste gebieden toenemen, zoals de Loenderveense Plas, Middelpolder en Nieuwe Keverdijkse Polder Zuid, maar ook in de Groene Jonker. De kritische nutriëntenbelasting neemt toe bij een toename van het begroeibaar areaal voor oeverplanten.



AFBEELDING 3.5.1 LUCHTFOTO'S VAN NATUURGEBIED MIDDELPOLDER VÓÓR (2000; LINKS) EN NA ISOLATIE VAN DE REST VAN DE POLDER (2010; RECHTS). DUIDELIJK IS TE ZIEN HOE EEN NIEUWE HOOFDWATERGANG AAN DE OOSTKANT VAN HET GEBIED IS GEGRAVEN OM HET NATUURGEBIED TE KUNNEN ISOLEREN VAN DE REST VAN DE POLDER.



AFBEELDING 3.5.2 WATERSTAND (LICHTGRIJZE LIJN) EN CONCENTRATIES CHLORIDE, FOSFOR EN SULFAAT BINNEN (PAARSE PUNTEN) EN BUITEN (ZWARTE DRIEHOEKJES) HET NATUURGEBIED MIDDELPOLDER MET FLEXIBEL PEILBEHEER. CHLORIDE IS LAGER BINNEN HET NATUURGEBIED DOOR DE INVLOED VAN REGENWATER, SULFAAT IS LAGER DOOR REDUCTIE, FOSFAAT IS HOGER ALS GEVOLG VAN NALEVERING. DIT BEELD KOMT OVEREEN MET CONCENTRATIES VOOR EN NA INSTELLEN IN HET GEBIED ZELF.

### 3.5 GEVOLGEN AANPASSING HYDROLOGISCHE BEGRENZING

In een aantal watersystemen gaat het instellen van het flexibel peilbeheer gepaard met aanpassingen in de hydrologische begrenzing (hydrologische isolatie). De gevolgen van hydrologische isolatie zijn soms groter dan de gevolgen van het instellen van een flexibel peilbeheer zelf. Hydrologische isolatie zorgt voor een verdere versterking van het gebiedseigen karakter van het oppervlaktewater (naast de versterking die het gevolg is van het instellen van flexibel peilbeheer). In gebieden die voor het instellen van flexibel peilbeheer doorspoeld werden met water van buiten, zorgt het instellen van flexibel peilbeheer soms voor ongewenste veranderingen in de waterkwaliteit. Hieronder volgen twee voorbeelden van gebieden waar het instellen van flexibel peilbeheer heeft geleid tot een substantiële verandering in waterkwaliteit.

#### MIDDELPOLDER

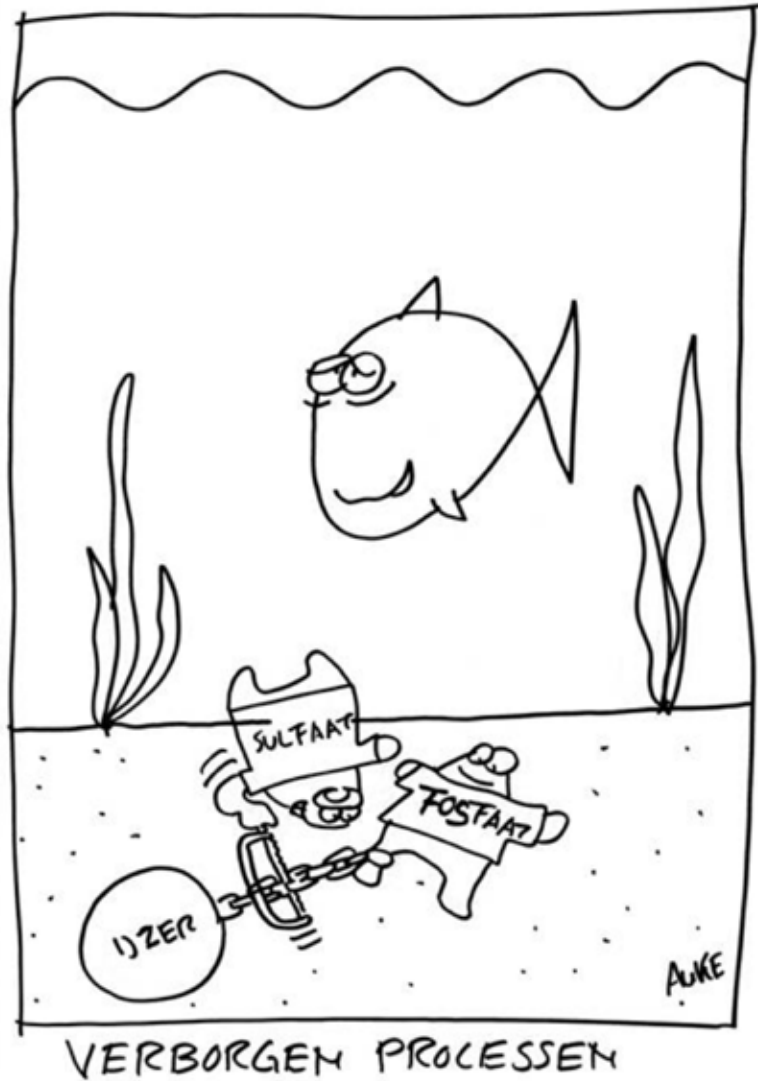
In de Middelpolder is flexibel peilbeheer ingesteld in een voormalig landbouwgebied met als doel de inlaat van water uit de Amstel te beperken. Het gebied waar flexibel peilbeheer is ingesteld stond in open verbinding met een hoofdwatgang waar continu water doorheen liep van en naar het stedelijk gebied van Amstelveen. Voor het instellen van flexibel peilbeheer is een nieuwe watgang gegraven, zodat het flexibel peilbeheer gebied kon worden geïsoleerd van de hoofdwatgang. Het gevolg is dat de hydrologie en de waterkwaliteit na het instellen van flexibel peilbeheer volledig is veranderd.

Met de waterbalans van Waternet is bepaald dat de verblijftijd voor het instellen van flexibel peilbeheer ongeveer 5 dagen was. Met de waterbalans van Deltares is bepaald dat de verblijftijd is toegenomen tot 55 dagen als gevolg van de aanpassing van de hydrologische begrenzing (met vast peil) en tot 80 dagen (met een flexibel peilbeheer). Het gevolg van deze veranderingen is dat het water in de haarvaten veel zoeter is geworden (afname concentratie chloride van meer dan 200 mg/l tot lokaal 20 mg/l), de sulfaatconcentratie is fors afgenomen (afname van 100 mg/l tot lokaal 20 mg/l) en de fosfaatconcentratie fors is toegenomen (toename concentratie opgelost fosfaat van maximaal 1 mg P/l tot lokaal 3 mg P/l). Deze concentraties zijn de resultante van processen in de percelen van het voormalige landbouwgebied. Voorheen werden deze concentraties niet gemeten door de dominante invloed van water van buiten. Dit voorbeeld laat zien dat flexibel peilbeheer minder goed werkt in gebieden die voorheen doorspoeld werden met water van buiten.

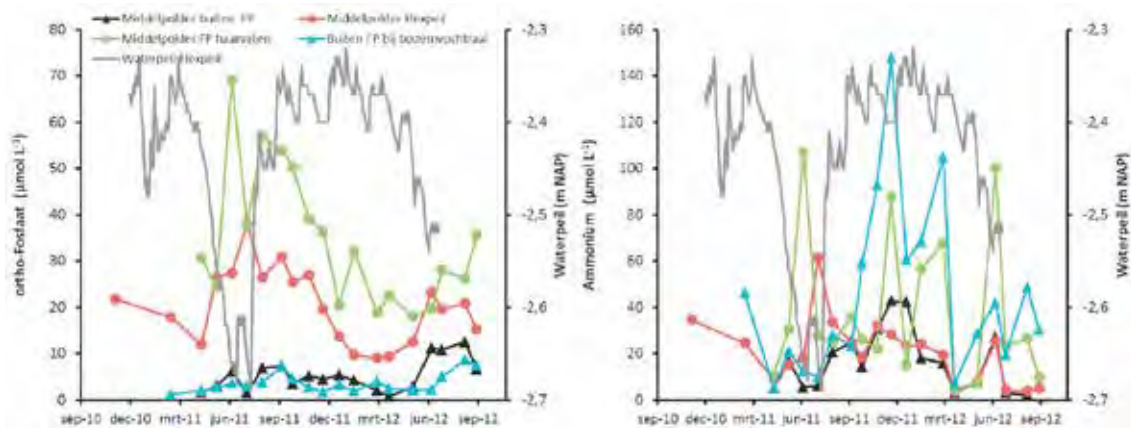
#### WESTBROEKSE ZODDEN

In de Westbroekse Zodden is in enkele petgaten sprake van flexibel peilbeheer. Deze petgaten zijn al sinds 1990-1995 geïsoleerd. Het waterpeil mag vrij fluctueren. Het doel is om mesotrofe verlanding op gang te krijgen. Een belangrijke voorwaarde hiervoor is nutriëntenarme basenrijke kwel uit de Utrechtse Heuvelrug. Het waterpeil in de rest van het peilvak Molenpolder-Westbroek waarbinnen de petgaten zich bevinden wordt wel gereguleerd (hoog zomerpeil, laag winterpeil). De waterkwaliteit laat zien dat de geïsoleerde petgaten in het noordoostelijk deel van de Westbroekse Zodden bijna volledig onder invloed staan van regenwater. De concentraties van verschillende stoffen zijn zeer laag en variëren nauwelijks. De petgaten zijn zwak gebufferd. Het verschil met de sloten in het peilvak Molenpolder-Westbroek is groot. Het kwelwater uit de Utrechtse Heuvelrug komt in de sloten terecht, maar niet in de petgaten. Vermoedelijk is dit het gevolg van isolatie, waardoor de waterstand in de petgaten vaak hoger is dan in de sloten. Ook kan het zijn dat in de petgaten slib is opgehoopt, terwijl de sloten nog periodiek worden geschoond. Dit voorbeeld laat zien dat flexibel peilbeheer minder goed kan werken in te kleine gebieden als hiermee wordt beoogd het aandeel kwelwater te vergroten.





CARTOON ILLUSTRATIE CHEMISCHE ROUTE, WAARVOOR RELATIE TUSSEN IJZER, FOSFAAT EN SULFAAT IN DE BODEM VAN BELANG IS (RECHTS). GEMAAKT DOOR AUKE HERREMA.



AFBEELDING 3.6.1 FOSFAAT EN AMMONIUMCONCENTRATIE (GEKLEURDE LIJNEN) IN HET OPPERVLAKTEWATER BINNEN EN BUITEN HET NATUURGEBIED MET FLEXIBEL PEILBEHEER IN DE MIDDERPOLDER. HET VERLOOP VAN HET OPPERVLAKTEWATERPEIL (LICHTGRIJZE LIJN) STAAT OP DE RECHTER Y-AS IN DE GEÏSOLEERDE HAARVATEN IS DE NALEVERING VAN N EN P VANUIT DE WATERBODEM GOED TE ZIEN (DE HOOGSTE N- EN P-CONCENTRATIES ZIJN GEMETEN IN JUNI 2011). DE ANDERE PUNTEN WORDEN BEÏNVLOED DOOR INLAATWATER.

### 3.6 NALEVERING NUTRIËNTEN VANUIT DE WATERBODEM

De waterbodem is vaak beperkend voor herstel van ondergedoken waterplanten door de nalevering van nutriënten (met name fosfor) of door vorming van toxische stoffen, zoals sulfide en ammoniak. Het instellen van een flexibel peilbeheer heeft slechts een beperkt effect op processen in de waterbodem, zolang de waterbodem niet droogvalt. Doordat het instellen van flexibel peilbeheer de uitspoeling van sulfaat vanuit de oevers en de inlaat van sulfaat beïnvloed, kan het indirect wel een effect hebben op de processen in de waterbodem.

#### SULFAAT CENTRAAL

Sulfaat is onder permanent natte condities kwantitatief de belangrijkste electronenacceptor voor de anaerobe afbraak (57). De sulfaatbelasting van een watersysteem bepaalt dan ook de afbraak van organisch materiaal in de anaerobe onderwaterbodem. Hierbij komt fosfor en stikstof beschikbaar. Bij de reductie van sulfaat komt sulfide vrij. Sulfide bindt aan in de bodem aanwezig ijzer. Hierdoor neemt de binding van fosfor aan ijzer(hydr)oxiden af. Bij deze processen komt fosfor en mogelijk het toxische sulfide vrij in het bodemwater en neemt de concentratie opgelost ijzer in het bodemwater af.

#### ROL VAN IJZER (DE IJZERVAL)

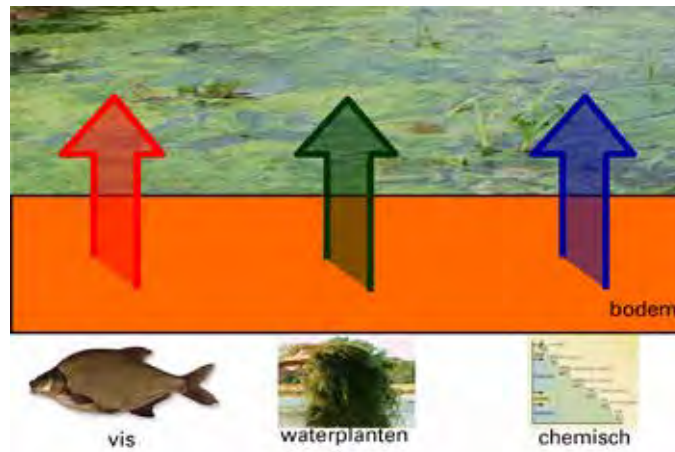
Voor de chemische nalevering van fosfor is de aanwezigheid van ijzer medebepalend. Ijzer kan zowel fosfor binden als sulfide. In bodems waar in verhouding veel ijzer beschikbaar is ten opzichte van fosfor en sulfaat zal, zolang de waterlaag voldoende zuurstof bevat, de nalevering van fosfor gering zijn. Dit heeft te maken met het feit dat relatief goed oplosbaar gereduceerd ijzer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) in het geoxideerde toplaagje van de bodem wordt geoxideerd tot slecht oplosbaar  $\text{Fe}^{3+}$ . Dit  $\text{Fe}^{3+}$  kan samen met fosfaat neerslaan. Deze ijzerval functioneert zolang de waterlaag voldoende zuurstof bevat. Wanneer de waterlaag zuurstofarm wordt, kan het ijzer niet meer worden geoxideerd. Fosfaat kan dan samen met ijzer naar de waterlaag diffunderen. Dit gebeurt met name in de zomer als het warm is. Bij hoge temperaturen is de bacteriële afbraak (waarbij zuurstof geconsumeerd wordt) maximaal en in het warme water kan minder zuurstof oplossen. Dit gebeurt alleen als er voldoende organisch materiaal beschikbaar is.

Bij een totaal-Fe/totaal-S ratio in de waterbodem hoger dan 0,5 tot 1 (op basis van mol per mol) is er geen nalevering van fosfaat naar de waterlaag. Het instellen van een flexibel peilbeheer leidt in alle gebieden tot een afname van de inlaat van sulfaat en in de meeste gebieden tot een afname van de uitspoeling van sulfaat uit percelen. De belasting met ijzer neemt eveneens af, maar veel minder sterk. We verwachten dat door flexibel peilbeheer de totaal-Fe/totaal-S ratio in de waterbodem op termijn gunstiger zal worden voor de waterkwaliteit. Dit kan de nalevering van fosfaat remmen, maar alleen als de totaal-Fe/totaal-S ratio in de waterbodem in de buurt komt van 0,5 mol mol<sup>-1</sup>. In de Middelpolder (0,1), Ronde Hoep (0,1) en Botshol (0,1-0,3) is de ratio lager, in de Westbroekse Zodden (0,5-0,7) is de ratio vergelijkbaar en in de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven (2,6-8,9) en het achterland van Muyevelde (3,6-6,6) is de ratio hoger. In de andere gebieden is de ratio niet vastgesteld. Opvallend is nog dat het percentage organisch stof in de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en het achterland van Muyevelde (0,6-2,0) veel lager is dan in de andere gebieden (65-91).

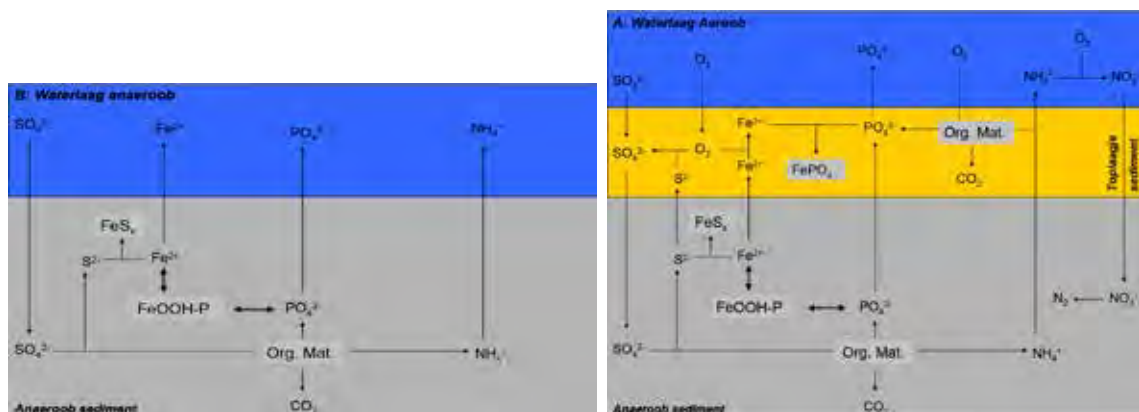
#### FLEXIBEL PEILBEHEER HEEFT BEPERKTE INVLOED OP CHEMISCHE NALEVERING FOSFAAT

Of door flexibel peilbeheer de totaal-Fe/totaal-S ratio in de waterbodem in de buurt komt van 0,5 hangt af van de ijzer- en sulfaatbelasting als gevolg van af- en uitspoeling uit percelen

voor en na het instellen van flexibel peilbeheer. Hiervoor is een preciezere kwantificering nodig van waterstromen van perceel naar oppervlaktewater. We verwachten niet dat de totaal-Fe/totaal-S ratio in de waterbodem door flexibel peilbeheer op korte termijn in de buurt komt van de 0,5. Hiervoor is het verschil nu te groot. Dit betekent dat voor een gebied als de Middelpolder, waarin ook erg veel opgelost fosfor in de onderwaterbodem aanwezig is, de nalevering vanuit de bodems voorlopig nog hoog zal blijven, ook al neemt de sulfaatbelasting af. Ook voor een gebied als de Ronde Hoep zal er ondanks een afname van de sulfaatbelasting geen afname zijn van de nalevering uit de onderwaterbodems. Alleen in de Westbroekse Zodden kan een effect optreden. Op grond van de verhouding tussen opgelost ijzer en opgelost fosfor in het bodemwater (deze varieert in de Westbroekse Zodden tussen 4 en 6 mol mol<sup>-1</sup> kunnen we echter vaststellen dat de nalevering van fosfaat uit de onderwaterbodem op dit moment geen probleem vormt (nalevering van fosfaat gaat met name spelen bij een Fe:P-ratio lager dan 1).



AFBEELDING 3.6.2 BELANGRIJKSTE NALEVERINGSROUTES VAN NUTRIËNTEN UIT DE WATERBODEM NAAR HET OPPERVLAKTEWATER (LINKS). IN DIT ONDERZOEK KIJKEN WE ALLEEN NAAR DE CHEMISCHE NALEVERING.



FIGUUR 3.6.3 INTERACTIES TUSSEN DE ZWAVEL IJZER EN FOSFOR KRINGLOOP IN WATEREN MET EEN ZUURSTOFHOUDENDE WATERLAAG (RECHTS) EN WATEREN MET EEN ZUURSTOFARME WATERLAAG (LINKS)

## 4



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

## EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER OP WATER- EN OEVERPLANTEN

### HOE GRIJPT FLEXIBEL PEILBEHEER IN OP WATER- EN OEVERPLANTEN?

Voor de ontwikkeling van water- en oeverplanten zijn verschillende fases van belang: de aanwezigheid en verspreiding van zaden en soorten, het aanspoelen van zaden op de oever, kieming van zaden, vestiging van waterplanten, groei van waterplanten en (klonale) uitbreiding van waterplanten. Hieronder wordt het effect van flexibel peilbeheer op deze verschillende fases beschouwd.

### MEER ZADEN SPOELEN AAN OP DE OEVER

Uit experimenten in proefvijvers bleek dat er meer zaden aanspoelen op de oever bij flexibel peilbeheer (uitzakkend in het voorjaar) dan bij vast peil. Dit leidt tot grotere aantallen kiemplanten en een hogere diversiteit van de kiemplantengemeenschap (36).

### KIEMING VAN WATERPLANTEN

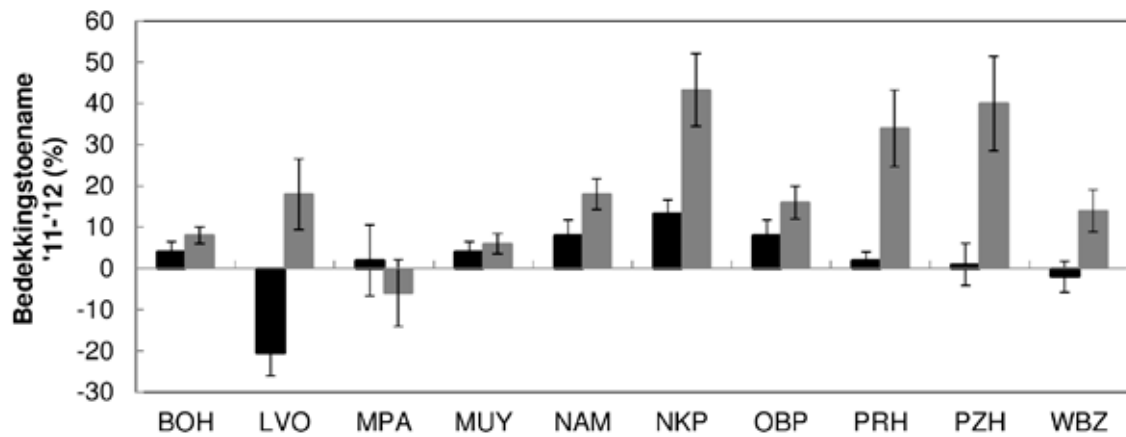
Zaden van oeverplanten kiemen in het algemeen het beste als de grond nat is, maar niet onder water staat (zie literatuur analyse in 36). Bij flexibel peilbeheer kiemen meer zaden uit de zaadbank dan bij vast peil als sprake is van een geleidelijke oever. Bij steile oevers is er geen verschil. De hoeveelheid kiemplanten is direct gerelateerd aan het oppervlak droogvallende grond. Bij steile oevers is de toename in oppervlakte drooggevallen oever bij uitzakkend peil erg klein, waardoor er geen toename in aantal kiemplanten optreedt ten opzichte van vast peil. In het veld is kieming optimaal op net droogvallende grond met genoeg licht om te kiemen, maar niet zoveel licht dat de grond uitdroogt (36).

### KLONALE UITBREIDING VAN RIET EN KRABBESCHEER

Stekjes van de testplant Riet vestigden zich het beste in water minder dan 30 cm diep en groeiden beter bij toenemende peilfluctuaties en hogere voedselrijkdom van het water. De testplant Krabbescheer vestigde zich in alle tien de studiegebieden en groeide goed, onafhankelijk van waterdiepte, peilfluctuatie en abiotische omstandigheden (36).

### UITBREIDING VAN OEVERPLANTEN

In alle gebieden waar begrazing werd uitgesloten (door kooien ofwel exclusures te plaatsen), is het areaal oeverplanten in 2 jaar tijd uitgebreid. Dit laat zien dat de potentie tot verlanding in alle gebieden groot is. Door de opzet van de proef waren Riet en Lisdodde de belangrijkste verlanders. Verder troffen we ook Grote egelskop (Loenderveense Plas) en de kruiden Moerasandoorn en Moerasvergeet-me-nietje (Ronde Hoep) als dominante verlanders aan. Na twee jaar was de bedekking van het oppervlak in de exclusures gemiddeld 30% hoger dan die van de controle vlakken. In de Loenderveense Plas en de Groene Jonker was de toename



**FIGUUR 4.0.1** PER GEBIED DE GEMIDDELTE BEDEKKINGSTOENAME VAN OEVER- EN WATERPLANTEN IN 5 GEMARKEERDE STUKKEN OEVER MET (ZWART) EN ZONDER (GRIJS) BEGRAZING ( $\pm$  DE STANDAARDFOUT) (36). DE BEDEKKINGSTOENAME IS BEREKEND UIT HET VERSCHIL IN BEDEKKING TUSSEN 2012 EN 2011. HET RESULTAAT VAN DE MIDDELPOLDER (MPA) KAN BEÏNVLOED ZIJN DOOR HET SCHONEN VAN DE SLOTEN IN DIT GEBIED. IN DE ANDERE GEBIEDEN SPEELDE DIT GEEN ROL. GEBRUIKTE AFKORTINGEN VAN DE GEBIEDEN: BOH = BOTSHOL, LVO = LOENDERVEEN OOST, MPA = MIDDELPOLDER, MUY = TIENHOVENSE Plassen (MUYVELD), NAM = NAARDERMEER VAK 4, NKP = NIEUWE KEVERDIJKSE POLDER NOORD, OBP = OOSTELIJKE BINNENPOLDER VAN TIENHOVEN, PRH = RONDEHOEP, PZH = GROENE JONKER (POLDER ZEVENHOVEN), WBZ = WESTBROEKSE ZODDEN.



KIEMPLANTEN IN DE GROENE JONKER (LINKS). NIEUWE KEVERDIJKSE POLDER (RECHTS).

in bedekking zelfs bijna 100%. De uitbreiding van oeverplanten het water in, was in de onbegraasde plots gerelateerd aan de waterdiepte: hoe ondieper, hoe sneller het gaat.

