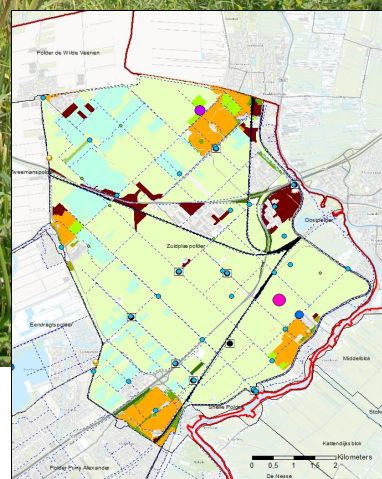
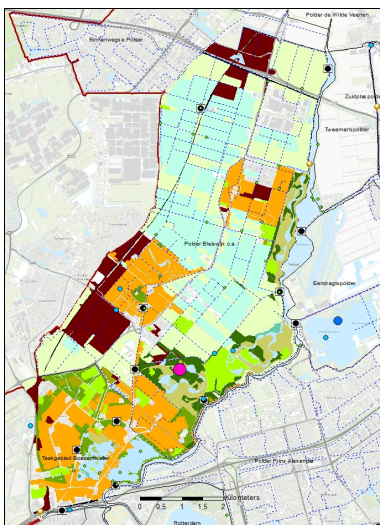


Hoe om te gaan met verzilting?

Naar een afgewogen besluitvorming rond verziltingsbeheer



December 2014

Door:

Herman Offereins

Hogeschool van Hall Larenstein
Opleiding Land en Watermanagement

In opdracht van:

Dhr. drs. W. Twisk,
Hoogheemraadschap van
Schieland en de Krimpenerwaard

Mevr. S. Eeman MSc,
Hogeschool van Hall-Larensteino

Hoe om te gaan met verzilting?

Naar een afgewogen besluitvorming rond verziltingsbeheer

Herman R. Offereins

Rotterdam

december 2014

trefwoorden: verzilting, klimaatverandering, Schieland

Afstudeerrapport gemaakt in opdracht van
het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
en Hogeschool van Hall-Larenstein
opleiding Land en Watermanagement, major Inrichting en Waterbeheer.

Foto voorzijde:
Hoofdtocht te Moordrecht
(door Herman Offereins, 2013)

Inhoud

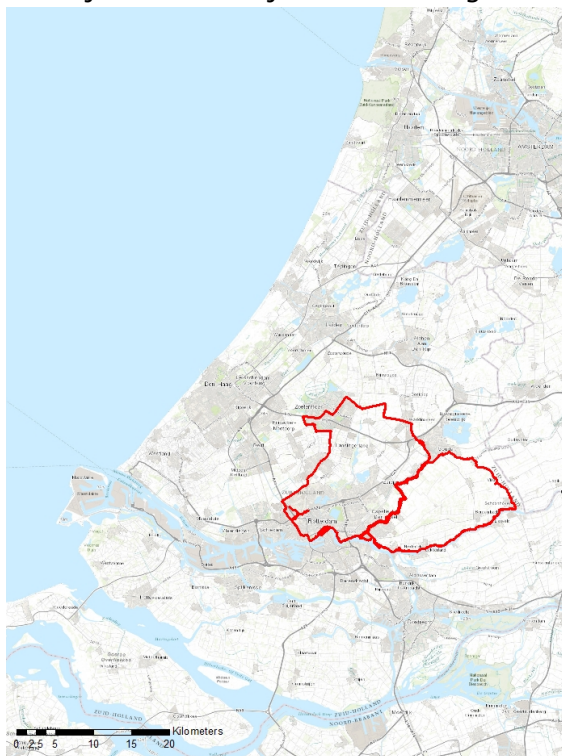
Voorwoord	v
Leeswijzer.....	v
Samenvatting.....	vi
1. Aanleiding en doel van dit onderzoek.....	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Probleemstelling.....	2
1.3 Onderzoeksvraag.....	2
2. Werkwijze.....	3
2.1 Belangen.....	3
2.2 Ernst en verspreiding van verzilting.....	3
2.3 Beleid en beheersmaatregelen.....	3
2.4 Kosten en batenafweging; Doelmatigheid.....	4
2.5 Toekomstbestendigheid.....	4
2.6 Adviezen en aanbevelingen.....	4
3. Belangen.....	5
3.1 Effecten van verzilting.....	5
3.2 Gevolgen voor agrarische productie en opbrengst.....	6
3.3 Gevolgen voor terrestrische ecosystemen.....	7
3.4 Gevolgen voor aquatische ecosystemen.....	7
3.5 Overige gevolgen	9
3.6 Eerste conclusies.....	9
4. Chlorideconcentraties in polder Bleiswijk en Zuidplaspolder.....	10
4.1 Zomerhalfjaargemiddelden en maximale waarden.....	10
4.2 Interne verzilting in beeld.....	13
4.3 Conclusies over Chloridegehalten.....	15
5. Beleid en beheersmaatregelen.....	16
5.1 Vigerend beleid en beheerspraktijk.....	16
5.2 Ontwikkelingen in beleid	18
6. Doelmatigheid; Kosten en batenafweging.....	19
6.1 Doelmatigheid.....	19
6.2 Kosten en baten.....	19
6.3 Conclusie	20
7. Toekomstbestendigheid.....	21
7.1 Klimaatverandering.....	21
7.2 Bodem.....	21
7.3 Toekomstig verziltingsbeheer.....	21
7.4 Oplossingen voor interne verzilting.....	22
7.5 Risicokaart interne verzilting.....	22
8. Conclusies en Aanbevelingen.....	24
8.1 Conclusies.....	24
8.2 Aanbevelingen.....	24
Bronnen.....	25
Bijlagen.....	27

Voorwoord

Het voor u liggende rapport is het verslag van een afstudeeronderzoek in het kader van de opleiding Land en Watermanagement van hogeschool Van Hall Larenstein. Het onderwerp verzilting heb ik gekozen omdat het een onderwerp is dat in heel west en noord Nederland actueel is en in de komende jaren zal blijven. Verzilting heeft consequenties voor (agrarisch) grondgebruik, ruimtelijke ordening, waterbeheer en ecologie. Het onderwerp raakt daarmee aan bijna alle technische en beleidsmatige aspecten van Land en Watermanagement waar waterbeheerders mee te maken hebben.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (HHSK). Het werkgebied van HHSK ligt grofweg tussen Rotterdam, Zoetermeer, Gouda en Schoonhoven (afbeelding 1). De insteek van dit rapport is vooral beleids-/beheersmatig. In het kader van dit in deeltijd uitgevoerde onderzoek was er geen ruimte om diep in te gaan op fysische of ecologische kanten van verzilting. Er is daarom gebruik gemaakt van kennis uit bestaand onderzoek en van meetgegevens uit het monitoringsprogramma van het hoogheemraadschap.

Vanuit het hoogheemraadschap is de inhoudelijke (en ook praktische) ondersteuning gedaan door Wim Twisk. Vanuit hogeschool van Hall Larenstein door Sara Eeman. Hen beiden dank ik voor het meedenken, kritisch meelesen en bijsturen.



Afbeelding 1. Schieland en de Krimpenerwaard in Zuid-Holland

Leeswijzer

Het rapport begint met een algemene omschrijving van het probleem en de daaruit gedestilleerde onderzoeksvraag. In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze toegelicht aan de hand van de stappen die genomen zijn om tot het resultaat te komen. In hoofdstuk 3 t/m 5 worden de bevindingen beschreven. Aan de hand hiervan wordt in hoofdstuk 6 besproken in hoeverre de huidige bedrijfsmatige en beleidsmatige omgang met verzilting in verhouding staat tot de grootte van het probleem. Hoofdstuk 7 bespreekt de mogelijke effecten van klimaatverandering op het verziltingsprobleem en het beheer daarvan. Het rapport wordt afgesloten met enkele algemene conclusies en aanbevelingen.

Samenvatting

Verzilting, het zouter worden van grond- en oppervlaktewater, is een probleem voor de landbouw. Waterbeheerders bestrijden verzilting door hun systeem door te spoelen met zoet water. Dit doorspoelen is in toenemende mate problematisch. Er is steeds meer water voor nodig, terwijl er minder goed water beschikbaar is. In dit rapport is de inspanning die nodig is om polderwater zoet te houden afgewogen tegen het resultaat, namelijk de beperking van economische en ecologische schade. Bestudering van zouttoleranties van akkerbouwgewassen, flora en fauna en van grondgebruik in de polder Bleiswijk en de Zuidplaspolder boven Rotterdam leidt tot de conclusie dat pas bij chloridegehalten van 500mg/l en meer enige economische en ecologische schade valt te verwachten. Dit is drie tot vier keer meer dan de door HHSK gerealiseerde zomergemiddelden en tot twee keer zoveel als de gehanteerde streefwaarden. Omdat de te verwachten schade laag is lijkt het acceptabel om het doorspoelen te beperken en hogere chloridegehalten in de polder te accepteren. Ook de chloridenorm van inlaatwater zou verder kunnen worden versoepeld zodat in droge perioden de inname minder vaak hoeft te worden gestaakt.

Het is de verwachting dat in de toekomst droge perioden in frequentie en duur zullen toenemen. Om de beperkte beschikbaarheid van inlaatwater op te kunnen vangen is meer kennis nodig over het watersysteem. Een gedetailleerde kennis van waterbalans, debieten en kwelstromen vormen de basis voor een optimalisatie van inlaten en doorspoelen. Door aanpassingen aan de inrichting van het watersysteem kan gewerkt worden aan een waterscheiding tussen locaties met lage chloridegehalten en sterk verzilte locaties.

Belangrijke aanbeveling hierbij is dat het hoogheemraadschap prioriteit geeft aan het voorkomen van nieuwe bronnen van interne verzilting. Verstoring van de bodem door graaf- en bouwactiviteiten kunnen de zoute kwel versterken en zo grote invloed hebben op de chloridebalans in het onderzoeksgebied.

1. Aanleiding en doel van dit onderzoek

1.2 Kader

Grote delen van west en noord Nederland liggen onder de zeespiegel. Om deze gebieden droog te houden worden jaarlijks grote hoeveelheden grond- en regenwater uitgemalen en naar zee afgevoerd. Als bijkomend en onbedoeld effect van deze vorm van waterbeheer komt er grondwater uit diepere bodemlagen naar boven. Dit diepe grondwater bevat vaak relatief veel chloride (Griffioen, Louw, Boogaard, & Hendriks, 2002). Verhoogde chlorideconcentraties, aangeduid met de term *verzilting*, kunnen op verschillende manieren tot schade leiden. In de wortelzone van land- en tuinbouwgewassen leidt verzilting tot opbrengstderving en daarmee tot economische schade. Schade kan ook ontstaan aan natuurlijke vegetaties met een lage zouttolerantie. Ecologisch waardevolle gebieden en beschermde plant- en diersoorten worden zo door verzilting bedreigd. Een andere vorm van economische schade ontstaat doordat verhoogde chlorideconcentraties het water ongeschikt maken voor toepassing in (industriële) productieprocessen. Bedrijven die oppervlakte- of grondwater winnen voor hun bedrijfsvoering moeten een alternatieve waterbron zoeken wanneer de chlorideconcentraties te hoog oplopen.

Naast de genoemde vormen van schade die door verzilting kunnen optreden kan er ook sprake zijn van overlast door verziltingsverschijnselen. De overlast komt voort uit het verschil in waterkwaliteit tussen het zoute grondwater en het zoete oppervlaktewater. Afhankelijk van de samenstelling van het grondwater kan algenbloei optreden, maar ook, of als gevolg daarvan, sterfte van algen, macrofauna en vissen. Troebel water met dode vissen leidt tot klachten van aanwonenden, (sport-)vissers en recreanten. Ook als de ecologische schade beperkt blijft kan deze overlast aanleiding zijn tot het nemen van maatregelen.

De mate waarin schade en overlast optreedt, hangt onder meer af van de hoogte van de chlorideconcentraties en van het geteelde gewas, het type natuurlijke vegetatie en het bedrijfsproces waarvoor het water gebruikt wordt. De hoogte van chlorideconcentraties in verziltingsgevoelige gebieden varieert door het jaar heen. Afhankelijk van weersomstandigheden komen zowel geleidelijk stijgende chlorideconcentraties voor als kortdurende perioden met hoge concentraties.

Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen *interne* verzilting en *externe* verzilting. Interne verzilting treedt op wanneer diep grondwater, met verhoogde chlorideconcentraties, naar boven welst en zich mengt met het ondiepe grondwater en het oppervlaktewater. Interne verzilting treedt vaak lokaal op op plekken waar de scheidende laag tussen ondiep grondwater en het eerste watervoerende pakket dun of verstoord is. Vooral in warme perioden met weinig neerslag, wanneer de vraag naar oppervlakte- en grondwater voor beregening van gewassen hoog is, is het opwellen van zout grondwater merkbaar.

Van externe verzilting is sprake wanneer gebiedsvreemd water met verhoogde chlorideconcentraties wordt ingelaten. Het inlaten van water vanuit de grote rivieren heeft onder meer als doel de waterstanden in een gebied op peil te houden. Ook dit speelt vooral in warme perioden wanneer de vraag naar water hoog is. De rivieren die langs het werkgebied van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard liggen, de Nieuwe Maas en de Hollandsche IJssel, staan in open verbinding met de Noordzee. In perioden met weinig afvoer van de rivier dringt zeewater ver het binnenland in en vermengt zich met het rivierwater. De chlorideconcentratie van het inlaatwater bij de inlaatpunten bij Rotterdam en Gouda kan hierdoor ongewenste niveaus bereiken.

Interne verzilting is een continu proces dat geremd wordt door een hoog grond- en oppervlaktewaterpeil. De mate waarin interne verzilting optreedt verschilt sterk per regio. In Schieland, onderdeel van het werkgebied van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard waar dit onderzoek is uitgevoerd, is het probleem van interne verzilting beperkt in verspreiding en volume. Dichter bij zee gelegen gebieden als de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, maar ook Rijnland en het noorden van Friesland

en Groningen, hebben op grotere schaal te maken met brak grondwater. Externe verzilting treedt uitsluitend op in droge perioden, wanneer ook de interne verzilting extra invloed heeft. De problemen van interne verzilting worden versterkt door bodemdaling en zeespiegelstijging. Wanneer klimaatverandering inderdaad gepaard gaat met het vaker optreden van langdurige droogteperiodes in de zomer zal ook de frequentie en ernst van externe verzilting toenemen.

1.2 Probleemstelling

Door bodemdaling, klimaatverandering en zeespiegelstijging is de verwachting dat het optreden van verzilting vaker en in toenemende mate een probleem zal worden. Op dit moment wordt verzilting binnen het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, vanwege de geringe ernst en frequentie, nog niet als een groot of urgent probleem ervaren. In het waterbeheerplan 2010-2015 (HHSK, 2009) wordt het begrip verzilting niettemin tien keer genoemd. Hieronder twee citaten:

Pag. 28: "De toename van de interne verzilting (zoute kwel) door zeespiegelstijging is de komende decennia waarschijnlijk nog verwaarloosbaar. Overhaaste maatregelen in verband met klimaat zijn dus niet nodig. Wel is het belangrijk om de komende tijd onderzoek te doen naar de ontwikkelingen, de consequenties van mogelijke ingrepen en duurzame oplossingen".

Pag. 36: "Het vormt een uitdaging voor HHSK om ondanks de toenemende risico's van verzilting en beperkingen in de beschikbare hoeveelheid water, de verschillende functies en belangen in het gebied ook in de toekomst zo goed mogelijk te kunnen bedienen. De consequenties van klimaatverandering voor zoetwatervoorziening en wateraanvoer op de lange termijn zijn op dit moment niet te overzien".

De onzekerheden in de ontwikkelingen binnen de verziltingsproblematiek hebben inmiddels geleid tot een forse onderzoeksinspanning bij waterschappen en onderzoeksinstituten. Het voorliggende onderzoeksproject beoogt specifiek voor het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard helderheid te krijgen over de huidige praktijk van verziltingsbeheer. Die praktijk houdt in dat in perioden van droogte en grote watervraag chlorideconcentraties worden verlaagd door middel van doorspoelen. Dat wil zeggen dat er extra water wordt ingelaten in het verzilte gebied. Door verdunning en doorstroming wordt zo de chlorideconcentratie verlaagd tot een gewenst niveau. Hoewel doorspoelen een veelgebruikte methode is om verzilting terug te dringen is niet altijd duidelijk hoe efficiënt dit is, met andere woorden: staat de omvang van de maatregel in verhouding tot het gewenste en bereikte effect? Daarnaast is de vraag of de methode ook zal voldoen in toekomstscenario's waarbij de omvang en frequentie van verzilting, en daarbij ook het risico van externe verzilting, toenemen.

1.3 Onderzoeksvraag

Om het huidige beleid van HHSK met betrekking tot verzilting te analyseren is voor dit onderzoek de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

- Is het huidige verziltingsbeheer door HHSK doelmatig en toekomstbestendig?

Het beheer is *doelmatig* wanneer aan drie voorwaarden wordt voldaan: 1. De genomen maatregelen leiden daadwerkelijk tot lagere chlorideconcentraties en beperking van schade en overlast. 2. De kosten van (het uitvoeren van) de maatregelen staan in verhouding tot de reductie van schade en overlast. 3. De maatregelen leiden niet tot afwenteling van het probleem op andere gebieden of belangen.

Het beheer is *toekomstbestendig* wanneer de besluitvorming, normering en beschikbare maatregelen ook doelmatig zijn bij toekomstscenario's waarin zowel interne als externe verzilting in toenemende mate zullen optreden.

Om de vraag naar de doelmatigheid van het gevoerde beheer te kunnen beantwoorden is kennis nodig van

- De Zuidplaspolder en de Polder Bleiswijk (afbeelding 2) zijn twee gebieden binnen het werkgebied van HSK waarin interne verzilting het meest optreedt. Het onderzoek is daarom geconcentreerd op de situatie in deze polders.

[illegible]

2.1 Belangen

2.2 Ernst en verspreiding van verzilting

2.3 Beleid en beheersmaatregelen

3

Speciale aandacht is besteed aan welke signalen worden gebruikt om beheer in te zetten. Ook is geïnformeerd naar de monitoring en afwikkeling van de maatregelen, bijvoorbeeld het moment waarop het doorspoelen wordt beëindigd. Tot slot zijn de kosten van inzet van personeel en materieel zo goed mogelijk in kaart gebracht.

2.4 Kosten en batenafweging; Doelmatigheid

Aan het nemen van maatregelen zijn altijd zekere kosten verbonden. In hoofdstuk 6 worden de kosten van het niet nemen van maatregelen (beschreven in hoofdstuk 4) afgezet tegen de kosten en baten van het wel nemen van maatregelen (beschreven in hoofdstuk 5). Door kosten en baten tegenover elkaar te zetten kan worden beoordeeld of het gevoerde beheer doelmatig is.

