



Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen

Op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen

Alterra-rapport 2201
ISSN 1566-7197

P.J.T. van Bakel en L.C.P.M. Stuyt

Actualisering van de kennis van de zouttolerantie
van landbouwgewassen

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het Beleidsondersteunend Onderzoek van EL&I
Projectcode BO-11-002.02-005-ALT

Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen

Op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen

P.J.T. van Bakel¹ en L.C.P.M. Stuyt²

- 1 De Bakelse Stroom
- 2 Alterra

Alterra-rapport 2201

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2011

Referaat

Bakel, P.J.T. van en L.C.P.M. Stuyt, 2011. *Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2201. 72 blz.; 10 fig.; 13 tab.

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

Trefwoorden: Landbouw, verzilting, zoetwatervoorziening, zouttolerantie

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2011 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2201
Wageningen, juli 2011

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	11
1.1 Algemeen	11
1.2 Probleem- en doelstelling	12
1.3 Werkwijze (leeswijzer)	12
2 Wetenschappelijke kennis en praktijkkennis en -ervaring	13
2.1 Wetenschappelijke kennis	13
2.1.1 Inleiding	13
2.1.2 Relatie tussen zout in de wortelzone en gewasgroei en -opbrengst	14
2.1.3 Relatie tussen zout in de 'omgeving' en zout in de wortelzone	16
2.2 Proefveld- en praktijkkennis	18
2.2.1 Inleiding	18
2.2.2 Praktijkkennis uit interviews	19
2.2.3 Buitenlandse literatuur	25
2.2.4 Analyse	28
3 Actualisering van de zouttolerantie(tabellen)	31
3.1 Tolerantie voor zout in de wortelzone	31
3.2 Tolerantie voor zout in het beregeningswater	34
3.3 Overige effecten	40
4 Discussie, conclusies en aanbevelingen	45
4.1 Discussie	45
4.2 Samenvatting en conclusies	46
4.3 Aanbevelingen	48
Bijlage 1 Verslagen van de gesprekken met teeltdeskundigen	49
Verslag gesprek Cor van Oers (DLV) dd. 1 oktober 2010 bij DLV Plant in Wageningen	49
Verslag gesprek Ton Baltissen en Paul Belder (PPO-BBF Lisse) dd. 11 oktober 2010 in Lisse	50
Interview met Paul Hooijman (DLV Plant) dd. 2 november 2010 in Wageningen	53
Interview met Guus Braam (DLV Plant) dd. 5 november 2010 in Nieuw-Venep	57
Bijlage 2 Publicaties zouttolerantie bloembollen en -knollen	59
Bijlage 3 Samenvatting Workshop 'Zout en Landbouw', Wageningen, 16 december 2010	61

Samenvatting

Inleiding

De Nederlandse landbouw is een belangrijke vrager van zoet water. In droge jaren is de vraag tijdens het groeiseizoen groter dan het aanbod en is de zoetwatervoorziening niet gegarandeerd. De verwachting is dat de ernst en omvang van de tekorten wegens klimaatverandering zullen toenemen. Ook door maatschappelijke en technologische ontwikkelingen zal de vraag veranderen. Daardoor zal het omgaan met zouthoudend water in deze sector ook anders worden. Het is dus belangrijk dat de wetenschappelijke grondslagen en de praktische uitwerking ten aanzien van dit onderwerp met enige regelmaat worden geactualiseerd.

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de wetenschappelijke en praktijkkennis over de schade die gewassen/teelten ondervinden als tijdens het groeiseizoen een aanvulling op de natuurlijke neerslag plaats vindt door middel van beregening, irrigatie of subinfiltratie (omgekeerde van drainage) met verzilt (zouthoudend) water. De bronnen van kennis zijn zes teeltdeskundigen, literatuuronderzoek en resultaten van modelberekeningen. In hoofdstuk 3 worden voorstellen gedaan voor actualisering van de zouttolerantie. Discussie, conclusies en aanbevelingen worden beschreven in hoofdstuk 4.

Wetenschappelijke kennis en operationalisering

De wetenschappelijke kennis kan worden opgesplitst in a) de relatie tussen zout in de wortelzone en gewasgroei en -opbrengst, en b) de relatie tussen zout in beregenings- of irrigatiewater en zout in de wortelzone.

Zout in de wortelzone kan op verschillende manieren schade veroorzaken:

- osmotische werking waardoor planten 'er harder aan moeten trekken';
- toxische werking, door verstoring van de ionenbalans;
- verstoring van de opname van voedingsstoffen;
- belemmering van de beworteling.

In procesmatige zin is de kennis beperkt, en de operationalisering ervan, bijvoorbeeld in de vorm van hanteerbare relaties, is onvoldoende. De kennis over hoe de zoutdynamiek in de wortelzone samenhangt met de 'omgeving' (het waterbeheer door agrariërs en waterschappen en de hydrologische condities) is in operationele zin goed bekend. Beregening 'over het gewas' kan bladverbranding en schade aan het oogstbaar product opleveren. De wetenschappelijke kennis is beperkt.

Beregening of irrigatie met verzilt water kan ook structuurbederf van de bodem veroorzaken. De kennis hierover komt vooral uit historische en buitenlandse bronnen. In de huidige Nederlandse praktijk van aanvullende watervoorziening wordt hier nauwelijks rekening mee gehouden.

Proefveld- en praktijkkennis

Door middel van gesprekken met zes teeltdeskundigen en bestudering van (veelal grijze) literatuur is getracht de kennis te actualiseren voor alle open teelten waarvoor zoutschade onder Nederlandse omstandigheden relevant is. Voor de onderscheiden gewassen/teelten zijn met name de eisen die de praktijk stelt aan Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV) of het chloridegehalte van het beregenings- of gietwater of aan het subinfiltratiewater (met name bij infiltratie via sloten of drains ten behoeve van de bollenteelt op geestgronden) verzameld. De bronnen hiervoor zijn vermeld en van commentaar voorzien.

De belangrijkste bevinding is dat de gehanteerde tabellen voor risico op zoutschade aan landbouwgewassen door berekening met zouthoudend water veel overeenkomsten vertonen, met uitzondering van grasland en bloembollen. Met name de typering van de zouttolerantie van tulpen varieert van 'zoutgevoelig' tot 'niet zoutgevoelig'.

Het is belangrijk onderscheid te maken tussen beregeningswater en subinfiltratiewater. Omdat met berekening veel beter kan worden ingespeeld op oplopende zoutconcentraties in de wortelzone zijn de eisen aan toelaatbare zoutconcentraties in het subinfiltratiewater strenger.

Een constatering is dat de kennis behoorlijk gedateerd is.

Vermeldenswaard is dat de gehanteerde relaties tussen EGV en chlorideconcentratie bij lange na niet eenduidig zijn en dat de praktijkkennis over bladverbranding exemplarisch is.

Buitenlandse literatuur

De wetenschappelijke en praktijkkennis over zouttolerantie van landbouwgewassen in met name semi-aride gebieden is ruim aanwezig en is vastgelegd in diverse FAO-publicaties. In navolging van het werk van de onderzoekers Maas en Hoffman worden de gewassen ingedeeld in vier zoutgevoeligheidsklassen (gevoelig, matig gevoelig, matig tolerant en tolerant), en zijn per klasse relaties afgeleid tussen EGV en relatieve gewasopbrengst. Deze relaties worden gekarakteriseerd door waarden voor de volgende twee parameters:

- de zoutschadedrempel, zijnde het EGV van het water in de wortelzone waarbij schade aan het gewas begint op te treden;
- de zoutschadegevoeligheid, gedefinieerd als de procentuele daling van de gewasopbrengst door zoutschade per eenheid toename van de seizoensgemiddelde EGV in de wortelzone boven de zoutschadedrempel.

Op basis van de in de literatuur vermelde relaties is een tabel opgesteld met waarden voor beide parameters voor elk van de vier zoutgevoeligheidsklassen. Vertaling naar de Nederlandse (weers)omstandigheden en landbouwpraktijken vereist de nodige interpretaties; zij worden uitgebreid beschreven.

Actualisering van de zouttolerantie

Het voorstel is de tolerantie van landbouwgewassen voor zout in de wortelzone te koppelen aan de vier FAO-classes. De in Nederland meest voorkomende gewassen/teelten in de open lucht zijn ingedeeld in één van de vier classes. Per klasse is een waarde gegeven voor de zoutschadedrempel en de zoutschadegevoeligheid. De teelten onder glas maar ook de open teelt in potten of containers zijn hierbij buiten beschouwing gelaten omdat de eisen aan de chlorideconcentraties in het gietwater dermate hoog zijn - vooral wegens bijmenging met voedingsstoffen - dat dit een aparte analyse vergt, c.q. de kennis hierover als actueel wordt beschouwd.

De aldus afgeleide waarden zijn ontleend aan veelal buitenlandse proeven. Aan de vraag of dit geoorloofd is en welke interpretaties nodig zijn wordt uitgebreid aandacht besteed.

Op basis van deze relaties is een relatie te leggen met de tolerantie voor chloride in het beregeningswater (gietwater). De voornaamste bevinding is dat deze relatie niet is te geven omdat de weersomstandigheden binnen het seizoen en van jaar tot jaar te sterk variëren. Ook de bodemeigenschappen en veelal de met het groeistadium wisselende gevoeligheid zijn complicerende factoren. Wel is een 'worst case' tabel afgeleid die geldt voor de in dit opzicht meest gevoelige zandgronden en een droog groeiseizoen.

In de praktijk is de afweging tussen zoutschade en droogteschade van groot belang. Op basis van expertkennis maar ook modelsimulaties is afgeleid dat de grens voor de chlorideconcentratie in het

beregeningswater, waarbij de zoutschade hoger is dan de droogteschade, ligt bij concentraties die aanmerkelijk hoger zijn dan de zoutschadedrempelwaarde.

Discussie, conclusies en aanbevelingen

In een workshop met deskundigen en stakeholders is een serie beleidsmatige uitspraken gedaan en is discussie gevoerd over zaken zoals het wel of niet klimaatbestendig zijn van de zouttolerantiekennis. De vraag of de huidige praktijk van omgaan met verzilt water door zowel agrariërs als waterbeheerders kan worden verbeterd is positief beantwoord omdat de kennis is toegenomen maar ook omdat de technische mogelijkheden van monitoren en regelen sterk zijn verbeterd maar nog onvoldoende worden benut.

Het belangrijkste inhoudelijke discussiepunt - ook al in een eerdere studie geadresseerd - is, of het geoorloofd is dat resultaten van buitenlands onderzoek dat is uitgevoerd onder groeiomstandigheden die in Nederland niet (of nauwelijks) voorkomen, in ons land worden gebruikt. Om verschillende redenen worden hierbij door deskundigen vraagtekens gezet. De constatering is echter dat we op dit moment niets beters hebben. Operationalisering van deze voor Nederland beperkt geldige kennis zal meer en meer neerkomen op het gebruik ervan in simulatiemodellen. Breed gedragen is de opvatting dat het gebruik van normen voor chlorideconcentraties in het beregenings- of subinfiltratiewater leidt tot rigide waterbeheer met 'overvraging', in de zin dat een lager zoutgehalte in het beregeningswater wordt verlangd dan uit oogpunt van de teelt wellicht mogelijk zou zijn.

De belangrijkste aanbeveling is overgaan tot het uitvoeren van praktijkproeven om de toepasbaarheid van kennis uit de buitenlandse literatuur voor Nederlandse omstandigheden te testen, waarbij ook het dynamische verloop van het zoutgehalte in de wortelzone (het 'bodemwater'), de verstoring van de ionenbalans in gewassen en bladverbranding worden meegenomen. Daarnaast wordt aanbevolen de waarden voor toelaatbare chlorideconcentratie in het beregeningswater niet meer als norm te hanteren maar ze als advieswaarden te beschouwen, al dan niet opgenomen in een adviessysteem. Deze benadering past in het streven naar precisielandbouw.

Alle personen en instanties die wij in het kader van dit project hebben benaderd hebben zeer constructief meegewerkt aan deze inventarisatie. Wij willen onze waardering uitspreken voor de door hen getoonde bereidheid om informatie met ons, en dus met de lezers van dit rapport, te delen. Dank geldt ook Job van den Berg (DHV) voor zijn bijdrage aan de in december 2010 gehouden workshop en aan collega's Robert Smit, Koen Roest en Bart Snellen voor het kritisch becommentariëren van het manuscript.

Wageningen, 4 juli 2011
De projectleider.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Bij het waterbeheer in Nederland is de zoetwatervoorziening van de landbouw een belangrijk beleidsthema. In droge jaren is de vraag groter dan het aanbod en moeten keuzes worden gemaakt. Door allerlei maatschappelijke en technische ontwikkelingen moeten de grondslagen hiervoor regelmatig worden heroverwogen. Door de klimaatverandering zal de noodzaak hiertoe alleen maar toenemen.

Een belangrijke vrager van zoet water is de landbouw. De landbouw gebruikt het water om:

- te beregenen, te bevoeien of te (druppel)irrigeren, met als doel de vochtvoorziening van het behandelde gewas te verbeteren;
- te beregenen om kunstmest of drijfmest in te spoelen;
- te beregenen of te druppelirrigeren om in het gietwater opgeloste meststoffen toe te dienen;
- het peil in sloten te handhaven in verband met veedrenking en het voorkomen van afkalving van de oevers;
- nachtvorst te bestrijden;
- te infiltreren via sloten en/of drains, met als doel de grondwaterstand op peil te houden en daardoor de vochtvoorziening van gewassen te verbeteren en/of irreversibele uitdroging van veen te voorkomen;
- te infiltreren via sloten en/of drains met als doel de grondwaterstand in geestgronden op peil te houden en daarmee capillaire opstijging in stand te houden c.q. te vergroten, met het oog op de vochtvoorziening van bolgewassen;
- te beregenen om het optreden van ziektes zoals schurft in aardappelen te bestrijden.

Idealiter kan de teler van gewassen te allen tijde beschikken over voldoende zoet water zodat hij kan beregenen en/of het peil in de sloot handhaven, en geeft de kwaliteit van het beregenings- of subinfiltratiewater geen aanleiding tot zoutschade of andere schades. De praktijk is echter anders:

- niet alle gewassen worden c.q. niet alle agrariërs willen hun gewas beregenen omdat de materiële en immateriële kosten niet opwegen tegen de baten;
- de kosten die de waterbeheerder moet maken om beregening vanuit oppervlaktewater mogelijk te maken wegen niet op tegen de mogelijke baten, bijv. omdat er veel moet worden doorgespoeld of omdat er geen geschikt aanvoersysteem beschikbaar is;
- er zijn (betere) alternatieven beschikbaar, zoals beregening uit grondwater.

De huidige situatie met betrekking tot zoetwatervoorziening, en de landbouwkundige praktijk van het gebruik ervan, is een afspiegeling van vraag en aanbod en fysieke mogelijkheden, maar ook van regionale verschillen in perceptie die historisch gegroeid zijn. Daarnaast vragen maatschappelijke, technologische en klimaatveranderingen voortdurend om een herijking. Dit geldt ook voor de relatie tussen zoutgehalte van het beregenings- of subinfiltratiewater en de schade aan diverse teelten.

In dit rapport wordt de actuele kennis over de schade die gewassen ondervinden als deze tijdens het teeltseizoen in aanraking komen met verzilt water op een rijtje gezet. Datzelfde geldt voor de manier waarop waterbeheerders en telers oplopende zoutgehalten in aangevoerd oppervlaktewater doorgaans hanteren. Er worden voorstellen gedaan voor herijking van deze 'operationele wetmatigheden', omdat zij dankzij toegenomen kennis en inzichten niet langer vanzelfsprekend lijken te zijn.

Er wordt nadrukkelijk geen aandacht besteed aan de oorzaken van verzilting van beregenings-, subinfiltratiewater of regenwater, zoals:

- brakke/zoute kwel als bron van verzilting van het oppervlaktewater (via uittreden in de waterlopen);
- aanvoer van verzilt water van elders;
- aanvoer van zout via andere routes zoals zout in natuurlijke neerslag.

