



Zoetwater Baten voor de Agrariër

De opbrengsten van zoetwatermaatregelen





Copyright © 2015

Nationaal Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (KvK). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, in geautomatiseerde bestanden opgeslagen en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat. In overeenstemming met artikel 15a van het Nederlandse auteursrecht is het toegestaan delen van deze publicatie te citeren, daarbij gebruik makend van een duidelijke referentie naar deze publicatie.

Aansprakelijkheid

Hoewel uiterste zorg is besteed aan de inhoud van deze publicatie aanvaarden de Stichting Kennis voor Klimaat, de leden van deze organisatie, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties, noch de samenstellers enige aansprakelijkheid voor onvolledigheid, onjuistheid of de gevolgen daarvan. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is voor de verantwoordelijkheid van de gebruiker.



Auteurs

Dr. L.F. Tolk¹, T. te Winkel¹, Dr. M.J.P. Mens², J. Velstra¹



(1) Acacia Water, Van Hogendorpplein 4, 2805 BM Gouda, lieselotte.tolk@acaciawater.com
(2) Deltares, Postbus 177, 2600 MH Delft.

KvK rapportnummer

KvK155/2015KvK155/2015

Met dank aan het KvK-thema2 consortium, Sjoerd van der Zee en Joop Kroes waarmee overleggen zijn geweest over droogte- en zoutschade, Stijn Reinhard (LEI) voor verstrekken van verschillende gewasprijzen, ZLTO, Stowa, Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen en het Afstemoverleg Zuid Westelijke Delta voor hun bijdrage aan case Zuidwestelijke Delta.

Dit onderzoeksproject (projectnummer 1202389; projecttitel Zoetwatervoorziening en Waterkwaliteit) werd uitgevoerd in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (www.kennisvoorklimaat.nl). Dit onderzoeksprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu..





Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Aanpak	7
1.2	Specifieke toepassing van Agricom	7
1.3	Leeswijzer	8
2	Variatie in gewasopbrengst	9
3	Vliegwielen effect; de meerwaarde van zekerheid	12
4	Mogelijke opbrengst toename door verziltingbestrijding	13
4.1	Verdwijnen van de neerslaglens	13
4.2	Optrekken van het zout in de wortelzone	14
4.3	Gewasschade door zout in de wortelzone	15
4.4	Invloed klimaatverandering	16
4.5	Waarde van verziltingsbestrijding	16
5	Gemiddelde mogelijke opbrengst toename door droogtebestrijding... ..	18
5.1	Waterwijzer	18
5.2	HELP tabellen: Waternood	18
5.3	Oplopende schade met een dalende GLG	19
5.4	Waarde van droogtebestrijding	21
6	Onzekerheden en methodes om daarmee om te gaan	22
6.1	Perceelsafhankelijke factoren	23
6.2	Onzekerheden door nog niet uit ontwikkelde producten	23
6.3	Intrinsieke onzekerheden	25
7	Conclusies	27
8	Literatuur	30



1 Inleiding

De zoetwatervoorziening voor de landbouw in Nederland zal naar verwachting onder druk komen te staan door klimaatverandering en socio-economische ontwikkelingen. Daarom wordt in Kennis voor Klimaat (KvK) onderzoek gedaan naar het toekomstbestendig maken van de zoetwatervoorziening. De voorliggende studie is onderdeel van het KvK project thema 2 “Zoetwatervoorziening en waterkwaliteit op nationale en regionale schaal”. In dit project worden maatregelen om de veranderingen in de waterbeschikbaarheid het hoofd te bieden onderzocht onder de onzekerheid van een veranderend klimaat. De nadruk in dit project ligt op relatief kleinschalige maatregelen voor het opslaan van zoetwater of het aanpassen van de teelt. Toepassing van het onderzoek is binnen het thema verder uitgewerkt in drie cases, waaronder de case/proeftuin Zuidwestelijke Delta. In deze regio is wordt in het Deltaprogramma ingezet op het versterken van de zelfvoorzienendheid. Binnen KvK wordt in deze regio ook onderzoek gedaan naar de implementatie van deze maatregelen in het GO-Fresh project.

In deze publicatie wordt in beeld gebracht wat de meerwaarde is (1) van maatregelen die zorgen voor een vergroting van de zoetwaterlens waarmee verzilting wordt tegengaan, en (2) van maatregelen die door (ondergrondse) opslag van zoetwater voor een grotere waterbeschikbaarheid zorgen, waarmee droogteschade kan worden bestreden. Dit soort maatregelen worden op dit moment getest in pilots in de Zuidwestelijke Delta. In de pilot Drains2buffer wordt verzilting tegengegaan door de toepassing van extra drains op grotere diepte om de zoute kwel die van onderaf het perceel binnendringt af te vangen en af te voeren naar de sloot. Doordat de het uitstroomniveau op dezelfde hoogte als het originele drain niveau wordt gehandhaafd kan zich boven de nieuwe drains een dikke zoetwaterlens vormen, die voorkomt dat de zoute kwel de wortelzone bereikt. Daarnaast worden er twee pilots uitgevoerd om meer zoetwater beschikbaar te maken door opslag in de kreekruigen. In de pilot Kreekrug Infiltratie wordt de zoetwatervoorraad in een kreekrug vergroot door verhoging van de grondwaterstand via peilgestuurde drainage in combinatie met infiltratie van oppervlaktewater. In de pilot De Freshmaker wordt de zoetwatervoorraad in een kreekrug vergroot door injectie van zoet water in combinatie met onttrekking van zout grondwater via horizontale putten. Deze twee pilots zorgen ervoor dat er meer water beschikbaar is voor droogtebestrijding door irrigatie (beregening, druppelirrigatie etc.).

De doelgroep van deze kleinschalige maatregelen die binnen onderzoeksprogramma's als Kennis voor Klimaat worden ontwikkeld op het gebied van de zoetwatervoorziening zijn de agrariërs. Dit zijn de eindgebruikers van het water, en vaak ook degenen die de investeringen moeten doen om de maatregelen op hun perceel te implementeren. Daarom wordt er hier gefocust op de meerwaarde van verziltingsbestrijding en een betrouwbare zoetwatervoorziening voor de agrariërs. De informatie die in dit rapport wordt gegeven beperken zich niet tot de bovengenoemde proeven, maar kunnen als voorbeelden worden gezien voor de baten van verziltingsbestrijdingsmaatregelen en droogtebestrijdingsmaatregelen in het algemeen.



1.1 Aanpak

Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van de kennis die is gegenereerd door het consortium in Kennis voor Klimaat – thema 2, en waar mogelijk worden de instrumenten die in de verschillende werkpakketten zijn ontwikkeld ingezet. Voor een inschatting van de droogteschade wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt de berekening met een Rapid Assessment Model (RAM) in combinatie met het gewasschademodel Agricom voor een 1000-jarige synthetische reeks zoals ontwikkeld in werkpakket 5 (met name het promotie onderzoek van M. Mens, 2015). Daarnaast is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de verschillende bronnen van informatie die op dit moment beschikbaar zijn over de effecten van de beschikbaarheid van zoetwater. Een belangrijke bron hierin is de verziltingsstudie voor Noord Nederland (Van Staveren en Velstra, 2011). Het verziltingsrisico is hierin in beeld gebracht voor een ander gebied (Noord Friesland en Groningen) maar met vergelijkbare fysische eigenschappen als de Zuidwestelijke Delta.

1.2 Specifieke toepassing van Agricom

Binnen het Kennis voor Klimaat programma heeft Mens (2015) Agricom gekoppeld aan het snelle hydrologische ‘bakjesmodel’ RAM (Rapid Assessment Model) voor West-Nederland. Hiermee kunnen langere tijdreeksen van neerslag en verdamping worden doorgerekend, en kan daardoor bijvoorbeeld gekeken worden naar de effecten van weersvariatie tussen verschillende jaren en de invloed van klimaatverandering. Er is onder andere een berekening gedaan met een synthetische 1000-jarige reeks van neerslag en verdamping die door het KNMI is gegenereerd. De reeks weerspiegelt de natuurlijk variatie in neerslag en verdamping in het huidige klimaat. De resultaten van deze berekening zijn voor het huidige rapport samengevat in termen van droogteschade per gewastype en bodemtype.

Specifiek voor deze studie is met het RAM-Agricom instrumentarium toegepast om de droogteschade te berekenen voor een aantal verschillende gewassen en bodems die veel voorkomen in de Zuidwestelijke Delta (zavel, lichte klei en zware-klei). Aangezien het instrumentarium binnen KvK was ontwikkeld voor West-Nederland zijn de simulaties voor dat gebied gedaan. Dit leidt mogelijk tot een onderschatting van de droogteschade omdat het gebied waarvoor de simulaties zijn uitgevoerd lager ligt en daardoor een hogere kweldruk heeft. En deze resultaten geven daarom een conservatieve schatting voor de Zuidwestelijke Delta.

Als controle en voor een algemener beeld zijn naast de specifiek voor deze studie gegenereerde resultaten ook de resultaten gebruikt zoals beschreven in de theoretische onderbouwing van Agricom (Mulder en Veldhuizen, 2014).