Omdat zowel kosten als baten erg afhankelijk zijn van allerlei variabele omstandigheden geeft deze afweging niet meer dan een globale indruk van de doelmatigheid van het gevoerde verziltingsbeheer. Het doel van deze afweging is dan ook met name te onderzoeken welke posten het zwaarste wegen en of daarin bij verschillende toekomstscenario's verschuivingen zullen optreden.

2.5 Toekomstbestendigheid

De doelmatigheid van verziltingsbeheer is afhankelijk van allerlei variabelen. In hoofdstuk 7 wordt uiteengezet hoe een aantal van die variabelen in de toekomst zal veranderen onder invloed van klimaatverandering. Daarbij wordt besproken op welke manier deze veranderingen effect zullen hebben op de uitkomst van de kosten en baten afweging. Op basis hiervan wordt geconcludeerd of de huidige praktijk van beheer en beleid toekomstbestendig is. Aansluitend wordt een overzicht gegeven van mogelijke maatregelen om (de effecten van) verdere verzilting te beperken.

2.6 Adviezen en aanbevelingen

Het rapport wordt afgesloten met aanbevelingen en adviezen met betrekking tot het monitoren en optimaliseren van het verziltingsbeheer.

3. Belangen

In de verziltingsproblematiek spelen economische, ecologische en recreatieve belangen. De economische belangen hebben vooral te maken met agrarische productie. Natuurlijke levensgemeenschappen en bijzondere natuurwaarden zijn gevoelig voor (schommelingen van) chloridegehalten. De ecologische kwaliteit van natuurgebieden, overig groen en oppervlaktewater kan aangetast worden door toenemende verzilting. Behalve aan het belang van kwetsbare natuur en beschermde soorten raakt dit ook aan recreatieve belangen. Recreatief medegebruik van het landschap vraagt om een aantrekkelijk landschap met gezonde levensgemeenschappen.

Uit de analyse blijkt dat verzilting voor de agrarische belangen nauwelijks een knelpunt is. De aanwezige glastuinbouw (zie tabel 1) maakt geen gebruik van oppervlaktewater. De lokale akkerbouw is door gewaskeuze tamelijk tolerant voor verzilting. Dat geldt in nog sterkere mate voor de veeteelt, waarin chloridegehalten van meer dan 1000mg/l goed worden verdragen.

Natuurlijke levensgemeenschappen zijn meer gevoelig voor verzilting. Dit geldt met name voor de aquatische en semi-aquatische gemeenschappen die in direct contact met het oppervlaktewater staan. In perioden van sterke verzilting kan dit leiden tot algenbloei, aantasting van oevervegetaties en vissterfte. Dit kan leiden tot extra inspanningen en uitgaven voor water-, natuur- en groenbeheerders om hun beheerdoelstellingen te kunnen halen.

Na een korte beschrijving van de algemene effecten van chloride op bodemchemie en ecologie worden in dit hoofdstuk de risico's van verzilting voor de verschillende belangen verder toegelicht.

Tabel 1. Grondgebruik (ha)

	<i>Bleiswijk</i>	<i>Zuidplas- polder</i>
Glastuinbouw	961	548
Overig agrarisch	1164	3980
Overig groen	561	92
Binnenwater	407	50
Overig	2685	1145
Totaal	5778	5815

(Bron: Nationaal Georegister, bestand bodemgebruik, 2010)

3.1 Effecten van verzilting

De fysiologie van planten en dieren is gevoelig voor de hoeveelheid opgeloste zouten in water. Dit geldt niet alleen voor aquatische organismen, maar ook voor terrestrische, die water opnemen via hun wortels of als drinkwater. Het opnemen van water gaat makkelijker wanneer in dat water weinig opgeloste zouten zitten. Omdat brak water een hoger zoutgehalte heeft is dit water moeilijker opneembaar dan zoet water. Dit kan leiden tot een vochttekort bij organismen die met brak water te maken krijgen. Vochttekort kan leiden tot verminderde groei, verminderde voortplanting en zelfs sterfte, afhankelijk van de tolerantie van elk organisme voor hogere zoutconcentraties. Verschillen in tolerantie kunnen zo leiden tot een verschuiving in soortensamenstelling van het ecosysteem in of langs het water en het verdwijnen van kwetsbare en beschermde soorten. Ook voor landbouwgewassen geldt dat er verschillen bestaan in tolerantie voor zoutgehalte van het water. Het effect van verzilting op gewasopbrengst verschilt daarom per gewas. Veel planten- en diersoorten kunnen zich aanpassen aan wisselende zoutconcentraties wanneer de veranderingen geleidelijk gaan. In het algemeen zijn volwassen planten en dieren beter bestand tegen schommelingen dan jonge zaailingen en larven. Door het groeiseizoen heen verandert daarmee het potentiële schadelijke effect van verzilting.

Naast de genoemde biologische/fysiologische effecten van verzilting heeft de toestroom van brak water ook gevolgen voor de chemie van bodem en water. Zo bevat brak water vaak een aanzienlijke hoeveelheid sulfaat. Toestroom van sulfaat leidt onder meer tot mobilisatie van fosfaat, wat een eutrofiërend effect heeft. Hoewel de poldersloten in het onderzoeksgebied al tamelijk eutroof zijn is dit toch een ongewenst effect.

Hieronder wordt dieper ingegaan op de gevolgen van verzilting voor verschillende systemen en belangen voor zover relevant voor het onderzoeksgebied.

3.2 Gevolgen voor agrarische productie en opbrengst

In opdracht van HHSK is een onderzoek uitgevoerd naar de voorwaarden die door agrariërs worden gesteld aan het gebruik van gietwater voor hun gewassen (Bij de Vaate, 2014, in voorbereiding). Het onderzoek is uitgevoerd in Polder Bleiswijk en de Zuidplaspolder. In dit onderzoek is voor verschillende teelten onderzocht wat de opbrengstderving zou zijn bij verhoogde chloridegehalten. Hieruit blijkt dat bij Na-concentraties¹ van 40-50mg/l de opbrengstderving in de (glas-)tuintbouw al kan oplopen tot ruim €400 per ha/wk, afhankelijk van de teelt. Een dergelijk Na-gehalte is in Bleiswijk vrij gemiddeld maar wordt in de Zuidplaspolder regelmatig ruim (2 tot 3 maal) overschreden (Bij de Vaate, 2014, bijlage 4). In hetzelfde rapport wordt tegelijk opgemerkt dat oppervlaktewater niet of nauwelijks gebruikt wordt als gietwater, ongeacht het chloridegehalte. De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt namelijk als te onbetrouwbaar ervaren voor een goede bedrijfsvoering. Het gehalte aan meststoffen, chloride/natrium, gewasbeschermingsmiddelen en andere vervuilingen is variabel en onvoorspelbaar. Bovendien bestaat het risico om via het oppervlaktewater besmettingen met plantenziekten binnen te halen. De glastuintbouw investeert daarom bij voorkeur in regenwaterbassins en grondwaterputten met ontziltingsinstallaties. In 2014 is door HHSK, samen met overheden en glastuintbouwbedrijven, begonnen met het project AquaReUse (www.aquareuse.nl), de bouw van een zuiveringsinstallatie om afvalwater uit de glastuintbouw her te gebruiken. Chrysantentelers zijn in het onderzoeksgebied een uitzondering omdat ze wel oppervlaktewater gebruiken. Dit heeft te maken met het feit dat dit een vollegrondsteelt is waarin relatief veel water gebruikt wordt. Daarnaast wordt een enigszins verhoogd chloridegehalte voor deze teelt niet als probleem ervaren. Chloride wordt in de teelt regulier toegepast voor een betere kwaliteit van het product.

De glastuintbouw stelt dus zulke hoge eisen aan het gebruik van gietwater dat oppervlaktewater niet/nooit aan deze eisen kan voldoen. Hierdoor gaat de verziltingsproblematiek in feite aan de glastuintbouw voorbij.

Tabel 2. Zoutgevoeligheid van landbouwgewassen

	gevoeligheids- -klasse *	tolerantie- grens**	tolerantie- grens***
grasland	T	2400	962
wintertarwe	MT	1200	1000-1500
bieten	T	2400	1288
aardappels	MG	600	200
sluitkool	MT	1200	-

* bron: FAO (naar Bakel & Stuyt, 2011, bijlage 3);

T=tolerant, MT=matig tolerant, MG=matig gevoelig

** bron: Bakel & Stuyt (2011)

*** bron: Bij de Vaate (2014), Dam et.al. (2007)

Het overige agrarische oppervlak, dat toch het grootste deel van de polders beslaat, is grotendeels in gebruik als grasland. Een klein deel van het oppervlak is in gebruik als akkerland, waarop onder meer aardappels, bieten en spruiten worden verbouwd (Berkouwer, pers. mededeling, bijlage 1C). De gevoeligheid van landbouwgewassen die in de volle grond worden geteeld is weergegeven in tabel 2. Hierin vallen twee dingen op. Allereerst is er geen consensus tussen de twee geraadpleegde bronnen over de tolerantiegrenzen. Ten tweede liggen

de genoemde tolerantiewaarden ruim boven de op dit moment gehanteerde grenswaarde voor inlaatwater van 400mg/l (HHSK, 2013) en ver boven het tot voor kort gehanteerde MTR (maximaal toelaatbaar risiconiveau) van 200 mg/l (VROM, 1999) of het door het RIVM voorgestelde MTR van 94 mg/l (Verbruggen e.a., 2008). (Poot-)aardappelen zijn volgens beide bronnen het meest gevoelig, maar worden in de meeste jaren niet beregend vanwege het risico op bruinrot (Bij de Vaate, 2014; website NVWA). Bakel en Stuyt (2011) betogen niet alleen dat de genoemde tolerantiegrenzen aan de veilige kant zijn, ze laten ook zien dat beregenen met hogere chloride waarden in veel gevallen minder opbrengstderving geeft dan niet beregenen. Veeteeltbedrijven in het gebied hebben weinig schade te duchten van verzilting omdat gras goed tolerant is en ook het

1 In het rapport van Bij de Vaate (2014) wordt gerekend met Na-concentraties in plaats van Cl-concentraties. De reden hiervoor is dat de fysiologische effecten van brak water op planten in belangrijke mate door het Na-gehalte veroorzaakt worden. De verhouding tussen het Na- en Cl-gehalte van het oppervlaktewater is niet constant, maar het Cl-gehalte is altijd (soms veel) hoger dan het Na-gehalte in hetzelfde monster.

vee zelf zonder bezwaar oppervlaktewater kan drinken met chloridegehalten van 1800mg/l en meer(STOWA, 2009).

Samenvattend is het effect van verzilting van het oppervlaktewater op de winstgevendheid van agrarische bedrijven in het onderzoeksgebied dus beperkt. De glastuinbouw maakt geen gebruik van oppervlaktewater, ongeacht het chloridegehalte. De akkerbouw- en veeteeltbedrijven zijn minder gevoelig voor verhoogde chloridegehalten dan in het verleden werd aangenomen.

3.3 Gevolgen voor terrestrische ecosystemen

Via kwel, horizontale infiltratie en eventueel inundatie kan verzilting invloed hebben op terrestrische ecosystemen. In het kader van natuurbeheer is onderzoek gedaan naar het effect van chloride in het grondwater op natuurdoeltypen en soorten van de habitatrichtlijn (Paulissen en Schouwenberg, 2007). Terrestrische ecosystemen verdragen over het algemeen geen hoge chloridegehalten. Optimumwaarden in de wortelzone liggen tussen 75 en 100 mg Cl/l. Doordat ze hoofdzakelijk door regen- en ondiep grondwater gevoed worden zijn terrestrische systemen minder gevoelig voor verzilting van het oppervlaktewater. Chloridegehalten in de wortelzone nemen in de loop van de zomer toe door ver(=in)damping, op akkers soms tot boven het niveau van het oppervlaktewater (Bakel & Stuyt, 2011). De mate waarin dit gebeurt en waarin het oppervlaktewater door horizontale infiltratie dit gehalte beïnvloedt hangt onder meer af van het bodemtype en de daadwerkelijke verdamping.

In het onderzoeksgebied komen geen Natura2000 gebieden voor. Ook natuurdoeltypen worden niet of nauwelijks aangetroffen. Het overige groen (tabel 1) bestaat uit (sport-)parken, volkstuinten en recreatief groen. De natuurwaarden zijn hier over het algemeen laag en het aantal beschermde soorten zeer beperkt. Gevolgen van verzilting hebben mogelijk effect op de kwaliteit van beplantingen en kunnen leiden tot extra onderhoudskosten en/of een verminderde belevingswaarde. Een uitzondering op dit algemene beeld is een deel van de Zuidplaspolder dat het restveengebied wordt genoemd. De bijzondere bodemgesteldheid, met behalve veenresten ook katteklei², maakt het gebied minder geschikt voor agrarisch gebruik. Naast bijzondere vegetaties komen hier ook zeldzame en beschermde soorten voor als meervleermuis(*Myotis dasycneme*), ringslang(*Natrix natrix*), rugstreeppad(*Epidalea calamita*) en steenuil (*Athene noctua*)(Peereboom e.a., 2008).

Chloride, saliniteit en EGV

De gevoeligheid voor verzilting hangt niet alleen samen met de concentraties chloride. Ook de concentraties aan natrium en sulfaat in het grond- en oppervlaktewater spelen een rol. Doordat in veel onderzoek gekeken wordt naar het effect van de saliniteit (= de totale ionenconcentratie van het water, vooral bepaald door Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ en HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} en Cl^-) of het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) van het water is niet altijd duidelijk wat de exacte betekenis van de chlorideconcentratie is in deze gevoeligheid. Een veel gebruikte manier van omrekenen stelt dat het chloridegehalte (van zeewater) gelijk is aan de saliniteit/1,807 (UNESCO, 1973, aangehaald door STOWA, 2013). Deze omrekening gaat er van uit dat de verhouding tussen chloride en andere ionen redelijk constant is. Of dit voor de wateren in het onderzoeksgebied ook geldt is nog maar de vraag. Meetreeksen van chloridegehalte en EGV suggereren op zijn minst dat de verhouding tussen chloride en andere ionen wisselend is (Bij de Vaate, 2014). Veraart en van Gerven (2012) doen dan ook de aanbeveling om voor elk waterlichaam een eigen omrekeningsfactor te bepalen op basis van tijdreeksanalyse van gemeten chloride, saliniteit en EGV. Ook voor het bepalen van zouttolerantie en normen voor inlaatwater doen zij de suggestie om die te baseren op saliniteit en/of EGV en niet uitsluitend op chloridegehalte.

3.4 Gevolgen voor aquatische ecosystemen

Aquatische en semi-aquatische ecosystemen verdragen hogere chloridegehalten, 300 mg/l en meer (Paulissen en Schouwenberg, 2007), maar reageren sterker op veranderingen daarvan dan terrestrische systemen. Met name soorten die geheel of gedeeltelijk onder water leven staan in direct contact met zouten in het water die hun stofwisseling kunnen beïnvloeden. In Australisch onderzoek bleek dat micro- en macrofauna (m.n. de soorten zonder exoskelet) en geheel submerse waterplanten (w.o. *Chara* en *Nitella* kranswieren) gevoelig zijn voor chlorideconcentraties boven ca. 500 mg/l

2 Katteklei is een kleiige afzetting in brakke kustwateren waarin veel zwavelzuur voorkomt en grote hoeveelheden ijzer, aluminium en zware metalen.

(James e.a., 2003, aangehaald in Veraart en van Gerven, 2012). Visbroed in zoet water is tolerant voor concentraties tot ca. 250 mg/l terwijl de meeste volwassen vissen goed bestand zijn tegen chlorideconcentraties van 500mg/l en meer. Voor veel soorten planten en dieren geldt dat ze vrij goed bestand zijn tegen geleidelijk oplopende concentraties chloride, maar minder goed tegen plotseling pieken, maar hier is weinig specifieke informatie over beschikbaar.

Voor natuurdoeltypen is er onderzoek gedaan naar de hersteltijden na een periode van blootstelling aan schadelijke hoeveelheden chloride (Paulissen en Schouwenberg, 2007). Het blijkt dat er niet veel gegevens bekend zijn over de hersteltijd van complete natuurdoeltypen. Over individuele soorten is meer bekend, met name voor plantensoorten. De gevonden gegevens laten zien dat vooral bos- en regenwatergevoede natuurdoeltypen gevoelig zijn voor verzilting en lange hersteltijden hebben. Verdwenen macrofaunasoorten herstellen zich vaak moeilijk door hun beperkte verspreidingsvermogen. Er treedt hierdoor een verschuiving op in soortensamenstelling waarbij het aantal soorten kokerjuffers en steenvliegen af- en het aantal kreeftachtigen toeneemt. Netto effect is vaak dat de totale diversiteit afneemt bij toenemende verzilting.

In de polder Bleiswijk komt geen kwetsbare natuur voor. Er is daarmee geen opgave om verzilting te bestrijden om kwetsbare natuur en/of soorten in stand te houden. In de Zuidplaspolder zijn er wel potenties voor natuur. Het zogenaamde restveengebied ligt in het laagste deel van de polder. De lage ligging en de aanwezigheid van katteklei in de bodem hebben geleid tot een extensief gebruik, waardoor er meer ruimte is voor natuurwaarden. In dit gebied ligt een aantal sloten waarvan bekend is dat er bijzondere soorten planten en dieren voorkomen (Veraart en van Gerven, 2012, Peereboom e.a. 2008). Genoemd worden onder meer drijvend en glanzig fonteinkruid (*Potamogeton natans*, resp. *P. lucens*), aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en kranswieren (*Chara* sp.). Ook zijn de beschermde vissoorten kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*) en bittervoorn (*Rhodeus sericeus amarus*) hier aangetroffen. Met de plannen voor het ontwikkelen van een Rode en Groene Waterparel wordt er ruimte gecreëerd voor wonen in combinatie met natuur en recreatie. Deze herinrichting en herbestemming is onderdeel van de versterking van de provinciale EHS (Provincie Zuid-Holland, 2014). In de plannen is rekening gehouden met het risico op interne verzilting. Zo is er sprake van functieverandering van de grond en het opzetten van waterpeilen waardoor (zoute) kwel wordt verminderd en de kansen voor regenwaterafhankelijke levensgemeenschappen vergroot. De uitvoering van de plannen heeft veel vertraging opgelopen door de economische situatie van de laatste jaren.