Ook mogelijke maatregelen om het zoutgehaltes van beregenings- of subinfiltratiewater te beïnvloeden zijn in dit rapport niet aan de orde. In diverse andere studies wordt hier uitgebreid aandacht aan besteed.

Brakke/zoute kwel als bron van verzilting van de wortelzone (via capillaire opstijging) wordt hier eveneens slechts summier beschreven omdat dit in andere studies aan de orde komt.

1.2 Probleem- en doelstelling

Het wordt als een probleem ervaren dat de kennis over de relatie tussen gebruik van verzilt water in de landbouw en schade aan landbouwgewassen geruime tijd niet is geactualiseerd en/of dat deze actualisering slecht ontsloten is. Daardoor is de kans aanwezig dat het waterbeheer in Nederland en de praktijk bij agrariërs ten aanzien van omgaan met verzilt water kan worden verbeterd, maar dat deze kansen niet worden benut.

De projectdoelstellingen zijn:

- actualisering van de kennis over de relatie tussen zout in de wortelzone en opbrengstreductie van landbouwgewassen;
- actualisering van de kennis van de relatie tussen zout in het beregeningswater en zout in de wortelzone;
- bespreking van andere bronnen van zout in de wortelzone;
- op een rijtje zetten van indirecte effecten van beregening met verzilt water;
- voorstellen doen voor verbeteringen, zowel vanuit het oogpunt van de techniek als van 'het proces' rond de levering van zoet water aan agrarische eindgebruikers.

1.3 Werkwijze (leeswijzer)

Zes teeltdeskundigen zijn geraadpleegd. De door hen aangedragen bronnen van kennis zijn bestudeerd, in samenhang met reeds bekende bronnen. Daarbij is ook gebruik gemaakt van recent literatuuronderzoek dat Ir. W.B. (Bart) Snellen van Wageningen UR/ESG-Alterra heeft uitgevoerd. De op deze wijze verzamelde kennis is op te splitsen in wetenschappelijke en praktijkkennis en wordt in hoofdstuk 2 beschreven en geanalyseerd. Vervolgens zijn de in Nederland voorkomende open teelten in de vollegrond ingedeeld in vier klassen van zouttolerantie en zijn de twee belangrijkste parameters per klasse (de zoutschadedrempel en de zoutschadevoeligheid) zo goed mogelijk vastgesteld. Ook worden zo veel mogelijk indirecte effecten van het gebruik van verzilt water behandeld. Hoofdstuk 3 geeft hiervan de weerslag. In hoofdstuk 4 worden opmerkingen gemaakt die van belang zijn voor de interpretatie en het gebruik, worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor vervolgacties.

2 Wetenschappelijke kennis en praktijkkennis en -ervaring

Het regionale en lokale waterbeheer in het lage, westelijke en noordelijke deel van Nederland is onlosmakelijk verbonden met het leren omgaan met zout in het oppervlaktewater en grondwater. Als een polder op de zee is gewonnen moet eerst het zout worden weggewerkt. Door het overheersende neerslagoverschot van circa 300 mm/jaar is dat in principe goed mogelijk. Hetzelfde geldt voor delen die in de Tweede Wereldoorlog onder water zijn gezet of na de Stormvloedramp van 1953 zijn overstroomd met zeewater (zout van voren). Maar het verzoeten en vervolgens zoet houden van de standplaats van landbouwgewassen gaat niet vanzelf. Zout komt van onderen, van boven, van achteren of van voren. Door de lage ligging van delen van het gebied treedt kwel op die op een aantal plaatsen brak of zout van karakter is. Daardoor kan het zout via capillaire opstijging tot in de wortelzone geraken (zout van onderen). Een deel van de zoute kwel treedt uit in drains en open waterlopen en dit leidt tot verzilting van oppervlaktewater. Het water van de grote rivieren kan te veel zout bevatten waardoor het oppervlaktewater door aanvoer van rivierwater kan verzilten (zout van achteren). Via beregening of subinfiltratie (het omgekeerde van drainage) kan zout op geforceerde wijze de standplaats van boven resp. van onderen de standplaats bereiken. Tenslotte kan, vlak langs de kust, zout via natuurlijke neerslag worden aangevoerd (zout van boven).

Bij dit alles is de vraag aan de orde hoe verzilting van de wortelzone van gewassen de schade in de landbouw beïnvloedt. In dit rapport wordt de actuele kennis hieromtrent op een rijtje gezet, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen wetenschappelijke kennis, kennis opgedaan via praktijkproeven en andere praktijkervaringen.

Vooralsnog wordt met 'zout' bedoeld: positief en negatief geladen macro-ionen, opgelost in water. Verderop in dit rapport zal een maat voor zoutgehalte worden voorgesteld.

2.1 Wetenschappelijke kennis

2.1.1 Inleiding

Een wezenskenmerk van wetenschappelijke kennis is dat een theorie of hypothese wordt geformuleerd, gebaseerd op modelmatige of experimentele proeven, en dat deze theorie of hypothese door anderen kan worden gevalideerd of verworpen omdat de beschrijving van processen en experimenten transparant en reproduceerbaar is. Daarin onderscheidt wetenschappelijke kennis zich van expertkennis waarbij geen theorie of hypothese wordt gepostuleerd maar min of meer holistische interpretaties van praktijkervaringen voorop staat.

De wetenschappelijke kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen is op te splitsen in a) de relatie tussen zout in de wortelzone en gewasgroei en -opbrengst, en b) de relatie tussen het zout in de 'omgeving' en zout in de wortelzone.

2.1.2 Relatie tussen zout in de wortelzone en gewasgroei en -opbrengst

Zout in de wortelzone kan op verschillende manieren schade veroorzaken (zie ook ¹):

- reductie van de wateropname door wortels. Zouten die zijn opgelost in het water in de wortelzone verhogen de osmotische potentiaal waardoor de plant er 'harder aan moet trekken' en waardoor de huidmondjes eerder sluiten, met verdampings- en opbrengstreductie tot gevolg;
- toxische werking, doordat, vooral door de opname van natrium, de ionenbalans in de plant wordt verstoord. Daarnaast kan door verdringing van kalium door natrium bij opname vanuit de wortelzone de osmotische potentiaal in het blad worden verhoogd, met verbrandingsverschijnselen tot gevolg (bladranden);
- verstoring van de opname van voedingsstoffen door concurrentie met niet-voedingsionen;
- belemmering van de beworteling, waardoor de kwaliteit (bij bijv. winterwortelen) en/of de kwantiteit (door verminderde wateropname door de wortels) van het oogstbaar product kan afnemen.

Zout in beregeningswater kan bij beregenen 'over het gewas' op de plant of op de bodem terecht komen en de volgende schades veroorzaken:

- bladverbranding, waardoor de fotosynthese en assimilatie wordt geremd;
- verbranding en verkleuring van oogstbare producten waardoor de kwaliteit minder wordt;
- structuurschade op zavel- en kleigronden.

Het is niet goed mogelijk om genoemde relaties in de vorm van een theorie of hypothese te vangen omdat er onvoldoende kennis beschikbaar is. Bovendien kunnen de standplaatscondities van gewassen, ook op geringe afstand, zeer sterk wisselen en kan de plant zich aanpassen, waardoor de relaties niet eenduidig zijn. Het adaptief vermogen van de plant zou in de systeembeschrijving van de processen en de theorie kunnen worden opgenomen maar daarvoor is de kennis (nog) ontoereikend.

De historie van het zoutgehalte in de wortelzone speelt een belangrijke rol en leidt ertoe dat alleen bij min of meer constant gehouden zoutgehalten iets kan worden gezegd over de relatie tussen zout in de wortelzone enerzijds en gewasgroei, gewasopbrengsten en de kwaliteit oogstbare producten anderzijds. Maar deze situatie is eerder regel dan uitzondering, omdat de zoutgehalten in het oppervlaktewater tijdens het groeiseizoen de neiging hebben op te lopen. Bovendien wordt via berekening bij elke gift zout aangevoerd zodat ook in de wortelzone de zoutconcentraties tijdens het groeiseizoen in de regel een stijgende tendens vertonen. Toch is er van een aantal aspecten in wetenschappelijke zin wel het nodige op te merken.

Relatie tussen zout in de wortelzone en reductie van de wateropname door wortels

Een eerste orde benadering is de volgende. Zout in de wortelzone betekent dat osmotische potentiaal niet meer verwaarloosbaar is en bij de matrixpotentiaal (de kracht waarmee water aan de bodemmatrix is gebonden) moet worden opgeteld. De berekening van de verdampingsreductie lift dan mee met de kennis tussen hydraulische potentiaal in de wortelzone en reductie van de wateropname door wortels. Met het SWAP-model² kan de water- en zoutbeweging heel goed 1-dimensionaal verticaal worden gesimuleerd, dus is op elk moment modelmatig bekend welke de zoutconcentraties zijn in de onderscheiden compartimenten. Het model is daarmee in staat de osmotische werking van zout in de wortelzone en de gevolgen voor de wateropname in beeld te brengen. De osmotische potentiaal wordt opgeteld bij de matrixpotentiaal en vervolgens wordt de zogenoemde Feddes-relatie (zie de SWAP manual) voor de reductie van de wateropname door wortels ten gevolge van verminderde beschikbaarheid toegepast. De 'houdbaarheidsdatum' van deze relatie is inmiddels

¹ Leven met Zout water. Deelrapport: Zouttolerantie van landbouwgewassen.

² Kroes, J.G. et al., 2008. SWAP version 3.2. Theory description and user manual. Alterra-report 1649.

echter aan het verstrijken omdat de reductie sterk afhankelijk is van temperatuur en groeistadium. Bovendien kan de plant zich aanpassen aan wijzigingen in de vochttoestand van de wortelzone. Daarnaast moet men zich realiseren dat juist bij de meest zoutgevoelige teelten de verstoring van de ionenbalans belangrijker kan zijn dan de verminderde beschikbaarheid van water door het osmose-effect.

Verstoring ionenbalans

Hoge zoutgehaltes in de wortelzone, vooral te hoge Na^+ -concentraties, kunnen leiden tot een disbalans in de opname van door de wortels opgenomen voedingsstoffen. Daarnaast kan zout schade aan planten toebrengen als bepaalde ionen worden opgenomen en accumuleren tot te hoge concentraties. Een te hoge concentratie van Na^+ in het blad veroorzaakt bijvoorbeeld bladverbranding, verbleking van het bladgroen tussen de nerven en uiteindelijk een vroegtijdig afsterven van met name oudere bladeren. In twee overzichtartikelen^{3,4} wordt onderscheid gemaakt in een osmotische fase waarbij het osmose-effect overheerst en een ionische fase waarbij de ionentoxiciteit (meestal Na^+) overheerst. De ionenstress heeft bij de meeste planten een minder groot effect op de plantengroei dan de osmosestress bij lage en gematigde zoutgehaltes (lager dan 1000 mg Cl/l in de 'pasta'⁵). Ook beschikt de plant over mechanismen om Na^+ door de wortels buiten te sluiten.

De tolerantie van een plant voor verstoring van de ionenbalans verschilt sterk tussen plantensoorten, maar ook binnen een soort. Dit biedt mogelijkheden voor gerichte gewaskeuze c.q. gerichte selectie op zouttolerantie. Wellicht is ook de lengte van de periode waaraan de plant aan zout is bloot gesteld van belang voor de tolerantie voor ionenstress. De plant kan zich aanpassen. Daarnaast spelen de overige groeiomstandigheden zoals, temperatuur, beschikbaarheid van water en de verdampingsvraag een belangrijke rol.

Een rekenmodel waarin de proceskennis kan worden vertaald in zoutschade door verstoring van de ionenbalans is niet beschikbaar. Onderzoeksresultaten van proeven met gewassen, groeiend onder Nederlandse klimaatomstandigheden die specifiek gericht zijn op de ionenstress zijn helaas ook niet beschikbaar. Voor gewassen die te boek staan als zoutgevoelig maar niet droogtegevoelig, is het aannemelijk dat het ionenstress overheerst, maar zeker is dat niet. Meer duidelijkheid over dit kennishiaat is belangrijk, omdat het berekenen van zoutschade ten gevolge van alleen osmosestress een structurele onderschatting geeft van de schade.

Bladverbranding

Door verdamping van zouthoudend water vanaf bladeren loopt de zoutconcentratie op, waardoor de osmotische potentiaal zó sterk kan toenemen dat water uit het blad wordt onttrokken, met 'verbranding' tot gevolg. Bij bladgewassen leidt dit ook tot vermindering van de kwaliteit van het oogstbaar product. De kennis hierover is beperkt in publicaties vastgelegd.

Structuurbederf

Natriumhoudend water dat op of in de bodem komt kan de stabiliteit van kleimineralen aantasten waardoor structuurbederf van de bodem kan optreden. Dit kan leiden tot verslemping van de toplaag en daardoor zuurstofgebrek in de wortelzone.

Een goede maat voor het structuurbederf veroorzaakt door irrigatiewater is de Sodium Adsorption Ratio (SAR) die wordt berekend uit⁶:

³ Munns, R. en M. Tester, 2008. Mechanism of Salinity Tolerance. *Ann. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:651-681.

⁴ Tester, M. en R. Davenport. Na^+ Tolerance en Na^+ Transport in Higher Plants. *Annals of Botany* 91: 503-527, 2003

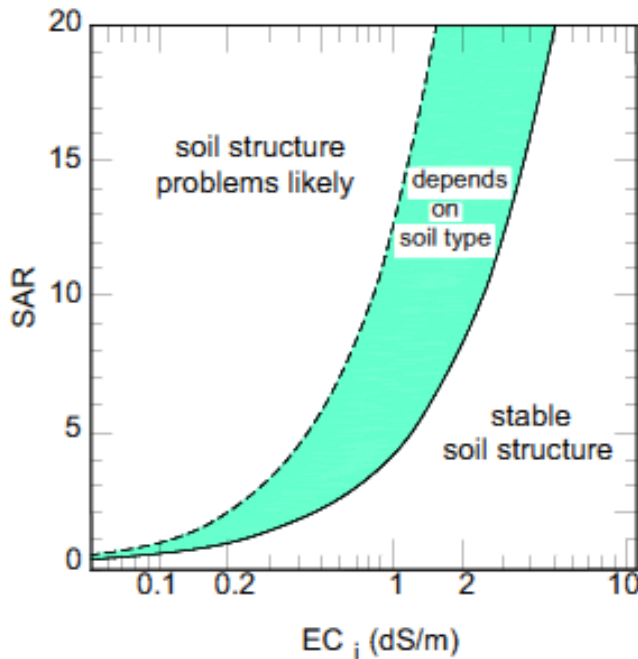
⁵ De zogenoemde 'pasta' wordt verkregen door een bodemonmonster van de wortelzone te nemen en aan het monster net zo lang met water toe te voegen (onder voortdurende menging) dat de grond als een 'pasta' van een spatel loopt. Belangrijk is op te merken dat hierbij een aanzienlijke verdunning optreedt. Hoe droger de wortelzone in het experiment hoe groter de verdunning.

⁶ Facts. Natural resources and Water. Queensland Government (internet-pagina).

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}} \quad [1]$$

waarin Na, Cl en Mg worden uitgedrukt in milli-equivalenten per liter.

De volgende figuur, overgenomen uit dezelfde publicatie, is voor de praktijk goed bruikbaar.



Figuur 1

Relatie tussen SAR en EC, van irrigatiewater en kans op structuurschade (bron: Facts⁷).

EC staat voor Electric Conductivity (Elektrisch Geleidingsvermogen, EGv) en is een veel gebruikte maat voor de hoeveelheid in water opgeloste ionen. Hier wordt in de volgende paragraaf nader op ingegaan. Zoals uit de figuur blijkt gaat het om de combinatie van een hoge SAR en een lage EC.