1.3 Leeswijzer

Op basis van de huidige kennis kan een eerste globale inschatting worden gegeven van de orde van grootte van de verziltings- en droogteschade die door de toepassing van de maatregelen kan worden voorkomen. Deze effecten worden versterkt door variaties in de gewasprijzen en andere bedrijfseconomische effecten, zoals wordt beschreven in hoofdstuk 2 en 3. In hoofdstuk 4 en 5 worden redeneerlijnen opgezet die op basis van de beschikbare informatie een orde van grootte geven van de meerwaarde van verziltings- en droogtebestrijding. Deze worden echter ook nog omgeven door onzekerheden, deze worden verder besproken in hoofdstuk 6 waarin de verschillende soorten onzekerheden worden onderscheiden en waarin een handreiking wordt gedaan hoe met de verschillende onzekerheden kan worden omgegaan. Tot slot worden in hoofdstuk 7 de belangrijkste conclusies samengevat.

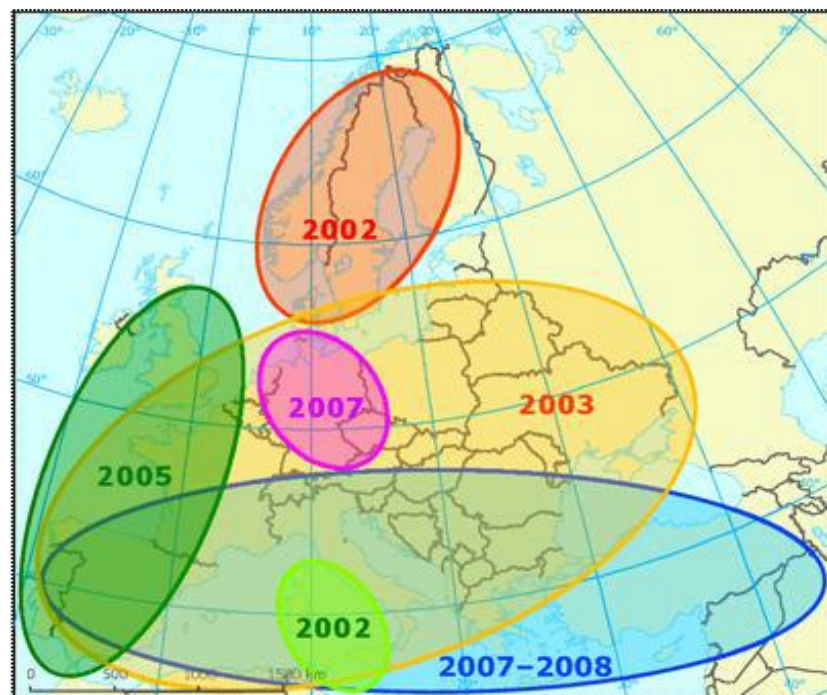


2 Variatie in gewasopbrengst

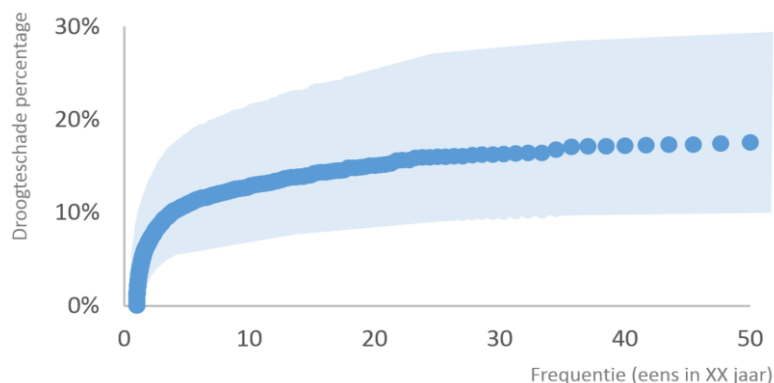
Droogteschade (in euro's) wordt bepaald door het verschil tussen potentiële en actuele opbrengst, en door de gewasprijs. Deze aspecten kunnen variëren. Potentiële opbrengst is in droge jaren groter dan gemiddeld. Deze opbrengst kan alleen gerealiseerd worden als er voldoende water beschikbaar is. We gaan hier in op de potentiële opbrengst per gewas en de variatie in gewasprijzen door externe economische invloeden.

De opbrengst per hectare verschilt sterk per gewas. Voor gras ligt de potentiële opbrengst gemiddeld nabij de 1000 euro/ha, voor aardappelen rond de 5000 euro/ha en voor granen rond de 1500 euro/ha (Waterlood en Agricom gemiddelde waarden). Binnen een bepaald gewas kan de prijs ook sterk uiteen lopen. Zo is de prijs voor pootaardappelen (op klei gemiddeld 0,24 – 0,30 euro/kg) hoger dan die voor consumptie aardappelen (op klei gemiddeld 0,11 euro/kg) en is de prijs voor zetmeel aardappelen veel lager (0,06 euro/kg) (Ministerie V&W, 2004; Bus, 2010). De prijzen die in de algemene instrumentaria (Agricom, Waterlood) voor aardappelen gehanteerd worden liggen het dichtst bij die voor consumptieaardappelen.

In slechte jaren is de productie en daarmee het aanbod op de markt lager, wat zich over het algemeen vertaalt in een hogere gewasprijs. Hierbij speelt schaal een belangrijke rol. Een droogte die zich beperkt tot een klein gebied zal een beperktere invloed hebben op de (Europese) marktprijs dan een droogte die zich over heel Europa uitstrekt zoals bijvoorbeeld in 2003 (figuur 2.1).



Figuur 2.1, Gebieden waarop de belangrijkste droogtes in de periode 2000-2009 invloed hadden (overgenomen uit van Duinen, 2011; oorspronkelijke bron: Kristensen, Werner et al., 2010)



Figuur 2.2, Frequentie van de droogteschade berekend met Agricom, voor aardappelen op lichte klei.

We hebben een frequentie analyse uitgevoerd op de uitkomsten van RAM-Agricom (West-Nederland) voor de 1000-jarige reeks, uitgesplitst naar gewas en bodemtype. Daaruit blijkt dat de droogteschade in een droogtejaar dat gemiddeld een keer in de 10 jaar voorkomt ongeveer twee keer zo groot is als de schade in een gemiddeld jaar (oftewel eens in de twee jaar). Een voorbeeld is weergegeven voor aardappelen (figuur 2.2). Hieruit blijkt dat gemiddeld eens in de 5 jaar meer dan 10% schade kan worden verwacht. Tevens blijkt dat de droogteschade nooit groter wordt dan 20% van de potentiële opbrengst. Schade komt voort uit de gebieden/gewassen die in het model niet berekend worden. Vergelijkbare waarden zijn gevonden voor bijvoorbeeld gras en granen. Omdat de baten van zoetwatermaatregelen worden uitgedrukt in vermeden schade, en de potentiële opbrengst toeneemt in droge jaren, hebben de maatregelen een groter absoluut effect in droge jaren. De zoetwatermaatregelen zullen daarom een versterkt effect hebben in droge jaren. Door klimaatverandering zullen de droge jaren naar verwachting frequenter voorkomen, een jaar zoals 2003 komt in het W+ scenario ongeveer eens in de twee jaar voor. De zoetwatermaatregelen worden daarom in de toekomst nog rendabeler.

Om de invloed van droge jaren op de gewas opbrengst en de prijs te analyseren hebben we gegevens uit verschillende bronnen naast elkaar gezet. Agricom (Mulder en Veldhuizen, 2014) houdt rekening met een toename van de potentiële opbrengst door een toename in potentiële verdamping in droge jaren. In tabel 2.1 laten we dit verschil zien door de gemiddelde potentiële gewaswaarde voor het droge jaar 2003 te vergelijken met het langjarig gemiddelde. Voor de meeste gewassen is de potentiële waarde in 2003 zo'n 6-8% hoger dan het langjarig gemiddelde. Granen zijn hierin een uitzondering waarbij de opbrengst met zo'n 14% afneemt. Opgemerkt moet worden is dat in Agricom geen prijselasticiteit wordt meegenomen (Mulder en Veldhuizen, 2014), zodat de veranderingen van de opbrengst enkel worden veroorzaakt door de weersomstandigheden. De gewasprijs per kg of per stuk blijft dus gelijk, terwijl de waarde per ha varieert met de potentiële verdamping in een bepaald jaar.



De verandering in de prijs door de droogte van 2003 wordt geïllustreerd door een voorbeeld op basis de prijsindex van het LEI (Prijsindex LEI). De gegevens laten zien dat in het droge jaar de prijzen rond de 10% hoger zijn dan in 2005. Overigens zijn er ook andere factoren van belang voor de prijsontwikkeling tussen verschillende jaren, dus dit is slechts een eerste indicatie, voor een echt beeld hiervan is verdere analyse noodzakelijk.

Wanneer de toename van bovengenoemde potentiële waarde en prijstoename worden gecombineerd (extra kilo's en extra hoge prijzen) komt de potentiële opbrengst in euro/ha voor consumptie-aardappelen, gras of pootaardappelen in totaal zo'n 15-20% hoger uit in een droog jaar dan een gemiddeld jaar.

	Agricom				Waternoed Saldo	Prijs verschil 2003 – gemiddeld (%)
	Potentiële waarde gemiddeld		Potentiële waarde 2003			
	euro/ha	euro/kg	euro/ha	euro/kg	euro/ha	
gras	1355	0.129	1455	0.129	725	7%
aardappelen	4995	0.114	5374	0.114	4650	8%
suikerbieten	2986	0.048	3209	0.048	3700	7%
granen	1103	0.133	950	0.133	1750	-14%
snijmais	2001	0.137	2186	0.137	990	9%
bloembollen	26112	0.086	27772	0.086	15000	6%
fruit	20009	0.595	20189	0.595	14600	1%

Tabel 2.1, Gewasprijzen overgenomen uit de Agricom theorie en gebruikershandleiding (Mulder en Veldhuizen, 2014). De rode driehoekjes geven afwijkende eenheden aan: in euro/kgds voor gras en granen en in euro/stuk voor bollen. Opgemerkt moet worden dat hierin geen prijsvariatie tussen verschillende jaren is toegepast.