Tabel 3. KRW-waterlichamen in polder Bleiswijk en de Zuidplaspolder

Polder Bleiswijk	Code	Omschrijving	Cl-norm (GEP)
Vaart Bleiswijk	M10	Laagveen vaarten en kanalen	≤ 300 mg/l
Polder Bleiswijk	M3	Gebufferde (regionale) kanalen	≤ 300 mg/l
Bleiswijkse Zoom	M27	Matig grote ondiepe laagveenplassen	≤ 200 mg/l
Hoge Bergse Bos	M27	Matig grote ondiepe laagveenplassen	≤ 200 mg/l
Lage Bergse Bos	M30	Zwak brakke wateren	300-3000 mg/l
Zuidplaspolder	Code	Omschrijving	Cl-norm (GEP)
Zuidplaspolder noord	M3	Gebufferde (regionale) kanalen	≤ 300 mg/l
Zuidplaspolder zuid	M10	Laagveen vaarten en kanalen	≤ 300 mg/l
Sloten	M1a	Zoet gebufferde sloten	≤ 150 mg/l

Voor het hoogheemraadschap is bestrijding van verzilting vooral een zaak van waterkwaliteit. De Kaderrichtlijn Water vraagt van de waterschappen dat zij zorgen voor ecologisch gezond water. Wat ecologisch gezond is verschilt per watertype en wordt afgemeten aan een aantal maatlaten en fysisch-chemische kwaliteitsnormen (STOWA 2012a/b). Voor het onderzoeksgebied zijn in tabel 3 de aanwezige KRW-waterlichamen en watertypen weergegeven met de daarbij vastgestelde chloridenormen.

Verzilting kan in deze waterlichamen leiden tot overschrijding van de chloride-norm. Daarnaast kan verzilting, door de effecten op planten en dieren, ook leiden tot lagere scores op de maatlaten van bijvoorbeeld macrofyten, vissen en macrofauna. Beide effecten zijn ongewenst omdat hiermee de KRW-doelstellingen in gevaar komen.

3.5 Overige gevolgen

Zowel de schade van verzilting aan natuurwaarden en gewasopbrengst als de kosten die worden gemaakt in verband met de bestrijding ervan, zijn op te splitsen in een constante en een incidentele component. Interne verzilting door brakke kwel is constant aanwezig en het reguliere beheer is erop gericht de effecten hiervan zoveel mogelijk te beperken. Externe verzilting treedt op in geval van droogte en is daarmee een belangrijk aspect van een zogenaamde droogtecalamiteit (HHSK, 2013a). In de protocollen voor het bestrijden van verdroging wordt dan ook expliciet rekening gehouden met het optreden en beperken van verzilting. Een belangrijk effect van de bestrijding van droogte is dat er minder water ingelaten kan worden in de polders, waardoor er effectief minder wordt doorgespoeld (Beleid en maatregelen rond watervoorziening en waterkwaliteit worden in hoofdstuk 5 verder belicht).

Door het beperken van doorspoelen in perioden van droogte en de lagere kwaliteit van het ingelaten water kan het chloridegehalte van het oppervlakte water behoorlijk oplopen (zie hoofdstuk 4). De sterkere invloed van brakke (sulfaatrijke) kwel in combinatie met hogere watertemperaturen kan leiden tot eutrofiëring en algenbloei en/of het ontstaan van kroosdekken. Zowel algenbloei als kroosdekken kunnen leiden tot vissterfte en stankoverlast. Bij bloei van blauwalgen kunnen daarbij ook nog gezondheidsklachten bij (huis-)dieren en mensen optreden³. Bij ernstige klachten van stankoverlast en/of vissterfte wordt de overlast bestreden door het ruimen van dode vissen en kroos. Blauwalg wordt eventueel (op zwemlocaties) opgezogen en afgevoerd. Extra monitoring en communicatie/voorlichting kan nodig zijn totdat de overlast verdwenen is. De bijdrage van verzilting aan deze kostenpost van bestrijding van eutrofiëringsverschijnselen in droge perioden is opnieuw moeilijk te kwantificeren.

3.6 Eerste conclusies

Uit bovenstaande inventarisatie van belangen volgt de conclusie dat verzilting met name effect zal hebben op de ecologische kwaliteit van aquatische en semi-aquatische levensgemeenschappen. In tabel 4 zijn voor de verschillende belangen de gevonden kritische chloridewaarden weergegeven. In hoofdstuk 4 is beschreven hoe deze waarden zich verhouden tot de actuele chloridewaarden in het onderzoeksgebied.

Tabel 4. Kritische chloridewaarden

Belang	Cl-waarde	Opmerkingen
Glastuinbouw	≤ 50 mg/l	Niet relevant want maakt geen gebruik van opp.water
Akkerbouw	1000-1500 mg/l	Voor aardappels 200-600 mg/l *
Veeteelt	1000-1500 mg/l	Zowel voor gras als voor vee
Terrestrische systemen	≤ 200 mg/l	In de wortelzone. Invloed opp.water is beperkt
Aquatische vegetaties	≤ 500 mg/l	
Aquatische macrofauna	300-1000 mg/l	Diversiteit neemt af bij stijgende chloridegehalten
Vissen	250-500 mg/l	Vooral visbroed is gevoelig
KRW-normen	150- 300 mg/l	Zomerhalfjaargemiddelde (april t/m september)

* Aardappels mogen in de meeste jaren niet begoten worden i.v.m. bruinrot. Hierdoor is deze waarde minder relevant voor het verziltingsbeheer

³ Door de provincie is een aantal locaties in het onderzoeksgebied aangewezen als zwemwater. In verband met de gewenste waterkwaliteit zijn dit locaties waar geen sprake is van brakke kwel.

4. Chlorideconcentraties in polder Bleiswijk en Zuidplaspolder

Voor het reguliere waterkwaliteitsbeheer worden met regelmaat watermonsters genomen en geanalyseerd. Watermonsters worden op vastgestelde meetpunten volgens een vaste regelmaat genomen. Voor dit onderzoek zijn van 99 meetpunten in deelgebied Schieland meetgegevens bekeken vanaf het jaar 2000. Hiervan liggen er 37 in polder Bleiswijk (PB) en 35 in de Zuidplaspolder (ZPP). De overige 27 meetpunten liggen in de boezemwateren en de overige polders. Voor alle locaties is de maximale meetwaarde bepaald en het zomerhalfjaargemiddelde (1 apr t/m 31 okt) berekend. (De waarden per meetpunt zijn opgenomen als bijlage 2. De ligging van de meetpunten en hun nummering is terug te vinden in afbeelding 3 en 4).

In de Zuidplaspolder worden hogere waarden gemeten dan in polder Bleiswijk (tabel 5). Echt hoge chlorideconcentraties zijn beperkt tot specifieke locaties als het Lage Bergse Bos (PB), de Scheislout west bij Moordrecht (ZPP) en, in mindere mate in de 7e Tocht bij Waddinxveen.

Tabel 5. Zomerhalfjaargemiddelden en aantal locaties boven 150/300 mg Cl⁻/l

Gebied	Gem	2 hoogste		≥150	≥300
PB*	127	238	297	5	0
ZPP	240	568	1268	29	3
Overige	157	237	427	12	1

*Het Lage Bergse Bos is niet meegerekend omdat het een brakwatertype is (zie tabel 3).

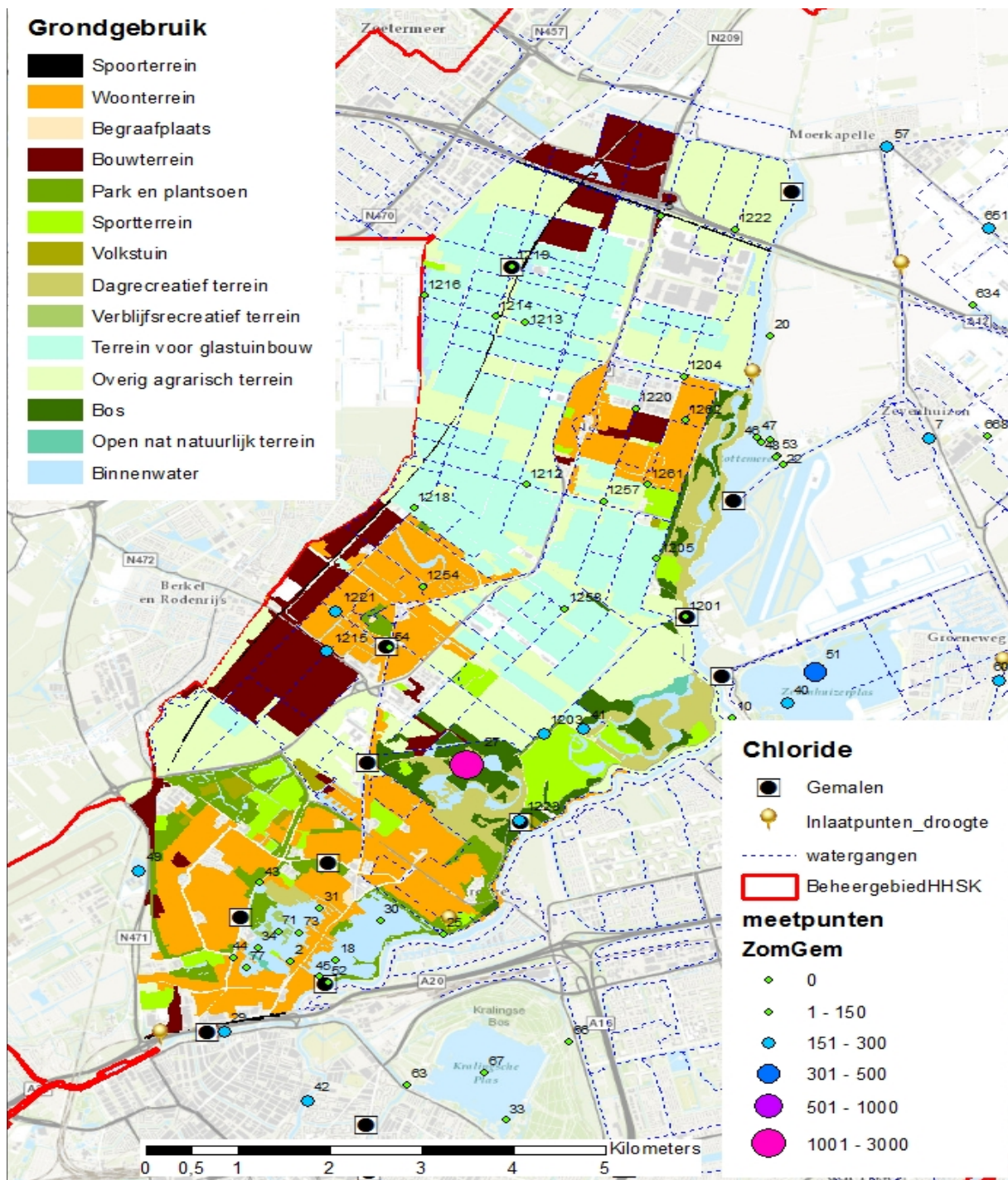
4.1 Zomerhalfjaargemiddelden en maximale waarden

Bij de meeste meetpunten schommelt het chloridegehalte in de zomer tussen de 100 en 200 mg/l. Slechts een enkel meetpunt heeft een zomergemiddelde van meer dan 300 mg Cl/l, het gehalte waar macrofauna en visbroed gevoelig voor is (afbeelding 3 en 4). Piekbelasting van chloride wordt zichtbaar in de maximale meetwaarden. Die lopen sterk uiteen met maxima in de Zuidplaspolder van 3000 mg Cl/l en in Polder Bleiswijk van 990 mg Cl/l. Het lijkt logisch dat de meeste maxima in hetzelfde (droge) jaar gemeten zijn. Dit blijkt echter niet het geval. Het jaar en de maand waarin het maximum is gemeten verschilt per meetpunt. Hiervoor kunnen allerlei oorzaken zijn, waaronder verschillen in neerslag per peilgebied en veranderingen in grondgebruik. Het jaar 2007 laat een aantal zeer afwijkende maxima zien (w.o. meetpunten 1212 en 1254 in PB en 1212 en 1254 in ZPP). Hoewel de totale hoeveelheid neerslag groot was (1084 mm neerslag in 2007 tegen 693 mm in het droge 2003) viel er in april helemaal geen neerslag en waren augustus en oktober relatief droog. Op sommige plekken in het onderzoeksgebied leidde dit tot uitzonderlijk hoge chloridegehalten (tot zeven keer het zomergemiddelde).

4.1.1 Polder Bleiswijk

De belangrijkste bron voor verzilting in Polder Bleiswijk is het Lage Bergse Bos (LBB; meetpunt 27, afbeelding 3). In dit recreatiegebied treedt sterke brakke kwel op. Terwijl in de rest van Polder Bleiswijk de zomergemiddelden onder de 150 mg Cl/l blijven worden in de omgeving van het LBB duidelijk hogere waarden genoteerd. In de periode 2000 tot 2013 is bijna overal in het gebied de norm van 150 mg wel eens overschreden. Ook waarden boven de 300 mg/l of 500 mg/l komen voor. De KRW-waterlichamen (tabel 3) voldeden in deze onderzoeks-periode allemaal aan KRW-normen voor zomer-gemiddelde chlorideconcentraties.

Uit de gegevens blijkt dat potentieel schadelijke chloridegehalten incidenteel en verspreid door het gebied voorkomen. De brakke situatie van het Lage Bergse Bos heeft wel enige uitstraling op de omgeving (Hoge Bergse Bos) waar structureel iets verhoogde chloridegehalten worden gemeten.

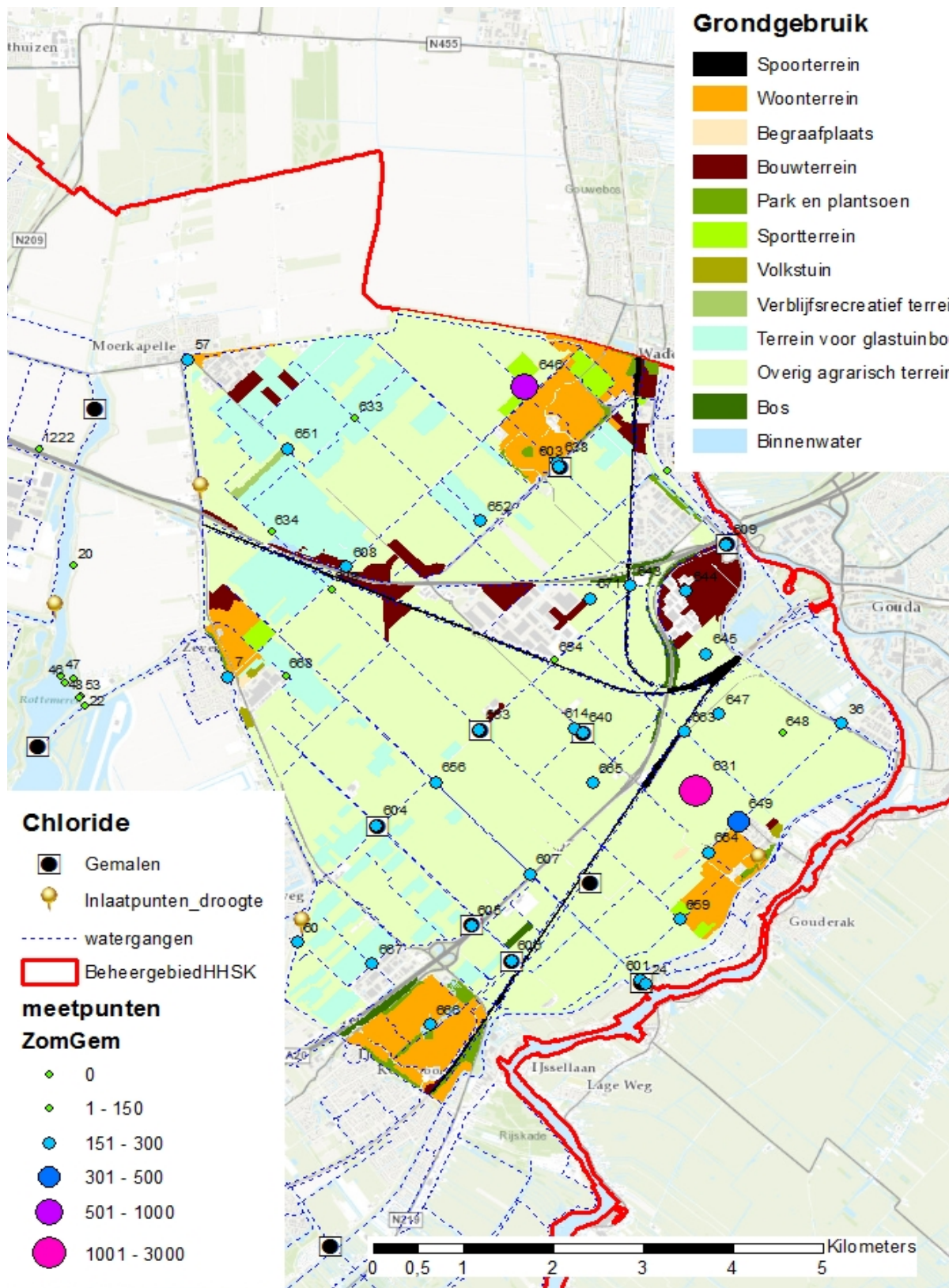


Afbeelding 3. Zomergemiddelden in Polder Bleiswijk (gebaseerd op bijlage 2a)

4.1.2 Zuidplaspolder

De Zuidplaspolder heeft door de hele polder heen wat hogere chloridegehalten dan Polder Bleiswijk. Van de 35 meetpunten zijn er 29 met een zomergemiddelde boven 150mg Cl/l (afbeelding 4). Niettemin voldeden de KRW-waterlichamen uit tabel 3 allebei aan KRW-normen voor zomergemiddelde concentraties. Structureel hoge waarden worden gemeten ten westen van Waddinxveen, aan de rand van het akker- en glastuinbouwgebied en ten noord(west)en van Moordrecht, een weidegebied. Met name in het weidegebied rond Moordrecht worden maxima bereikt van meer dan 3000mg Cl/l. In de bebouwde kom van Moordrecht en Nieuwerkerk aan den IJssel wordt overlast ervaren van brakke kwel (pers. mededeling H. Berkouwer). Na de bouw van nieuwe woningen is de kwel sterk toegenomen waardoor het oppervlaktewater in de wijk van

slechte kwaliteit is. In Nieuwerkerk bestaat de mogelijkheid tot doorspoelen. In Moordrecht zou een zodanig debiet nodig zijn om de chloridegehalten terug te dringen dat dit als onhaalbaar wordt gezien.



Afbeelding 4. Zomergemiddelden in de Zuidplaspolder (gebaseerd op bijlage 2b)

4.2 Interne verzilting in beeld

Om een beeld te krijgen van de ernst van interne verzilting en de verspreiding daarvan door het watersysteem is zijn meetreeksen van verschillende meetlocaties met elkaar vergeleken. Door stroomafwaarts van een verziltingsbron te meten wordt duidelijk hoe groot de invloed van de verziltingsbron is op enige afstand in het watersysteem. Omdat de verspreiding van verzilting afhankelijk is van de mate waarin er water door het systeem stroomt is in de vergelijking ook het neerslagpatroon betrokken. Hiervoor zijn meetgegevens van weerstation Bergschenhoek in Polder Bleiswijk gebruikt. Hieronder worden de resultaten besproken. De meetreeksen en neerslaggegevens zijn grafisch weergegeven in bijlage 3.