2.1.3 Relatie tussen zout in de 'omgeving' en zout in de wortelzone

Relatie tussen zoutconcentratie in beregeningswater en in de wortelzone

Het chloride-ion is tamelijk inert en de lotgevallen van met gietwater toegediend of via capillaire opstijging in de wortelzone gerakend chloride zijn goed te modelleren, mits we het proces van dispersie en diffusie goed kunnen parametriseren. Voor gronden waarin sprake is van preferente stroming, en zwellende en krimpende kleigronden is dat niet eenvoudig. In de regel kan een eenvoudige zoutbalans volstaan, gekoppeld aan de

⁷ Facts. Natural resources and Water. Queensland Government (internetpagina).

waterbalans van de wortelzone. Vanwege het overheersende neerslagoverschot in het winterhalfjaar (1 oktober-1 april) wordt het systeem elke winter weer *gereset*, met uitzondering wellicht van aanvoer van zout via capillaire opstijging, gevolgd door een droge winter (zie ook ⁸⁾).

Bij gebruik van een simulatiemodel als SWAP wordt de water- en zoutbalans van de compartimenten waarin de wortelzone is verdeeld bijgehouden en kan de dynamiek van het zoutgehalte worden gesimuleerd. Daarmee is voor elke situatie de relatie te leggen tussen zoutconcentratie in het beregeningswater en in de wortelzone. Bij open teelten wordt deze relatie 'vertroebeld' door de natuurlijke neerslag en heeft het weinig zin te trachten deze relatie af te leiden voor specifieke situaties, maar in termen van goed gedefinieerde jaren (zoals een 10%-droog jaar) kan er wel iets over worden gezegd omdat daarvoor de natuurlijke neerslag en verdamping eenduidig is gedefinieerd. Bij aannames over de beregeningsstrategie en bekende chlorideconcentraties in het beregeningswater kan daarmee een eenvoudige water- en zoutbalans voor de wortelzone worden opgesteld.

Relatie tussen zout in subinfiltratiewater en zout in de wortelzone

In het peilbeheerste deel van Nederland daalt tijdens aanhoudend droge perioden in het groeiseizoen de grondwaterstand waardoor subinfiltratie van oppervlaktewater op gang kan komen. Door middel van wateraanvoer wordt het peil gehandhaafd. Als het aangevoerde water verzilt is vindt transport van zout plaats vanuit het oppervlaktewater naar het verzadigde grondwatersysteem. Door capillaire opstijging kan dit vervolgens in de wortelzone terechtkomen.

Dit proces is goed te beschrijven maar het is niet zinvol om deze relatie te kwantificeren omdat die sterk gerelateerd is aan de hydrologische en meteorologische omstandigheden ter plekke. In de regel is de zoutindringing vanuit het oppervlaktewater in het perceel aan het einde van een droog zomerhalfjaar beperkt tot hooguit enkele tientallen meters vanaf de kavelsloten. Een uitzondering vormen de geestgronden waarop aanvullende vochtvoorziening van bolgewassen wordt gerealiseerd middel van capillaire opstijging, door de grondwaterstand door subinfiltratie op ongeveer 60 cm -mv te houden. Door de intensieve subinfiltratie, in combinatie met kleine slootafstanden en ondiepe grondwaterstanden is hier wel sprake van een duidelijke relatie tussen het zoutgehalte in het oppervlaktewater en die in de wortelzone.

Relatie tussen zout in de wortelzone en zoute kwel

In delen van Nederland komt brakke of zoute kwel voor. Afhankelijk van de intensiteit van de kwel, de drainagesituatie en de historie van het neerslagoverschot is een zoetwaterlens aanwezig. Bij dunne lenzen kan in droge jaren zout via capillaire opstijging in de wortelzone komen. In wetenschappelijk opzicht is dit een goed te beschrijven proces. Er zijn diverse methoden deze kennis te operationaliseren; zie ⁹.

⁸ Clevering, O.A. en P.J.T. van Bakel, 2006. Helpt het verhogen van het zomerpeil om droogteschade te verminderen in Flevoland? Literatuurstudie en simulatie van opbrengst van consumptieaardappel bij verschillende zomerpeilen en bodemprofielen in Oostelijk Flevoland. PPO-AGV, Lelystad.

⁹ Goes, B.J.M., G.H.P. Oude Essink, R.W. Vernes en F. Sergi, F. 2009. Estimating the depth of fresh and brackish groundwater in a predominantly saline region using geophysical and hydrological methods, Zeeland, the Netherlands, Near Surface Geophysics 401-412.

2.2 Proefveld- en praktijkkennis

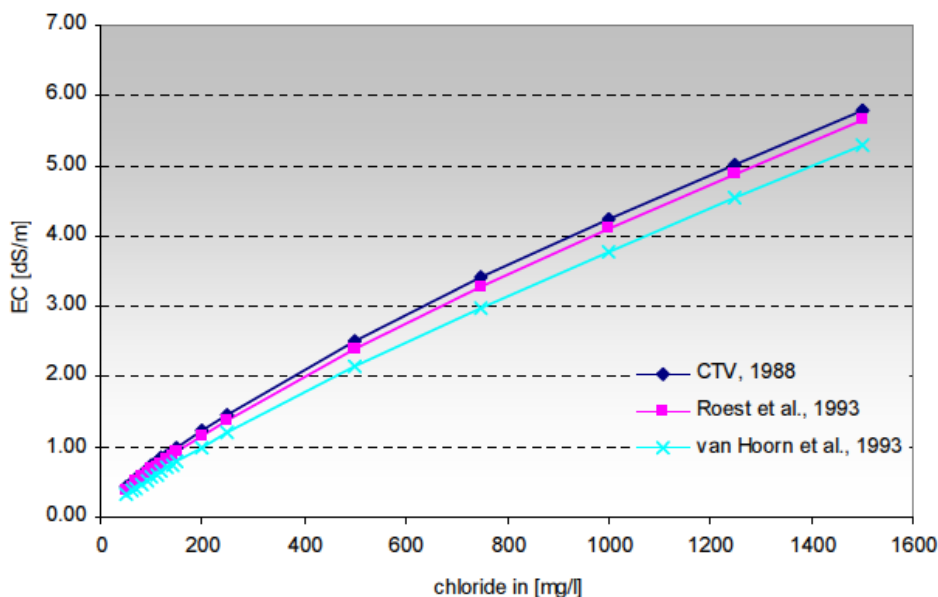
2.2.1 Inleiding

Als bronnen van kennis van de praktijk van omgaan met verzilt water in de landbouw zijn zes deskundigen geïnterviewd. In bijlage 1 zijn de gespreksverslagen opgenomen. Ook zijn diverse rapporten bestudeerd. Deze zijn als voetnoot opgenomen^{10, 11}.

In de praktijk is het gebruikelijk het zoutgehalte van water te bepalen door het Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV of ook wel EC: Electric Conductivity) te meten, in dS/m. Deze maat kan worden omgezet in chlorideconcentratie. In het vervolg zal de chlorideconcentratie als maat voor het zoutgehalte worden genomen, waarbij de volgende omzetting wordt gebruikt:

$$c = 151EC^{1,31} \quad [2]$$

Deze relatie is ontleend aan het Cultuurtechnisch Vademecum (CV)¹² en is vooral geldig voor zouthoudend water waarbij het aandeel Na⁺ resp. Cl⁻ in de ionenbalans groot is. In Alterra-rapport 1926¹³ wordt een vergelijking gemaakt met andere bronnen van informatie. In Figuur 2, ontleend aan dit rapport, is af te leiden dat omzetten van EC naar chlorideconcentratie volgens bovenstaande vergelijking de neiging heeft de laatste te onderschatten. Omgekeerd geldt dat omzetten van chloride naar EC de neiging heeft de EC te overschatten.



Figuur 2

Relatie tussen chlorideconcentratie en EC volgens verschillende bronnen (uit Alterra-report 1926).

¹⁰ Oude Essink, G.H.P., P. de Louw, S. Stevens, B. de Veen, C. de Prevo, V. Marconi en B. Goes, 2009, Meetcampagne naar het voorkomen van regenwaterlenzen in de provincie Zeeland, 2007-U-R0925/A, 132 p.

¹¹ Oude Essink, G.H.P. en J. Verkaik, J. 2010. Nationaal Hydrologisch Instrumentarium Zoet-Zout, Verzilting en verzoeting Nederlands Grondwatersysteem onder invloed van klimaatscenario's, concept dd. November 2010.

¹² Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. Werkgroep Cultuurtechnisch Vademecum.

¹³ Bakel, P.J.T. van et al, 2009. Review of crop salt tolerance in the Netherlands. Alterra-report 1926.

Indien water wordt toegediend voor verbetering van de vochtvoorziening wordt door diverse Nederlandse deskundigen gebruik gemaakt van classificatietabellen waarin per gewas of teelt de gevoeligheid voor zout in beregeningswater wordt gegeven, met bijbehorende drempelwaarden voor EC en/of chlorideconcentraties in het beregeningswater of infiltratiewater. Bij hogere waarden kan er zoutschade optreden. In de praktijk zijn er verschillende in gebruik; deze zullen in de volgende sectie worden vermeld.

2.2.2 Praktijkkennis uit interviews

Om de kennis uit proeven en praktijk te beschrijven is de landbouw opgedeeld in de volgende gewassen/teeltwijzen:

1. grondgebonden teelt in kassen;
2. substraatteelt in kassen;
3. pot- en containerteelt in de open lucht (bomen en potplanten);
4. boomkwekerijteelt in de vollegrond;
5. fruitteelt;
6. vollegrondsgroente-, bloemen- en plantenteelt;
7. bollen en knollen;
8. akkerbouw inclusief akkerbouwmatige tuinbouw;
9. weidebouw en mais.

Hieronder zal per teeltwijze een korte schets worden gegeven van de beschikbare relevante kennis, ontleend aan interviews, e-mailcontacten en schriftelijke bronnen. In bijlage 1 zijn de interviews integraal opgenomen.

Ad 1 en 2: grondgebonden teelt en substraatteelt in kassen

De teelt in kassen wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat de eisen aan het gebruikte water zó hoog zijn dat de telers zorgen voor eigen watervoorziening, tenzij vaststaat dat de waterbeheerder of een andere organisatie in alle omstandigheden kan zorgen voor goed zoet water. 'Zoet' betekent in dit geval een chloridegehalte lager dan 200 mg/l (grondgebonden kasteelt) resp. 50 mg/l (substraatteelt). Deze waarden zijn te kenschetsen als zeer, respectievelijk extreem gevoelig.

Door klimaatverandering kan deze 100% zelfvoorzienendheid onder druk komen te staan. Bovendien is de lozing van de, bij het ontzilten van water geproduceerde, brijn nog steeds een probleem.

Er is veel kennis over de technisch en economische aspecten van diverse vormen van het veilig stellen van de zoetwatervoorziening maar dit valt, zoals gezegd, buiten dit onderzoek.

Ad 3 en 4: pot- en containerteelt in de open lucht en boomkwekerijteelt in de vollegrond

Geïnterviewde teeltdeskundigen: Tom Baltissen en Paul Belder van PPO-BBF.

Bij de teelt van bomen, sierheesters en planten kunnen of moeten planten in containers of potten worden geteeld. De (bij)bemesting geschiedt veelal via het gietwater. Voor een goede ontwikkeling en groei van het gewas dient de zouttoestand in de potgrond laag te zijn. Door middel van extra watergiften en een regelmatige vochtvoorziening wordt het zoutgehalte verlaagd, mits het gietwater een laag zoutgehalte heeft.

Daarom worden aan het gietwater de volgende eisen gesteld:

	drempelwaarde in container of pot (mg Cl/l)	drempelwaarde in gietwater (mg Cl/l)
gevoelig	130	100
matig gevoelig	190	150
matig tolerant	280	200

NB1: deze gevoeligheidsclassificatie is anders dan voor open teelten in de vollegrond.

NB2: van alle boomkwekerijgewassen zijn zoutgevoeligheden bekend. Zie tabel 2 in 'Adviesbasis voor de bemesting van de boomkwekerijgewassen. Pot en containerteelt'¹⁴.

De teelt van boomkwekerijgewassen in de vollegrond omvat een zeer groot aantal plantensoorten met grote verschillen in teeltwijze. Ook vaste planten worden hierbij gerekend. In de 'Adviesbasis voor de bemesting van Boomkwekerijgewassen Vollegrondsteelt'¹⁵ worden de volgende drempelwaarden voor chlorideconcentratie in de grond gegeven. De chlorideconcentratie van beregeningswater moet daar aanzienlijk onder liggen. De grenswaarden zijn eveneens in de tabel vermeld.

	drempelwaarde in de grond (mg Cl/l)	drempelwaarde in gietwater (mg Cl/l)
gevoelig	250	150
matig gevoelig	500	300
matig tolerant	900	600

NB: vollegrondsteelt in gebieden met een intensief slotenstelsel dat op peil wordt gehouden, zoals in Boskoop, worden nauwelijks beregend.

Op basis van literatuur en interviews is geen waarde te geven voor de zoutschadegevoeligheid (de mate waarin de opbrengst afneemt als het chloridegehalte boven de drempelwaarde oploopt)

Ad 5: Fruitteelt

Sommige fruitsoorten moeten in het voorjaar kunnen worden beregend om nachtvorstschade te voorkomen.

Ook wordt er soms beregend om droogteschade te voorkomen. Ook zijn er teeltsystemen waarbij via druppelirrigatie mest en water worden toegediend. De geraadpleegde deskundige Pieter Aalbers van DLV Plant hanteert de volgende normen:

Nachtvorstberegening	< 500 mg Cl/l
Droogteberegening	< 250 mg Cl/l
Druppelbevloeiing en fertigatie	< 600 mg Cl/l

In de Flevopolders wordt voor nachtvorstbestrijding voor de chlorideconcentratie in het beregeningswater een grens aangehouden van **250 mg/l**. De onderbouwing van deze norm is niet te achterhalen.

¹⁴ Adviesbasis voor de bemesting van de boomkwekerijgewassen. Pot en containerteelt. Proefstation voor de Boomkwekerij.

¹⁵ Adviesbasis voor de bemesting van Boomkwekerijgewassen. Vollegrondsteelt. Proefstation voor de Boomkwekerij.

De meeste fruitsoorten zijn gevoelig voor zout; daarom wordt aanbevolen een grens van 250 mg Cl/l aan te houden. Dit is ook de norm die door DLV Plant wordt gehanteerd. De waarde wordt ook genoemd door Dhr. Weijers van het waterschap Zuiderzeeland.

Een vermeldenswaardig punt is dat hogere waarden kunnen leiden tot plekken op het fruit. De consequentie is dat de grens van 250 mg Cl/l een redelijk harde grens is waar je niet boven mag zitten indien 'over de bomen' wordt beregend. Een adaptiemaatregel is dus overgaan op druppelirrigatie, al of niet in combinatie met fertigatie.

Ad 6: Vollegrondsgroenten-, bloemen- en plantenteelt

Geïnterviewden: Cor van Oers en Leo Hooijman, beide van DLV-Plant.

Bij de hoogsalderende vollegrondsteelten gaat het om zeer diverse teelten. Kunstmatige watervoorziening is veelal gebruikelijk voor toedienen van meststoffen, zaaibedbereiding (witlof en wortelen), het beter laten aanslaan van geplant materiaal, beregenen ter voorkoming van uitdroging van de wortelzone en bestrijding van ziektes zoals schurft bij winterpeen.

De grenswaarden voor de chlorideconcentratie van zaai- of plantbedbereiding zijn niet direct uit de literatuur af te leiden. Van den Berg (1952)¹⁶ geeft aan dat de zoutgevoeligheid tijdens de kieming anders is dan in latere groeistadia. In een rapport uit 1950¹⁷ van dezelfde auteur worden waarden van het chloridegehalte in het bodemvocht gegeven waarbij 10 resp. 25% opbrengstreductie optreedt. Grofweg komen de verschillen in gevoeligheid overeen met die voor verdampingsreductie.

Een apart punt van aandacht is dat door beregenen met te zout water bladverbranding kan optreden. Leo Hooijman benadrukt dat door 's nachts te beregenen bladverbranding voor een groot deel kan worden voorkomen. Soms moet er ook overdag worden beregend en dan dient voor dit aspect gevoelige gewassen als ijsbergsla de grens te worden aangehouden van 300 mg Cl/l; voor minder gevoelige gewassen als aardappelen en uien legt hij de grens bij 1000 mg Cl/l.