#### **SOORTENSAMENSTELLING OEVER- EN WATERPLANTEN**

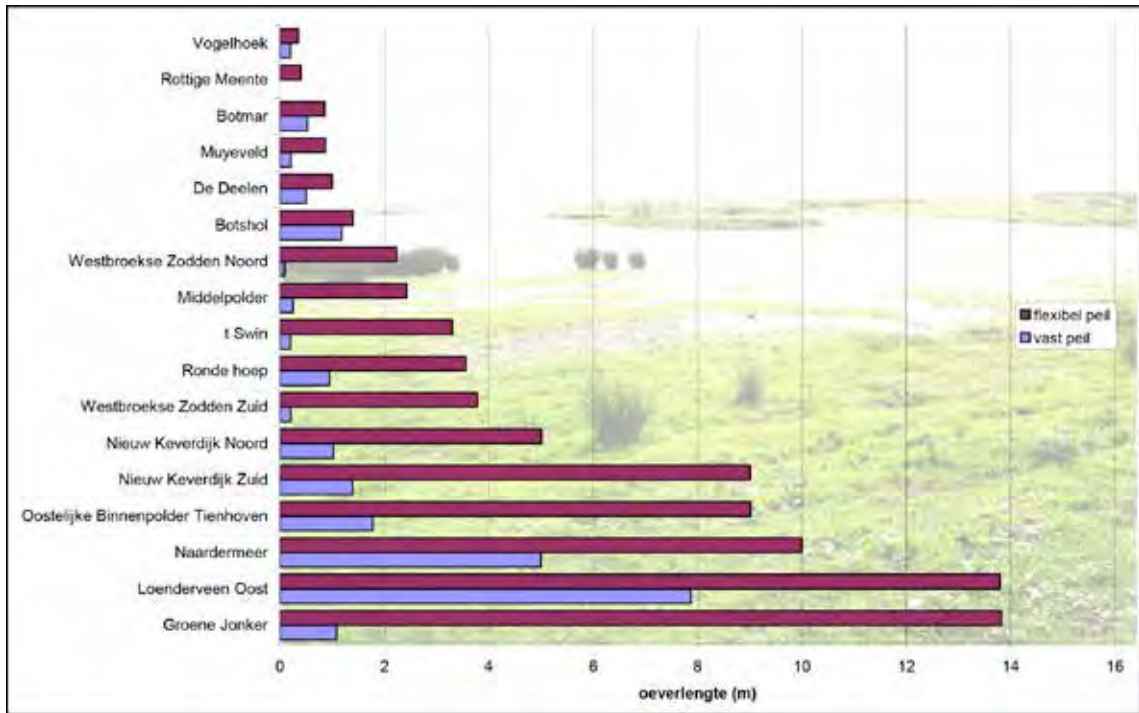
De soortensamenstelling van de oever- en waterplanten in de tien gebieden werd voornamelijk bepaald door het type waterlichaam (sloot, petgat of plas) en abiotische kenmerken, waaronder waterdiepte, pH en ijzergehalte en hoeveelheid organische stof in de bodem. In de eerste twee jaar is er geen relatie tussen de ingestelde flexibel peilbeheer range en de soortensamenstelling van de vegetatie. Verwacht wordt dat de soortensamenstelling op de langere termijn wel reageert. Met een vervolg op de monitoring kan dit effect van het ingestelde flexibel peilbeheer per gebied bepaald worden.



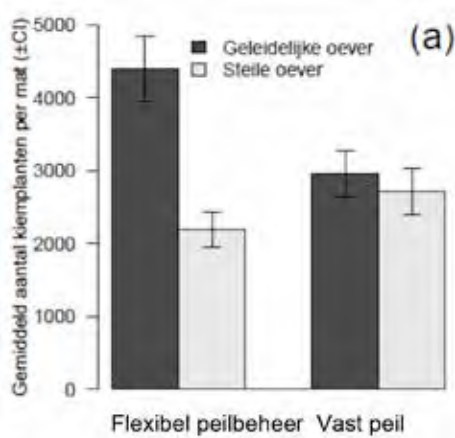
**SLOOT GEVULD MET KRABBENSCHER IN HET NAARDERMEER (LINKS). RIETOEVERS IN LOENDERVEEN OOST (RECHTS).**



**OEVER- EN WATERPLANTEN IN WESTBROEKSE ZODDEN (LINKS). OEVERVEGETATIE IN MUYEVELD (RECHTS).**



**FIGUUR 4.1.1** OVERZICHT VAN OEVERLENGTES IN DE VERSCHILLENDE FLEXPEILGEBIEDEN BIJ EEN VAST EN EEN FLEXIBEL PEILBEHEER. OPMERKING: IN HET NAARDERMEER (42, 26, 31) EN DE GEBIEDEN VAN WETTERSKIP FRYSLÂN (VOGELHOEK, ROTTIGE MEENTE, BOTMAR, DE DEELLEN EN 'T SWIN) (56) IS EEN ANDERE MEETMETHODE GEBRUIKT OM DE OEVERLENGTE TE BEPALEN, DAN IN DE ANDERE GEBIEDEN.



**AFBEELDING 4.1.2** DE EFFECTEN VAN PEILBEHEER EN OEVER MORFOLOGIE OP KIEMING VANUIT EEN ZAADBANK. LINKS: HET GEMIDDELD AANTAL KIEMPLANTEN PER MAT OP GELEIDELIJKE EN STEILE OEVERS. ZADEN VAN 20 VERSCHILLENDE SOORTEN WAREN INGEZAAD (0.5 GRAM PER SOORT) (36). RECHTS: FOTO VAN KIEMPLANTEN IN HET VELD.

## 4.1 BEGROEIBAAR AREAAL VOOR OEVERPLANTEN

Flexibel peilbeheer leidt tot een toename van het begroeibaar areaal van oeverplanten. De relatieve toename verschilt per gebied en is afhankelijk van de peilmarge en het talud.

### WAT IS HET BEGROEIBAAR AREAAL VOOR OEVERPLANTEN?

Het begroeibaar areaal voor oeverplanten definiëren we in dit onderzoek als het oppervlak oever dat direct onder invloed staat van wisselingen in de oppervlaktewaterstand. De wisselingen in de oppervlaktewaterstand zorgen afwisselend voor droogval en vernatting. Dit is gunstig voor onder andere verspreiding en kieming van zaden. Hiermee wijken we af van de definitie uit het STOWA Handboek (2010), waarbij uitgegaan wordt van een begroeibaar areaal dat wordt bepaald door het oppervlak open water met een diepte kleiner dan 1 meter. Het begroeibaar areaal is afhankelijk van het talud van de oever en van de peilmarge, waarbinnen het peil mag fluctueren. Het gaat vooral om het deel van het talud van de oever dat binnen het minimum en maximum waterpeil valt.

### HOE IS HET BEPAALD?

Voor het bepalen van het begroeibaar areaal is de “Oevertool” in Excel ontwikkeld (52) en toegepast. Hiermee kan de verandering in het waterpeil in samenhang met de in het veld gemeten oeverprofielen worden geanalyseerd. Het begroeibaar areaal is voor elk afzonderlijk gebied bepaald op basis van het minimum en maximum peil en de gemeten oeverprofielen. Uitzonderingen vormen het Naardermeer en de gebieden in Friesland. Voor het Naardermeer is gebruik gemaakt van door Waternet aangeleverde gegevens (51, 26, 31). De oeverbreedtes voor de gebieden in Friesland zijn ‘handmatig’ bepaald.

### IN ALLE GEBIEDEN UITBREIDING VAN HET BEGROEIBAAR AREAAL VOOR OEVERPLANTEN

In alle onderzoeksgebieden neemt het begroeibaar areaal voor oeverplanten toe als gevolg van het instellen van een flexibel peilbeheer. Er zijn grote verschillen tussen gebieden. In de Vogelhoek, Botmar, de Deelen en Botshol leidt het flexibel peilbeheer door de steile taluds tot een verbreding van de oever met slechts enkele decimeters. In de Loenderveense Plas en in de Groene Jonker leidt het flexibel peilbeheer tot een verbreding van de oever met meer dan tien meter.

### TOENAME AFHANKELIJK VAN PEILMARGE EN TALUD

De toename van het begroeibaar areaal is afhankelijk van de peilmarge en het talud. Hoe ruimer de peilmarge hoe groter de toename van het begroeibaar areaal, omdat een groter deel van de oever onder invloed staat van wisselende waterstanden. Het begroeibaar areaal neemt ook toe naarmate de oevers binnen de toegestane peilmarge flauwer zijn. Peilopzet zorgt er vaak voor dat een flauwer deel van de oever onder invloed komt te staan van flexibel peilbeheer. Hoger op de oever is het talud vaak flauwer. Het effect van het opzetten van het peil is het grootst in de Groene Jonker. Het maximum peil ligt hoger dan grote delen van het maaiveld, waardoor een groot deel van het gebied inundeert.

### BEGROEIBAAR AREAAL OEVERPLANTEN TEN OPZICHTE VAN HET OPPERVLAKE OPEN WATER

Niet alleen de absolute toename van het begroeibaar is relevant. Ook de verhouding van het begroeibaar areaal ten opzichte van het wateroppervlak is van belang. Hoe groter de bijdrage van het begroeibaar areaal, hoe groter de potentiële invloed van de oeverzone op de waterkwaliteit. Het percentage begroeibaar areaal ten opzichte van het totaal oppervlak water neemt toe van bijna 5% in Muyevelde tot 100% in de Groene Jonker. Hoe groter het aandeel sloten en petgaten in een gebied, hoe groter de relatieve bijdrage van het begroeibaar areaal.





**AFBEELDING 4.2.1 HERBIVOREN. VAN LINKS NAAR RECHTS: GALLOWAY KOEIEIEN IN DE NIEUW KEVERDIJKSE POLDER, ZWANEN IN RONDEHOEP EN EEN AMERIKAANSE RIVIERKREEFT IN ONDER ANDERE MIDDELPOLDER EN DE WESTBROEKSE ZODDEN.**



**AFBEELDING 4.2.2 EFFECT VAN BEGRAZING OP DE VEGETATIEONTWIKKELING. NA 1 JAAR IS HET POSITIEVE EFFECT VAN HET UITSLUITEN VAN BEGRAZING OP DE ONTWIKKELING VAN DE OEVERVEGETATIE IN DE RONDE HOEP DUIDELIJK ZICHTBAAR.**

## 4.2 OMSTANDIGHEDEN DIE ONTWIKKELING VEGETATIE FRUSTREREN

Verschillende omstandigheden in het veld kunnen de ontwikkeling van waterplanten remmen. In dit onderzoek is het effect van vraat onderzocht.

### **BEGRAZING REMT UITBREIDING OEVERPLANTEN IN ALLE GEBIEDEN**

Begrazing remt de uitbreiding van oeverplanten in alle gebieden. De uitbreiding van de oevervegetatie verminderde na een jaar met gemiddeld 0.5 m en na twee jaar met gemiddeld 1.3 m onder invloed van begrazing. In de Groene Jonker en de Ronde Hoep verminderde de uitbreiding in 2012 zelfs met 3.3 m en 2.8 m. De sterke uitbreiding van de oeverplanten in de exclusies geeft aan dat de groei­kracht en potentie voor uitbreiding in de onderzoeksgebieden groot is. Door begrazing verloopt dit proces langzamer in de meeste gebieden, maar in bijvoorbeeld Nieuwe Keverdijkse polder en het Naardermeer vindt wel uitbreiding plaats, ook als grazers aanwezig zijn. Alleen in de Loenderveense Plas nam de oevervegetatie netto af onder invloed van begrazing.

### **VEE, VOGELS, VISSSEN EN MUSKUSRATTEN**

Er is geen onderscheid gemaakt in begrazing door vee, vogels, vissen of muskusratten. In alle gebieden was het effect van begrazing zichtbaar, zowel in gebieden met als zonder vee. Watervogels begrazen 10 tot 70% van de buitenste stengels in de rietkraag. Ook muskusratten hebben invloed op de uitbreiding van oevervegetatie. Hoe meer muskusratten in een gebied, hoe minder uitbreiding van oevervegetatie. Een verschil in graasdruk tussen de gebieden zou kunnen liggen aan de ligging van de gebieden in een grotere landschappelijke context. Met name de afwisseling van weilanden en open water is voor veel watervogels ideaal, wat zou kunnen leiden tot een hogere graasdruk op de oevervegetatie aan de waterkant. Deze relatie zou nader onderzocht moeten worden om de variatie in graasdruk beter te kunnen begrijpen.

TABEL 4.3.1 EKR SCORES VAN DE VEGETATIE PER ONDERZOEKSGEBIED IN 2010 EN 2011, GEBASEERD OP 5-7 OPNAMEN PER GEBIED [36].

De kleuren corresponderen met deze score (rood = slechte overeenkomst, oranje = matig, geel = redelijk, licht groen = goed, donkergroen = zeer goed). Gebruikte afkortingen van de gebieden: BOH = Botshol, LVO = Loenderveen Oost, MPA = Middelpolder, MUY = Tienhovense plassen (Muyeveld), NAM = Naardermeer vak 4, NKP = Nieuwe Keverdijkse polder Noord, OBP = Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven, PRH = Ronde Hoep, PZH = Groene Jonker (polder Zevenhoven), WBZ = Westbroekse zoden.

2010	BOH	LVO	MPA	MUY	NAM	NKP	OBP	PRH	PZH	WBZ
Totaal oordeel	1.14	1.50	1.20	2.17	1.33	2.00	2.40	2.17	1.50	1.83
Overige waterflora eqr	0.09	0.16	0.17	0.34	0.14	0.30	0.38	0.33	0.21	0.30
Abundantie Groeivorm eqr	0.18	0.28	0.26	0.40	0.23	0.43	0.47	0.48	0.22	0.45
Macrofyten soorten eqr	0.01	0.05	0.08	0.29	0.05	0.18	0.29	0.17	0.20	0.15
Aantal soorten oever	18	18	25	27	22	14	32	26	20	33
Aantal soorten begr. areaal	9	8	8	24	13	18	28	11	12	18
Aantal soorten water	0	1	3	9	0	6	11	10	8	4

2011	BOH	LVO	MPA	MUY	NAM	NKP	OBP	PRH	PZH	WBZ
Totaal oordeel	1.17	1.67	1.00	2.29	1.67	2.00	2.20	1.57	1.50	2.00
Overige waterflora eqr	0.15	0.20	0.14	0.34	0.21	0.30	0.32	0.21	0.23	0.27
Abundantie groeivorm eqr	0.26	0.29	0.21	0.45	0.23	0.39	0.43	0.32	0.27	0.41
Macrofyten soorten eqr	0.05	0.13	0.06	0.22	0.18	0.20	0.22	0.12	0.19	0.13
Aantal soorten oever	20	24	20	29	21	11	35	25	16	30
Aantal soorten begr. areaal	7	9	16	22	16	16	30	8	19	23
Aantal soorten water	2	3	1	5	5	8	6	6	6	4



AFBEELDING 4.3.2 MAKEN VAN VEGETATIEOPNAMEN IN HET VELD.

### 4.3 KWANTIFICERING VAN ECOLOGISCHE EFFECTEN

#### ALGEMENE CONCLUSIE

Flexibel peilbeheer heeft een zeer gunstig effect op het aanspoelen en kiemen van zaden die via het water verspreid worden en stimuleert kieming uit de zaadbank. Een voorwaarde hiervoor is een geleidelijke oever, op steile oevers heeft een flexibel peilbeheer geen effect omdat het geen extra habitat creëert waarin kieming gestimuleerd wordt. Dit resultaat is van belang voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

In alle onderzochte gebieden bestond duidelijke potentie voor uitbreiding van de oeverzone. Flexibel peilbeheer kan de uitbreiding van oeverplanten, waaronder Riet stimuleren, wanneer flexibel waterpeil voor een substantieel lagere waterstand (en droogval) zorgt gedurende het groeiseizoen. Wanneer een flexibel waterpeil geen verlaging van de waterstand betekent (bij kleine fluctuaties of diep water), worden geen effecten van flexibel peilbeheer verwacht.

#### EFFECT VAN FLEXIBEL PEILBEHEER OP DE ECOLOGISCHE TOESTAND EN EKR SCORE

De EKR score van de oever- en waterplanten was niet zo goed: het slechtste was de uitgangssituatie in de Middelpolder, het beste in de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven. Het effect van flexibel peilbeheer op de vegetatiesamenstelling en EKR kan het beste bepaald worden door over enkele jaren nogmaals de vegetatie op te nemen. Het duurt enige tijd voordat de soortensamenstelling reageert op het ingestelde flexibele peil. De periode van 2 jaar is te kort om structurele effecten waar te nemen. Dit geldt nog sterker voor andere soortgroepen die afhankelijk zijn van de ontwikkeling van waterplanten, zoals macrofauna en vis.

Op korte termijn is een uitzakkend peil goed voor de vestiging van planten uit zaad. Het effect op soortenrijkdom en daarmee op de EKR score voor oeverplanten op langere termijn hangt af van de mate van verruiging van de oever. Uit de studie van de relatie flexibel peilbeheer en vegetatie blijkt dat waterdiepte een belangrijke parameter is, wat bepaald wordt door flexibel peilbeheer en de oevermorfologie. De EKR score over alle gebieden was positief gecorreleerd met een afnemende waterdiepte: hoe ondieper, hoe hoger de score. Een positief effect van flexibel peilbeheer op de uitbreiding van oeverplanten door geringere waterdiepte kan daarom bijdragen aan een hogere EKR score.

#### EFFECTEN VAN EEN HOGER PEIL

Dit onderzoek heeft zich voornamelijk gericht op de peilveranderingen en vegetatieontwikkeling in het voorjaar en de zomer. Hierbij ging het in veel experimenten om een uitzakkend peil versus een vast peil. Een flexibel peilbeheer kan echter ook zorgen voor een toenemend peil. In de zomer kan tijdelijke overstroming zorgen voor verminderde groei en minder horizontale uitlopers van kraggevormende soorten, zoals Waterdrieblad en Kleine waterpepe, maar als het peil weer zakt weten de meeste soorten zich weer te herstellen [36]. Verhoging van het winterpeil zorgt bijvoorbeeld voor zaadverspreiding hoger op de oever. Langdurige overstroming zorgt voor het lokaal afsterven van oevervegetatie, waardoor ruimte kan ontstaan voor de kieming en vestiging van andere soorten. In de Loenderveense Plas was er in het voorjaar van 2012 bijvoorbeeld sprake van een uitbreiding van Dotterbloemen in de rietkraag die 's winters onder water was komen te staan als gevolg van het nieuw ingestelde flexibel peilbeheer (persoonlijke mededeling G. Ter Heerdt, Waternet).

# FLEXIBEL PEILBEHEER EN VEENOXYDATIE



# 5



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

## NEVENEFFECTEN

Behalve effecten van flexibel peilbeheer op hydrologische, biogeochemische en ecologie aspecten heeft dit project ook neveneffecten van instellen van flexibel peilbeheer op bodemdaling, de stabiliteit en economische waarde van constructies en uitstoot van broeikasgassen onderzocht.

### 5.1 BODEMDALING

#### **FLEXIBEL PEILBEHEER LEIDT NIET TOT BODEMDALING IN DE RESERVAATGEBIED RONDE HOEP**

De bodemdaling als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer is onderzocht in het reservaatgebied in de Ronde Hoep en Middelpolder. In het reservaatgebied de Ronde Hoep is het waterpeil in zijn geheel omhoog gegaan en is een flexibel peilbeheer ingesteld. In de winter staat het waterpeil nu maximaal 55 cm hoger dan voor het instellen van flexibel peilbeheer. In de zomer staat het waterpeil nu minimaal 17 cm hoger.

De algemene conclusies is dat flexibel peilbeheer niet hoeft te leiden tot een toename van de bodemdaling als de gemiddelde grondwaterstand gelijk blijft of hoger wordt. Het instellen van flexibel peilbeheer, zoals uitgevoerd in Ronde Hoep, heeft geen significant effect op de maaiveldzakkingen in het gebied. De belangrijkste oorzaak hiervoor is dat er sprake is van een verhoging van de gemiddelde en de laagste grondwaterstand. Dit is vooral een gevolg van de hogere waterpeilen in vergelijking met de situatie voor het instellen van flexibel peilbeheer.

Hieronder worden de afzonderlijke aspecten beschreven. Bodemdaling is het gevolg van samendrukking van de ondergrond (zetting door belasting) en veenoxidatie (verdwijnen van grond). Op basis van langdurige maaiveldmetingen in o.a. de polder Zegveld is vastgesteld dat in veenweidegebieden de bodemdaling voor het overgrote deel (80%) wordt veroorzaakt door veenoxidatie.

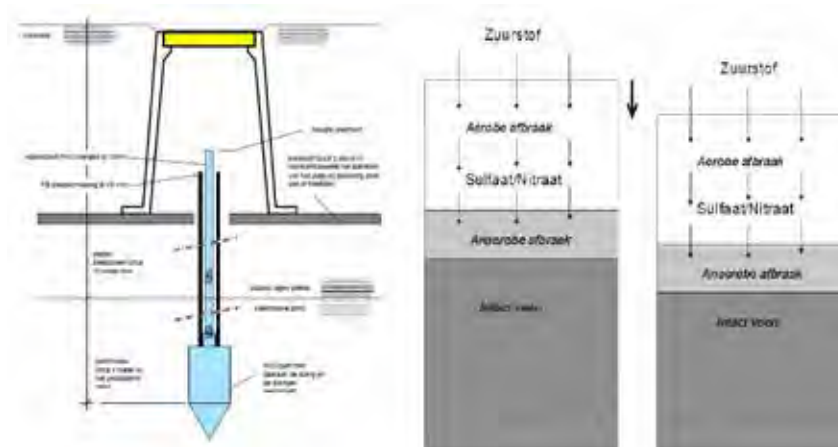
#### **VEENOXIDATIE WORDT GEREMD**

Veenoxidatie is vooral afhankelijk van de processen in de onverzadigde (droge) zone. Hoe groter de onverzadigde zone, hoe meer veenoxidatie. De mate van veenoxidatie varieert door het jaar heen. De veenoxidatie is het grootst bij de laagste grondwaterstand. Binnen het reservaatgebied waar flexibel peilbeheer is ingesteld is de onverzadigde zone kleiner dan buiten het reservaatgebied. Dit is vooral het gevolg van het opzetten van het waterpeil bij het instellen van flexibel peilbeheer.

Bij een regelmatig veranderende grondwaterstand blijkt de gemiddelde grondwaterstand een goede voorspeller voor de mate van veenoxidatie. Flexibel peilbeheer, zoals uitgevoerd in de Ronde Hoep, remt de veenoxidatie als gevolg van de verhoging van de gemiddelde waterstand.



AFBEELDING 5.1.1 VAST MEETPUNT TBV VAN DE MONITORING VAN DE BODEMDALING. BOVEN: FOTO VAN DE STAAF VAN HET VASTE MEETPUNT MET DAAR OMHEEN EEN PLAAT, DIE TER ONDERSTEUNING VAN DE STRAATPOT DIENT. ONDER: DEFINITIEVE AFWERKING VAN HET VASTE MEETPUNT: STAAF AFGEKNIPT TOT ONDER HET MAAIVELD, AFGESCHERMD MET EEN BUIS EN AFGEWERKT MET EEN STRAATPOT.



FIGUUR 5.1.2 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET VASTE PUNT TEN BEHOEVE VAN HET MONITOREN VAN DE MAAIVELDZAKKING / BODEMDALING IN DE RONDE HOEP EN MIDDelpOLDER (29) (LINKS). FIGUUR X. AEROBE EN ANAEROBE VEENAFBRAAK IN VEENWEIDEN LEIDEN TOT BODEMDALING (RECHTS)

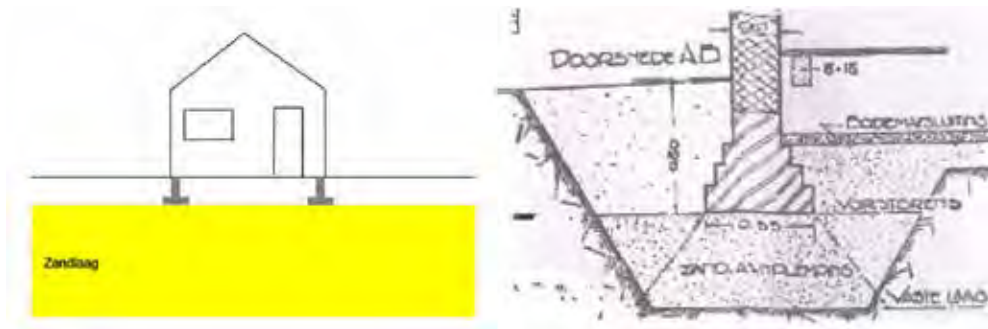
**ZETTING WORDT GEREMD**

Lage grondwaterstanden zijn bepalend voor zettingen. Daarbij zijn ook historische lage grondwaterstanden van belang. Wanneer de lage grondwaterstanden hoger zijn dan de historische lage grondwaterstanden zal de samendrukking enorm beperkt worden. Een veel gebruikte maat is de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). Een afname in de GLG met 0,2 m zou in de Ronde Hoep zorgen voor een zetting van 3 mm/jaar. In de Ronde Hoep is echter geen sprake van afname van de GLG, maar juist van een toename als gevolg van de opzet van het waterpeil en het instellen van een flexibel peilbeheer.

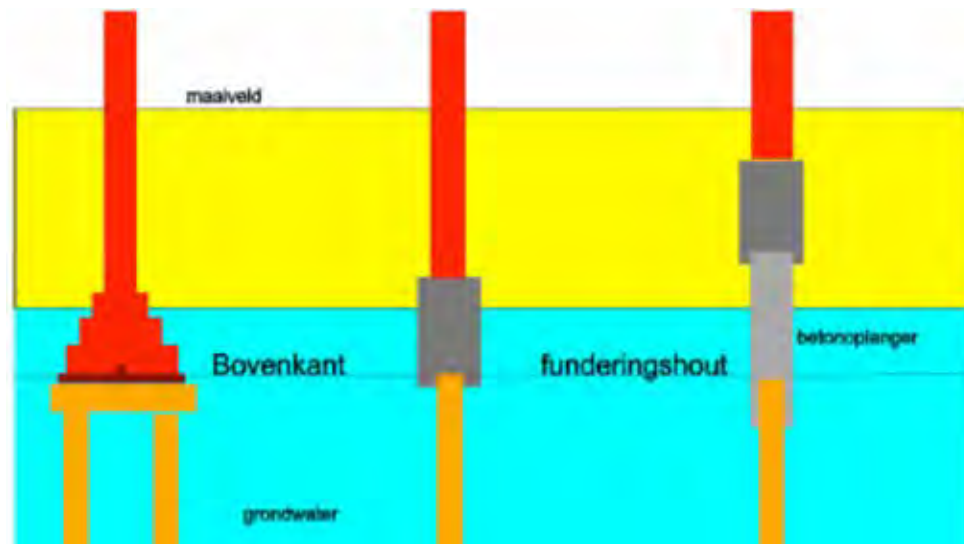
**OOK GEEN BODEMDALING VERWACHT IN ANDERE ONDERZOEKSGBIEDEN**

Voor bodemdaling zijn de gemiddelde en de laagste grondwaterstand van belang. In de onderzoeksgebieden van Waternet wijzigt de gemiddelde waterstand (en daarmee volgens verwachting de gemiddelde grondwaterstand) niet of wordt zelfs hoger. In veel onderzoeksgebieden geldt dit eveneens voor de laagste waterstand. In de Loenderveense Plas, Middelpolder daalt de laagste waterstand iets, maar gezien de geringe verlaging wordt verwacht dat een toename bodemdaling beperkt zal blijven. Het Naardermeer vormt een uitzondering. Hier mag het waterpeil in het compartiment (vak 7) in de zomer 30 cm verder uitzakken dan in de rest van het Naardermeer. Dit heeft waarschijnlijk geen effecten op de zetting, aangezien waterstanden van -1,40 m NAP (het minimumpeil in vak 7) zich in het verleden al eens hebben voorgedaan in het Naardermeer.





