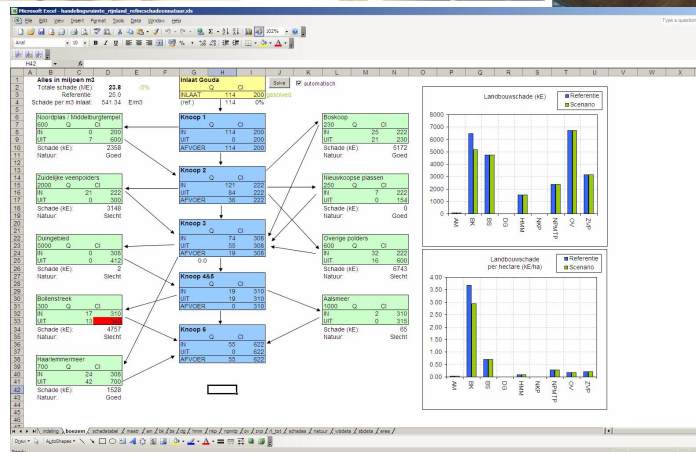


Handelingsruimte Zoutmanagement

€ureyeopener



Titel
Handelingsruimte Zoutbeheer

Opdrachtgever
RWS Corporate

Project

Pagina's
1

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Juni 2012	Lodewijk Stuyt					
		Gualbert Oude Essink					
		Jan van Bakel					
		Joost Delsman					

Status
Eindversie

Inhoud

Inleiding	1
1.1 Doel opdracht	1
1.2 Probleemstelling Waterbeheer in een zoute omgeving	1
1.3 Context/afbakening	3
1.4 Duivels dilemma: eenvoud versus complexiteit	7
1.5 Relatie met overige projecten	7
Case Midden-West Nederland/Hhrs van Rijnland	8
1.1 Het watersysteem van het Hoogheemraadschap van Rijnland	8
1.2 Werkwijze	9
1.3 Effecten van maatregelen in Case Rijnland samengevat (Stuyt <i>et al.</i> , 2012)	10
1.4 Gewenste technische aanpassingen	10
1.5 Achtergrondinformatie	11
Plan van Aanpak	14
1.6 Inleiding	14
1.7 Beschikbare kennis benutten	15
1.7.1 Beschikbare kennis: in beeld brengen kwantiteit en kwaliteit	15
1.7.2 Beschikbare kennis: in beeld brengen waterbehoefte in plaats en tijd	16
1.8 Analyse knelpunten Handelingsruimte	17
1.8.1 Producten	17
1.9 Leermomenten	18
1.10 Activiteiten	18
Bijlagen	
A Bijlage Literatuur	
B Bijlage Projecten	
C Bijlage Eerste inventarisatie mogelijke (lokale) maatregelen	
D Bijlage Voorbeeld lokale maatregelen tegen verzilting	

Inleiding

1.1 Doel opdracht

Het schrijven van een projectvoorstel rondom 'Handelingsruimte Zoutmanagement', waarbij resultaten en inzichten van recent en lopend onderzoek wordt meegenomen. Doel is het verkrijgen van een beter inzicht in de mogelijkheden van verziltingsmanagement/anders omgaan met verzilting en de bijdrage hiervan aan het oplossen van de zoetwaterproblematiek.

In het voorjaar 2012 heeft de projectgroep de Case Rijnland uitgewerkt, wat heeft geleid tot het Rekeninstrument Handelingsruimte Zoetwaterbeheer, genaamd **€ureyeopener**. Met dit Rapid Assessment Model (RAM) is de Kansrijkheid van anders omgaan met zout uitgezocht in Rijnland. Deze resultaten worden hier kort genoemd. Voor meer informatie, zie (Stuyt *et al.*, 2012).

Deze memo zal vervolgens kort, naast aanbevelingen voor verbetering van het instrument, ook de procedure beschrijven waarmee ook andere gebieden in Nederland kunnen worden doorgerekend.

1.2 Probleemstelling Waterbeheer in een zoute omgeving

Klimaatverandering, zeespiegelstijging, autonome verzilting (Oude Essink *et al.*, 2008a; 2010) en de toenemende zoetwatervraag vanuit diverse economische sectoren maken de zoetwatervoorziening in Nederland in de toekomst complexer, ondanks dat er, onder normale condities, zoet water in overvloed is. De kans op extremere perioden van droogte neemt toe en daarmee ook de risico's op zout- en droogte schade voor landbouw, natuur en drinkwater. Het wordt steeds moeilijker om de juiste hoeveelheid zoetwater met de gewenste chloride concentratie op de juiste tijd en plaats beschikbaar te hebben.

In laag Nederland wordt zoet water ingelaten in het regionale watersysteem om het zomerse neerslagtekort aan te vullen en de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren. Met name de kwel van brak grondwater verslechtert de kwaliteit van het oppervlaktewater. Hierdoor is het water niet langer geschikt voor de beregening van gewassen of inlaat in natuurgebieden, wat doorspoelen met zoet Rijnwater noodzakelijk maakt. Door klimaatverandering – vergroting neerslagtekort en afname beschikbaarheid Rijnwater en socio-economische ontwikkelingen - intensivering landbouw - staat deze praktijk onder druk: steeds vaker zal de vraag naar zoet water het aanbod in tijden van schaarste overtreffen, en de perioden waarin zoet water schaars is zullen vaker voorkomen.

Dit lijkt een helder verhaal: het zoutgehalte in sloten mag niet te hoog oplopen, want dan lopen gewassen bij beregening zoutschade op. Daarom wordt het watersysteem - waar mogelijk - doorgespoeld met Rijnwater. Maar hebben we wel goed in de vingers of dit efficiënt gebeurt? Immers: waterbeheerders sturen vaak niet expliciet op zoutgehalte, de manieren waarop waterbeheerders op waterkwaliteit sturen verschillen nogal en er kan sprake zijn van aanzienlijke verschillen tussen protocollen en richtlijnen enerzijds en de praktijk van de waterbeheerder anderzijds (Stuyt *et al.*, 2011). De zoutwaternormen die waterbeheerders hanteren zijn niet gedifferentieerd in ruimte en tijd, en niet gebaseerd op recent onderzoek (Van Bakel en Stuyt, 2011).

De constatering is dat ingelaten oppervlaktewater in tijden van zoetwaterschaarste soms wordt beheerd op grond van onnodig starre/strengere zoutnormen. De perceptie is dat schaars zoet oppervlaktewater in veel gevallen wellicht doelmatiger en efficiënter beheerd kan worden, maar dat de 'handelingsruimte' om dit te kunnen doen - en de winst die minder star



beheer in een regio (in termen van kosten-baten) zou kunnen opleveren - niet goed in beeld zijn.

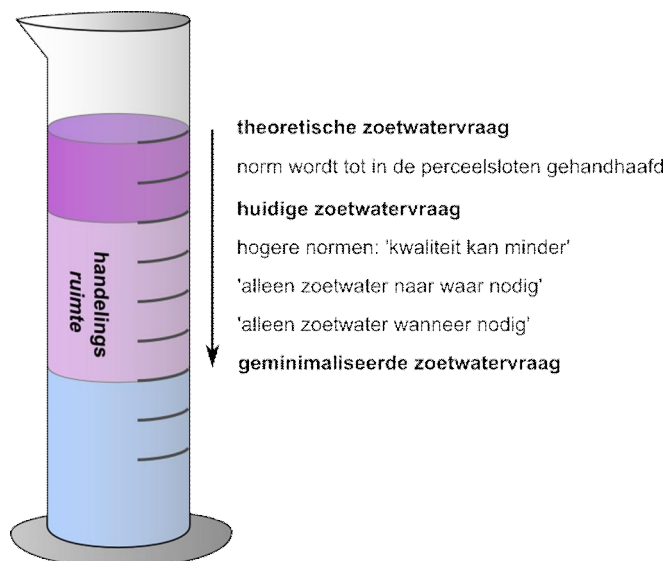
Definitie 'Handelingsruimte Zout':

De extra hoeveelheid water waarover een waterbeheerder in tijden van zoetwaterschaarste beschikt door zo efficiënt mogelijk te zorgen voor zoet water in zijn beheersgebied zonder schade aan water gelieerde functies toe te brengen, waarbij voor de volgende vier aspecten in acht worden genomen:

- a. de juiste benodigde kwantiteit,
- b. van voldoende kwaliteit,
- c. op de juiste plaats, en
- d. op het juiste moment.

Handelingsruimte Zout is, gegeven bovenstaande definitie, een tijd- en plaatsafhankelijke variabele. Door deze ruimte optimaal te benutten kunnen potentiële knelpunten in de zoetwatervoorziening die zich bij waterschaarste kunnen voordoen, worden geïdentificeerd en mogelijk tegengegaan. De handelingsruimte van de waterbeheerder is rechtstreeks gekoppeld met de effecten van 'soepele omgang' met starre zoutnormen op (in eerste instantie) de landgebruiksvormen landbouw en natuur. Hierbij spelen van actuele waarden van enkele essentiële agrohydrologische indicatoren (chloride concentratie bodemwater, groeistadium gewas, bodemopbouw, etc.) een grote rol. Door middel van het kwantificeren c.q. in beeld brengen van mogelijke schades die bij het 'ontstarren' van het zoetwaterbeheer in ruimte en tijd optreden, en de maatregelen die de waterbeheerder - maar ook agrarische ondernemers - kunnen nemen om deze schades te verminderen, wordt de handelingsruimte concreet gemaakt in termen van waterhoeveelheden en chloride concentratie, in ruimte en tijd, gedurende het groeiseizoen. Daarnaast zal een en ander geplaatst moeten in het kader van een kosten-baten optimalisatie 'zoetwaterbeheer bij schaarste'.

In Figuur 1 wordt de handelingsruimte voorgesteld als het licht paarse water in de maatbeker. Dit voorstel beschrijft een aanpak om deze handelingsruimte in beeld te brengen.