Een belangrijk aandachtspunt is dat veel teelten deelteelten zijn: vóór of na zo'n teelt wordt in hetzelfde jaar op hetzelfde perceel nog een ander gewas geteeld. Soms zijn er zelfs tijdelijk twee teelten tegelijk. Deze teelten worden daarom blootgesteld aan verschillende externe omstandigheden, terwijl de zouttoleranties per deelteelt dezelfde blijven.

Ad 7: bollen en knollen

Geïnterviewden: Paul Belder van PPO-BBF en Guus Braam van DLV-Plant.

Bollen en knollen kunnen worden beregend voor pootbedbereiding, toedienen van meststoffen en verbetering van de vochtvoorziening. Op de zogenoemde geestgronden vindt de watervoorziening plaats via capillaire opstijging, waarbij de grondwaterstand op ca. 60 cm wordt gehouden door middel van subinfiltratie via sloten en drains.

Op basis van de literatuur (diverse publicaties van Ploegman; Ploegman en Boontjes; Wijnen; zie Bijlage 2) zijn tulpen en gladiolen als gevoelig geclassificeerd. Echter in het rapport 'Berekening van Bloembolgewassen'¹⁸ worden grenswaarden genoemd van 600 mg Cl/l op zandgrond en 1500 mg Cl/l op kleigrond. De bron van

¹⁶ Berg, C. van den, 1952. De invloed van opgenomen zouten op de groei en productie van landbouwgewassen op zoute gronden. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.

¹⁷ Berg, C. van den 1950. De inundaties gedurende 1940-1945 en hun gevolgen voor de landbouw. Deel VI: De reactie van landbouwgewassen op het zoutgehalte van de bodem. Versl. Landbouwk. Onderz. 56.

¹⁸ Berekening van bloembolgewassen, IKC Akker en Tuinbouw.

deze waarden ligt vermoedelijk in een schrijven van Ir. Bert van der Valk uit 1970, getiteld: 'Geschiktheid van zout oppervlaktewater voor beregening van tulpen'. Daarin zijn resultaten van vier jaar beregeningsproeven bij tulpen, uitgevoerd op vier locaties (Breezand, Beverwijk, Bovenkarspel en de Noordoostpolder) gepresenteerd. De anno 2011 telefonisch geraadpleegde oud-auteur was heel stellig: 'tulpen zijn weinig gevoelig voor zout'.

Ook volgens Guus Braam hanteren de telers rond Lisse (grove zandgrond) de grens van 500 mg Cl/l voor beregeningswater en zijn er op kleigrond nooit vragen. Paul Belder daarentegen noemt 200 mg Cl/l als grens en voor Dahlia, Gladiol en Lelie zelfs een lagere. Hij baseert zich daarbij op de bekende literatuur. In een reactie merkt hij echter op dat deze waarden niet zo hard zijn. Er wordt ook gezegd 'dat een EC van 2,5 de bovengrens is. Dat is omgerekend 500 mg Cl/l. En dat is dicht in de buurt van het IKC-rapport. Feit is dat we het gewoon niet goed weten'.

In een poging alle mogelijke informatie bij elkaar te brengen is een bezoek gebracht aan de Koninklijke Algemeene Vereeniging van Bloembollencultuur (KAVB) en is haar bibliotheek geraadpleegd. In Bijlage 2 is de betreffende literatuurlijst opgenomen. De conclusie na raadpleging van alle documenten en deskundigen is dat we inderdaad niet goed weten hoe zoutgevoelig de bloem- en -knolgewassen zijn. Veiligheidshalve zijn bollen daarom geclassificeerd als gevoelig maar ook niet meer dan dat (dus niet zeer gevoelig (drempelwaarde onder de 300 mg Cl/l), zoals de proeven van Ploegman suggereren). En tulpen zijn op basis van het onderzoek van Van der Valk en het expertoordeel als matig gevoelig geclassificeerd.

Bij aanvullende vochtvoorziening via de subinfiltratie op de grove zandgronden (geestgronden) moeten hogere eisen worden gesteld aan de chlorideconcentratie omdat bij drogend weer op geen doorspoeling van de wortelzone door beregening kan worden gerealiseerd. Daarom wordt hierbij voor het oppervlaktewater de volgende grens aangehouden: **200 mg/l**.

Daarmee is overigens niet gezegd dat overberegenen om zout uit te spoelen een normale praktijk is. Overberegenen kan bij kleigronden aanleiding geven tot structuurproblemen, ook al omdat doorspoeling niet gemakkelijk gaat. Bij zandgronden kan men door kostbare meststoffen kwijtraken. De belangrijkste motivatie voor overberegenen is dat de teler de wortelzone vochtiger kan houden dan bij subinfiltratie en dat de wortelzone van geestgronden een zeer gering vochthoudend vermogen heeft.

Ad 8: akkerbouw incl. akkerbouwmatige tuinbouw

Geïnterviewde: Leo Hooijman van DLV Plant.

Bij akkerbouw is beregening een vorm van aanvullende vochtvoorziening. Het belangrijkste gewas (en met recht gidsgewas) is aardappel dat matig gevoelig is. Pootaardappelen worden soms vooral beregend ter bestrijding van schurft. Consumptieaardappelen worden vooral beregend om droogteschade te reduceren en soms om doorwas te voorkomen.

Granen en bieten worden nauwelijks beregend en zijn bovendien matig tolerant.

Bonen en erwten zijn zoutgevoelig maar worden nauwelijks beregend omdat ze diep worden gezaaid en een kort groeiseizoen hebben.

Belangrijk punt van aandacht is dat door ontwikkelingen zoals het voorkómen van bruinrot, beregening uit oppervlaktewater in grote delen van Noord-Nederland en in de Flevopolders *de facto* niet meer gebeurt. Carla Michielsen (ZLTO Zeeland) wijst op ontwikkelingen die kunnen leiden tot een doorbraak in de bestrijding van bruinrot.

Ad 9: weidebouw en mais

Geraadpleegde literatuur: Cultuurtechnisch Vademecum (1988) en Radersma¹⁹.

Radersma (2010) heeft de kennis omtrent zouttolerantie van grasland en rundveehouderij als volgt samengevat. De drempel voor veedrenking is 2000 mg Cl/l. Bij grasland wordt berekend om droogteschade door verminderde verdamping te voorkomen of te verminderen, maar ook om beschadiging van de zode door afsterven van gras te voorkomen. Gras is te karakteriseren als zouttolerant met een zoutschadedrempel van rond 2000 mg Cl/l en ieder geval hoger dan 1000 mg Cl/l. De in het Cultuurtechnisch Vademecum vermelde grenswaarde van 600 mg Cl/l -gelijk aan aardappelen- is dan ook discutabel. Mais is als matig gevoelig te karakteriseren, maar wordt nauwelijks berekend.

De literatuurstudie en interviews met de teeltdeskundigen leverde de volgende 'oogst' aan tabellen op met aan zoutschadedrempels gerelateerde informatie. Een veelgebruikte tabel is Tabel 1, afkomstig uit een Alterra-notitie uit 2003²⁰; hierin wordt een tabel uit het Cultuurtechnisch Vademecum vergeleken met andere bronnen^{21,22}.

Tabel 1

Vergelijking van gangbare gietwaternormen voor chloride en afgeleide drempelwaarden voor chloride in het gietwater (Bron: Roest et al., 2003).

Gewas(groep)	Aanbevolen gietwaterkwaliteit – chlorideconcentratie (mg/l)		
	Cultuurtechnisch Vademecum (1988)	Huinink (1994)	PR (1997)
aardappelen	600		
gras	600	600	800-1150
suikerbieten	600	600	
snijmais	600		
granen	600	600	
fruitbomen	300	300	
sierteelt	300		
Overig (groenten)	300	300	
glastuinbouw	200	200	
bloembollen	300		
substraatteelt	50	50	

In deze Alterra-notitie uit 2003 zijn voor de tien gewassen of gewasgroepen, die worden gebruikt in het AGRICultural COst Module (AGRICOM)²³ van het Droogte-instrumentarium²⁴, zoutschadeparameters afgeleid op grond van waarden die in de literatuur zijn beschreven, zie Tabel 2. Er is een vertaling gemaakt naar parameters voor het gietwater, maar die omzetting is niet juist gebleken (zie ook hoofdstuk 3).

¹⁹ Radersma, S., 2010. Salinization: Causes and perspectives in the Netherlands. PPO-ASG. Lelystad

²⁰ Roest, C.W.J., P.J.T. van Bakel en A.A.M.F.R. Smit, 2003. Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen ten behoeve van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium. Briefadvies.

²¹ Huinink, J., 1994. Bodemgeschiktheidstabellen voor landbouwkundige vormen van bodemgebruik. IKC-Landbouw, Ede.

²² PR, 1997. Handboek voor de melkveehouderij.

²³ Bakel, P.J.T. van, V. Linderhof, C.E. van 't Klooster, A.A. Veldhuizen, D. Goense, H.M. Mulder, H.T.L. Massop, 2010. Definitiestudie Agricom. Alterra-rapport 1934.

²⁴ RIZA et al., 2005. Droogtestudie Nederland. Aard, ernst en omvang van watertekorten in Nederland. RIZA-rapport 2005.16

Tabel 2

Grenswaarde en hellingshoek voor zoutschade per Agricom-gewasgroep. Per gewasgroep zijn de getallen gebaseerd op zoutschade bij minder dan 10% van de gewassen (Bron: Roest et al., 2003).

	Bodemvocht		Gietwater	
	Drempel	helling	Drempel	helling
Gewas	mg/l Cl	%/mg/l Cl	mg/l Cl	%/mg/l Cl
aardappelen	756	0.0163	202	0.0610
gras	3606	0.0078	962	0.0294
suikerbieten	4831	0.0057	1288	0.0212
snijmais	815	0.0091	217	0.0343
granen	3947	0.0072	1053	0.0269
fruitbomen	642	0.0264	171	0.0991
sierteelt	259	0.2754	69	1.0327
groenten	378	0.0300	101	0.1125
glastuinbouw	532	0.0185	142	0.0696
bloembollen	125	0.0320	33	0.1200

Cor van Oers van DLV Plant heeft Tabel 3 beschikbaar gesteld; DLV gebruikt deze tabel in hun advisering betreffende de kwaliteit van beregeningswater aan vollegrondsgroentetelers.

Tabel 3

Risico op zoutschade aan landbouwgewassen bij verschillende zoutgehalten van beregeningswater (bron: DLV).

EC mS/cm (25°C)	Risico op zoutschade bij teelt van:		
	Mg Cl/l	mmol/l	
1	70 – 200	2,0 – 5,6	aardbeien, gekoelde en verlate teelt
1,5	200 – 340	5,6 – 9,6	
2	340 – 500	9,6 – 14,1	aardbeien, sla, bonen, erwten en augurken
2,5	500 – 640	14,1 – 18,0	
3	640 – 770	18,0 – 21,7	
3,5	770 – 900	21,7 – 25,4	
4	900 – 1070	25,4 – 30,1	bloemkool, knolselderij, peen, prei, aardappelen en uien
4,5	1070 – 1200	30,1 – 33,8	
> 4,5	> 1200	> 33,8	spinazie, witlof, spruitkool, radijs, kroot, groene savoieekool en boerenkool

Leo Hooijman heeft Tabel 4 (pag. 25) beschikbaar gesteld. Deze tabel is ook te vinden in PAGV-publicatie 99²⁵.

²⁵ Beregenen van akkerbouw- en groentegewassen. PAGV-publicatie 99. Lelystad

Tabel 4

Gebruikswaarde van beregeningswater, gerelateerd aan zoutgehalte (bron: PAGV).

Chloride (mg/l)	NaCl (g/l)	Aanduiding	Gebruikswaarde
0-300	0-0.48	zoet	Geschikt voor beregening van akkerbouwgewassen en alle groentegewassen in de volle grond
300-600	0.48-0.96	Enigszins brak	Geschikt voor beregening van alle akkerbouwgewassen behalve erwten en bonen in droge zomers; geschikt voor alle groentegewassen in de volle grond, behalve gevoelige zoals sla, stam- en staakbonen, augurken, doperwten en gewasaardbeien
600-900	0.96-1.44	Licht brak	Geschikt voor beregening van matig gevoelige gewassen zoals aardappelen, vlas en uien ook geschikt voor weinig gevoelige akkerbouwgewassen; geschikt voor matig gevoelige groentegewassen zoals bloemkool, knolselderij, peen en prei en weinig gevoelige groentegewassen in de volle grond
900-1200	1.44-1.92	Matig brak	Geschikt voor weinig gevoelige akkerbouwgewassen zoals granen en bieten, geschikt voor weinig gevoelige groenten gewassen in de volle grond zoals spinazie, spruitkool, groene savoyekool, witlof, boerenkool, radijs en kroot
1200-2000	1.92-3.2	brak	Met de stijging van het zoutgehalte in toenemende mate ongeschikt voor beregening van akkerbouwgewassen en groentegewassen in de volle grond; nog wel geschikt voor infiltratie, ziektebestrijding en voor drenking vee
2000-5000	3.2-8.0	Zeer brak	Ongeschikt voor beregening, twijfelachtig voor drenking van vee
> 5000	>8	zout	Onbruikbaar voor land- en tuinbouwdoeleinden

Bovenstaande tabellen vertonen veel overeenkomsten. In Nederland is kennelijk consensus over de gevoeligheid van gewassen c.q. teelten. Er zijn echter ook verschillen:

- grasland is volgens het Cultuurtechnisch Vademecum en Huinink ongeveer net zo gevoelig als aardappelen terwijl de andere bronnen en ook het recent uitgevoerde onderzoek van Radersma uitkomt op een duidelijk hogere tolerantie van gras, vergeleken met aardappelen;
- de zoutgevoeligheid van bloembollen is in de tabel uit de Alterra-notitie als zeer gevoelig aangenomen, met bijbehorende zoutschadedrempel in de wortelzone van 33 Cl/l. In de praktijk wordt uitgegaan van duidelijk minder lage chlorideconcentraties en wordt nadrukkelijk onderscheid gemaakt naar grondsoort.

2.2.3 Buitenlandse literatuur

De gegevens over zouttolerantie in de buitenlandse literatuur zijn voor een belangrijk deel terug te voeren op de publicaties van Maas en Hoffman^{26, 27, 28} en samengevat in FAO-rapport 63²⁹. Hierin wordt een relatie gelegd tussen de EC van de zogenoemde 'pasta' van een bodemonster uit de wortelzone (EC_w) en de

²⁶ Maas, E.V., 1990. Crop salt tolerance.

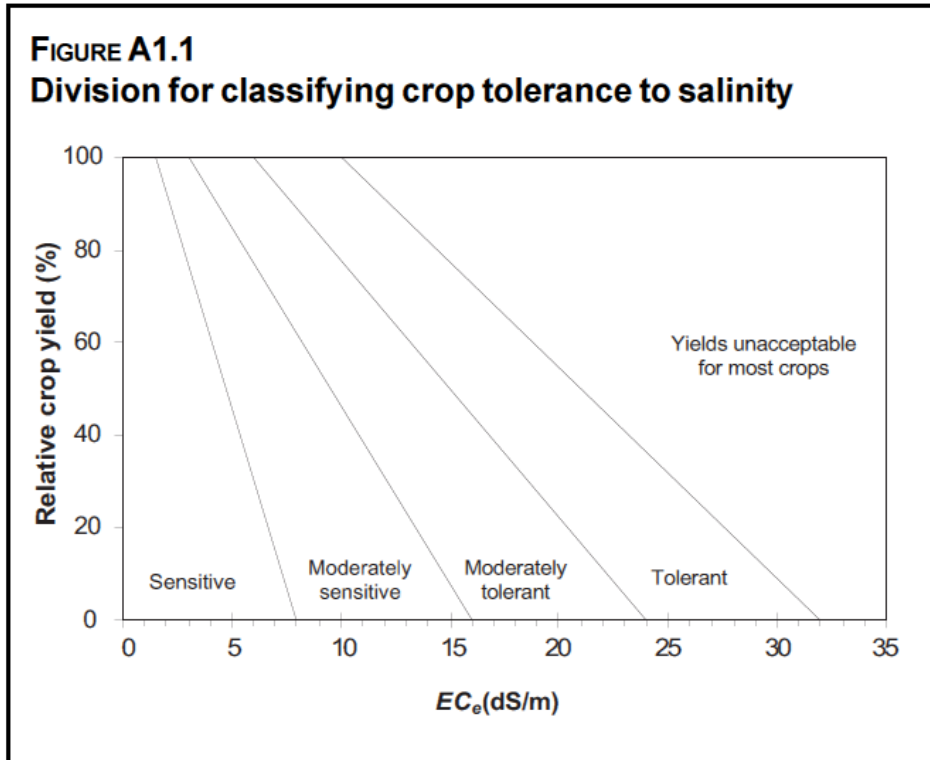
²⁷ Maas E.V. en G.J. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance. ASCE.