4.2.1 Polder Bleiswijk; Lage Bergse Bos



Afbeelding 5. Ligging meetpunten Lage Bergse Bos

De invloed van de brakke kwel in het Lage Bergse Bos blijkt ook buiten dit peilgebied merkbaar. Sinds 2007 wordt het water uit het Lage Bergse Bos uitgemaal via gemaal Lansingerland. De afstand tot het gemaal is ongeveer 1 kilometer (afbeelding 5). Ook het water uit de Kromme Tocht, aan de rand van een glastuinbouwgebied, wordt via dit gemaal uitgemaal. Uit meetgegevens van gemaal Lansingerland blijkt dat de chloridegehalten in het uitgemaal water aanzienlijk hoger zijn dan in de rest van polder Bleiswijk. Het zomergemiddelde ligt rond de 300mg Cl/l maar pieken lopen op tot bijna 600 mg/l en in 2013 zelfs tot bijna 900 mg/l. In bijlage 3a zijn meetreeksen weergegeven van gemaal Lansingerland en de Kromme Tocht, samen met de neerslaggegevens vanaf 2008. Het lijkt erop dat de invloed van het LBB (met een chloridegehalte tussen 1000 en 1200 mg/l) vooral merkbaar is na een periode met veel neerslag. In verband met het peilbeheer wordt dan meer chloriderijk water afgevoerd richting gemaal Lansingerland. Vanaf gemaal Lansingerland stroomt het water via de Binnenrotte (afbeelding 3, meetpunt 42) naar de Nieuwe Maas. Hoge chloridegehalten in de Binnenrotte volgen op hoge gehalten bij gemaal Lansingerland. In de weergegeven periode loopt het gehalte op van gemiddeld 150mg Cl/l tot boven de 200 mg/l met een uitschieter tot 440 mg/l.

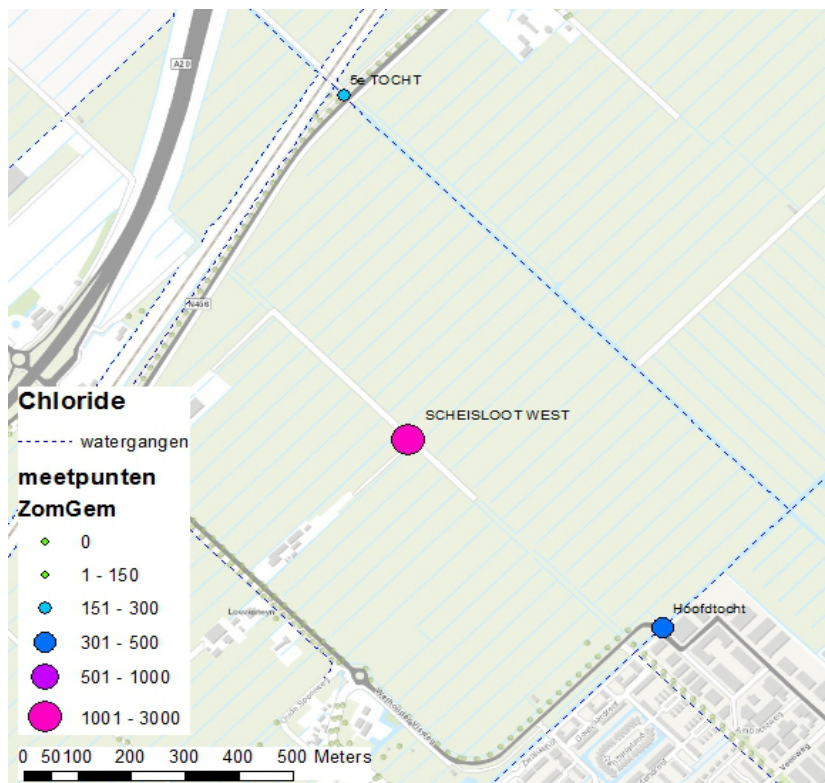
4.2.2 Zuidplaspolder, Waddinxveen

Ten westen van Waddinxveen ligt een gebied met akkerbouw en glastuinbouw. De 7e tocht heeft in dit gebied de functie van afvoertocht. Het water wordt om de wijk Zuidplas richting het gemaal aan de 2e Bloksweg geleid en vandaar richting gemaal

Zuidplas. De hoge zomergemiddelden van de 7e Tochtweg (568 mg/l, meetpunt 646) leiden niet tot licht verhoogde waarden bij het gemaal (233 mg/l, meetpunt 603). Het is in deze situatie niet duidelijk waar precies de bron van chloride gelegen is. Mogelijk is dat niet in de 7e Tocht zelf, maar in de aanliggende landen. De meetreeksen laten een opvallende stijging in chloridegehalten zien vanaf 2009 (zie bijlage 3b). Deze stijging lijkt gerelateerd aan graaf- en bouwactiviteiten direct naast het meetpunt ([Plan 't Suyt](#)). Recente metingen bij het gemaal aan de 2e Bloksweg zijn niet beschikbaar, zodat het onduidelijk blijkt of de hogere chloridegehalten tot daar meetbaar zijn.



Afbeelding 6. Ligging meetpunten Waddinxveen



Afbeelding 7. Ligging meetpunten nabij Moordrecht

4.2.3 Zuidplaspolder, Moordrecht

De Scheislout West (meetpunt 631) ligt ten noordwesten van Moordrecht in het weidegebied. Het water uit dit gebied wordt afgevoerd via de 5e Tocht (meetpunt 663) en de Hoofd-tocht (meetpunt 649). Met een zomergemiddelde van 1268mg Cl/l en piekwaarden tot 3000 mg/l is dit deel van de Scheislout sterk verzilt. Op basis van de kritische chloridewaarden uit tabel 4 is dit deel van de polder eigenlijk uitsluitend te gebruiken als grasland (het huidige grond-gebruik) waarbij het weiden van vee moet worden afgeraden. In de directe nabijheid van de Scheislout worden verhoogde chloridegehalten gemeten in de Hoofdtocht en de 5e Tocht. Via de Hoofdtocht wordt water naar het gemaal Abraham Kroes geleid (afbeelding 4, bij mp 601) en uitgemaal op de Hollandsche IJssel. Terwijl in de Hoofdtocht nog chloridegehalten tot 500 mg/l worden gemeten is dat ter hoogte van gemaal Abraham Kroes zelden meer dan 300 mg/l. De bijdrage van de Scheislout aan deze chloridegehalten zal beperkt zijn. Langs het traject richting Abraham Kroes bevinden zich namelijk nog enkele chloride bronnen in de bebouwde kom van Moordrecht (pers. mededeling H. Berkouwer).

Tussen de Scheislout West en het gemaal Zuidplas (bij meetpunt 609) ligt het meetpunt in de 5e Tocht. Het zomergemiddelde op dit punt is vergelijkbaar met dat in de rest van het zuidelijke deel van de Zuidplaspolder. De verzilting langs de Scheislout is blijkbaar lokaal, zonder merkbare invloed op het aansluitende watersysteem.



Afbeelding 8. Brakke kwel in Moordrecht West (bron: Google Streetview, 2010)

4.3 Conclusies over Chloridegehalten

Hoge chloridegehalten zijn in de huidige omstandigheden vooral een lokaal verschijnsel met een beperkte invloed op het systeem. Gehalten met ecologische consequenties (≥ 300 -500mg Cl/l) komen alleen zeer lokaal en incidenteel voor.

Uit de meetreeksen valt niet af te leiden wat de invloed is van het chloridegehalte van inlaatwater tijdens doorspoelen. Een groot deel van de variatie in chlorideverloop lijkt verklaarbaar vanuit de neerslaggegevens. Dit is in lijn met de simulaties uitgevoerd door Veraart en van Gerven. In de simulaties blijkt het chloridegehalte van de boezemwateren van Schieland nauwelijks beïnvloed te worden door het ingelaten water wanneer dat water tot 600mg Cl/l bevat (Veraart & van Gerven, 2012).

Hoewel in veel sloten, met name in de Zuidplaspolder, de KRW-norm van 150mg Cl/l niet gehaald wordt zal ecologische schade alleen in extreme situaties en lokaal optreden. Het betreft dan schade aan macrofauna, macrofyten en jonge vis. Met uitzondering van het kattenklei- en restveengebied is in het onderzoeksgebied de ecologische kwaliteit al ontoereikend of slecht, onder meer door hoge fosfaatgehalten. Het negatieve effect van verhoogde chloridegehalten zal hierdoor gering zijn.

Extreme pieken in de meetreeksen lijken niet zozeer gerelateerd aan extreme weersomstandigheden, maar eerder aan graafwerkzaamheden. In hoeverre dergelijke werkzaamheden de chloridehuishouding van het watersysteem langdurig of blijvend beïnvloeden is niet onderzocht.

5. Beleid en beheersmaatregelen

Waterkwaliteit is een belangrijk taakveld van de waterschappen. Verziltig als aspect van waterkwaliteit wordt in het waterbeheerplan (HHSK, 2009) als aandachtspunt genoemd wanneer het gaat om watervoorziening in droge periodes. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste beleidsafspraken die betrekking hebben op verziltig genoemd. Kort wordt ingegaan op nationale en interne ontwikkelingen die van belang zijn voor de omgang met verziltig.

5.1 Vigerend beleid en beheerspraktijk

Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft als waterschap de taak om te zorgen voor voldoende water in haar beheergebied. In perioden met weinig neerslag betekent dat vooral het inlaten van water vanuit de rivieren. In het beleid met betrekking tot het peilbeheer zijn ook bepalingen opgenomen die gaan over de kwaliteit van het ingelaten water. Het chloridegehalte is een van de kwaliteitsaspecten bij het inlaten van water waarover normen zijn afgesproken. De huidige chloridenorm voor inlaat water is 400 mg/l. Enkele malen per jaar moet het inlaten van water vanuit de Nieuwe Maas worden gestaakt vanwege te hoge chlorideconcentraties. Ook op de Hollandse IJssel treden dergelijke concentraties af en toe op. Wanneer dit langere tijd het geval is, meestal in combinatie met een neerslagtekort en lage rivierafvoeren, kan er een watertekort ontstaan in de polders. Een verdringingsreeks bepaalt in zo'n situatie welke functies in het gebied prioriteit krijgen bij de bestrijding van droogte. Bovenaan staat de veiligheid van waterkeringen en het voorkomen van onherstelbare schade aan bodem en natuur. Daaronder volgen nutsvoorzieningen (drinkwater / elektriciteit) en tenslotte economische functies. Binnen het onderzoeksgebied gaat het, naast de veiligheid van waterkeringen, om de functies landbouw, natuur en recreatie. In het Calamiteitenbestrijdingsplan (HHSK, 2013a) worden streefwaarden genoemd voor de waterkwaliteit, afgestemd op het grondgebruik (tabel 6). In de praktijk wordt er niet op die streefwaarden gestuurd. Het inlaten van water is in eerste instantie gericht op peilbeheer en afhankelijk van de beschikbaarheid van geschikt water. In het geval van hoge chloridegehalten op de Maas en de Hollandse IJssel wordt er via een noordelijke route water aangevoerd. Hiervoor is een waterakkoord gesloten tussen HHSK, Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden en Rijkswaterstaat (KWA, 2005). In dit akkoord zijn de betrokken partijen verplichtingen aangegaan met betrekking tot de levering en doorvoer van zoet water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek, via de Leidsche-/Oude Rijn en de gekanaliseerde Hollandse IJssel. Dit wordt de kleinschalige wateraanvoer (KWA) genoemd. In het akkoord zijn afspraken gemaakt over de verdeling van het water en de verdeling van de kosten. Onderscheid is daarbij gemaakt tussen de kosten voor het instant houden van de kunstwerken en watergangen waarlangs het water wordt aangevoerd en de operationele kosten wanneer de KWA daadwerkelijk wordt ingezet. Omdat de KWA is opgezet als watervoorziening voor peilbeheer zijn de kosten hiervan slechts zeer beperkt toe te delen aan verziltigbestrijding.

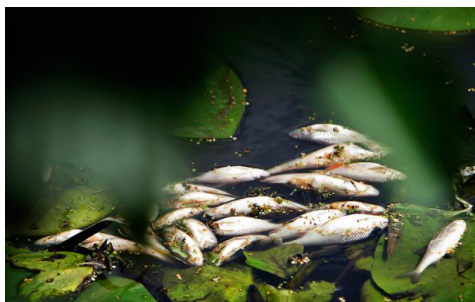
Met betrekking tot interne verziltig wordt in het waterbeheerplan van HHSK gesteld dat er op korte tot middellange termijn geen aanleiding is om maatregelen te nemen omdat het probleem beheersbaar is. Wel is er, conform het waterplan van de provincie Zuid-Holland, afgesproken dat er geen nieuwe (glas-)tuinbouwbedrijven gevestigd zullen worden in gebieden die gevoelig zijn voor interne verziltig. Interne verziltig wordt veroorzaakt door de kwel van brak grondwater. Rond grondwater is er beleid geformuleerd om de kwantiteit en kwaliteit van het grondwater te beschermen. Deze taak is rond 2008 overgenomen van de provincie. Het infiltreren in en onttrekken van water uit de grond is

Tabel 6. Richtlijnen chloridegehalte

	chloridegehalte
glastuinbouw	200 mg/l
vollegronds groenteteelt	300 mg/l
akkerbouw	600 mg/l
veeteelt	1.000 mg/l
stedelijk gebied	- mg/l

daarin gebonden aan voorschriften en vergunningen. Met name het onttrekken van grondwater, bijvoorbeeld bij bouwwerkzaamheden, kan leiden tot extra toestroming van zout grondwater of het ontstaan van nieuwe wellen door opbarsting van de bodem. HHSK heeft gebieden aangewezen waar de regels rond onttrekkingen verscherpt zijn om verdere interne verzilting te voorkomen (HHSK, 2008).

Het beperken van de gevolgen van interne verzilting is geïntegreerd in het reguliere peil- en waterkwaliteitsbeheer. Door de constante kwel in de diepe polders wordt er jaarlijks veel water uitgemalen. Tegelijk wordt er ook op veel plaatsen vanuit de boezem water ingelaten. Dit inlaten en uitmalen leidt tot een doorspoelen van de poldersloten. Dit doorspoelen bevordert de waterkwaliteit doordat chloride en andere verontreinigingen worden verdund, uitgemalen op de boezem en uiteindelijk afgevoerd naar zee. Met behulp van kunstwerken wordt de waterstroom zo gestuurd dat het met chloride verrijkte water via de kortste weg wordt uitgemalen en zich niet door de polder verspreid (pers. mededeling H. Berkouwer, bijlage 1C). Of interne verzilting leidt tot extra kosten voor dit reguliere peil- en waterkwaliteitsbeheer is moeilijk te bepalen. Het is aannemelijk dat er in polders met brakke kwel meer (in volume) doorgespoeld wordt dan in polders met uitsluitend zoete kwel. Met name in perioden met weinig neerslag zal de chloride-concentratie in de polders van het onderzoeksgebied teveel toenemen wanneer niet wordt doorgespoeld. De extra bedrijfsuren van gemalen zijn hiermee een kostenpost die toe te schrijven is aan interne verzilting. Om hoeveel bedrijfsuren het gaat is vooralsnog onbekend.



Afbeelding 9. Vissterfte in Moordrecht (bron: Omroep West, 2013)

Tijdens een periode van droogte neemt de waterkwaliteit in de polder- en boezemwateren gestaag af. Het chloridegehalte loopt op, maar ook het nutriëntengehalte en de temperatuur. Deze eutrofiëring leidt tot lagere zuurstofgehalten en het risico op vissterfte en algenbloei neemt toe. Extra veldbezoeken en bemonsteringen worden ingezet om de water-kwaliteit te monitoren zodat eventueel ingegrepen kan worden. Het monitoren en bestrijden van verziltings- en eutrofiëringsverschijnselen vraagt een aanzienlijke inzet van personeel. Het gaat daarbij om extra veldbezoeken, het handmatig bedienen van kunstwerken, extra onderhoud aan watergangen en eventueel het verwijderen van algen, kroos en dode vissen. Vissterfte en algenbloei leiden tot veel onrust en vragen bij omwonenden, zodat ook aandacht moet worden besteed aan communicatie en voorlichting. Hoewel het beleid is om de chloridegehalten te monitoren tijdens een droogtecalamiteit is het niet helemaal duidelijk wat er met die gegevens gedaan wordt. De handelingsruimte van de bedrijfsvoerder is beperkt en richt zich in eerste instantie op peilbeheer. Incidentele maatregelen tegen verzilting vinden plaats op basis van veldwaarnemingen en/of klachten, niet op basis van chloridemetingen. Als vuistregel geldt hier dat er alleen water wordt ingelaten dat een betere kwaliteit, dus lager chloride- (en nutriënten-)gehalte, heeft dan het polderwater (pers. mededeling H. Berkouwer). Met name in de Zuidplaspolder zal dit tijdens een droogtecalamiteit bijna steeds het geval zijn, ook op momenten dat het inlaten gestopt wordt vanwege overschrijding van de vastgestelde chloridenorm van 400 mg/l. Bij grondgebruikers is begrip voor het feit dat HHSK de eigen streefwaarden voor chloridegehalten niet kan garanderen. Wel leven er zorgen over toenemende verzilting en ruimtelijke plannen die het probleem zouden kunnen versterken.

5.2 Ontwikkelingen in beleid

Zoetwatervoorziening en verzilting zijn problemen die in de hele kuststreek actueel zijn. In het deltaprogramma is naast waterveiligheid dan ook nadrukkelijk aandacht voor zoetwatervoorziening ([IenM, 2015](#)). Voor waterkwantiteit en -kwaliteit zullen voorzieningenniveaus worden opgesteld door de provincies in samenspraak met waterschappen en gemeenten. Naast aanpassingen aan het hoofdwatersysteem, zoals het waterbeheer op de Hollandsche IJssel of het optimaliseren van de kleinschalige wateraanvoer, zijn er ook op lokaal niveau aanpassingen nodig. In de voorkeursstrategie voor de regio Rijnmond/Drechtsteden worden maatregelen genoemd als optimalisatie van doorspoelen, conserveren van zoetwater (ook in de bodem) en efficiënt en zuinig watergebruik. In de afgelopen jaren heeft HHSK al enkele wijzigingen ingevoerd in het verziltingsbeheer. Zo is de chloridenorm voor inlaatwater verhoogd van 200 mg/l naar 400 mg/l. Ook worden de marges in peilbesluiten benut om water te conserveren en/of het doorspoelen te beperken. Netto is hierdoor in droge perioden meer water beschikbaar om door te spoelen. Omdat doorspoelen, met name in de Zuidplaspolder, leidt tot een verplaatsing van het probleem (het aanwezige chloride wordt immers verspreid door het watersysteem) wordt gezocht naar mogelijkheden om verzilte peilgebieden meer te isoleren van de rest van het watersysteem. Dat ook de agrarische gebruikers van de grond zich bewust zijn van het probleem en hun verantwoordelijkheid daarin moge blijken uit het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (LTO-Nederland, 2013) en de ontwikkeling van de eerder genoemde gietwaterzuiveringsinstallatie AquaReUse voor de glastuinbouw.