Figuur 1 Handelingsruimte: het paarse water in de maatbeker

I. Theoretische maximale zoetwatervraag, wanneer uit wordt gegaan van het handhaven van een gesteld serviceniveau tot in de perceelssloot



II. Huidige zoetwatervraag, waarbij uit wordt gegaan van het huidige beheer: er zijn wel 'starre' normen, maar deze worden gehandhaafd in de boezemwateren, in de polderwateren wordt ruimer met de norm omgesprongen.

III. Geminimaliseerde zoetwatervraag: de minimale zoetwatervraag waarbij de functies van water worden voorzien met de net benodigde kwaliteit (niet zoeter dan nodig) op de juiste tijd.

De Handelingsruimte is het verschil tussen II en III.

Uit de definitie van handelingsruimte volgen direct al de richtingen waarin deze handelingsruimte dient te worden gezocht:

- **'van de benodigde kwantiteit'**: hoeveel water is minimaal nodig? Daarbij hoort niet alleen het aan te vullen neerslagtekort voor een plant, maar er moet ook water in de sloot staan om te kunnen beregenen. Welk deel is dat van de totale watervraag?
- **'van de benodigde kwaliteit'**: welke kwaliteit is nodig voor welk gewas / voor kwetsbare natuur? Wat zijn de laatste inzichten?
- **'op de juiste plaats'**: hoe zijn de benodigde kwantiteit en kwaliteit ruimtelijk verschillend? Zijn er gebieden waar de kwaliteit omlaag kan of omhoog moet? Is dat in te passen in de huidige water-infrastructuur ('transportprobleem')?
- **'op het juiste moment'**: is de watervraag altijd nodig? Is er bijvoorbeeld alleen in het begin van het groeiseizoen een beregeningsvraag, of het hele seizoen door?

Deze vragen worden in dit plan van aanpak verder uitgewerkt.

Wanneer de handelingsruimte aan de hand van deze richtingen ruimtelijk in beeld is gebracht, volgt logischerwijs voor verschillende gebieden waar en wanneer de handelingsruimte met name zit, of waar specifieke knelpunten / gebiedskenmerken het benutten van de handelingsruimte verhinderen.

1.3 Context/afbakening

In deze fase naar de verkenning van de mogelijke handelingsruimte zoutmanagement blijkt tijdens korte brainstormsessies dat het gevaar bestaat in de analyse daadwerkelijk alle aspecten van het Nederlandse waterbeheer mee te nemen. Dus inclusief het Hoofdwatersysteem vóór de inlaten voor regionale watersysteem; de infrastructurele werken en het monetariseren van maatregelen (MKBA). Zo moeten enkele grote infrastructurele investeringen in het hoofdwatersysteem in verhouding worden geplaatst met vele lokale maatregelen. Ons inziens moeten ook (juist) deze aspecten op de (zeer) lange termijn worden meegenomen, maar nu nog niet!

Specifieke afbakeningen:

1. **Soort verzilting**: interne verzilting in oppervlaktewatersystemen waar doorspoeling plaatsvindt.
Focus ligt op de interne verzilting (toename van chloride-concentratie) van het regionale oppervlaktewater systeem en de onverzadigde zone op landbouwgronden, veroorzaakt door brakke-zoute kwel en/of zoute wellen¹. De Wadden-eilanden en delen van Zeeland vallen automatisch af.

Externe verzilting van het Hoofdwatersysteem speelt uiteindelijk in de handelingsruimte een prominente rol, maar vooralsnog wordt dit als randvoorwaarde meegenomen.

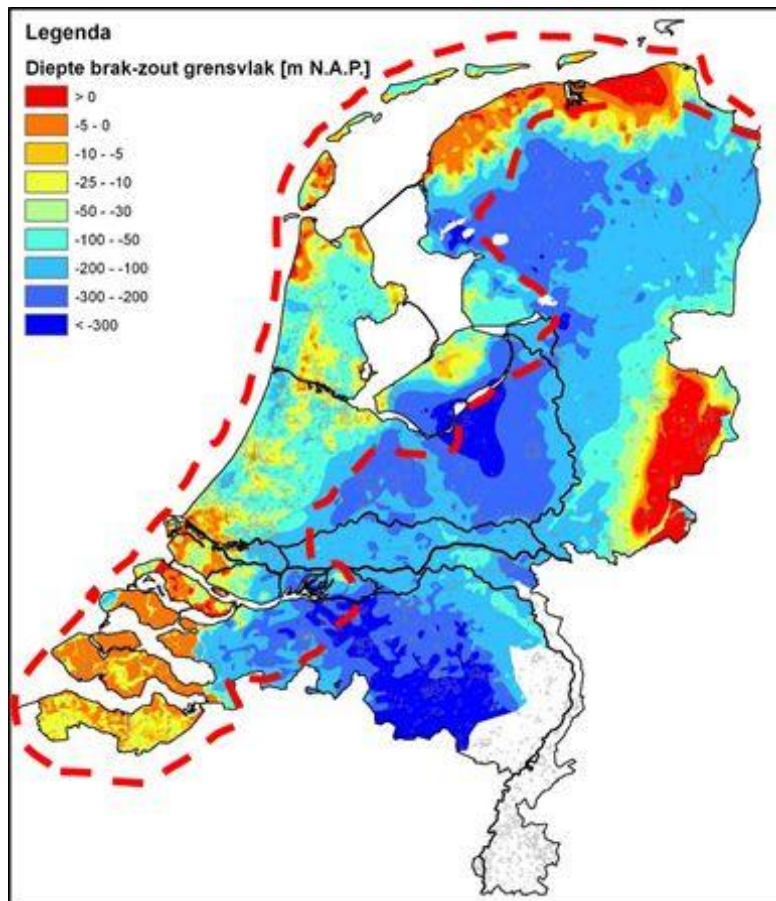
2. **Locaties**: laag Nederland, zie Figuur 2.

¹ Louw, P.G.B., de Oude Essink, G.H.P., Stuyfzand, P.J., Zee, van der, S.E.A.T.M., 2010, Upward groundwater flow in boils as the dominant mechanism of salinization in deep polders, *The Netherlands, J. Hydrol.* 394, 494-506.

We willen in de analyse slechts stapje voor stapje vooruit in deze complexe problematiek. Het lijkt ons daarom verstandig in deze eerste fase de volle aandacht te richten op het waterbeheer in slechts één (belangrijke) regio, viz. **Midden-West Nederland en het Hoogheemraadschap van Rijnland** in het bijzonder. Redenen genoeg: a. important gebied met veel belangen, b. zout management speelt bij de stakeholders (Hhrs Rijnland en de recente analyse van Alterra en De Bakelse Stroom voor het Ambtelijk Overleg West-Nederland Deltaprogramma), c. veel kennis en data reeds bekend (van oude ICW studies t/m promotie onderzoek Joost Delsman KvK2). Deze case wordt in Hoofdstuk 2 nader beschreven.

Indien mogelijk willen we, als zoutmanagement kansrijk blijkt te zijn, de procedure van analyse als blauwdruk gebruiken voor de andere cases, zoals de Zuidwestelijke Delta, Kop van Noord-Holland, Flevoland en Noordwest Friesland.

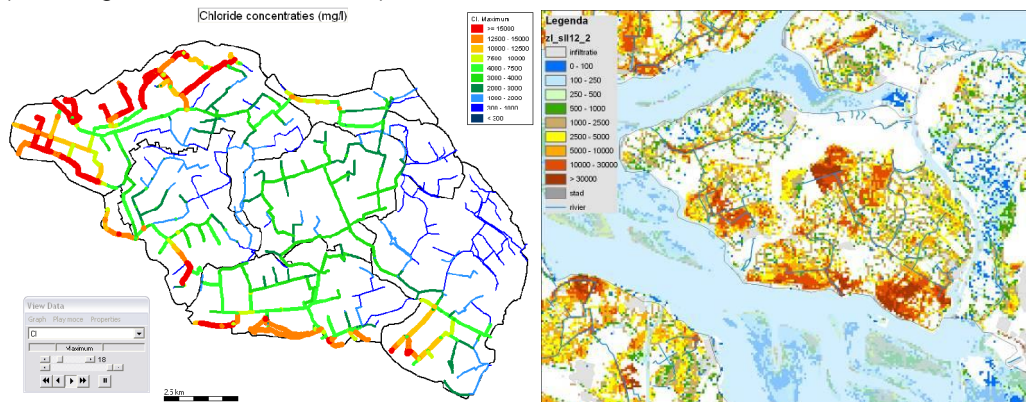
De overige cases, hieronder kort beschreven, zijn geselecteerd op grond van relevantie, representativiteit voor de probleemstelling, en voldoende beschikbare kennis en gegevens. Tevens is getracht het gehele kustgebied zo volledig mogelijk af te dekken. De focus is op laag Nederland, zie Figuur 2, in systemen waar doorgespoeld wordt. Met andere woorden: de zoute Zeeuwse eilanden die geen zoet oppervlaktewater tot hun beschikking hebben vallen op dit moment af.



