

FLEXIBEL PEIL, VAN DENKEN NAAR DOEN

FLEXPEIL HYDROLOGIE DEELRAPPORT D



BIJLAGE

2012
41

Flexpeil Hydrologie deelrapport D

Conclusies en aanbevelingen

Wiebe Borren
Joachim Rozemeijer
Janneke Klein
Dimmie Hendriks
Geert van Wirdum





1202707-001

Titel
Flexpeil Hydrologie deelrapport D

Opdrachtgever Agentschap NL	Project 1202707-001	Kenmerk 1202707-001-BGS-0006	Pagina's 28
---------------------------------------	-------------------------------	--	-----------------------

Trefwoorden

Flexibel peilbeheer, veenweide, hydrologie, grondwater, oppervlaktewater, waterkwaliteit, monitoring, in- en uitlaat, indringing, in- en uitspoeling.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	nov. 2012	Wiebe Borren		Remco van Ek		Hilde Passier	
		Joachim Rozemeijer					
		Janneke Klein				Toon Segeren	
		Dimmie Hendriks					
		Geert van Wirdum					

Status
definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Beantwoording van de onderzoeksvragen	3
3	Algemene conclusies	7
3.1	Effecten op grondwaterstanden	7
3.2	Effecten op in- en uitlaathoeveelheden en verblijftijd	7
3.3	Effecten op kwel en wegzijging	8
3.4	Effecten op grondwater-oppervlaktewater interactie	8
3.5	Effecten op maaiveldwater-oppervlaktewater interactie	9
3.6	Effecten op waterkwaliteit	9
3.7	Klimaatverandering	12
3.8	Landbouw	12
4	Optimalisatie peilbuizen-meetnet	13
4.1	Botshol	14
4.2	Groene Jonker	14
4.3	Loenderveen-Oost	15
4.4	Middelpolder	15
4.5	Muyeveld	16
4.6	Nieuwe Keverdijkse Polder	17
4.7	Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven	17
4.8	Ronde Hoep	18
4.9	Westbroekse Zodden	19
4.10	Advies voor oppervlaktewater- en grondwatermeetnet flexibel peilbeheer	19
5	Kennishiaten	21
5.1	Uitwisseling water en stoffen tussen grond- en oppervlaktewater	21
5.2	Ruimtelijke verspreiding inlaatwater	22
5.3	Conceptuele verbeteringen in waterbalansmodel inbrengen in huidige waterbalansmodellen Waternet	22
5.4	Flexibel peilbeheer in Landbouwgebieden	23
5.5	Effecten van flexibel peilbeheer op vastlegging en nalevering nutriënten.	24
	Bijlage(n)	
A	Overzicht optimalisatie peilbuizenmeetnet	A-1
A.1	Botshol	A-1
A.2	Groene Jonker	A-1
A.3	Loenderveen-Oost	A-2
A.4	Middelpolder	A-2
A.5	Muyeveld	A-3
A.6	Nieuwe Keverdijkse Polder	A-4
A.7	Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven	A-5
A.8	Ronde Hoep	A-5
A.9	Westbroekse Zodden	A-6

1 Inleiding

Het voorliggende onderzoek maakt onderdeel uit van het Flexpeilproject: *Flexibel peilbeheer, van denken naar doen*. De idee is dat flexibel peilbeheer een bijdrage kan leveren aan het realiseren de KRW-doelstellingen.

Binnen het beheersgebied van Waternet wordt in een aantal pilotgebieden onderzocht en gemonitord wat de effecten van flexibel peilbeheer zijn op oppervlaktewaterpeilen, grondwaterstanden, inundatie en droogval van de oever, uitwisselingsprocessen van water en stoffen, waterkwaliteit, vegetatieontwikkeling etc.

Deze rapportage maakt onderdeel uit van 4 rapportages, Flexpeil Hydrologie deelrapport A t/m D:

- Deelrapport A: Systeemanalyse en monitoringsopzet
- Deelrapport B: Meetgegevens waterkwantiteit en waterkwaliteit
- Deelrapport C: Modelleren en analyse
- Deelrapport D: Conclusies en aanbevelingen (dit rapport).

Het voorliggende deelrapport D richt zich op de conclusies en aanbevelingen die uit het hydrologische onderzoek voortkomen.

In dit rapport worden de onderzoeksvragen beantwoord (hoofdstuk 2). Daarna volgen in hoofdstuk 3 algemene conclusies. In hoofdstuk 4 worden aanbevelingen gedaan over het meetnet van het Flexpeilproject en toekomstige meetnetten om flexibel peilbeheer te onderzoeken. Dit rapport is gebaseerd op het onderzoek beschreven in deelrapporten A, B en C.

2 Beantwoording van de onderzoeksvragen

1. *Welke gebiedskenmerken bepalen de doorwerking van flexibel peilbeheer op de interactie tussen oppervlaktewater en grondwater?*

De belangrijkste bepalende factoren zijn:

- land-water verhouding
- dikte deklaag
- voorkomen van kwel/wegzijging.

Uiteraard zijn ook andere factoren van belang (bijvoorbeeld specifieke bodemsamenstelling), maar vanuit de uitgevoerde onderzoek in de pilotgebieden komen de bovenstaande 3 factoren als belangrijkste onderscheidende factoren naar boven.

De land-water verhouding bepaald vooral of het grondwatersysteem en de daaraan gerelateerde uitwisselingsprocessen van belang zijn. In de plassengebieden is de interactie minder van belang en domineren in/uitlaat, verdamping en eventueel kwel van onderaf de waterkwaliteit. In de slotengebieden daarentegen is de uitspoeling een belangrijke bepalende factor.

De dikte van de deklaag is belangrijk voor de doorwerking van oppervlaktewater op de grondwaterstanden. Het is dan vooral belangrijk of de deklaag echt dun is (bijvoorbeeld <0.5 m) en de oppervlaktewateren hierin ingesneden zijn. Oppervlaktewaterpeil en stijghoogte onder de deklaag hebben dan een directe invloed op elkaar. Peilfluctuaties kunnen dan ook via het zandpakket directer doorwerken op de grondwaterstanden in de deklaag. Daarnaast bepaald de dikte van de deklaag mede hoeveel invloed het onderliggende pakket heeft op de grondwaterstanden in de deklaag. Met andere woorden: bij een dunne deklaag is er een directere relatie tussen oppervlaktewater, grondwater in de deklaag en grondwater in het onderliggende pakket.

Het voorkomen van kwel of wegzijging (waarin seizoenswisselingen kunnen voorkomen) bepaald in sterke mate hoe oppervlaktewater kan indringen in het grondwatersysteem. Vaak komt het grondwater via kwel in de sloot terecht terwijl sprake is van wegzijging in de oever en percelen. Hogere waterpeilen leiden vaak tot minder kwel naar het oppervlaktewatersysteem, danwel meer wegzijging, terwijl lagere peilen juist kunnen leiden tot meer kwel of minder wegzijging. Afhankelijk van het specifieke peilregime komt één van deze situaties of beide situaties (wisselend in de tijd) voor.

Daarnaast laat de perceelsmodellering zien dat er kwel- en wegzijgingspatronen naast elkaar kunnen voorkomen. Bijvoorbeeld in de gemodelleerde situatie in de Nieuwe Keverdijkse Polder, waar flexpeil leidt tot een indringing op het hogere deel van de oever, op een hoogte waar een overgang van kwel naar wegzijging plaatsvindt.

2. *Op welke wijze en over welke afstand werkt flexibel peilbeheer door op het grondwatersysteem?*

De uitwisseling van water en stoffen tussen grond- en oppervlaktewater neemt gemiddeld gesproken af door kleinere verschillen tussen grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen.

Dit geldt vooral als flexibel peilbeheer een peilverhoging inhoudt. Grondwater spoelt dan minder snel uit. Omgekeerd kan dat wel betekenen dat er een sterkere indringing plaatsvindt; water dringt dan ook hoger in de oever in.

Overigens zal in periodes met lagere peilen wel een sterke uitspoeling kunnen plaatsvinden als zich (extreme) neerslagbuien voordoen. De potentiaalverschillen zijn dan tijdelijk wel groot. Hoe dit uitpakt op de uitspoeling van stoffen, hangt af van de beschikbaarheid van deze stoffen.

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.

Voorbeeld Ronde Hoep:

- Flexpeil met peilverhoging (de huidige flexpeilsituatie): maximaal 18 cm hogere grondwaterstand vlak bij de sloot; maximaal 18 m doorwerking (uitdemping tot 2 cm effect)
- Flexpeil zonder peilverhoging: maximaal 4 cm hogere grondwaterstand; maximaal 11 m doorwerking.

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.

3. *Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de droogval en inundatie van de oeverzone?*

Inherent aan de optredende peilfluctuaties ondervindt een deel van de oever een periodieke droogval en inundatie. Een ruimere marge betekent dat er een groter deel van de oever meedoet aan dit droogvallen en inunderen. In de onderzochte gebieden is het echter gebleken dat flexibel peilbeheer vaak een peilverhoging is, waardoor er ook een ander deel van de oever wordt aangesproken.

4. *Wat is het effect van seizoensdynamiek en jaar-tot-jaar variatie in meteorologische omstandigheden en uitgevoerd peilbeheer op het hydrologische systeem?*

Er zijn duidelijke verschillen tussen individuele jaren. Bij flexibel peilbeheer bepalen juist de meteorologische omstandigheden of er wel of niet moet worden in- of uitgelaten. Het blijkt dat dit van jaar tot jaar verschilt. Ook het optreden van kwel wordt beïnvloed door de flexibele peilen.