AFBEELDING 5.2.1 FUNDERING OP STAAL. LINKS DIRECT OP ZANDLAAG, RECHTS OP GRONDVERBETERING). EEN FUNDERING OP STAAL, WORDT EIGENLIJK ALLEEN TOEGEPAST WANNEER DE ONDERGROND STERK GENOEG IS ( ZANDGROND; LINKS) OF ALS DEZE STERK GENOEG IS GEMAAKT (GRONDVERBETERING; RECHTS).



AFBEELDING 5.2.2 FUNDERING OP HOUTEN PALEN. VANAF DE JAREN '60 IN DE VORIGE EEUW WERD NORMATIEF 20-40 CM AANGEHOUDEN ALS DE DIEPTE WAAROP DE BOVENKANT VAN DE PAAL ONDER DE GRONDWATERSTAND MOEST STAAN (LINKS). SINDS DIE TIJD WORDT OOK VAAK EEN BETONNEN OPZET GEBRUIKT OM ERVOOR TE ZORGEN DAT DE PAAL VOLDOENDE DIEP ONDER EEN GEBOUW, EN ONDER DE LAAGSTE GRONDWATERSTAND, STAAT (RECHTS).

## 5.2 FUNDERINGEN EN KERINGEN

Flexibel peilbeheer kan schadelijk zijn voor funderingen en keringen. In dit hoofdstuk beschrijven we effecten van flexibel peilbeheer op funderingen en keringen in het Loosdrechtse plassengebied.

### FUNDERINGEN

Er zijn verschillende type funderingen: funderingen op staal, betonnen en houten paalfunderingen. Bij fundering op staal is de daling van de gemiddeld laagste grondwaterstand en de daardoor veroorzaakte zetting maatgevend voor eventuele constructieschade. Als gevolg van het nu ingestelde flexibel peilbeheer is het maximale verschil minder dan 2 cm en neemt snel af op afstand van de plas. Daaruit kan geconcludeerd worden dat het instellen van flexibel peilbeheer een verwaarloosbaar effect op de grondwaterstanden in het Loosdrechtse plassengebied heeft ter plaatse van gevoelige constructies. Voor kleinere gebouwtjes zoals schuurtjes is de zakking beperkt in vergelijking met de zakking als gevolg van andere oorzaken. Betonnen paalfunderingen worden niet aangetast door een te lage grondwaterstand. Ook voor de houten paalfunderingen geldt dat het effect verwaarloosbaar is. Dit is toe te schrijven aan de geringe zetting. Houten palen mogen niet droog komen te staan. De houten palen in dit gebied staan echter voldoende onder water. Op basis van de uitgevoerde berekeningen en experts is vastgesteld dat de verwachte grondwaterverlaging (laagste waarde) dusdanig laag is dat het effect op funderingen van gebouwen in Loosdrecht acceptabel klein is.

Voor gebouwen op houten palen worden geen problemen met paalrot verwacht omdat de laatste 50 jaar de waterpeilen en daarmee ook de grondwaterstanden al vele malen laag zijn geweest. Voor funderingen op staal zijn mogelijk een gering extra zakking te verwachten (orde 4 mm in 30 jaar). Dit valt bij de gehanteerde conservatieve benadering in de klasse “verwaarloosbaar”. De toename op schade t.o.v. de situatie voor flexibel peilbeheer is nihil.

Gebouwen ouder dan 50 jaar zijn niettemin wel aandachtslocaties. Bij het verder verruimen van de marges bij flexibel waterpeil is voor deze funderingen niet uit te sluiten dan in dat geval op den duur schade kan ontstaan. Aanvullende informatie over de fundering is dan noodzakelijk om vast te stellen of schade (direct of op langere termijn) verwacht kan worden. Alternatief is het monitoren van de funderingen, bijvoorbeeld door het uitvoeren van zakkingsmetingen.

### WATERKERINGEN

Voor de stabiliteit van een waterkering zijn de buitenwaterstanden en de grondwaterstand van belang omdat deze enerzijds de belasting op de waterkering vormen en anderzijds de sterkte van de ondergrond bepalen.

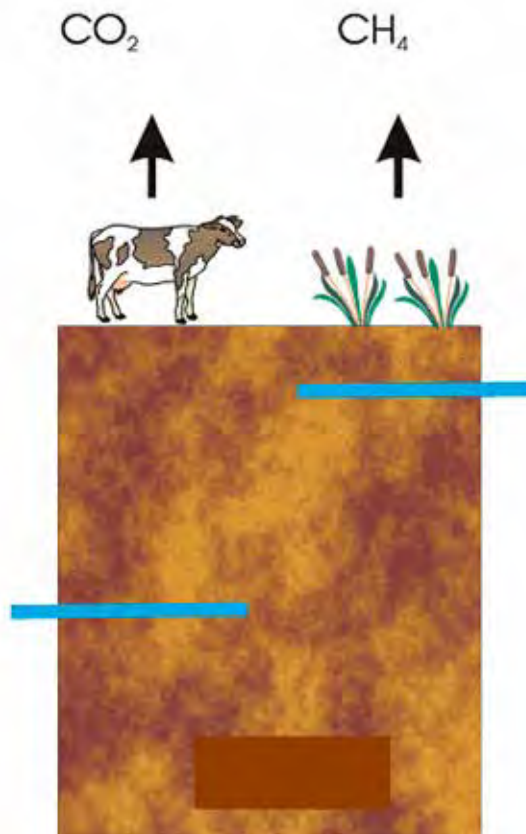
Voor de toetsing van de waterkering zijn maatgevende (grond) waterstanden vastgesteld. De gemeten (grond)waterstanden liggen ver onder de maatgevende waarden, en bovendien dicht bij de in de toetsing gehanteerde gemiddelde (grond) waterstanden. De maatgevende waterstanden zijn gebaseerd op ongunstige scenario's. Deze zijn op hun beurt vastgesteld rekening houdend met mogelijke waterpeilen zoals vastgesteld in het plassencontract/peilbesluit. De nieuwe invulling met flexibel peilbeheer van de Loosdrechtse plassen valt daar nog steeds binnen. De waterstanden in het grondlichaam van de dijk worden met name bepaald door neerslag en kwel. Aan deze parameters veranderd niets.



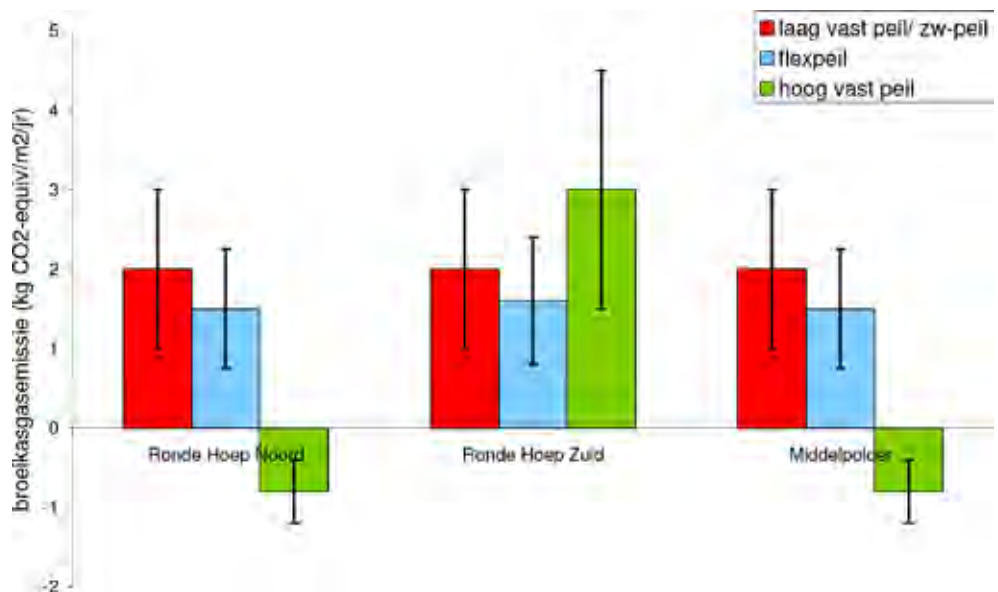
AFBEELDING 5.2.3 HUIS OP HOUTEN PALEN IN DE KIEVITSBUURT, ONDERDEEL VAN POLDER MUYEVELD.

De conclusie is dan ook dat het effect van het instellen van flexibel peil, op basis van de waarnemingen van de peilbuizen valt binnen de ontwerp- en toetswaarden. Er worden op basis van de modelleringsresultaten van deelproject Hydro (6) geen significante veranderingen verwacht in de gemiddelde grondwaterstand en GLG. Het effect is dan ook zeer gering, maar in ieder geval niet maatgevend.

Effecten worden pas verwacht als (grond) waterstanden buiten de historische grenzen van de peilbesluiten uitkomen. In die gevallen dient nagegaan te worden of toetswaarden moeten worden aangepast wat zou kunnen leiden tot de noodzaak van een aanpassing van de waterkering. Voor veenkaden dient ook de maatgevende lage waterstand te worden getoetst met de in de toetsing gehanteerde lage grondwaterstand.



IN EEN VEENWEIDEGEBIED MET EEN LAAG WATERPEIL EN AGRARISCH BEHEER (LINKS) VINDT UITSTOOT PLAATS VAN DE BROEIKASGASSEN KOOLSTOFDIOXIDE (CO<sub>2</sub>), METHAANGAS (CH<sub>4</sub>) ÉN LACHGAS (N<sub>2</sub>O). IN EEN VEENWEIDEGEBIED MET EEN HOOG WATERPEIL EN NATUURLIJK BEHEER (RECHTS) WORDT CH<sub>4</sub> UITGESTOTEN, MAAR WORDT VEEL CO<sub>2</sub> OPGENOMEN UIT DE ATMOSFEER.



OVERZICHT VAN DE GESCHATTE EFFECTEN (INCLUSIEF ONZEKERHEDEN) VAN PEILBEHEER OP BROEIKASGASEMISSIES IN DE FLEXPEILGEBIEDEN DE RONDE HOEP (NOORD EN ZUID) EN DE MIDDELPOLDER

### 5.3 EFFECT OP UITSTOOT BROEIKASGASSEN EN KLIMAATVERANDERING?

In deze verkennende studie naar broeikasgasemissies zijn de effecten van verschillende vormen van peilbeheer in beeld gebracht voor de veenweidegebieden Ronde Hoep en Middelpolder. Dit is gedaan op basis de beschikbare kennis over broeikasgasemissies in veenweidegebieden en 2-dimensionele perceelsmodellen van het grondwater. Naast de huidige situatie (laag waterpeil), zijn voor beide gebieden twee verschillende toekomstscenario's bekeken: instellen van een flexibel peilbeheer en opzetten van het waterpeil naar een vast hoog peil. Momenteel dragen broeikasgasemissies vanuit gedraineerd veenweidegebied aanzienlijk bij aan de totale broeikasgasemissie vanuit het beheergebied van Waternet. Peilbeheer in veenweidegebieden kan worden ingezet als duurzame oplossing voor het terugdringen van broeikasgasemissies. Hiervoor is het echter noodzakelijk om de broeikasgasemissies onder verschillende omstandigheden in meer detail in beeld te brengen met metingen en/of broeikasgasmodellen.

#### EFFECT FLEXIBEL PEILBEHEER

De totale broeikasgasemissie gaat waarschijnlijk in beperkte mate omlaag als gevolg van de overgang van een vast laag peil of een zomerwinter-peilregime naar een flexibel peilregime. Belangrijk voor deze afname is de overgang naar een minder intensief agrarisch beheer van het gebied: verlaging CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissies door een afname van veehouderij en bemesting. Afgezien van in de smalle oeverzones, is een verandering van CO<sub>2</sub>-emissies en bodemdaling door veenoxidatie in de gebieden als gevolg van de overgang naar flexibel peilbeheer waarschijnlijk beperkt. De verbreding van de oeverzones als gevolg van het flexibele peilregime kan wel leiden tot een kleine toename van CH<sub>4</sub>-emissies.

#### EFFECT HOOG VAST PEIL

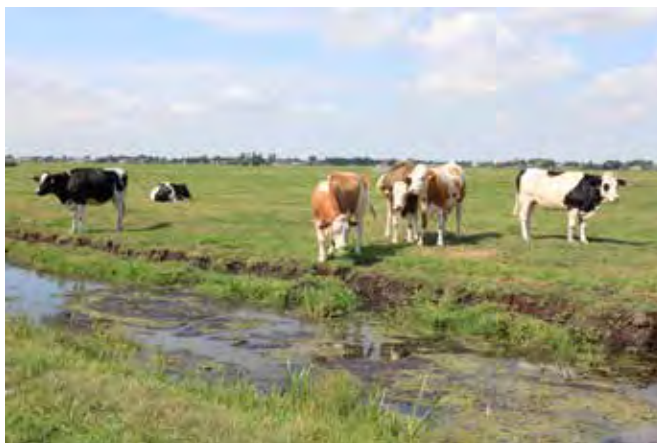
Door een sterkere stijging van grondwaterstanden en het wegvallen van agrarisch beheer, zorgt een overgang naar een hoog vast peilregime waarschijnlijk voor een grotere reductie van broeikasgasemissies dan het instellen van het flexibel peilregime. De stijging van de grondwaterstanden zorgt voor een afname van CO<sub>2</sub>-emissies door veenoxidatie en een toename van de CH<sub>4</sub>-emissies. Echter, in het zuidelijk deel van de Ronde Hoep zorgt de stijging van het waterpeil tot inundatie van de percelen, waarschijnlijk met zeer hoge CH<sub>4</sub>-emissies tot gevolg. In beide gebieden worden de broeikasgasemissies sterk gereduceerd door het stopzetten van het agrarisch beheer. Bij een blijvend niet-agrarisch beheer en een hoog vast peil, zal de voedselrijkdom in de flexpeilgebieden met enkele tientallen afnemen waardoor in alle deelgebieden een ongeveer klimaatneutrale situatie ontstaat (weinig opname of uitstoot van broeikasgassen).

#### EFFECT EXTENSIVERING LANDBOUW

De overgang van intensieve landbouw naar een extensiever agrarisch beheer van de gebieden leidt tot een afname van de CH<sub>4</sub>- (vee) en N<sub>2</sub>O-emissies (bemesting). In het geval van een vast hoog peil zal veehouderij en bemesting volledig gestopt moeten worden. Daarnaast leidt het verminderen of stopzetten van het maaien tot een toename van de accumulatie van organisch materiaal, en dus een toename van de CO<sub>2</sub>-opname door het gebied.

#### AFNAME BROEIKASGASSEN EN TEGENGAAN VAN BODEMDALING GAAN HAND IN HAND

In het veenweidegebied worden broeikasgasemissies en bodemdaling beiden voor een groot deel bepaald door de mate van veenoxidatie. Maatregelen die ingezet kunnen worden om broeikasgasemissies uit het veenweidegebied te verminderen, zoals opzetten van het waterpeil en extensivering van de landbouw, zorgen meestal ook voor een afname van de bodemdaling.



**AFBEELDING 6.1.1 BEWEIDING IN RONDEHOEP (BOVEN). PLASVORMING IN RONDEHOEP TIJDENS HET NAJAAR VAN 2011.**

# 6

## FLEXIBEL PEILBEHEER EN SPECIFIEKE FUNCTIES

Bij het bepalen van de peilmarge van flexibel peilbeheer vindt een afweging plaats van alle functies die in een peilvak aanwezig zijn. In dit hoofdstuk wordt voor diverse functies die in de flexpeil projectgebieden aanwezig zijn de consequenties van instellen van flexibel peil beschreven.

### 6.1 LANDBOUW

In de Ronde Hoep is onderzocht wat de economische effecten van het instellen van een flexibel peilbeheer kunnen zijn voor landbouw. Het is belangrijk om hierbij in acht te nemen dat in het reservaatgebied naast het instellen van flexibel peilbeheer het waterpeil in zijn geheel omhoog is gegaan. In de winter staat het waterpeil nu maximaal 55 cm hoger dan voor het instellen van flexibel peilbeheer. In de zomer staat het waterpeil nu minimaal 17 cm hoger. De flexibel peilmarge is -2,80 tot -2,45 m NAP.

#### **DE EFFECTEN OP GEWASOPBRENGST LIJKEN BEPERKT**

In de Ronde Hoep is flexibel peilbeheer ingesteld in een natuurreservaat dat in eigendom is van Landschap Noord-Holland. De percelen van het natuurreservaat worden verpacht voor agrarisch (veeteelt) gebruik met beperkingen in verband met weidevogelstellingen. Ten aanzien van het gebruik van het gebied voor de landbouw zijn er twee effecten. Ten eerste: het instellen van flexibel peilbeheer heeft in potentie een effect op de grasopbrengst. Helaas is het niet mogelijk om op basis van de hydrologische modellen hier eenduidige uitspraken over te doen. De reden hiervoor is dat het peilbeheer is afgestemd op behoud van weidevogels, waardoor de Ronde Hoep geen representatief landbouwgebied is. Om toch enig beeld te schetsen van de mogelijke daling van de grasopbrengst is gebruik gemaakt van onderzoek uitgevoerd in Polder Zegveld. Op basis van dit onderzoek - uitgevoerd door Alterra (12) - bleek dat in deze polder een peilverhoging van 10 tot 30 cm leidt tot een schade van 83 tot 129 €/ha/jaar. Hierbij wordt uitgegaan van een prijs van 22 cent per KG droge stof gras en een opbrengst van ongeveer 11.500 KG per hectare (totale waarde is dan circa 2500 Euro). De schade door de peilverhoging van 10 tot 30 cm bedraagt tussen de 3% tot 5%.



CRITERIUM	REFERENTIE	FLEXIBEL	FLEXIBEL	REFERENTIE	FLEXIBEL
		PEILBEHEER	PEILBEHEER		PEILBEHEER
Deelgebied	Noord	Noord	Noord	Zuid	Zuid
Peil (m NAP)	-2.97	-2.45 / -2.80	-2.80 / -3.15	-2.97	-2.45 / -2.80
Draagkracht van de bodem (3 dagen achter elkaar een grondwaterstand dieper dan 25 cm –maaiveld in het voorjaar.)	8	5	7	6	4
Aantal dagen plasdras per jaar (Plas-dras is de situatie waarbij de grondwaterstand ondieper is dan 10 cm –maaiveld)	68	90	74	91	117
Lengte van het seizoen (een periode waarin de grondwaterstand meer dan 5 dagen ondieper dan -25 cm stond geldt als einde van het groei/oogst seizoen)	7 april 8 oktober (184 dagen)	17 april 18 september (154 dagen)	10 april 1 oktober (174 dagen)	14 april 22 september (161 dagen)	21 april 16 september (148 dagen)
Droog/Natschade Op basis van Gemiddelde Hoogste- en Gemiddelde laagste Grondwaterstand (GHG-GLG)	Droog: 97 Nat: 69	Droog: 98 Nat: 57	Droog: 97 Nat: 65	Droog: 97 Nat: 61	Droog: 97 Nat: 52

**TABEL 6.1** **MOGELIJKHEID VOOR LANDBOUWKUNDIG GEBRUIK VAN DE RONDE HOEP BIJ HET INGESTELDE FLEXIBEL PEILBEHEER -2,80 TOT -2,45 M NAP, HET REFERENTIEPEILBEHEER (-2.97 M NAP) EN EEN FLEXIBEL PEILBEHEER ROND DE GRENZEN VAN HET REFERENTIEPEILBEHEER -2.80 TOT -3.15 M NAP (15).**

**DRAAGKRACHT VAN DE GROND**

Ten tweede heeft flexibel peilbeheer een effect op de 'bruikbaarheid' van het land<sup>1</sup>. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het aantal dagen voor het broedseizoen dat het land voldoende draagkracht heeft om landbouwwerktuigen toe te laten. Voor de agrarische bedrijfsvoering is het aantal periodes van 3 dagen achtereenvolgend met voldoende draagkracht van belang. Daarnaast zijn ook het aantal dagen plas-dras per jaar en de lengte van het groeiseizoen van belang. Op basis van de tabel links kan er geconcludeerd worden dat het invoeren van flexibel peilbeheer in beperkte mate zal leiden tot belemmering van het gebruik van polder Ronde Hoep ten behoeve van landbouwfuncties. In de tabel wordt flexibel peilbeheer met en zonder peilverhoging vergeleken met jaarrond peil.

<sup>1</sup> In een eerder onderzoek gericht op dynamisch peilbeheer in de genoemde polder Zegveld is met een gebruiksgroep van agrariërs een aantal criteria voor dit agrarisch gebruik opgesteld (@Borren, 2011). Deze criteria zijn bij de modelberekeningen als uitgangspunt genomen.



AFBEELDING 6.2.1 RECREATIE OP DE LOOSDRECHTSE PLASSEN



AFBEELDING 6.2.2 CARTOON OVER RECREATIE. GEMAAKT DOOR AUKE HERREMA.

## 6.2 RECREATIE

Dit hoofdstuk gaat in op de economische effectbepaling van flexibel peilbeheer voor de watersport (recreatie) in het Loosdrechtse plassengebied (Polder Muyevelde). Effecten op ecologie en natuur zijn buiten beschouwing gelaten; niet alleen omdat deze in een deelstudie zijn uitgewerkt [36] maar ook omdat het lastig is deze in economische effecten uit te drukken. Er wordt verondersteld dat de kwantitatieve effecten, die zijn vastgesteld binnen het ecologische deelproject, voldoende zijn om het gesprek met andere partijen en belanghebbenden aan te gaan.

Alhoewel er wel degelijk een positief effect te verwachten is op natuur en belevingswaarde zijn de on geprijsde effecten op belevingswaarde en natuur zijn bij Loosdrecht buiten beschouwing gelaten net zoals de indirecte effecten. Door Wetterskip Fryslan is bij de verkenning naar mogelijkheden van flexibel peilbeheer in de friese boezem onderzoek gedaan naar de economische waarde van natuurlijk peilbeheer in de KRW (8). De verwachting is dat flexibel peilbeheer in de Friese boezem leidt tot een betere oeverontwikkeling maar de investeringskosten om de bevaarbaarheid voor (beroeps)vaart te handhaven waren te hoog om te besluiten tot instellen van flexibel peilbeheer in de friese boezem.

### INKOMSTENDERVING UIT WATERSPORT EN RECREATIE NIET EENDUIDIG

Van de gebieden waar flexibel peilbeheer werd ingesteld in het beheergebied van Waternet is de intensiteit van watersport<sup>2</sup> – met name zeil- en motorboten - in Polder Muyevelde (Loosdrechtse plassen en omstreken)<sup>3</sup> het hoogst. Het inzicht in economische effecten dat hier wordt gegeven is dan ook gericht op dit gebied. De zorg van de watersport, ondernemers en branche organisatie HISWA, was dat flexibel peilbeheer een negatief effect zou hebben op inkomsten uit de watersport, voornamelijk omdat bij lage oppervlaktewaterstanden de vaardiepte afneemt, waardoor een deel van de boten vast kan komen te zitten. De ervaring is bovendien dat de westzijde van de Loosdrechtse plassen al slechter bevaarbaar is, omdat er sprake is van een baggeropgave. Ten slotte staat de sector onder druk (als gevolg van het ongunstige economische klimaat en concurrentie met buitenlandse vakantiebestemmingen) en is nog een onzekere factor daarom ongewenst.

De waterstand is samen met de aanwezigheid van bagger bepalend voor de vaardiepte. Het flexibele peilbeheer is per oktober 2011 ingevoerd door de waterbeheerder (Waternet namens waterschap AGV) op vooralsnog beperkte wijze: variatie tussen -1.05 m NAP en -1.18 m NAP. Het minimale peil voor deze datum bedroeg eveneens -1,18 m NAP maar het peil stond kortdurend op -1,18 m NAP omdat naar zomer streefpeil -1,15 m NAP werd gemalen, na 1 oktober 2011 kan het peil langduriger op -1,18 blijven staan. In de praktijk neemt het minimale oppervlaktewaterpeil 3 cm af.

Vanwege de onzekerheid van de beschikbare gegevens (15) is het haast onmogelijk om eenduidige conclusies te trekken. Het lastige is bij het instellen van flexibel peilbeheer dat het causale verband tussen de effecten hiervan ten aanzien van de watersport moeilijk is vast te stellen. De reden daarvoor is dat de mogelijke effecten van flexibel peilbeheer in de plassen veel beperkter zijn dan de effecten van de huidige situatie ten aanzien van de baggeropgave van de polder Muyevelde. De potentiële inkomstenderving is groot als er vanuit wordt gegaan dat als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer een deel van het gebied niet meer bevaarbaar is en recreanten elders hun heil zoeken. Op basis van gebiedskennis wordt echter aangegeven dat de baggerachterstand hiervoor op dit moment bepalender is dan het instellen van flexibel peilbeheer. Dit werd ook door de aanwezige belanghebbenden als zodanig aangegeven tijdens de laatste bijeenkomst rond participatieve monitoring (32).

<sup>2</sup> Zie voor een overzicht van watersport in Loosdrecht: <http://www.recreatiemiddennederland.nl/terreinen/loosdrechtse-plassen.html>

<sup>3</sup> Polder Muyevelde is de hydrologische eenheid die de vijf Loosdrechtse Plassen, de Vuntusplas, het Stergebied, de Breukeleveenscheplas, de Tienhovensche Plassen en de Kievitsbuurt omvat.



**AFBEELDING 6.3.1 EEN SLOOT MET ZEER FLAUWE OEVERS IN DE RONDE HOEP: GEEN HELOFYTEN OF ANDERE VEGETATIE, MAAR BIJ ZAKKEND WATERPEIL WEL TELKENS EEN BAND MET NIEUWE SLIKKIGE FOERAGEERPLEKKEN: DIT ZIJN ZEER NATUURVRIENDELIJKE OEVERS, VOOR VOGELS! OOK DIT IS EEN EFFECT VAN FLEXIBEL PEILBEHEER.**



**AFBEELDING 6.3.2 TURELUUR OP ZOEK NAAR VOEDSEL IN SLIKKIGE OEVER.**

## 6.3 WEIDEVOGELS



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

### WAT ZIJN WEIDEVOGELS?

De term weidevogels is een verzamelnaam voor een groep vogels voor wie extensieve agrarische graslanden in Nederland een belangrijke, zo niet onmisbare schakel in hun leven vormen. Er is geen vast criterium welke soorten hiertoe gerekend worden, wel worden vrijwel altijd de steltlopers scholekster, kievit, grutto, tureluur en watersnip hiertoe berekend (47). Deze vogels zoeken hun voedsel tussen de vegetatie en in de bodem van graslanden, vinden er plek om te rusten maar bovenal gebruiken ze de weilanden om nesten te leggen en hun jongen groot te brengen. Voor veel natuurgebieden zoals de Ronde Hoep en Middelpolder vormt weidevogels de belangrijkste natuurkwaliteit. De laatste jaren is er relatief veel onderzoek naar de invloed van peilbeheer op weidevogels gedaan (25, 24).