3 Vliegwiël effect; de meerwaarde van zekerheid

Veranderingen in de kwaliteit van het oogstbaar product worden over het algemeen niet meegenomen bij schadeberekeningen, omdat de achterliggende processen moeilijk zijn te parametriseren. Desalniettemin kan dit een belangrijke invloed hebben op de gewasopbrengst en de prijs van het product. Voorbeelden zijn een verandering in de sortering van aardappels, indrogen van de bladranden van bladgroente en gevoeligheid voor ziektes zoals schurft bij aardappelen (Bartholomeus et al., 2013). Aan de verandering in kwantiteit van de gewassen moet de verandering in de kwaliteit aan toe worden gevoegd als een extra component om tot een volledige inschatting van de mogelijke vergroting van de opbrengst te komen.

De vermindering van risico's door zekerheid van water voor een vast prijs, zonder onvoorziene toekomstige prijsschommelingen of afhankelijkheden van duurder water kan leiden tot een grotere bedrijfszekerheid zonder grote inkomensschommelingen. Dit kan voor de agrariër waardevol zijn. De zoetwatermaatregelen kunnen in dit geval worden gezien als een soort verzekering tegen droge jaren.

Een constante levering kan nog verdere voordelen opleveren, zoals betere mogelijkheden voor contractteelt. Zo kan het mogelijk worden om voor (een groter deel van) de oogst een leveringscontract af te sluiten, waardoor een grotere afzetmarkt met betere prijzen kan worden bediend. Bovendien kan met een continue teelt worden voorkomen dat producten op de markt moeten worden gekocht (op het moment dat de marktprijzen hoog zijn) om te voldoen aan de contractverplichtingen.

Daarnaast kan, wanneer een deel van de oogst wordt gebruikt als zaai- of pootgoed voor de volgende teelt, een slecht jaar meerdere jaren doorwerken (bijvoorbeeld in de aardappel pootgoed sector). Een constante oogst levert ook een continue goede kwaliteit zaai- of pootgoed voor het volgende jaar.

Deze onderdelen illustreren de extra toegevoegde waarde van zoetwatermaatregelen bovenop de reductie van gewasschade, die van groot belang kunnen zijn voor de bedrijfseconomische effecten. De monetarisering hiervan is een nieuw onderzoeksterrein, dit wordt onderzocht in het project Spaarwater (Velstra et al., 2015; Spaarwater.com). Deze vliegwiël effecten van extra bedrijfszekerheid kunnen de extra opbrengsten die in deze publicatie worden geanalyseerd in belangrijke mate verder versterken.



4 Mogelijke opbrengst toename door verziltingbestrijding

In laag-Nederland waar het zoute grondwater dicht bij het oppervlak komt bestaat de kans op verzilting. Landbouw is in deze gebieden mogelijk doordat er zoetwaterlenzen op het zoute grondwater drijven. Wanneer deze lenzen verdwijnen, kan het zoute water in de wortelzone terechtkomen en daar gewaschade veroorzaken. Hoe groot de kans is op verzilting onder verschillende omstandigheden, en welke schade dit daadwerkelijk aan de gewassen toebrengt is nog omgeven door onzekerheden.

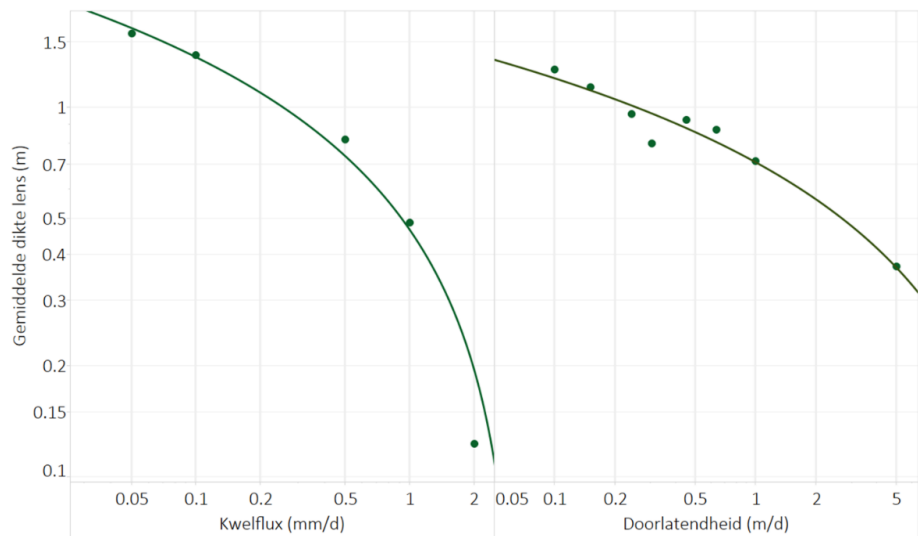
13

Voor het bepalen van het effect van het verdwijnen van de zoetwaterlens, het effect daarvan op het bodemvocht, en de schade die hierdoor aan gewassen wordt veroorzaakt is nog geen integraal instrument beschikbaar. Voor de losse onderdelen zijn echter wel relaties beschikbaar. Hier werken we daarom met een kentalberekening op basis van de beschikbare informatie. Hiermee werken we voor een paar voorbeelden uit welke de schade kan worden verwacht. De beschikbare informatie is over het algemeen beperkt, waardoor ook een aantal aannames nodig zijn in de berekening, deze worden in dit hoofdstuk beschreven. Dit geeft voor een aantal specifieke omstandigheden een indicatie van de orde van grootte van de verziltingschade, en daarmee van de meerwaarde van maatregelen om dit te bestrijden.

4.1 Verdwijnen van de neerslaglens

De kans op verzilting is afhankelijk van de diepte van het zoet-zout grensvlak onder het maaiveld, de kweldruk waarmee het zoute water omhoog wordt gedrukt, en de bodemsamenstelling. Als de kweldruk beperkt is, dan blijkt het risico op verzilting voor alle bodemsoorten verwaarloosbaar (Van Staveren en Velstra, 2011). De neerslaglens heeft het grootste risico om te verdwijnen in lichte bodems en bij een oplopende kweldruk. Daarnaast heeft de drainage een grote invloed op de dikte van de zoetwaterlens. Uit onderzoek (De Louw, 2011; De Louw, 2013; Van Staveren en Velstra, 2011) is gebleken dat wanneer drains dicht bij elkaar liggen zich een kleinere zoetwaterlens vormt dan wanneer ze verder uit elkaar liggen.

Als voorbeeld kiezen we een lichte (zand of lichte zavel) en een matig zware (zavel of lichte klei) bodem, met een ondiep zoet-zout grensvlak en een kweldruk van $>0,5$ mm/dag, en een hoge drainage dichtheid. Oftewel een locatie met een aanzienlijk risico op het verdwijnen van de zoetwaterlens.



Figuur 4.1, Invloed van kwelflux (mm/d) en doorlatendheid (m/d) op de gemiddelde dikte van de regenwaterlens (m) op logaritmische assen (Overgenomen uit Acacia Water, in ontwikkeling; mogelijk veranderen de resultaten in deze grafiek nog iets in de definitieve uitwerking)

4.2 Optrekken van het zout in de wortelzone

De diepte van de drains bepaalt hoe groot de kans is dat het zoute grondwater na het verdwijnen van de neerslaglens optrekt tot in de wortelzone boven het grondwaterniveau. Bij ondiepe drains is die kans groter dan bij diepe drains. Als voorbeeld kiezen we een drain-diepte van 1m onder maaiveld, oftewel locaties met een aanzienlijke kans op het optrekken van het zout naar de wortelzone na het verdwijnen van de neerslaglens.

Berekeningen met SWAP hebben laten zien dat onder deze omstandigheden het zoute grondwater kan optrekken naar de wortelzone (Van Staveren en Velstra, 2011). Hoeveel het zoutgehalte na het verdwijnen van de zoetwaterlens oploopt in de wortelzone is afhankelijk van de bodem, het gewas, de weersomstandigheden en de achtergrond concentratie. In een normaal jaar zoals 2005 was berekend dat het zoutgehalte op 50 cm onder maaiveld in matig zware bodems kan oplopen tot ± 580 mg/L bij tarwe, ± 1900 mg/L bij aardappel en ± 4500 mg/L bij gras. Het verschil bij de gewassen wordt met name veroorzaakt door een verschil in verdamping. In een droog jaar zoals 2003 zijn de berekende waarden flink hoger met ± 4100 mg/L, ± 6200 mg/L en ± 7800 mg/L. Voor een lichtere bodem zijn de waarden grofweg 2/3 tot de helft van deze concentraties, en voor kleibodems blijft de berekende concentratie op 50cm onder maaiveld bij alle gewassen heel laag (< 100 mg/L).