Figuur 2 Het interessegebied, weergegeven als diepte brak-zout grensvlak (bron: ZoetZout REGIS, TNO)

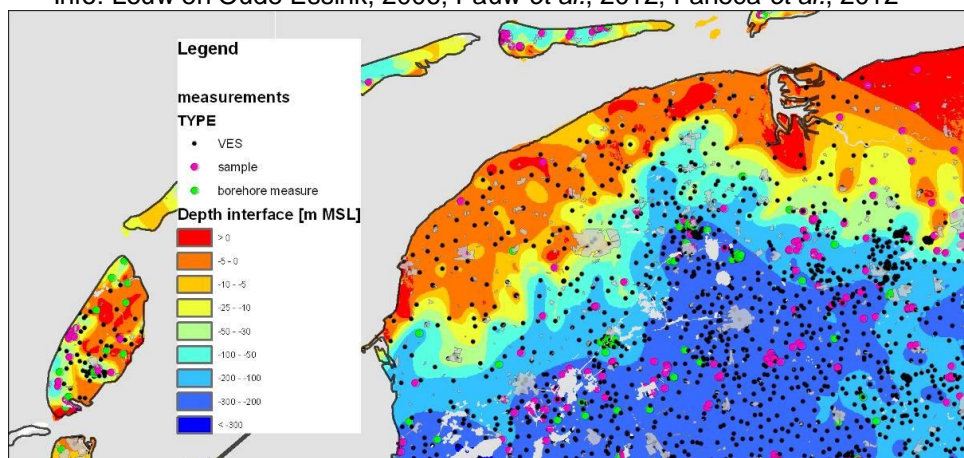
De andere cases zijn:

1. **Zuidwestelijke Delta:** enkele Zeeuwse en Hollandse eilanden en West-Brabant: zoet oppervlaktewater tot hun beschikking in een zoute setting, met het zoute oppervlaktewater echter altijd dichtbij. Dominant in de analyse is het sinds 1987 zoete Volkerak-Zoommeer, en de vraag of en wanneer het weer in een zoute setting wordt. Interessente deelgebieden zijn: Tholen en Goeree-Overflakkee en Voorne Putten (verzilting Bernisse/Brielse Meer). Info: Vries *et al.*, 2012; Oude Essink *et al.*, 2008a.



Figuur 3 Berekende chloride-concentratie oppervlaktewater Tholen en de berekende zoutlast vanuit grondwater (kg/ha/jr).

2. **Hhrs Hollands-Noorderkwartier:** van zeer oude diepe polders (17^e eeuw: Beemster, Purmer, Schermer, Wormer) tot en met de betrekkelijk recent (1932) drooggelegde Wieringermeerpolder. Er bevindt zich ook een zoetwatervoorraad, de zoetwaterlens van Hoorn. IJsselmeer (inlaatpunt Andijk) zorgt voor zoet water.
3. **Noordwest Friesland,** en met name het directe kustgebied, waar het grond- en oppervlaktewater systeem brak tot zoet zit. Bodemdaling door zoutwinning brengt het systeem verder onder druk. Info: Louw en Oude Essink, 2006; Pauw *et al.*, 2012; Faneca *et al.*, 2012



Figuur 4 Chloride-concentratie Tholen en de berekende zoutlast (kg/ha/jr).

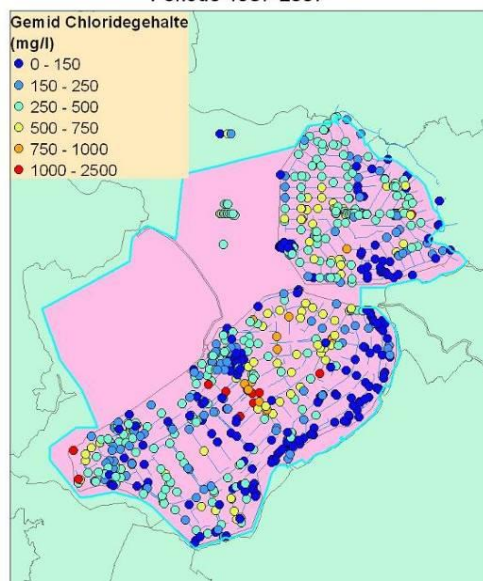
4. **Provincie Flevoland:** diepe recente droogmakerijen in een brakke tot licht brakke grondwatersetting. De zoetwatervoorziening van de Noordoostpolder is afhankelijk van externe doorspoeling, delen van Zuidelijk en Oostelijk Flevoland zijn dat niet (zoete kwel treedt op richting de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe).

Info: Oude Essink *et al.*, 2008b

Tabel 1: Klassenindeling chloride concentratie in oppervlaktewater van de Provincie Flevoland.

Klasse	Gem. chloride conc. (mg/l)	Omschrijving	Aantal locaties in klasse
1	< 150	zoet	205
2	150-250	licht brak	138
3	250-500	matig brak	247
4	500-750	brak	90
5	750-1000	zeer brak	14
6	1000-2500	zout	11

Chloridegehalte van oppervlaktewater
Periode 1987-2007



Figuur 5: Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde chloride concentratie in de periode 1987-2007 in de Provincie Flevoland onderverdeeld in chloride klassen.

3. Definitie zoet-brak-zout

Er zijn vele definities mogelijk. Afhankelijk van o.a. het gebruiksdoel zijn meerdere kwalificaties van zoet, brak en zout grondwater mogelijk. Zo heeft de term zoet grondwater voor een bloembollenkweker een andere betekenis dan voor een agrariër die suikerbieten verbouwd. Gangbaar voor de drinkwatervoorziening is de klasse indeling van Stuyfzand (Tabel 2). In de Provincie Zeeland, waar van nature het grondwater brak tot zout is, komt nauwelijks chloride concentraties kleiner dan 150 mg Cl/l voor, dus heeft de Stuyfzand indeling weinig zin. Daarom is aldaar landbouwkundig zoet geïntroduceerd, zijnde 1000 mg Cl/l als de grens tussen zoet en brak grondwater.

Klasse	Cl-concentratie (mg/l)
Zeer zoet	< 30
Zoet	30 - 150
Licht brak	150 - 300
Brak	300 - 1.000
Zout	1.000 - 5.000
Zeer zout	>5.000

Tabel 2: Klasse indeling volgens Stuyfzand (1993).

Klasse	Chloride concentratie (mg Cl-/l)
Zoet	< 1000
Brak	1000 – 3000
Zout	> 3000

Tabel 3: De gebruikte definities voor zoet, brak en zout grondwater in de Zeeuwse Delta. De chloride concentratie, een conservatieve stof die relatief veel bemeten is t.o.v. andere stoffen, is de dominante representant voor het zoutgehalte.

In de studies van Alterra (Stuyt *et al.*, 2011 en Bakel en Stuyt, 2011) zijn weer andere definities gebruikt, afhankelijk van landbouwgebruik.

1.4 Duivels dilemma: eenvoud versus complexiteit

Een ander punt is transparantie en helderheid van onze aanpak en ons instrument. Het in ons ogen duivelse dilemma heeft ons vele discussies met elkaar opgeleverd. Aan de ene kant: een eenvoudig te doorgronden en te begrijpen instrument is vanuit onze (wetenschappelijke) perceptie niet altijd accuraat en nauwkeurig genoeg, maar is goed te verhapstukken voor waterbeheerders. Aan de andere kant is een complex en wetenschappelijk plausibel instrument vaak zeer moeilijk te doorgronden.

We hebben duidelijk gekozen voor de eerste aanpak (u vraagt, wij draaien): een transparant en eenvoudig instrument. Het is en blijft echter zeer verleidelijk om onderdelen uit te breiden en/of nieuwe concepten toe te voegen. En laten we ook eerlijk zijn: op onderdelen weten we niet of de grove aannames en benaderingen altijd hout snijden: ook expert judgement is eindig. Wij nemen aan dat onze gekozen simplificaties niet hebben leiden tot verkeerde analyses van maatregelen en foutieve conclusies, maar zeker weten doen we het niet. Nader onderzoek, in een latere fase en in kleine deelgebieden, is ons inziens daarom nodig en zal uitwijzen of we bij het rechte eind hebben.

1.5 Relatie met overige projecten

De afgelopen jaren is de interesse voor de zoet-zout problematiek flink toegenomen, al dan niet in relatie tot het thema klimaatverandering en toenemende menselijke activiteiten. Recent beginnen binnen enkele Deelprogramma's van het Delta Programma, zoals DP ZWV, DP ZWD en DP IJM, het onderwerp op de agenda te zetten. Parallel worden (innovatieve) monitoringcampagnes en de nieuwste numerieke modeltechnieken toegepast, en vindt een inhoudelijke verdiepingsslag via Kennis voor Klimaat (o.a. promotie Joost Delsman). In het kader van deze opdracht zijn recente projecten van Alterra belangrijk: Basic Survey Zout en Joint Fact Finding effecten van Zout (Stuyt *et al.*, 2011) en Actualisering van de Kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen (Bakel en Stuyt, 2001).

Als je het op een afstand zou bekijken zie je dat een verschuiving optreedt qua (toegepast) onderzoek: van fysisch procesonderzoek (veel meten en bedenken concepten watersysteem) via effectstudies (numerieke zoet-zout modellen) naar het ontwikkelen en testen van adaptatiestrategieën (lokaal) zoetwaterbeheer. Als voorbeelden noemen wij hier: langjarige onderzoeken naar zouttolerantie en gewasschade, zoute wellen en regenwaterlenzen; klimaateffectstudies m.b.v. grootschalige 3D zoet-zout modellen (Zeeland, Zuid-Hollande) en effectstudie zout Volkerak-Zoommeer; inventarisatie oplossingsstrategieën zoutere Noordoostpolder en Kennis voor Klimaat projecten Climate Proof Fresh Water Supply (KvK2) en Valorisation kansrijke oplossingen zoetwatervoorziening ZWD (KvK3).

In deze Memo wordt in Bijlage B een groot aantal projecten bij naam genoemd; een aantal is verder uitgewerkt op de wiki zoetzout.deltares.nl.

Zo bekeken was de timing van deze opdracht 'Handelingsruimte Zoutmanagement' logisch. Inmiddels is er voldoende kennis ontwikkeld om een eerste stap te zetten om de strategieën in de zoetwaterproblematiek van frisse nieuwe impulsen te voorzien.

Case Midden-West Nederland/Hrs van Rijnland

Voor meer informatie, zie Stuyt *et al.* (2012).

1.1 Het watersysteem van het Hoogheemraadschap van Rijnland

Het watersysteem van het Hoogheemraadschap van Rijnland in Midden-West Nederland is een complex geheel. Het wordt gekenmerkt door een boezem met een flink aantal inliggende polders, zowel diepe droogmakerijen (vaak met brak grondwater nabij het maaiveld) als veeweidegebieden. Gedurende het zomerseizoen wordt water ingelaten in de zuidoosthoek bij Gouda, voor peilhandhaving en doorspoeling. Het overtollige water wordt uitgemalen bij de boezemgemalen in het westen en noorden van het watersysteem.