### BELANG VAN VOCHTIGE GRASLANDEN

De leefwijze en biotoopeisen verschillen van soort tot soort. Meerdere soorten en hogere aantallen zijn te vinden in polders met extensief beheerde graslanden, rust en een open landschap. Daarnaast is het (grond-) waterpeil een zeer belangrijke factor. Het waterpeil dient hoog te staan, maar niet boven het maaiveld. Een drooglegging van 5 tot 30 cm is optimaal. De hoge grondwaterstand zorgt voor een vochtige en daardoor zachte bodem, met vele kleine diertjes ondergronds en tussen het gras. Vochtige omstandigheden hebben een positieve invloed op de gras- en kruidensamenstelling en -groei en direct en indirect op de hoeveelheid insecten, torren en ander voedsel die aanwezig en beschikbaar is als voedsel voor de vogels en hun kuikens. Bovendien dient de vegetatie voldoende dekking te bieden, maar ook open genoeg te zijn om foerageren te vermakkelijken (38).

### PLASDRAS

Weidevogels die in het vroege voorjaar vanuit de overwinteringsgebieden in Nederland aankomen vestigen niet onmiddellijk een territorium. Tot circa half april wordt er 's nachts gemeenschappelijk geslapen op plekken met ondiep water en overdag in de omgeving gefoerageerd. Uit recent onderzoek blijkt dat ook in de broedtijd in de omgeving gevestigde weidevogels gebruik maken van plasdras-gebieden (23). Aan de andere kant hebben graslandpercelen die in het voorjaar tijdelijk plasdras hebben gestaan later in het seizoen een beperkte waarde hebben als foerageergebied (2). In het zuidelijk deel van het reservaat van Ronde Hoep treden in de natte periode veel plasdras situaties op.

### HET VOORJAAR IS CRUCIAAL

Een natuurlijk verlopend oppervlakte- en grondwaterpeil creëert de beste voedselcondities voor weidevogels: een hoog peil bij aanvang van het broedseizoen (maart), langzaam uitzakkend richting de zomer. Door het aanvankelijk hoge en later uitzakkende water komt de grasgroei later op gang zodat medio mei een structuurrijke en halfopen vegetatie kan dienstdoen als kuikenland. Door het zakkende waterpeil komen telkens nieuwe modderige vlakten in greppels en langs slootoevers beschikbaar als voedselbron. Eind juni / begin juli zijn de jonge vogels vliegvlug. Tegen die tijd is het waterpeil dusdanig laag en de grasgroei zodanig gevorderd dat agrarisch maaiwerk kan plaatsvinden; een belangrijke voorwaarde om de weilanden van jaar tot jaar aantrekkelijk te houden voor de vogels.



AFBEELDING 6.3.3 WEIDVOGELS. BOVEN: GRUTTO. ONDER: KIEVIT.

### **FLEXIBEL PEILBEHEER EN AANVULLEND EEN HANDJE HELPEN**

Het verloop van het waterpeil van redelijk hoog in maart tot laag genoeg voor maaiwerk in juli vormt een belangrijke voorwaarde voor succesvol weidevogelbeheer. Dit wordt niet bereikt indien het peil volledig natuurlijk kan schommelen, slechts beïnvloedt door neerslag en verdamping. Vogelnesten mogen niet drijfmaat komen te liggen en de grasgroei dient in de pas te lopen met de opgroeycyclus van kuikens. Een zekere mate van regulatie van de waterstand zal altijd noodzakelijk blijven in terreinen met een weidevogelstelling. Ook voor het agrarisch medebeheer, een vereiste om de kwaliteit van het terrein voor weidevogels overeind te houden dient vooral in natte zomers het waterpeil verlaagd te worden om bewerkingen als maaien, hooien, weiden en uitvoeren van schouwwerk mogelijk te maken.

### **POLDER MIJNDEN**

Het oostelijk peilvak van Polder Mijnden was oorspronkelijk onderdeel van project FLEXPEIL maar viel door trage uitvoering vanwege juridische procedures af. Inmiddels zijn deze procedures afgerond en is het peilbesluit Mijnden (2008) onherroepelijk. De uitvoering van maatregelen om flexibel peilbeheer te kunnen instellen is gepland in 2013. Naar schatting wordt eind 2013/begin 2014 het flexibel peilbeheer in Mijnden-Oost ingesteld.

Als onderdeel van dit project is een bureaustudie uitgevoerd door bureau Waardenburg naar de effecten van het nieuwe peilbesluit Mijnden op de weidevogelpopulatie (17). In Mijnden-Oost worden tengevolge van het nieuwe flexibel peilregime verschillende positieve effecten verwacht:

- de kans op plas-dras situaties bij aankomst in maart verhoogd,
- het areaal met optimale grondwaterstand tijdens de vestigingsfase neemt voor de grutgroep fors toe,
- het areaal kuikenland kan toenemen.

Ten gevolge van het flexibel peilbeheer worden in Mijnden-Oost echter ook negatieve effecten verwacht: de voedselvoorziening voor volwassen weidevogels neemt af ten gevolge van negatieve effecten van plasdras op bodemfauna.

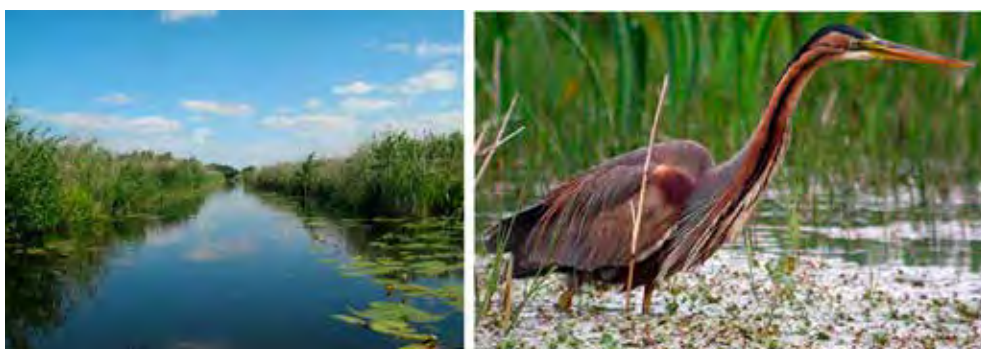




AFBEELDING 6.4.1 KOLONISATIE DOOR OEVERPLANTEN VAN ONDIEP WATER IN HET NAARDERMEER.



AFBEELDING 6.4.2 HOOGVEENBOS IN HET NAARDERMEER.



AFBEELDING 6.4.3 RIETVEGETATIE IN HET NAARDERMEER (LINKS). PURPERREIGER (RECHTS). FOTO VAN KRISTIAN KERIHUEL (BRON: [WWW.VOGELVISIE.NL](http://WWW.VOGELVISIE.NL))

## 6.4 HOOGVEENBOSSEN EN ANDERE NATUURWAARDEN



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

Verschillende natuurwaarden: dilemma's rondom flexibel peilbeheer. Naast water- en oeverplanten zijn vaak ook andere, soms terrestrische, natuurfuncties van belang voor een gebied. Zo zijn de veenbossen in het Naardermeer even karakteristiek voor dit natuurgebied als de wateren met kranswieren, fonteinkruiden, krabbenscheer, het waterriet en de oevervegetaties. In de Oostelijke Binnenvlakte van Tienhoven en Westbroekse zoden is er een spanning tussen hydrologische wensen voor verschillende bijzondere natuurwaarden, zoals kranswierwateren, veenmosrietlanden en trilvenen.

### VEENBOSSEN

Met name veenbossen kunnen gevoelig zijn voor (grond)waterpeilwisselingen. In een aanzienlijke oppervlakte van de veenbossen rondom het Naardermeer is prachtige beginnende hoogveenvorming op gang gekomen. De vorming van deze veenbossen is 50-75 jaar geleden begonnen. Wat gebeurt er met het bos en met de veenmosbulten met hoogveenvorming als het waterpeil ver(der) uitzakt? De invloed van het oppervlaktewater reikt mede door sloten en greppels relatief ver, ongeveer 15 meter, het bos in, daarna zie je de veenmosbulten. Hoe ver zal de invloed merkbaar zijn in het bos bij een flexibel peil?

De effecten van een meer flexibel peilbeheer op de veenbossen in het Naardermeer worden daarom in dit project onderzocht (13). Er is hiervoor een apart peilvak in het Naardermeer gecreëerd, waar gecontroleerd het waterpeil verlaagd en verhoogd kan worden zonder dat dit van invloed is op het waterpeil van de rest van het meer. Het gemiddelde waterpeil in het onderzoeksvak over een jaar gaat omlaag, het peil staat echter slechts een beperkte tijd van het jaar daadwerkelijk lager dan in de rest van het Naardermeer. Als er effecten van een meer flexibel peilbeheer zijn op de hoogveenvorming dan zijn die pas op lange termijn zichtbaar. Op dit moment zijn er nog onvoldoende gegevens beschikbaar om uitspraak te kunnen doen over de (on)gevoeligheid van veenbossen voor flexibel peilbeheer.

### WATERRIET EN MOERASVOGELS

Natuurmonumenten maakt zich al langere tijd zorgen over de moerasvogels in het Naardermeer, zoals de Grote Karekiet, Roerdomp en Purperreiger. Soms ligt de oorzaak van achteruitgang voor een belangrijk deel buiten het Naardermeer, zoals bij de overwinteringsgebieden van de Grote Karekiet, soms ligt die binnen het Naardermeer. Overjarig riet en waterriet zijn belangrijke broedbiotopen voor moerasvogels. De kwaliteit en oppervlakte van waterriet gaat echter sterk achteruit; er is nauwelijks verjonging van waterriet. Dat geldt voor het waterriet in het Naardermeer, maar ook voor waterriet in andere laagveengebieden.

De achteruitgang van het waterriet kan verschillende oorzaken hebben, zoals zuurstofloos water, genetische verarming van het riet, ganzenvraat, verzuring/verstikking/vergiftiging door het riet bij een vast peil, ophoping van organisch materiaal en te weinig voedingsstoffen in het water voor het riet. Het is de vraag is of de geringe peilwisseling van 20 cm een cruciale factor is in de achteruitgang van het riet. Een meer flexibel peil, waarbij in het Naardermeer het water verder uit mag zakken (hoger kan niet), zou een van de oplossingen kunnen zijn om het waterriet te versterken, omdat het zorgt voor meer zuurstof tussen het riet. Tijdelijke droogval bevordert ook de uitstoeeling van het riet en zorgt dat het organisch materiaal tussen het riet de kans krijgt om te verteren. Een meer flexibel peilbeheer kan dus heel positief zijn voor het waterriet in het Naardermeer.



AFBEELDING 6.4.4 LUCHTFOTO VAN WESTBROEKSE ZODDEN. DE PETGATEN EN VERSCHILLENDE STADIA VAN VERLANDING ZIJN DUIDELIJK ZICHTBAAR (LINKS) EN VEENBOSSEN ROND NAARDERMEER (RECHTS).



AFBEELDING 6.4.5 WESTBROEKSE ZODDEN; EEN AFWISSELING VAN PETGATEN (LINKS) EN TRILVENEN (RECHTS).



AFBEELDING 6.4.6 KRABBENSCHERVEGETATIE WESTBROEKSE ZODDEN (LINKS) EN WATERRIET IN NAARDERMEER (RECHTS)



AFBEELDING 6.4.7 TRILVENEN IN OOSTELIJKE BINNENPOLDER VAN TIENHOVEN (LINKS) EN MOERASWESPENORCHIS (RECHTS).

### **BESTAANDE WATERVEGETATIES**

Maar er is meer bijzondere natuur in dit Natura2000 gebied die beschermd wordt. Naast waterriet en veenbossen herbergt het Naardermeer ook uitgebreide watervegetaties. Een flexibel peilbeheer kan voor die natuur juist erg negatieve gevolgen hebben. Het water in de meren is nu zeer helder en schoon, en rijk aan kranswieren, fonteinkruiden en macrofauna. Dit is een gevolg van o.a. het defosfateren van het inlaatwater. Minder inlaat van schoon water, of zelfs gedeeltelijk droog vallen van het meer, kan desastreus zijn voor de aanwezige kranswieren. Wat gaat er met de waterkwaliteit gebeuren als er minder water wordt ingelaten? De invloed van het kwelwater zal groter worden. Dit kwelwater is lichtbrak en fosfaatrijk. Is dit een positieve of negatieve ontwikkeling voor de natuur? De waterbodem in het Naardermeer bestaat ook uit pyrietrijke kleibodems die verzuren als ze droog komen te liggen.

### **TRILVENEN**

Ook in de FLEXPEIL gebieden Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven en Westbroekse zodden liggen dilemma's tussen hydrologische wensen van verschillende bijzondere natuurwaarden. Vanwege de bijzondere ligging naast de Gooise Heuvelrug is in deze gebieden kwelwater afhankelijke natuur (o.a. trilvenen) mogelijk die bijzonder is op Europese schaal. Vandaar dat deze gebieden onderdeel uitmaken van het Natura2000 gebied de Oostelijke Vechtplassen.

Voor het behalen van de Natura2000 doelstellingen in deze gebieden is zoveel mogelijk kwel, zo min mogelijk invloed van "gebiedsvreemd water" en een voldoende hoge grondwaterstand in de percelen en een meer natuurlijk peilbeheer noodzakelijk.

Bij de precieze keuze van het peilregime bestaat een spanning tussen enerzijds de oudere moeraspercelen met veenmosrietlanden, trilvenen en natte heiden die gebaat zijn bij een gemiddeld hoog waterpeil en de jongere verlandingshabitats zoals kranswieren, krabbenscheren en fonteinkruiden die gebaat zijn bij een gemiddeld lager waterpeil (58). Zowel een verhoging als een verlaging van het oppervlaktewaterpeil brengt kansen en risico's met zich mee. Toch kan een meer natuurlijk, flexibel peilbeheer zeker bijdragen aan het behalen van deze zeer bijzondere natuurdoelen.

Bij de afwegingen over het instellen van een flexibel peilbeheer dienen altijd de hydrologische randvoorwaarden van de overige natuurfuncties in een gebied in ogenschouw te worden genomen.



AFBEELDING 7.0.1 PLAATSEN VAN DAMWANDEN. LINKS: TER AFSLUITING VAN HET FLEXPEILVAK IN MIDDELPOLDER. CENTRAAL: TER AFSLUITING VAN VAK 7 IN HET NAARDERMEER. RECHTS: VOOR NIEUWE STUW IN DE NIEUW KEVERDIJKSE POLDER.

## 7

## MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN EN FLEXIBEL PEILBEHEER

### MAATSCHAPPELIJKE WEERSTAND EN PLANNEN VAN DERDEN

Tegen het instellen van flexibel peilbeheer bleek bij een aantal peilvakken een grote maatschappelijke weerstand te bestaan. Tegen het peilbesluit van het Loosdrechtse plassengebied en polder Mijnden zijn beroepen ingediend bij de rechtbank maar alle beroepen zijn uiteindelijk ongegrond verklaard. Het instellen van het peilbesluit in de Loosdrechtse plassen is begeleid met een participatief meetnet (zie deelrapport van Deltares omtrent het participatief meetnet (5)). Bij Polder Mijnden bleek het niet haalbaar om de maatregelen op tijd uit te voeren binnen de subsidieperiode daarom is dit gebied is afgefallen. Ook het flexibel peilvak in Zuidpolder beoosten Muiden is afgefallen omdat rijkswaterstaat een nieuwe snelweg dwars door dit peilvak wil gaan aanleggen waardoor het flexibel peilbeheer in de huidige vorm niet meer mogelijk is.

### AANPASSEN HYDROLOGISCHE SITUATIE

Indien de uiterste grenzen van peilmarge van het flexibel peilbeheer niet wijzigen ten opzichte van de oude situatie dan hoeven er in principe geen nieuwe kunstwerken worden gebouwd. Het is dan alleen het loslaten van de aansturing zolang het peil binnen de peilmarge van het peilbesluit blijft. Indien de omvang of hoogteligging van de peilmarge wijzigt of de begrenzing van het peilvak verandert, dan worden voor het instellen van een flexibel peilbeheer aanpassingen gedaan aan kunstwerken. Bij de peilvakken van het project FLEXPEIL ging het om verschillende maatregelen.

In de **Middelpolder** zijn de percelen hydrologisch gescheiden van de rest van peilvak, hiervoor was nodig het omleggen van de hoofdwatgang, de aanleg van dammen en een stuw met inlaat en uitlaat mogelijkheid. Sinds het instellen van flexibel peilbeheer in februari 2011 is nog geen water ingelaten. Er zijn natuurvriendelijke oevers aangelegd en er is gebaggerd zodat bij het laagste peil geen sloten droogvallen.

**Groene Jonker** was vroeger onderdeel van een agrarisch peilvak in de polder Zevenhoven. In 2008-2009 is dit gebied hydrologisch gescheiden door de aanleg van dammen en stuw met uitlaatmogelijkheid. Er is geen inlaatbehoefte omdat het peil flink mag uitzakken: het flexibel peilregime is 50 cm. In de praktijk blijkt dat het peil niet volledig uitzakt omdat er bij de lagere peilstand sprake is van kwel. Verder is de Groene Jonker heringericht: een aantal percelen zijn afgegraven en er zijn zeer flauwe oevers aangelegd die bij het flexibele peil droog vallen. De herinrichting is niet nodig voor het instellen van het flexibele peil maar in dit geval wel noodzakelijk om de in het verleden bemeste bovenlaag te verwijderen voor een goede waterkwaliteit.



**AFBEELDING 7.0.2 PLAATSEN VAN PEILSCHAAL OM DE STUWSTAND NAUWKEURIG AF TE KUNNEN LEZEN (BOVEN). ACHTERLOOPSE STUW IN DE RONDE HOEP VEROORZAAKT DOOR DE HOGE WATERSTAND (ONDER)**

De flexibel peilmarge van **Botshol** valt samen met de oude peilmarge, dus in principe waren geen maatregelen nodig, alleen een andere aansturing van peil. De kering tussen het natuurgebied en de agrarische percelen bleek echter nooit goed op hoogte te zijn gebracht en dat was nodig om te voorkomen dat bij het hoge peil water weg zou lopen.

Voor de **Loosdrechtse plassen** zijn maatregelen genomen om op specifieke plaatsen de bevaarbaarheid van vaarverbindingen te garanderen na instellen van het flexibele peilbeheer: verwijderen van een zandbank bij de toegang naar jachthavens, vaardiepte en vaarhoogte bij een brug, de vaarverbinding via de Kraaijenestersluis tussen de Vecht en de Loosdrechtse plassen. Verder was het van belang om het peil van de plassen goed te kunnen aansturen door middel van 6 meetpunten rondom de plassen die corresponderen met het gemaal Loosdrecht.

In de **Ronde Hoep** is al in 2007 het centrale deel, het weidevogelreservaat, door middel van dammen geïsoleerd van het agrarische deel en is een inlaat en uitlaat mogelijkheid aangelegd. Tijdens het project FLEXPEIL bleek dat bij hoge peilen lekkage optrad bij sommige dammen hierdoor heeft in de praktijk het flexibele peil niet volledig gefunctioneerd. Het blijkt in de praktijk soms lastig te zijn om in veengebied waterdichte constructies te maken.

Ook de flexibel peilvakken in polder **Nieuwe Keverdijkse Polder** zijn hydrologisch geïsoleerd en er is een inlaat en uitlaat constructie aangelegd. Een aantal woningen hebben een apart peilvak om overlast te voorkomen. Ook hier blijkt in het eerste jaar van flexibel peilbeheer dat er geen inlaat nodig is geweest.

#### **DUIDELIJKE OPERATIONELE AFSPRAKEN**

Nog belangrijker is dat ingrijpen in het beheer worden vastgelegd. In de Middelpolder en de Ronde Hoep is bijvoorbeeld de stuwstand gedurende het onderzoek een aantal keer aangepast ten behoeve van de weidevogels. De stuwstanden zijn per sms doorgegeven. Deze informatie moet zodanig worden vast gelegd dat de informatie voor iedereen binnen het waterschap toegankelijk is. In de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven is de stuw een aantal keer neergeklapt om het riet te kunnen maaien. Hier ontbreekt informatie over de precieze momenten. Dit maakt een goede analyse van effecten van flexibel peilbeheer lastig. Belangrijk is dat de afmetingen van de nieuwe kunstwerken goed worden vastgelegd en dat de stuwstand goed wordt ingemeten.

#### **VINGER AAN DE POLS**

Voor de analyse is het van belang om toezicht te houden op alle ingrepen in het onderzoeksgebied. In Botshol zijn er bijvoorbeeld nieuwe petgaten gegraven gedurende het onderzoek. Ook was het nodig voor de uitvoering van de werkzaamheden in Nieuwe Keverdijkse Polder het peil sterk omlaag te zetten en was er in de Ronde Hoep sprake van lekkage bij de stuwen (ze zijn achterloops geraakt). Het is belangrijk om deze gebeurtenissen goed vast te leggen, zodat later mogelijke afwijkingen in resultaten kunnen worden gerelateerd aan deze gebeurtenissen.





AFBEELDING 7.1.1 THEMA'S EN FUNCTIES WAAR REKENING MEE GEHOUDEN DIENT TE WORDEN BIJ HET NEMEN VAN EEN PEILBESLUIT (55).

## 7.1 BESLUITVORMING ROND FLEXIBEL PEIL

Vanwege de mogelijke effecten van flexibel peilbeheer op haar omgeving dient besluitvorming rondom een peilbesluit zorgvuldig plaats te vinden. Het waterschapsbestuur neemt een peilbesluit op basis van een transparante afweging van alle functies en belangen ten aanzien van het peil. In dit hoofdstuk wordt voor een aantal gebieden van het project FLEXPEIL uitgelegd hoe de besluitvorming voor flexibel peilbeheer tot stand is gekomen.

### GBIEDEN MET UITSLUITEND NATUURFUNCTIE

In sommige peilvakken, zoals Groene Jonker, Nieuwe Keverdijkse Polder, Loenderveense plas kon de keuze van het peilregime volledig afgestemd worden op de natuur, doordat er geen andere functies dan moerasnatuur in het peilvak aanwezig zijn. De gekozen peilrange is groot: 30 tot 40 cm. Door de grote peilrange is tot nu toe geen inlaatwater in deze gebieden nodig geweest.

In gebieden met andere belangrijke natuurwaarden, zoals de veenbossen in het Naardermeer, dient gedegen rekening te worden gehouden met de hydrologische randvoorwaarden van deze op Europees niveau beschermde natuurwaarden. Flexibel peilbeheer leidt mogelijk tot een verslechtering van de hydrologische randvoorwaarden. Prioritering van de natuurfuncties, in nauwe samenwerking met de natuurbeheerder, is dan belangrijk. De marges van het flexibel peilbeheer dienen zo gekozen te worden dat de overige natuurfuncties er geen nadeel van ondervinden.

### LOOSDRECHTSE PLASSEN: VERSCHILLENDE BELANGEN IN ÉÉN GEBIED

In andere peilvakken is in het peilbesluit rekening gehouden met andere functies. Zoals bijvoorbeeld in het Loosdrechtse Plassengebied dat meerdere functies heeft: recreatieplassen met natuurwaarde en bebouwingslinten rondom de plassen. Bovendien is het zuidelijk deel van Natura2000 gebied Oostelijke Vechtplassen wat betreft zijn inlaatwater afhankelijk van de Loosdrechtse Plassen. Vanuit recreatief oogpunt, met name de bevaarbaarheid, is het wenselijk de waterpeilen op de Loosdrechtse plassen niet te laag te laten uitzakken en daarom zo strak mogelijk tussen -1,10 en -1,15 m NAP te houden. Vanuit het oogpunt van bebouwing mag het peil niet te hoog vanwege wateroverlast en niet te laag vanwege negatieve effecten op de fundering. Vanuit ecologisch oogpunt daarentegen is het wenselijk om verdroging te bestrijden en een flexibel peilregime te hanteren zodat zo weinig mogelijk gebiedsvreemd water hoeft te worden ingelaten en een goede onderwater- en oevervegetatie met bijbehorend ecosysteem kan ontwikkelen. In de Loosdrechtse plassen is sprake van verdroging omdat door de diepe polders en de drinkwaterwinning de natuurlijke kwelwaterwaterstroom vanaf de Utrechtse Heuvelrug sterk is verminderd. Voor het handhaven van het juiste oppervlaktewaterpeil is het daarom noodzakelijk om water van onvoldoende kwaliteit aan te voeren. Flexibel peilbeheer is een middel om de inlaat van water van onvoldoende kwaliteit te beperken. Vanuit ecologisch oogpunt zou een flexibele peilrange van 60 cm wenselijk zijn, zodat bijna geen water met slechte waterkwaliteit hoeft worden ingelaten. Een dergelijk extreem peilregime is echter voor de andere gebruiksfuncties van de plassen niet acceptabel. Het bovenstaande overwegende is als compromis gekozen om de range van 15 cm waartussen het peil decennialang schommelde met een zomer en winterstreefpeil volledig als flexibel peilbeheer regime te nemen: -1,05 en -1,20 m NAP.



AFBEELDING 7.1.3 LUCHTFOTO'S VAN BOTSHOL MET OMLIGGEND GEBIED.

### **WEIDEVOGELDOELSTELLINGEN IN MIDDELPOLDER EN RONDE HOEP**

In het bovenland van Middelpolder heeft Landschap Noord-Holland een stuk land in beheer als weidevogelreservaat. Het peilbesluit voor deze percelen was erop gericht om dit natuur gedeelte hydrologisch 'los te koppelen' van het agrarische deel van het Bovenland en in dit deel flexibel peilbeheer in te stellen. Dan kan het waterschap voor beide functies het optimale peil instellen. De overweging was dat dit naast het voordeel voor de weidevogels tevens als voordeel had dat de externe belasting van nutriëntrijk inlaatwater op dit natuurgedeelte wordt teruggebracht. De gedachte was dat het natuurgedeelte meer onder invloed komt te staan van gebiedseigen (regen)water. Een ecologische systeemanalyse is uitgevoerd om de huidige ontwikkeling van de slootecosystemen beter te begrijpen. Daardoor werd tevens duidelijk of het misschien beter kan en hoe deze ecologische potentie ontwikkeld kan worden. In het flexipeilgebied van Middelpolder ligt een sloot rijk aan waardevolle plantensoorten. De combinatie van kwel en relatieve isolatie ten opzichte van het langsstromende inlaatwater lijken de belangrijkste oorzaken. De potenties zijn verder verkend met behulp van het voorspellingsmodel ICHORS. Uit deze modelberekeningen blijkt het kwelwater inderdaad gunstig voor een lange lijst van plantensoorten. In het veengebied leken de slootecosystemen sterk te kunnen profiteren wanneer de invloed van inlaatwater kan worden teruggedrongen ten gunste van gebiedseigen neerslagwater.

In de Ronde Hoep is het flexibele peilbeheer afgestemd op de weidevogelgoalstelling. Het verloop van het waterpeil van redelijk hoog in maart tot laag genoeg voor maaiwerk in juli en vormt een belangrijke voorwaarde voor succesvol weidevogelbeheer. Dit wordt niet bereikt indien het peil volledig natuurlijk kan schommelen, slechts beïnvloed door neerslag en verdamping. Vogelnesten mogen niet drijfmaat komen te liggen en de grasgroei dient in de pas te lopen met de opgroeycyclus van kuikens. Een zekere mate van regulatie van de waterstand zal altijd noodzakelijk blijven in terreinen met een weidevogelgoalstelling.