6. Doelmatigheid; Kosten en batenafweging

In hoofdstuk 3 is beschreven welke belangen er op het spel staan in het verziltingsbeheer. In hoofdstuk 4 en 5 is beschreven welke inspanningen HHSK levert om waterkwantiteit en -kwaliteit op het gewenste niveau te houden. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag of de geleverde inspanning leidt tot het gewenste resultaat. Een andere vraag is of de geleverde inspanning in verhouding staat tot het bereikte doel, namelijk het verminderen van schade en overlast.

6.1 Doelmatigheid

De chloridecijfers die in hoofdstuk 4 zijn gepresenteerd laten zien dat het huidige beheer in grote lijnen effectief is. Het slaagt erin om de halfjaargemiddelden bijna overal zo laag te houden dat er geen schade optreedt aan ecologische of agrarische belangen. Alle KRW-waterlichamen voldoen aan de chloridenormen voor zomerhalfjaargemiddelden. Hoewel de KRW-norm voor zoete gebufferde sloten in de Zuidplaspolder niet wordt gehaald, is chloridegehalte in deze polder geen beperkende factor voor de ecologische kwaliteit van het water. De locaties met een sterke interne verzilting hebben in het huidige beheer slechts beperkte invloed op de waterkwaliteit in het aanliggende deel van het watersysteem. Het verziltingsbeheer is dus doelmatig, met als voorbehoud dat er van enkele locaties geaccepteerd wordt dat de chloridegehalten hoog oplopen.

6.2 Kosten en baten

Een kosten en batenafweging kan op verschillende manieren benaderd worden. Allereerst kan men zich de vraag stellen of dezelfde resultaten in termen van chloridegehalten ook met minder inspanning en kosten behaald kunnen worden. In de andere benadering wordt gekeken in welke mate het doel van lage chloridegehalten, namelijk een betere ecologische waterkwaliteit en een hogere agrarische opbrengst, bereikt wordt door het toegepaste beheer.

Om een antwoord te kunnen geven op de eerste vraag zijn concrete cijfers nodig over de inspanning en investeringen die worden gedaan die rechtstreeks aan verzilting te relateren zijn. De indruk bestaat dat deze inspanning en investeringen een klein percentage beslaan van de inspanning en investeringen die nodig zijn voor peilbeheer, waarin ze veelal zijn meegenomen. Betrouwbare cijfers die uitsluitend betrekking hebben op verziltingsbeheer ontbreken. Een waterbalans of dosis-effectrelatie waaruit blijkt hoeveel inlaatwater er nodig is voor een bepaalde verlaging van het chloridegehalte ontbreekt eveneens. Hiervoor zijn nauwkeurige bepalingen nodig van de hoeveelheden ingelaten en uitgemalen water, verdamping, chloridegehalten e.d. Het huidige meetnet van HHSK heeft hiervoor een te lage resolutie. Dit maakt het optimaliseren van het doorspoelen een zaak van expert-judgement en ad hoc maatregelen. Uit verschillende onderzoeken is wel duidelijk dat de effect van doorspoelen op chloridegehalten sterk afhankelijk is van de locale situatie en vaak beperkt blijft tot de hoofdtakken van het watersysteem (STOWA, 2014). Over de kosteneffectiviteit met betrekking tot chloridegehalten valt op basis van de beschikbare gegevens geen uitspraak te doen.

Of het huidige verziltingsbeheer leidt tot een hogere opbrengst voor agrarische bedrijven of een betere ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater valt te betwijfelen. In hoofdstuk 3 is aangetoond dat het huidige grondgebruik tolerant is tegen (veel) hogere chloridegehalten dan hier in de laatste jaren zijn gemeten. Het doorspoelen om chloridegehalten te verlagen zal voor agrarisch grondgebruik dan ook niet leiden tot beperking van schade of vergroting van de gewasopbrengst. De ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater en de (semi-) aquatische levensgemeenschappen in het gebied zijn in theorie gevoeliger voor verzilting. Het is echter onwaarschijnlijk dat een verhoging of verlaging van het chloridegehalte invloed heeft op de toch al slechte ecologische kwaliteit van de meeste watergangen. Op locaties waar de ecologische kwaliteit beter is, zoals in het katteklei-/restveengebied, zou verzilting tot zeker tot ecologische schade leiden. Het risico op verzilting is hier echter laag omdat het gebied hydrologisch geïsoleerd is van de omgeving. Samenvattend betekent dit dat de baten van verziltingsbeheer zeer beperkt

zijn, omdat de te verwachten economische en ecologische schade zeer beperkt is. Wat overblijft is het bestrijden van overlast van algenbloei en lokale vissterfte door aan brakke kwel gerelateerde eutrofiëring. Een ander, weliswaar meetbaar maar in effect minder waarneembaar, doel is het voldoen aan de KRW-normen, waartoe HHSK verplicht is. In het huidige beheer lukt dit voor de groter KRW-waterlichamen, maar niet overal voor de overige wateren, de poldersloten en tochten. Beperkt doorspoelen kan er door verspreiding zelfs toe leiden dat de KRW-normen op meer plekken overschreden worden. Hoewel deze afwenteling ongewenst is leidt zij in de huidige situatie niet tot extra schade of overlast.

6.3 Conclusie

Een kosten en batenanalyse gebaseerd op de in dit rapport verzamelde (beperkte) informatie leidt tot de conclusie dat verziltingsbeheer vooral kosten met zich meebrengt. Als onderdeel van en in vergelijking met het waterkwantiteitsbeheer zijn de gemaakte kosten misschien niet hoog, maar toch moeilijk verdedigbaar. Niet doorspoelen lijkt hiermee een rationele keuze.

Het berekenen van de kosten van verziltingsbeheer is zeer complex. De belangrijkste oorzaak hiervoor is dat de kosten vaak verborgen zitten in de kosten voor peilbeheer. Voor het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft Alterra de €ureyeopener ontwikkeld (Stuyt e.a., 2013). In situaties waar de agrarische belangen groot zijn kan €ureyeopener de (m.n. agrarische) meeropbrengst berekenen van het aanvoeren van extra zoetwater in droge perioden. De tool is een commercieel product dat nog doorontwikkeld wordt. HHSK is niet betrokken bij de ontwikkeling van de €ureyeopener zodat de tool niet beschikbaar was om in het kader van dit onderzoek berekeningen mee uit te voeren.

Chloridegehalten tot 500 mg/l zullen niet tot nauwelijks effect hebben op de huidige ecologische waterkwaliteit en gewasopbrengst. Het accepteren van hogere chloridegehalten in het polderwater zou wel een sterke vermindering van de watervraag betekenen in droge perioden. De normen voor inlaatwater kunnen hierop worden aangepast zodat minder beroep hoeft te worden gedaan op de kleinschalige wateraanvoer.

Net als in eerdere onderzoeken (bv. Stuyt & van Bakel, 2011) blijkt er aanleiding om de gehanteerde chloridenormen ter discussie te stellen. Hoewel in verschillende onderzoeken verschillende tolerantiegrenzen worden genoemd zijn zij het in alle gevallen eens over het feit dat de ingeburgerde normen erg aan de veilige kant zijn. Hogere chloridegehalten zouden bovendien een dempend effect kunnen hebben op de schommelingen in chloridegehalten. Hiermee zou een belangrijk negatief effect van verzilting worden verminderd.

7. Toekomstbestendigheid

Nu gebleken is dat in het onderzoeksgebied de schade en overlast door verzilting beperkt is, rijst de vraag of dat in een tijd van klimaatverandering zo zal blijven. In de Landelijke inventarisatie verzilting (RWS, 2011) worden twee ontwikkelingen genoemd die invloed hebben op verziltingsverschijnselen. Deze ontwikkelingen, veranderingen in het klimaat en veranderingen in bodem en bodemgebruik, worden hier eerst kort toegelicht. Vervolgens worden de consequenties van deze veranderingen voor het verziltingsbeheer besproken.

7.1 Klimaatverandering

Klimaatverandering heeft op drie manieren invloed op verzilting, namelijk via de zeespiegel, via neerslag en verdamping en via rivierafvoeren. In 2014 heeft het KNMI haar nieuwste klimaatscenario's gepubliceerd (KNMI, 2014). De scenario's schetsen het klimaat van respectievelijk de jaren 2030, 2050 en 2085. In tabel 7 zijn enkele cijfers uit de scenario's weergegeven. In bijlage 5 is een uitgebreider uittreksel uit de scenariocijfers opgenomen. Een toenemend neerslagtekort in het groeiseizoen leidt tot een grotere watervraag voor peilbeheer. Het is de vraag of er bij afnemende neerslag voldoende zoetwater ingelaten zal kunnen worden. Lagere afvoeren en een hogere zeespiegel vergroten het risico op externe verzilting door zoutindringing op de Hollandse IJssel. De huidige kleinschalige wateraanvoer (KWA-)route heeft een beperkte capaciteit. In het Deltaprogramma zijn daarom maatregelen aangekondigd om zoutindringing tegen te gaan en de capaciteit van de KWA te vergroten. Voor een robuust watersysteem is het niettemin belangrijk voorbereid te zijn op situaties waarin de aanvoer van zoetwater onvoldoende en het inlaten van water met hogere chloridegehalten onvermijdelijk is.

Tabel 7. Enkele cijfers uit de klimaatscenario's KNMI'14

	2030	2050	2085
Zeespiegel	+10 – 15cm	+15 – 40cm	+25 – 80cm
Neerslag	+5%	+2,5-5%	+5-7%
zomer	+0,2%	-13 - +1,2%	-23 - +1%
T=10 bui*	+1,7 – 10%	+1,7 – 22%	+2,5 – 40%
Neerslagtekort groeiseizoen	+4%	+4,5 – 30%	+1 – 50%

* een hoeveelheid neerslag die maar eens in de 10 jaar overschreden wordt

7.2 Bodem

Net als in andere droogmakerijen in Nederland is er in het onderzoeksgebied sprake van bodemdaling. Bodemdaling, eventueel in combinatie met peilverlaging, heeft tot gevolg dat de invloed van grondwater toeneemt. Op plekken met brakke kwel leidt dit tot extra interne verzilting. Daar komt nog bij dat het chloridegehalte van het grondwater ook aan het stijgen is (RWS, 2011). Beide ontwikkelingen betekenen een toename van interne verzilting. Wanneer door bodemdaling de kweldruk toeneemt zou ook het aantal wellen en daarmee de ruimtelijke spreiding van interne verzilting kunnen toenemen.

7.3 Toekomstig verziltingsbeheer

Met een toenemende watervraag en afnemende kwaliteit van gebiedseigen en inlaatwater vormt de zoetwatervoorziening van de toekomst een forse uitdaging. Omdat het inlaten van water voor peilbeheer nodig blijft zal er steeds vaker water van mindere kwaliteit moeten worden ingelaten. Veraart & van Gerven (2012) hebben door middel van modellering laten zien dat het inlaten van water met 600mg Cl/l alleen in het meest extreme klimaatscenario (toen W^+ , nu W_H) zal leiden tot (tijdelijke) verzilting van het boezemsysteem van Schieland. In hun model hebben zij echter geen rekening gehouden met interne verzilting. Interne verzilting kan in diepe polders een grotere invloed op chloridegehalten hebben dan externe verzilting (Louw e.a., 2010). Die invloed zal in de toekomst alleen maar groter worden. Met het inlaten van hogere chloridegehalten

gecombineerd met een versterkte interne verzilting is de verwachting dat overal in het watersysteem de chloridegehalten zullen toenemen. Gehalten boven de 600 mg/l, dus met ecologische consequenties, zullen veroorzaakt worden door interne verzilting. Het beperken en voorkomen van interne verzilting zou een speerpunt moeten zijn in toekomstig waterkwaliteitsbeleid.

7.4 Oplossingen voor interne verzilting

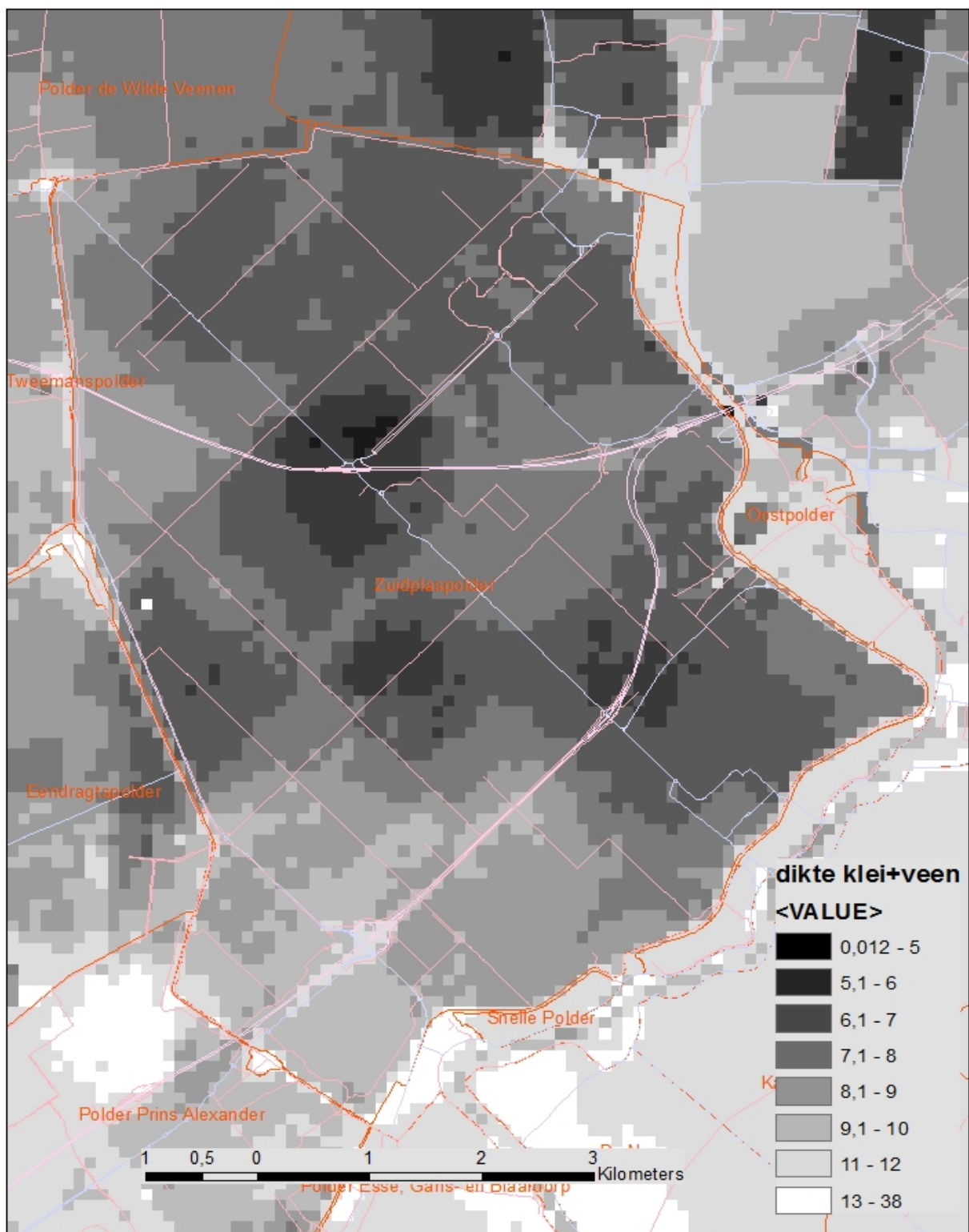
Functieverandering is een aanpassing aan een verzilte situatie. Doorspoelen is een voorbeeld van een effectgerichte maatregel tegen verzilting. Beide typen maatregelen zijn in het onderzoeksgebied toegepast maar in de toekomst mogelijk ontoereikend. In het project Leven met Zout Water is een inventarisatie uitgevoerd van maatregelen tegen verzilting (Velstra e.a., 2009). Naast functieverandering en doorspoelen worden in dit rapport allerlei maatregelen genoemd. Belangrijke systeemgerichte maatregelen zijn maatregelen die brakke kwel verminderen door seizoensberging van zoetwater, maatregelen die kweldruk verminderen met behulp van diepe drainage, waterwinning in het watervoerend pakket of het dichten van wellen en maatregelen die zoet en zout water gescheiden houden door een aangepaste inrichting van het watersysteem.

Aangezien de agrarische bedrijvigheid in het onderzoeksgebied nu al weinig afhankelijk is van de kwaliteit van het oppervlaktewater zijn maatregelen die grote investeringen vergen, zoals diepe drainage of waterwinning, waarschijnlijk niet rendabel. Aanpassingen aan het peilbeheer en de inrichting van het watersysteem zijn kansrijker en kunnen makkelijker via een meerjarenplanning gerealiseerd worden. Het hydrologisch isoleren van kerngebieden van verzilting (zoals het Lage Bergse Bos) of het creëren van zoete (ondiepe) en zoute (diepe) sloten kan worden gecombineerd met andere (herinrichtings-, onderhouds- en beheers-)werkzaamheden aan watergangen. Dit geldt ook voor aanpassingen die nodig zijn om seizoensberging mogelijk te maken, zoals het instellen van hogere en flexibele peilen.

In het rapport wordt, naast vele andere suggesties, ook gesproken over het dichten van zoute wellen als belangrijke bronnen van interne verzilting. Experimenten die hier inmiddels mee gedaan zijn waren weinig succesvol (Louw, 2012). Om interne verzilting te beperken is het daarom essentieel om het ontstaan van nieuwe wellen te voorkomen. Via de watertoets kan het waterschap invloed uitoefenen op ruimtelijke plannen. Het thema verzilting zou hierin zeker meegenomen moeten worden. Anderzijds biedt een herinrichtingsplan als de aanleg van een snelweg langs het Lage Bergse Bos misschien ook mogelijkheden om aanpassingen te realiseren die de invloed van verzilting verminderen.