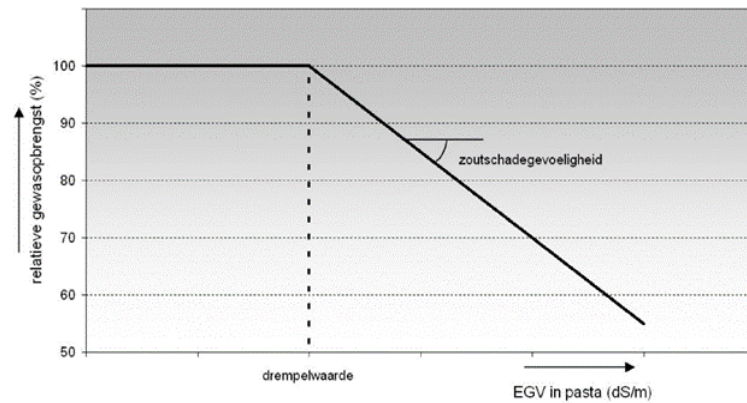


4.3 Gewasschade door zout in de wortelzone

Hoe groot de schade is die door zout in de wortelzone wordt veroorzaakt is sterk gewas afhankelijk. In de studie voor Leven met Zout Water (Van Dam et al., 2007) zijn de gegevens voor de zoutgevoeligheid voor een groot aantal gewassen bij elkaar gebracht. Over het algemeen is de tolerantie voor het bodemvocht hoger dan voor het gietwater. De gewassen kunnen in vier klassen worden ingedeeld van gevoelig tot tolerant (Stuyt en van Bakel, 2011; Tanji and Kielen, 2002; Maas, 2007). Hierbij vallen gras en suikerbieten in de klasse tolerant, winter tarwe en prei in de klasse matig tolerant, aardappel en snijmaïs in de klasse matig gevoelig en bollen en fruit over het algemeen in de klasse gevoelig. Opgemerkt moet worden dat er nog grote onzekerheden in de zoutgevoeligheid van gewassen zijn, bijvoorbeeld door de verschillen in de invloed van structurele en incidentele zoutbelasting. Hier wordt verder gewerkt met de beschikbare literatuur waarden, in hoofdstuk 6 wordt verder ingegaan op de onzekerheden.

De zoutschadefuncties gelden voor de gemiddelde seizoensconcentratie. De bovenstaande zoutconcentraties die zijn berekend op 50 cm onder maaiveld zijn de maximale concentraties. Aangezien de schadefuncties voor het seizoensgemiddelde zijn, moet een aanname worden gemaakt over hoe een kortere piek doorwerkt ten opzichte van een continue seizoenale zoutbelasting. Een stress situatie kan leiden tot een verslechtering van de kwaliteit (zie ook hoofdstuk 3). Om tot een orde van grootte inschatting te komen wordt hier aangenomen dat de concentratie gedurende het seizoen oploopt van nul tot de maximale concentratie en dat de gemiddelde seizoensconcentratie dus de helft is van de maximale concentratie, dit is echter een onzekere aanname.

In dat geval blijft de concentratie bij gras en tarwe zowel in een normaal jaar als in een droog jaar onder de schade drempel (zowel die geformuleerd in de klassen als die specifiek voor de gewassen weergegeven; zie figuur 4.2). Voor aardappel wordt de drempelwaarde in een normaal jaar niet, maar in een droog jaar wel overschreden. In een droog jaar als 2003 komt de schade op basis van de bovengenoemde concentraties op $\pm 30\%$ bij lichte zavel en $\pm 40\%$ bij lichte klei.



Zoutgevoeligheidsklasse	Zoutschade drempel (mg/L)	Gevoeligheid (% opbrengst / 100mg/L)	Gewas	Zoutschade drempel (mg/L)	Gevoeligheid (% opbrengst / 100mg/L)
Gevoelig	600	4	aardappel	756	1.63
Matig gevoelig	1200	2	tarwe	3947	0.72
Matig tolerant	2400	1	gras	3603	0.78
Tolerant	4800	0.5			

Figuur 4.2, parameters voor de zoutschade functie geldig voor de seizoensgemiddelde chloridenconcentratie in de wortelzone (per klasse overgenomen uit Stuyt en van Bakel, 2011; per gewas overgenomen uit Van Dam et al., 2007)

4.4 Invloed klimaatverandering

Door klimaatverandering kunnen de zomers droger worden, afhankelijk van het klimaatscenario. Onder een W+ scenario worden normale jaren droger en komen droge jaren vaker voor. Ook voor die situatie zijn bovenbeschreven SWAP-berekeningen van de zoutconcentratie op 50cm onder maaiveld beschikbaar (Van Staveren en Velstra, 2011). Bij een (sterk) veranderend klimaat overschrijden de concentraties gerapporteerd in die studie vaker de drempelwaarde voor zoutschade (Stuyt en van Bakel, 2011; Van Dam et al., 2007). In lichte kleibodems komt bij een veranderend klimaat volgens deze gecombineerde literatuurwaarden ook in een normaal jaar een schade van ±15% voor aardappel voor. De schade voor aardappel in een droog jaar komt dan op tot ±45-50% bij lichte zavel en lichte klei. Onder dit klimaatscenario wordt in droge jaren ook voor tarwe de schade drempel overschreden met een berekende schade van ±5% bij lichte zavel en ±15% bij lichte klei. Voor gras wordt de schadedrempel niet overschreden en wordt geen zoutschade door optrekkend zout naar de wortelzone verwacht.

4.5 Waarde van verziltingsbestrijding

Zoals gezegd zijn de getallen slechts indicaties en liggen er veel aannames en modellen die nog in ontwikkeling zijn aan ten grondslag. De hieronder genoemde bedragen geven dus een orde van grootte inschatting, maar zeker geen absolute waarden. Verschillen in bodemgesteldheid, cultivar of duur van de droogteperiode kunnen bijvoorbeeld tot andere resultaten leiden. Daarnaast worden ook de zoutschade relaties en de modellering van het transport



van zout door de bodem verder ontwikkeld, wat ook kan leiden tot een andere inschatting van de schade. Hoe met deze onzekerheden kan worden omgegaan komt in hoofdstuk 6 verder aan bod.

Voor een matig gevoelig gewas als aardappel komt de zoutschade op basis van bovenstaande redeneerlijn op locaties met een aanzienlijk risico op het verdwijnen van de zoetwaterlens op maximaal 30-40% van de potentiële opbrengst in droge jaren. Bij consumptieaardappelen met een opbrengst van ongeveer 5000 euro/ha komt dat neer op 1500-2000 euro/ha in een droog jaar. Gemiddeld komt een jaar als 2003 een keer in de 10 jaar voor, en is de gemiddelde extra opbrengst door het voorkomen van schade dus zo'n 150-200 euro/ha/jaar. Voor pootaardappelen is de prijs ongeveer twee keer zo hoog. Op basis van deze kentallen komt de meerwaarde voor pootaardappelen op ruim 3000-4000 euro/ha in een droog jaar, oftewel zo'n 300-400 euro/ha/jaar gemiddeld over de jaren. Wanneer rekening wordt gehouden met de grotere potentiële aardappelopbrengst van 8% in warme jaren en een hogere gewasprijs van 13% (zie hoofdstuk 2) komt de extra opbrengst in de aardappelteelt in de orde van 150-450 euro/ha/jaar.

De kosten van drainagemaatregelen om de zoetwaterlens te vergroten zijn in de orde van 50-150 euro/ha/jaar bij oplossingen waarbij de drainage op minder dan ongeveer 2m diepte wordt aangelegd, 100-320 euro/ha/jaar voor de peilgestuurde variant. Wanneer de buizen dieper worden gelegd stijgen de kosten naar ongeveer 400-850 euro/ha (Tolk, 2013). Hieruit blijkt dat de goedkope varianten van de drainage oplossingen (optimaliseren van de afstand en diepte van de drainagemiddelen en/of peilgestuurde drainage) kansrijk zijn. De systemen worden met name terugverdiend in droge jaren.



5 Gemiddelde mogelijke opbrengst toename door droogtebestrijding

Met het beschikbaar maken van voldoende water voor irrigatie kunnen droogteverliezen worden bestreden. Droogteschade treedt op als het vochtgehalte in de wortelzone onder het optimum voor de gewassen is. Wanneer dit optreedt, is afhankelijk van het gewas, de weersomstandigheden, de grondwaterstand en van de bodemsamenstelling die het watervasthoudend vermogen en de capillaire werking bepaalt. Droogteschade kan worden verminderd door het (actief) verhogen van de grondwaterstand en/of door irrigatie.

Er zijn verschillende methodes om de droogteschade te bepalen. In dit hoofdstuk wordt een overzicht hiervan gegeven, met waar mogelijk concrete voorbeelden van de orde van grootte van de schade. Deze voorbeelden sluiten aan bij de situatie in de Zuid Westelijke Delta, maar kunnen ook als voorbeeld voor andere delen van laag Nederland worden gebruikt.

5.1 Waterwijzer

Op dit moment is de Waterwijzer in ontwikkeling. Deze nieuwe methode zal op termijn de huidige schadetabellen kunnen vervangen om opbrengstdepressies in de landbouw te berekenen in relatie tot de waterhuishouding. Het instrumentarium is gebaseerd op het SWAP-model dat wordt uitgebreid met het gewasmodel WOFOST. Het traject loopt van 2013-2016, en heeft tot doel om een klimaatbestendig en geactualiseerd instrument te ontwikkelen om te sturen op waterstromen en opbrengsten, rekening houdend met droogte-, nat en zout-schade.

De bestaande methodes worden geactualiseerd omdat de productieomstandigheden in de landbouw door technologische en teelttechnische ontwikkelingen zijn veranderd. En omdat zowel de HELP- als TCGB-tabellen zijn gebaseerd op de meteorologische condities van de periode 1951-1980, terwijl uit een vergelijking van 1951-1980 en 1981-2010 blijkt dat de totale hoeveelheid neerslag, de referentieverdamping en het aantal dagen met extreme neerslag zijn toegenomen (Bartholomeus et al, 2013).