Rijnland kent een aantal functies die om een goede waterkwaliteit vragen, met als belangrijkste de boomteelt nabij Boskoop, de Bollenstreek, de bloemeteelt rond Aalsmeer, en hoogwaardige natuur in de Nieuwkoopse plassen. Omdat het watersysteem verzilt door opkwellend brak grondwater en indringend brak water bij schutssluis Spaarndam (totale zoutlast: 90 kton/jaar) wordt het watersysteem doorgespoeld met inlaatwater uit de Hollandse IJssel (inlaatpunt Gouda). Getracht wordt in de boezem een concentratie van 200 mg/l te handhaven. In de polders worden functiespecifieke normen gehanteerd. De doorspoeling is overigens niet alleen gericht op verzilting, nevensdoelen zijn het weghouden van nutriënten en pesticiden uit de natuurgebieden en het weghouden van kalkrijk water uit de veenweidegebieden.

In het watersysteem wordt gemiddeld zo'n 40-60 miljoen m³ ingelaten, dit loopt op tot 100 miljoen m³ in extreem droog jaar. Daarvan wordt zo'n 20 tot 30 miljoen m³ gebruikt voor doorspoeling. Problemen ontstaan wanneer de chlorideconcentratie in de Hollandse IJssel de gestelde norm van 200 mg/l overschrijdt. Inlaat bij Gouda wordt gestopt, en de Kleinschalige Water Aanvoer treedt in werking. Omdat deze een kleinere capaciteit kent dan de inlaat bij Gouda is er te weinig water beschikbaar om alle functies van voldoende water van goede kwaliteit te voorzien en worden functies gekort. Dit was in 2003 het geval, en ook in 2009 en 2011 is de inlaat bij Gouda gestopt.

Door de ligging van Boskoop, vlak achter het inlaatpunt, wordt de voor Boskoop benodigde waterkwaliteit 'opgelegd' aan het gehele watersysteem, waar anders met lagere normen zou kunnen worden volstaan. Maar is deze waterkwaliteit inderdaad nodig, en altijd nodig? En hoe verhoudt de optredende schade zich tot de gemaakte kosten? En kan het waterverbruik in perioden van schaarste zo worden beperkt? Uitdaging in de case is om verder te komen dan eerdere studies van deze welbekende problematiek. Dat kan door de recent beschikbaar gekomen kwantitatieve schade informatie toe te passen, en deze te confronteren met kennis van stroming van water van inlaatpunt tot beregeningsinstallatie.

Een tweede interessant gebied in het beheersgebied van Rijnland is de Haarlemmermeer polder. Deze diepe droogmakerij levert het leeuwendeel van de zoutlast van Rijnlands boezem. De Haarlemmermeer wordt doorgespoeld met water vanuit de boezem. Dat gebeurt deels op basis van sturing: de hoofdwatgang van de Haarlemmermeer wordt doorgespoeld om een concentratie van zo'n 600 mg/l te handhaven. Alle peilvakken die op deze hoofdwatgang lozen, en waar dus de functies zich merendeels bevinden, worden doorgespoeld met kleine inlaten. Deze kleine inlaten worden niet actief gestuurd op chlorideconcentraties. Veldonderzoek in het kader van KvK 2 (Climate proof Fresh Water



Supply) laat zien dat waarden van 1000 mg/l regelmatig worden overschreden. In totaal wordt de Haarlemmermeer met zo'n 21 miljoen m³/jaar doorgespoeld, verdeeld over de Hoofdvaart (8 miljoen m³/jaar) en de kleine inlaten (12 miljoen m³/jaar). Hoe verhouden deze doorspoelhoeveelheden zich tot geleden zoutschade? Is hier optimalisatie mogelijk?

1.2 Werkwijze

Stapsgewijs heeft het projectteam geprobeerd om enkele werksessies antwoorden te geven op de volgende kennisvragen (Stuyt *et al.*, 2012):

- welke mogelijkheden zijn er om anders om te gaan met verzilting, bijvoorbeeld de mogelijkheden om bij Gouda water met een hoger chloridegehalte in te laten?
→ benoem maatregelen.
- welke bijdrage leveren die mogelijkheden aan het oplossen van de zoetwaterproblematiek?
→ wat is de hydrologische effectiviteit van de maatregelen (m³ en zoutgehalte)?
→ hoe beïnvloedt de maatregel eventuele zoutschade aan landbouw (€) en natuur (kwalitatief)?

Een voorgestelde maatregel is in beginsel aantrekkelijk als er in tijden van zoetwaterschaarste sprake is van verwaarloosbare/beperkte/aanvaardbare effecten op landbouw en natuur, terwijl

- (i) de doorspoelbehoefte wordt verminderd,
- (ii) de streefwaarden voor chloride in aangevoerd oppervlaktewater worden verhoogd,
- (iii) de kosten om de maatregel te realiseren in verhouding staan met de baten².

² De kosten van maatregelen zijn (vooralsnog) niet gekwantificeerd.

1.3 Effecten van maatregelen in Case Rijnland samengevat (Stuyt *et al.*, 2012)

Maatregel, besproken in Hoofdstuk 4	Maatregel	Inlaat (miljoen m ³ , benodigd tijdens het groeiseizoen)	Inlaat (m ³ /sec, benodigd tijdens het groeiseizoen)	CI van het inlaatwater bij Gouda	Landbouwschade (k€)									
					Landbouwschade totaal (k€)	Aalsmeer	Boskoop	Bollenstreek	Duingebied	Haarlemmermeer	Nieuwkoopse Plassen	Noordplas, M-Tempelpolder e.a.	Overige Polders	Zuidelijke Veenpolders
0	Referentiesituatie	114	7,2	200	25,0	65	6465	4740	2	1528	0	2358	6743	3148
1	Zoutgehalte alle aandachtsgebieden +100 mg/l	85	5,4	200	30,2	62	9213	5541	2	1716	0	2358	8014	3312
	Zoutgehalte alle aandachtsgebieden +300 mg/l	65	4,1	200	32,5									
	Zoutgehalte alle aandachtsgebieden +300 mg/l	65	4,1	300	42,9									
	Zoutgehalte alle aandachtsgebieden +300 mg/l; inlaat 500 mg/l	70	4,5	500	59,1	151	25867	8875	2	1929	9	2358	9885	9994
	Zoutgehalte alle aandachtsgebieden -100 mg/l	147	9,3	200		64	7702	4733	2	1260	0	1834	5471	3081
2	Bij Gouda water inlaten 300 mg/l	127	8,1	300	36,6	99	13898	6613	2	1528	3	2358	6743	5368
	Bij Gouda water inlaten 150 mg/l	113	7,2	150	21,4	44	5140	3561	2	1528	0	2358	6743	2027
	Minimum landbouwschade bij 200mg/l inlaat	195	12,4	200	19,1									
	Minimum landbouwschade bij 300mg/l inlaat	250	15,9	200	32,5									
	Minimum landbouwschade bij 300mg/l inlaat	114	7,2	300	37,3									
	Bij Gouda water inlaten 120 mg/l; optimalisatie schade en inlaat	72	4,6	120	18,8	14	1293	2571	2	2030	0	2358	1500	1685
3	Boskoop zelfvoorzienend maken	114	7,2	200	18,5	64	8693	4712	2	1528	0	2358	6743	3148
	Haarlemmermeer zelfvoorzienend	88	5,6	200	26,8									
	Haarlemmermeer en Overige polders afkoppelen	74	4,7	200										
4	Dichten wellen	83	5,3	200	14,1	27	6093	3561	2	524	0	264	1618	1996
5	Peilen opzetten: wellen -10%, drainage -20%	102	6,5	200	23,7	51	6465	3561	1	1528	0	2359	6743	2977
6	Verandering landgebruik Bollenstreek	103	6,5	200	20,3	73	6465	825	2	1528	0	2358	6743	3203
7	Polder de Noordplas loost benedenstrooms van Boskoop	116	7,4	200	21,9	67	3879	4749	2	1528	0	2358	6743	2624
	Polder de Noordplas loost naar zee	114	7,2	200	21,9	59	3879	4749	2	1528	0	2358	6743	2624

1.4 Gewenste technische aanpassingen

De kracht van het instrument zit h'm in zijn eenvoud; ondanks dat zijn nu al een aantal aanpassingen aan te bevelen:

- Ook een gemiddeld jaar als referentie kader doorrekenen (nu is een 10%droog jaar genomen); dwz. ook waarden van andere jaren uit het NHI instrumentarium onttrekken.
- De oude en nieuwe schadefuncties gewassen beiden berekenen en vergelijken (zijn de gebruikelijke schadefuncties voor bollen correct of te 'streng').
- In de Rijnland case de gebieden 'Overige polders' opsplitsen in meerdere deelgebieden om zodoende de gesimuleerde waterverdeling beter te laten aansluiten bij de werkelijkheid
- Check technische robuustheid simulaties maatregelen (er is een mogelijkheid van non-uniqueness van de oplossing).

Verder blijven uit Stuyt *et al.* (2012) de volgende onderdelen staan:

- wat is 'veel en wat is 'weinig t.a.v. vermeden schades en teruggedrongen inlaatdebieten bij Gouda?
- hoe snel reageert het systeem op wijzigingen in de chlorideconcentratie bij Gouda?



- de vermeden droogteschade, door te beregenen met zouter water, moet in de afweging worden verdisconteerd?
- wat is de maximale waterdoorvoercapaciteit van het watersysteem in het gebied (watergangen, stuwen, kolken enz.)?
- hoeveel kosten maatregelen in het hoofdwatersysteem om inlaat Gouda in stand te houden?
- wat zijn de operationele kosten van (1 miljoen) m³ inlaat bij Gouda?
- natuur is soms zeer gevoelig, maar mate van blootstelling is nog steeds erg onzeker.