²⁸ Maas, E.V., 1984. Salt tolerance of crops. In: The handbook of Plant Sciences in Agriculture.

²⁹ Tanji. K.K. en N. C. Kielen, 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and Drainage Paper 61.

opbrengstreductie van het gewas. De 'pasta' wordt verkregen door een bodemmonster van de wortelzone te nemen en aan dit monster (onder voortdurende menging) net zo lang water toe te voegen tot de grond als een 'pasta' van een spatel loopt. Belangrijk is op te merken dat hierbij een aanzienlijke verdunning optreedt. Hoe droger de wortelzone in het experiment, des te sterker de verdunning. Een ander probleem is dat bij weinig samenhangende gronden zoals zand de verdunning minder is dan bij samenhangende gronden.

In navolging van Maas en Hoffman deelt de FAO gewassen in vier gevoeligheidsklassen in; zie Figuur 3. Hieruit zijn, per klasse, schadedrempels voor de EC_e af te leiden waarboven schade begint op te treden.



Figuur 3
Classificatie van zoutgevoeligheid van landbouwgewassen.

In Tabel 5 zijn de schadedrempels volgens FAO vergeleken met de classificatie uit ILRI-publicatie 16³⁰. Tevens zijn de bijbehorende chlorideconcentraties, berekend met vergelijking [2], vermeld.

³⁰ Ritzema, H.P., 1994. Drainage principles and practices.

Tabel 5*Schadedrempels per gevoeligheidsklassen van landbouwgewassen volgens FAO en ILRI.*

Gevoeligheidsklasse	FAO-paper 48		ILRI-publicatie 16	
	EC _e (dS/m)	Chlorideconc. (mg/l)	EC _e (dS/m)	Chlorideconc. (mg/l)
Gevoelig	1,5	250	2	375
Matig gevoelig	3	625	4	925
Matig tolerant	6	1500	8	2300
Tolerant	10	3000	16	5700
Zeer tolerant	20	7650		

De proeven die tot bovenstaande klassenindeling hebben geleid hebben vaak plaatsgevonden in semi-aride gebieden met meestal een van Nederland afwijkende chemische samenstelling van het irrigatiewater en een andere irrigatiepraktijk. Het is dus maar zeer de vraag of deze resultaten uit de buitenlandse literatuur van toepassing zijn op de Nederlandse omstandigheden. In het volgende hoofdstuk wordt hier nader op ingegaan. Schadedrempels voor chlorideconcentraties in beregenings- of irrigatiewater zijn namelijk niet zonder meer uit Tabel 5 (of andere tabellen die relatie geven tussen EC en opbrengstreductie) af te leiden. FAO Irrigation and Drainage Paper 29³¹ geeft de volgende indeling voor de kwaliteit van irrigatiewater (Tabel 6):

Tabel 6*Kwaliteit van irrigatiewater volgens FAO (FAO Irrigation and Drainage Paper 29³²).*

	EC (dS/m)	Chlorideconcentratie (mg/l)
Geen probleem	<0,75	<100
Toenemend probleem	0,75-3,0	100-630
Ernstig probleem	>3,0	>630

Met gebruikmaking van vergelijking [2] komt dit overeen met de eveneens in Tabel 6 vermelde chlorideconcentraties. Dit zijn echter veel lagere waarden dan die welke worden gegeven voor de chlorideconcentraties in de 'pasta' (Tabel 5). *Impliciet wordt dus uitgegaan van een aanzienlijke indikking van irrigatiewater naar water in de onverzadigde zone.* In het volgende hoofdstuk zal worden beschreven dat dit voor de Nederlandse klimatologische omstandigheden niet opgaat. In FAO Irrigation and Drainage Paper 48³³ worden overigens voorbeelden genoemd van gevallen waarin met veel zouter water dan in de tabellen genoemd, kennelijk zonder veel schade wordt geïrrigeerd.

³¹ Ayers, R.S. en D.W. Lawrence, 1976. Water quality for agriculture, Irr. and Drainage Paper 29. FAO Rome.

³² Ayers, R.S. en D.W. Lawrence, 1976. Water quality for agriculture, Irr. and Drainage Paper 29. FAO Rome.

³³ Rhoades et al., 1992. The use of saline water for crop production. Irr. and Drainage Paper 48. FAO, Rome.

2.2.4 Analyse

Analyse van binnen- en buitenlandse literatuur, en de gehouden interviews leidt tot de volgende conclusies.

Onderbouwing zouttoleranties discutabel

Een eerste constatering is dat de kennis op grond waarvan wij in Nederland keuzes maken berust op inmiddels gedateerd onderzoek en dat er vraagtekens kunnen worden gezet bij de onderbouwing van de criteria die sinds jaar en dag worden gebruikt. Ook zijn de uit de bronnen afgeleide zouttoleranties soms niet eenduidig. Het beste voorbeeld is tulpen. Op basis van het onderzoek van Ploegman staan ze 'in de boeken' als gevoelig (schadegrens 200 mg/l) terwijl door IKC en de praktijk in de Flevopolders 600 mg (zandgrond) resp. 1500 mg/l (zavel- en lichte kleigrond) als schadegrens wordt genoemd.

Grondsoort belangrijk

De praktijk hanteert verschillende normen, afhankelijk van de grondsoort. Zij bevestigt de uitkomsten van het wetenschappelijk en modelonderzoek (zie Alterrarapport 1926) dat gewasschade ten gevolge van zout in beregeningswater/irrigatiewater (sterk) afhankelijk is van de bodemeigenschappen:

- de indikking of verdunning van regenwater in de wortelzone is rechtstreeks te koppelen aan de dikte van de wortelzone en de bergingseigenschappen van de bodemlagen;
- op kleigronden kan bij beregening of bevloeiing met natriumhoudend water structuurbederf optreden;
- de verzilting 'van onderen' is gekoppeld aan de capillaire eigenschappen van de onverzadigde ondergrond en de bergingseigenschappen van de wortelzone.

In hoofdstuk 3 zal hieraan een vertaling worden gegeven.

Consensus over gevoeligheidsclassificatie

Globaal gesproken is er sprake van consensus over de indeling in vier gevoeligheidsklassen (volgens de FAO) en over gevoeligheidskarakterisering van de verschillende gewassen. De conclusie die hieraan is te verbinden is dat we ons nadrukkelijker moeten concentreren op de vaststelling van bruikbare schaderelaties van de onderscheiden zoutgevoeligheidsklassen, dan op die van afzonderlijke teelten, gelet op de onzekerheden in de schaderelaties per gewas. Hierbij moet worden benadrukt dat de gevoeligheidsclassificatie geen betrekking heeft op gevoeligheid voor schade aan het gewas of aan het oogstbaar product door 'over het gewas' beregenen.

Een andere opmerking is dat het de gevoeligheidsclassificatie betrekking heeft op de fysieke opbrengst. Door grote verschillen in geldelijke opbrengsten geldt deze classificatie dus niet of maar ten dele voor de teler. **'Het gaat niet om de gevoeligheid van een teelt maar om de gevoeligheid van de teler'** (J. Huinink, persoonlijke mededeling).

Methodische aspecten

In theorie is het mogelijk gewasschade als gevolg van verhoogde osmotische potentiaal, maar wellicht ook de ander schades, per geval uit te rekenen, als we alle relevante processen meenemen en kunnen parametriseren. Deze fysisch-deterministische methode wordt door onderzoekers nagestreefd maar is zeker nog niet geschikt voor praktische toepassing. Een simulatiemodel kan echter ook worden gebruikt de proefveldkennis te operationaliseren, bijvoorbeeld door te stellen dat de relatie tussen EC_e (in de 'pasta') en de verdampingsreductie, zoals afgeleid uit de veldproeven, op elk moment en op elke plaats in de wortelzone geldig is. Deze relatie kan worden gebruikt in een simulatiemodel als SWAP. Een gesimuleerd tijds- en diepteverloop van de chlorideconcentratie kan dan worden omgezet in de concentratie in de 'pasta', waarna de reductie in wateropname door wortels kan worden bepaald. Dit is ook de werkwijze die is gevolgd in de studie van Alterra uit 2009. Uiteraard is een onafhankelijke validatie aan veldproeven, uitgevoerd onder Nederlandse omstandigheden, een absolute must. In genoemd Alterra-rapport is daartoe een voorstel gedaan.

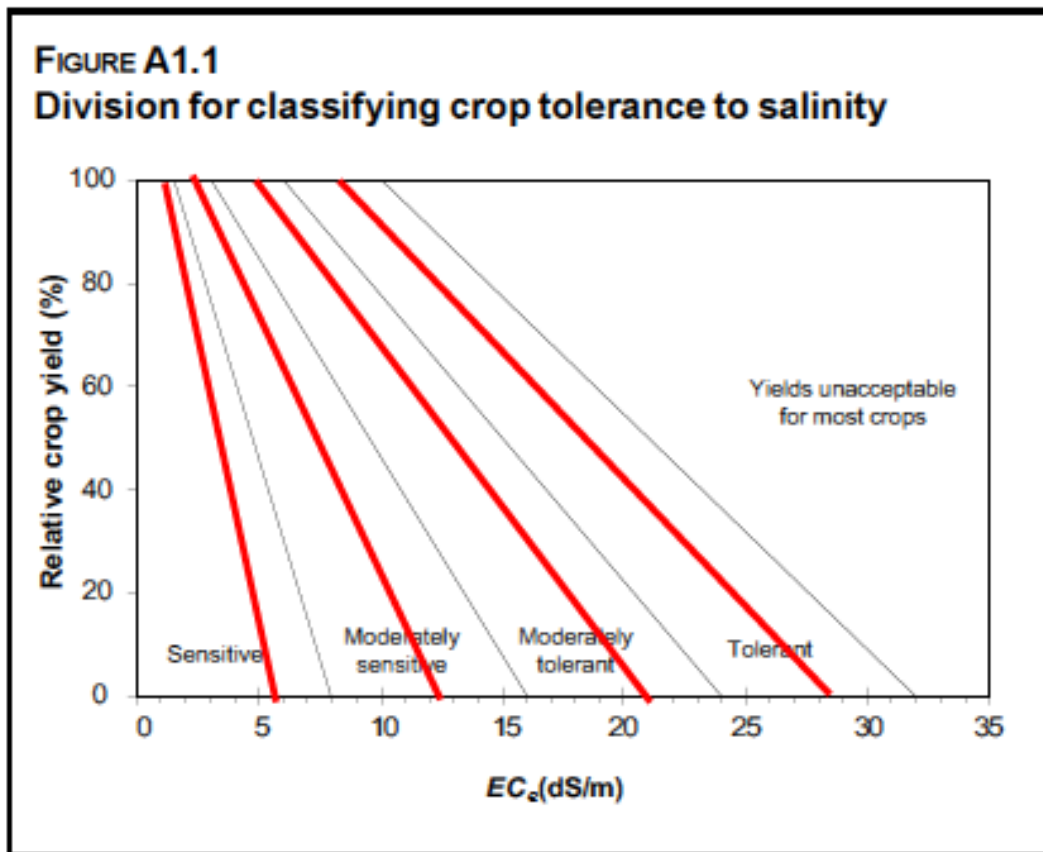
Door voor verschillende combinaties van bodem en teelt veel jaren met verschillende varianten voor chloride in het beregeningswater door te rekenen kan de relatie tussen chlorideconcentratie en landbouwschade worden geëxploreerd en de kennis worden gevat in een metamodel. Ook kunnen slimme beregeningsstrategieën worden ontwikkeld. Zowel conceptueel als model-technisch is echter nog een lange weg te gaan. Dus is de uitdaging de kennis uit binnen- en buitenland te assembleren in een praktisch toepasbaar instrument. Voorlopig moet de praktijk zich 'behelpen' met de gedateerde kennis. In het volgende hoofdstuk wordt een poging gedaan deze kennis te actualiseren.

3 Actualisering van de zouttolerantie(tabellen)

3.1 Tolerantie voor zout in de wortelzone

Door FAO (Irrigation and Drainage paper 61³⁴ zijn zeer veel gewassen ingedeeld naar zoutgevoeligheid. Er wordt aangesloten op deze FAO-indeling in vier klassen (zie Figuur 4):

- gevoelig, S
- matig gevoelig, MS
- matig tolerant, MT
- tolerant, T



Figuur 4

Relatie tussen EC in de 'pasta' en relatieve gewasopbrengst, en indeling in vier klassen voor zouttolerantie.

³⁴ Zie www.fao.org/docrep/003/t0234e/T0234E03.htm

De relatieve zoutgevoeligheid - en dus de plaatsing van een gewas/teelt in een klasse - volgt in principe de FAO-classificatie. In Tabel 7 zijn de meest voorkomende teelten in de vollegrond geclassificeerd, waarbij gebruik is gemaakt van diverse bronnen. Kasteelten en container- en potteteelten vallen hier niet onder. De zoutgevoeligheid is te kenschetsen als zeer-, of extreem gevoelig (zie hoofdstuk 2).

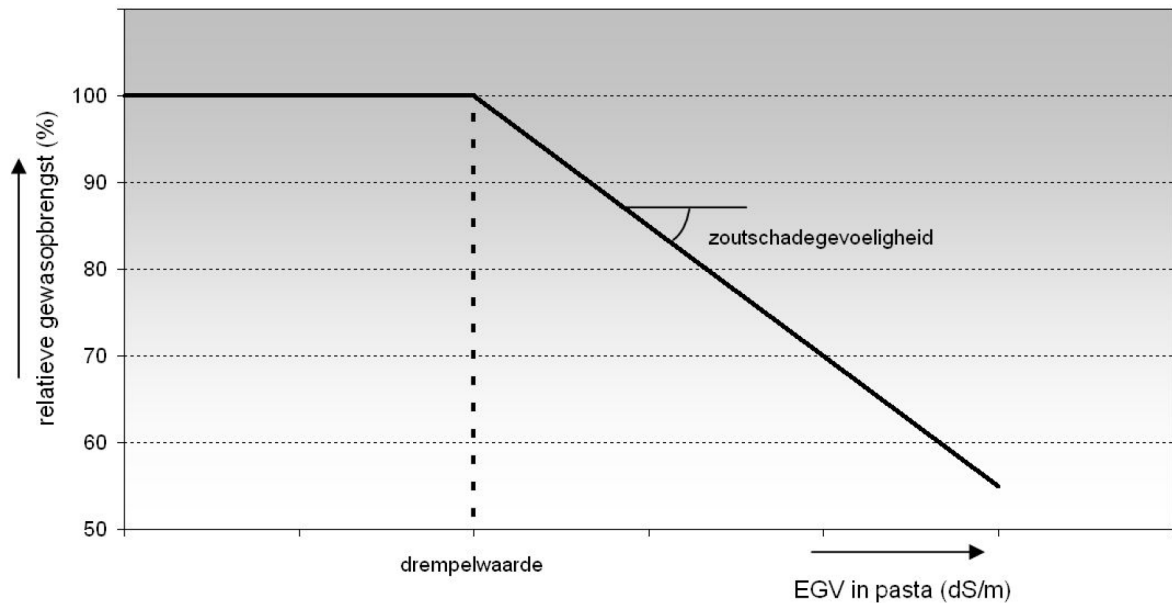
Tabel 7

Classificatie van gevoeligheden voor zout in de wortelzone voor de belangrijkste gewassen in Nederland.