In de eerste fases van het ontwikkelen van het instrumentarium is het model op onderdelen uitgebreid en zijn concept-metarelaties gemaakt. Deze hebben echter nog verdere ontwikkeling nodig en zijn nog niet geschikt voor toepassing (persoonlijke communicatie J. Kroes, S. vd Zee; Kroes et al., 2015).

5.2 HELP tabellen: Waternood

Veelgebruikt voor schadebepalingen zijn de HELP-tabellen. De oorspronkelijke HELP-tabellen zijn in 1987 uitgebracht en zijn in een aantal stappen geüpdate, waarbij met name het toepassingsbereik is uitgebreid. In het Waternoodinstrumentarium zijn de HELP-2005 tabellen beschikbaar gemaakt voor het bepalen van de regionale schade, op basis van bodem, landgebruik en de GHG (ge-



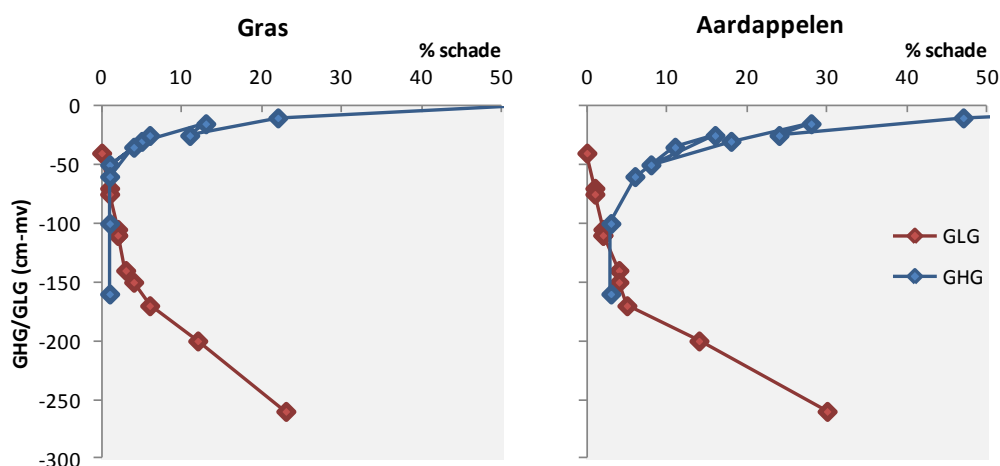
middeld hoogste grondwaterstand) en de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand). Zoals hierboven werd beschreven vindt er een actualisatie van het instrumentarium plaats, en moet bij gebruik van de HELP-tabellen rekening worden gehouden met het feit dat de huidige landbouwpraktijk er niet in is verwerkt en dat ze zijn gebaseerd op oude meteorologische condities.

De tabellen zijn ontwikkeld voor een regionale toepassing en doen alleen uitspraken over gemiddelde omstandigheden. Ze zijn niet bedoeld voor het doen van uitspraken over bijvoorbeeld opbrengstderving als gevolg van suboptimale agrohydrologische omstandigheden op een specifiek bedrijf of in een specifiek jaar (Van Bakel et al., 2005). De informatie kan daarom alleen indicatief worden gebruikt om de orde van grootte van de gemiddelde opbrengstderving in te schatten.

5.3 Oplopende schade met een dalende GLG

Opbrengstderving vindt zowel bij te droge als te natte omstandigheden plaats. Dit is in de HELP-tabellen weergegeven in relatie tot de GLG en de GHG. Hoe de opbrengstderving oploopt ten opzichte van de GLG of GHG is hier geïllustreerd voor twee gewassen op een homogene zavelbodem (figuur 5.1).

Uit de tabellen blijkt dat bij de meeste gewas en bodemcombinaties de schade met name begint op te lopen als de GLG onder ongeveer 100-150 cm-mv komt. Hoe groot de opbrengstderving is hangt af van het gewas, de bewortelingsdiepte en de bodem. Bijvoorbeeld voor gras, aardappelen en granen leidt uitzakken van de GLG tot 150 cm-mv in bodems met een zware tussenlaag tot 15-20% opbrengstderving. Bij een homogene kleibodem komt de schade voor gras en aardappelen boven de 10% bij een verlaging van GLG tot 2m-mv of dieper (zie figuur 5.1).

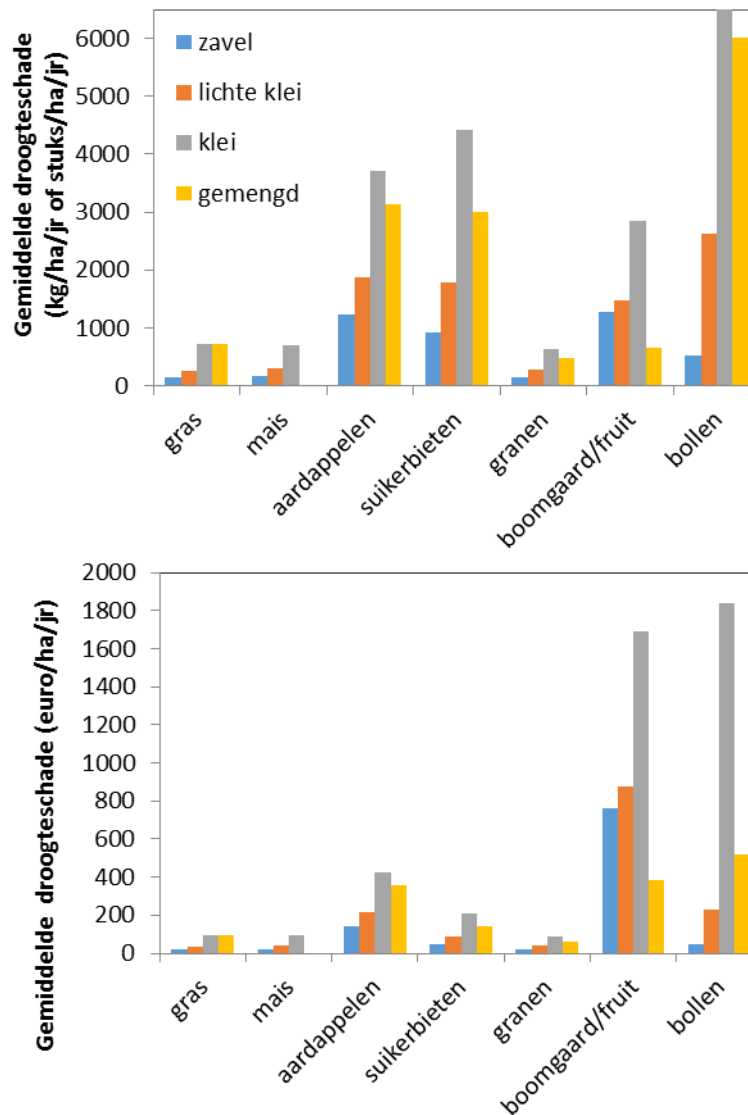


Figuur 5.1 Voorbeeld van de gemiddelde droogteschade (rood) en natschade (blauw) bij verschillende dieptes van de GLG en GHG, op basis van de HELP-tabellen voor homogene zavel of klei (figuur gemaakt op basis van de tabellen in Stowa 2005-16).



Droogteschade per gewastype op basis van Agricom

Voor verdere detaillering hebben we gebruik gemaakt van Agricom resultaten. Agricom berekent de effecten van te droge, te natte of te zoute omstandigheden op de Nederlandse landbouw (Van Bakel et al., 2009). Hiermee is het ook mogelijk om de opbrengstderving in individuele jaren te bepalen aan de hand van transpiratiereducties. Over het algemeen wordt Agricom gekoppeld met de landelijke hydrologische berekeningen van het NHI. In dit geval is het gekoppeld met RAM voor West-Nederland (zie hoofdstuk 2).



Figuur 5.2, Gemiddelde droogteschade (=droogterisico) obv Agricom voor verschillende bodems en gewassen in stuks/ha/jaar voor bollen en kg/ha/jaar voor de overige gewassen (boven) en in euro/ha (onder). Berekend voor de belangrijke bodemsoorten in de Zuidwestelijke Delta (zavel, lichte klei en klei) met het model zoals beschreven in Mens (2015) en ter vergelijking de waarden zoals gerapporteerd in Mulder en Veldhuizen (2014) voor heel Nederland (weergegeven als bodemsoort 'gemengd')



5.4 Waarde van droogtebestrijding

De grootste verschillen in de gemiddelde droogteschade (figuur 5.2) worden veroorzaakt door het type gewas. De resultaten van de simulaties met RAM-Agricom tonen dat gras, mais en granen gemiddeld minder droogteschade leiden dan aardappelen, suikerbieten, fruit en bollen. Daarnaast is ook de bodem zeer bepalend voor de gevoeligheid voor droogte. Bij klei en lichte zavel is de droogteschade beperkt in vergelijking met de berekende schade bij het bodemtype klei-op-zand. Hierbij moet worden opgemerkt dat er nog geen rekening is gehouden met de verschillende cultivar binnen een gewastype. Wanneer dit wordt toegevoegd zal ook de schade binnen gewassen variabel worden, en kan de spreiding in de droogteschade verder toenemen. De gemiddelde berekende schade loopt uiteen van ongeveer 150-750 kg/ha voor gras, mais en granen, tot 900-4400 kg/ha voor aardappelen, suikerbieten en fruit (figuur 5.2). Dit levert een gemiddelde potentiële extra opbrengst op (op basis van de prijzen in Agricom) van minder dan 100 euro/ha voor gras, mais en granen, ongeveer 200 euro/ha voor suikerbieten op klei, 200-425 euro/ha voor consumptieaardappelen op klei (voor pootaardappelen wordt ongeveer het dubbele verwacht zie hoofdstuk 2) en 700-1800 euro/ha voor boomgaarden en fruitteelt en bij bollen op klei.