Op onderdelen wordt gewerkt aan bovenstaande onderwerpen, o.a.:

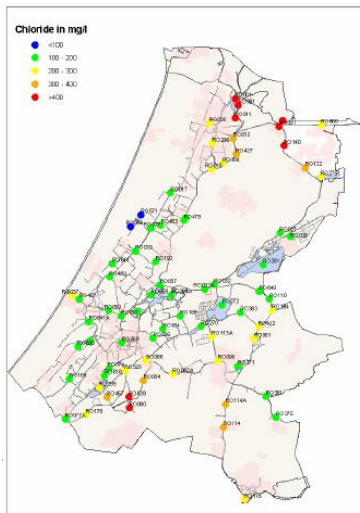
- binnen het project Kennis voor Klimaat 2 Climate Proof Fresh Water Supply: promotieonderzoek Joost Delsman: interactie grond- en oppervlaktewater onder zoute en droge omstandigheden.
- aanpassingen aan het NHI instrumentarium: verbetering modellering oppervlaktewatersysteem en verdere integratie zoet-zout binnen NHI.

Echter, op in elk geval twee onderdelen is de vooruitgang van voldoende kennis vooralsnog marginaal:

- a. neerschaling: hoe werken de maatregelen verzonden op nationale en zelfs regionale schaal door op lokale schaal (van het hoofdwatersysteem tot de haarvaten van het watersysteem)
- b. onzekerheid: de betrouwbaarheid van de exacte antwoorden? Gezien de grote onzekerheden in de verschillende processen zouden ook voor dit onderdeel uitspraken moeten worden gedaan.

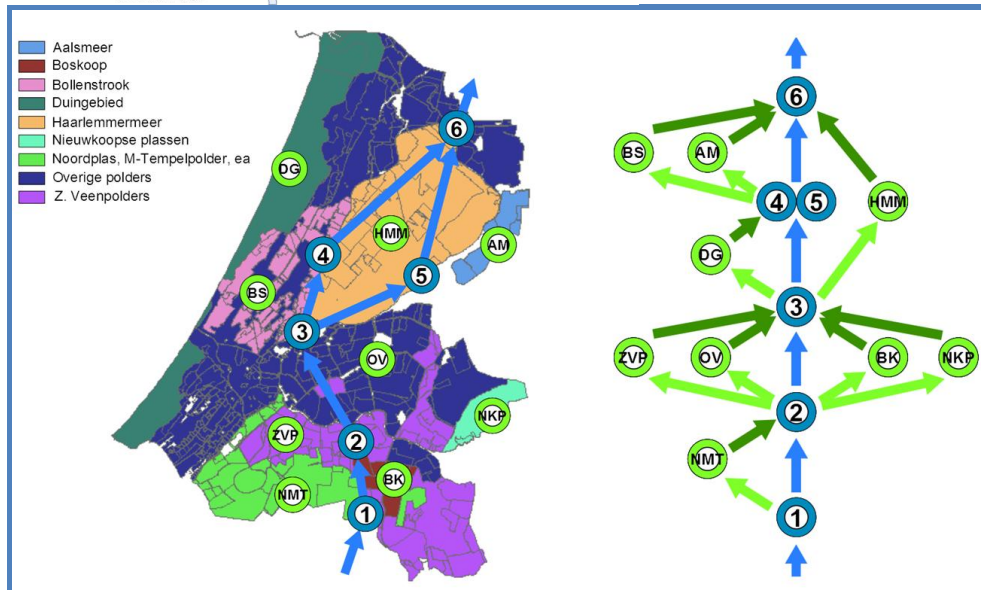
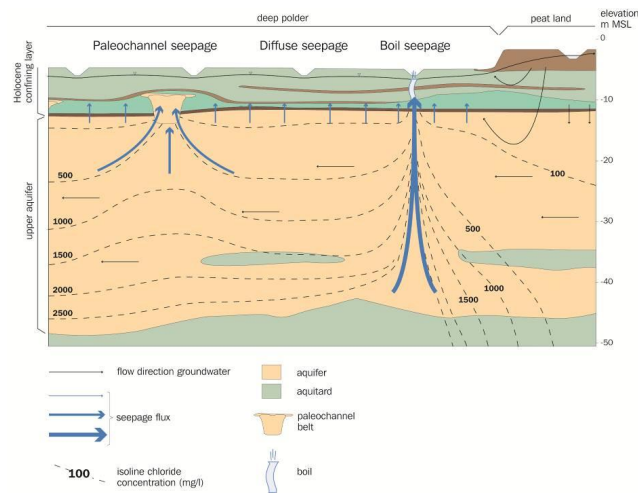
1.5 Achtergrondinformatie

- *Promotie Onderzoek Joost Delsman, Kennis voor Klimaat 2 Climate Proof Fresh Water Supply, link:*
<http://publicwiki.deltares.nl/display/ZOETZOUT/Adaptatie+aan+droogte+en+verzilting+in+het+gekoppelde+grondwater++oppervlaktewatersysteem>
- *Link met recente opdracht Stuyt en Van Bakel voor Hhrs van Rijnland voor het Ambtelijk Overleg West-Nederland Deltaprogramma*
- *Haskoning studie Het Groene Hart iov Provincie Zuid-Holland en Hhrs van Rijnland.*
- *ICW-rapporten Midden-West Nederland*
- *KIWA 2005, Het zout der aarde: kwantificeren van de toekomstige vraag naar en beschikbaarheid van goed water voor Rijnland; onderzoeksrapport in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.*
- *Louw, P., de, Bakkum, R. Folkerts, H. en Hardeveld, H. Van, Het effect van waterbeheer op de chloride- en nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in de Polder de Noordplas, 2004, 145p., NITG 04-241-B.*
- *Bosch, S., Wateren, B. van der, Oude Essink, G. en De Louw, P. 2009. Zou 't verzilten?, Stromingen.*
- *Oude Essink, G.H.P., E.S. van Baaren, and P.G.B. de Louw (2010), Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in the Netherlands, Water Resour. Res., 46, W00F04, doi:10.1029/2009WR008719.*
- *Louw, P.G.B., de, Oude Essink, G.H.P., Stuyfzand, P.J., Zee, van der, S.E.A.T.M., 2010, Upward groundwater flow in boils as the dominant mechanism of salinization in deep polders, The Netherlands, J. Hydrol. 394, 494-506.*
- *Louw, P.G.B., de, van der Velde, Y., and van der Zee, S.E.A.T.M.: Quantifying water and salt fluxes in a lowland polder catchment dominated by boil seepage: a probabilistic end-member mixing approach, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 8, 151-188, 2011.*

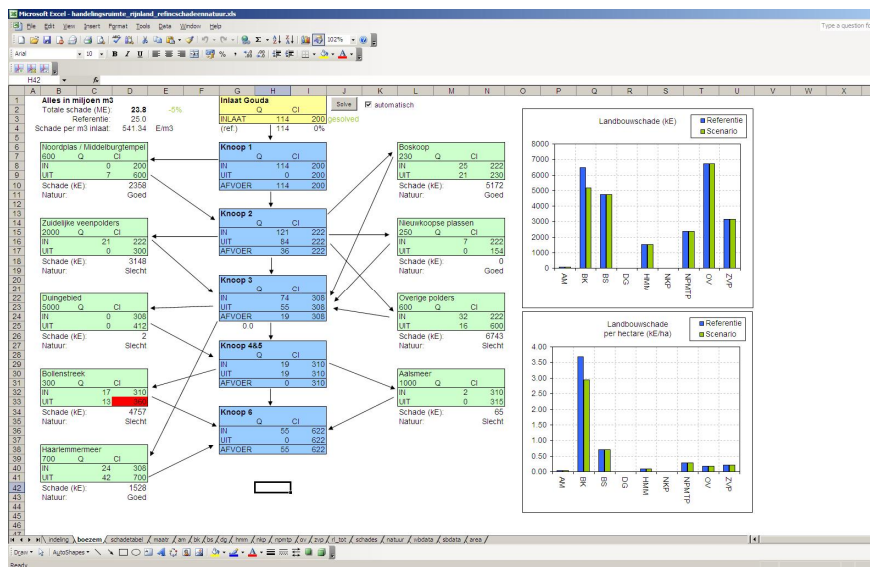


Impressies Hhrs van Rijnland

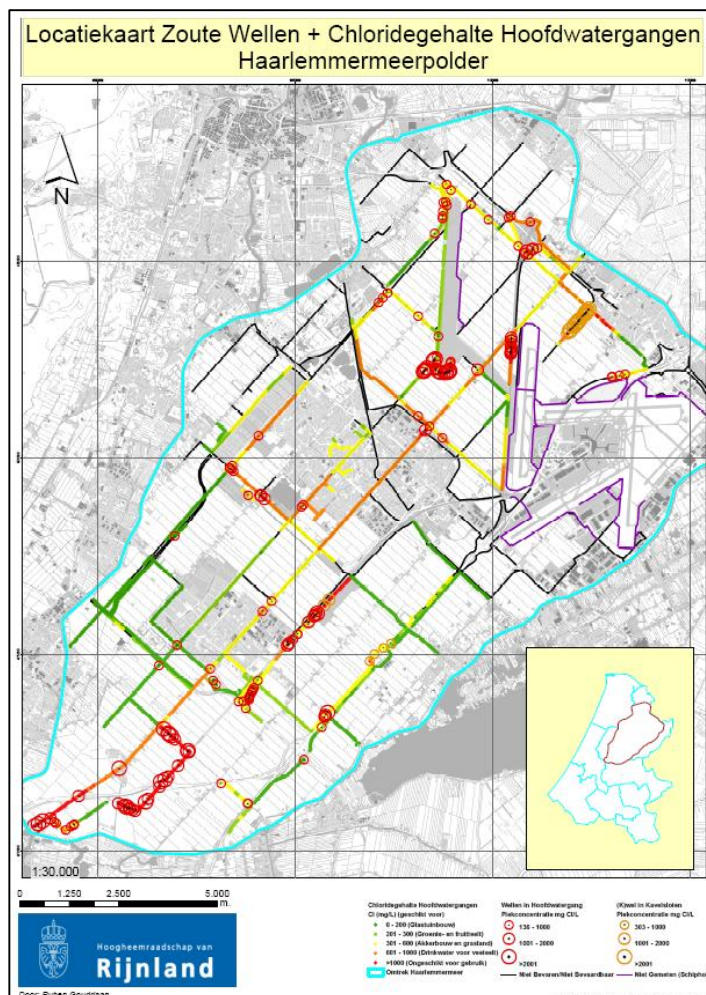
'huidige zoutconcentratie oppervlaktewater':
(Bron: peilbesluit boezem Rijnland)