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

De volgende vraag is hoe we de relatie tussen chloride in de wortelzone en opbrengstreductie 'in beeld brengen'. In navolging van Maas en Hoffman nemen we aan dat daarvoor het seizoensgemiddelde Elektrisch GeleidingsVermogen (EGV of ook wel EC) van de 'pasta' **en** de fysieke gewasopbrengst een hanteerbaar startpunt is omdat hierover door genoemde auteurs veel experimenteel materiaal is verzameld. Per klasse kan op basis van onderzoek van (met name) Maas en Hoffman een domein worden gedefinieerd waarbinnen zich de relatie bevindt tussen enerzijds de EC in de verzadigde 'pasta', en anderzijds de opbrengst; zie Figuur 4. De

relatie, hierna de M-H-relatie genoemd, wordt vastgelegd door twee parameters: een zoutschadedrempel en een zoutschadegevoeligheid; zie Figuur 5.



Figuur 5

Schematische voorstelling van de twee parameters die de relatie tussen EGV en gewasopbrengst vastleggen (ontleend aan *Alterra-rapport 1926*).

Voor elk van de vier bovengenoemde klassen is een relatie vastgesteld waarbij niet de rechtergrenslijn is genomen maar de rode lijnen die in Figuur 4 zijn geschetst. In deze figuur is de zoutschadegevoeligheid gedefinieerd als de procentuele fysieke opbrengstdaling per 100 mg Cl/l boven de drempelwaarde. Vervolgens zijn de EC-waarden omgezet in chlorideconcentraties volgens de eerder genoemde relatie:

$$c = 151EC^{1,31}$$

Gegeven de opmerkingen over deze relatie in hoofdstuk 2 (zie Figuur 2) hebben de aldus afgeleide chlorideconcentraties de neiging onderschat te worden. Gebruik van de aldus afgeleide concentraties is dus aan de veilige kant. Waar bijv. 300 mg Cl/l staat had volgens andere relaties bijvoorbeeld 350 mg Cl/l gestaan. Dit levert waarden op zoals gegeven in onderstaande tabel (waarbij de waarden zijn afgerond).

Tabel 8

Per klasse uit Figuur 4 afgeleide parameters voor de zoutschadefunctie, geldig voor seizoensgemiddelde chlorideconcentratie in de 'pasta'.

Zoutgevoeligheidsklasse	Zoutschadedrempel (mg Cl/l)	Zoutschadegevoeligheid (% opbrengstdaling/100 mg Cl/l)
Gevoelig	300	8
Matig gevoelig	600	4
Matig tolerant	1200	2
Tolerant	2400	1

Voorts stellen we vast dat de Nederlands omstandigheden sterk verschillen van de omstandigheden die golden voor de proeven waarop Maas en Hoffman de relaties baseerden, voor zowel het klimaat, de chemische samenstelling van het irrigatiewater en de irrigatietechniek. Dit betekent dus dat een eigen interpretatie nodig is, als volgt (ook gebaseerd op het Alterra-rapport uit 2009):

- de maat voor het zoutgehalte is de chlorideconcentratie in mg/l. Daarmee doen we recht aan het feit dat dit in de Nederlandse praktijk de maatgevende ionenconcentratie is (hoewel daar in technische zin het nodige op af te dingen valt);
- de schades volgens de Maas en Hoffman-relaties zijn niet alleen het gevolg van een oplopende osmotische potentiaal maar ook van de andere processen, waaronder fysiologische, zoals zoutaccumulatie en een verstoorde ionenverhouding in de plant;
- vervolgens is de vraag aan de orde hoe nat of droog de wortelzone werd gehouden bij de gebruikte proeven. Een veilige aanname is dat dit om en nabij veldcapaciteit is geweest. Dat betekent het volgende: om van chlorideconcentratie in de 'pasta' naar chlorideconcentratie bij veldcapaciteit te komen wordt een indikkingsfactor 2 gehanteerd. Dat kan worden beschouwd als een lage waarde die voor de meeste proeven hoger zal liggen;
- de Maas en Hoffman-relatie kan dus met de factor 2 worden omgezet in een relatie tussen chlorideconcentratie in de wortelzone en schade: de zoutschadedrempel betrokken op de concentratie in de wortelzone wordt tweemaal zo hoog en de zoutschadegevoeligheid wordt tweemaal zo klein;
- bij beregenen wordt de wortelzone niet al te veel droger dan behorend bij veldcapaciteit gehouden. Want een goede teler zal bij (te verwachten) zoutproblemen 'nat gaan beregenen'. De relatie tussen zoutconcentratie in de wortelzone en schade, zoals afgeleid onder de vorige aanname, blijft derhalve van toepassing. Bij een teler die zuinig beregend wordt het vochtgehalte van de wortelzone regelmatig lager dan behorend bij veldcapaciteit waardoor de zoutconcentratie oploopt met meer zoutschade tot gevolg.
- in Nederland wordt veelal 'over het gewas' beregend waardoor bladverbranding kan optreden. Deze schade zit dus niet in Maas en Hoffman-relaties. Dit is als volgt vertaald. Gebruik van de Maas en Hoffman -relaties is alleen toegestaan als bladverbranding niet aan de orde is. De gevoeligheid voor bladverbranding heeft nauwelijks of geen relatie met de gevoeligheid voor zout in de wortelzone. Dit betekent ook dat op de zoutgevoelighedsclassificatie van gewassen (in vier klassen) uitzonderingen moeten worden gemaakt in het geval 'over het gewas' wordt beregend.

In het verslag van de expert workshop, opgenomen in Alterra-rapport 1926, zijn deze opmerkingen voor het grootste gedeelte al gemaakt. Desondanks werd het gebruik van de Maas en Hoffman-relaties in het SWAP=model, om de relatie te leggen tussen zoutschade en chlorideconcentratie in de wortelzone, als een verbetering gezien ten opzichte van de vuistregels in de notitie van Roest et al. uit 2003. 'Er is momenteel gewoon niets beters'.

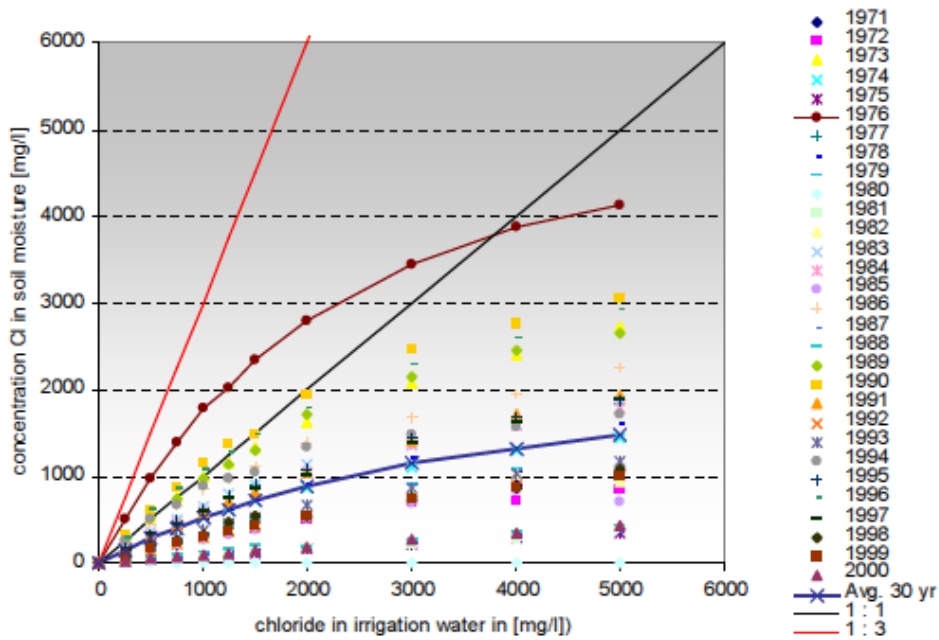
3.2 Tolerantie voor zout in het beregeningswater

De volgende stap is het verband te leggen tussen chlorideconcentratie in de wortelzone en chlorideconcentratie in het beregeningswater (gietwater). Dit is voor ieder geval anders en hangt onder andere af van de volgende zaken (zie ook hoofdstuk 2):

- de begintoestand van chloridehoeveelheden (en overige kat- en anionen) in de wortelzone;
- de waterbergingseigenschappen van de wortelzone;
- de historie van beregening, natuurlijke neerslag en verdamping (i.c. de begintoestand van het water in de wortelzone), vanaf de start van het groeiseizoen;
- de manier van beregenen of (druppel)irrigeren;
- eventueel optreden van percolatie of capillaire opstijging.

Bovendien is de wortelzone geen perfect mengvat en is verticale stratificatie in chlorideconcentratie eerder regel dan uitzondering.

Met behulp van simulatiemodellen kan per bodemlaag binnen de wortelzone de dynamiek van het watergehalte en van de chlorideconcentratie worden berekend/gesimuleerd. Deze modeluitkomsten kunnen vervolgens worden geaggregeerd naar chlorideconcentraties, gemiddeld over het seizoen en over de wortelzone. Aldus is bij gegeven chlorideconcentratie in het beregeningswater de verhouding tussen de seizoensgemiddelde chlorideconcentratie in beregeningswater en die in de wortelzone af te leiden. Figuur 6, afkomstig uit Alterra-rapport 1929, geeft een voorbeeld.

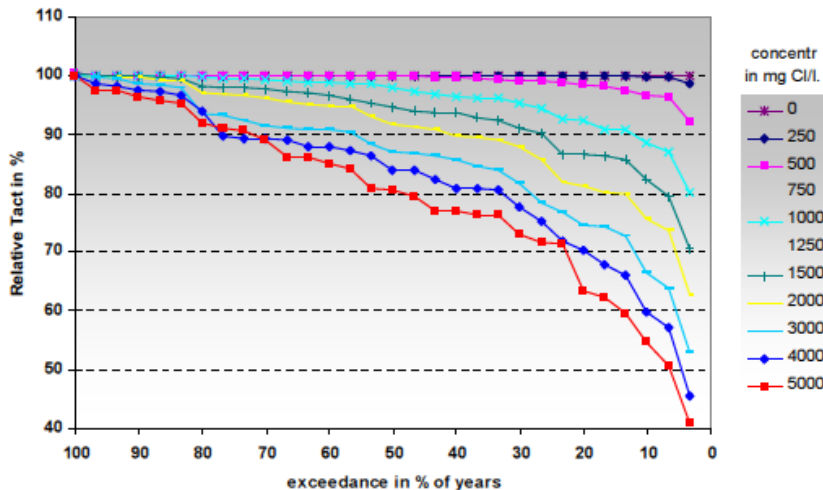


Figuur 6

Verhouding tussen seizoensgemiddelde chlorideconcentratie van het bodemvocht in de wortelzone en in het beregeningswater voor de meteoreeks 1971-2000 en het gemiddelde van al die jaren (Aardappelen op zandgrond).

Uit Figuur 6 is af te lezen dat alleen in het extreem droge jaar 1976 de gemiddelde concentratie in de wortelzone hoger is dan in het beregeningswater. In het interessante gebied rond 1000 mg /l in het beregeningswater is de concentratieverhouding in droge jaren ongeveer gelijk aan 1.

Ook is uit de berekeningen af te leiden dat de reductie van de verdamping niet alleen afhangt van de chlorideconcentratie in het beregeningswater maar ook van de droogte van het groeiseizoen. Hoe droger het jaar, hoe meer zoutschade optreedt. In Figuur 7, eveneens ontleend aan Alterra-rapport 1929, is dit duidelijk geïllustreerd.



Figuur 7

Frequentiediagram van de relatieve seizoensgewasverdamping (relatief ten opzichte van verdamping bij beregenen met zoet water) bij verschillende chlorideconcentraties van het beregeningswater, berekend met SWAP, voor aardappelen op zand.

Deze conclusies zijn voor de praktijkkeners vanzelfsprekend en dat zou pleiten voor afschaffing van de streefwaarden c.q. normen voor chlorideconcentraties in het beregeningswater c.q. in het oppervlaktewater. In plaats daarvan moet de kennis omtrent de relatie tussen zout in de wortelzone en opbrengstreductie worden ingebouwd in een simulatiemodel, en volgt de zoutschade uit het gesimuleerde verloop van de chlorideconcentratie. Het maakt verder niet uit via welke route het chloride in de wortelzone terecht komt. Aldus zouden allerlei varianten voor de chlorideconcentratie in het beregeningswater (dus ook niet-constant gehouden concentraties), maar ook maatregelen om de zoutaanvoer via capillaire opstijging te verminderen, doorgerekend kunnen worden.

Zulke modelresultaten zijn echter beperkt beschikbaar. In Alterrapport is een aanzet gedaan. Bovendien is er wel het een en ander op de modeluitkomsten aan te merken omdat i) bij de simulatie van de beregeningsstrategie (wanneer een gift toedienen) geen rekening is gehouden met de chloridedeconcentratie in de wortelzone en ii) de gewassen in de simulatie bij droogte- en zoutstress geen blijvende schade oplopen. Bovendien kunnen dergelijke resultaten alleen maar achteraf worden vastgesteld en in de praktijk is dat niet de situatie. Immers: wat er aan neerslag en verdamping 'nog aan zit te komen' is ongewis. Waterbeheerders en telers willen de wateraanvoer en de beregening echter wel mede op chlorideconcentraties kunnen sturen. Het ligt dus voor de hand de modelberekeningen te verbeteren (de mogelijkheden daartoe zijn reeds beschikbaar) en de uitkomsten te valideren met praktijkproeven.

Zolang geen betere resultaten beschikbaar zijn wordt de volgende benadering voorgesteld. Aangenomen is dat de indikkingfactor 2 van chlorideconcentratie in de 'pasta' naar chlorideconcentratie van het water in de wortelzone van toepassing is. De zoutschadedrempels en zoutschadegevoeligheden uit Tabel 8 worden dus ook met 2 vermenigvuldigd, respectievelijk door 2 gedeeld. Dit resulteert, na afronden, in drempelwaarden en gevoeligheden, gespecificeerd in tabel 9.

Tabel 9

Per klasse uit Figuur 4 afgeleide parameters voor de zoutschadefunctie geldig voor de seizoensgemiddelde chlorideconcentratie in de wortelzone.