De kosteneffectiviteit van de maatregelen wordt nog groter als de meeropbrengst in droge jaren ook wordt beschouwd. Uit de analyses beschreven in hoofdstuk 2 en 3 blijkt dat wordt verwacht dat de schade ongeveer twee keer zo hoog is in droge jaren, terwijl de potentiële opbrengst groter wordt door de weersomstandigheden (geschat op 6% voor bollen en 8% voor aardappel), en de gewasprijzen hoger zijn (geschat op 13% voor aardappelen). Bovenop de gemiddelde extra opbrengst komt in de droge jaren daardoor in totaal nog zo'n 140% extra. Dit gaat om in de orde van grootte van 300-1000 euro/ha extra in een droog jaar bij consumptieaardappel en 2500 euro/ha extra in een droog jaar bij bollen en fruitteelt. In een veranderend klimaat wordt verwacht dat het aantal droge jaren zal toenemen en dat deze hoge opbrengst van de maatregelen vaker zal voorkomen.

De kosten voor het vergroten van de zoetwaterberging in de kreekkrug en de onttrekking uit deze zoetwatervoorraad is in de orde van <200 tot 600 euro/ha/jaar en de kosten voor het aanleggen en onttrekken met behulp van de Freshmaker worden ingeschat op 320 tot 2100 euro/ha/jaar (Oude Essink et al., 2014; Tolk et al., 2013). Op basis van de gemiddelde opbrengsten zoals hierboven beschreven zijn de goedkope versies van deze maatregelen rendabel voor de gemiddeld tot hoogrenderende gewassen, zoals (poot)aardappel, fruitteelt en bollen.

Voor lager renderende gewassen wordt niet verwacht dat deze maatregelen kansrijk zijn (tenzij in rotatie met een van de hoogrenderende gewassen). Deze maatregelen kunnen wel de overstap naar een hoogrenderende teelt mogelijk maken, zoals bijvoorbeeld op grote schaal gebeurd is in Zuid Beveland na het beschikbaar komen van de landbouw waterleiding. Hierbij komen echter grote



extra investeringskosten voor de overstap op een nieuwe bedrijfsvoering die hier niet verder zijn beschouwd.

6 Onzekerheden en methodes om daarmee om te gaan

De baten die een zoetwatermaatregel zal opleveren voor de agrariër zijn relatief moeilijk vast te stellen. Over de kosten van de maatregelen is al meer bekend, hoewel sommige maatregelen nog in ontwikkeling zijn waardoor de prijzen op termijn specifiekere kunnen worden vastgesteld (Tolk, 2013). De opbrengsten van de maatregelen worden over het algemeen beschouwd als moeilijker om goed vast te stellen (Jeuken et al., 2015). In voorgaande hoofdstukken is een poging gedaan om op basis van redeneerlijnen de orde van grootte van de baten vast te stellen. Om voor de individuele agrariërs investeringsbeslissingen te kunnen maken moeten er nog een aantal stappen worden genomen. Belangrijk voor het bepalen van deze vervolg stappen is het vaststellen dat er drie oorzaken van onzekerheid kunnen worden onderscheiden:

- Perceelsafhankelijke factoren
- Onzekerheden door nog niet uit ontwikkelde producten, oftewel onderzoeksvragen
- Intrinsieke onzekerheden

Iedere categorie vraagt zijn eigen aanpak tot een zo goed mogelijke baten inschatting te komen en om de onzekerheid waar mogelijk te reduceren. Hieronder worden de drie categorieën die we hebben geformuleerd in meer detail beschreven en wordt aangegeven hoe elk van deze categorieën kan worden aangepakt.



Figuur 6.1 Variabelen ingedeeld naar de drie categorieën van onzekerheden in de baten bepaling



6.1 Perceelsafhankelijke factoren

De eerste categorie bestaat uit de perceelsafhankelijke factoren. Of een zoetwatermaatregel rendabel is, is in hoge mate afhankelijk van het gewas dat wordt geteeld. Bij hoogrenderende gewassen kunnen maatregelen sneller uit dan bij laagrenderende gewassen. Daarnaast is voor verziltingsbestrijdingsmaatregelen van belang of er een risico op verzilting is (bepaald door de diepte van het zoet-zout grensvlak, de kweldruk en de bodemsamenstelling) en of er een zouttolerant of -intolerant gewas wordt verbouwd. De toegevoegde waarde van zoutwatermaatregelen is ook sterk afhankelijk van de kwaliteit van het aanwezige water (bepaald door de externe watertoevoer en de slootwaterkwaliteit) dat eventueel voor irrigatie kan worden gebruikt.

Omdat deze factoren een sterke ruimtelijke variatie hebben is het van groot belang om deze variatie mee te nemen als je voor groot gebied aan wil geven hoe groot de baten van zoetwatermaatregelen zijn. Voor agrarische investeringen zullen deze factoren per geval moeten worden bekeken, en moet per perceel worden vastgesteld wat de beste oplossing is. Door deze variaties is maatwerk in zoetwateroplossingen essentieel.

De perceelsafhankelijke factoren kunnen worden bepaald door de agrariër of door een specialist. De agrariër kan aangeven welk gewas wordt verbouwd met welke rotatie, en of er gebruik wordt gemaakt van externe wateraanvoer. Tot op zekere hoogte kent de agrariër ook de bodemsamenstelling, de drainage diepte en afstand en de slootwater kwaliteit. Dit kan voor de eerste inschatting van de baten worden gebruikt. Met specifieke metingen op het perceel kan deze onzekerheid nog verder worden verkleind. Hierbij valt te denken aan karakterisering van de bodem, EC metingen van oppervlakte en grondwater, kweldruk bepaling met grondwaterstand metingen en eventueel geofysische metingen om het zoet-zoutvlak te bepalen.

6.2 Onzekerheden door nog niet uit ontwikkelde producten

De categorie 'onzekerheden door nog niet uit ontwikkelde producten' omvat deze onzekerheden in de berekening van de baten en in de werking van het systeem. Vrijwel alle aspecten van de batenberekening zijn op dit moment onderwerp van onderzoek. De werking van de verschillende zoetwatersystemen wordt op dit moment onderzocht in lopende pilots. Bijvoorbeeld de Go-Fresh pilots in de Zuidwestelijke Delta hebben de eerste resultaten opgeleverd, maar zijn nog niet voltooid. Voor de volledige werking bekend is, moeten deze onderzoeken worden afgerond en is er wellicht nog een optimalisatieslag nodig.

Over de gevoeligheid van gewassen voor droogte en verzilting is beperkte informatie beschikbaar voor de Nederlandse situatie, de schadefuncties zijn veelal gebaseerd op metingen in landen met een droger klimaat. Ook de invloed van slechts een kortdurende droogte of zoutstress is nog niet volledig bekend. De berekening van zout en droogteschade is daarom nog met veel onzekerheden omgeven.

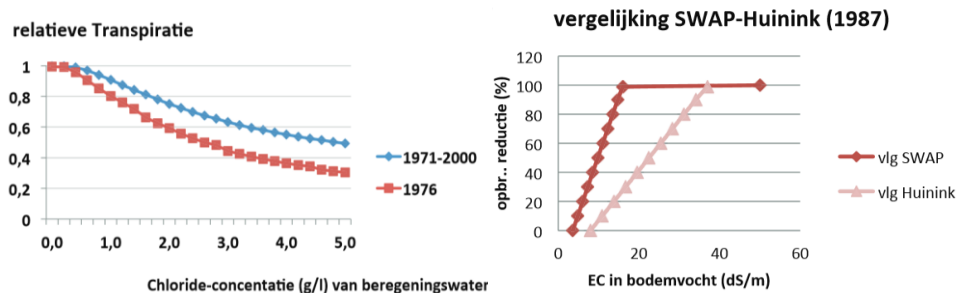


Een ander onderwerp dat zorgt voor onzekerheden in de berekeningen is de gewasprijs. Deze prijs is niet gelijk door de jaren heen. Enerzijds zijn er groot-schalige prijsontwikkelingen, die bijvoorbeeld afhankelijk zijn van de Europese en de wereldmarkt en de opkomst van nieuwe afzetmarkten of nieuwe concurrenten. Daarnaast is er een variatie in de prijs per jaar, die onder andere wordt beïnvloedt door de klimatologische omstandigheden. Zoals hierboven al werd genoemd kan dit bijvoorbeeld leiden tot hogere prijzen in droge jaren. Voor een deel kunnen projecties worden gemaakt van de prijsontwikkelingen, en analyses van de prijselasticiteit tussen jaren, hiermee kunnen de onzekerheden omtrent de gewasprijzen worden verminderd en valt het in de categorie onderzoeksvragen.

Door verder onderzoek en doorontwikkeling van het methoden en instrumentaria en door de betere vaststelling van bijvoorbeeld de zouttoleranties, de prijselasticiteit, en door de inbedding van de vliegwieleffecten zoals beschreven in hoofdstuk 3 in de batenbepaling kunnen de onzekerheden in batenbepaling op dit vlak worden verkleind. Dit zijn dus de onderzoeksvragen voor verdere ontwikkeling.