Schematische voorstelling van het watersysteem van het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland



€ureyeopener



(Bron: De Louw et al, 2011)

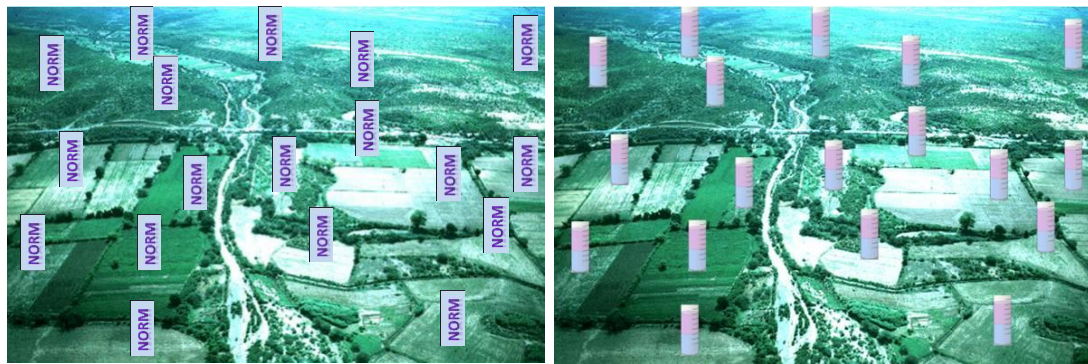
Plan van Aanpak

1.6 Inleiding

Om het begrip Handelingsruimte Zout verder uit te werken voor het hele Nederlandse kustgebied is in deze fase een 1^{ste}-orde benadering van de mogelijke grootte en kansrijkheid van de handelingsruimte gewenst. Het draait dan om de vraag of het benutten van een Handelingsruimte Zout een substantiële bijdrage ('meer dan een druppel op de gloeiende plaat') kan leveren aan het verkleinen van de zoetwaterproblematiek. Op basis van deze 1^{ste}-orde benadering wordt besloten of in een later stadium verder uitwerken van de handelingsruimte zinvol is (go/no-go beslissing).

Door de 'Handelingsruimte Zout' te benutten, dat wil zeggen door voor elke vorm van landgebruik te zorgen voor water (1) met de benodigde kwantiteit, (2) van de benodigde kwaliteit (3) op de juiste plaats en (4) op het juiste moment (dat wil dus zeggen: maatwerk leveren, in ruimte en tijd), kan een waterbeheerder knelpunten in de zoetwatervoorziening die zich bij waterschaarste voordoen, oplossen en/of tegengaan.

De 'Handelingsruimte' kan op regionale schaal worden voorgesteld als een verzameling plaats- en tijdgebonden zoetwaterbuffers, opgeslagen in een groot aantal exemplaren van onze denkbeeldige maatbeker; zie Figuur 6 rechts, hieronder, en Figuur 1 op pagina 2.



Figuur 6 Elke landgebruiksvorm kent in de huidige beheerssituatie een eigen, rigide norm (links); deze normen worden in het concept van de 'Handelingsruimte Zout' vervangen door een verzameling gekoppelde plaats- en tijdgebonden 'zoetwaterbuffers' met in waterbeheerstechnische zin grotere souplesse en daardoor meer mogelijkheden tot onderlinge reallocatie van water en minder knelpunten en risico's (rechts).

Elke maatbeker/lokale handelingsruimte heeft een eigen, aan de landgebruiksvorm gekoppeld 'zoetwaterwensenlijstje' met betrekking tot kwantiteit/kwaliteit/moment. De maatbekers in Figuur 6 (rechts) zijn onderling verbonden (gedacht) door een oppervlaktewaterinfrastructuur waarmee zoet water kan worden aangevoerd en gedistribueerd. Zij kunnen onder uiteraard leegraken: dan is er (op zo'n moment) sprake van een lokaal knelpunt.

Met het identificeren van de handelingsruimte wordt ook duidelijk waar deze in het huidige waterbeheer met name van afhankelijk is. Wordt er teveel zoet water ingelaten, omdat de norm te streng is gesteld? Of wordt er veel water ingelaten, terwijl dit slechts op bepaalde perioden in het jaar nodig is? Dit inzicht is te vertalen in 'knoppen' waar de waterbeheerder aan kan draaien om de zoetwatervraag terug te brengen. De analyse van de handelingsruimte levert



gebiedsspecifiek de meest veelbelovende 'knop' op om de zoetwatervraag terug te brengen. Deze knoppen zijn vervolgens te vertalen in kansrijke maatregelen.

1.7 Beschikbare kennis benutten

In de werksessies waarbij de verschillende maatregelen worden doorgerekend en geanalyseerd zijn er twee fasen te identificeren:

1. toets regionale beelden op lokale schaal met behulp van wat we al weten van het gebied
2. verdiepingsslag: toets uitwerking naar maatregelen op lokale schaal

1.7.1 Beschikbare kennis: in beeld brengen kwantiteit en kwaliteit

Benodigde kwantiteit

Voor het bepalen van de benodigde kwantiteit zal gebruik worden gemaakt van de NHI rekenresultaten van het DP Zoetwater zoals deze beschikbaar zijn. Het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) is een geïntegreerd landsdekkend grond- en oppervlaktewatermodel van Nederland. Het doel van het NHI is om hydrologische ondersteuning te bieden aan beleids- en operationele studies op landelijk en regionaal niveau. Het NHI wordt binnen het DP Zoetwater van het Deltaprogramma gebruikt om de huidige en toekomstige knelpunten in de zoetwatervoorziening in 2050 in kaart te brengen.

Enkele vragen waarop antwoord moet worden gegeven zijn:

- Hoeveel zoet water is nodig voor gewassen / natuurtypen?
- Wat zijn de hoeveelheden voor beregening + doorspoelen + peilbeheer?

Het is niet de bedoeling in de totaalanalyse de knelpuntenanalyse DP Zoetwater na te bootsen. De niche zit h'm in link naar flexibiliteit, ruimtelijke en temporele differentiatie: hoeveel water is waar/wanneer echt nodig, hoe kwetsbaar zijn in werkelijkheid gewassen: relatie vochttekort / schade in vergelijking tot zoutschade.

Benodigde kwaliteit

Landbouwgewassen - De tekorten aan zoetwater voor een aanvullende watervoorziening van de landbouw in Nederland zullen door klimaatverandering in ernst en omvang toenemen. Dit vraagt om anders omgaan met zoet water maar ook om actualisering van kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen in de open vollegrond (Van Bakel en Stuyt, 2011). Daarbij is aangesloten op de in de buitenlandse literatuur gebruikelijke indeling van gewassen in vier zouttolerantieklassen, met bijbehorende schadefuncties. Voor het waterbeheer is de relatie tussen chlorideconcentraties in bodemwater en die in het beregeningswater c.q. het oppervlaktewater van belang. Deze relatie is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en bodemeigenschappen en is alleen met simulatiemodellen te operationaliseren. Voor een worst case situatie is een tabel opgesteld waarmee de zoutschade aan landbouwgewassen door het gebruik van zouthoudend beregeningswater kan worden bepaald. In de discussie wordt ingegaan op de vraag of de resultaten van in het buitenland uitgevoerde proeven mogen worden gebruikt. Een belangrijke conclusie is dat het omgaan met verzilt water door zowel agrariërs als waterbeheerders kan worden verbeterd (Van Bakel en Stuyt, 2011).

KRW en aquatische ecologie - Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (HHSK) brengt haar zoetwater opgave momenteel in beeld in het kader van het deltaprogramma. Daarbij worden knelpunten in beeld gebracht die ontstaan bij de huidige normeringssystematiek voor chloride en ecologische doelen die gesteld zijn vanuit de kaderrichtlijn water (KRW). De belangen die gemoeid zijn met de beschikbaarheid van zoetwater in het werkgebied van HHSK zijn zoetwater voor agrariërs en de ecologische

kwaliteit van het water. Zoetwater voor agrariërs speelt alleen in bepaalde delen van de polders en komt dus alleen in gevaar als de inlaatpunten vanuit de boezem naar deze polders verzilten (>200 mg/l Cl⁻). Inlaat van water vanuit het hoofdwatersysteem (rivieren) naar de boezem met hogere chloride concentraties (400-1000 mg/l) zouden daarbij geaccepteerd kunnen worden. Onduidelijk is echter hoe lang en tot welke concentraties dit acceptabel is voordat de inlaatpunten van de polders 'bereikt worden' (Veraart en van Gerven, 2012).

Natuur algemeen - M. Paulissen (Alterra) heeft op basis van meerdere recente onderzoeksopdrachten de indruk dat Nederland zich misschien wel wat te druk maakt over verzilting. 'Er loopt nog onderzoek om een meer kwantitatief onderbouwd antwoord te krijgen op de vraag hoe erg dat zout nu eigenlijk is. Maar de natuur, die volgt het zout gewoon. En nu blijkt dat natuur wat verzilting betreft wel tegen een stootje kan, en er zelfs wel bij vaart, is er in tijden van droogte misschien kans op een andere relatie tot de verschillende water vragende partijen. De één zou de ander kunnen helpen.' Paulissen verwacht een verdere verdieping van het inzicht in de effecten van zout. 'Er zijn nog een paar belangrijke kennisleemten die we graag opvullen. Zo loopt bij Deltares en bij Wageningen Universiteit onderzoek naar het functioneren van neerslaglenzen. Die zijn bijzonder relevant voor zowel terrestrische natuur als landbouw. Ze spelen bijvoorbeeld een sleutelrol voor de landbouw in Zeeland. Hoe kan het dat daar goed kan worden geboerd op akkers die worden omringd door brakke sloten en zout buitenwater? Wat er in de wortelzone van percelen gebeurt hebben we nog niet goed in de vingers, maar ook hier lijkt duidelijk dat een zoute omgeving niet meteen een bedreiging hoeft te vormen voor zoetwaterafhankelijke natuur of teelten. Verder willen we meer weten over de invloed van de factor tijd. Het maakt verschil of een ecosysteem kortstondig of langdurig onder zoute invloed staat. En hoe snel kunnen ecosystemen zich herstellen van zoutschade? Tot slot is het van belang dat we het oordeel van deskundigen over de zoutgevoeligheid van natuur beter met kwantitatieve gegevens onderbouwen. Daar wordt inmiddels aan gewerkt. We willen er immers mee kunnen werken in modellen' (Nieuwsbrief Zoet-Zoutplatform No. 2, 2011).