7.5 Risicokaart interne verzilting

In het onderzoeksgebied zijn meerdere voorbeelden aan te wijzen van herinrichtingsplannen die geleid hebben tot nieuwe wellen (Moordrecht, Waddinxveen). Het brakke grondwater komt omhoog vanuit het eerste watervoerende pakket. Hoe snel dat gaat hangt af van de doorlatendheid of weerstand van de bovengrond. De weerstand wordt bepaald door de samenstelling van de bodem en de dikte daarvan. De bodem van Schieland bestaat vooral uit oude zeeklei, waarin vaak dunne laagjes veen voorkomen. Deze bovenlaag van klei is niet overal even dik. Vooral in de Zuidplaspolder is de kleilaag minder dik. Onder sloten of bouwputten kan de laag zo dun worden dat het brakke grondwater er doorheen komt, vooral op plekken waar de kweldruk hoog is. In afbeelding 10 is voor de Zuidplaspolder weergegeven wat de dikte van de kleiige bovenlaag is. Een donkere kleur geeft een dunnere laag aan en daarmee een hoger risico op het ontstaan van wellen. In het geval van geplande graafwerkzaamheden kan een risicokaart als dit een indruk geven van de kans op het ontstaan van nieuwe wellen. Toch kan alleen gedetailleerd bodemonderzoek uitwijzen hoe dik en hoe doorlatend de bovengrond is op een specifieke plek. In Polder Bleiswijk is de kleiige bovenlaag bijna overal meer dan tien meter dik, zodat het risico op het ontstaan van wellen hier aanmerkelijk kleiner is.



Afbeelding 10. Risicokaart interne verzilting. Dikte bovengrond in meters (Gegevens op basis van REGIS II, bron: Dinoloket)

8. Conclusies en Aanbevelingen

De kernvraag van dit onderzoek ging over de doelmatigheid en toekomstbestendigheid van het verziltingsbeheer van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard. In voorgaande hoofdstukken is stapsgewijs toegewerkt naar een antwoord. Hieronder is in een aantal conclusies het antwoord geformuleerd. Daarna volgt een aantal aanbevelingen om het verziltingsbeheer verder te rationaliseren en te optimaliseren.

8.1 Conclusies

Het huidige verziltingsbeheer slaagt er in het algemeen voldoende in om de chloridegehalten van het oppervlaktewater laag te houden. Dat wil zeggen, zo laag dat er geen economische of ecologische schade ontstaat. In de Zuidplaspolder is een tweetal gebieden waar chloridegehalten hoog tot zeer hoog zijn. Omdat de invloed van deze locaties op de rest van het watersysteem beperkt is, is er geen urgentie om deze knelpunten op te lossen. Voor de hele Zuidplaspolder geldt dat de KRW-norm van 150mg Cl/l wordt overschreden. Op dit punt is het verziltingsbeheer dus niet doelmatig genoeg. De waterkwaliteit van de Zuidplaspolder is een aandachtspunt in het beleid van HHSK. Het chloridegehalte maakt daar onderdeel van uit.

Het huidige beleid van doorspoelen blijkt in extreem droge jaren, zoals 2003, onvoldoende effectief. In 2003 bereikte het water in grote delen van de Zuidplaspolder en de polder Bleiswijk gehalten van 400mg Cl/l en meer. Hoewel er discussie mogelijk is over de vraag of dergelijke gehalten tot veel schade leiden, geeft dit in elk geval aan dat het doorspoelbeleid haar beperkingen heeft.

Voortgaande bodemdaling, klimaatverandering en zeespiegelstijging vergroten de kans op lange droge periodes in het groeiseizoen, gecombineerd met een sterkere interne en externe verzilting. Om in in dergelijke situaties voor voldoende zoetwater te kunnen zorgen zijn aanpassingen nodig aan de Kleinschalige Wateraanvoer. Hoewel er veel onzeker is over hoe klimaatverandering het waterbeheer gaat beïnvloeden, is duidelijk dat er (steeds) meer kosten gemaakt zullen moeten worden voor het doorspoelen van verzilte gebieden. Verziltingsbeheer dat uitsluitend gebaseerd is op doorspoelen kan daarom niet toekomstbestendig worden genoemd.

8.2 Aanbevelingen

De invloed van interne verzilting op de chloridebalans van met name de Zuidplaspolder is groot en zal in de toekomst alleen maar groter worden. Het verdient aanbeveling om zowel in het verziltingsbeleid als het verziltingsbeheer meer prioriteit te geven aan het bestrijden en voorkomen van interne verzilting.

Voor het in kaart brengen van de chloridebalans en het optimaliseren van het doorspoelen zijn nauwkeurige gegevens nodig over waterbalans, waterbewegingen en chloridegehalten. Voorafgaand aan de herziening van de peilbesluiten en ter voorbereiding van het vaststellen van voorzieningenniveaus zoals bedoeld in het Deltaprogramma zou een onderzoeksplan opgezet kunnen worden om genoemde gegevens te verzamelen.

Aanpassingen aan het watersysteem die een ruimtelijke scheiding tussen zoet en verzilt water mogelijk maken zijn een kansrijke maatregel om het verziltingsprobleem te isoleren binnen een beperkt gebied. Schaars inlaatwater kan dan effectiever worden ingezet zonder vermengd te raken met verzilt water.

Bronnen

- Bakel, P.J.T. van & Stuyt, L.C.M. (2011). *Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen*. Alterra-rapport 2201. Wageningen: Alterra.
- Bij de Vaate, J. (2014). *Inventarisatie van Agrarische Gebruikseisen van Oppervlaktewater (concept)*. Wageningen: DLV Plant.
- Dam, A.M. van, Clevering, O.A., Voogt, W., Aendekerk, Th.G.L. & Maas, M.P. van der (2007). *Zouttolerantie van Landbouwgewassen*. Deelrapport Leven met Zout Water, PPO nr. 32 340194 00. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Griffioen, J., Louw, P., Boogaard, H., & Hendriks, R. (2002). *De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en CI, en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland*. Delft: TNO.
- HHSK (2008). *Beleidskader Grondwater*. Rotterdam: Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
- HHSK (2009). *"Goed voor elkaar", Waterbeheerplan 2010-2015*. Rotterdam: Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
- HHSK (2013a). Handboek Crisisbeheersing. *Calamiteitenbestrijdingsplan Regionale Wateren*. (Versie 1.1). Rotterdam: Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
- HHSK (2013b). Handboek Crisisbeheersing. *Calamiteitenbestrijdingsplan Waterkwaliteit*. (Versie 1.1). Rotterdam: Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
- IenM (2015). *Deltaprogramma 2015, Werken aan de delta*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken.
- James, K.R., Cant, B. & Ryan, T. (2003). *Responses of freshwater biota to rising salinity levels and implications for saline water management: a review*. Australian Journal of Botany, 51(6), 703-713.
- KNMI (2014): *KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective*; by B. van den Hurk, P. Siegmund, A. Klein Tank (Eds), J. Attema, A. Bakker, J. Beersma, J. Bessembinder, R. Boers, Th. Brandsma, H. van den Brink, S. Drijfhout, H. Eskes, R. Haarsma, W. Hazeleger, R. Jilderda, C. Katsman, G. Lenderink, J. Loriaux, E. van Meijgaard, T. van Noije, G.J. van Oldenborgh, F. Selten, P. Siebesma, A. Sterl, H. de Vries, M. van Weele, R. de Winter and G.-J. van Zadelhoff. Scientific Report WR2014-01, KNMI, De Bilt, The Netherlands. www.climatescenarios.nl
- KWA (2005). Waterakkoord kleinschalige wateraanvoervoorzieningen Midden Holland. http://www.rijnland.net/regels/waterakkoorden/waterakkoord_kwa.
- Louw, P.G.B. de, G.H.P. Oude Essink, P.J. Stuyfzand, and S.E.A.T.M. van der Zee (2010). *Upward Groundwater flow in Boils as the Dominant Mechanism of Salinization in Deep Polders, The Netherlands*. Journal of Hydrology 2010, no. 394: 494–506.
- Louw, P.G.B. de, Doornenbal, P. & Hendriks, D.M.D. (2012). *Veldonderzoek naar het dichten van wellen*. Deltares-rapport 1201949-000
- LTO-Nederland (2013). [Deltaplan Agrarisch Waterbeheer](#). LTO-Nederland en ministerie van Infrastructuur en Milieu.

- Paulissen, M.P.C.P. & Schouwenberg, E.P.A.G. (2007). *Zouttolerantie van zoetwater-gevoede natuurdoeltypen*. Verkenning en kennislacunes. Alterra-rapport 1545. Wageningen: Alterra.
- Peereboom, D., Okhuijsen-Schepman, T., van Suijlekom, J.J. & Haarsma, A.J. (2008). *Natuurwaarden in de Zuidplaspolder*. Adviesbureau E.C.O. Logisch. Nieuwerkerk aan den IJssel.
- Provincie Zuid-Holland (2014). Natuurbeheerplan 2015. <http://geo.zuid-holland.nl/geoloket/html/atlas.html?atlas=natuurbeheerplan>. Geraadpleegd op 12/11/2014.
- RWS (2011). *Landelijke inventarisatie verzilting*. RW1809-94/kolm/023. Rijkswaterstaat Waterdienst.
- STOWA (2009). *Leven met zout water*. Overzicht van de huidige kennis omtrent interne verzilting. STOWA rapport 2009/45. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- STOWA (2012a). *Omschrijving MEP en Maatlatten voor Sloten en Kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- STOWA (2012b). *Referenties en Maatlatten voor Natuurlijke Watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- STOWA (2013). *Deltafact: Effecten verzilting zoete aquatische ecosystemen*. Opgesteld door Alterra voor Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer en Kennis voor Klimaat (thema 2 – zoetwatervoorziening). deltaproof.stowa.nl
- STOWA (2014). *Deltafact: Effectiviteit van waterinlaat*. Opgesteld door Alterra voor Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. deltaproof.stowa.nl
- Stuyt, L.C.P.M. & Bakel, P.J.T. van (2011). *Basic survey zout en joint fact finding effecten van zout. Naar een gedeeld beeld van het zoetwaterbeheer in laag Nederland*. Alterra rapport 2200. Wageningen: Alterra.
- Stuyt, L.C.P.M., Bakel, P.J.T. van, Delsman, J., Massop, H.T.L., Kselik, R.A.L., Paulissen, M.P.C.P., Oude Essink, G.H.P., Hoogvliet, M. & Schipper, P.N.M. (2013). *Zoetwatervoorziening in het Hoogheemraadschap van Rijnland*. Wageningen: Alterra.
- UNESCO (1973). *Second report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards*. In UNESCO technical papers in marine science. Editor: Kiel.16
- Velstra, J., Hoogmoed, M. & Groen, K. (2009). *Inventarisatie maatregelen omtrent interne verzilting*. Project: Leven met Zout Water. STOWA en Leven met Water.
- Veraart, J.A. & Gerven, L.P.A. Van (2012). *Verzilting, klimaatverandering en de Kaderrichtlijn Water*. Casestudie het boezemstelsel van Schieland. Kennis voor Klimaat. Wageningen, Alterra.
- Verbruggen, E.M.J., Moermond, C.T.A., Janus, J.A. & Lijzen, J.P.A. (2008). *Afleiding van milieurisicogrenzen voor chloride in oppervlaktewater, grondwater, bodem en waterbodem*. RIVM Rapport 711701075/2008. Bilthoven, RIVM.
- VROM (1999). *Stoffen en normen 1999 – Overzicht van belangrijke stoffen en normen in het Milieubeleid*. Alphen aan de Rijn, Samson.

Bijlagen

Bijlage 1. Interviews Bedrijfsvoerders.....	29
1A. Toelichting en Gesprekspunten.....	29
1B. Verslag gesprek Bedrijfsvoerder Bleiswijk.....	30
1C. Verslag gesprek Bedrijfsvoerder Zuidplaspolder.....	31
Bijlage 2. Chloridewaarden.....	33
2a. Chloridewaarden in Polder Bleiswijk; Zomerhalfjaargemiddelden en maximale meetwaarden in de periode 2000-2013.....	33
2b. Chloridewaarden in de Zuidplaspolder; Zomerhalfjaargemiddelden en maximale meetwaarden in de periode 2000-2013	34
2c. Chloridewaarden Boezemwateren e.a. in Schieland; Zomerhalfjaar-gemiddelden en maximale meetwaarden in de periode 2000-2013	35
Bijlage 3. Neerslag- en Chlorideverloop.....	36
3a. Chlorideverloop omgeving Lage Bergse Bos, 2008 – 2013.....	36
3b. Chlorideverloop Waddinxveen, 2002 – 2014.....	37
3c. Chlorideverloop Moordrecht, 2000 – 2014.....	38
Bijlage 4. Zouttolerantie Akkerbouwgewassen.....	39
Bijlage 5. Klimaatscenario's.....	40

Bijlage 1. Interviews Bedrijfsvoerders

1A. Toelichting en Gesprekspunten

(afschrift van de mail die voorafgaand aan de gesprekken met de bedrijfsvoerders is verstuurd)

Zoals eerder aangekondigd stuur ik u hierbij nog een korte toelichting bij mijn verzoek en een lijstje met punten die ik graag tijdens ons gesprek aan de orde wil stellen.

In september ben ik begonnen aan een afstudeeronderzoek met als onderwerp verzilting. Op verzoek en onder begeleiding van Wim Twisk probeer ik in beeld te brengen wat er op dit moment gedaan wordt om de gevolgen van verzilting te bestrijden. Daarbij kijk ik niet alleen naar wat er aan officieel beleid is geformuleerd over verzilting, maar ook naar wie daar in de praktijk bij betrokken zijn en welke procedures er gevolgd worden. Een belangrijk doel hiervan is om te kijken of de huidige manier van werken voldoet, ook met het oog op de gevolgen van klimaatverandering.

Van u als bedrijfsvoerder zou ik graag horen hoe het bestrijden van verzilting in de praktijk werkt. Ik heb daarvoor de volgende vragen/besprekspunten:

Over uw werkgebied:

Waar, hoe vaak en hoe ernstig komt verzilting in uw werkgebied voor?

Zijn er in uw werkgebied inlaatpunten die door anderen/derden beheerd worden?

Zijn er in uw werkgebied nog andere bedrijven dan boeren/tuinders die water innemen?

Op basis van welke informatie wordt besloten om maatregelen te nemen?

Bij wie of waar ontstaat schade of overlast door verzilting?

Bij doorspoelen: hoe weet u of er genoeg is doorgespoeld en is er bekend hoeveel water daarvoor gebruikt wordt?

Over de uitvoering:

Wie is eindverantwoordelijk voor het besluit om maatregelen te nemen?

Welk overleg of afstemming vindt er plaats voorafgaand en tijdens de maatregelen? (Wordt er ook geëvalueerd?).

Welke concrete maatregelen neemt u om (de gevolgen van) verzilting te bestrijden?

Zijn er aanvullende werkzaamheden nodig die gerelateerd zijn aan verzilting/doorspoelen?

Kunt u een indicatie geven van kosten (manuren, materieel o.i.d.) die gemoeid zijn met het bestrijden van verzilting?

Over het beleid:

Welke beleidsstukken zijn voor u het meest relevant als het gaat om bestrijding van verzilting?

Wat is volgens u de kern van het huidige beleid m.b.t. verzilting?

Is het huidige verziltingsbeleid voldoende geformuleerd om uw beslissingen in de praktijk op te baseren (Is er bijvoorbeeld een protocol)?

Op welke aspecten zou u het verziltingsbeleid aangepast willen zien?

Misschien ben ik dingen vergeten te vragen die toch belangrijk zijn in het hele proces van bestrijding van verzilting. Dat hoor ik dan graag van u tijdens ons gesprek.

Bij voorbaat alvast hartelijk dank voor uw tijd en medewerking.

Met vriendelijke groet,

Herman Offereins

06-28487015

1B. Verslag gesprek Bedrijfsvoerder Bleiswijk

Datum: 21 oktober 2014

Werkgebied

De polder Bleiswijk ligt ten westen van de rivier de Rotte. De Rotte is de watergang waarlangs water wordt afgevoerd naar of aangevoerd vanuit de Nieuwe Maas. Aan- en afvoer van water wordt gereguleerd door gemaal Schilthuis in Rotterdam. Als binnenboezem voor de polder dient de Vaart Bleiswijk. Vanuit de Rotte kan op drie punten water worden ingelaten in de Vaart. Van oudsher zijn er vele (100-150) particuliere inlaten langs de Vaart en de Rotte. Deze worden o.a. gebruikt door tuinbouwbedrijven in het gebied wanneer zij water nodig hebben voor hun gewassen. Daarnaast zijn er een tiental grotere inlaten ten behoeve van glastuinbouwgebieden, woonwijken en regulier peilbeheer in de polder.

Met name de tuinders die bloemen in de volle grond telen gebruiken veel oppervlaktewater. Veel tuinders testen 's zomers zelf de EGV van het zelf voordat zij gaan sproeien. De bedrijfsvoerder krijgt dan wel eens het verzoek om extra door te spoelen.

De locatie met de sterkste interne kwel ligt in het Lage Bergse Bos aan de noordkant van Rotterdam. Het Lage Bergse Bos is een recreatiegebied met een eigen peilbeheer met een vast peil. Door de lage ligging is er een constante kwelstroom. Het (verzilte) kwelwater komt via stuwen in het omliggende gebied terecht vanwaar het via gemaal de Kooi en gemaal Lansingerland in gemeente Bergschenhoek uiteindelijk wordt uitgemalen op de Rotte.

Uitvoering

Het waterbeheer in de polder is vooral een kwestie van peilbeheer. Hoeveel water er in de polder wordt ingelaten hangt daarmee af van de actuele waterpeilen, de weersverwachtingen en eventuele (zeldzame) meldingen van tuinders die willen onttrekken. Omdat het inlaten grotendeels geautomatiseerd verloopt is het waterpeil sturend. De enige beperking aan het inlaten is de beschikbaarheid van voldoende zoetwater. Het inlaten van water uit Nieuwe Maas moet enkele malen per jaar worden gestaakt vanwege te hoge chlorideconcentraties. Wanneer dit een langere periode nodig is kan water via een omweg uit de Hollandse IJssel worden aangevoerd. Ook zijn er afspraken (Het zogenaamde Waterakkoord) met naburige waterschappen (Hoogheemraadschap van Delfland, Rijnland en Stichtse Rijnlanden) met betrekking tot de watervoorziening.

Beleid

Voor wat betreft het beleid binnen HHSK is er een protocol over het handelen bij watertekorten. Het onderwerp verzilting speelt hierin geen rol, behalve in de zin van inlaatnormen voor chloride. Beleid dat specifiek gericht is op de bestrijding van (de gevolgen van) verzilting moet nog ontwikkeld worden. De bedrijfsvoerders handelen nu naar beste weten en in onderling overleg.

Toekomst

De situatie rond het Lage Bergse Bos vraagt om een gedegen plan met betrekking tot verzilting. Omdat het probleem redelijk geconcentreerd is in dit deel van het gebied zijn er misschien mogelijkheden om het probleem te isoleren. Dit kan door te accepteren dat het LBB in droge tijden sterk verzilt als gevolg van een flexibel peilbeheer (In plaats van zoetwater aan te voeren kan het peil dan op natuurlijke wijze verder uitzakken). (Het gebied kent nu al geen bijzondere natuurwaarden die ernstige schade zouden lijden van verzilting). Binnen enkele jaren zullen er sowieso werkzaamheden worden uitgevoerd voor de aanleg van een verbindingsweg. Ingrepen in de waterhuishouding van het gebied bieden misschien mogelijkheden om tegelijk de verziltingsprobleem te verminderen.