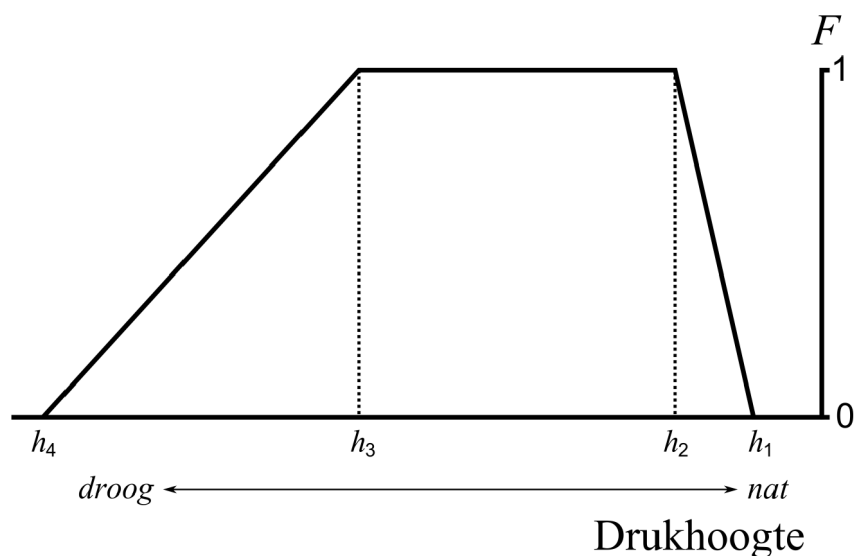
Zoutgevoeligheidsklasse	Zoutschadedrempel (mg/l)	Zoutschadegevoeligheid (% opbrengstdaling/100 mg Cl/l)
Gevoelig	600	4
Matig gevoelig	1200	2
Matig tolerant	2400	1
Tolerant	4800	0,5

De in Tabel 9 vastgestelde drempelwaarden en gevoeligheden zitten aan de veilige kant, en wel omdat:

- de aangenomen indikkingsfactor 2 aan de lage kant is;
- aangenomen mag worden dat de Maas en Hoffman-relaties het meest worden bepaald door de gevoelige gewasstadia. Gebruik van de waarden uit Tabel 9 geeft dus structureel geen onderschatting als gevolg van niet onderscheiden van gevoelige gewasstadia;
- de zoutconcentratie in de wortelzone onder Nederlandse omstandigheden in de loop van het groeiseizoen zal oplopen. De gevoelige stadia zitten veelal niet aan het einde van het groeiseizoen.
- de verdampingsfluxen uit gewassen onder semi-aride omstandigheden in de regel groter zijn dan die bij gematigder meteorologische omstandigheden. Conform de relatie voor reductie van de wateropname door wortels als gevolg van het toenemen van de vochtspanning in de wortelzone (zie Figuur 8, ontleend aan de SWAP-manual) is onder gematigder meteorologische omstandigheden minder snel sprake van remming van de wateropname in de wortelzone ten gevolge van zout, dan onder aride omstandigheden.
- vergelijking van de drempelwaarden met de door Huinink gegeven zoutschaderelaties^{35,36} ook aan geeft dat de waarden aan de lage kant zitten, bijvoorbeeld: voor aardappelen (matig gevoelig) zien we een zoutschadedrempel van 1250 mg Cl/l en een zoutgevoeligheid van 0,6%/100 mg Cl/l; voor tarwe (matig tolerant) zijn de waarden 5500 mg Cl/l resp. 0,8 %/100 mg Cl/l.

³⁵ Huinink, J.T.M. , 1986. Waterkwaliteit en landbouwproductie. In Ad fundum 4.

³⁶ Cultuurtechnisch Vademecum, 2000. Hoofdstuk 4.3.3.



Figuur 8

Reductiecoëfficiënt voor wateropname door wortels, als functie van de drukhoogte in de wortelzone (bron: SWAP-manual, zie §2.1.2, pag.14).

Tabel 9 is daarom niet zonder meer toepasbaar om streefwaarden of normen voor de chlorideconcentratie in beregeningswater af te leiden. Zoals al geïllustreerd, is de verhouding tussen chlorideconcentratie in het beregeningswater en in de wortelzone onder Nederlandse meteorologische omstandigheden zeer variabel en pas achteraf goed vast te stellen. Het probleem bij het operationeel waterbeheer is vooral dat je tijdens het beregeningsseizoen niet weet hoe droog het seizoen nog gaat worden. Als de eerste beregeningsgift wordt gevolgd door een nat groeiseizoen wordt het zout verdund en resulteert beregening niet in zoutschade maar als de gift wordt gevolgd door een droog seizoen juist wel.

Hoe uit deze impasse te geraken?

Beregening is er op gericht tijdens beregeningsseizoen de wortelzone goed vochtig te houden. Vanaf de start van de beregening tot het beëindigen ervan blijft het vochtgehalte van de wortelzone daarom min of meer gelijk. Het water dat verdampt wordt aangevuld door natuurlijke en kunstmatige neerslag. Op het moment dat met beregening wordt gestart is voor de betreffende teelt bekend wat er in de verschillende droogteklassesjaren aan natuurlijke neerslag en verdamping tot aan het einde van het seizoen wordt verwacht. Tijdens een 10%-droog jaar bijv. wordt 200 mm verdamping en 100 mm natuurlijke neerslag verwacht. Vijfmaal beregenen met 20 mm levert 100 mm. Dit beregeningswater mengt zich met water in wortelzone en de eindchlorideconcentratie is na de laatste gift uit te rekenen.

Bij een beginvoorraad van 50 mm (droogtegevoelige zandgronden) is de chlorideconcentratie in de wortelzone na de laatste beregeningsgift tweemaal die van het beregeningswater, bij 100 mm (kleigronden bijvoorbeeld gelijk en bij 200 mm (zavelgronden bijv.) de helft. Dus bij droogtegevoelige zandgronden verdubbelt de chlorideconcentratie en bij zavelgronden wordt de concentratie gehalveerd. Kleigronden zitten er tussen in. De seizoensgemiddelde zoutconcentratie is ruwweg de helft van de eindconcentratie. Bovenstaande beschouwing kan worden vertaald naar de volgende vuistregel, geldig voor droge jaren (en die zijn alleen relevant), waarbij percolatie uit de wortelzone en aanvoer van zout via capillaire opstijging wordt verwaarloosd. De gemiddelde chlorideconcentratie in de wortelzone is **indikkingsfactor** maal gemiddelde chlorideconcentratie in het beregeningswater, waarbij deze factor wordt berekend uit:

$$\text{indikkingsfactor} = .5 * [(\text{totale seizoensgift}) / ((\text{beginvochtvoorraad} + \text{eindvochtvoorraad}) / 2)] \quad [3]$$

Met de aldus uit de chlorideconcentraties in het beregeningswater en de totale seizoens gift afgeleide gemiddelde chlorideconcentratie in de wortelzone kan volgens Tabel 9 de fysieke opbrengstdaling worden berekend.

Indien deze werkwijze te ingewikkeld wordt bevonden is het wellicht werkbaar per grondsoort en per teelt op grond van expertise een *worst case* conversiefactor vast te stellen tussen chlorideconcentratie in de wortelzone en in het beregeningswater. Daarmee wordt in ieder geval een redelijk consistente zouttolerantietabel verkregen, voor zover die betrekking heeft op het streven naar door de landbouw nagestreefde minimum zoutschade.

De meest verregaande vereenvoudiging is om geen rekening te houden met grondsoort en een *worst case* indikkingsfactor van te nemen (zeer droog jaar en gering vochthoudend vermogen, zie Figuur 6). De gemiddelde chlorideconcentratie in de wortelzone is dus 2 maal de gemiddelde chlorideconcentratie in het beregeningswater. Uit de waarden uit Tabel 9 volgen waarden zoals gegeven in Tabel 10.

Tabel 10

Per klasse afgeleide parameters voor de zoutschadefunctie, geldig voor het beregeningswater indien een indikkingsfactor 2 wordt gebruikt.

Zoutgevoeligheidsklasse	Zoutschadedrempel (mg Cl/l)	Zoutschadegevoeligheid (% opbrengstdaling/100 mg Cl/l)
Gevoelig	300	8
Matig gevoelig	600	4
Matig tolerant	1200	2
Tolerant	2400	1

Merk op dat deze tabel overeenkomsten vertoont met die uit PAGV-publicatie 99. Merk verder op dat voor de schadebepaling van een afzonderlijke gift de daardoor veroorzaakte schade evenredig is met de bijdrage van die gift aan de totale seizoensgift.

Met het saldo van een gewas/teelt kan rekening worden gehouden door een aanname te doen over de toegestane schade, variërend van bijv. 1% voor zeer hoogsalderende teelten tot 5% voor laagsalderende teelten.

De tabel mag in geen geval worden gebruikt om te stoppen met beregenen als de chlorideconcentratie in het beregeningswater de waarde overstijgt, tenzij bladverbranding of beschadiging van het oogstbaar product in het spel is (zie ook volgende sectie).

Voor een evaluatie van de effecten van de uitgevoerde beregening of subinfiltratie door agrariërs of van uitgevoerd verziltingsbeheer door regionale en nationale waterbeheerders, of voor onderbouwing van strategische beslissingen ten aanzien van beregening en subinfiltratie en verziltingsbeheer, is het implementeren van zoutschadefuncties in een simulatiemodel overigens wel de aangewezen weg, mits de overige effecten van beregening met verzilt water ook kunnen worden meegenomen. Deze overige effecten worden hierna besproken.

3.3 Overige effecten

Zaai- en plantbedbereiding

Voor gebruik van beregeningswater voor zaaibed- en plantbedbereiding geldt de in bovenstaande sectie afgeleide relatie niet. Vooral voor bereiding van zaaibedden voor fijn zaad kan een te hoge chlorideconcentratie in het beregeningswater verbranding van de kiemplantjes veroorzaken. Het voorstel is hiervoor een harde grens van **500 mg Cl/l** te hanteren. Daarboven is niet minder geschikt maar ongeschikt, want kiemplantjes die verbranden is meteen ook 'einde verhaal'.

In de buitenlandse literatuur worden wel normen genoemd. Zie Tabel 11 uit www.fao.org/docrep/003/t0234e/T0234E03.htm. De bijbehorende chlorideconcentraties (in de 'pasta') zijn zó hoog dat hiermee in Nederland nauwelijks rekening mee gehouden zou moeten worden.

Tabel 11

Relative salt tolerance of various crops at germination (bron: FAO³⁷).

Crop		50 percent Emergence reduction (ECe in ds/m)
Barley	(Hordeum vulgare)	16 -24
Cotton	(Gossypium hirsutum)	15.5
Sugarbeet	(Beta vulgaris)	6 - 12.5
Sorghum	(Sorghum bicolor)	13
Safflower	(Carthamus tinctorius)	12.3
Wheat	(Triticum aestivum)	14 - 16
Beet, red	(Beta vulgaris)	13.8
Alfalfa	(Medicago sativa)	8.2 - 13.4
Tomato	(Lycopersicon lycopersicum)	7.6
Rice	(Oryza sativa)	18
Cabbage	(Brassica oleracea capitata)	13
Muskmelon	(Cucumis melo)	10.4
Maize	(Zea mays)	21 - 24
Lettuce	(Lactuca sativa)	11.4
Onion	(Allium cepa)	5.6 - 7.5
Bean	(Phaseolus vulgaris)	8.0

³⁷ Zie www.fao.org/docrep/003/t0234e/T0234E03.htm#6note1

Beïnvloeding kwaliteit oogstbaar product

Beregening met verzilt water kan op diverse manieren leiden tot een mindere kwaliteit van het oogstbaar product (zie ook PAGV-publicatie 99):

- verkleuring van bloemkool en broccoli;
- verkleuring van hard fruit;
- het optreden van rand bij bladgroenten (is een vorm van bladverbranding);
- vertakking van winterwortelen.

Wanneer stoppen met beregening met verzilt water ivm kans op bladverbranding of schade aan oogstbaar product?

Te allen tijde wordt bladverbranding of verkleuring van oogstbare producten zoveel mogelijk vermeden door 's nachts te beregenen of - indien dat niet mogelijk is - geen water te gebruiken met een chlorideconcentratie hoger dan gegeven volgens Tabel 12. De cijfers in deze tabel zijn door deskundigen zijn verstrekt, maar zij zijn niet onderbouwd door middel van proeven onder geconditioneerde omstandigheden.

Tabel 12

Grenswaarden van chlorideconcentratie in het beregeningswater, bij overschrijding is er kans op bladverbranding (bron: persoonlijke mededeling van diverse deskundigen).

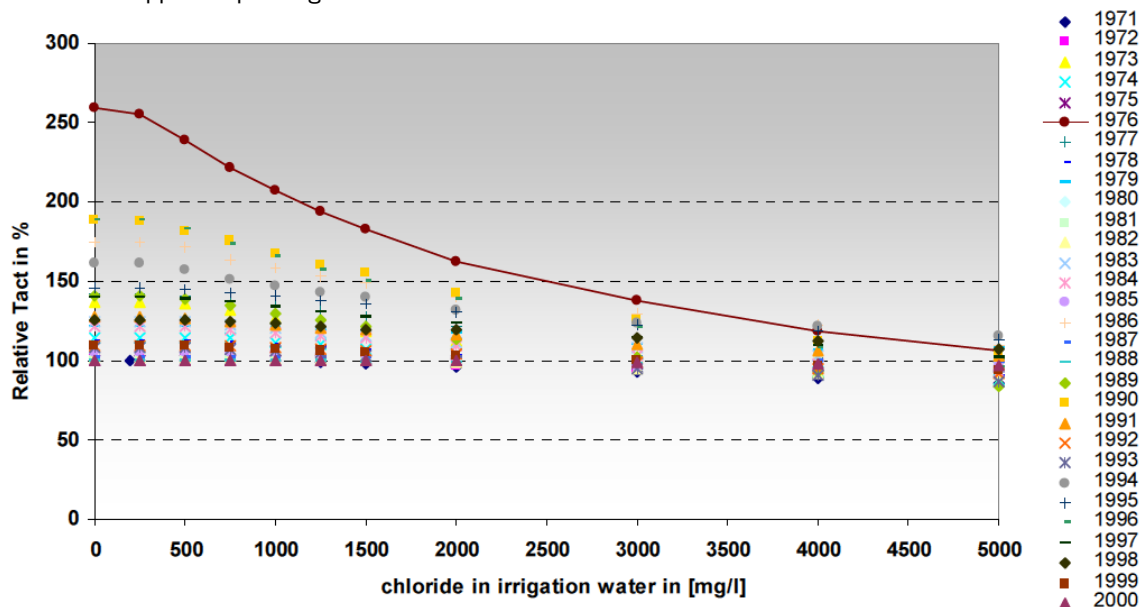
Gewas	Grens (mg Cl/l)
Aardappel	1000
Bladsla	200
appel	250
peer	250
broccoli	???
bloemkool	???

Afweging zoutschade en droogteschade

Beregenen of infiltreren in open teelten is in Nederland altijd een vorm van aanvullende vochtvoorziening (op de natuurlijke neerslag), met meestal als voornaamste doel opbrengstreductie door een tekort aan water voor de gewasverdamping op te heffen. Zoutschade is een onbedoeld neveneffect. Deze kan zo groot zijn dat het verstandig is niet te beregenen, als de te verwachte zoutschade groter is dan te verwachte vermindering van de droogteschade. Dit veronderstelt dat de verwachting van beide schades van elke gift bekend zijn. De vermindering van de droogteschade is inderdaad vrij nauwkeurig in te schatten. De gift komt voor het grootste gedeelte, circa 80%, ten goede aan de verdamping. De zoutschade hangt veel meer af van de voorgeschiedenis en de toekomst.

Een *worst case* benadering is dat de chlorideconcentratie in de wortelzone al hoger is dan de zoutschadedrempel en ook zo zal blijven tot aan het einde van het groeiseizoen. Het chloride in de beregeningsgift zal daarom de verdamping doen reduceren gelijk aan de relatieve bijdrage aan de totale beregeningsgift maal de opbrengstreductie die wordt berekend door de chlorideconcentratie in het beregeningswater om te zetten naar uiteindelijk te verwachten chlorideconcentratie in de wortelzone en de zoutschadefunctie toe te passen. Een voorbeeld: de zoutschadedrempel is 300 mg Cl/l en de zoutschadegevoeligheid is 10 %/100 mg Cl/l. De zoutschade bij beregenen met 500 mg Cl/l is (500 minus 300 gedeeld door 100) maal 10 is 20%. De drempel om niet meer te beregenen is 80/10 maal 100 plus 300 is 1100 mg Cl/l.

In eerder genoemd Alterra-rapport 1926 is voor de doorgerekende combinaties de seizoensverdamping bij berekening met verschillende (maar voor elke variant wel constante) chlorideconcentraties in het beregeningswater vergeleken met de seizoensverdamping zonder berekening. Als voorbeeld in Figuur 9 wederom aardappelen op zandgrond.



Figuur 9

Relatieve gewasverdamping (t.o.v. niet-beregend) voor 30 jaar en verschillende chlorideconcentraties in het beregeningswater. Aardappelen op zandgrond.

In het droge jaar 1976 is er zelfs bij een concentratie van 5000 mg Cl/l nog steeds een klein positief voordeel. In alle jaren is er nog een voordeel van berekening met een chlorideconcentratie tot 2000 mg Cl/l. Deze grenzen verschuiven naar lagere waarden voor meer zoutgevoelige resp. hogere waarden voor minder zoutgevoelige gewassen.