### **BOTSHOL: NATUURLIJKE DYNAMIEK ONDER KUNSTMATIGE CONDITIES**

In Botshol werd tot voor kort alleen in de zomer gedefosfateerd water ingelaten. Door de sterke wegzijging zakte het peil in de droge tot normale winters zo sterk uit dat oppervlaktewaterpeil in de winter lager stond dan in de zomer. Voor een optimaal peilbeheer is bij het peilbesluit van 2008 rekening gehouden met de ontwikkeling en oogst van riet, de natuur, de recreatie en de bebouwing (fundering) in het gebied. Daarbij wordt gestreefd dat er geen toename is van de hoeveelheid water die via de defosfatering gemiddeld per jaar wordt ingelaten.

Anders dan in de oude situatie, wordt het peil in het winterhalfjaar zo hoog mogelijk gehouden. Daardoor is het gemiddelde waterpeil hoger aan het begin van het voorjaar. Vervolgens wordt dit peil tot halverwege de zomer hoog gehouden door het inlaten van water, net als in de oude situatie. Vanaf 1 juli mag het peil dan geleidelijk uitzakken tot een minimumpeil van -2,65 m t.o.v. NAP in de periode tot en met half september. Dit is een meer natuurlijke situatie met een hoger peil in de winter en ontstaat meer peilfluctuatie waardoor de ontwikkeling van oevervegetatie betere kansen krijgt, is de kans op nachtvorstschade aan het riet en droogteschade aan terrestrische natuur minder groot door het hogere waterpeil in het voorjaar. Vervolgens wordt juist in het najaar weer een hoger streefpeil aangehouden, wat zoveel mogelijk door natuurlijke aanvulling (neerslagoverschot) in het winterhalfjaar kan plaatsvinden. Zonodig wordt extra water ingelaten, zodat het peil in het vroege voorjaar weer maximaal is.



WISSELENDE WATERSTANDEN

## 7.2 MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN EN DRAAGVLAK

### GROTE VERSCHILLEN IN BELEVING BESLUITVORMING MUYEVELD

Er zijn grote verschillen in de beleving rondom de besluitvorming over flexibel peilbeheer in het Loosdrechtse plassengebied (polder Muyevelt). Vertegenwoordigers van Natuurmonumenten, het Plassenschap en een eigenaar van een jachthaven zijn bijvoorbeeld (redelijk) tevreden. Zij waarderen dat serieus geprobeerd is om mensen te betrekken bij het proces door o.a. interviews en keukentafelgesprekken en dat de belangrijkste partijen ook daadwerkelijk bij het proces zijn betrokken. Commentaar is er op het feit dat het proces soms wat slordig of rommelig is verlopen. Een aantal partijen uit de recreatieve sector en de omwonenden kunnen zich helemaal niet in het verloop van het proces vinden. Zij hebben het gevoel dat men de besluitvorming over het flexibel peilbeheer maar over zich heen krijgt en dat men het maar te slikken heeft. Hieraan lijken verschillende waarden ten grondslag te liggen. De belangrijkste waarden hangen samen met macht en prestatie. Het lijkt vooral te gaan om erkenning en invloed.

### TEVREDENHEID OVER BESLUITVORMING IN RONDE HOEP

De geïnterviewde belanghebbenden in de Ronde Hoep zijn over het algemeen tevreden over het proces van invoering van flexibel peilbeheer. Voor hen zijn processen die simultaan liepen zoals het herinrichten van het hart van de polder als natuurgebied en het bestemmen van Ronde Hoep als calamiteitenberging processen met grotere impact. Daarnaast geldt dat het flexibel peilbeheer in Ronde Hoep vooral gericht is op behoud van weidevogels. Hiervoor wordt door Landschap Noord-Holland (de gebiedsbeheerder) het waterpeil ook regelmatig actief verlaagd, waardoor ook de agrariërs het land op kunnen om gras te oogsten of vee te laten grazen. De peilverlagingen blijven binnen de peilmarge van het peilbesluit.

### DRAAGT MAATSCHAPPELIJKE MONITORING BIJ AAN HET VERTROUWEN?

Voor het verkrijgen van draagvlak is vertrouwen een essentieel onderdeel. Vaak is er veel maatschappelijke weerstand tegen het instellen van flexibele peilen, omdat Nederland is ingericht op basis van een sterke peilregulatie en er nog weinig ervaring met flexibel peilbeheer is. Het wijzigen van het waterpeil kan nadelige effecten hebben. Dit is de reden geweest om te werken met participatieve monitoring. Bij de participatieve monitoring in Muyevelt is aan de belanghebbenden gevraagd waar men problemen met flexibel peilbeheer verwacht en hoe men de mogelijke gevolgen van dit peilbeheer zou willen meten en monitoren. Deze open benadering hangt samen met het feit dat er nog veel onzekerheden zijn over de gevolgen van flexibel peilbeheer. De resultaten van de participatieve monitoring worden in het volgende hoofdstuk besproken.



AFBEELDING 31.X KEUKENTAFELGESPREK MET BETROKKEN BEWONERS EN JACHTHAVENEIGENAREN VAN DE LOOSDRECHTSE Plassen.



AFBEELDING 31.X MEETOPSTELLING. LINKS: PEILSCHAAL EN RECHTS: OPPERVLAKTEWATERPEILBUIS.

### 7.3 PARTICIPATIEF MEETNET



Scan de QR code met uw smartphone om de video te bekijken

#### DRAAGT PARTICIPATIEVE MONITORING BIJ AAN HET VERTROUWEN?

Vaak is er zorg bij belanghebbenden (bijvoorbeeld vanuit de functies wonen, recreatie en landbouw) ten aanzien van het instellen van flexibele peilen. Het wijzigen van het waterpeil zou nadelige effecten kunnen hebben zoals verzakking, opbrengstderving etc. Voor de vaarrecreatie kan het water te ondiep worden. Het is belangrijk voor de legitimiteit van het besluit om wel of niet flexibel peilbeheer in te voeren om de zorgen van de belanghebbenden ten aanzien van effecten serieus te nemen en hierover met hen in gesprek te gaan. Zoals in Ellen en Ottow, 2012 staat beschreven: *een voorwaarde voor draagvlak is kennis.*

#### VERTROUWEN SPEELT GROTE ROL

In deze paragraaf beschrijven we beknopt hoe participatieve monitoring met de belanghebbenden is aangegaan. Belangrijk om hierbij in het achterhoofd te houden is dat bij het krijgen van draagvlak ook vertrouwen een grote rol speelt. Belangrijke elementen die bijdragen aan vertrouwen zijn o.a. ervaren competentie, objectiviteit, 'fairness', consistentie, empathie en geloofwaardige goede wil (35). Op basis van deze elementen is er voor gekozen om te proberen het vertrouwen te versterken door het gezamenlijk zoeken naar feiten (joint factfinding) vorm te geven door middel van participatieve monitoring in Muyevelde.

#### CASE MUYEVELD

Zoals hierboven beschreven bleek dat voor de Ronde Hoep flexibel peilbeheer al was ingesteld en eigenlijk ook geen punt van discussie meer was. Daarom is er voor gekozen om de case Ronde Hoep af te ronden en alleen bij de case Muyevelde verder te gaan met participatieve monitoring. Gedurende een jaar hebben bewoners in polder Muyevelde (Loosdrechtse Plassen e.o.) zelf waterstanden gemeten. Waterschap AGV heeft in 2008 ten behoeve van het behalen van KRW doelen in de Loosdrechtse Plassen besloten voor een flexibel peilbeheer tussen - 1,05 +NAP en -1,20 +NAP.

#### GROTE ZORGEN VOORAF

Waterschap AGV had bij invoering van dit peilbesluit te maken met grote weerstand bij de bevolking, vooral bij de recreatiesector. Zorgen waren ten aanzien van de bevaarbaarheid en de houten funderingen bij lage waterstand en onderlopende kelders, weilanden en boomgaarden bij een hoge waterstand. De zorgen en het proces rondom en na het peilbesluit had geresulteerd in een moeizame communicatie tussen waterbeheerder, bewoners en ondernemers, gebrek aan vertrouwen en grote weerstand tegen het flexibele peil.

#### PARTICIPATIEF MEETNET

Deltares heeft met waternet in opdracht van waterschap AGV een innovatief participatief meetnet opgezet waarbij de bezorgde burgers uitgenodigd werden mee te werken aan het meten van waterstanden. Negen particulieren en organisaties, waaronder vijf jachthaven-eigenaren, hebben zelf een jaar lang handmatig grond en oppervlaktewaterstanden gemeten parallel aan continue peilregistratie door AGV. Daarnaast gaven nog zes anderen toestemming tot het plaatsen van meetinstrumenten op hun terrein. In vier bijeenkomsten met de deelnemers werden eerst het doel en de opzet van het participatieve meetnet vastgesteld en vervolgens de meetresultaten van zowel de bewoners als van AGV besproken.



# FLEXIBEL PEILBEHEER EN HET GROTE PUBLIEK



Aan het eind van de meetperiode was het resultaat:

- goede meetreeksen op de extra meetpunten
- meer inzicht in de relatie tussen oppervlaktewater, grondwater, neerslag, verdamping en wind
- een sterk toegenomen 2-richtings communicatie
- minder weerstand tegen het flexibel peilbeheer bij de deelnemers
- een sterk gegroeid vertrouwen in het waterschap bij de deelnemers

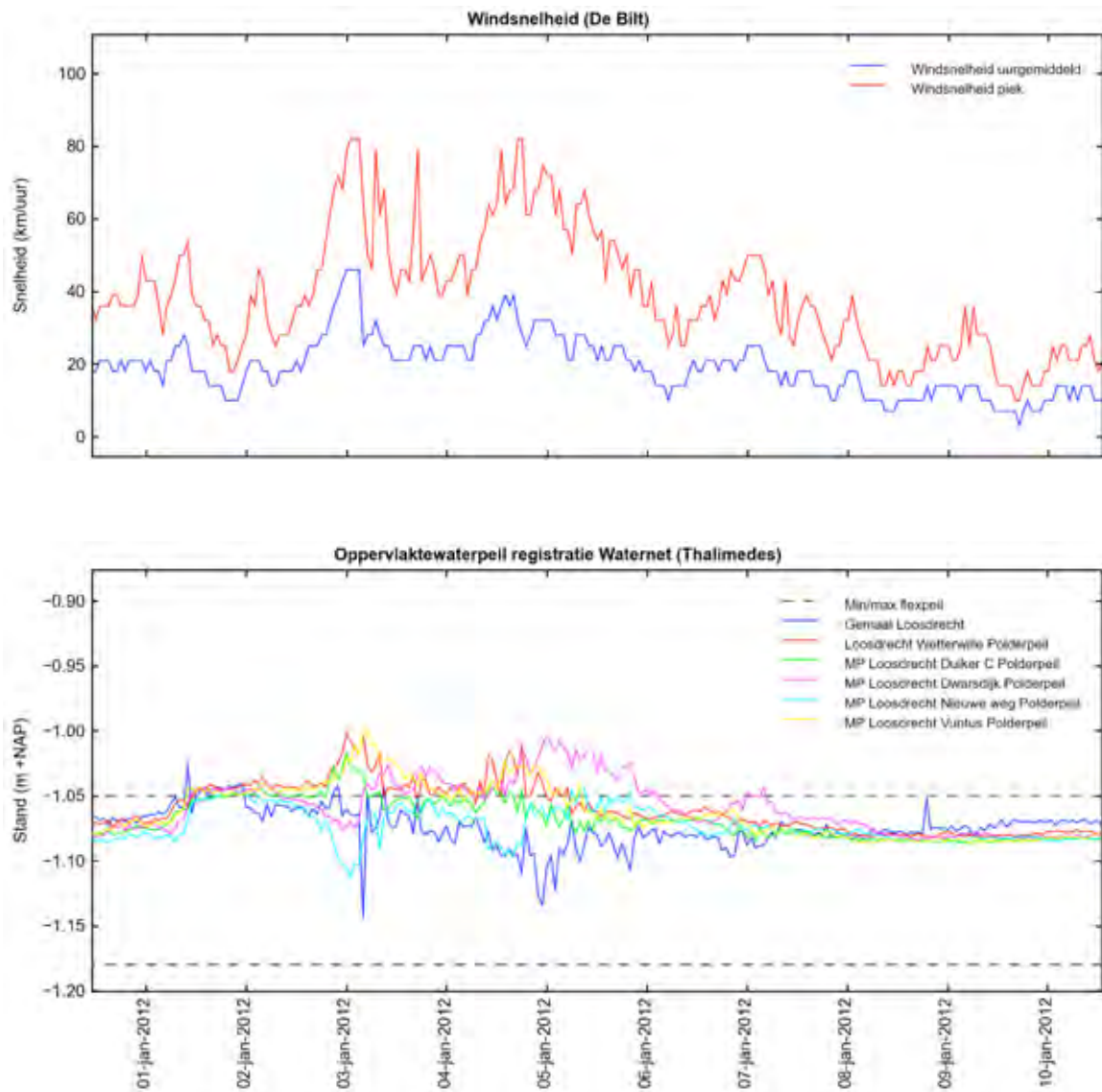
#### **RESULTAAT: MINDER WEERSTAND EN MEER VERTROUWEN**

Bij de laatste bijeenkomst, aan het eind van een jaar meten, geven de deelnemers aan dat hun weerstand tegen het flexibele peilbeheer is afgenomen en hun vertrouwen in het waterschap sterk is toegenomen. Zoals één persoon het omschrijft: “Ik heb de indruk dat de deelnemers heel wat meer begrip hebben gekregen voor de maatregel (flexibel peilbeheer). Ik proef duidelijk dat zij zich nu een heel stuk serieuzer genomen voelen”. Een dergelijke aanpak kan zodoende leiden tot het krijgen van draagvlak in de toekomst.

Voor een uitgebreide beschrijving van het proces zoals dit is doorlopen in de case Muyevelt verwijzen wij naar Deltares. Participatieve monitoring. 2012.



**AFBEELDING 31.X HANDMATIGE METEN VAN DE GRONDWATERSTAND DOOR DEELNEMER AAN HET PARTICIPATIEF MEETNET.**



**FIGUUR 7.4.1** BOVENSTE FIGUUR TOONT REGISTRATIE VAN WINDSNELHEID TUSSEN 1 JANUARI EN 10 JANUARI 2012. ONDERSTE FIGUUR TOONT GEREgistREERD OPPERVLAKTEWATERPEIL OP DE LOOSDRECHTSE Plassen TUSSEN 1 JANUARI EN 10 JANUARI 2012. DE METINGEN ZIJN VERRICHT OP 6 PLAATSEN RONDOM DE Plassen. VERSCHILLEN TUSSEN DE MEET-PUNTEN WORDT VEROORZAAKT DOOR OPSTUWING DOOR WIND.

## 7.4 FLEXIBEL PEILBEHEER IN DE PRAKTIJK

### ERVARING RIEN SCHOONHOVEN (WATERNET TEAM, WATERSYSTEEMBESTURING)

Een vast peil moet worden beheerd met maar een zeer geringe afwijking in centimeters naar boven en naar beneden. Een flexibel peilbeheer heeft een grotere range. Voor ons team maakt het voor de aansturing niet uit of je moet werken met een flexibel of een vast peil. Het peil genoemd in het peilbesluit moet worden beheerd binnen de door het bestuur vastgestelde randvoorwaarden. Het monitoren van het waterpeil en de aansturing van de kunstwerken (gemalen en stuwen) vindt plaats met het Centrale Automatisering Watersysteem (het CAW). Middels vooraf door Watersysteembesturing ingestelde instellingen in de betreffende kunstwerken wordt het waterpeil handmatig of automatisch gestuurd in het gebied.

Het verschil tussen het flexibele peil en het vaste peil is dat je meer kan en moet gaan anticiperen op terreinomstandigheden en de weersvoorspellingen. Dit is een gevoelskwestie/ervaring die in de loop der jaren in een betreffend gebied moet worden opgebouwd. Hierdoor kan het in begin lastig zijn om een juiste beslissing te nemen om te gaan malen of om water in te laten. In de praktijk betekent het afgelopen jaar dat door de grotere marge er minder vaak in het watersysteem is ingegrepen om gebiedsvreemd water in te laten, of af te malen, dan in voorgaande jaren. Een bijkomend neveneffect is ook kostenbesparing, niet alleen voor het onderhoud van het gemaal (door minder draaiuren), maar ook omdat er minder vaak naar het gemaal hoeft te worden gereden voor het schoonmaken van krooshekken, bijvullen van vetpotten etc. Het aantal mindere draaiuren (minder onderhoud aan technische systemen) zal niet de grootste financiële winst opleveren, wel de manuren die er aan besteed worden.

### ERVARING ALLARD VAN LEERDAM (STAATSBOSBEHEER)

Flexibel peilbeheer zou regel moeten zijn in natuurgebieden. Van nature zijn er buiten nou eenmaal verschillen tussen natte en drogere perioden, tussen winter en zomer. Die verschillen hebben we de afgelopen decennia geleidelijk 'wegbeheerd' met verlies aan diversiteit als gevolg.

Natuur is in onze visie niet alleen de levende have van gebieden. Het is ook de expressie van abiotische kenmerken/processen in het landschap, voor zover die nog te herstellen zijn. Flexibel peilbeheer helpt daarbij omdat, binnen afgesproken grenzen, de natuur zelf de waterstand bepaalt en het gebiedseigen water langer zijn werk kan doen. In kwelgevoede gebieden wordt de kwel beter benut, in hydrologisch geïsoleerde gebieden wordt meer regenwater vastgehouden.

Onderzoek is nodig omdat onze huidige wetlands voor het merendeel al decennia onder een landbouwpeilregime verkeren. Dat roept tal van vragen op: welke maximum- en minimumpeilen kunnen deze gebieden hebben? In hoeverre/hoe snel kan het verstarde gebied zich weer instellen op waterfluctuaties? Deze vragen komen extra nauw voor de wetlands die de laatste reservoirs vormen van bijzondere planten- en dierenpopulaties. De Westbroekse Zodden in dit onderzoek, is één van deze gebieden. Risico's hiermee willen we zoveel mogelijk uitsluiten. Dit onderzoek helpt hier geweldig bij doordat het de mechanismen die door flexibel peilbeheer in gang gezet worden, nauwgezet in kaart brengt.

Op termijn biedt alleen uitbouw en verbinding van deze reservoirgebieden uitzicht op instandhouding van de bedreigde populaties. Ook deze ontwikkeling van 'tussengebieden', die als wetland al veel eerder zijn ontgonnen, kan profiteren van de proceskennis die in dit onderzoek wordt genereerd.



AFBEELDING 7.4.2 SFEERBEELDEN VAN GROENE JONKER. LINKS: FOERAGERENDE LEPELAARS. RECHTS: WANDELAARS, DIE EEN BEZOEK AAN HET GEBIED BRENGEN.



AFBEELDING 7.4.3 FOTO'S VAN DE NIEUWE STUW IN BOTMAR.



AFBEELDING 7.4.4 MIDDELPOLDER. LINKS: VASTE STUW. RECHTS: AGRARISCH BEHEER; HET MAAIBEHEER WORDT DOOR EEN PACTER UITGEVOERD.



AFBEELDING 7.4.5 FOTO'S VAN SLOTEN IN RESERVAAT RONDEHOEP.

**ERVARING MARTIJN VAN SCHIE (NATUURMONUMENTEN, BEHEERDER GROENE JONKER)**

Toen het nieuwe natuurgebied in 2008 werd aangelegd en een flexibel peilbeheer is ingesteld was het nog onduidelijk hoe de Groene Jonker zich zou ontwikkelen. Na enkele jaren is duidelijk geworden dat het gebied als gevolg van de dynamiek een belangrijke natuurwaarde heeft gekregen. In de winter van 2008 is het gebied als gevolg van het hoge maximum peil voor het eerst veranderd in één grote waterplas. Toen het gebied droog begon te vallen in het voorjaar van 2009 bleek wat het effect van het water op de natuur. Het voorheen agrarische gebied begon een scala aan zeldzame vogels te trekken die op de droogvallende gras- en biezenvegetaties afkwamen. Voor het eerst in de Nederlandse geschiedenis werd de totale levenscyclus van het zeer zeldzame Kleinst Waterhoen gefotografeerd. In 2011 was voor het eerst de roep van de Roerdomp in het gebied te horen. Deze soort heeft geprofiteerd van het oprukkende riet. Veel vogelaars en natuurliefhebbers genieten van het leven in het gebied. Nog elk jaar neemt de bekendheid toe, waarbij zelfs Engelsen, Fransen en Belgen een bezoekje komen brengen aan één van de vogelrijkste gebieden van Nederland.

**ERVARING GERRIT RIJPKEMA (WETTERSKIP FRYSLÂN, WATERSYSTEEM EN WATERKETENBEHEER)**

Een flexibel peilbeheer heeft een grotere range dan een vast peil, maar levert toch meer werk op voor de beheerder van het waterschap. Het flexibele peil wordt gestuurd door kunstwerken die handmatig moeten worden aangepast in het voorjaar en in het najaar. Omdat het waterpeil in de zomer niet té ver mag uitzakken moet er in de zomer ook wel weer eens water worden ingelaten. Het is ook lastig omdat er voor de rayonbeheerder wat onduidelijkheid is wat nou de juiste, flexibele peilen zijn. In praktijk wijken deze namelijk toch nog weer wat af ten opzichte van hoe ze in het peilbesluit zijn vastgelegd. Ondanks het extra werk wordt het flexibele peil door de rayonbeheerder wel als positief ervaren. Het natuurgebied heeft op deze manier een natuurlijkere uitstraling en levert door de flexibele peilen een gevarieerder beeld.

**ERVARING GERM VAN DER BURG (IT FRYSKJE GEA, TERREINBEHEERDER BOTMAR)**

Het is lastig aan te geven wat nu echt het effect is van het flexibele peil. Eigenlijk is de periode dat het flexibele peil wordt gehanteerd nog te kort om in het veld effecten te kunnen waarnemen. Komende winter wordt er samen met het waterschap aan de hand van de gemeten waterpeilen bekeken of de ingestelde peilranges goed zijn, of dat deze mogelijk nog wat moeten worden bijgesteld. Er is wel de verwachting dat flexibele peilen uiteindelijk positieve effecten zullen hebben op de vegetatie.

**ERVARING LOTHAR VALENTIJN (LANDSCHAP NOORD-HOLLAND, RONDE HOEP EN MIDDELPOLDER)**

Het waterpeil in de reservaten varieert naar aanleiding van temperatuur, neerslag en bodemeigenschappen. De enige invloed die je als beheerder kunt uitoefenen is het in- en uitlaten van water. Hiervoor dient de stuw bediend te worden. Nadeel in de Ronde Hoep is dat de stuw midden in de polder is geplaatst. Om de stuw te bedienen is een wandeling van 30 minuten heen en 30 minuten terug vereist. De stuwhoogte is niet nauwkeurig af te lezen, een inschatting op het oog is het hoogst haalbare. In de Middelpolder is de wandelafstand korter, maar is geen mogelijkheid een stuw op een bepaalde hoogte in te stellen. Er kunnen 3 kleine buizen worden open gezet voor in- of uitlaat, maar de beheerder kan geen controle uitoefenen op de in- of uitstroomhoogte. Hiervoor moet je na enkele dagen terug om te kijken hoe hoog het water staat. Idealiter zouden beide stuwen anders geconstrueerd zijn. Dat maakt een meer op maat gesneden waterbeheer mogelijk. Ook voor het agrarisch medebeheer, een vereiste om de kwaliteit van beide vogelterreinen overeind te houden. Om het agrarisch medebeheer te faciliteren, dient vooral in natte zomers het



AFBEELDING 7.4.6 LUCHTFOTO'S VAN DE WESTBROEKSE ZODDEN. LINKS: PETGATEN STRUCTUUR. RECHTS: LIGGING TEN OPZICHTE VAN HET OMLIGGENDE GEBIED.



AFBEELDING 7.4.7 LUCHTFOTO'S VAN GROENE JONKER. VÓÓR (2000; LINKS) EN NA INRICHTING TOT NATUURGEBIED (2010; RECHTS).

waterpeil verlaagd te worden om bewerkingen als maaien, hooien, weiden en uitvoeren van schouwwerk mogelijk te maken. Voor een andere doelstelling van de flexibele peilvakken, het bereiken van een betere waterkwaliteit en daaraan verbonden flora en fauna, zal geduld moeten worden betracht. Vooral in de Ronde Hoep zit er zoveel bagger in de sloten, dat de waterkwaliteit niet al te hoog kan worden ingeschat. Op diverse plekken staat maximaal 10 cm water of vallen de zijsloten in de zomer droog. Als het achterstallig baggerwerk is uitgevoerd, is er kans op doorzichtig water met ondergedoken vegetatie en bijbehorende gevarieerd dierlijk leven.



	INLAAT	INLAAT	INLAAT	INLAAT	MINDER INLAAT	MINDER INLAAT	MINDER KOSTEN
PEILBEHEER	ZP/WP	ZP/WP	ZP/WP	FLEXIBEL PEILBEHEER	REDUCTIE INLAAT	REDUCTIE INLAAT	REDUCTIE KOSTEN
BRON	GEMETEN	BEREKEND	BER/GEM	BEREKEND	BEREKEND	BEREKEND	BEREKEND
EENHEID	M <sup>3</sup> /JAAR	M <sup>3</sup> /JAAR	FRACTIE	M <sup>3</sup> /JAAR	%	MM <sup>3</sup> /JAAR	€/JAAR
1996	16796578	12524581	0,75	10251070	18	2,27	€ 79.572,87
1997	14451004	7927005	0,55	5744829	28	2,18	€ 76.376,16
1998	5688280	2931293	0,52	435230	85	2,50	€ 87.362,19
1999	8431055	7123690	0,84	5202816	27	1,92	€ 67.230,62
2000	5125841	2222176	0,43	655273	71	1,57	€ 54.841,61
2001	4462751	4307329	0,97	2741937	36	1,57	€ 54.788,74
2002	6240934	4211279	0,67	2545139	40	1,67	€ 58.314,93
2003	14896948	13554267	0,91	11290592	17	2,26	€ 79.228,61
2004	6733449	5780685	0,86	3903501	32	1,88	€ 65.701,42
2005	4277315	3004803	0,70	1471360	51	1,53	€ 53.670,51
2006	10374240	9279787	0,89	7660228	17	1,62	€ 56.684,56
2007	4263003	2839079	0,67	1418834	50	1,42	€ 49.708,59
2008	6955492	7277170	1,05	5723432	21	1,55	€ 54.380,83
2009	10815973	9568317	0,88	7646590	20	1,92	€ 67.260,43
2010	8358176	7390625	0,88	5661554	23	1,73	€ 60.517,47
2011	7035022	7596792	1,08	5678291	25	1,92	€ 67.147,54
2012	2141822	3677386	0,81	1729471	53	1,95	€ 68.177,00
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>8061640</b>	<b>6542133</b>	<b>0,8</b>	<b>4691773</b>	<b>36</b>	<b>1,9</b>	<b>€ 64.762,59</b>

**TABEL 7.5 BEREKENDE REDUCTIE IN INLAAT EN DE DAARMEE GEPAARD GAANDE REDUCTIE IN KOSTEN DOOR FLEXIBEL PEILBEHEER IN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN. GEMIDDELD HOEFT DOOR EEN FLEXIBEL PEILBEHEER PER JAAR 1,9 MILJOEN M3 WATER MINDER TE WORDEN INGELATEN, WAT EEN REDUCTIE VAN 36% VAN DE INLAAT BETEKENT. DIT KOMT OVEREEN MET EEN KOSTENBESPARING VAN € 65.000,-.**

## 7.5 KOSTEN EN BATEN

### KOSTEN AANPASSEN HYDROLOGISCHE SITUATIE

Het instellen van een flexibel peilbeheer betreft een innovatieve maatregel waar nog relatief weinig ervaring mee is. Dit betekent dat het lastig is om vooraf een goed beeld te krijgen van de kosten en de technische uitvoerbaarheid. Indien de uiterste grenzen van peilmarge van het flexibel peilbeheer niet wijzigen ten opzichte van de oude situatie dan hoeven er in principe geen nieuwe kunstwerken worden gebouwd. Door simpelweg het peil anders aan te sturen kan veel winst geboekt worden tegen geen kosten.