Het valt te voorzien dat tuinbouwbedrijven hun bedrijfsvoering steeds minder afhankelijk zullen maken van oppervlaktewater door over te stappen op andere, niet grondgebonden, teelten. Recent is in het gebied de bouw gestart van een zuiveringsinstallatie waarmee de tuinders hun eigen afvalwater zuiveren voor hergebruik. Hiermee worden zij minder afhankelijk van (de kwaliteit van) het oppervlaktewater. Het is op dit moment niet duidelijk of die installatie ook geschikt zou zijn om oppervlaktewater te ontzilten voor gebruik in de kassen.

1C. Verslag gesprek Bedrijfsvoerder Zuidplaspolder

Datum: 14 oktober 2014

Werkgebied

De Zuidplaspolder is een complex systeem met 96 peilgebieden. Binnen de Ringvaart liggen de peilen tussen 5.80m –NAP en 7.12m-NAP. De Ringvaart zelf heeft een vast peil van 2.15m-NAP (bron: Peilbesluit Zuidplaspolder, 2012, Peilbesluit Ringvaart, 2005). Op verschillende plekken in het gebied zijn zoute wellen aanwezig, bijvoorbeeld in de wijk Zuidplas (Nieuwerkerk aan den IJssel), langs de 2^e Tocht en in Moordrecht.

Vanuit de Ringvaart zijn er ruim dertig inlaatpunten in gebruik voor peilbeheer. Hier wordt ook ingelaten om zoute kwel weg te spoelen. De meeste inlaten worden door HHSK bediend. In de wijk Zuidplas te Nieuwerkerk aan den IJssel wordt de inlaat in hoofdzaak door de gemeente bediend.

Uitvoering

Gemaal Bierhoogt speelt een belangrijke rol bij het doorspoelen van het gebied rond de 2^e Tocht. In extreem droge jaren draait het gemaal Bierhoogt ongeveer 2x per etmaal om om verzilting te beperken. Vanaf Bierhoogt stroomt het water via meerder peilvakken naar gemaal Abraham Kroes waar het wordt uitgemalen op de Hollandse IJssel. In perioden met voldoende aanbod aan zoet water (Rijnaafvoer en/of neerslag) is het peilbeheer zo ingericht dat het tegelijk verzilting tegengaat. In droge perioden wordt onder meer het doorspoelen door Bierhoogt beperkt waardoor het inlaatwater vanuit de Ringvaart verder de Zuidplaspolder in kan stromen. Op deze manier blijft er meer zoet water beschikbaar voor de rest van het gebied. Via gemaal zuidelijke dwarsweg/4e tocht wordt "gebiedseigen" water naar gemaal Zuidplas gevoerd om zo de Ringvaartboezem aan te vullen.

Andere acties in geval van droogte:

- Opzetten van het peil rond Moordrecht (+ 5 cm) om iets tegendruk te geven tegen zoute kwel. (Het effect hiervan is zeer beperkt).
- Aangepaste (handmatige) bediening van gemaal Bierhoogt (op basis van situatie) en andere gemalen en stuwen.
- Dagelijkse bemonstering van chloride op meerdere plekken (Doorspoelen heeft alleen zin wanneer het water in de Ringvaart een lager chloridegehalte heeft dan dat in de polder (gemeten in de 4^e Tocht). Wanneer het water in de Ringvaart boven de 200mg Cl/l komt wordt er niet meer ingelaten. Er is strikt genomen geen norm voor chloridegehalte in het polderwater. Doorspoelen gebeurt zolang er voldoende water beschikbaar is. (opmerking achteraf: er is wel een richtlijn, afhankelijk van het grondgebruik, zie hoofdstuk 5).
- Controle van alle inlaten en onttrekkingen
- Extra maaien/krozen van watergangen (Ringvaart) i.v.m. een goede doorstroming van het extra water.
- Calamiteitenoverleg
- Afstemming met Rijnland over inlaten bij Gouda (i.v.m. beschikbaarheid water in de Hollandse IJssel).

De inzet van personeel in geval van droogte is aanzienlijk, naar de indruk van de bedrijfsvoerder vergelijkbaar met die in geval van ernstige wateroverlast. Cijfers hierover zijn misschien te achterhalen via de urenregistraties. Een verschil is dat droogte vaak een langere periode aanhoudt dan neerslagoverlast.

Beleid

Het optreden van watertekorten in perioden van droogte wordt gezien als een calamiteit. In het calamiteitenhandboek is omschreven welke procedures er gevolgd moeten worden om de gevolgen te beperken. In eerste instantie houdt dit vooral in dat de betrokken bedrijfsvoerder met collega's van andere afdelingen (Vergunningen en Handhaving, Beheer en Onderhoud, ?) een calamiteitenteam vormt dat gezamenlijk overlegt over de beste manier van handelen.

Toekomst

In het (zuid-)oostelijk deel van de polder (omgeving Moordrecht, Nieuwerkerk), op het zogenaamde restveengebied, wordt hoofdzakelijk veeteelt gevonden. Gras en vee ondervinden betrekkelijk weinig hinder van verzilting. Meer naar het westen en noorden bestaat de bodem uit klei. Hierop wordt akker- en tuinbouw bedreven. Er is teelt van onder meer aardappels, bieten en spruiten. Met name deze bedrijven zijn gevoelig voor verzilting en zich hierop aan moeten passen. Mogelijk betekent dit dat bedrijven zullen omschakelen op veeteelt of op andere gewassen. Nu al zijn bedrijven verdwenen en is grond ingericht voor recreatie en natuur. De grond die (nog) niet herbestemd is is via loonbedrijven nog steeds in gebruik als akker-/landbouwgrond.

Bijlage 2. Chloridewaarden

In deze bijlage is voor de meetpunten in Schieland het zomerhalfjaargemiddelde en de maximale gemeten waarde (in de periode 2000 – 2013) van het chloridegehalte weergegeven. In de kolom DatMax is de datum weergegeven waarop de maximale waarde gemeten is. Die verschilt per meetpunt, enerzijds omdat het watersysteem in verschillende jaren blijkbaar verschillend reageert, anderzijds doordat niet alle meetpunten elk jaar en elke maand bemonsterd worden.

2a. Chloridewaarden in Polder Bleiswijk; Zomerhalfjaargemiddelden en maximale meetwaarden in de periode 2000-2013

Meetpunt	Omschrijving locatie	ZomGem	Max	DatMax
2	Bergse Achterplas, bij Lommerijk 1ste steiger noord	123	160 mg/l	03-12-2003
5	VAART Bleiswijk duiker nabij spoorbaan Hoefweg	111	230 mg/l	13-12-2011
18	BERGSE VOORPLAS zuidelijk deel thv steiger Aegir	135	250 mg/l	13-07-2011
25	ROTTE thv Boterdorps Verlaat voor sluis va brug	144	240 mg/l	05-09-2013
27	Vijver Lage Bergse Bos bij afsluiter noordzijde b	962	1000 mg/l	24-09-2012
30	BERGSE VOORPLAS Noordelijk deel oost van eiland	135	260 mg/l	13-07-2011
31	BERGSE ACHTERPLAS noordelijk deel thv Plaswijck	141	210 mg/l	06-01-2005
34	BERGSE ACHTERPLAS zuid deel midden thv Adriana Stg	141	230 mg/l	01-12-2004
41	SINGEL HOGE BERGSE BOS O v Hoeksekade B'hoek	202	300 mg/l	01-05-2007
43	Bergse Achterplas, plasje bij Ringdijk Peppelweg	99	152 mg/l	26-09-2000
44	Bergse Achterplas, langs Ringdijk bij Buitenzorg	126	172 mg/l	29-03-2001
45	Bergse Voorplas, voor Berg-/Broeksverlaat, sluis	114	180 mg/l	02-09-2003
52	Rotte, voor Berg- en Broekse Verlaat vanaf brug	120	170 mg/l	19-08-2002
54	VAART Bleiswijk to vijzelgemaal Bergweg-Noord	143	240 mg/l	23-11-2011
71	Bergse Achterplas, midden op de plas	122	160 mg/l	03-12-2003
73	Bergse Achterplas, zomerhuisjes	125	160 mg/l	03-12-2003
77	Bergse Achterplas zuidelijk deel nabij jachthaven	120	150 mg/l	03-12-2003
1201	GEMAAL DE KOOI Rottekade 1 B'hoek voor krooshek	145	580 mg/l	20-11-2007
1203	KROMME TOCHT HOEKSEKADE v brug W v Hoeksekade	238	575 mg/l	20-01-2000
1204	TWEEDE TOCHT bij Lange Vaart Bleiswijk vo duiker	96	170 mg/l	28-02-2013
1205	DERDE TOCHT KOOILAAN 500m Z v Merenweg va brug	88	410 mg/l	21-11-2007
1212	KANAALDUIKERTOCHT Anthuriumweg 100m O v 1e Tocht	88	590 mg/l	21-11-2007
1213	WATERGANG Groendalseweg thv 35 / 37 Bleiswijk	89	160 mg/l	21-11-2007
1214	DERDE TOCHT GROENDALSEWEG van duiker zuidzijde	98	430 mg/l	14-05-2007
1215	TWEEDE TOCHT WEST 50m Z v Boterdorpseweg	181	400 mg/l	15-04-2004
1216	Vijver Ura-strook zuid van Groendalseweg bij lands	57	120 mg/l	30-05-2005
1218	DERDE TOCHT West Warmoeziersweg to 56 B'hoek	88	140 mg/l	30-03-2005
1219	TOCHT GEMAAL AvhHARTWEG B'wijk circa 150 va weg	65	130 mg/l	16-05-2011
1220	EERSTE TOCHT Oost Jan vd Heijdenstraat va brug	96	160 mg/l	30-03-2005
1221	TOCHT v Vredenburglaan thv Haverveld va brug	175	410 mg/l	25-03-2002
1222	2e WATERGANG via fietspad A12 N va Kruisweg	109	220 mg/l	08-07-2011
1223	GEMAAL LANSINGERLAND Rottebandreef voor krooshek	297	850 mg/l	19-12-2013
1254	DUIKERTOCHT Struisvaren to no.1 vanaf steiger	137	990 mg/l	16-10-2007
1257	EERSTE TOCHT MERENWEG vo duiker noordzijde	81	170 mg/l	17-05-2011
1258	AFVOERTOCHT eind Schreyrackseweg B'hoek va brug	125	190 mg/l	23-02-2009
1261	SLOOT PEPPELDREEF B'wijk va brug Götzenhainsingel	127	270 mg/l	11-07-2011
1262	WATERGANG ORION Bleiswijk va brug Sterrenlaan	88	200 mg/l	17-03-2005

2b. Chloridewaarden in de Zuidplaspolder; Zomerhalfjaargemiddelden en maximale meetwaarden in de periode 2000-2013

Meetpunt	Omschrijving locatie	ZomGem	MAX		DatMax
601	GEMAAL ABR KROES ZPP voor krooshek	248	340	mg/l	14-01-2010
603	Vijzelgemaal 2e Bloksweg Waddinxveen voor krooshek	233	370	mg/l	25-04-2007
604	TWEEDE TOCHT Bierhoogweg Z'huizen voor gemaal	275	920	mg/l	25-10-2007
605	Vijzelgemaal Parallelweg noord, Nieuwerkerk, voor	205	260	mg/l	28-04-2004
606	GEMAAL ZUIDPLASWEG Na/dIJ voor krooshek	166	240	mg/l	21-10-2009
607	3e TOCHT bij Parallelweg-N voor stuw A20	164	280	mg/l	22-10-2003
608	WATERGANG N-DWARSWEG Z'huizen N v A12	169	260	mg/l	26-01-2010
609	GEMAAL ZUIDPLAS Noordringdijk W'veen voor krooshek	237	350	mg/l	11-04-2013
614	SCHEISLOOT MIDDELWEG to 10 Z v electriciteitshuis	276	535	mg/l	10-08-2000
631	SCHEISLOOT WEST Middelweg 30 M'drecht 250 m N-O	1268	3000	mg/l	13-08-2003
633	5e TOCHT 30m v Abr Kroesweg bij begin kassen	123	540	mg/l	13-09-2007
634	4e TOCHT M'kapelle 50 m vo stuw via fietspad A12	116	200	mg/l	21-05-2014
638	Tocht Beijerincklaan, voor overstort Schaepmanhoeve	256	620	mg/l	13-05-2002
639	AFVOERTOCHT N-DWARSWEG 130 Z v spoor vo schuif	134	200	mg/l	19-04-2011
640	Gemaal Middelweg Moordrecht achter gemaal t.o. nr.	200	330	mg/l	28-04-2004
643	Tocht Zuidelijke Dwarsweg, bij A12 voor Yvonne hoe	195	270	mg/l	13-08-2003
644	Sloot van Noordringdijk, via landbouwweg, noordoost	196	280	mg/l	13-08-2003
645	Sloot Noordringdijk, nabij nr.13 tegenover schuur	188	320	mg/l	13-08-2003
646	AFVOERTOCHT 7e TOCHTWEG va brug noordzijde	568	1300	mg/l	30-05-2012
647	Scheislout provinciale weg, bij nr 32/38, oost van	253	470	mg/l	19-08-2003
648	Scheislout provinciale weg, bij nr 24, zuid van pa	93	130	mg/l	25-09-2003
649	Hoofdtocht oostzijde Moordrecht, vanaf brug Weth.	397	500	mg/l	28-10-2003
651	TOEVOERSLOOT BREDEWEG Moerkapelle to caravanpark	158	230	mg/l	17-04-2014
652	TOEVOERSLOOT G v Dort Kroonweg Waddinxveen thv 13	173	240	mg/l	19-10-2009
653	4e TOCHT Z-Dwarsweg Z'huizen va brug bij gemaal	212	290	mg/l	21-10-2009
654	Toevoersloot zuidelijke Dwarsweg noordwest van spo	137	200	mg/l	28-04-2004
656	TOEVOERSLOOT DERDE TOCHTWEG Moordrecht NW v 1	173	270	mg/l	26-01-2010
659	DWARSTOCHT bij Vierde Tochtweg M'drecht va duiker	270	400	mg/l	08-11-2005
663	5e TOCHT BIJ PROVINCIALEWEG v brug bij spoorbaan	231	420	mg/l	12-07-2012
664	WATERGANG ZWALUWHOF Moordrecht achter 29	212	330	mg/l	03-07-2013
665	6e SCHEISLOOT RIJKSWEW pad bij nr 3 einde N-O	238	430	mg/l	08-07-2014
666	WATERGANG FONTEINKRUID via Dalkruid va brug	168	220	mg/l	21-10-2009
667	AFVOERTOCHT HOOGVEENENWEG midden NW bij kas	168	280	mg/l	23-04-2004
668	WATERGANG NIJVERHEIDSCENTRUM einde weg va duiker	140	240	mg/l	27-05-2011
671	WATERGANG Z-Dwarsweg tussen 13a&b thv Overslagweg	154	510	mg/l	23-08-2010

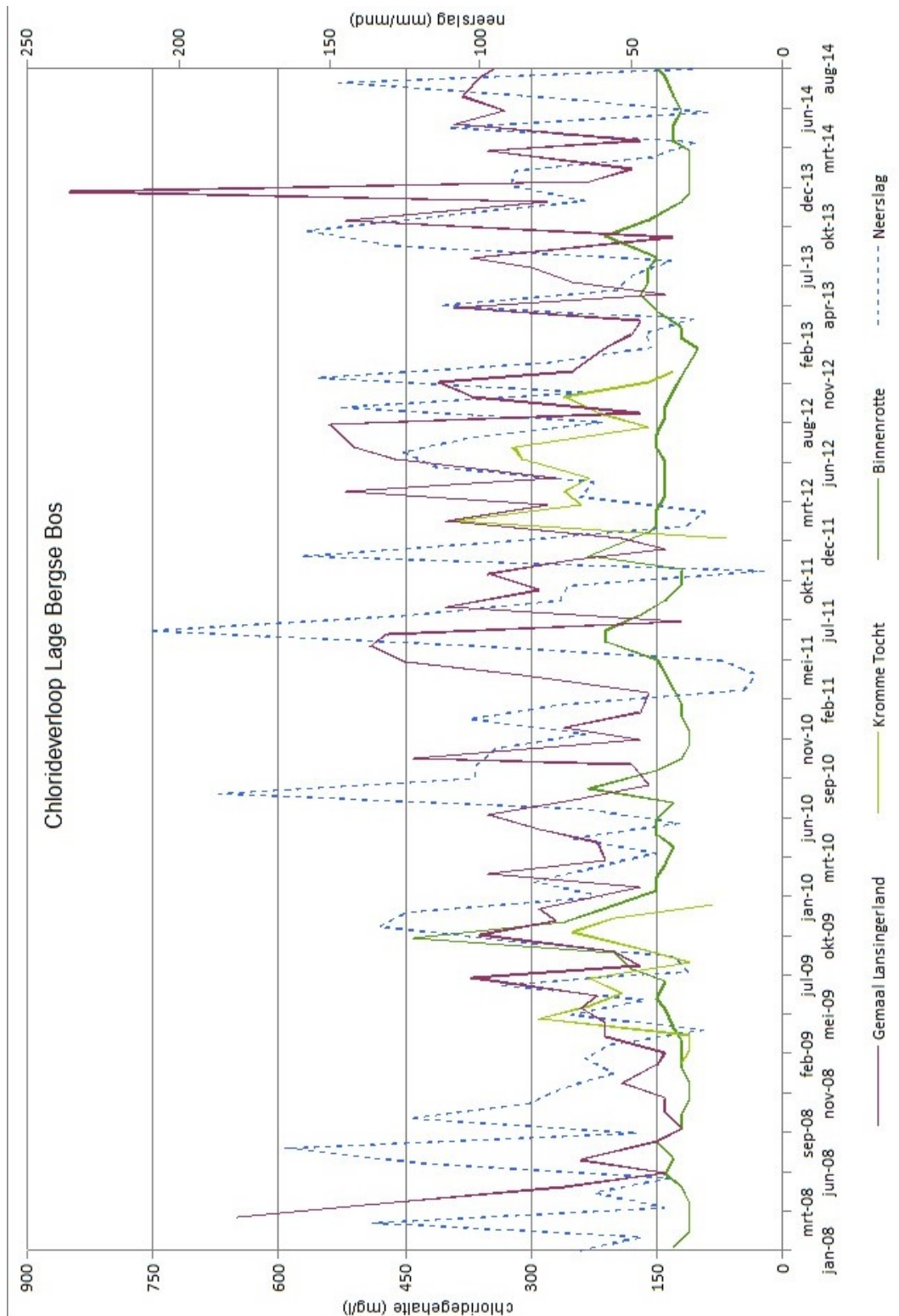
2c. Chloridewaarden Boezemwateren e.a. in Schieland; Zomerhalfjaar-gemiddelden en maximale meetwaarden in de periode 2000-2013