5. *Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de in- en uitlaathoeveelheden?*

De hoeveelheid waterinlaat en –uitlaat neemt af door het invoeren van flexibel peilbeheer. Hoeveel inlaatwater er jaarlijks nog nodig is, verschilt per gebied. In bijvoorbeeld Botshol neemt de door de waterbalans voorspelde de gemiddelde jaarlijkse inlaat af van 2.91 naar 1.85 mm/dag, indien een volledig vrij flexibel peil wordt doorgevoerd, een forse reductie. In sommige gebieden, zoals de Groene Jonker, Loenderveen-Oost, Westbroekse Zodden en de Oostelijke Binnenpolder wordt na de invoering van flexpeil helemaal geen water meer ingelaten.

De benodigde capaciteit van het boezemsysteem om water in te laten in extreem droge perioden en water af te voeren in extreem natte periodes veranderd in de meeste gebieden nauwelijks. Zodra het maximum- of het minimumpeil bereikt is (en de neerslag/droogte houdt aan) is de hoeveelheid uitlaat/inlaat maar iets minder dan bij het referentiepeilbeheer.

6. *Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de herkomst en samenstelling van het oppervlaktewater?*

Door flexibel peilbeheer vermindert de fractie inlaatwater en neemt het aandeel gebiedseigen water toe. Vaak bestaat die fractie uit neerslagwater. In sommige gebieden neemt de fractie kwelwater, oppervlakkige afstroming of grondwateruitspoeling toe.

7. *Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de externe fosfaatbelasting?*

De externe fosforbelasting neemt af doordat de hoeveelheid waterinlaat afneemt. De fosforconcentraties nemen in de meeste gebieden ook af, maar deze afname is minder dan mogelijk verwacht op basis van de afname van de belasting. In de stoffenbalans neemt de uitlaatvracht immers ook af en de concentratie geeft de optelsom van alle in- en uitgaande vrachten. Daarnaast zorgt de grotere invloed van verdamping op de water- en stoffenbalans bij flexpeil voor hogere concentraties dan op basis van de concentraties in de ingaande waterfluxen verwacht zou kunnen worden. In bijvoorbeeld De Ronde Hoep neemt de gemiddelde totale jaarlijkse P belasting af van 12.0 naar 5.0 mg/m²/dag. De berekende gemiddelde concentratie neemt echter slechts af van 0.33 naar 0.30 mg/l.

In sommige gebieden nemen de fosforconcentraties ook toe. Dat zijn gebieden waar naast inlaatwater nog een andere belangrijke bron van fosfor is. De water- en stoffenbalans voorspelt hogere P concentraties voor de Middelpolder (uitspoeling vanuit fosforrijke bouwvoor), Loenderveen-Oost (kwel) en de Westbroekse Zodden (lekkage vanuit omringend landbouwgebied).

8. *Wat is het effect van flexibel peilbeheer op de externe sulfaatbelasting?*

De externe sulfaatbelasting neemt af doordat de hoeveelheid waterinlaat afneemt. De sulfaatconcentraties nemen in de meeste gebieden af, maar net als bij P minder dan op basis van de afname van de belasting verwacht zou kunnen worden. Voor sommige gebieden (Middelpolder, Nieuwe Keverdijkse Polder zuid (16.7) en de Ronde Hoep voorspelt de water- en stoffenbalans zelfs een hogere concentratie bij flexpeil.

3 Algemene conclusies

In de onderstaande paragrafen wordt een aanvulling gegeven op de in hoofdstuk 2 beantwoorde onderzoeksvragen.

3.1 Effecten op grondwaterstanden

Het flexibele peilbeheer zoals ingesteld in de flexpeilgebieden heeft een duidelijk effect op de grondwaterstanden, afgezet tegen de referentiesituatie. Meestal gaat het om een netto verhoging van de peilen, wat tot vernatting leidt.

Het effect op de GLG is groter dan op de GHG. Het effect is in dit geval enerzijds de maximale verandering van de grondwaterstand en anderzijds de afstand waarover de grondwaterstand significant wordt beïnvloed. Dichtbij het oppervlaktewater is het effect het grootst; hoe verder van het oppervlaktewater, des te kleiner het effect.

Flexibel peilbeheer zonder structurele peilverhoging kan toch tot een geringe vernatting leiden. In de winter leiden de hogere peilen tot een verhoging van de grondwaterstanden. Deze verhoging is ook in de zomer nog voelbaar. De lagere oppervlaktewaterpeilen in de zomer doen dit effect niet volledig teniet. 's Zomers hebben verdamping en neerslag een sterke invloed op de grondwaterstanden en is het belang van de lage oppervlaktewaterpeilen relatief minder groot.

3.2 Effecten op in- en uitlaathoeveelheden en verblijftijd

De hoeveelheid waterinlaat en -uitlaat neemt in alle flexpeilgebieden af door het invoeren van flexibel peilbeheer. Alleen in de Nieuwe Keverdijkse Polder Noord (peilvak 16.6) neemt de inlaat toe, doordat de peilen daar ook flink hoger zijn ingesteld. In de praktijk betekent de afname van de inlaat en uitlaat een kostenbesparing doordat minder water gedefosfateerd hoeft te worden en minder draaiuren voor gemalen nodig zijn.

De benodigde capaciteit van het boezemsysteem om water in te laten gedurende extreem droge perioden verandert in de meeste gebieden nauwelijks. Ook de benodigde capaciteit om in extreem natte perioden water af te kunnen voeren vermindert in de meeste gebieden niet door invoering van flexpeilbeheer. Zodra het minimumpeil is bereikt, is de benodigde inlaat bij flexpeil bijna even groot als bij andere peilbeheervarianten. Ook als het maximumpeil is bereikt en de neerslag houdt aan, is de uitlaat met flexpeil bijna even groot als zonder flexpeil. Er wordt bij flexpeil wel veel later begonnen met het inlaten van water, waardoor er gedurende een kortere periode inlaatwater vanuit het boezemsysteem nodig is. In natte tijden wordt ook pas later begonnen met uitlaten en is de periode waarover het boezemsysteem wordt belast met overtollig water korter.

De verblijftijden van water in het flexpeilgebied nemen in alle gebieden toe onder invloed van flexibel peilbeheer. Dit komt door de verminderde in- en uitstroom naar en vanuit het oppervlaktewater. Door deze verschuivingen neemt de relatieve invloed van verdamping op de waterbalans toe. Dit heeft ook invloed op de waterkwaliteit.

3.3 Effecten op kwel en wegzijging

Het effect van flexpeilbeheer op de uitwisseling van water met het diepere grondwatersysteem (kwel en wegzijging) is zeer gebiedsafhankelijk. In veel gebieden gaan de peilen omhoog in de scenario's met flexibel peilbeheer, waardoor meer wegzijging kan optreden. In enkele gebieden waar in het referentiescenario niet of nauwelijks sprake was van kwel, treedt bij flexibel peilbeheer meer kwel op. Dit komt doordat de peilen in het peilgebied in droge perioden vaak lager mogen worden bij flexpeilbeheer. Afhankelijk van de diepere stijghoogte en de peilen in de omgeving kan wegzijging dan omslaan in kwel. Door de langere verblijftijden bij flexibel peilbeheer kan kwelwater uit droge periodes ook langer in het systeem blijven hangen. Dit heeft ook invloed op de waterkwaliteit in het flexpeilgebied.

3.4 Effecten op grondwater-oppervlaktewater interactie

De uitwisseling van water tussen het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem (uitspoeling en infiltratie/indringing) neemt in de meeste gebieden af door flexpeil. Doordat het oppervlaktewaterpeil mag meebewegen met het grondwaterpeil zijn de verschillen in potentiaal (waterdruk) tussen het grond- en het oppervlaktewater kleiner. De infiltratie vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater wordt minder, waardoor uiteindelijk ook minder inlaatwater nodig is. Andersom neemt ook de uitspoeling van grondwater naar het oppervlaktewater af, waardoor uiteindelijk minder uitlaat nodig is.

Overigens zal in periodes met lagere peilen wel een sterke uitspoeling kunnen plaatsvinden als zich (extreme) neerslagbuien voordoen. De potentiaalverschillen zijn dan tijdelijk wel groot. Hoe dit uitpakt op de uitspoeling van stoffen, hangt af van de beschikbaarheid van deze stoffen.

De indringing van oppervlaktewater in het grondwatersysteem wordt door flexibel peilbeheer versterkt als dit peilbeheer t.o.v. het referentiepeilbeheer een flinke peilverhoging inhoudt. Delen van de oever die voorheen altijd droog bleven, kunnen nu inunderen. Oppervlaktewater dringt dan, afhankelijk van de specifieke situatie, hoger in de oever in.

In de Oostelijke Binnenpolder en de Westbroekse Zodden neemt de uitspoeling juist iets toe, maar dat is water vanuit de omgeving dat via het grondwater lekt naar het flexpeilgebied. Deze toename wordt derhalve veroorzaakt door lekkage vanuit de omgeving en niet de interne grondwater-oppervlaktewater interactie. Het schaalniveau waarop de flexpeilmaatregel is ingesteld speelt hier een belangrijke rol. In de Nieuwe Keverdijkse Polder (Noord en Zuid) en in de Westbroekse Zodden neemt de infiltratie van grondwater naar het oppervlaktewater toe, in tegenstelling tot de andere gebieden. Ook dat heeft meer met de interactie met de omgeving te maken dan met de interne grondwater-oppervlaktewater interactie in deze gebieden. Door de peilverhoging in deze gebieden is er meer wegzijging en lekkage naar de omgeving.

Het belang van het effect op infiltratie en uitspoeling hangt af van het aandeel land in het flexpeilgebied. In gebieden die voornamelijk uit open water bestaan heeft de (verandering) in infiltratie en uitspoeling weinig gevolgen. In gebieden met percelen en sloten is het effect van de veranderingen in grondwater-oppervlaktewater interactie op de water- en stoffenbalans wel groot.