1.7.2 Beschikbare kennis: in beeld brengen waterbehoefte in plaats en tijd

Op de juiste plaats

Inzichtelijk maken hoe regionaal gedifferentieerd de behoefte aan water met een bepaalde kwaliteit is. Daarbij onderscheiden wij twee schaalniveaus:

- Regionaal:
 - o Analyse waar welk gewas / natuur
 - o Plus 'benodigde kwaliteit' geeft waar / welk gewenst serviceniveau,
 - o Kwantitatieve inschatting: wat levert optimalisatie maximaal op (in m³)?
 - Welke norm wordt nu gehanteerd?
 - Wat kost dat aan water?
 - Wat zou gedifferentieerde norm aan water kosten?
 - Gebruik maken van Alterra studie voor Emiel van Velzen (T. van Hattum / R. Smit en Stuyt *et al.*, 2012 in voorbereiding).
- Lokaal:
 - o Check regionaal verhaal met lokale praktijk:
 - Hoe verhoudt concentratie in boezem zich tot concentratie in sloot?
 - Hoe effectief is doorspoelen?
 - Wat betekent dit voor 'werkelijke' kwantiteit / kwaliteit?

Op het juiste moment

- Wanneer heeft welk gewas / natuur water nodig (Van Bakel en Stuyt, 2011).

Hoe varieert chloride concentratie in oppervlaktewater door jaar heen?

- Resultaten NHI zoet/zout, onderzoeken Joost Delsman, Perry de Louw en Jouke Velstra (regenwaterlenzen, zoete wellen en zoet- en waterbalansen polders).

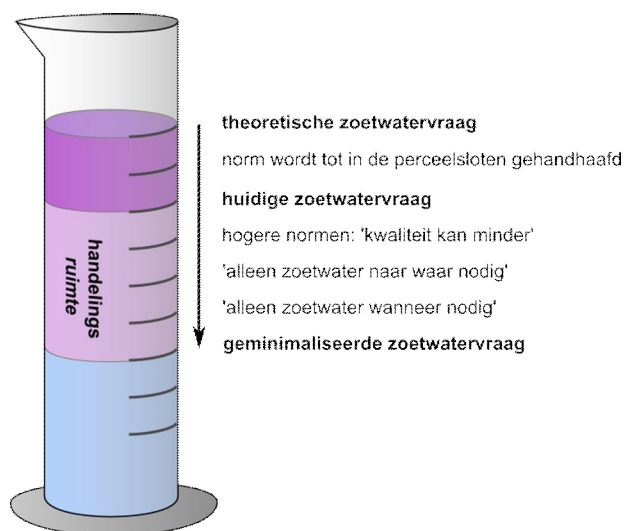
Uitwerken tot beelden voor momenten in het jaar. Schets begin groeiseizoen, midden groeiseizoen, eind groeiseizoen.

Product:

Kennissysteem, bestaande uit een set thematische kaarten voor drie momenten in het groeiseizoen. Per afwateringseenheid (LSW's NHI) Handelingsruimte in beeld, plus analyse: 'Hoe verhoudt in beeld gebrachte handelingsruimte zich tot lokale schaal?'

1.8 Analyse knelpunten Handelingsruimte

Een analyse van de Handelingsruimte is pas zinvol als de handelingsruimte ook kan worden benut. De aanpak stopt dan ook niet bij het bepalen van de theoretische handelingsruimte. Weer op basis van de maatbeker: kan al het licht paarse water wel worden uitgeschonken? Is bijvoorbeeld de water-infrastructuur wel berekend op flexibeler omgaan met zout? Of ligt het kwetsbaarste gebied net na de inlaat, waardoor het hele achterliggende gebied met een te strenge norm wordt opgezadeld?



Figuur 7 Handelingsruimte: het licht paarse water in de maatbeker

Op basis van het dan ontwikkelde kennissysteem wordt in beeld gebracht welk van de eisen de handelingsruimte met name bepaalt; zie Figuur 7. Is dat de benodigde kwaliteit, die lager is dan de huidige norm? Of is de zoetwatervraag maar een korte tijd van het jaar nodig?

Daarbij een kwalitatieve inschatting van knelpunten om de handelingsruimte te benutten. Wat verhindert in een bepaalde regio het benutten van de handelingsruimte? Bespreken in stakeholdersessie met waterbeheerders in Midden-West Nederland.

Met een overzicht van de belangrijkste component van de handelingsruimte, plus een overzicht van de knelpunten, wordt vervolgens bepaald wat de meest effectieve maatregelen zijn om in de verschillende gebieden de handelingsruimte te benutten.

1.8.1 Producten

- Uitbreiding kennissysteem Midden-West Nederland met belangrijkste 'eis': wat bepaalt de Handelingsruimte.

- Uitbreiding kennissysteem met meest effectieve maatregelen per gebied (kruistabelvorm, zie Bijlage C en D)

1.9 Leermomenten

In de case Rijnland hebben we een aantal belangrijk zaken geleerd in de bepaling van de 'Handelingsruimte Zout':

- De kracht van het instrument zit in de eenvoud
- Breng alle relevante experts van het gebied bij elkaar
 - Betreffende kennis schades en drainage: Alterra
 - Betreffende kennis lokaal opp.watersysteem en NHI: Deltares
 - Betreffende kennis het Hoofdwatersysteem: De Waterdienst
 - Betreffende kennis het specifieke lokale watersysteem: Expert Waterschap
- Neem voldoende tijd om in sessies het lokale en regionale watersysteem te doorgronden
- Bouw het technische instrument met onderdelen uit NHI en schadefuncties, in samenspraak met het gebied
- Een zeer belangrijke stap voor acceptatie van en vertrouwen in het instrument is speciale sessies met enkele lokale experts en watermanagers uit de regio
- Communiceer met belanghebbenden *wanneer* het instrument wordt ingezet: a. pas ná bepaling maatregelen en dan pas deze doorrekenen, of b. al in de fase vóórdát de ideeën worden gegenereerd. Wij pleiten nadrukkelijk voor optie b., omdat het een waardevolle bijdrage kan leveren om out-of-the-box te denken en ons te brengen op nieuwe ideeën: de eyeopeners!

1.10 Activiteiten

1. Verzamelen basisgegevens
 - a. inlaat, functie, opp.water & grondwater, toekomstige situatie
 - b. watervraag en aanbod (o.a. Vries *et al*, 2009)
 - c. NHI data
2. Voorbereiding (experts Alterra en Deltares)
 - a. Analyse mogelijke Handelingsruimte. Het gebiedsdekkend in beeld brengen van de verschillende niveaus in de maatbeker (Figuur 1, pagina 2), leidend tot de werkelijke zoetwatervraag / handelingsruimte
 - b. Hoe Handelingsruimte kwantificeren?
 - c. Eerste analyse mogelijk effectieve maatregelen?
3. Constructie instrument a la Case Rijnland en testen op logica en inconsistenties
4. Interne sessies, minimaal 2: met experts Alterra, Deltares, oppervlaktewatersysteem (hoofdwatersysteem en regionaal watersysteem)
 - a. Doorrekenen en analyseren resultaten
5. Externe sessies met feedback van stakeholders
6. Uitwerken tot een memo
7. Resultaten communiceren naar o.a. Deelprogramma Zoetwater (o.a. presentaties en workshops)

Doorkijk vervolg

Als ook na de Case Rijnland de Case ZWD succesvol is dan kan begonnen worden dit instrument naar een hoger plan te brengen, waarbij de andere regio's betrokken zouden kunnen worden, zoals West-Brabant, Noord-Holland, Flevoland, Friesland en overige delen Zuid-Holland. Hiertoe kunnen, naast de nu gecontacteerde partijen, andere mogelijke stakeholders benaderd worden: waterschappen (Hhrs Scheldestromen, HNK, Zuiderzeeland, Wetterskip Fryslan), LTO's (ZLTO, LTO Noord) en DLG. Tenslotte zou een stap gemaakt moeten worden richting MKBA (evt. ism het LEI).