De maatregelen die uitgevoerd zijn in dit FLEXPEIL project hebben een direct effect op een groot gebied. In dit project bleek dat in totaal voor 9 peilvakken met gezamenlijk oppervlak van 3.413 ha EUR 4.203.033 is uitgegeven om de waterhuishoudkundige situatie aan te passen. Omgerekend betekent dit gemiddeld EUR 382.094 per gebied of EUR 1.231/ha.

### ENERGIE- EN KOSTENBESPARING

De afname in inlaat en uitlaat kan een kostenbesparing opleveren. De kostenbesparing is het grootst in de gebieden waar gedefosfateerd water wordt ingelaten (Loosdrechtse Plassen, Botshol, Naardermeer). Bijvoorbeeld voor de Loosdrechtse plassen bedragen de kosten 3,5 eurocent per M<sup>3</sup> inlaatwater (52). Deze kosten zijn opgebouwd uit investering in pomp, defosfateringsinstallatie, defosfateringsmateriaal, afvoer slib en beheer en onderhoud. Voor het Loosdrechtse plassegebied werd de afgelopen 10 jaar gemiddeld ruim 8 miljoen M<sup>3</sup> water per jaar gedefosfateerd met bijbehorende gemiddelde kosten van EUR 281.000,- per jaar. Modelberekening laat zien dat in het eerste jaar, 2012, door flexibel peilbeheer 53% minder water is ingelaten dan als dit jaar het oude peilbeheer zou zijn uitgevoerd: 2,1 miljoen m<sup>3</sup> water in plaats van ongeveer 3,6 miljoen m<sup>3</sup>. Dat is in het eerste jaar een bezuiniging van EUR 84.000,- op de defosfatering van de Loosdrechtse plassen. Deze eerste zomer had een zeer gunstig weersverloop. Gemiddeld genomen zal de inlaatreductie minder zijn, naar schatting 36% van de huidige inlaat hetgeen een bezuiniging betekent van gemiddeld EUR 65.000,- per jaar.

Flexibel peilbeheer leidt ook tot minder bemaling van water naar de boezem. Dit kostenvoordeel is kleiner omdat de bemalingskosten niet zo hoog zijn. Voor de Loosdrechtse plassen varieert het voordeel van de lagere bemaling rond de EUR 1.000,- per jaar. De voordelen voor beheer en onderhoud van de gemalen is nog onduidelijk. Minimaal 25% reductie op draaiuren is nodig wil het zinvol zijn om onderhoudsschema's aan te passen. Aan de andere kant moet een gemaal altijd paraat staan om een grote regenbui te kunnen opvangen.



AFBEELDING 8.0.1 OEVERVEGETATIE. BOVEN: OEVER MET SLANGEWORTEL IN WESTBROEKSE ZODDEN. ONDER: RIETOEVER IN LOENDERVEENSE PLAS.

# 8

## CONCLUSIE EN PRAKTISCHE HANDVATTEN

Met dit onderzoek kunnen we antwoord geven op de volgende vier onderzoeksvragen:

- Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de hydrologische, bio-geochemische en ecologische toestand van oppervlaktewater en oeverzones?
- Zijn er factoren die eventuele positieve effecten van flexibel peilbeheer verhinderen of bevorderen?
- Wat is het effect van flexibel peilbeheer op bodemdaling, de stabiliteit en economische waarde van constructies en opbrengsten uit landbouwgronden, watersport en recreatie?
- Kunnen goed overwogen bestuurlijke besluiten over flexibel peilbeheer een breed maatschappelijk draagvlak verdienen door maatschappelijke aspecten van flexibel peilbeheer in de monitoring mee te nemen?

### **BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN**

Flexibel peilbeheer kan in de meeste gebieden bijdragen aan een betere waterkwaliteit door vermindering van de externe belasting met nutriënten en sulfaat. Vooral in meren en plassen wordt een verbetering van de waterkwaliteit verwacht. Flexibel peilbeheer geeft een impuls aan de oeverontwikkeling in alle gebieden. Er spoelen meer zaden aan op de oever, de kieming van zaden wordt gestimuleerd en de oevervegetatie breidt zich uit. Flexibel peilbeheer leidt tot veel minder wateraanvoer van buiten én veel minder wateraanvoer vanuit de percelen. Ook wordt er veel minder water afgevoerd. Gebieden houden hiermee meer water vast.

### **WANNEER IS FLEXIBEL PEILBEHEER EEN KOSTENEFFECTIEVE MAATREGEL?**

Als herstel van helder water met ondergedoken waterplanten het doel is, moet de externe nutriëntenbelasting worden gereduceerd tot onder de kritische belasting. Flexibel peilbeheer kan hieraan structureel bijdragen als de externe belasting al in de buurt ligt van de kritische belasting. In de gebieden waar het peil gemiddeld ongeveer gelijk blijft, daalt de externe belasting en blijft de kritische belasting vergelijkbaar. Flexibel peilbeheer kan dan het laatste benodigde zetje geven. Flexibel peilbeheer draagt bij aan een robuuste oeverontwikkeling als het begroeibaar areaal voldoende groot is. Het begroeibaar areaal is dat deel van de oever dat onder invloed staat van peilwisselingen. In gebieden met steile oevers en weinig oeverlengte is de winst minder groot.

### **FLEXIBEL PEILBEHEER LEVERT EEN BELANGRIJKE BIJDRAGE AAN DE OEVERONTWIKKELING**

Het instellen van een flexibel peilbeheer kan op twee manieren de oeverontwikkeling beïnvloeden. Ten eerst stimuleert een flexibel peilbeheer op flauwe oevers het aanspoelen en kiemen van zaden, waardoor er meer mogelijkheden voor meer verschillende soorten worden gecreëerd om zich te vestigen. Wanneer een flexibel peilbeheer tot gevolg heeft dat er in de zomer grote stukken oever droogvallen of zeer ondiep worden, worden door flexibel peilbeheer betere randvoorwaarden voor de uitbreiding van oevervegetatie geschapen. Dit



AFBEELDING 8.0.2 WATERPLANTEN IN DE WESTBROEKSE ZODDEN (LINKS). PEILVERSCHIL TUSSEN FLEXPEIL VAK 7 (VOORGROND) EN DE REST VAN HET NAARDERMEER (ACHTERGROND) (RECHTS).



AFBEELDING 8.0.3 STUW IN POLDER RONDEHOEP BIJ EEN HOGE EN LAGE WATERSTAND.

wijst ook in de richting van een groot belang van de aanwezigheid van natuurvriendelijke oevers met een flauw talud, omdat de interactie tussen peil en droogval van groot belang is voor zowel de vestiging als uitbreiding van oeverplanten. Vraat vormt een belangrijke remmende factor voor oeverontwikkeling.

#### **FLEXIBEL PEILBEHEER KAN BIJDRAGEN AAN DE VERBETERING VAN DE WATERKWALITEIT**

Flexibel peilbeheer is een effectieve waterkwaliteitsmaatregel in gebieden waar: 1) met het instellen van een flexibel peilbeheer de externe P-belasting kan worden gereduceerd tot onder de kritische P-belasting, 2) het lichtklimaat niet door andere factoren wordt verstoord, zoals bodemwoelende vis en 3) de waterbodem niet voor nalevering van nutriënten zorgt of toxisch is. Vooral in meren en plassen is de maatregel kansrijk, omdat flexibel peilbeheer hier voor minder inlaat van vaak nutriëntenrijk water zorgt. Ook in watersystemen met een groot aandeel sloten en/of petgaten liggen kansen, omdat door flexibel peilbeheer minder nutriëntenrijk water uit de percelen naar het oppervlaktewater stroomt.

#### **WAAR MOET JE REKENING MEE HOUDEN?**

In voormalige nutriëntenrijke landbouwgebieden vraagt het instellen van flexibel peilbeheer extra aandacht. In deze gebieden leidt opzet van het waterpeil tot meer afspoeling, waardoor de externe belasting veel minder afneemt dan in andere gebieden of zelfs toeneemt. Door de toenemende waterdiepte daalt de kritische belasting bovendien fors. Het instellen van flexibel peilbeheer leidt hier tot een slechtere waterkwaliteit maar de oevervegetatie profiteert wel van flexibel peilbeheer. Ook gebieden waarvoor het instellen van een flexibel peilbeheer een aanpassing in de hydrologische begrenzing nodig is, vragen extra aandacht. In gebieden met een verblijftijd korter dan drie weken, kan het instellen van flexibel peilbeheer tot ongewenste waterkwaliteitseffecten leiden.

#### **FLEXIBEL PEILBEHEER HEEFT GEMIDDELD EEN BEPERKTE INVLOED OP DE GRONDWATERSTANDEN**

De afstand waarover grondwaterstanden worden beïnvloed hangt vooral af van het specifieke peilregime. Indien geen netto peilverhoging wordt uitgevoerd is de doorwerking gering (tot enkele meters). Bij een verruiming van de peilmarges zonder structurele verhoging van de peilen, vindt vaak toch een beperkte vernatting plaats. De peilverhoging in de winter heeft dan nog effect in de zomer. Het effect van flexibel peilbeheer op de GHG is meestal geringer dan het effect op de GLG. Dit hangt samen met niet-lineariteit in het grondwatersysteem, waarbij er bij de hoge grondwaterstanden enerzijds een relatief grotere invloed van verdamping is en anderzijds een sterkere afvoer van water plaatsvindt in de bovenste bodemlagen en aan het maaiveld.

#### **FLEXIBEL PEILBEHEER LEIDT TOT MINDER INLAAT EN UITLAAT**

Het instellen van een flexibel peilbeheer leidt tot een afname in zowel inlaat als uitlaat, omdat zowel in het open water als in de percelen meer ruimte is om watertekorten en wateroverschotten op te vangen. Omdat het waterpeil op een natuurlijke wijze varieert is er aan het begin van het droge seizoen een watervoorraad beschikbaar uit het natte seizoen. Aan het begin van het natte seizoen is er juist ruimte voor water. In het open water is hiervoor meer ruimte beschikbaar dan in de percelen. De winst wordt dus groter naarmate het percentage open water groter is.



AFBEELDING 7.5.1 DEFOSFATERING IN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN.

**FLEXIBEL PEILBEHEER LEIDT TOT ENERGIE- EN KOSTENBESPARING**

De afname in inlaat en uitlaat levert een aanzienlijke kostenbesparing op. De kostenbesparing is het grootst in de gebieden waar inlaatwater wordt gedefosfateerd. In polder Muyevelde is de kostenbesparing circa EUR 84.000,- per jaar als gevolg van het minder defosfateren van inlaatwater. De kostenbesparing als gevolg van het minder uitlaten van water in polder Muyevelde is EUR 1.000,- per jaar.

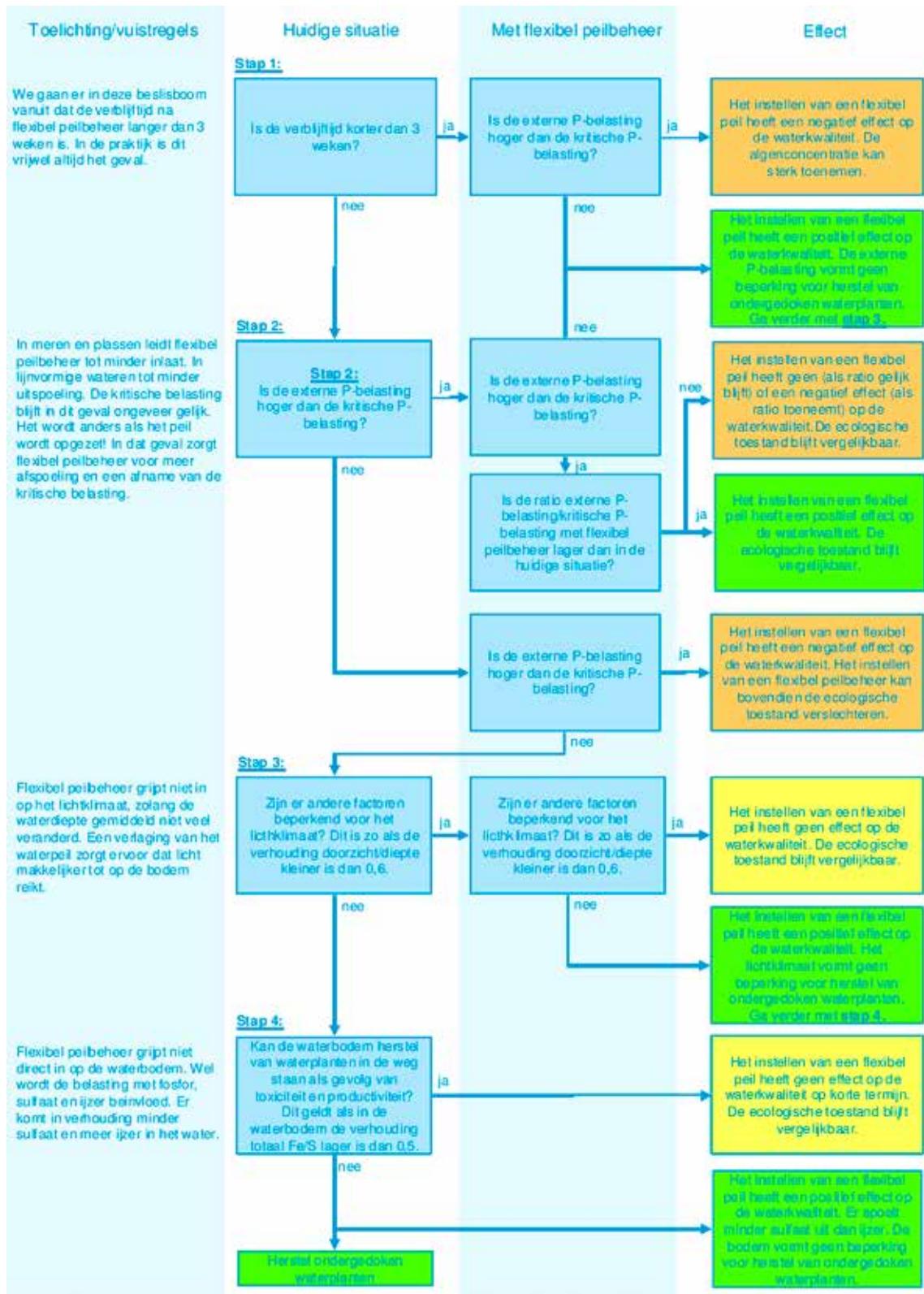
**GEVOLGEN VOOR ANDERE FUNCTIES**

Flexibel peilbeheer heeft geen gevolgen voor maaiveldafval en de stabiliteit van oevers, zolang het flexibel peilbeheer wordt ingesteld binnen de marges van het huidige peilbeheer. Ook heeft flexibel peilbeheer in de Loosdrechtse plassen weinig effect op de vaarrecreatie omdat de waterdiepte in de zomer nauwelijks verandert. Indien de marge van flexibel peilbeheer binnen de marge blijft van het oude beheer zal dit in beperkte mate leiden tot belemmering van het gebruik van landbouwgrond. In natte winters duurt het langer voordat boeren het land op kunnen. Voor weidevogels is een flexibel peilbeheer veel gunstiger dan een vast peil. Andere natuurdoelen profiteren over het algemeen van flexibel peilbeheer, maar dit is mede afhankelijk van de hydrologische randvoorwaarden die de natuurdoelen stellen

**VERNATTING LEIDT TOT MINDER UITSTOOT BROEIKASGASSEN IN VEENWEIDEGEBIEDEN**

Het instellen van flexibel peilbeheer heeft een beperkt effect op de uitstoot van broeikasgassen, tenzij het instellen van een flexibel peilbeheer leidt tot vernatting. Door vernatting wordt veenoxidatie verminderd en wordt eventueel zelfs veenvorming gestimuleerd. Vernatting gaat vaak hand in hand met een overgang van intensieve landbouw naar een extensiever agrarisch beheer van gebieden. Ook dit leidt tot een afname van de CH<sub>4</sub>- (vee) en N<sub>2</sub>O-emissies (bemesting).





AFBEELDING 8.1.1 AFWEGINGSKADER EFFECTEN FLEXIBEL PEILBEHEER OP WATERKwalITEIT (MET ALS DOEL HERSTEL VAN ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN). BLAUWE: STAPPEN IN HET AFWEGINGSKADER, ROOD: VERSLECHTERING WATERKwalITEIT, GEEL: GEEN VERANDERING WATERKwalITEIT; GROEN: VERBETERING WATERKwalITEIT. IN ELKE STAP WORDT BEOORDEELD OF EEN VOORWAARDE VOOR ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN VOLDOET. ALS AAN ALLE VOORWAARDEN WORDT VOLDAAN MAG VERWACHT WORDEN DAT HERSTEL VAN ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN PLAATS VINDT.

## 8.1 HOE KAN WORDEN BEPAALD OF FLEXIBEL PEILBEHEER ZINVOL IS?

Uit dit onderzoek komt naar voren dat flexibel peilbeheer een belangrijke bijdrage kan leveren aan een verbetering van de waterkwaliteit en ecologische toestand van een watersysteem. Dit geldt echter niet voor alle watersystemen. Vooraf zal op basis van een eenvoudige analyse een beoordeling moeten worden gemaakt of flexibel peilbeheer voor een verbetering kan zorgen en onder welke voorwaarden. Deze analyse bestaat uit twee onderdelen: 1.) beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit, waarbij de potenties voor ondergedoken waterplanten centraal staan; 2.) beoordeling van de oeverkwaliteit. Vervolgens zal moeten worden onderzocht of het instellen van een flexibel peilbeheer ook haalbaar is en of andere aspecten van belang zijn in een specifiek gebied. De analyse wordt ondersteund door twee afzonderlijke beslisbomen voor waterkwaliteit en oeverkwaliteit. In het afwegingskader is een korte toelichting opgenomen per stap.

### ONDERDEEL 1.) BEOORDELING VAN DE OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT

Bij de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit staat het herstel van helder water met ondergedoken waterplanten centraal. De productiviteit in het water (wel of geen algen of kroos), het lichtklimaat in bredere zin en de samenstelling van de waterbodem zijn belangrijke voorwaarden of sleutelfactoren voor ondergedoken waterplanten (38). In elke stap hieronder onderzoeken we of in de huidige situatie (voor het instellen van flexibel peilbeheer) aan een voorwaarde wordt voldaan en of dit zo is na het instellen van een flexibel peilbeheer. Op grond daarvan wordt beoordeeld of flexibel peilbeheer bijdraagt aan een betere waterkwaliteit of niet.

#### FOCUS OP FOSFOR

De focus in dit afwegingskader ligt op fosfor. Ten eerste omdat fosfor vaak limiterend is voor de primaire productie. Ten tweede omdat sturing op stikstof de groei van blauwalgen in de hand kan werken. Blauwalgen zijn in staat om onder stikstofgelimiteerde omstandigheden stikstof uit de lucht te fixeren. Daarmee hebben ze een competitief voordeel ten opzichte van andere algen. Het afwegingskader is minder goed geschikt voor wateren waar op stikstof wordt gestuurd, maar de onderdelen die van belang zijn, zijn vergelijkbaar.

#### STAP 1: IS DE VERBLIJFTIJD KORTER DAN DRIE WEKEN?

Als het instellen van flexibel peilbeheer zorgt voor aanpassingen in de hydrologische begrenzing kunnen grote veranderingen in waterkwaliteit optreden. Het gebiedseigen karakter wordt versterkt. Als de verblijftijd in het watersysteem voor het instellen van het flexibel peilbeheer bovendien korter is dan ongeveer 20 dagen, kan het instellen van flexibel peilbeheer onbedoeld zorgen voor ongewenste algengroei.

#### STAP 2: IS DE EXTERNE P-BELASTING HOGER DAN DE KRITISCHE BELASTING?

Als de externe P-belasting hoger is dan de kritische P-belasting leidt flexibel peilbeheer tot een verbetering van de waterkwaliteit als de externe P-belasting meer afneemt dan de kritische P-belasting. De verhouding (of ratio) tussen de externe P-belasting en de kritische P-belasting is voor en na het instellen van flexibel peilbeheer dus van belang. Als flexibel peilbeheer leidt tot een verlaging van de externe P-belasting tot onder de kritische P-belasting wordt voldaan aan een belangrijke voorwaarde voor herstel van ondergedoken waterplanten. De externe P-belasting is dan niet meer beperkend voor herstel van ondergedoken waterplanten.

**STAP 3: ZIJN ER ANDERE FACTOREN DIE BEPERKEND ZIJN VOOR HET LICHTKLIMAAT?**

Algen en kroos vormen een belangrijke beperking voor het lichtklimaat. Er zijn echter ook andere factoren die een belemmering kunnen vormen voor het lichtklimaat en hiermee voor het herstel van ondergedoken waterplanten. Hiermee moet vooraf rekening worden gehouden. Flexibel peilbeheer zorgt niet voor verbetering van het lichtklimaat, tenzij het waterpeil structureel wordt verlaagd. Andere maatregelen zijn dan aanvullend nodig. Of het lichtklimaat een belemmering vormt kan worden bepaald met de ratio doorzicht/diepte. Als deze ratio lager is dan 0,6 komt er onvoldoende licht op de bodem voor plantengroei. Voor beoordeling van de ratio na flexibel peilbeheer wordt uitgegaan van het actuele doorzicht en een aangepaste diepte. Potentiële belemmeringen zijn de aanwezigheid van fijn slib en bodemwoelende vis.

**STAP 4: IS DE SAMENSTELLING VAN DE WATERBODEM BELEMMEREND VOOR HERSTEL?**

In veel watersystemen is sprake van een interne (chemische) nalevering van nutriënten vanuit de waterbodem. Dit verklaart de toename van de fosforconcentratie in de zomer in veel onderzoeksgebieden. Bovendien kan de waterbodem door toxische condities belemmerend zijn voor de ontwikkeling van veel waterplanten. Verder kan verbetering van de waterkwaliteit leiden tot een explosie van ondergedoken waterplanten als gevolg van de nutriëntenrijkdom van de waterbodem. Vooraf moet bepaald worden wat de samenstelling van de waterbodem is. Als de verhouding totaal Fe/totaal S lager is dan 0,5 is het risico op nalevering van nutriënten en vorming van toxisch sulfide groot [41]. De hoeveelheid nalevering wordt dan bepaald door de voorraad totaal P in de bodem. Een totaal P-concentratie in de bodem van 500 mg/l levert een P-nalevering van ruim 10 mg/m<sup>2</sup>,d (43). De vorming van toxisch ammoniak is niet specifiek onderzocht, maar gaat vaak samen met nutriëntenrijke condities. Toxiciteit als gevolg van milieuvreemde stoffen is niet onderzocht. Flexibel peilbeheer heeft hier geen invloed op.

**ONDERDEEL 2.) BEOORDELING VAN DE OEVERKWALITEIT**

Bij de beoordeling van de oeverkwaliteit staat de oeverontwikkeling centraal (oeverplanten die tenminste een deel van het jaar in het water staan). Een belangrijke voorwaarde voor oeverplanten is een voldoende groot begroeibaar areaal. Het begroeibaar areaal is dat deel van de oever dat onder invloed staat van peilwisselingen. De wisselingen in de oppervlaktewaterstand zorgen afwisselend voor droogval en vernatting. Dit is gunstig voor onder andere verspreiding en kieming van zaden. Hiermee wijken we af van de definitie uit het STOWA Handboek (2010), waarbij uitgegaan wordt van een begroeibaar areaal dat wordt bepaald door het oppervlak open water met een diepte kleiner dan 1 meter. Als de bedekking met oeverplanten groter is dan 10% van het open water, krijgen de oeverplanten “grip” op de waterkwaliteit (20). Het begroeibaar areaal moet hiervoor ook minimaal 10% van het wateroppervlak bedragen en vraat mag oeverontwikkeling niet in de weg zitten.