3.5 Effecten op maaiveldwater-oppervlaktewater interactie

In de meeste gebieden heeft de interactie tussen maaiveldwater en oppervlaktewater (oppervlakkige afstroming en inundatie) zowel in het referentiescenario als in het flexpeilsenario niet of nauwelijks invloed op de waterbalans. De grondwaterstanden blijven in de meeste gebieden jaarrond onder het maaiveldniveau, waardoor het maaiveldreservoir leeg blijft. In enkele gebieden (met name de Middelpolder en de Ronde Hoep) wordt oppervlakkige afstroming na de invoering van flexibel peilbeheer wel een belangrijke route van water- en stoftransport naar het watersysteem. Dit heeft ook gevolgen voor de waterkwaliteit. Inundatie (stroming vanuit de sloot naar het maaiveldreservoir op het land) komt alleen sporadisch in de Ronde Hoep voor, maar heeft ook daar weinig invloed op de water- en stoffenbalans.

3.6 Effecten op waterkwaliteit

De verschuivingen in de waterbalans door het invoeren van flexibel peilbeheer heeft ook invloed op de stoffenbalans en de oppervlaktewaterkwaliteit in de flexpeilgebieden. Hoe de optelsom van alle veranderingen uitpakt voor de uiteindelijke stofconcentraties verschilt sterk per parameter en per gebied. In de water- en stoffenbalans is alleen gekeken naar de invloed van flexibel peilbeheer op de concentraties chloride, fosfor, stikstof en sulfaat:

- Chloride
De chlorideconcentraties gaan in bijna alle gebied omlaag door de kleinere invloed van inlaatwater. In gebieden met lage chlorideconcentraties in het inlaatwater (Loenderveen-Oost) en in gebieden waar de invloed van inlaatwater niet afneemt (Nieuwe Keverdijkse Polder Noord en Zuid) heeft flexibel peilbeheer minder effecten op de chlorideconcentraties.
- Fosfor
De fosforconcentraties nemen in de meest gebieden af, maar nemen toe in Loenderveen Oost, de Middelpolder en in de Westbroekse Zodden. In Loenderveen Oost worden de hogere berekende fosforconcentraties veroorzaakt door de invloed die kwel mogelijk krijgt op de watersamenstelling. Door de langere verblijftijden blijft dit kwelwater ook lang in het gebied hangen. Door de toegenomen relatieve invloed van verdamping is het effect van de incidentele vrachten vanuit kwel op de concentraties groter. In de Middelpolder is de toegenomen oppervlakkige afstroming de oorzaak van de hogere P-concentraties. In de Westbroekse Zodden komt de extra aanvoer van fosfor via lekkage vanuit de omgeving. Ook voor deze gebieden geldt dat de langere verblijftijden en de toename van de relatieve invloed van verdamping het gevolg van incidentele vrachten op de concentraties vergroot. De Westbroekse Zodden hebben een bijzondere situatie omdat slechts enkele petgaten flexibel peil hebben. Daardoor is de invloed van lekkage vanuit de omgeving relatief groot. Dit effect zal verminderen als het gehele peilvak flexibel peil krijgt.
- Stikstof
Voor stikstof nemen de concentraties in bijna alle gebieden toe door flexibel peilbeheer. Voor alle gebieden geldt dat atmosferische depositie voor stikstof een belangrijke input blijft. Dat zorgt in combinatie met de grotere relatieve invloed van verdamping bij flexpeil voor de hogere stikstofconcentraties. Alleen in de Middelpolder neemt de concentratie iets af. Dit komt door de toename van uitspoeling via de bouwvoor en oppervlakkige afstroming die ten koste gaat van het aandeel

grondwateruitspoeling. De gemeten stikstofconcentraties in de bouwvoor en in oppervlakkige afspoeling zijn in de Middelpolder lager dan in de grondwateruitspoeling.

➤ Sulfaat

De sulfaatconcentraties nemen in de meeste gebieden af door flexibel peilbeheer door de kleinere invloed van inlaatwater. Alleen in de Middelpolder, Nieuwe Keverdijkse Polder Zuid en in de Ronde Hoep nemen de sulfaatconcentraties toe. Deze toename wordt in de Ronde Hoep en in de Middelpolder veroorzaakt door de hogere grondwaterstanden en de daaraan gerelateerde toename van oppervlakkige afstroming en uitspoeling via de bouwvoor. In de Nieuwe Keverdijkse Polder Zuid wordt zowel bij het referentiescenario als in het flexpeilscenario geen water ingelaten. De hogere sulfaat concentratie wordt daar veroorzaakt door toegenomen relatieve invloed van verdamping op de water- en stoffenbalans.

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 indien het diepere grondwater een minder goede waterkwaliteit heeft (bijvoorbeeld fosfaatrijk is). 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.

Tabel 3.1 Samenvattende resultaten water- en stoffenbalansen
 Rood: toename bij flexpeilbeheer tov referentiebeheer
 Geel: minder dan 5% verschil tussen flexpeilbeheer en referentiepeilbeheer
 Groen: afname bij flexpeilbeheer tov referentiebeheer

Flexpeil- gebied	Verblijftijd (dagen)		Inlaat (mm/dag)		Uitlaat (mm/dag)		Kwel (mm/dag)		Wegzijing (mm/dag)	
	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex
BOH	275	329	2.91	1.85	-0.95	0.00	0.00	0.00	-1.12	-1.08
GJ	111	275	nvt	0.00	nvt	-0.08	nvt	0.07	nvt	-0.04
LVO	806	874	0.50	0.11	-0.18	0.00	0.00	0.14	-0.67	-0.61
MP	56	82	1.99	0.70	-4.33	-2.88	0.00	0.00	-0.39	-0.41
MUY	435	524	1.54	0.87	-1.13	-0.44	0.00	0.00	-0.75	-0.76
NKP16.6	60	175	0.58	1.77	-8.21	-0.10	0.13	0.00	-0.08	-1.07
NKP16.7	29	78	0.00	0.00	-11.43	-3.99	0.59	0.19	0.00	-0.35
OBT	126	209	2.70	0.00	-1.47	-0.04	0.00	0.27	-0.58	-0.46
RH	25	76	2.54	1.36	-16.73	-6.45	0.00	0.00	-0.43	-0.53
WBZ	365	511	1.03	0.00	-1.39	0.00	0.00	0.03	-0.19	-0.31

Flexpeil- gebied	Uitspoeling (mm/dag)		Infiltratie (mm/dag)		Opp.afstr (mm/dag)		Inundatie (mm/dag)	
	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex
BOH	0.03	0.01	-1.28	-1.18	0.01	0.00	0.00	0.00
GJ	nvt	0.17	nvt	-0.35	nvt	0.00	nvt	0.00
LVO	0.02	0.02	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MP	3.37	1.50	-1.23	-0.75	0.16	1.41	0.00	0.00
MUY	0.40	0.34	-0.41	-0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
NKP16.6	7.54	0.53	-0.38	-1.60	0.00	0.06	0.00	0.00
NKP16.7	10.55	4.07	-0.13	-0.37	0.00	0.04	0.00	0.00
OBT	0.40	0.44	-1.47	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
RH	15.91	3.58	-1.68	-1.66	0.00	3.48	0.00	-0.19
WBZ	0.22	0.25	-0.03	-0.32	0.00	0.00	0.00	0.00

Flexpeil- gebied	Cl (mg/l)		P (mg/l)		N (mg/l)		SO4 (mg/l)	
	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex	Ref	Flex
BOH	836	804	0.06	0.06	3.0	3.4	39	34
GJ	nvt	43	nvt	0.14	nvt	12.6	nvt	277
LVO	35	35	0.07	0.14	4.2	5.0	18	12
MP	270	200	1.05	1.29	3.8	3.7	109	126
MUY	61	55	0.07	0.07	3.2	3.7	30	25
NKP16.6	115	112	0.13	0.06	1.3	2.1	99	68
NKP16.7	132	138	0.17	0.15	1.4	1.8	114	137
OBT	38	13	0.05	0.02	2.3	4.1	21	8
RH	231	186	0.33	0.30	4.0	4.3	127	149
WBZ	34	13	0.12	0.22	3.3	5.9	21	12

3.7 Klimaatverandering

Klimaatverandering heeft effect op de doorwerking van flexibel peilbeheer op de grondwaterstanden. In het W+ scenario worden de zomers droger en dit uit zich in een verlaging van de grondwaterstanden. In veel gevallen waar het flexibel peilbeheer voor een vernatting zou zorgen, leidt klimaatverandering (volgens het relatief extreme W+ scenario) toch tot een verlaging van de grondwaterstanden in de zomer. Omgekeerd kan gesteld worden dat als flexibel peilbeheer tot een vernatting leidt t.o.v. het referentie peilbeheer, het verdrogende effect door klimaatverandering enigszins teniet gedaan kan worden. Flexibel peilbeheer is in dat geval (in de zomer) een gunstige maatregel.

Door de drogere zomers is er meer inlaatwater nodig in het W+ scenario. Ook neemt de invloed van verdamping op de water- en stoffenbalans toe. Dat zorgt voor hogere concentraties. Ook de invloed van eventuele kwel en lekkage vanuit de omgeving neemt toe door de langere droge periodes. De extremere natte periodes in de winter volgens het W+-scenario zorgen in de gebieden met percelen voor extra oppervlakkige afstroming en uitspoeling via de bouwvoor. Dit zorgt voor grotere fosforvruchten naar het oppervlaktewater.