Literatuur

- ICW, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen, Hydrology and water quality of the Central part of the Western Netherlands, (in Dutch), ICW Regional Studies 9, 101 pp., 1976.
- Faneca Sánchez, M., Gunnink, J., van Baaren, E.S., Oude Essink, G.H.P., Elderhorst, W., de Louw, P.G.B., Siemon, B., Auken, E. Modelling climate change effects on a Dutch coastal groundwater system using airborne Electro Magnetic measurements, submitted to Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.
- Jeuken et al., 2012. Opties voor een klimaatbestendige zoetwatervoorziening in Laag-Nederland, Tussentijds integratierapport, KvK thema Climate Proof Fresh Water Supply.
- Louw, P. de & Oude Essink, G.H.P., 2006, Verzilting grondwatersysteem Wetterskip Fryslan, i.s.m. Arcadis, TNO-rapport 2006-U-R0152/A, 29p.
- Oude Essink, G.H.P., Baaren, E., van & Vliet, M. van, 2008a, Verkennende studie klimaatverandering en verzilting grondwater in Zuid-Holland, Deltares-rapport 2008-U-R0322/A, 60 p.
- Oude Essink, G.H.P., Louw, P., de, Baaren, E., van & Vliet, M. van, et al. 2008b, Zoet-zout studie Provincie Flevoland, Deltares-rapport 2008-U-R0546/A, 160 p.
- Oude Essink, G.H.P., E.S. van Baaren, and P.G.B. de Louw. 2010. Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in the Netherlands, *Water Resour. Res.*, 46, W00F04, doi:10.1029/2009WR008719.
- Pauw, P.S., Louw, P.G.B., de, Oude Essink, G.H.P. 2012. Groundwater salinization in the Wadden Sea area of the Netherlands; quantifying the effects of climate change, sea level rise and anthropogenic interferences, accepted in *Netherlands Journal of Geosciences*
- Stuyt, L., Hoogvliet, M., van Bakel, J., Veraart, Paulissen, M., Delsman, J., Oude Essink, G. 2012. Kansrijkheid van anders omgaan met zout, een druppel op de gloeiende plaat, of niet?
- Stuyt et al., 2011, Basic Survey Zout en Joint Fact Finding effecten van Zout.
- Van Bakel en Stuyt, 2011, Actualisering van de Kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen. Alterra rapport 2201.
- Veraart en van Gerven, 2012, Verzilting, klimaatverandering en de Kaderrichtlijn Water in de Schieland boezem, in voorbereiding.
- Vries, A., de, Veraart, J., Vries, I. de, Oude Essink, G.H.P., Zwolsman, G.J., Creusen, R., Buijtenhek, H.S. *et al.* 2009. Vraag en aanbod van zoetwater in de Zuidwestelijke Delta, een verkenning. Meta-studie Zuidwestelijke Delta, Kennis voor Klimaat, 82 p.
- Vries, de, I., Maat, ter, J., Velzen, van, E. 2012. Toekomstbestendigheid besluit Volkerak-Zoommeer: een robuuste beslissing?

Bijlage A Projecten

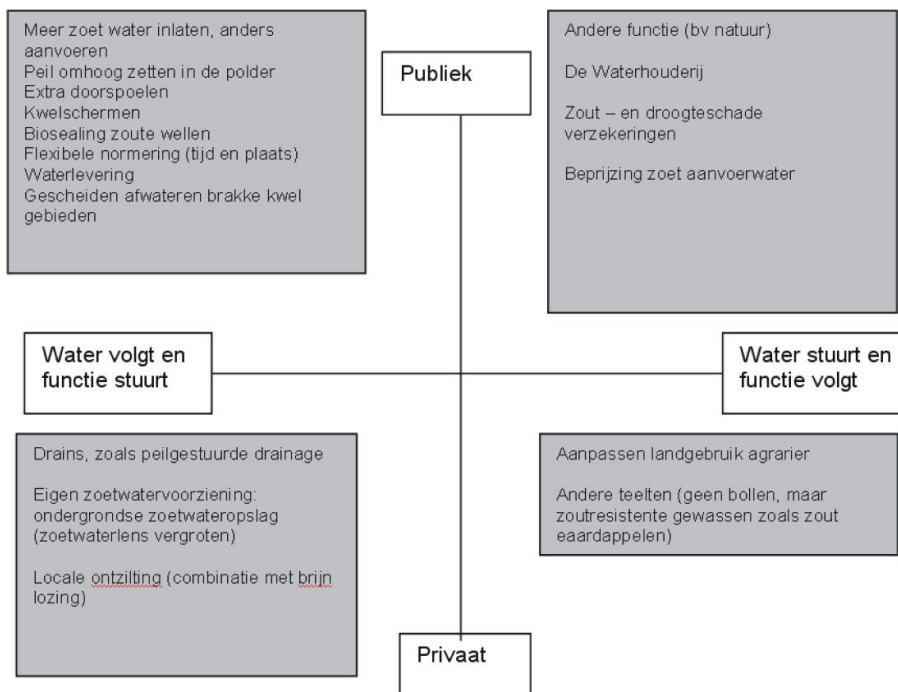
- Verzoeting-verzilting freatisch grondwater in de Provincie Zeeland: Monitoring en modelleren
- Bepaling van de toekomstige verzilting van het grondwater in Zuid-Holland: 3D zoet-zout model
- Duurzaamheidsverkenning Nederland (Kwadijk *et al.*, 2007)
- Kwalitatieve beschouwing van de effecten van een zout Volkerak Zoommeer op het grondwatersysteem
- Interreg IV-B, CLIWAT, CLImate change in relation to WATER quantity and quality
- Zoet-zout Nationaal Hydrologisch Instrumentarium
- De Waterhouderij
- Interreg IV-B, Climate Proof Areas
- Wellenreductie studie
- Zoute wellen droogmakerijen en regenwaterlenzen (Promotie De Louw)
- Monitoringsplannen voor Waterdunen en Perkpolder
- Verzilting grondwatersysteem Wetterskip Fryslan
- Pilot zoetwaterverkenning Zuidwestelijke Delta
- Metastudie Zuidwestelijke Delta
- Climate Proof Fresh Water Supply: KvK2
 - WP1: Europese context
 - WP2: interactie GW-OW (Delsman) en regenwaterlenzen (Pauw)
 - WP3: zoutresistentie gewassen (vd Zee/Rozema)
 - WP4: Watertechnologie
 - WP5 Cases ZWD, Haaglanden en De Groene Ruggengraat,
- Nationaal Modellen en Data Centrum: van Kritische Zone tot Kritische Onzekerheden
- Basic Survey Zout en Joint Fact Finding effecten van Zout (Stuyt *et al.*, 2011)
- Actualisering van de Kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen (Bakel en Stuyt, 2011)
- Interreg IV-B Scaldwin, transboundary zoet-zout grondwaterstromingsmodel Vlaanderen
- Kustlaboratorium
- DP ZWD (interne verzilting Brielse Meer/Bernisse)
- Knelpuntenanalyse zoetwater 2.0 ZWD-RD
- Zoetwater verhelderd: Maatregelen voor zoetwater zelfvoorzienendheid in beeld

Te starten in najaar 2012:

- Interreg IV-B WATERCAP
- KvK3: Valorisatie kansrijke oplossingen ZWD

Bijlage B Eerste inventarisatie mogelijke (lokale) maatregelen

Eerste inventarisatie van mogelijke maatregelen voor wateropgave volgens het denkmodel



Geassocieerde kennisvragen:

- 1 Wat is een duurzame inrichting van het watersysteem qua zoet-zout?
- 2 Welke verschillende type maatregelen zijn kansrijk, mogelijk en haalbaar op sub-lokaal (perceel), lokaal (LSW, peilvak polder) en regionaal niveau om verziltling te beperken?
- 3 Sluiten maatregelen aan bij huidig beleid en welke veranderingen zijn nuttig/nodig voor een succesvolle implementatie?
- 4 Welke strategieën zijn er om het oppervlaktewaterbeheer – binnen de polder - te optimaliseren?
- 5 Hoe kan de ontwikkelde lokale kennis opgeschaald worden voor gebruik in andere regio's?
- 6 Hoe varieert de bijdrage van verschillende waterstromen (kwelwater, inlaatwater) ruimtelijk en temporeel binnen een polder?
- 7 Komt zoet ingelaten water tot in de haarvaten; of wordt het hydraulisch tegengehouden of verdampt het grotendeels?
- 8 Hoe is het grondwater – oppervlaktewatersysteem zo robuust en efficiënt mogelijk in te richten, zodat ook in de toekomst voldoende zoet water beschikbaar is?
- 9 In welke mate kan lokaal geborgen zoet grondwater optimaal benut worden om zoetwater van de juiste benodigde kwantiteit, van voldoende kwaliteit, op de juiste plaats, en op het juiste moment te leveren?

Bijlage C Voorbeeld lokale maatregelen tegen verzilting

Perceel 1 e-3 km	Agrarisch bedrijf 1 e+0 km	Cooperatie / Waterbedrijf 2 e+1 km	Deelgebied 2 e+2 km	ZW Delta 2 e+3 km	Nederland 3 e+4 km
conditioneren van watersysteem op perceel Vergroting afstand of verhoging niveau van drainagemiddelen Afvangen brakke kwel door kwelscherm van diepe drains Combinaties berging en drainage	Eigen watervoorzienig Opvang en recirculatie regenwater Ontzilten brak water Ontzilten brak water met MEMSTILL technologie Aanpassen agrarisch landgebruik Teeltsysteem zoete gewassen - bodemstructuur - nutriëntenvoorziening - drip/sprinkler irrigatie Gewaseigenschappen veranderen (veredeling, genetische modificatie en halofyten) Overstap op zoutminnende gewassen Overstap op zoutminnende aquacultuur Interne watervoorziening door seizoensberging Kreekkruggen / strandwallen Diepe aquifers door zoet water injectie	Waterlevering Beprijzing waterlevering Externe wateraanvoer Aanvoeleidingen en afvoer via de watergangen Interne watervoorziening door berging Kreekkruggen / strandwallen Diepe aquifers door zoet water injectie Verzekeringen / fondsvorming	Normering en watervoorziening differentiëren in ruimte en tijd Ruimtegebruik sturen Verplaatsen verziltinggevoelige teelt Stedelijke ontwikkeling Ontwikkelen van natuur Brak watervoorziening zilt teelten mogelijk maken Herziening natuurdoeltypen Sturen brakke stromen Compartimenteren brakke kwelgebieden Zonering op basis van beschikbaarheid zoet water Concentreren brakke kwel door doorprikken/verdiepen slootbodems Concentreren van kwel langs de randen van diepe polders Dubbel slootpeil	Externe wateraanvoer Polder water hergebruik / hercirculatie Gescheiden aan en afvoer via watergangen Interne watervoorziening door berging Seizoensberging in open waterreservoirs - bassin (seizoensberging) - natuurgebied gebruiken als opslag - aanleg tussenboezems Zoetwaterlenzen op percelen door verlaging van slootpeilen Tegengaan brakke grondwaterkwel Peilverhoging in watergangen / polder Waterwinning in het watervoerend pakket onder de Holocene deklaag Dichten van wellen Waterlevering Waterakkoorden en waterovereenkomsten externe aanvoer	