**STAP 1: IS HET BEGROEIBAAR AREAAL VOOR OEVERPLANTEN GROTER DAN 10%**

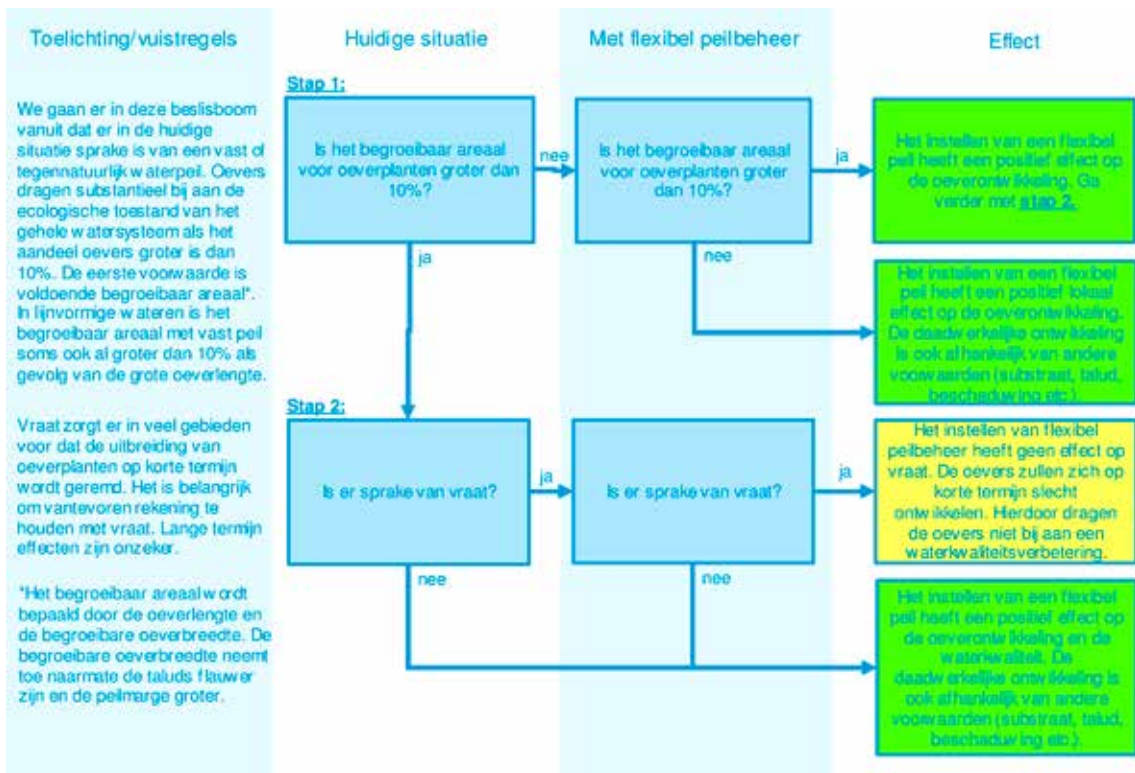
Als voor het instellen van flexibel peilbeheer het begroeibaar areaal voor oeverplanten minder dan 10% en door het instellen van flexibel peilbeheer het begroeibaar areaal voor oeverplanten toeneemt tot meer dan 10%, wordt door het instellen van flexibel peilbeheer voldaan aan een belangrijke voorwaarde voor structurele oeverontwikkeling. Een minder grote toename van het begroeibaar areaal zorgt alleen lokaal voor uitbreiding van de oevers, mits andere factoren de oeverontwikkeling niet frustreren. Voor het begroeibaar areaal zijn de peilmarge, het overtalud en de oeverlengte bepalend. In lijnvormige wateren wordt daarom veel sneller aan deze voorwaarde voldaan door het instellen van flexibel peilbeheer dan in meren en plassen.

**STAP 2: IS ER SPRAKE VAN VRAAT OF BEGRAZING?**

Vraat of begrazing vormen naast het afwezig zijn van een flexibel peilbeheer naar alle waarschijnlijkheid het belangrijkste knelpunt voor de ontwikkeling van oeverzones/rietkragen. Vooraf moet daarom worden bepaald hoe groot de potentiële bijdrage van vraat zal zijn. Hiervoor kan bijvoorbeeld worden uitgegaan van vogeltellingen in de directe omgeving van het gebied. Als de kans op vraat groot is, zullen aanvullende maatregelen moeten worden genomen om vraat tegen te gaan. Mogelijk dat op termijn de oeverontwikkeling dermate robuust is, dat vraat niet belemmerend werkt, maar bevorderend. Waarschijnlijk is dit alleen zo als flexibel peilbeheer op grote schaal wordt ingevoerd, bijvoorbeeld in het gehele Vechtplasseengebied.

**ONDERDEEL 3.) IS FLEXIBEL PEILBEHEER TECHNISCH EN MAATSCHAPPELIJK HAALBAAR?**

Als flexibel peilbeheer wenselijk is moet vervolgens worden onderzocht of flexibel peilbeheer haalbaar is. Ten eerste betekent dit dat moet worden vastgesteld of flexibel peilbeheer als maatregel kosteneffectief is in verhouding tot andere maatregelen die tot eenzelfde verbetering kunnen leiden. Indien dit het geval is dient er aanvullend onderzoek te worden gedaan naar de potentiële effecten op bodemdaling, de stabiliteit van constructies (huizen en kunstwerken/waterkeringen) en opbrengsten uit landbouwgronden, watersport en recreatie. Daarnaast is het voor de legitimiteit van flexibel peilbeheer van belang of er voldoende draagvlak is voor flexibel peil?



AFBEELDING 8.1.2 AFWEGINGSKADER EFFECTEN FLEXIBEL PEILBEHEER OP OEVERKWALITEIT (MET ALS DOEL HERSTEL VAN ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN). BLAUWE: STAPPEN IN HET AFWEGINGSKADER, ROOD: VERSLECHTERING OEVERKWALITEIT, GEEL: GEEN VERANDERING OEVERKWALITEIT; GROEN: VERBETERING OEVERKWALITEIT. IN ELKE STAP WORDT BEOORDEELD OF EEN VOORWAARDE VOOR OEVERPLANTEN VOLDOET. ALS AAN ALLE VOORWAARDEN WORDT VOLDAAN MAG VERWACHT WORDEN DAT HERSTEL VAN OEVERVEGETATIE PLAATS VINDT.



GROENE JONKER: ZOMER



GROENE JONKER: WINTER



RONDEHOEP: AANLEG NATUURVRIENDELIJKE OEVERS



RONDEHOEP: INUNDATIE



MIDDELPOLDER: DAM TER ISOLATIE VAN HET FLEXPEIL GEBIED (OP DE ACHTERGROND).



MIDDELPOLDER: HOGER PEIL LEIDT TOT VERNATTING

## 8.2 CONCLUSIES WATERKWALITEIT EN ECOLOGIE PER GEBIED

### **GROENE JONKER (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: --; OEVERONTWIKKELING: +++)**

Flexibel peilbeheer is ingesteld in voorjaar 2009. De externe P-belasting was hoog als gevolg van af- en uitspoeling van water vanuit de percelen en als gevolg van inlaat van water uit de boezem. Het instellen van flexibel peilbeheer leidt tot volledige isolatie. Er wordt alleen water uitgelaten als het maximum peil wordt bereikt. De watersamenstelling verandert hierdoor. De bijdrage van gebiedseigen water neemt fors toe. Door het instellen van flexibel peilbeheer raken grote delen van het gebied in de winter geïnundeerd en vallen grote delen van het gebied in de zomer weer droog. Dit zorgt voor een enorme dynamiek. De P-concentratie neemt sterk toe als gevolg van de inundatie. De externe P-belasting wordt hoger. De sulfaatconcentratie neemt ook toe, doordat veel sulfaat dat al voor het instellen van flexibel peilbeheer gevormd is uitspoelt vanuit de percelen. Flexibel peilbeheer heeft een negatief effect op de waterkwaliteit. De toestand blijft echter vergelijkbaar, namelijk troebel water met algen en kroos. Voor de oeverontwikkeling is het instellen van flexibel peilbeheer zeer positief. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten neemt toe tot bijna 100% van het oppervlak open water. Dit gebied wordt gedomineerd door de dynamiek en oevers. De waterkwaliteit is ondergeschikt hieraan. Het gebied heeft een belangrijke functie voor rietvogels. Hiervoor is de waterkwaliteit niet beperkend. Dit gebied laat de potenties van flexibel peilbeheer op de lange termijn zien in een voormalig agrarisch gebied dat gedeeltelijk is heringericht.

### **RONDE HOEP (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: -; OEVERONTWIKKELING: +++)**

Flexibel peilbeheer is ingesteld in december 2008. Het peil is ook opgezet. De externe P-belasting was hoog als gevolg van af- en uitspoeling van water vanuit de percelen en als gevolg van inlaat van water uit de boezem. De watersamenstelling verandert als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer. De P-concentratie neemt soms fors toe. De externe P-belasting blijft vergelijkbaar, maar de kritische P-belasting neemt sterk af. De concentratie sulfaat daalt. Flexibel peilbeheer heeft een negatief effect op de waterkwaliteit. Dit is het gevolg van peilopzet. Dit leidt tot meer afspoeling. De toestand blijft vergelijkbaar, namelijk troebel water met algen en kroos. Voor de oeverontwikkeling is het instellen van flexibel peilbeheer positief. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten neemt tot 94% van het oppervlak open water toe. Een deel van het gebied raakt ook geïnundeerd. Vraat houdt de oeverontwikkeling vooralsnog tegen. Het gebied is belangrijk voor weidevogels. Hier is peilopzet belangrijk voor.

### **MIDDELPOLDER (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: -; OEVERONTWIKKELING: ++)**

Flexibel peilbeheer is ingesteld februari 2011. De externe P-belasting was hoog als gevolg van af- en uitspoeling van water vanuit de percelen en als gevolg van de doorstroming met water vanuit de hoofdwatergang. Het instellen van flexibel peilbeheer leidt tot een veel hogere verblijftijd. De watersamenstelling verandert hierdoor sterk. De bijdrage van gebiedseigen water neemt toe. Het watersysteem verandert van een verblijftijdgestuurd systeem naar een procesgestuurd systeem. De P-concentratie neemt als gevolg hiervan fors toe. De externe P-belasting wordt lager. De sulfaatconcentratie daalt. Flexibel peilbeheer heeft een negatief effect op de waterkwaliteit als gevolg van isolatie. De toestand blijft vergelijkbaar, namelijk troebel water met algen en kroos. Voor de oeverontwikkeling is het instellen van flexibel peilbeheer positief. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten neemt tot 44% van het oppervlak open water toe (ondanks de vrij steile taluds). Vraat houdt de oeverontwikkeling vooralsnog tegen.



BOTSHOL: OPEN WATER



BOTSHOL: LIJNVORMIGE WATEREN



WESTBROEKSE ZODDEN: PETGAT



WESTBROEKSE ZODDEN: VEENMOSRIETLANDEN



OOSTELIJKE BINNENPOLDER: PETGATENCOMPLEX



OOSTELIJKE BINNENPOLDER: AANPASSING STUW



MUYVELD: COMBINATIE VAN OPEN ONDIEPE Plassen IN HET WESTEN EN KLEINER EN SMALLER WATER IN HET OOSTEN



MUYVELD: MEETOPSTELLING PARTICIPATIEF MEETNET. LINKS PEILSCHAAL, RECHTS PEILBUIS.

**BOTSHOL (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +; OEVERONTWIKKELING: +)**

Flexibel peilbeheer is ingesteld februari 2011. De externe P-belasting lag rond de kritische P-belasting. Het water is helder en wordt gedomineerd door ondergedoken waterplanten. Door het brakke karakter heeft het water een atypische visstand zonder bodemwoelende vis. Het lichtklimaat in de plassen wordt vrijwel volledig bepaald door aan- of afwezigheid van algen. Natte jaren leiden soms tot een tijdelijke omslag naar troebel water als gevolg van fosfaatuitspoeling uit de percelen en algengroei in reactie daarop. Flexibel peilbeheer leidt tot enige reductie van de externe P-belasting als gevolg van de verminderde inlaat, maar deze reductie is beperkt door de grote wegzijging naar Polder Groot-Mijdrecht (waardoor het waterpeil snel uitzakt en toch water moet worden ingelaten) en doordat het inlaatwater wordt gedefosfateerd. Flexibel peilbeheer is positief voor de waterkwaliteit. Het effect van flexibel peilbeheer op de oeverontwikkeling is positief. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten neemt tot bijna 11% van het oppervlak open water toe (ondanks de zeer steile taluds). Vraat vertraagt de oeverontwikkeling vooralsnog.

**WESTBROEKSE ZODDEN (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: ++; OEVERONTWIKKELING: ++)**

In de Westbroekse Zodden is al circa 20 jaar sprake van flexibel peilbeheer in enkele hydrologisch geïsoleerde petgaten met als doel mesotrofe verlanding. In het kader van Watergebiedsplan Noorderpark wordt onderzocht of in het gehele peilvak een flexibel peilbeheer kan worden ingesteld met als doel het aandeel kwel te vergroten. De externe P-belasting is lager dan de kritische P-belasting. Dit zou ook zo zijn zonder flexibel peil, maar door het instellen van flexibel peilbeheer is de externe P-belasting nog lager. Het water is over het algemeen helder. De bodem speelt in sommige petgaten mogelijk een beperkende rol, omdat sprake zou kunnen zijn van sulfidevorming. In andere petgaten (in het noordelijk deel) is dit niet het geval. Flexibel peilbeheer is zeer positief voor de oeverontwikkeling alhoewel de oevers steil zijn en vraat de ontwikkeling in de weg staat. Voor de Westbroekse Zodden zou het gunstig zijn voor de waterkwaliteit en ecologische ontwikkeling om in het gehele peilvak flexibel peilbeheer in te stellen. De externe P-belasting zou verder worden verlaagd (met name in het zuidelijk deel) en het aandeel kwel zou hierdoor toenemen.

**OOSTELIJKE BINNENPOLDER VAN TIENHOVEN (CHEM. WATERKWALITEIT: ++; OEVERONTWIKKELING: ++)**

In de Oostelijke Binnenvlakte van Tienhoven is al circa 20 jaar sprake van flexibel peilbeheer in een afgesloten natuurgebied met meerdere petgaten. In de zomer staat het gebied in open verbinding met de rest van het peilvak. Er stroomt echter nauwelijks water vanuit het peilvak het natuurgebied in. De externe P-belasting in de petgaten is lager dan de kritische P-belasting. Dit zou ook zo zijn zonder flexibel peil, maar door het instellen van flexibel peilbeheer is de externe P-belasting extreem laag. Regenwater is de belangrijkste bron. Door het omlaag zetten van het waterpeil in de zomer is er ook invloed van kwelwater. Ten slotte is er ook enige invloed vanuit de percelen. Het water is over het algemeen helder. Het getrapte flexibel peilbeheer pakt positief uit voor de waterkwaliteit en is ook positief voor de oeverontwikkeling. Vraat houdt de oeverontwikkeling vooralsnog tegen.

**LOOSDRECHTSE Plassen (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +; OEVERONTWIKKELING: +)**

Flexibel peilbeheer is ingesteld 1 oktober 2011. De externe P-belasting ligt in de buurt van de kritische grenzen. De aanwezigheid van zeer fijn niet afbreekbaar slib houdt vooralsnog herstel van helder water tegen. Dit slib is vrijwel continue in de waterkolom aanwezig. De invloed van wind (als gevolg van de grote strijklengte) en de aanwezigheid van bodemwoelende vis zorgen ervoor dat deze toestand stabiel is. Flexibel peilbeheer zorgt voor een beperkte afname van de externe P-belasting. Dit is positief voor de waterkwaliteit.





LOENDERVEENSE PLAS: SMALLE OEVERZONE



LOENDERVEENSE PLAS: ONDERWATER VEGETATIE



NIEUWE KEVERDIJKSE POLDER: DROOGVAL



NIEUWE KEVERDIJKSE POLDER: INUNDATIE



NAARDERMEER



NAARDERMEER: HOOGVEENBOS

Het effect op processen in de percelen in het achterland van de Loosdrechtse Plassen is waarschijnlijk beperkt. De peilverschillen zijn hier gering door de invloed van kwel vanuit de Utrechtse Heuvelrug. We verwachten niet dat het instellen van een flexibel peilbeheer zal zorgen voor een omslag naar helder en plantenrijk water. Het effect van flexibel peilbeheer op de oeverontwikkeling is positief (in de exclusies). Flexibel peilbeheer is een noodzakelijke voorwaarde voor oeverontwikkeling. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten is tot 5% toegenomen, omdat er slechts 15 cm peilmarge is. Bij een grotere peilmarge zou zowel waterkwaliteit als oeverontwikkeling meer profiteren.

#### **LOENDERVEENSE PLAS (CHEMISCHE WATERKwalITEIT: ++; OEVERONTWIKKELING: ++)**

Flexibel peilbeheer is ingesteld in februari 2011. De externe P-belasting is laag door de geïsoleerde ligging en het zeer grote percentage open water. Visstandbeheer heeft in 2005 gezorgd voor een omslag naar helder water. Sindsdien is de plas langzaam volgegroeid met ondergedoken waterplanten. Flexibel Peilbeheer zorgt voor een afname van inlaat en een toename van kwel op de momenten dat het waterpeil uitzakt. De externe P-belasting neemt hierdoor nog verder af. Dit is positief voor de waterkwaliteit. Het effect van flexibel peilbeheer op de oeverontwikkeling is positief (in de exclusies). Flexibel peilbeheer is een noodzakelijke voorwaarde voor oeverontwikkeling. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten is tot 7% van het oppervlak open water toegenomen (hoewel de oeverlengte beperkt is, taluds zijn gunstig). Vraat vertraagt de oeverontwikkeling vooralsnog.

#### **NIEUWE KEVERDIJKSE POLDER (CHEMISCHE WATERKwalITEIT: +; OEVERONTWIKKELING: +++)**

In Nieuwe Keverdijkse polder is in het najaar van 2011 in twee peilvakken (16.6 en 16.7) flexibel peilbeheer ingesteld. In peilvak 16.6 is het peil bovendien opgezet. De externe P-belasting was vrij hoog als gevolg van af- en uitspoeling van water vanuit de percelen. De watersamenstelling verandert als gevolg van het instellen van flexibel peilbeheer. De externe P-belasting wordt lager. In peilvak 16.6 neemt ook de kritische P-belasting af. De concentratie sulfaat daalt. Flexibel peilbeheer heeft waarschijnlijk een positief effect op de waterkwaliteit. De afname van uit- en afspoeling is groot. Onzeker is wat het gevolg is van inundatie. De toestand blijft vergelijkbaar, namelijk troebel water met algen en kroos. Het effect op oeverontwikkeling is in de eerste zomer al zeer positief. Het begroeibaar areaal voor oeverplanten neemt tot bijna 85% van het oppervlak open water toe. Een deel van het noordelijke peilvak (16.6) gebied raakt ook geïnundeerd. Vraat houdt de oeverontwikkeling vooralsnog tegen.

#### **NAARDERMEER (CHEMISCHE WATERKwalITEIT: +/-; OEVERONTWIKKELING: +)**

In het Naardermeer wordt in een afgesloten gedeelte het effect van flexibel peil op diverse aspecten van het functioneren van het watersysteem onderzocht. Met name het effect op hoogveenbos wordt onderzocht. De chemische veranderingen van het poriewater als gevolg van veranderde grondwaterstanden zijn goed terug te meten. Verlaging van het oppervlaktewaterpeil leidt tot oxidatie van de oever, waarbij veel sulfaat lijkt vrij te komen dat uiteindelijk uitspoelt naar de oppervlaktewaterlaag. De uitspoeling van sulfaat en mogelijk andere stoffen naar de waterlaag kan leiden tot een verslechtering van de waterkwaliteit en is mogelijk mede de oorzaak van de waargenomen toename van draadalgen in de Krabbescheersloot in de zomer. Het hoogveenbos is gevoelig voor verdroging. Het neerslagoverschot is echter in belangrijke mate sturend voor de watervoorziening van het bos. De effecten van een lager oppervlaktewaterpeil hebben vermoedelijk slechts tot op een beperkte afstand van de sloot effect op de waterstanden in het hoogveenbos. Het Naardermeer vormt een apart deelonderzoek. Dit onderzoek is nog niet afgerond. De inschatting van effecten op de chemische waterkwaliteit en oeverontwikkeling zijn dus nog voorlopig.



'T SWIN



BOTMAR



DE DEELEN

**'T SWIN (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +/-; OEVERONTWIKKELING: +/-)**

De externe P-belasting ligt in de buurt van de kritische grenzen. Zowel de interne als externe belasting zijn sturend in het ecologisch functioneren van 't Swin. Het instellen van flexibel peilbeheer heeft naar verwachting grote invloed op het ecologisch functioneren van 't Swin door afname van de externe belasting, toename van verblijftijd en mogelijk toenemende nalevering uit de bodem door afnemende waterdiepte. De peilmarge is na het instellen van flexibel peilbeheer in de praktijk slechts 15 cm, terwijl de beheerders van Wetterskip Fryslân in de praktijk al uitgaan van een marge van 10 cm. Het effect op de oevers is dus gering. Feitelijk is er geen sprake van flexibel peilbeheer in 't Swin. De potenties zijn hier overigens groot.

**BOTMAR (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +/- ; OEVERONTWIKKELING: +/-)**

Het Botmar was voor het instellen van flexibel peilbeheer verblijftijd gestuurd. Dat wil zeggen dat de verblijftijd zo kort was dat processen in het watersysteem ondergeschikt waren aan de waterkwaliteit van het inlaatwater. De verblijftijd was kort door het grote oppervlak aan polders dat voor de aan- en afvoer afhankelijk was van de Botmar. Na het instellen van flexibel peilbeheer is de verblijftijd hoger geworden, alhoewel er nog altijd polders afwateren op de Botmar (voor de inlaat zijn deze polders overigens niet meer afhankelijk van de Botmar). De externe P-belasting is als gevolg van deze veranderingen verlaagd. De bijdrage van flexibel peilbeheer is echter minimaal, omdat het afwaterend oppervlak nog altijd veel groter is dan het oppervlak van de Botmar zelf. De hydrologische buffers die flexibel peilbeheer creëert zijn snel verbruikt. Het waterpeil stijgt snel naar het maximum bij afvoer vanuit de polders. In de praktijk is er geen sprake van flexibel peilbeheer. Het instellen van dit "flexibel peil" heeft dus waarschijnlijk ook geen positief effect op de oeverontwikkeling. Verder is de nalevering vanuit de bodem in de Botmar zeer hoog (hoogste van de flexpeilmeren in Friesland). Zelfs bij het geheel reduceren van de externe belasting zou de bodem vermoedelijk nog steeds het bereiken van een goede ecologische toestand in de weg staan.

**DE DEELLEN (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +/-; OEVERONTWIKKELING: +/-)**

De externe P-belasting in de Deelen ligt onder de kritische grenzen. Sinds 2003 is sprake van flexibel peilbeheer. Met ingang van 2010 is de marge teruggebracht van 50 cm naar 20 cm. De af- en uitspoeling is in de periode van flexibel peilbeheer (2003-2010) de belangrijkste nutriëntenbron. In de periode voor en na flexibel peilbeheer was dit inlaatwater. Af- en uitspoeling zorgt bovendien voor sulfaat. In het verleden heeft de inlaat van boezemwater voor een belangrijke belasting gezorgd. Nu wordt er voor de inlaat gebruik gemaakt van water uit de zandwinplas met een lage P-concentratie. Soms wordt er echter bij dreigende tekorten sinds 2010 weer boezemwater ingelaten. De Deelen is heel erg heterogeen. In de meer geïsoleerde petgaten is sprake van P nalevering vanuit de waterbodem, terwijl in de "hoofdwatergang" door het gebied inlaatwater dominant is. Vermoedelijk is er veel organisch slib in het gebied dat herstel in de weg staat (versturend voor lichtklimaat, vorming van sulfide en sterke nalevering P). Lokaal is er sinds 2011 sprake van groei van ondergedoken waterplanten (smalle waterpest), maar op de meeste plaatsen domineren vermoedelijk algen. De visstand is gevarieerd en bevestigt dat er zowel plekken zijn met ondergedoken waterplanten als plekken waar het water troebel is. Flexibel peilbeheer is in theorie zeer gunstig voor oeverontwikkeling, maar het experiment met flexibel peilbeheer is in 2010 versoberd omdat het flexibel peilbeheer legakkers zou aantasten door oxidatie. Mogelijk speelt vraat en/of beschaduwing hier ook een rol. Door vraat zou oeverontwikkeling achterwege kunnen blijven, waardoor oxidatieprocessen dominant worden en verlandings achterwege blijft. Dit vraagt nader onderzoek.



ROTTIGE MEENTE



VOGELHOEK

**ROTTIGE MEENTHE (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +/-; OEVERONTWIKKELING: ++)**

Een deel van de Rottige Meente is geïsoleerd van de rest van het peilvak. Hier is sinds 1974 sprake van een flexibel peilbeheer. De externe P-belasting is lager dan de kritische P-belasting. De belangrijkste bron is af- en uitspoeling van fosfor uit de percelen. Het lichtklimaat voldoet niet. In de Rottige Meente zit verder veel bodemwoelende vis. Verder is er vermoedelijk sprake van sulfide-toxiciteit in de waterbodem, waardoor ondergedoken planten niet goed kunnen groeien. Flexibel peilbeheer heeft nog niet voor helder water gezorgd. Hiervoor zijn aanvullende maatregelen nodig gericht op het lichtklimaat en de waterbodem. Flexibel peilbeheer is gunstig voor de oevers. Het begroeibaar areaal is door de relatief grote oeverlengte van het petgatensysteem fors. Dat de oevers slecht ontwikkeld zijn, kan een gevolg zijn van vraat.

**VOGELHOEK (CHEMISCHE WATERKWALITEIT: +; OEVERONTWIKKELING: +)**

De externe P-belasting is lager dan de kritische P-belasting en het doorzicht is vrij goed al voldoet het zomerdoorzicht niet aan de norm. De bijdrage van af- en uitspoeling aan de belasting is beperkt. De waterbodem lijkt het belangrijkste probleem. Hoge sulfideconcentraties in het bodemvocht voorkomen vermoedelijk het herstel van ondergedoken waterplanten. Verder zorgt de bodem voor interne nalevering van nutriënten. Het effect van flexibel peilbeheer op de waterkwaliteit is positief, maar vermoedelijk onvoldoende voor een structurele verbetering. Hiervoor zijn maatregelen nodig gericht op de waterbodem. De marge van 20 cm in combinatie met de steile oevers zorgen slechts voor een beperkte toename van het begroeibaar areaal. Bij een grotere marge mogen veel positievere effecten worden verwacht. Mogelijk krijgt de oever dan een dusdanig grote impuls dat het ook de waterkwaliteit kan beïnvloeden.



AFBEELDING 8.3.1 RAAI MET PEILBUIZEN EN LYSIMETERS VOOR BODEMVOCHT VANAF HET OPEN WATER DE OEVER OP.

### 8.3 ADVIES VOOR MINIMAAL MEETNET

Als in de toekomst een beheerder besluit tot het instellen en monitoren van flexibel peilbeheer, zal de praktijk zijn dat een beperkt meetnet wordt opgezet. Om tot een goede afweging van meetpunten te komen, kunnen wij de onderstaande adviezen geven. Sommige adviezen zijn specifiek gericht op de situatie zoals in de onderzochte veenweidegebieden.