3.8 Landbouw

Omdat flexibel peilbeheer vaak gepaard gaat met hogere grondwaterstanden (zie hierboven) heeft het een duidelijk effect op de agrarische bedrijfsvoering. In het veenweidegebied is vaak al sprake van een natte situatie. De modelberekeningen voor Ronde Hoep en Middelpolder laten zien dat het ingestelde flexibele peilbeheer (in beperkte mate) nadelig uitpakt voor draagkracht, plas-dras situaties, lengte van het seizoen en uiteindelijk gewasopbrengst. De effecten zijn niet altijd groot, maar wijzen wel in dezelfde richting. De modelberekeningen laten echter ook zien dat bij klimaatverandering (W+) dit nadelig effect weer teniet gedaan wordt of zelfs ten goede wordt omgekeerd.

Opgemerkt moet worden dat er met de modellering vooral gekeken is naar de gemiddelde situatie op een perceel. In de praktijk zal een agrariër reageren op de extremen: het natste deel van het perceel. Als een deel van het perceel ontoegankelijk is, kan het betekenen dat de landbouwer besluit om helemaal niet het land op te gaan. De ruimtelijke variatie binnen het perceel laat echter ook zien dat de extreemste situatie niet altijd veel verschilt tussen de flexpeil en niet-flexpeil situatie.

4 Optimalisatie peilbuizen-meetnet

In het Flexpeilproject zijn totaal 198 peilbuizen geplaatst. Van deze peilbuizen zijn er uiteindelijk al gedurende het project 8 komen te vervallen: 5 peilbuizen in Botshol door vandalisme, 1 peilbuis in Muyevelde en 2 peilbuizen in de Oostelijke Binnepolder van Tienhoven die niet goed geplaatst waren. Totaal zijn er aan het eind van het project 190 peilbuizen.

Voor de toekomst is dit aantal niet te handhaven. Voor opname in het reguliere meetnet van Waternet is het nodig om het aantal te reduceren. Op basis van de resultaten van het hydrologisch onderzoek is het mogelijk om tot een verantwoorde uitdunning te komen. Waternet heeft als ruwe richtlijn voor uitdunning aangegeven dat een reductie van 75% wenselijk is.

Daartoe kunnen de volgende criteria worden gehanteerd:

1. Minder geschikte peilbuis / meetreeks → reden tot afstoten
De meetreeks vertoont vreemd gedrag. Sommige reeksen worden gedomineerd door het optreden van uitschieters (“spikes”), periodieke sprongen of anderszins vreemde trends en fluctuaties. Mogelijke oorzaken zijn een technisch defect aan de meetopstelling (peilbuis) of de drukopnemer. In het eerste geval kan het gaan om een kapotte, verstopte of instabiele peilbuis. In het tweede geval zou de drukopnemer vervangen kunnen worden, maar omdat de meetreeks tot nu toe onbetrouwbaar is, ligt het voor de hand om dit meetpunt te laten vervallen als er geen dringende redenen tot handhaven zijn.
2. Meetreeks heeft weinig toegevoegde waarde → reden tot afstoten
Daartoe worden de reeksen van hetzelfde “type” met elkaar vergeleken. De typen zijn: oppervlaktewater, oever, freatisch grondwater en diep grondwater (WVP1). Er kunnen zich twee situaties voordoen waarbij de toegevoegde waarde van meer dan 1 peilbuis per type beperkt is:
 - De reeksen liggen erg dicht bij elkaar en verschillen maximaal enkele centimeters
 - De reeksen liggen uit elkaar, maar vertonen een zeer vergelijkbare dynamiek; het verschil is systematisch.In beide gevallen zou volstaan kunnen worden met 1 (soms 2) peilbuizen
3. Raai over oever → reden tot afstoten deel van de meetpunten
Op veel plaatsen staan raaien van meetpunten van oppervlaktewater, over de oever naar het midden van een perceel. Dergelijke raaien kunnen uitgedund worden. Het streven is om in de oeverzone 1 meetpunt over te houden. In de meeste gevallen zal dit het meetpunt op het midden van de oever zijn.
4. Speciaal meetdoel → reden tot handhaven
Denk hierbij bijvoorbeeld aan de peilbuizen die bij de bodemdalingsmeetpunten staan. De peilbuizen hebben hier een sterke toegevoegde waarde i.v.m. de bodemdalingsmonitoring. Ook de meetpunten in de dijk tussen Muyevelde en de Bethunepolder hebben een speciaal meetdoel.

5. Spreiding over het gebied → reden tot handhaven
Het instandhouden van een spreiding over een gebied kan een doel zijn, waartoe meetpunten juist gehandhaafd moeten worden.

In de onderstaande paragrafen wordt het advies van Deltares aan Waternet wat betreft het handhaven of laten vervallen van peilbuizen per gebied toegelicht.

In totaal adviseren wij 62 van de 190 peilbuizen te behouden, waarvan bij 8 peilbuizen is aangegeven dat deze later alsnog kunnen komen te vervallen. Met dit advies wordt een reductie van 67-72% bewerkstelligd.

Een overzicht van de peilbuizen is gegeven in bijlage A.

4.1 Botshol

Raai

Rietlanden zijn een specifiek en dominant kenmerk van Botshol. Het ligt voor de hand om daarom een raai in een rietland te handhaven. Het cluster BP14-17 op het eiland zou dan afgestoten kunnen worden. De clusters BP8-11 en BP18-21 blijven dan over. Beide vertonen een interessant verloop, waarbij de grondwaterstand in de oever eerst wat lager staat dan het oppervlaktewater en daarna weer hoger. BP18-21 ligt centraler, wat een betere ruimtelijke dekking geeft. Bij handhaven van deze raai adviseren wij het oppervlaktewatermeetpunt BP18, het oevermeetpunt BP19 en het perceelsmeetpunt BP21 te handhaven.

Diep grondwater (WVP1)

De meetpunten BP7,12 en 13 vertonen een vergelijkbare dynamiek met een onderling systematisch verschil. BP13 heeft wel wat meer last van “spikes” in de meetreeks. Het onderlinge verschil is met de Flexpeilmetingen bekend. De meetreeks van BP7 ligt tussen de andere twee in. We adviseren om deze te behouden.

Spreiding

Met bovengenoemde meetpunten is de spreiding niet ideaal. Alle liggen in het zuidelijke deel van Botshol. Alleen BP6 in het noordelijk deel komt nog in aanmerking om mee te nemen. Dit is wel een op zich zelf staand meetpunt in de oever aldaar. De vraag is of dit veel toegevoegde waarde heeft. We adviseren om dit meetpunt voorlopig nog te handhaven en bij een latere definitieve uitdunning nogmaals te bezien of het punt behouden moet blijven.

Samenvattend adviseren wij 5 van de 15 meetpunten te handhaven, waarbij 1 meetpunt later alsnog afgestoten kan worden: zie bijlage A.1.

4.2 Groene Jonker

Raai

Er zijn twee raaien aanwezig. De onderlinge verschillen zijn klein, maar binnen de raaien is ook niet veel verschil te zien. We adviseren om 1 raai te behouden met 3 meetpunten: oppervlaktewater, oever halverwege en perceel/land. De raai GJ6-9,15-16 laat net iets meer verschillen zien en zou daarom interessanter kunnen zijn. We adviseren dan om GJ6, GJ8 en GJ15 te handhaven.

Diep grondwater

De meetpunten BP2, 9, 11 en 13 vertonen een vergelijkbare dynamiek met een systematisch verschil. Het onderlinge verschil is met de Flexpeilmetingen bekend. De meetreeksen GJ2, 9

en 11 hebben wel wat last van “spikes” in de meetreeksen. Toch adviseren we om GJ9 te handhaven omdat dit punt bij de bovengenoemde raai ligt en meer centraal in het gebied.

Spreiding

De oppervlaktewater meetpunten GJ3 en GJ6 verschillen weinig onderling. 1 oppervlaktewatermeetpunt is dan ook voldoende. Met de hierboven geselecteerde raai is GJ6 al geselecteerd. Wat betreft perceel/land adviseren wij wel om nog een extra meetpunt te handhaven: GJ12 aan de noordkant van het gebied.

Samenvattend komen wij tot handhaving van 5 van de 16 meetpunten: zie bijlage A.2.

4.3 Loenderveen-Oost

Er zijn 8 peilbuizen in het Flexpeilproject geplaatst. De andere buizen betreffen bestaande DINO-peilbuizen.

Raai

Er is 1 raai aanwezig aan de westkant van de plas. Binnen de raai laten enkele meetpunten in de oever een vergelijkbare meetreeks zien. We adviseren om LVO3, 5 en 8 te selecteren, waarmee verschillende typen peilbuizen en een spreiding in meetreeksen wordt bereikt.

Spreiding

Met de aanwezige DINO-reeksen, de hierboven geselecteerde meetreeks en de meetpunten in Muyevelde is een voldoende spreiding van meetpunten.

Samenvattend adviseren wij om 3 van de 8 meetpunten te behouden: zie bijlage A.3.

4.4 Middelpolder

Speciaal meetdoel

Er zijn 3 meetpunten gerelateerd aan de bodemdalingsmeetlocaties: MP11, 15 en 16. Handhaving van deze meetpunten is aan te raden.

Raai

Er zijn twee raaien aanwezig: binnen en buiten het flexpeilgebied. Beide handhaven ligt voor de hand, zij het met een uitdunningsslag. Voor de raai binnen het flexpeilgebied (MP1-4,11-12) adviseren wij een oever- en een perceelsmeetpunt te laten vervallen: MP3 en MP12. Voor de raai buiten het flexpeilgebied (MP13-16) adviseren wij het oever meetpunt te laten vervallen: MP14.

Spreiding

De bovengenoemde raai binnen het flexpeilgebied ligt aan de oostkant van het gebied. Voor een betere spreiding is het aan te bevelen om maar aan de westkant een peilbuis te behouden. MP7 komt daarvoor in aanmerking. Het diepe meetpunt MP8 dat hier ligt, heeft minder toegevoegde waarde t.o.v. het diepe meetpunt MP4 uit de bovengenoemde raai.