Meetpunt	Omschrijving locatie	ZomGem	Max		DatMax
7	RINGVAART ZPP brug N-Dwarsweg Zevenhuizen	175	280	mg/l	27-05-2011
10	ROTTE thv Vlietkade Oud Verlaat Zevenhuizen	134	250	mg/l	08-07-2010
16	BOEZEMKANAAL bij Schilthuis va brug Gerdesiaweg	148	590	mg/l	25-08-2003
20	Molenviergang Tweemanspolder vanaf brug bovenmolen	108	180	mg/l	25-09-2003
21	KOORNMOLENGAT ca 30m west van toegang	94	150	mg/l	11-08-2010
22	Hennipsloot, nabij Roerdomp, vanaf brug	117	230	mg/l	08-05-2007
24	RINGVAART ZPP bij gemaal Abr Kroes vo krooshek	177	350	mg/l	21-08-2003
29	NOORDERKANAAL W v brug Straatweg steiger roeivijver	201	610	mg/l	07-10-2009
33	Kralingse Plas, zuidoostzijde t.h.v. lange brug	85	120	mg/l	19-07-2013
36	RINGVAART ZPP thv 2eMoordrechtse Tiendweg va brug	237	340	mg/l	07-05-2013
37	RINGVAART ZPP va brug Apollolaan Waddinxveen	138	330	mg/l	28-11-2012
38	RINGVAART PPA va brug Bermweg 474 Capelle	205	270	mg/l	24-05-2011
40	ZEVENHUIZERPLAS I midden op plas	210	270	mg/l	06-12-2007
42	BINNEN ROTTE L-Rottekade v steiger H de Keyserstr	153	440	mg/l	08-10-2009
46	ROTTE bij inlaat Koornmolengat va steiger	111	230	mg/l	02-05-2007
47	KOORNMOLENGAT ringsloot voor filter bij pomp	97	150	mg/l	05-08-2010
48	KOORNMOLENGAT ringsloot na afloop uit rietveld	108	190	mg/l	03-09-2003
49	WILGENPLAS Teugeweg vanaf steiger	182	230	mg/l	04-10-2012
51	Zevenhuizerplas II; bij parkeerplaats Middelweg	427	570	mg/l	10-03-2004
53	Koornmolengat, ringsloot fietspad 200m va Roerdomp	112	150	mg/l	01-08-2006
57	RINGVAART ZPP va brug Bredeweg Moerkapelle	174	260	mg/l	06-06-2011
60	RINGVAART ZPP thv Wollefoppenweg vanaf brug	177	280	mg/l	19-01-2010
62	RINGVAART R'DAM bij duiker onder Kralingse Zoom	139	280	mg/l	08-06-2011
63	Boezemkanaal Kralingsverlaat, steiger w. van sluis	98	124	mg/l	25-09-2000
66	SINGEL BOSZOOM bij gemaal thv Lagelandsepad	120	200	mg/l	22-07-2010
67	KRALINGSE PLAS midden op plas	133	340	mg/l	01-12-2009

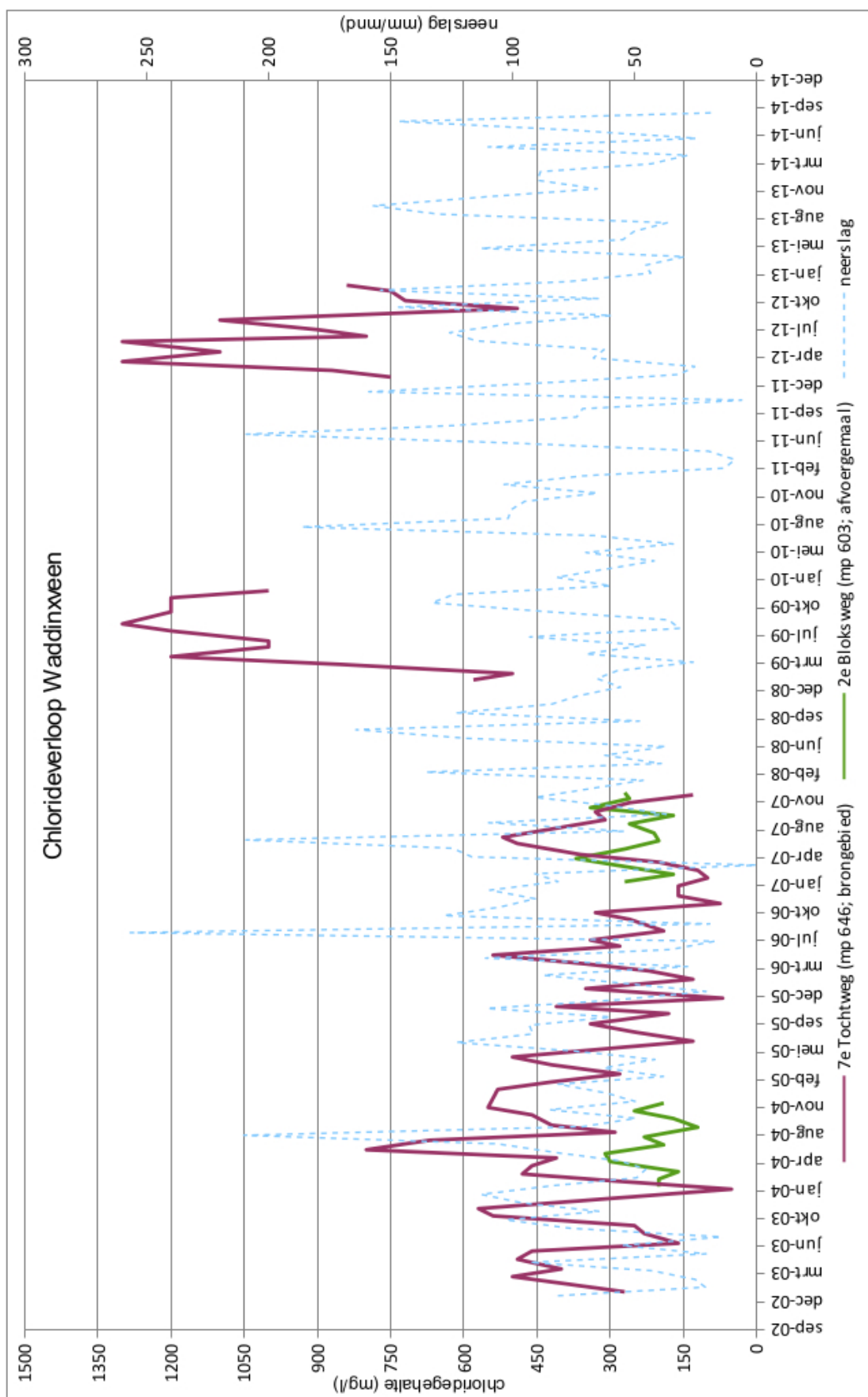
Bijlage 3. Neerslag- en Chlorideverloop

In de volgende drie grafieken wordt voor drie kerngebieden van interne verzilting weergegeven hoe de chloridegehalten schommelen door de tijd in relatie tot de neerslag. De meetreeksen van stroomafwaarts gelegen meetpunten zijn weergegeven om de verspreiding van chloride door het watersysteem in te kunnen schatten.

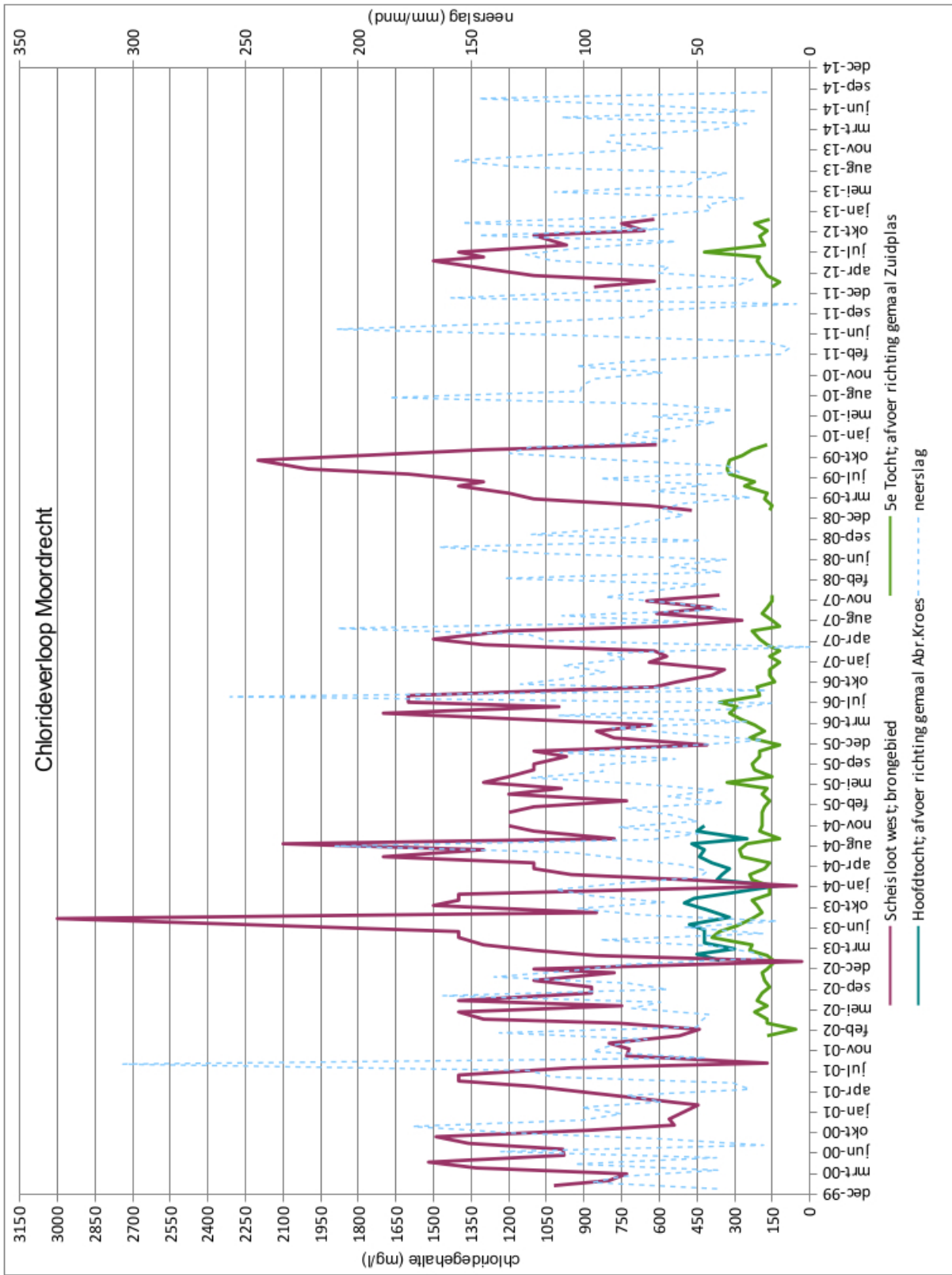
3a. Chlorideverloop omgeving Lage Bergse Bos, 2008 – 2013



3b. Chlorideverloop Waddinxveen, 2002 – 2014



3c. Chlorideverloop Moordrecht, 2000 – 2014



Bijlage 4. Zouttolerantie Akkerbouwgewassen

Classificatie van gevoeligheden voor zout in de wortelzone voor de belangrijkste gewassen in Nederland. Zoutschadedrempels (Cl^-): Gevoelig: 300mg/l, Matig Gevoelig: 600mg/l, Matig Tolerant: 1200 mg/l, Tolerant: 2400mg/l. (bron: Bakel & Stuyt, 2011)

Gewas/teelt	Zoutgevoeligheidsklasse			
	Gevoelig (S)	Matig Gevoelig (MS)	Matig Tolerant (MT)	Tolerant (T)
Grasland				
Wintertarwe				
Suikerbiet				
Zaaiuien				
Snijmais				
Aardappel				
Aardbeien				
Bloemkool				
Sla				
Winterpeen				
Sluitkool				
Ijsbergsla				
Prei				
Stambonen				
Tuinbonen				
Was- en bospeen				
Witlof				
Appelen				
Peren				
Klein fruit				
Laan- en parkbomen				
Tulp				
Lelie				
Gladiol				

Bijlage 5. Klimaatscenario's

Hieronder een uittreksel uit de klimaatcijfers van KNMI'14 met de voor verzilting relevante variabelen en indicatoren. (www.klimaatscenario's.nl)

Kerncijfers KNMI'14-klimaatscenario's														
		Scenario veranderingen voor het klimaat rond 2050C (2036-2065)						Scenario veranderingen voor het klimaat rond 2085C (2071-2100)						
		GL	GH	WL	WH	GL	GH	WL	WH	GL	GH	WL	WH	
Variabele	Indicator	Gemiddelde verandering voor het klimaat rond 2050C (2016-2045)												
		GL	GH	WL	WH	GL	GH	WL	WH	GL	GH	WL	WH	
Jaar	Zeepeil (bij Noodtoestand)	absolute (mm/a)	3 cm boven NAP	+15 tot +30 cm	+20 tot +40 cm	+20 tot +40 cm	+25 tot +60 cm	+25 tot +60 cm	+25 tot +60 cm	+45 tot +80 cm	+45 tot +80 cm	+45 tot +80 cm	+45 tot +80 cm	
	Temperatuur	temperatuurverandering	2,0 mm/jaar	+1 tot +5,5 mm/jaar	+1 tot +5,5 mm/jaar	+3,5 tot +7,5 mm/jaar	+3,5 tot +7,5 mm/jaar	+1 tot +7,5 mm/jaar	+1 tot +7,5 mm/jaar	+4 tot +10,5 mm/jaar	+4 tot +10,5 mm/jaar	+4 tot +10,5 mm/jaar	+4 tot +10,5 mm/jaar	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	101 °C	+1,0 °C	+1,4 °C	+2,0 °C	+2,3 °C	+1,3 °C	+1,7 °C	+2,8 °C	+2,8 °C	+3,7 °C	+3,7 °C	
	Zonnestraling	gemiddelde zonnestraling	851 mm	5,00%	4,00%	2,50%	5,50%	5,00%	5,00%	5,00%	6,00%	6,00%	7,00%	
	Verdamping	potentiële verdamping (Mikluk)	354 kJ/cm²	0,20%	0,60%	1,60%	-0,80%	1,20%	-0,50%	1,30%	-0,80%	-0,80%	1,40%	1,40%
Lente	Mist	aantal uren met zicht minder dan 1 km	589 mm	2,50%	3,00%	5,00%	4,00%	7,00%	2,50%	5,50%	6,00%	10,00%	10,00%	
	Temperatuur	gemiddelde temperatuur	300 uatG)	-100 uat	+1,1 °C	+1,6 °C	+2,1 °C	+2,7 °C	+1,3 °C	+1,7 °C	+2,8 °C	+4,1 °C	+4,1 °C	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	211 mm	8,50%	3,00%	8,00%	8,00%	17,00%	4,50%	12,00%	11,00%	30,00%	30,00%	
	Temperatuur	10-dagse neerslagom die eens in de 10 jaar wordt overschreden)	89 mm	9,00%	6,00%	10,00%	12,00%	17,00%	8,00%	12,00%	16,00%	25,00%	25,00%	
	Neerslag	aantal natte dagen > 0,1 mm)	55 dagen	1,50%	-0,10%	1,40%	-0,40%	2,40%	0,30%	1,00%	-0,90%	3,00%	3,00%	
Zomer	Temperatuur	gemiddelde temperatuur	9,5 °C	-0,8 °C	+0,9 °C	+1,1 °C	+1,8 °C	+2,1 °C	+1,2 °C	+1,5 °C	+2,4 °C	+3,1 °C	+3,1 °C	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	173 mm	5,50%	4,50%	2,30%	11,00%	9,00%	8,00%	7,50%	13,00%	12,00%	12,00%	
	Temperatuur	gemiddelde temperatuur	17,0 °C	-0,9 °C	+1,0 °C	+1,4 °C	+1,7 °C	+2,3 °C	+1,2 °C	+1,7 °C	+2,7 °C	+3,7 °C	+3,7 °C	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	224 mm	0,20%	1,20%	-8,00%	1,40%	-13,00%	1,00%	-8,00%	-4,50%	-23,00%	-23,00%	
	Neerslag	dagelijkse hoeveelheid die eens in de 10 jaar wordt overschreden)	44 mm	+1,7 tot +10%	+1,7 tot +10%	+2,0 tot +13%	+3 tot +21%	+2,5 tot +22%	+2,5 tot +15%	+2,5 tot +17%	+5 tot +35%	+5 tot +40%	+5 tot +40%	
Herfst	Zonnestraling	aantal zon per jaar maximum	15,1 mm/jaar	+5,5 tot +11%	+5,5 tot +11%	+7 tot +14%	+12 tot +23%	+13 tot +25%	+8 tot +16%	+9 tot +19%	+19 tot +40%	+22 tot +45%	+22 tot +45%	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	43 dagen	0,50%	0,50%	-5,50%	0,70%	-10,00%	2,10%	-5,50%	4,00%	-16,00%	-16,00%	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	153 kJ/cm²	1,80%	2,10%	5,00%	1,00%	6,50%	0,90%	5,50%	3,00%	9,50%	9,50%	
	Neerslag	relatieve vochtigheid	77,00%	-0,60%	-0,60%	-2,00%	0,10%	-2,50%	0,00%	-2,00%	-0,60%	-0,60%	-3,00%	-3,00%
	Neerslag	potentiële verdamping (Mikluk)	266 mm	3,50%	4,00%	7,00%	4,00%	11,00%	3,50%	8,50%	8,00%	15,00%	15,00%	
Winter	Temperatuur	gemiddelde temperatuur	4,00%	4,50%	20,00%	0,70%	30,00%	30,00%	1,00%	19,00%	13,00%	50,00%	50,00%	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	10,6 °C	+1,0 °C	+1,1 °C	+1,3 °C	+2,2 °C	+2,3 °C	+1,6 °C	+1,6 °C	+3,3 °C	+3,8 °C	+3,8 °C	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	245 mm	5,50%	7,00%	8,00%	3,00%	7,50%	7,50%	9,00%	5,50%	12,00%	12,00%	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	245 mm	5,50%	7,00%	8,00%	3,00%	7,50%	7,50%	9,00%	5,50%	12,00%	12,00%	
	Neerslag	gemiddelde neerslag	245 mm	5,50%	7,00%	8,00%	3,00%	7,50%	7,50%	9,00%	5,50%	12,00%	12,00%	