#### GEOHYDROLOGIE

- **Verkenning:** Een goede verkenning vooraf is erg belangrijk. Een deel van het meetnet van het Flexpeilproject is vrij snel geplaatst i.v.m. de toen geldende planning van het project. Achteraf gezien hadden sommige meetlocaties anders gekozen kunnen worden (b.v. waar raaien bij lysimeters geplaatst zijn en daardoor op zeer korte afstand van elkaar). Gelukkig hadden we hierop geanticipeerd, waardoor een deel van de peilbuizen nog beschikbaar was. Het is aan te bevelen om, indien mogelijk, een gefaseerde aanpak te hanteren, waarbij een deel van de peilbuizen achter de hand gehouden wordt.
- **Bepalende factoren:** Belangrijke bepalende factoren zijn: land-water verhouding, dikte deklaag en voorkomen van kwel/wegzijing. Mocht er binnen het studiegebied een variatie aanwezig zijn in deze factoren, dan verdient het aanbeveling hiermee rekening te houden bij het plaatsen van peilbuizen.
- **Raai-opstelling:** Om ruimtelijke effecten vast te stellen zijn raaien van peilbuizen wenselijk. Verschillen over (korte) afstand kunnen dan via metingen zichtbaar worden gemaakt, maar de reeksen kunnen ook gebruikt worden om ruimtelijke modellen te valideren. Een minimale raai-opstelling bestaat uit: 1 oppervlaktewaterpeilbuis, 1 oeverpeilbuis, 1 peilbuis op het perceel en 1 peilbuis onder de deklaag in WVP1.
- **Oppervlaktewaterpeilbuizen:** Hierop kan bezuinigd worden als de verwachting is dat er weinig ruimtelijke verschillen in oppervlaktewaterpeilen aanwezig zijn. Een raai-opstelling zou dan zonder oppervlaktewaterbuis kunnen, mits er in de omgeving een goed alternatief beschikbaar is. De grootste verschillen zijn te verwachten tussen de hoofdwatervaten (grote watergangen, plassen) en de haarvaten.
- **Peilbuizen in WVP1:** Als er geen grote gradiënt in de stijghoogte onder de deklaag te verwachten is, dan kan volstaan worden met 1 peilbuis, bij voorkeur in het midden van het gebied. Indien er een wel gradient aanwezig is, dan kunnen 2 of zelfs 3 buizen geplaatst worden, op een lijn in de richting van de gradient.
- **Verspreid liggende meetpunten:** Naast de bovengenoemde peilbuizen, kan nog gedacht worden aan een goede spreiding over het gebied. Individuele meetpunten op de percelen hebben dan de voorkeur boven oevermeetpunten, omdat deze laatste vaak zeer specifiek bij een bepaalde situatie horen en daarom minder representatief zijn voor hun omgeving.
- **Filterstelling:** Zorg voor een filter dat onder de geschatte GLG uitkomt. In het Flexpeilproject zijn een paar buizen mogelijk te ondiep geplaatst.
- **Inzet van modellen:** Indien mogelijk raden wij aan om modellen in te zetten. Mogelijk wordt de keuze van de meetpunten beïnvloed door het gebruiken van modellen. Vooraf inzetten van modellen levert informatie op over de ruimtelijke doorwerking van peilbeheersveranderingen. Een raai-opstelling zou hierop afgestemd kunnen worden. Daarnaast moet een model goed gevalideerd kunnen worden met metingen.

#### VEGETATIE

- Veranderingen in vegetatie samenstelling kosten tijd, het is noodzakelijk een aantal jaren na de ingreep in het peilregime te blijven monitoren. Dat hoeft niet per se elk jaar te zijn.



- Voor monitoring van de vegetatie is het van belang om de diverse habitattypen van het gebied te dekken. En de verdeling over de habitat typen representatief voor het gebied te kiezen. Voor een vergelijk tussen gebieden en habitat typen is het belangrijk dat het aantal monsterpunten per gebied en type vergelijkbaar is. Met name de EKR score is gevoelig voor de hoeveelheid monsterpunten.
- De grens tussen oever en water is in flexibel peilbeheer gebieden moeilijker te definiëren omdat die van jaar tot jaar best veel kan verschillen, en ook binnen het jaar bijvoorbeeld tussen juni en eind augustus. De grens tot waar oeveropnames moeten lopen verschuift daardoor steeds. Hierdoor zijn er 2 opties: de opname maken relatief tot de referentie waterstand die bepaald wordt door de gemiddelde waterstand. Als het water dan hoger of lager staat dan meet je wel altijd op dezelfde plek. Alternatief is rond de actuele watergrens, dan kan het wel zijn dat in nattere jaren je opname substantieel in ruimte verschuift, maar dat is wel de zone die dan oeverhabitat is.
- De KRW methode voor het schatten van de vegetatie bedekking werkt goed. Voor het uitrekenen van de EKR score is een verdeling in klassen: weinig-veel-dominant zelfs voldoende, wat het maken van de opnames versnelt. Echter, wanneer je iets over diversiteit wilt zeggen is het beter om een verfijndere abundantie indeling aan te houden. Als met groeivormen wordt gewerkt moet de bedekking hiervan apart geschat worden omdat dat niet automatisch volgt uit een optelling van de individuele soorten bedekking door het gebruik van klassen.
- Het is van belang een oog te houden op de hoeveelheid grazers in het gebied door uitwisseling van gegevens met muskusrattenvangers en vogelaars.
- Bij twijfel over de rol van vraat kan het plaatsen van 3-5 exclusies op de grens van oevervegetatie en open water in 2 jaar tijd uitsluitel geven over de potentie van uitbreiding van de oevervegetatie en de eventuele remmende rol van grazers. Pas de maaswijdte aan aan de grootte van de potentiële grazers.

#### **BODEM EN BODEMWATERCHEMIE**

- Bulkbodemanalyses waarbij het organische stofgehalte en de totaal-calcium-, totaal-zwavel-, totaal-ijzer- en totaal-fosforconcentraties worden bepaald kunnen een goed beeld geven van de bodemchemische eigenschappen van de bodem. Deze bulkeigenschappen veranderen maar zeer langzaam en hoeven maar eens in de (5 à) 10 jaar uitgevoerd te worden. Het is raadzaam om deze analyses in een goede spreiding in de ruimte en diepte uit te voeren. Deze analyses zijn relatief goedkoop en geven een idee van de kans dat in een bodem zwavel-, ijzer- en/of fosfor kan vrijkomen door redoxprocessen en in hoeverre er sprake is van vermisting van de toplaag van de bodem.
- Aan de hand van de bulkbodemanalyses kan op een aantal representatieve plaatsen een bodemraai worden uitgezet waarbij op verschillende afstanden van de oevers en op verschillende diepten de bodemwaterkwaliteit kan worden gevolgd. Het is raadzaam om deze in de buurt van de peilbuisraaien uit te zetten. Zo kunnen veranderingen van de waterpeilen later worden gekoppeld aan veranderingen van de bodemwaterchemie en kunnen de meetdata worden gebruikt voor het opstellen van (indicatieve) stoffenbalansen. Het beste worden hier poreuze keramische cups voor gebruikt. Om een beeld te krijgen van de veranderingen van bodemchemie is het wenselijk de cups minimaal om de twee maanden te bemonsteren. Te meten parameters: pH, calcium, magnesium, alkaliteit, chloride, natrium, ijzer, sulfaat, ammonium, nitraat en fosfor.
- Om tijd en kosten te besparen is het wenselijk om de bodemwaterraaien op goed toegankelijke plekken uit te zetten. Bovendien is het van belang deze goed te beschermen, zeker als het perceel begraasd wordt (afzetten met prikkeldraad).

- In gebieden waarin kwel vanuit het eerste watervoerende pakket plaatsvindt, is het wenselijk om de grondwaterbuizen uit het eerste watervoerende pakket minimaal tweemaal per jaar (zomer en winter) te bemonsteren. Dit maakt het mogelijk om kwelfluxen van ijzer, sulfaat en nutriënten te kwantificeren. Wanneer de variaties in de gemeten waarden maar weinig variëren kan worden besloten om de bemonstering minder frequent uit te voeren. Andersom kan wanneer er grote verschillen worden gemeten de frequentie worden opgevoerd.

#### **OPPERVLAKTEWATER**

- De oppervlaktewaterkwaliteit moet ten minste maandelijks worden gemeten op een aantal representatieve punten. Het is verstandig om eerst een gebiedsdekkende screening uit te voeren aan de hand van EGV en eventueel pH metingen. Op grond hiervan kunnen een aantal locaties worden geselecteerd waar gedurende een aantal maanden de waterkwaliteit wordt gevolgd. Aan de hand van de meetresultaten kunnen vervolgens een beperkt aantal representatieve punten worden geselecteerd waar permanent gemonitord gaat worden. Te meten parameters: pH, calcium, magnesium, alkaliteit, chloride, natrium, ijzer, sulfaat, ammonium, nitraat, totaal-fosfor, ortho-fosfaat, EGV en Chlorofyl.

#### **ONDERWATERBODEMCHEMIE**

- Bulkonderwaterbodemanalyses waarbij organische stofgehalte en de totaal-calcium-, totaal-zwavel-, totaal-ijzer- en totaal-fosforconcentraties worden bepaald kunnen een goed beeld geven van de bodemchemische eigenschappen van de onderwaterbodem. Deze bulkeigenschappen veranderen maar zeer langzaam en hoeven maar eens in de 5 jaar uitgevoerd te worden. Het is raadzaam om deze analyses in een goede spreiding in de ruimte uit te voeren. Met name de ijzer-zwavel ratio van de bodem is indicatief voor de kans dat er uit een bodem fosfaatnalevering plaatsvindt.
- Voor een aantal locaties is het wenselijk om ook de poriewaterchemie te analyseren. Een aantal representatieve locaties kunnen worden geselecteerd aan de hand van de bulkonderwaterbodemanalyses. Het beste worden voor deze bemonstering poreuze keramische cups gebruikt. Uit de concentraties ammonium, fosfor en ijzer kan de nalevering van fosfor en ammonium worden geschat. Het flexpeilonderzoek laat zien dat deze concentratie gedurende een jaar maar weinig variëren. Het poriewater van de onderwaterbodem hoeft maar 1 maal per jaar geanalyseerd te worden. Te meten parameters: pH, calcium, magnesium, alkaliteit, chloride, natrium, ijzer, sulfaat, ammonium, nitraat en fosfor.

#### **MAAIVELDDALING**

De belangrijkste componenten bij maaiveldaling zijn de grondmechanische zetting (samendrukking) van de ondergrond onder een belasting (bijvoorbeeld grondwaterstandsverandering) en veenoxidatie. Voor beide componenten zijn voorspellingsmodellen beschikbaar. De vaststelling van de grondopbouw is daarbij essentieel. Laboratoriumproeven op grondmonsters kunnen gegevens leveren over samenstelling van de grond en de samendrukkingsparameters. Voor het beschouwen van de maaiveldzakkingsproblematiek via voorspellingsmodellen en specifiek grondmechanische zettingen dient gekozen te worden voor het a-b-c isotachen model. Veenoxidatie is niet opgenomen in software zettingsmodellen.

Bij het uitvoeren van samendrukkingsproeven dient een ontlast-herbelast stap te worden uitgevoerd omdat de aanwezige korrelspanningen in de ondiepe ondergrond doorgaans zeer laag zijn.

Om de maaiveld daling op bovenstaande manier te kunnen vaststellen is het noodzakelijk de grondopbouw in het gebied te bepalen. Hiervoor wordt bij voorkeur grondonderzoek uitgevoerd. Peilbuizen op representatieve locaties zijn nodig om de grondwaterstand te kunnen vaststellen. De grondwaterstand is een bepalende factor in zowel samendrukking als veenoxidatie.

Eventueel kan gebruik worden gemaakt van metingen om maaiveld daling vast te stellen. Het meest in aanmerking komen vaste punt metingen op representatieve locaties. Bij voorkeur wordt elk meetpunt een peilbuis geplaatst om de corresponderende grondwaterstand vast te stellen. Vanwege de beperkte grootte van de maaiveld daling en onnauwkeurigheid van metingen in poldergebieden duurt het over het algemeen meer dan 5 jaar voor een duidelijke trend in de gemeten maaiveld daling zichtbaar zal zijn. Hetzelfde geldt voor het afleiden van maaiveld daling uit AHN metingen of meettechnieken met laserreflectie of satelliet-radar. Toekomstige ontwikkelingen op dit gebied zullen meer nauwkeurige opties opleveren.



AFBEELDING 8.3.2 FOTO'S TER ILLUSTRATIE VAN DE DIVERSITEIT AAN VEGETATIETYPEN IN HET NAARDERMEER

## 8.4 VOORTZETTING ONDERZOEK?

Dit project heeft een doorlooptijd van 2 jaar veldmetingen gehad. Dit is eigenlijk te weinig om lange termijn effecten van flexibel peilbeheer te kunnen vast stellen. Het is wenselijk om een afgeslankt meetnet op het gebied van waterkwaliteit, grondwaterstanden, vegetatie en maaiveld daling langer door te zetten.

Er zijn een aantal belangrijke vragen die naar aanleiding van het flexibel peil project zijn blijven liggen, zowel over het effect van flexibel peil zelf op de ontwikkeling van oever- en waterplanten als de omstandigheden die de effecten van flexibel peil kunnen versterken of belemmeren. De antwoorden op deze vragen kunnen in sterke mate bijdragen aan een beter waterbeheer ten behoeve van oever- en waterplantenontwikkeling met als doel een hogere EKR score. Belangrijke vragen die nog beantwoord moeten worden om de effecten van flexibel peil vast te stellen zijn:

### **DE RESPONS VAN OEVER- EN WATERPLANTEN OP FLEXIBEL PEIL OP VEENGRONDEN**

Op veengronden gaat de vegetatie ontwikkeling langzamer dan op kleigronden en hebben we het effect van flexibel peil op de ontwikkeling van oeverplanten minder duidelijk kunnen vaststellen. Bovendien kan hier zowel uitbreiding van oevervegetatie plaatsvinden doordat uitlopers zich in de bodem verankeren, maar ook via kraggevorming, waarbij de uitlopers op het water drijven. Hier kunnen juist wel bijzondere plantensoorten gevonden worden, met name de kraggevormende soorten als bijvoorbeeld Waterdrieblad, Slangewortel, Wateraardbei en Waterscheerling. Bij deze bijzondere soorten kan een peilverandering ook risico met zich mee brengen, het is uiteraard wel de bedoeling dat bestaande populaties behouden blijven. De vragen die nog (beter) beantwoord moeten worden zijn: wat is het effect van flexibel peil op de ontwikkeling van oevervegetatie op veen? In hoeverre vindt uitbreiding plaats via de bodem of via kragge ontwikkeling? Hoe reageren bijzondere plantensoorten op flexibel peil (zowel opkomend als afzakkend peil)?

### **HET EFFECT VAN FLEXIBEL PEIL OP SOORTENSAMENSTELLING EN EKR**

Hoewel de uitbreiding van oeverplanten snel kan gaan in sommige gebieden, zal het enige tijd duren voordat effecten van flexibel peil op de soortensamenstelling en de EKR score zichtbaar zijn. De looptijd van twee jaar van het flexibel peil project was hiervoor te kort. Het NIOO heeft goed de uitgangssituatie vastgelegd en het zal zeer waardevol zijn, binnen de gebieden waar flexibel peil is ingesteld tot 5-10 jaar, de ontwikkeling van de soortensamenstelling en uitbreiding van de vegetatie te volgen om de daadwerkelijke effecten van het ingestelde peil op soortensamenstelling en EKR te kunnen vast stellen.

### **HET BELANG VAN OEVERBESCHERMING VOOR OEVERPLANTENONTWIKKELING BIJ FLEXIBEL PEIL**

De moeizame ontwikkeling van oevervegetatie in het water in de huidige Nederlandse veengebieden kan deels liggen aan begrazing, zoals aangetoond door het NIOO in het flexibel peil project. De potentie van de oevervegetatie om te ontwikkelen is echter zeer groot, zoals aangetoond in de exclusies. Het zou kunnen dat de vegetatie ontwikkeling vroeger beter ging door de aanwezigheid van Krabbescheer. Krabbescheer kan op meerdere manieren de uitbreiding van oeverplanten faciliteren door: oeverbescherming, minder golfwerking in een krabbescheerveld, bescherming tegen begrazing doordat de grazers er minder goed bij kunnen en ook door het bieden van ondersteuning aan uitlopers van oeverplanten die over de Krabbescheer heen kunnen lopen. Het belang van Krabbescheer is echter voornamelijk anekdotisch. Het zou zeer nuttig zijn experimenteel onderzoek te doen



© 2011 www.stowa.nl / www.aardbeem.nl  
stowa

HOE ACCURAAT IS MONITORING

naar het belang van Krabbescheer. Mogelijk kan Krabbescheer de overplanten ontwikkeling letterlijk ondersteunen, begrazing tegengaan en de effecten van flexibel peil versterken door het wegnemen van belemmeringen.

#### **EFFECTEN OP DE NUTRIËNTENBELASTING VANUIT HET PERCEEL DOOR UITSPOELING**

Dit onderzoek heeft laten zien dat door flexibel peil de concentraties aan stoffen zoals fosfaat en sulfaat in de oever toenemen. Aan de andere kant leidt flexibel peilbeheer meestal tot minder uitspoeling vanuit het perceel naar het oppervlaktewater door vermindering van potentiaal verschil tussen oppervlakte en grondwaterpeilen. Dit onderzoek heeft nog niet goed het combinatie effect van deze twee processen in beeld kunnen brengen. Wat zijn de consequenties van flexibel peilbeheer voor de nutriëntenbelasting vanuit een perceel naar het oppervlaktewater. Welke zones op het perceel doen mee bij stroming van land naar water.



## 9

## LITERATUUR

1. AGV. 2007, Watergebiedsplan Naardermeer en omgeving.
2. Ausden, M., Sutherland, W.J. & James R. 2001. The effect of flooding lowland wet grassland on soil macroinvertebrate prey of breeding wading birds. *Journal of Applied Ecology* 38, 320-338. London.
3. Baars, E.T., et al. 2012. Winterdefosfatering Botshol. Winter 2009/2010. Waternet. Rapport 11.013803.
4. Borren, W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport A. Systeemanalyse en monitoringsopzet. Deltares. 1202707-001-BGS-0003.
5. Borren, W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport B. Meetgegevens waterkwantiteit en waterkwaliteit. Deltares. 1202707-001-BGS-0004.
6. Borren, W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport C. Modelleren en analyse. Deltares. 1202707-001-BGS-0005.
7. Borren, W. et al. 2012. Flexpeil Hydrologie deelrapport D. Conclusies en aanbevelingen. Deltares. 1202707-001-BGS-0006.
8. Brouwer, R. Claassen, T.H.L., Coops, H., & Veeren, R. van der. 2004. De economische waarde van natuurlijk peilbeheer in de KRW. *H2O* 37(25/26):25-27.
9. B-WARE. 2010. Proef dynamisch peilbeheer: Kwaliteitsanalyse. Rapportnummer: 2010.37
10. Coops, H., Vulink, J. T. & van Nes, E. H. 2004. Managed water levels and the expansion of emergent vegetation along a lakeshore. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 34:57-64.
11. Cussel, C., Kooijman, A. Lamers, L. & Wirdum, G. van 2011. Pilot-studie naar de voor- en nadelen van peilfluctuatie voor het behoud en herstel van trilvenen. Bosschap.
12. de Vos, J.A., P.J.T. van Bakel & I.E. Hoving. 2008 Waterpas nat- en droogteschadeberekening ten behoeve van landbouwkundige doelrealisatie, *Altterrapport* 1653.
13. Diek, R. et al. 2012. Onderzoek naar meer flexibel peilbeheer in het Naardermeer. Waternet. CORSA 12.109976.
14. Edelenbos, J. 2000. *Proces in Vorm*, Lemma, Utrecht.
15. Ellen, G.J. & Ottow, B. T. 2012. Maatschappelijke aspecten van flexibel peilbeheer. Deltares. 1202707-003-BGS-0015.
16. Hendriks, D.M.D. et al, 2012. Broeikasgasemissies en peilbeheer in het veenweidegebied. Verkenning van effecten van flexibel peilbeheer op broeikasgasemissies en bodemdaling in pilotgebieden van het FLEXPEIL project. Deltares. 1202707-006-BGS-0001.
17. Heunks, C. & Verbeek, R.G., 2010. Effecten van peilveranderingen op weidevogels in polder Mijnden; bureaustudie 2010. Bureau Waardenburg. Rapport 10-051.
18. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. 2010. Proef dynamische peilbeheer.
19. Hoogheemraadschap Rijnland. 2012. Vlietpolder; zoektocht naar verbetering van de waterkwaliteit in het veenweidegebied.



20. N. Jaarsma, M. Klinge & R. Pot (red.) J.J.G.M. Backx, M. Beers, B. Higler, J. Kranenbarg, J. de Leeuw, F. Ottburg, M. van de Ven, T. Vriese. 2008. Achtergronddocument referenties en maatlattevissen ten behoeve van de Kaderrichtlijn water, [www.STOWA.nl](http://www.STOWA.nl).
21. Janse J.H., 2005. Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. PhD thesis. Wageningen University.
22. Kleijn, D. & van Zijlen, G.J.C. 2004. The conservation effects of meadow bird agreements on farmland in Zeeland. The Netherlands, in the period 1989-1995. *Biological Conservation* (117) 443-451.
23. Kleijn, D., Berendse, F., Verhulst, J., Roodbergen, M., Klok, M.C., & Veer, R van 't . 2008. Ruimtelijke dynamiek van weidevogelpopulaties in relatie tot de kwaliteit van de broedhabitat. Welke factoren beïnvloeden de vestiging van weidevogels? Ministerie van LNV, Directie Kennis, Ede.
24. Kleijn, D., Dimmers, W., van Kats, R. & Melman D. 2009b. Het belang van hoog waterpeil en bemesting van de Grutto. I: de vestigingsfase. *De levende Natuur*: 110:4, Wageningen,
25. Kleijn, D., Dimmers, W., van Kats, R. & Melman, D. 2009a. Het belang van hoog waterpeil en bemesting van de Grutto. II: de kuikenfase. *De levende Natuur*: 110:4, Wageningen,
26. Koomans, R.L. & Jonkman, H. (2008). Kartering van de bodemligging en bodemsamenstelling in het Naardermeer. Medusa Explorations BV, Groningen.
27. KNMI. Neerslagoverschot tijdgrafiek historisch. Gedownload van: [http://www.knmi.nl/klimatologie/geografische\\_overzichten/neerslagoverschot\\_tijdgrafiek\\_historisch.html](http://www.knmi.nl/klimatologie/geografische_overzichten/neerslagoverschot_tijdgrafiek_historisch.html). 02-11-2012.
28. Krol, A. 2012. Vlietpolder: Zoektocht naar verbetering van de waterkwaliteit in het veenweidegebied. Hoogheemraadschap van Rijnland.
29. Landwehr J.C. & Lubking P. 2012. Flexpeil – geotechnische effecten. *Deltares*. 1202707-002-BGS-0008.
30. Mettrop, I.S. Loeb, R. Lamers, L.P.M. et al. 2012. Een meer natuurlijk peilbeheer: relaties tussen geohydrologie, ecosysteemdynamiek en Natura2000. Rapportage Fase 1: een kennisoverzicht op verschillende schaalniveaus voor het Nederlands laagveen- en zeekleigebied.
31. Nat, E., Leurs, W. & Stoffels, J. (2008). Inventarisatie van de oevermorfologie van het Naardermeer in 2008. Waterproef, Edam.
32. Ottow, B.T. et al. 2012. Participatieve Monitoring Muyevelde (april 2011-september 2012). *Deltares*. 1202707-003-BGS-0014.
33. Pröpper, I. & Steenbeek, D. 1999. De aanpak van interactief beleid: elke situatie is anders. Bussum: Uitgeverij Coutinho.
34. Pröpper, I. & Steenbeek, D. 1998 Interactieve beleidsvorming: typering, ervaringen en dilemma's. *Bestuurskunde* 7: 292-301.
35. Renn, O. and Levine, D. 1991 Trust and credibility in risk communication. In R. E. Kasperson and P. J. M. Stallen (Eds), *Communicating Risks to the Public: International Perspectives*. Amsterdam en New York, pp 175-218.
36. Sarneel, J.M., B. Hidding, C. van Leeuwen, G.F. Veen, J. van Paassen, N. Huig en E.S. Bakker (2012) Effecten van waterpeilfluctuatie op vegetatie. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW).
37. Schekkerman, H. 1997. Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuijken, DLG-publikatie 102, IBN rapport 292. IBN-DLO, Wageningen.
38. Schekkerman, H., 2008. Precocial Problems. Shorebird chick performance in relation to weather, farming, and predation. Drukkerij van Denderen BV, Groningen.
39. Schep, S., 2011. Watersysteemanalyse Noorderpark ten behoeve van Watergebiedsplan en Beheerplan Natura2000. Witteveen&Bos. ASF1297-4/strg/010

40. Schep S.A., Moria, L. & Ouboter, M.. 2011. De stoplichtenmethodiek: toepassing in stilstaande wateren. Groeidocument versie 1.0.Waternet.
41. Smolders A.J.P. Loermans J. & Lamers L.P.M. (2012). Effecten van flexibel peilbeheer op interne bodemprocessen en waterkwaliteit. Onderzoekcentrum B-WARE Rapportnr. 2012.51.
42. Stoffels, J. 2009. Een onderzoek naar de plasdiepte, bodemsamenstelling en oevermorfologie van het Naardermeer. Geschiktheid van de veldsituatie voor een mogelijk natuurlijk peilbeheer. Waternet. Stagerapport.
43. STOWA, BaggerNut, maatregelen baggeren en nutriënten. 2012.
44. van Ast, J.A. 2000. Interactive management of international river basins. Experience in Northern America and Western Europe. *Physics and Chemistry of the Earth* 25 (3): 325-328
45. van Doorn, A., van Hardeveld, H. & Nederlof, L. 2012. Toepassing dynamisch peilbeheer vereist innovaties. *H2O* 18: 29-31.
46. van Essen, E.A., van Berkum, J. & Roelandse, A. 2011. Evaluatie effecten proeven met hogere zomerpeilen. Aequator Groen & Ruimte bv.
47. Verstrael, T.J., 1987. Weidevogel onderzoek in Nederland. Een overzicht van het Nederlandse weidevogelonderzoek 1970-1985. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
48. Vulink, J.T., Van Eerden, M.R., Platteeuw, M. & De Roos, M. 2009. De Oostvaardersplassen, deel 1. Waterpeil en begrazing sturen het systeem. *Landschap* 26:109-120.
49. Vulink, T., Tosserams, M., Daling, J., Van Manen, H. & Zijlstra, M. 2010. Begrazing door Grauwe ganzen is een bepalende factor voor ontwikkeling van oevervegetatie in Nederlandse wetlands. *De Levende Natuur* 111: 52-56.
50. Waternet. 2007. Mogelijkheden voor een natuurlijker peilbeheer in het Naardermeer. Waternet. Stageverslag Renske Diek.
51. Waternet. 2009. Een onderzoek naar de plasdiepte, bodemsamenstelling en oevermorfologie van het Naardermeer. Geschiktheid van de veldsituatie voor een mogelijk natuurlijker peilbeheer. Waternet. Stageverslag Joost Stoffels.
52. Waternet. 2012. Systeemanalyse van de FLEXPEIL onderzoeksgebieden van Waternet. Witteveen+Bos. Referentie: ASD1352-3.
53. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. 2007, Watergebiedsplan Naardermeer en omgeving.
54. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. 2008a. Watergebiedsplan Zuidelijke Vechtplassen.
55. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. 2008b, Watergebiedsplan Middelpolder.
56. Wetterskip Frysân. 2012. Evaluatie van het KRW-project flexibel peilbeheer in Fryslân. Witteveen+Bos. (LW307-1).
57. Witteveen+Bos, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en B-ware. 2006. Peilexperiment Groot Limmerpolder.57 Integraal eindrapport. Referentie: PM25-1/eekc/032.
58. Witteveen+Bos. 2011, Watersysteemanalyse Noorderpark ten behoeve van Watergebiedsplan en Beheerplan Natura 2000, Referentie: ASD1297-4/strg/010.



**stowa**

STICHTING  
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)  
TEL 033 460 32 00 FAX 033 460 32 50  
Stationsplein 89  
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