Samenvattend adviseren wij om 8 van de 16 meetpunten te handhaven: zie bijlage A.4.

4.5 Muyevelde

Peilbuizen op de dijk tussen Muyevelde en Bethunepolder

Dit betreft 2 raaien: MUY13-16 en MUY17-20. Het handhaven van beide raaien is een optie, maar als op termijn toch gekozen wordt voor het laten vervallen van een raai, dan adviseren wij de raai MUY13-16 te handhaven. In de andere raai geeft de peilbuis MUY17 een meetreeks zonder dynamiek wat mogelijk samenhangt met een te ondiepe positie van het filter, waardoor de peilbuis droog valt. Indien de raai voorlopig toch behouden wordt, dan adviseren wij de peilbuis MUY17 te herplaatsen.

Peilbuizen maatschappelijke monitoring

Tijdens een terugkoppelingsbijeenkomst met de participanten is geïnventariseerd welke peilbuizen nog voortgezet zouden moeten worden, omdat een participant de monitoring wil voortzetten. Daarnaast heeft Waternet een belronde gehouden. De uitkomst is dat de volgende peilbuizen t.b.v. van de participatieve monitoring behouden zouden moeten blijven:

- Oppervlaktewater peilbuizen: MUY35, 36 en 45; voor MUY35 geldt dat deze kan komen te vervallen als Waternet in de nabijheid hiervan een nieuw Thalimedes-meetpunt heeft geïnstalleerd.
- Grondwaterpeilbuizen: MUY37 en 44.

De grondwaterreeks MUY41 (legakker) laat een verloop zien dat zeer sterk gecorreleerd is de oppervlaktewaterreeks MUY42, met een systematisch verschil. Dit duidt op twee zaken: 1) de grondwaterbuis staat in directe verbinding met het oppervlaktewater, bijvoorbeeld via een zeer doorlatende laag of waterlaag in de ondergrond, 2) het systematische verschil kan in werkelijkheid niet voorkomen en hangt waarschijnlijk samen met een foutief referentieniveau.

Raai

Ten behoeve van de ecologische monitoring adviseren wij 1 meetraai in het stergebied te behouden.

Binnen de raai MUY2-5 zijn geen (tot zeer kleine) verschillen tussen de meetreeksen in oppervlaktewater, oever, freatisch grondwater en diep grondwater. De meetpunten staan hydrologisch in directe verbinding met elkaar. Deze groep peilbuizen levert als raai geen toegevoegde waarde. De raai MUY6-9 laat wel grote verschillen zien, waarbij MUY2 als oppervlaktewatermeetpunt betrokken kan worden. We adviseren van elke type meetpunt een peilbuis te behouden en dus 1 oever meetpunt te laten vervallen. Het oevermeetpunt dicht bij de sloot (MUY6), laat al een behoorlijk verschil met het oppervlaktewater zien en het lijkt daarom het meest interessant dit oevermeetpunt te behouden.

De raai in de Tienhovensche Plassen laat geen grote onderlinge verschillen in dynamiek zien. De systematische afwijking tussen het grondwatermeetpunt op het perceel en de andere twee meetpunten lijkt onwaarschijnlijk is mogelijk toe te schrijven aan een fout in het referentieniveau. De raai kan komen te vervallen.

Diep grondwater

Er is een verschil zichtbaar in oost-west richting. We adviseren 2 peilbuizen te handhaven, die ook al om hierboven genoemde redenen geselecteerd zijn:

- MUY9 uit de raai in het stergebied
- MUY16 uit de raai op de dijk

Deze 2 peilbuizen geven de twee uitersten in de diepere stijghoogten.

Spreiding

De oppervlaktewatermeetpunten kunnen komen te vervallen (afgezien van de hierboven bij maatschappelijke monitoring en stergebied beschreven peilbuizen), omdat de Thalimedesmeetpunten van Waternet een voldoende spreiding geven.

Uit de perceelsmodellering en de geotechnische analyse blijkt dat er met de huidige peilmarges in Muyevelde een zeer geringe invloed van oppervlaktewaterpeilfluctuaties op de grondwaterstanden is. Naast de grondwatermeetpunten die t.b.v. hierboven genoemde participatieve monitoring behouden zouden moeten blijven (en die al een redelijke spreiding over het gebied geven), is er geen reden om andere grondwatermeetpunten in het bebouwde deel van de Muyevelde te behouden.

Samenvattend adviseren wij 19 van de 46 peilbuizen te handhaven, waarbij 5 peilbuizen later alsnog kunnen komen te vervallen: zie bijlage A.5.

4.6 Nieuwe Keverdijkse Polder

Afwijkingen

NKP13 laat aan het eind van de meetreeks een opvallende stijging zien, waarvan bij de volgende uitleesronde moet blijken of dit structureel (en daarom waarschijnlijk foutief) van aard is of dat er sprake is van een tijdelijk fenomeen.

NKP24 vertoont een vreemde meetreeks, die sterk afwijkt van de andere oppervlaktewaterreeksen. Mogelijk is de datalogger defect en is de meetreeks daarmee ongeschikt geworden.

Raaien

Er zijn diverse meetraaien in zowel het noordelijke als het zuidelijke deelgebied.

In het zuidelijk deel liggen 2 raaien: NKP1-4 en NKP24-27. In de eerstgenoemde raai zijn de onderlinge verschillen niet groot. Het diepe meetpunt wijkt nog wel af van de andere meetpunten. De andere raai vertoont grotere verschillen en lijkt daarom interessanter als raai. Hier geldt echter dat NKP24 een vreemde meetreeks vertoont, die sterk afwijkt van de andere oppervlaktewaterreeksen. Mogelijk is de datalogger defect en is de meetreeks daarmee ongeschikt geworden. NKP1 zou hier als vervanging kunnen dienen.

In het noordelijke deelgebied liggen 3 meetraaien. De meetraai NKP7-10,20 lijkt het meest interessant, omdat deze zich vanuit de centrale kreek over een flauwe oever uitstrekt. De andere meetraaien zijn meer vergelijkbaar met de meetraai in het zuidelijk gebied. De geselecteerde meetraai kan wel uitgedund worden naar 4 meetpunten: van elk type meetpunt 1.

Spreiding

De spreiding zou nog verbeterd kunnen worden, maar gezien het relatief grote aantal reeds geselecteerde meetpunten, raden wij dit af.

Samenvattend adviseren wij om 9 van de 27 meetpunten te handhaven: zie bijlage A6.

4.7 Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven

Raaien

Er zijn 2 raaien aanwezig: OBPT5-8,14-15 bij een flauwe oever en OBPT11-13 bij een steile oever. Binnen de eerstgenoemde raai is van OBPT5 tot OBPT7 een langzame overgang van oppervlaktewater naar oever zichtbaar. OBPT8, 14 en 15 vertonen meer het gedrag van een perceelsmeetpunt waar meteo de dominante invloed is. OBPT15 wijkt het sterkst af van de

oppervlaktewater- en oevermeetpunten. Bij een uitdunning van de raai adviseren wij OBPT5, 7 en 15 te nemen.

De tweede raai is mogelijk ook interessant, maar indien het totaal aantal punten toch te groot wordt geacht, zou deze raai kunnen vervallen. Sowieso adviseren wij om het oever meetpunt achterwege te laten, omdat deze raai van oppervlaktewater tot perceel kort is en de toegevoegde waarde van een derde meetpunt gering is.

Diep grondwater

OBPT4 is het enige diepe meetpunt, zodat het voor de hand ligt dit meetpunt te behouden.

Spreiding

Alleen met meetpunt OBPT1 is een betere spreiding te bereiken. Omdat er met bovengenoemde meetpunten al redelijk veel punten geselecteerd zijn, stellen wij om dit meetpunt desondanks niet op te nemen in het uiteindelijke meetnet.

Samenvattend adviseren wij 6 van de 13 meetpunten te behouden, waarvan er 2 in een later stadium alsnog zouden kunnen komen te vervallen: zie bijlage A7.

4.8 Ronde Hoep

Peilbuizen bij bodemdalingsmeetpunten

Er zijn 7 meetpunten gerelateerd aan de bodemdalingsmeetlocaties: RH11, 19, 25, 26, 27, 28 en 29. Het is aan te raden deze meetpunten te behouden.

Raaien

In het noordelijke deel van Ronde Hoep liggen enkele meetraaien, zowel binnen als buiten het flexpeilgebied. Omdat met de bovengenoemde bodemdalingsmeetpunten al 7 meetpunten geselecteerd zijn, stellen wij voor om twee raaien te selecteren:

- binnen het flexpeilgebied: een raai van oppervlaktewater – oever – perceel: RH1, 2 en 14
- buiten het flexpeilgebied: de raai RH20-22.

Diep grondwater

De sterkste gradiënt in de diepere stijghoogte gaat van noord naar zuid. Met de bodemdalingsmeetpunten en de raaien is al een noordelijk en een zuidelijk meetpunt geselecteerd. Meer is niet nodig.

Spreiding

Zowel het noordelijke deel als het zuidelijke deel zijn afgedekt met de bovengenoemde meetpunten. In het middengebied is een meetpunt op het midden van een perceel geselecteerd i.v.m. de bodemdalingsmeetlocatie aldaar. Een extra oppervlaktewatermeetpunt achten wij niet nodig, omdat de grootste verschillen tussen het noordelijk en zuidelijk deel optreden en deze gebieden al voldoende zijn afgedekt.

Samenvattend adviseren wij om 15 van de 29 meetpunten te behouden: zie bijlage A.8. Dit aantal is relatief hoog i.v.m. de bodemdalingsmeetpunten.