Actuele ontwikkelingen in het instrumentarium

Voor een deel worden er al stappen gezet om de producten om de baten te bepalen verder te ontwikkelen. In Agricom en de huidige versie van Swap wordt droogteschade bepaald aan de hand van de vermindering in de transpiratie, als indicator voor de vermindering van de groei van de planten. Hierin wordt geen specifiek onderscheid gemaakt in de invloed op de oogstbare delen van het gewas en de plant als geheel, wat zorgt voor een onzekerheid in de schadeberekeningen. In de volgende stap in de ontwikkeling aan de Waterwijzer wordt hier wel aandacht aan besteed door de toepassing van WOFOST. Hoe dit zich verhoudt tot de praktijk voor verschillende gewassen moet nog worden onderzocht.



Figuur 6.2, Voorbeeld van gesimuleerde transpiratiereductie bij aardappelen bij oplopende zoutconcentratie van het irrigatiewater (links) en de vergelijking van twee theoretische benaderingen voor aardappelen (Overgenomen uit Hack-ten Broeke et al., 2013).



Voor de ontwikkeling van de Waterwijzer wordt het SWAP-model aangepast om per compartiment in de wortelzone het chlorideconcentratieverloop te simuleren en bij de simulatie van beregenen rekening te houden met de chlorideconcentratie in de wortelzone. Vooral nog worden in de ontwikkeling van de Waterwijzer de relaties van Maas en Hoffman gebruikt. Verder is de koppeling met het gewasmodel WOFOST in ontwikkeling. Dit is echter nog met name een theoretische koppeling waarbij de toetsing op zoutschade met praktijkgegevens beperkt is.

Zoals aangegeven wordt in de Waterwijzer-publicaties laten de proeven zien dat de huidige parameterisatie van de zouttolerantie actualisering behoeft (Hack-ten Broeke et al., 2013). De eerste resultaten van de Waterwijzer berekeningen laten een substantiële transpiratiereductie (een indicatie voor de opbrengstreductie) zien bij een verhoging van de chloride-concentratie van het beregeningswater in een voorbeeld voor aardappelen (figuur 6.2a). De aannames in de modellen zijn nog onzeker, zoals bijvoorbeeld blijkt uit het grote verschil dat wordt gevonden in de vergelijking met een ander theoretisch kader (figuur 6.2b) en met enkele voorbeelden uit de praktijkproeven. De ontwikkeling van de Waterwijzer richt zich op zoutschade door beregening, verzilting door het verdwijnen van de neerslaglens is op dit moment geen onderdeel van het instrumentarium in ontwikkeling.

In de proeftuin IJsselmeergebied voor het Deltaprogramma Zoetwater, worden binnen het project Spaarwater pilots uitgevoerd om de werking van zoetwatermaatregelen (ondergrondse opslag van perceelseigenwater, verziltingsbestrijding met drainage en druppelirrigatie) te onderzoeken. Hierbij wordt ook specifiek aandacht besteed aan de batenbepaling in de breedste zin van het woord. Er zal niet alleen worden gekeken naar het voorkomen van schade, maar juist ook naar de bedrijfseconomische en regionale baten en naar de extra baten die op bijvoorbeeld het gebied van ziektepreventie en waterkwaliteit van de sloten kunnen worden gerealiseerd (Spaarwater.com).

6.3 Intrinsieke onzekerheden

Een deel van de gewasprijsontwikkeling over de levensduur van het systeem is niet met zekerheid te voorspellen, bijvoorbeeld omdat politieke en economische ontwikkelingen grote schommelingen kunnen veroorzaken op de wereldmarkt en omdat de prijzen afhankelijk zijn van de productie van andere producenten. Een andere intrinsieke onzekerheid is de ontwikkeling van het klimaat. Voor Nederland zijn vier klimaatscenario's ontwikkeld door het KNMI (KNMI, 2014), waarbij in twee scenario's het neerslagtekort in de zomer toeneemt en in twee scenario's het vergelijkbaar blijft met de huidige situatie. Welk van deze scenario's waarheid zal worden is nog niet te zeggen, daarom moet dit worden meegenomen in de analyses als een intrinsieke onzekerheid.

Zeker zo belangrijk voor de bepaling van de baten is hoe vaak een droog jaar zal voorkomen tijdens de levensduur van het systeem. De grootste baten worden



namelijk verwacht in droge jaren met een neerslagtekort, terwijl de baten in jaren zonder neerslagtekort zeer beperkt zullen zijn. Statistisch gezien kunnen hier uitspraken over worden gedaan op basis van de frequentie van een droog jaar, nu en in de toekomst onder een mogelijk veranderend klimaat. Het is echter niet zeker wat de daadwerkelijke realisatie van de frequentiestatistiek zal zijn in de komende jaren. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat een droogtejaar dat normaal een keer in de 10 jaar voorkomt helemaal niet voorkomt in de komende 20 jaar, en andersom kan het gebeuren dat een droog jaar dat bijvoorbeeld maar een keer in de 1000 jaar wordt verwacht zich wel voordoet tijdens de levensduur van het systeem.

Dit zijn intrinsieke onzekerheden die niet zijn op te lossen met meer onderzoek of betere metingen. Deze onzekerheid kan een zekere gok betekenen voor de agrariër, omdat niet zeker is of de omstandigheden waaronder een systeem zich terug kan verdienen zich zullen voordoen. Wanneer de investeringskosten relatief klein zijn (zoals bij de meeste verziltingsbestrijdingsmaatregelen, zeker als de ingrepen worden aangelegd wanneer de drainage sowieso wordt vervangen) zal dit niet tot grote problemen leiden voor de agrariër en zal dit waarschijnlijk de investeringsbeslissing niet in de weg staan. Bij grotere investeringen zoals een aantal van de maatregelen om zoetwater beschikbaar te maken voor irrigatie kan dit mogelijk wel tot problemen voor de investeringsbeslissing leiden. In dat geval zou de overheid kunnen inspringen als het past in hun beleid om deze maatregelen te stimuleren, bijvoorbeeld met een garantieregeling. Of er moet gezocht worden naar meekoppelkansen op andere vlakken (zoals kwaliteitsverbetering van de opbrengst of ziektekiem preventie; zie Spaarwater.com), zodat deze extra baten compenseren voor de onzekerheid in de baten die zich alleen in droge jaren voordoen.



7 Conclusies

In Kennis voor Klimaat zijn een aantal zoetwatermaatregelen onderzocht. In deze rapportage is een zo goed mogelijke inschatting gegeven van de baten die dergelijke maatregelen kunnen opleveren door het vergroten van de gewasopbrengst door droogteschade of verziltingsschade te voorkomen. Bovenop de vermindering van de schade kunnen nog een aantal baten worden verwacht. Deze zijn echter nog moeilijk te kwantificeren, maar kunnen de extra opbrengsten die in deze publicatie worden geanalyseerd in belangrijke mate verder versterken. Bij deze vliegwielen effecten kan worden gedacht aan:

27

- Verbetering van de kwaliteit van het product, en daarmee een niet-lineaire toename van de prijs
- De zoetwatermaatregelen kunnen worden gezien als een verzekering tegen droge jaren, wat leidt tot een grotere bedrijfszekerheid zonder grote inkomensschommelingen
- Een constante gewas opbrengst (in hoeveelheid en kwaliteit) geeft betere mogelijkheden voor contractteelt en een continue goede kwaliteit zaai- of pootgoed voor het volgend jaar

Daarnaast is het bij zoetwatermaatregelen belangrijk om aandacht te besteden aan droge jaren, wanneer de grootste opbrengstvermeerdering kan worden verwacht. In slechte jaren is de productie en daarmee het aanbod op de markt lager, wat zich over het algemeen vertaalt in een hogere prijs. Daarnaast is de potentiële waarde van de gewassen in een droog jaar hoger dan in een gemiddeld jaar. De zoetwatermaatregelen zullen daarom een groter effect hebben in droge jaren.

Hoe groot het risico is op verzilting onder verschillende omstandigheden, en welke schade dit daadwerkelijk aan de gewassen toebrengt is nog omgeven door onzekerheden. Met een kentalberekening op basis van de beschikbare informatie hebben we voor een paar voorbeelden uitgewerkt welke de schade kan worden verwacht. Als voorbeelden hebben we gekozen voor een lichte (zand of lichte zavel) en een matig zware (zavel of lichte klei) bodem, met een ondiep zoet-zout grensvlak, een substantiële kweldruk, en een hoge drainage dichtheid op 1m drain diepte. Oftewel locaties met een aanzienlijk risico op het verdwijnen van de zoetwaterlens.

Het risico op verzilting is afhankelijk van de diepte van het zoet-zout grensvlak onder het maaiveld, de kweldruk waarmee het zoute water omhoog wordt gedrukt, en de bodemsamenstelling. Hoe groot de schade is die door zout in de wortelzone wordt veroorzaakt is sterk gewas afhankelijk. In de analyse in dit rapport zijn verschillende literatuurwaardes gecombineerd. Het blijkt dat met name in droge jaren een meeropbrengst kan worden verwacht.

De gemiddelde meeropbrengst van verziltingsbestrijdingsmaatregelen is bepaald op basis van de aanname dat een droog jaar een keer in de tien jaar



voorkomt. De gemiddelde meeropbrengst op locaties met een groot risico op het verdwijnen van de neerslaglens wordt op basis van de gecombineerde literatuurwaarden geschat in de orde van 150 euro/ha/jaar (consumptieaardappelen) - 450 euro/ha/jaar (pootaardappelen). Hieruit blijkt dat van de drainage oplossingen zoals bijvoorbeeld wordt getest in de Drains2buffer pilot van KvK, de goedkope varianten (optimaliseren van de afstand en diepte van de drainagegemiddelen en/of peilgestuurde drainage) kansrijk zijn. De systemen worden met name terugverdiend in droge jaren.