4.9 Westbroekse Zodden

Raaien

In het zuidelijke deelgebied liggen twee meetraaien op korte afstand waarvan de een binnen een geïsoleerd petgat ligt en de ander erbuiten: WBZ1-4 resp. WBZ5-7,16. De twee meetraaien laten opvallende verschillen zien en zijn daarom interessant om te behouden. In beide raaien kan een uitdunningsslag plaatsvinden, waarbij het oevermeetpunt dat het dichtstbij het oppervlaktewater staat, kan komen te vervallen.

De meetraai in het noordelijke deelgebied voegt weinig toe aan de meetraaien van het zuidelijke deelgebied.

De andere meetraai, WBZ9-11,17, wijkt wel wat af van de meetraai WBZ5-7,16, maar het lijkt niet zinvol om nog een meetraai buiten het geïsoleerde petgat te handhaven.

Spreiding

Om een betere spreiding te krijgen, zouden nog enkele meetpunten in aanmerking kunnen komen. Toch lijkt dat minder zinvol omdat de toegevoegde waarde t.o.v. de bovengenoemde meetpunten beperkt is:

Samenvattend adviseren wij om 6 van de 20 meetpunten te behouden: zie bijlage A.9.

4.10 Advies voor oppervlaktewater- en grondwatermeetnet flexibel peilbeheer

Binnen het Flexpeilproject is een uitgebreid meetnet opgezet voor het monitoren van de grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen. In de paragraaf hierboven wordt een aanbeveling gedaan om dit meetnet uit te dunnen. Dat is mogelijk omdat op basis van het onderzoek van de afgelopen 2 jaar inzicht is verkregen in welke meetpunten de meeste toegevoegde waarde hebben.

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.

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/wegzijging. 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 oever peilbuis, 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 hoofdwaters (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 een gradiënt aanwezig is, dan kunnen 2 of zelfs 3 buizen geplaatst worden, op een lijn in de richting van de gradiënt.

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.

5 Kennishiaten

In dit hoofdstuk benoemen we enkele kennisvragen die zijn voortgekomen uit het hydrologische deel van het Flexpeilproject.

5.1 Uitwisseling water en stoffen tussen grond- en oppervlaktewater

Vraag: *Wat zijn de gevolgen van de verminderde uitwisseling van water tussen grond- en oppervlaktewater bij flexibel peilbeheer voor de uitwisseling van stoffen en daarmee de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit?*

Toelichting: Uit zowel de waterbalans als uit de perceelsmodellen is gebleken dat de uitwisseling van water tussen het grond- en oppervlaktewatersysteem afneemt bij het invoeren van flexibel peilbeheer. Bij een vast of een tegennatuurlijk peilbeheer wordt het oppervlaktewaterpeil in de zomer kunstmatig hoog gehouden door water in te laten. Door het grote verschil tussen het hoge oppervlaktewaterpeil en het lage grondwaterpeil is er veel intrek van oppervlaktewater naar het grondwater. Bij flexpeil mogen de oppervlaktewaterpeilen in de zomer mee zakken met de grondwaterstanden. Er is een veel kleiner verschil tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand, waardoor er minder water vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater infiltreert. In de winter wordt het oppervlaktewaterpeil bij een vast of een tegennatuurlijk peilbeheer juist kunstmatig laag gehouden door veel water uit te laten. Door het grote verschil tussen de hoge grondwaterstanden en het lage oppervlaktewaterpeil is er veel uitspoeling van grondwater naar het oppervlaktewater. Bij flexibel peilbeheer mogen de oppervlaktewaterpeilen in de winter meestijgen met de grondwaterstanden. Er is een veel kleiner verschil tussen de grondwaterstanden en het oppervlaktewaterpeil, waardoor er minder grondwater uitspoelt naar het oppervlaktewater.

De gemiddelde uitwisseling neemt af, maar hoge uitwisselingsfluxen bij extreme situaties kunnen zich nog steeds voordoen. Bijvoorbeeld als er na een extreme neerslagbui stijging van de grondwaterstand plaatsvindt en dit voor uitspoeling zorgt. De verschillen in oppervlaktewaterpeil tussen de peilbeheerssituaties zijn dan relatief van minder belang en de uitspoelingsflux kan dan tijdens zo'n gebeurtenis vrijwel gelijk zijn.

De gevolgen van de verminderde uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater voor de oppervlaktewaterkwaliteit zijn onzeker. De verminderde uitspoeling van grondwater zou ook voor verminderde uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater kunnen zorgen. Het is echter ook mogelijk dat de concentraties in het uitspoelende grondwater hoger worden door de langere verblijftijd in de bodem. De bodemsamenstelling krijgt bij langere verblijftijden meer invloed op de samenstelling van het uitspoelende water. Vooral in ex-landbouwgebieden en in veengebieden kunnen de concentraties toenemen. Bij flexpeil heeft deze extra belasting relatief veel invloed op de concentraties in het oppervlaktewatersysteem door de toegenomen invloed van verdamping op de water- en stoffenbalans. Bij dit kennishiaat speelt naast de koppeling tussen grondwater- en oppervlaktewaterkwantiteit en –kwaliteit ook de koppeling tussen de perceel- en de peilvakschaal en tussen effecten op de korte en de langere termijn een belangrijke rol.

5.2 Ruimtelijke verspreiding inlaatwater

Vraag: *Hoe verspreid inlaatwater zich ruimtelijk over de gebieden en wat is de invloed van flexibel peilbeheer op de ruimtelijke verschillen in waterkwaliteit.*

Toelichting:

Er is in het flexpeilonderzoek weinig aandacht besteed aan de ruimtelijke verspreiding van inlaatwater binnen de gebieden. Ook verschillen in waterkwaliteit in de diepte (stratificatie) zijn niet onderzocht. Gezien de grote verschillen tussen de chemische samenstelling van het inlaatwater en het gebiedseigen water is het wel belangrijk te weten hoever het inlaatwater doordringt in een polder of plas en of er sprake is van verticale stratificatie. Deze kennis helpt bij de interpretatie van chemische en ecologische metingen.

De invloed en de ruimtelijke verspreiding van inlaatwater is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. Daardoor kan er een grote temporele variatie in het ruimtelijke patroon zijn. De verspreiding van inlaatwater kan met ruimtelijke inventarisaties van tracerconcentraties. In veel van de flexpeilgebieden is inlaatwater te onderscheiden van het gebiedseigen water door de hoge EC. Met een combinatie van een GPS en een EC-meter is de verspreiding van het inlaatwater dan ruimtelijk in beeld te brengen. In gebieden waar geen duidelijk verschil is in EC tussen het inlaatwater en het gebiedseigen water moet een andere tracer gebruikt worden. Zo kan het zeldzame aarde element gadolinium worden gebruikt dat in heel Nederland in verhoogde concentraties in het inlaatwater vanuit de Rijn en de Maas voorkomt.

Het meten van de ruimtelijke verspreiding van inlaatwater en eventuele verticale stratificatie in de waterkwaliteit levert ook nuttige informatie voor het verbeteren van ruimtelijk gedistribueerde hydrologische modellen. Het is zeer waarschijnlijk dat het invoeren van flexibel peilbeheer invloed heeft op de verspreiding van inlaatwater, stratificatie en de ruimtelijke verschillen in waterkwaliteit.

5.3 Conceptuele verbeteringen in waterbalansmodel inbrengen in huidige waterbalansmodellen Waternet

Vraag: *Hoe kunnen de conceptuele verandering in het water- en stoffenbalansmodel ook worden toegepast bij de beantwoording van andere onderzoeksvragen?*

Toelichting: Bij de water- en stoffenbalansanalyses is de op MS Excel gebaseerde aanpak van Waternet overgenomen. Deze keuze is gemaakt om conceptuele aanpassingen na afloop van dit project ook weer toegankelijk te maken voor andere toepassingen van water- en stoffenbalansen binnen het waterschap. Er zijn echter ook aanpassingen gedaan die erop gericht waren de onderzoeksvraag van dit project (Wat zijn de effecten van flexibel peilbeheer) voor alle onderzoeksgebieden op een uniforme manier te kunnen beantwoorden. Deze aanpassingen gaan mogelijk ten koste van de toepassingen waarvoor de originele water- en stoffenbalansen door Waternet werden ingezet. In verband met de consequente, uniforme aanpak is bijvoorbeeld ervoor gekozen voor alle gebieden 1 balans op te stellen en geen rekening gehouden met ruimtelijke verschillen binnen het gebied. Een ander voorbeeld is dat er in de originele water- en stoffenbalansen gebruik gemaakt werd van waarnemingen (metingen en observaties) als invoer. Deze waarnemingen zijn niet onafhankelijk van het peilbeheer en voor het onderzoek naar de effecten van flexpeil moeten de waterbalansen onafhankelijk zijn van deze meetgegevens. Neerslag- en verdamping zijn daarom de enige gemeten variabele invoerparameters van de aangepaste waterbalansen.

De uniforme benadering met één balans voor het gehele gebied en het uitsluiten van peilbeheerafhankelijke, gemeten variabele invoerparameters zorgt er in sommige gebieden voor dat de uitkomsten van aangepaste waterbalans minder overeenkomen met metingen dan de originele waterbalans. Dit geldt vooral voor gebieden waar de interactie met de omgeving veel invloed heeft en voor gebieden met veel ruimtelijke verschillen. De aangepaste water- en stoffenbalans is echter in tegenstelling tot de originele water- en stoffenbalans wel geschikt voor een voor alle gebieden uniforme vergelijking tussen de scenario's met referentiepeilbeheer en flexibel peilbeheer. De aangepaste water- en stoffenbalans is geoptimaliseerd voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag van deze studie.

Er zijn in de water- en stoffenbalans ook conceptuele aanpassingen gedaan die ook verbeterde analyses voor andere onderzoeksdoelen mogelijk maken. Hieronder worden de conceptuele aanpassingen van de water- en stoffenbalans genoemd:

- Compartiment 'maaiveld' is toegevoegd om maaiveldberging en oppervlakkige afstroming te kunnen modelleren.
- De fluxen tussen grond- en oppervlaktewater worden in het aangepaste balansmodel berekend op basis van grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen. Het originele water- en stoffenbalansmodel berekende deze flux op basis van het verschil tussen het watervolume in het grondwaterreservoir en een 'evenwichtsvolume' waarbij geen uitwisseling optrad. De fluxen waren bij deze methode onafhankelijk van het oppervlaktewaterpeil.
- De tijdstap voor de berekening van de uitlaat is verfijnd naar 24 tijdstappen per dag om onrealistisch grote fluxen te voorkomen.
- De mogelijkheid om lekkage vanuit de omgeving naar het waterbalansgebied of andersom te modeleren is toegevoegd aan het aangepaste balansmodel. Lekkage kan optreden vanuit en naar het grondwatercompartiment.
- Voor de onderrandvoorwaarde kan in de nieuwe balans gekozen worden tussen een vaste flux of een vaste stijghoogte, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen 12 maanden.
- Ten behoeve van waterkwaliteitsberekeningen kan in de aangepaste balans onderscheid gemaakt worden tussen uitspoeling uit de bouwvoor en uitspoeling van onder de bouwvoor. De dikte van de bouwvoor kan opgegeven worden.

Naast deze conceptuele verbetering zijn voor dit onderzoek de procesformuleringen voor alle fluxen van de balans vastgelegd. Dit maakt de procesbeschrijving van waterbalans inzichtelijker, geschikter voor publicaties en beter overdraagbaar naar nieuwe gebruikers. Ook vergemakkelijkt dit een eventuele conversie van de water- en stoffenbalans van MS Excel naar een programmeertaal zoals Python, Fortran of R.

Samen met de gebruikers van de originele water- en stoffenbalansen bij Waternet kan worden onderzocht hoe optimaal gebruik gemaakt kan worden van de beschreven conceptuele verbeteringen van de water- en stoffenbalans bij het beantwoorden van andere onderzoeksvragen.

5.4 Flexibel peilbeheer in Landbouwgebieden

Vraag: *Wat zijn de effecten van flexibel peilbeheer in gebieden met intensief agrarisch landgebruik op gewasopbrengsten, bodemdaling en waterkwaliteit?*

Toelichting: In dit project is onderzoek verricht naar de effecten van flexibel peilbeheer in natuurgebieden. Veel van de methodieken zijn echter ook toepasbaar voor onderzoek naar de effecten van flexibel peilbeheer in landbouwgebieden. Er zijn in het project wel twee gebieden onderzocht waar nog extensieve landbouw plaatsvindt (de Ronde Hoep en de Middelpolder). De resultaten voor deze gebieden laten zien dat flexibel peilbeheer in (ex-) landbouwgebieden met veel nutriënten in de bouwvoor ongunstig kan zijn voor de waterkwaliteit. De toename van oppervlakkige afstroming en grondwateruitspoeling via de bouwvoor is een risico. Actieve bemesting in natte perioden (met name in februari-mei) in combinatie met flexibel peilbeheer is ongunstig voor de waterkwaliteit. Hiernaast zorgen de natte condities in het voorjaar mogelijk voor een verminderde draagkracht en berijdbaarheid van landbouwpercelen. Ook de gewasopbrengst kan verminderen door nattere omstandigheden in het voorjaar en het najaar.

5.5 Effecten van flexibel peilbeheer op vastlegging en nalevering nutriënten.

Vraag: *Wat is de invloed van flexibel peilbeheer op de vastlegging en nalevering van nutriënten in de waterbodem en vegetatie?*

Toelichting: De vastlegging en nalevering van nutriënten spelen een belangrijke rol in de dynamiek van de waterkwaliteit. Aan bodemdeeltjes of in vegetatie vastgelegde nutriënten hebben (tijdelijk) geen invloed op de concentraties in het oppervlaktewater. Een toename van de vastlegging kan voor een verlaging van de concentraties zorgen. Andersom zitten er in bodems en waterbodems vaak grote voorraden vastgelegde nutriënten. Onder de juiste omstandigheden kunnen die nutriënten vrij komen in de waterfase (opwerveling of mobilisatie via chemische reacties c.q. interne eutrofiëring. Een toename van deze nalevering kan voor hogere concentraties in het oppervlaktewater zorgen.

In dit project is geen onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van flexibel peilbeheer op de vastlegging en nalevering van nutriënten. Vooral fosforconcentraties in het oppervlaktewater worden sterk beïnvloedt door retentie. Hierbij spelen andere chemische parameters, zoals de redox-potentiaal en de pH en de concentraties ijzer, aluminium, sulfaat en bicarbonaat een belangrijke rol. Flexibel peilbeheer zorgt in veel gebieden voor grote veranderingen in de herkomst en de samenstelling van het oppervlaktewater. Hiernaast nemen verblijftijden en stroomsnelheden af bij flexibel peilbeheer. Mogelijk leiden deze veranderingen tot zuurstofloze condities in de onderste waterlaag en in de waterbodem, wat voor extra nalevering van fosfor kan zorgen. De afname van de sulfaatconcentraties door flexibel peilbeheer kan echter ook juist zorgen voor meer vastlegging van fosfor in de waterbodem.

De belangrijkste bronnen van de voorraad vastgelegde fosfor in de waterbodem zijn kwel, uitspoeling van meststoffen en veenmineralisatie. Inlaatwater kan ook een belangrijke bron van fosfor in de waterbodems zijn. Ook stroomafwaarts van defosfateringsinstallaties liggen grote hoeveelheden aan oxides geboden fosfor. Al deze fosfor kan onder de juiste chemische omstandigheden versneld vrijkomen in de waterfase.

A Overzicht optimalisatie peilbuizenmeetnet

In de onderstaande tabellen is aangegeven welke peilbuizen gehandhaafd of afgestoten zouden kunnen worden.

A.1 Botshol

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
BP6	123595	474244	perceel/land	BP6,13	voorlopig	
BP7	122751	473794	wvp1	BP7	x	
BP8	122750	473635	oever	BP8-11		x
BP9	122750	473635	oever	BP8-11		x
BP10	122749	473633	oever	BP8-11		x
BP11	122747	473632	perceel/land	BP8-11		x
BP12	123859	472852	wvp1	BP12		x
BP13	123617	474239	wvp1	BP6,13		x
BP14	123459	473367	opp.water	BP14-17		x
BP15	123459	473367	oever	BP14-17		x
BP16	123459	473374	oever	BP14-17		X
BP17	123450	473401	perceel/land	BP14-17		x
BP18	123037	473401	opp.water	BP18-21	x	
BP19	123037	473401	oever	BP18-21	x	
BP20	123037	473401	oever	BP18-21		x
BP21	123037	473401	perceel/land	BP18-21	x	

A.2 Groene Jonker

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
GJ1	117146	465802	perceel/land	GJ1-2		x
GJ2	117146	465802	wvp1	GJ1-2		x
GJ3	116923	465847	opp.water	GJ3-5,14		x
GJ4	116925	465846	oever	GJ3-5,14		x
GJ5	116927	465845	oever	GJ3-5,14		x
GJ6	116800	465763	opp.water	GJ6-9,15-16	x	
GJ7	116797	465760	oever	GJ6-9,15-16		x
GJ8	116796	465758	oever	GJ6-9,15-16	x	
GJ9	116795	465757	wvp1	GJ6-9,15-16	x	x
GJ10	116318	465762	perceel/land	GJ10-11		x
GJ11	116318	465763	wvp1	GJ10-11		x
GJ12	116272	466465	perceel/land	GJ12-13	x	
GJ13	116272	466465	wvp1	GJ12-13		x
GJ14	116930	465842	perceel/land	GJ3-5,14		x
GJ15	116788	465749	perceel/land	GJ6-9,15-16	x	
GJ16	116779	465740	oever	GJ6-9,15-16		x

A.3 Loenderveen-Oost

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
LVO1	132040	468516	perceel/land	LVO1-2		x
LVO2	132005	468540	wvp1	LVO1-2		DINO-reeks
LVO3	132086	468591	opp.water	LVO3-8	x	
LVO4	132079	468589	oever	LVO3-8		x
LVO5	132074	468587	oever	LVO3-8	x	
LVO6	132059	468586	oever	LVO3-8		x
LVO7	132051	468586	oever	LVO3-8		x
LVO8	132049	468585	perceel/land	LVO3-8	x	
LVO9	133134	469905	wvp1	LVO9-10		DINO-reeks
LVO10	133147	469761	perceel/land	LVO9-10		x
LVO11	133126	468815	perceel/land	LVO11-12		DINO-reeks
LVO12	133129	468802	wvp1	LVO11-12		DINO-reeks
LVO13	131910	469293	wvp1	LVO13-14		DINO-reeks
LVO14	131915	469330	wvp1	LVO13-14		DINO-reeks
LVO15	132362	470010	wvp1	LVO15		DINO-reeks
LVO16	131775	470200	wvp1	LVO16		DINO-reeks
LVO17	131530	469440	wvp1	LVO17		DINO-reeks
LVO18	131075	467950	wvp1	LVO18		DINO-reeks
LVO19	132723	467917	wvp1	LVO19		DINO-reeks