Droogteschade treedt op als het vochtgehalte in de wortelzone onder het optimum voor de gewassen is. Wanneer dit optreedt, is afhankelijk van het gewas, de weersomstandigheden, de grondwaterstand en van de bodemsamenstelling die het watervasthoudend vermogen en de capillaire werking bepaalt.

De bepaling van droogteschade is in ontwikkeling in de Waterwijzer, waarin bijvoorbeeld het SWAP-model wordt uitgebreid met het gewasmodel WOFOST, maar is nog niet volledig toepasbaar. Op basis van de beschikbare informatie in het Waterlood instrumentarium, HELP-tabellen en Agricom hebben we een inschatting gemaakt van de meeropbrengst van droogtebestrijdingsmaatregelen.

De grootste verschillen in de gemiddelde droogteschade worden veroorzaakt door het type gewas. De gemiddelde potentiële extra opbrengst op basis van de gecombineerde literatuur waardes komt op minder dan 100 euro/ha/jaar voor gras, mais en granen, 200-425 euro/ha/jaar voor consumptieaardappelen (voor pootaardappelen wordt ongeveer het dubbele verwacht) en 700-1800 euro/ha/jaar voor boomgaarden, fruitteelt en bollen. In droge jaren is de meeropbrengst meer dan het dubbele (in totaal ongeveer 240%) van de gemiddelde jaarlijkse meeropbrengst.

Hieruit blijkt dat van de drainage oplossingen zoals bijvoorbeeld wordt getest in de Freshmaker en de Kreekrug pilots van KvK voor de hoogrenderende gewassen kansrijk kunnen zijn, als ze aan de onderkant van de huidige range van kosteninschattingen zitten. Voor lager renderende gewassen zijn deze maatregelen vooralsnog niet kansrijk (tenzij in rotatie met een van de hoogrenderende gewassen), maar opent het mogelijk de overstap naar andere gewassen, zoals bijvoorbeeld de landbouwwaterleiding op Zuid-Beveland heeft laten zien.

De verschillende zoetwatermaatregelen zoals in Zeeland worden getest in de GO-Fresh pilots van KvK kunnen dus leiden tot een waardevermeerdering door een vergroting van de gewasopbrengst, die bij zoutgevoelige en/of hoogrenderende gewassen naar verwachting uitkunnen. Hierbij moet wel worden benadrukt dat dit het geval is bij het goedkopere deel van de kostenrange voor de maatregelen.

De onzekerheden in de schattingen zijn nog groot, deels doordat de kosten en baten van de zoetwatermaatregelen sterk afhankelijk zijn van lokale factoren, zoals het gewas en de bodem. Om dit in beeld te brengen worden verschillende



dashboards ontwikkeld (bijvoorbeeld waterberging.nl). Daarnaast is er ook nog veel onzekerheid in de grootte van schade door zout uit de ondergrond, of door droogte. Hiervoor worden op dit moment nieuwe instrumenten gebouwd (bijvoorbeeld de Waterwijzer) maar is ook een uitbereiding van bijvoorbeeld het begrip van zouttoleranties in een gematigd klimaat relevant.

Tot slot zitten er veel intrinsieke onzekerheden in het systeem. De zoetwatermaatregelen zijn vooral belangrijk in droge jaren, en hoe vaak die tijdens de levensduur van het systeem zullen voorkomen is alleen statistisch te bepalen. De prijsschommelingen van de gewassen hebben een belangrijke invloed op de baten, deze kunnen deels voorspeld worden doordat ze gerelateerd zijn aan de weersomstandigheden, maar zijn ook nog onzeker.

Dit betekent dat bij de doorontwikkeling van de proeven het belangrijk is om in te zetten op kosten efficiënte innovaties. Als alternatief kan ook worden gezocht naar het vergroten van de baten, door bijvoorbeeld meekoppelkansen te creëren, voor de agrariër en/of de beheerder. De vervolgstappen om de zoetwatermaatregelen zoals onderzocht in KvK marktklaar te maken worden opgepakt in meerdere vervolgprojecten (onder andere Deltaprogramma Innovatie projecten zoals proeftuin Zuidwestelijke Delta, proeftuin IJsselmeergebied, Spaarwater, en Zelfvoorzienende Zoetwaterberging Texel).



8 Literatuur

Bartholomeus, R., J. Kroes, J. van Bakel, M. Hack-tenBroeke, D. Walvoort, F. Witte, 2013. Actualisatie schadefuncties landbouw, Fase 1. Stowa 2013-22. ISBN 978.90.5773.603.2

Bus, C.B., 2010. Teelthandleiding pootaardappelen, kennisakker.nl. PPO-agv.

De Louw, 2013. Saline seepage in deltaic areas - Preferential groundwater discharge through boils and interactions between thin rainwater lenses and upward saline seepage. Deltares and VU University.

De Louw, P. G. B.; Eeman, S.; Siemon, B.; Voortman, B. R.; Gunnink, J.; van Baaren, E. S.; Oude Essink, G. H. P., 2011. Shallow rainwater lenses in deltaic areas with saline seepage. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 8(4), 7657-7707.

Hack-ten Broeke, M., J. Kroes, R. Hendriks, R. Bartholomeus, J. van Bakel, I. Hoving, 2013. Actualisatie schadefuncties voor de landbouw. Tussenfase 2a: plausibiliteitstoets SWAP en enkele verkennende berekeningen. Stowa 2013-37.

Jeuken, A., L. Tolk, L. Stuyt, J. Delsman, P. de Louw, E. van Baaren, M. Paalman, 2015. Zelfvoorzienend in zoetwater: zoek de mogelijkheden. Stowa 2015-13. ISBN 978.90.5773.694.0

Kristensen, P., Werner, B., Collings, R., Jacobsen, B., Uhel, R. and Wehrli, A., 2010. The European Environment, state and outlook 2010, water resources: quantity and flows. Copenhagen, European Environment Agency.

Kroes, J.G.; Bartholomeus, R.; Dam, J.C. van; Hack-ten Broeke, M.J.D.; Supit, I.; Hendriks, R.F.A.; Wit, A.J.W. de; Bolt, F.J.E. van der; Walvoort, D.J.J.; Hoving, I.E.; Bakel, J. van, 2015. Waterwijzer Landbouw, fase 2. Modelleren van het bodem-water-plantsysteem met het gekoppelde instrumentarium SWAP-WOFOST. STOWA 2015-16. ISBN 9789057736766

Maas, C. 2007. Verziltning en verzilttingsbeheersing. Verziltning in Nederland. Nederlandse Hydrologische Vereniging-special 7. p. 85-94.

Mens, M.J.P, 2015. System robustness analysis in support of flood and drought risk management. Twente University and Deltares. ISBN 978-1-61499-482-4

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004. Prijzen en productiviteit van landbouwgewassen Update ten behoeve van het Agricom model. Werkdocument 2004.120.



Mulder, H.M. en A.A. Veldhuizen, 2014. AGRICOM 2.01, Theorie en gebruikershandleiding. Alterra-rapport 2576.

Oude Essink, G.H.P., van Baaren, E.S., Zuurbier, K.G., Velstra, J., Veraart, J., Brouwer, W., Faneca Sánchez, M., Pauw, P.S., de Louw, P.G.B., Vreke, J., Schoevers, M. 2014. GO-FRESH: Valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening, KvK 151/2014, ISBN EAN 978-94-92100-12-2, 84 p.

Tanji, K.K., N.C. Kielen, 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and Drainage Paper 61.

Tolk, 2013: Zoetwater verhelderd, Maatregelen voor zoetwater zelfvoorzienendheid in beeld. KvK 90/2013. Acacia Water, 80p.

Van Bakel, J., J. Huinink, H. Prak, F. van der Bolt, 2005. HELP 2005, uitbereiding en actualisering van de help-tabellen ten behoeve van het waterdood instrumentarium. STOWA, 2005-16. ISBN 90.5773.297.1

Van Bakel, P.J.T. en Stuyt, L.C.P.M., 2011. Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen. Alterra, 66p.

Van Bakel, P.J.T., V.G.M. Linderhof, C.E. Klooster, A.A. Veldhuizen, D. Goense, H.M. Mulder and H.T.L. Massop, 2009. Definitiestudie Agricom. Alterra rapport Waterdood

Van Dam A., Clevering O., Voogt W., Aendekerk Th., Van der Maas M., 2007. Leven met Zout Water, deelrapport: Zouttolerantie van landbouwgewassen. PPO.

Van Duinen, 2011. The economic effects of drought events, a literature review. Deltares 1204399-000. 29p.

Van Staveren, G., Velstra, J., 2011. Klimaatverandering, toenemende verzilting en landbouw in Noord-Nederland. Acacia Water. 140p.

Velstra, J., Tolk, L., Te Winkel, T., 2015. Spaarwater. Rendabel en duurzaam agrarisch watergebruik in een verziltende omgeving. Acacia Water.

Ontwikkelen van wetenschappelijke en toegepaste kennis voor een
klimaatbestendige inrichting van Nederland en het creëren van een
duurzame kennisinfrastructuur voor het omgaan met klimaatverandering

Contactinformatie

Programmabureau Kennis voor Klimaat

Secretariaat:

p/a Universiteit Utrecht

Postbus 85337

3508 AH Utrecht

T +31 30 253 9961

E office@kennisvoorklimaat.nl

Communicatie:

p/a Alterra, Wageningen UR

Postbus 47

6700 AA Wageningen

T +31 317 48 6540

E info@kennisvoorklimaat.nl

www.kennisvoorklimaat.nl