A.4 Middelpolder

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
MP1	121479	480370	opp.water	MP1-4,MP11-12	x	
MP2	121479	480369	oever	MP1-4,MP11-12	x	
MP3	121478	480366	oever	MP1-4,MP11-12		x
MP4	121478	480365	wvp1	MP1-4,MP11-12	x	
MP5	121161	480384	perceel/land	MP5-6		x
MP6	121161	480384	wvp1	MP5-6		x
MP7	120783	480417	perceel/land	MP7-8	x	
MP8	120783	480417	wvp1	MP7-8		x
MP9	121374	480521	perceel/land	MP9-10		x
MP10	121373	480521	wvp1	MP9-10		x
MP11	121473	480346	perceel/land	MP1-4,MP11-12	x	
MP12	121475	480356	perceel/land	MP1-4,MP11-12		x
MP13	121942	479727	opp.water	MP13-16	x	
MP14	121942	479727	oever	MP13-16		x
MP15	121945	479741	perceel/land	MP13-16	x	
MP16	121945	479741	wvp1	MP13-16	x	

A.5 Mueveld

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
MUY2	136130	467449	opp.water	MUY2-5	x	
MUY3	136131	467449	oever	MUY2-5		x
MUY4	136132	467449	perceel/land	MUY2-5		x
MUY5	136132	467449	wvp1	MUY2-5		x
MUY6	136134	467529	oever	MUY6-9	x	
MUY7	136134	467529	oever	MUY6-9		x
MUY8	136135	467529	perceel/land	MUY6-9	x	
MUY9	136136	467529	wvp1	MUY6-9	x	
MUY10	134630	465127	opp.water	MUY10-12		x
MUY11	134630	465127	oever	MUY10-12		x
MUY12	134630	465127	perceel/land	MUY10-12		x
MUY13	131862	464301	perceel/land	MUY13-16	x	
MUY14	131866	464288	perceel/land	MUY13-16	x	
MUY15	131870	464277	perceel/land	MUY13-16	x	
MUY16	131870	464277	wvp1	MUY13-16	x	
MUY17	132896	464669	perceel/land	MUY17-20	voorlopig*	
MUY18	132902	464652	perceel/land	MUY17-20	voorlopig	
MUY19	132907	464636	perceel/land	MUY17-20	voorlopig	
MUY20	132907	464636	wvp1	MUY17-20	voorlopig	
MUY21	133141	468854	oever	MUY21-26		x
MUY22	133151	468847	oever	MUY21-26		x
MUY23	133163	468838	perceel/land	MUY21-26		x
MUY24	133163	468838	wvp1	MUY21-26		x
MUY25	133138	468856	opp.water	MUY21-26		x
MUY26	133211	468883	opp.water	MUY21-26		x
MUY27	133459	466535	perceel/land	MUY27-29	x	
MUY28	133459	466535	wvp1	MUY27-29		x
MUY29	133459	466530	opp.water	MUY27-29		x
MUY30	131605	464256	opp.water	MUY30-31		x
MUY31	131623	464232	perceel/land	MUY30-31	x	
MUY32	133233	465046	opp.water	MUY32-33		x
MUY33	133278	465068	perceel/land	MUY32-33		x
MUY34	134690	468694	opp.water	MUY34		x
MUY35	129843	466304	opp.water	MUY35	voorlopig	x
MUY36	133227	469387	opp.water	MUY36-37	x	x
MUY37	133189	469362	perceel/land	MUY36-37	x	
MUY38	134239	468640	opp.water	MUY38		x
MUY39	133731	468763	perceel/land	MUY39		x
MUY40	134791	468723	perceel/land	MUY40		x
MUY41	131244	465306	perceel/land	MUY41-42		x
MUY42	131244	465310	opp.water	MUY41-42		x
MUY43	134686	468788	perceel/land	MUY43		x
MUY44	134656	468834	perceel/land	MUY44-45	x	
MUY45	134060	468900	opp.water	MUY44-45	x	

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
MUY46	134073	468925	perceel/land	MUY46		x
MUY47	134146	469062	perceel/land	MUY47		x

* herplaatsen

A.6 Nieuwe Keverdijkse Polder

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
NKP1	135087	477903	opp.water	NKP1-4	x	
NKP2	135085	477904	oever	NKP1-4		x
NKP3	135080	477906	perceel/land	NKP1-4		x
NKP4	135076	477907	wvp1	NKP1-4		x
NKP5	134355	478550	perceel/land	NKP5-6		x
NKP6	134359	478555	wvp1	NKP5-6	x	
NKP7	134862	478825	opp.water	NKP7-10,20	x	
NKP8	134865	478827	oever	NKP7-10,20		x
NKP9	134868	478828	oever	NKP7-10,20	x	
NKP10	134869	478827	wvp1	NKP7-10,20	x	
NKP11	134763	479343	perceel/land	NKP11-12		x
NKP12	134769	479342	wvp1	NKP11-12		x
NKP13	134977	480153	opp.water	NKP13-16		
NKP14	134976	480149	oever	NKP13-16		
NKP15	134972	480134	perceel/land	NKP13-16		
NKP16	134972	480134	wvp1	NKP13-16		
NKP17	134922	479643	opp.water	NKP17-19		
NKP18	134925	479640	oever	NKP17-19		
NKP19	134954	479624	perceel/land	NKP17-19		
NKP20	134885	478836	perceel/land	NKP7-10,20	x	
NKP21	135770	478800	perceel/land	NKP21-22		x
NKP22	135770	478800	wvp1	NKP21-22		x
NKP23	135040	477872	perceel/land	NKP23		x
NKP24	135179	477979	opp.water	NKP24-27		x
NKP25	135185	477984	oever	NKP24-27	x	
NKP26	135197	477993	perceel/land	NKP24-27	x	
NKP27	135197	477993	wvp1	NKP24-27	x	

A.7 Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
OBPT1	135809	465392	perceel/land	OBPT1		x
OBPT4	135846	465402	wvp1	OBPT4	x	
OBPT5	136450	465572	opp.water	OBPT5-8,14-15	x	
OBPT6	136453	465574	oever	OBPT5-8,14-15		x
OBPT7	136454	465575	oever	OBPT5-8,14-15	x	
OBPT8	136458	465578	oever	OBPT5-8,14-15		x
OBPT9	136424	465661	perceel/land	OBPT9-10		x
OBPT10	136807	465865	oever	OBPT9-10		x
OBPT11	136344	465580	perceel/land	OBPT11-13	voorlopig	
OBPT12	136344	465580	oever	OBPT11-13		x
OBPT13	136344	465580	opp.water	OBPT11-13	voorlopig	
OBPT14	136459	465581	oever	OBPT5-8,14-15		x
OBPT15	136460	465586	perceel/land	OBPT5-8,14-15	x	

A.8 Ronde Hoep

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
RH1	122149	477068	opp.water	RH1-6,RH14-16,19	x	
RH2	122150	477067	oever	RH1-6,RH14-16,19	x	
RH3	122152	477066	oever	RH1-6,RH14-16,19		x
RH4	122153	477065	wvp1	RH1-6,RH14-16,19	x	
RH5	122196	477020	opp.water	RH1-6,RH14-16,19		x
RH6	122196	477020	oever	RH1-6,RH14-16,19		x
RH7	122220	477081	opp.water	RH7-9		x
RH8	122219	477080	oever	RH7-9		x
RH9	122218	477079	perceel/land	RH7-9		x
RH10	121944	475743	perceel/land	RH10-13,23		x
RH11	122095	475705	perceel/land	RH10-13,23	x	
RH12	122094	475705	wvp1	RH10-13,23		x
RH13	122207	475672	perceel/land	RH10-13,23		x
RH14	122173	477044	perceel/land	RH1-6,RH14-16,19	x	
RH15	122145	477071	oever	RH1-6,RH14-16,19		x
RH16	122145	477071	perceel/land	RH1-6,RH14-16,19		x
RH17	122149	477149	oever	RH17-18		x
RH18	122149	477149	oever	RH17-18		x
RH19	122115	477087	perceel/land	RH1-6,RH14-16,19	x	
RH20	122478	477286	opp.water	RH20-22	x	
RH21	122478	477286	oever	RH20-22	x	
RH22	122493	477267	perceel/land	RH20-22	x	
RH23	122100	475727	opp.water	RH10-13,23		x
RH24	121448	474845	opp.water	RH24-26	x	
RH25	121419	474862	perceel/land	RH24-26	x	
RH26	121420	474861	wvp1	RH24-26	x	
RH27	121949	476652	perceel/land	RH27	x	

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
RH28	121469	476907	perceel/land	RH28	x	
RH29	121484	474651	perceel/land	RH29	x	

A.9 Westbroekse Zodden

Meetpunt	X	Y	Type	Raai	Handhaven	Afstoten
WBZ1	136691	463850	opp.water	WBZ1-4	x	
WBZ2	136692	463849	oever	WBZ1-4		x
WBZ3	136692	463849	oever	WBZ1-4	x	
WBZ4	136692	463848	wvp1	WBZ1-4	x	
WBZ5	136618	463829	opp.water	WBZ5-7,16	x	
WBZ6	136617	463830	oever	WBZ5-7,16		x
WBZ7	136616	463830	oever	WBZ5-7,16	x	
WBZ8	136656	463924	perceel/land	WBZ8		x
WBZ9	136657	464052	opp.water	WBZ9-11,17		x
WBZ10	136656	464052	oever	WBZ9-11,17		x
WBZ11	136655	464051	oever	WBZ9-11,17		x
WBZ12	136712	464064	perceel/land	WBZ12-13		x
WBZ13	136714	464063	opp.water	WBZ12-13		x
WBZ14	137064	464346	oever	WBZ14-15		x
WBZ15	137063	464347	wvp1	WBZ14-15		x
WBZ16	136614	463834	perceel/land	WBZ5-7,16	x	
WBZ17	136654	464062	perceel/land	WBZ9-11,17		x
WBZ18	137704	465333	opp.water	WBZ18-20		x
WBZ19	137708	465330	perceel/land	WBZ18-20		x
WBZ20	137708	465330	oever	WBZ18-20		x

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 033 460 32 00 FAX 033 460 32 50
Stationsplein 89
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