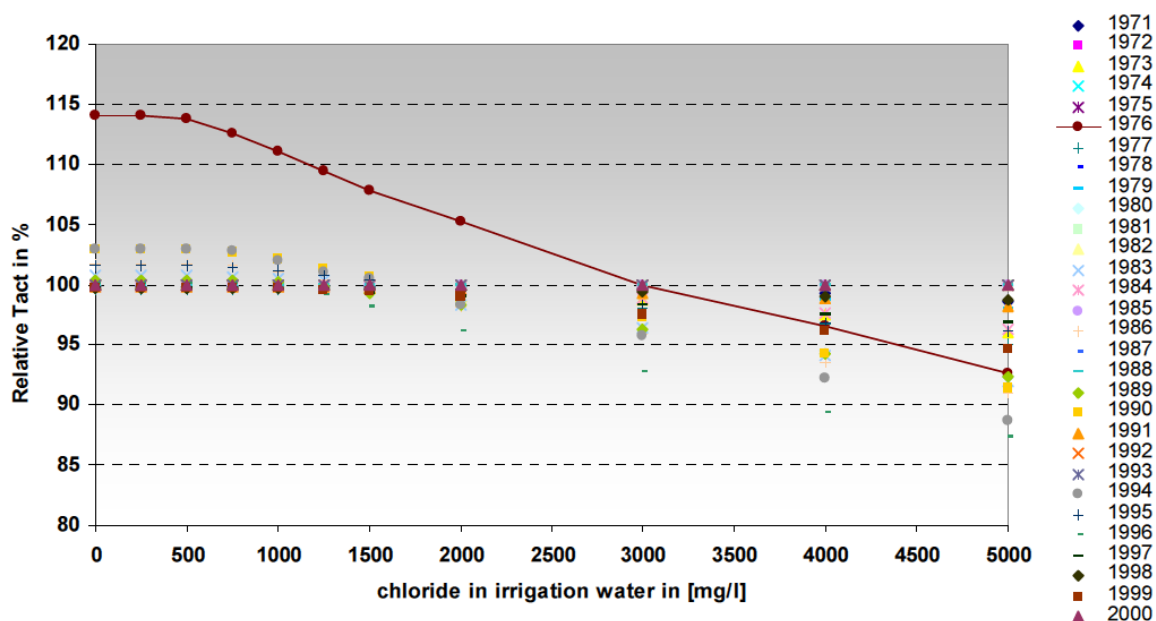
De bodemsamenstelling is ook van invloed. Voor aardappelen op zavelgrond (zie Figuur 10) zijn de twee hierboven genoemde waarden 4500 resp. 1000 mg Cl/l. Dit komt omdat de 'opbrengst door vermindering van droogteschade veel geringer is en de geringere gevoeligheid voor chloride in het beregeningswater (vanwege veel hogere bodemvochtvoorraad) kennelijk overheerst.

Daarbij moet worden bedacht dat geen rekening is gehouden met negatieve effecten van berekening met verzilt water zoals bladverbranding en structuurbederf. Ook wordt geen rekening gehouden met de kosten van berekening of met extra baten zoals bestrijding van schurft.

Dit voorbeeld maakt duidelijk dat de in de literatuur vermelde normen nadrukkelijk geen betrekking hebben op de afweging tussen droogteschade en zoutschade, maar dat het concentraties zijn waarbij de zoutschade een rol begint te spelen.

Positieve neveneffecten van berekening

Voor enkele gewassen zijn de baten van berekening duidelijk verstrekkender dan alleen verhoging van de verdamping. Dan kan de grens verschuiven naar de waarden, zoals vermeld in Tabel 13, of naar hogere waarden dan op grond van de afweging droogteschade-zoutschade. Men neemt soms zelfs genoeg met een reductie in opbrengst.



Figuur 10

Relatieve gewasverdamping (t.o.v. niet-beregend) voor 30 jaar en verschillende chlorideconcentraties in het beregeningswater. Aardappelen op zavelgrond.

Tabel 13

Grenswaarden voor chlorideconcentratie in beregeningswater indien beregening wordt gebruikt voor een ander doel dan verbetering van de vochtvoorziening ten behoeve van gewasverdamping.

Teelt	Beoogd effect	Grenswaarde (mg Cl/l)
Aardappel	schurftbestrijding	1500
Aardappel	voorkomen doorwas (geeft slechte sortering)	1500
Winterwortel	schurftbestrijding	???

Merk op dat de genoemde positieve effecten niet uitsluitend betrekking hebben op beregening met verzilt water. Positieve effecten van beregening van gewassen in de vollegrond met verzilt water vergeleken met beregening met niet-verzilt water zijn niet bekend.

4 Discussie, conclusies en aanbevelingen

4.1 Discussie

In een workshop op 16 december 2010 in Wageningen is een concept van dit rapport in discussie gebracht. Zie bijlage 3 voor een uitgebreider verslag.

In een ronde met eerste reacties waren de meest opvallende:

- het gaat niet om de zoutgevoeligheid van een teelt, maar van de teler;
- de relatie met de bodemgesteldheid is belangrijk;
- zout wordt teveel als bedreiging gepresenteerd; het is beter om de kennis te gebruiken bij de discussie over precisielandbouw;
- het Nederlandse waterbeheer kijkt af van de rest van de wereld: de boer, als klant van het waterschap 'heeft recht op zoet water';
- hoe klimaatbestendig is een en ander, en dus ook de eventueel voorgestelde normering;
- het gebrek aan kennis over bladverbranding is nog steeds een omissie;
- proeven zijn uitgevoerd met constante zoutgehalten en dat is niet de praktijk;
- in hoeverre zijn rekenresultaten (van SWAP) getoetst aan de praktijk;
- de rol van het grondwater is onderbelicht;
- is de kennis bruikbaar voor de vraag: waar moet je op sturen als waterbeheerder en als watervrager?
- afweging droogte- en zoutschade wordt gemist;
- tabellen zijn te generiek; pleidooi voor ontwikkelen van instrument voor regiospecifieke uitspraken;
- gevoeligheid voor zout wisselt niet alleen per gewas maar ook per groeistadium, dus pleidooi voor meenemen van tijdsafhankelijkheid.

Vervolgens is gediscussieerd over vijf stellingen. Per stelling worden de meest in het oog springende uitspraken vermeld. Daarbij zijn beleidsmatige opmerkingen niet vermeld omdat die buiten de *scope* van de studie vallen (i.c. bouwstenen aanleveren voor die beleidsmatige discussie).

Stelling 1: Een indeling van gewassen/teelten in de open vollegrond in vier zoutgevoeligheidsklassen is bruikbaar voor de praktijk.

- 'Weg ermee'; immers de praktijk heeft behoefte aan een adviessysteem dat maatwerk levert;
- prima als uitgangspunt maar het moet slimmer;
- het is een bruikbare basis, maar is het ook een goede?

Algemeen gevoel: het hebben van een indeling is bruikbaar en geeft houvast.

Stelling 2: De FAO-zouttolerantiefuncties zijn bruikbaar.

- niet voor operationeel waterbeheer maar voor veeljarig gemiddelde berekening van de schade;
- ja, mits ook de opbrengsten in termen van geld erbij worden betrokken;
- het beste wat we hebben maar we kunnen er niet tevreden mee zijn;
- voor beleid is aangeven van toepassingsbereik zeer belangrijk;
- wat bij deelteelten?
- hebben we wel goed gekeken naar verschillen in bodemomstandigheden?

Algemeen: de functies zijn bruikbaar (in modelberekeningen) maar de zorg dat extra schade door bladverbranding er niet in zit wordt niet weggenomen.

Stelling 3: De normen voor chlorideconcentraties in het oppervlaktewater moeten worden afgeschaft:

- niet afschaffen, maar noem ‘normen’ in dit verband ‘advieswaarden’;
- de normen zijn niet wettelijk verankerd, maar zijn een uiting van historische rechten en historisch waterbeheer, en daarom rigide;
- ze worden in de praktijk ten onrechte gebruikt om te stoppen met wateraanvoer c.q. beregening en daarom moeten ze snel worden vervangen door een adviessysteem;
- ze moeten niet worden gebruikt in extreme situaties maar in normale omstandigheden scheppen ze duidelijkheid;
- het gebruik van een EC-meter levert veel verschillende vertalingen naar chlorideconcentraties dus wellicht zijn normen/advieswaarden voor EC bruikbaar?

Algemeen: normen niet afschaffen maar ze zien als advieswaarden voor niet-extreme omstandigheden waar een verhaal bij hoort.

Stelling 4: Het oppervlaktewater in Nederland mag best een beetje zouter zijn (voor de landbouw).

- teelttechnische en waterhuishoudkundig-technische ontwikkelingen werken altijd in de richting van meer mogelijkheden om met zout om te gaan en ondersteunen daarmee de stelling;
- klimaatverandering maakt zoet water schaarser en dat maakt uit kosten-baten overweging een verschuiving richting wat zouter aannemelijk;
- twijfels of de landbouw het meest bepalend is;
- als de stelling moet worden uitgebreid met *soms* en *op sommige plekken* is hij veel acceptabeler. Maatwerk dus;
- uitgangspunt dat teelt in containers en potten zelfvoorzienend zijn is discutabel;
- Algemeen: de stelling is in deze vorm te controversieel.

Stelling 5: Verstandig beregenen in momenteel niet de normale praktijk, maar wel haalbaar.

- er is meer praktijkkennis dan nu wordt gebruikt;
 - monitoring van het zoutgehalte in de wortelzone wordt nog niet toegepast;
 - nieuwe sensortechnieken kunnen de teler helpen de actuele zouttoestand beter in de vingers te krijgen (maar daar moet wel aan worden gewerkt).
- Algemeen: ondersteuning voor deze stelling maar consequenties voor waterbeheer door waterschappen en agrariërs zijn onvoldoende bekend.

4.2 Samenvatting en conclusies

De opbrengst van landbouwgewassen in de open lucht in Nederland, en de kwaliteit van het oogstbaar product, kan, indien het gewas wordt beregend of geïrrigeerd, worden gereduceerd door de aanwezigheid van zout in het beregeningswater. Ook kan via capillaire opstijging zout naar de wortelzone stromen en de wateropname door wortels doen belemmeren. De aldus ontstane schade wordt in dit rapport aangeduid als zoutschade. De zoutschade is daarbij afhankelijk van de zouttolerantie van het gewas of de teelt. Onderscheid is te maken tussen osmosestress en ionenstress. De osmosestress is goed in een praktisch toepasbaar model te brengen; voor de ionenstress geldt dat niet. Dit maakt het specificeren van de zoutschadetolerantie, speciaal voor gevoelige gewassen, problematisch. Toch is een betere kwantificering noodzakelijk, want agrariërs nemen maatregelen en/of doen investeringen om te beschikken over voldoende zoet water en moeten tijdens het seizoen voortdurend de afweging maken tussen vermindering van droogteschade en toename van de natschade. De regionale en nationale waterbeheerder, als leverancier van voldoende en/of voldoende zoet water, is in delen van Nederland in het groeiseizoen te karakteriseren als ‘verziltingsbeheerder’. Dit rapport beoogt een bouwsteen aan te dragen voor beide doelgroepen: actualisering van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van expertkennis en literatuuronderzoek en het geven van richtlijnen en ideeën hoe deze kennis te operationaliseren.

Een in Nederland geaccepteerde wijze van karakteriseren van deze zouttolerantie is het specificeren van een zoutschadedrempel en soms een zoutschadegevoeligheid (eenheid opbrengstdaling per eenheid toename boven de drempel) voor chlorideconcentraties in het beregeningswater.

De kennis over zouttolerantie van landbouwgewassen in de open lucht in Nederland is gebaseerd op veelal meer dan 20 jaar geleden uitgevoerde proeven. De resultaten ervan zijn vertaald in tabellen voor normen voor chlorideconcentratie in het beregeningswater. De in gebruik zijnde normen voor toelaatbaar chloridegehalte (of EC) in het beregeningswater zijn hier een afspiegeling van. Ze zijn impliciet of expliciet gebaseerd op de waarden voor de zoutschadedrempel of iets daarboven. De in de literatuur gevonden en door experts gebruikte tabellen zijn redelijk consistent.

Door allerlei ontwikkelingen in de landbouw en het waterbeheer is echter de vraag gerechtvaardigd of genoemde proeven nog wel actueel zijn. Bovendien werden zij vaak uitgevoerd met contant gehouden chlorideconcentraties van het beregeningswater, en is het verloop van de chlorideconcentratie in de wortelzone lang niet altijd gemeten. De huidige praktijk van omgaan met zout beregeningswater is deels gebaseerd op deze proeven maar er hebben ook de nodige adaptaties plaatsgevonden.

Een extra moeilijkheid is dat de schade door bladverbranding of schade aan de kwaliteit van het oogstbaar product vanuit de wetenschappelijke kennis moeilijk is te relateren aan de chlorideconcentratie van het beregeningswater. De daarvoor gehanteerde toelaatbare chlorideconcentratiedrempels zijn een weerslag van praktijkkennis.

Berekening met verzilt water kan structuurschade veroorzaken. Hoewel dit met name in de buitenlandse literatuur vaak wordt genoemd wordt er in Nederland nauwelijks rekening mee gehouden. Het ontbreekt vaak aan gegevens over de zoutschadegevoeligheid. Het is dus niet goed mogelijk met deze tabellen een afweging te maken tussen vermindering van droogteschade door beregening of subinfiltratie en toename van de zoutschade. Uit modelonderzoek, maar ook uit praktijkervaringen, is bekend dat deze grens in veel gevallen bij aanmerkelijk hogere chlorideconcentraties dan de genoemde normen ligt.

In deze en eerdere studies is een poging gedaan gegevens van in het buitenland uitgevoerde proeven te vertalen naar Nederlandse omstandigheden. Deze proeven geven wel waarden voor de zoutschadedrempel **en** de zoutschadegevoeligheid voor vier klassen van zoutgevoeligheid, gerelateerd aan de EC van het water in de wortelzone (verdund tot 'pasta' is verkregen). Hoewel er de nodige twijfels zijn over de toepasbaarheid voor Nederlandse omstandigheden, bieden de relaties wel aanknopingspunten voor inbouw in simulatiemodellen. Naast deze aanpak zijn simulatiemodellen ook in staat de dynamiek van de het zoutgehalte in de wortelzone te simuleren en te vertalen naar de dynamiek van de osmotische potentiaal. Ook kan de structurele schade aan het gewas als gevolg van langdurige vermindering van de wateropname door wortels via de gekoppelde gewasgroeimodellen worden meegenomen. Dit biedt mogelijkheden voor een meer fysische benadering van berekening van de schade door zout in de wortelzone. Daarbij moet wel worden bedacht dat de verstoring van de ionenbalans van de plant dan niet wordt meegenomen en juist bij zoutgevoelige gewassen is het aanmerkelijk c.q. niet uit te sluiten dat dat dit ook bij lage chlorideconcentraties in de wortelzone een belangrijke rol speelt.

Een extra complicatie is dat de effecten van beregenen of infiltreren van verzilt water niet alleen sterk afhangen van gewas/teelt, maar ook van het groeistadium, bodemtype en *last but not least* van aan de gift voorafgaande **en** nog optredende weersomstandigheden na de gift. *Het is dus onmogelijk de schade te bepalen op grond van één afzonderlijke gift* (en dus van berekening met verzilt water in het algemeen) als de actuele situatie niet bekend is.

Dit alles is een sterk pleidooi voor het afschaffen van normen en over te gaan op een adviessysteem waarbij de actuele zouttoestand van de wortelzone wordt gemonitord en de weersverwachting wordt meegenomen.

Zo'n systeem is echter niet beschikbaar. In dit rapport worden daarom voor vier klassen van zoutgevoeligheid van landbouwgewassen, waarden voorgesteld gedaan voor de zoutschadedrempel en de zoutschadegevoeligheid.

De relatie tussen de chlorideconcentratie in de wortelzone en in het beregeningswater is in hoge mate niet-eenduidig door de grote variatie binnen het groeiseizoen en, van jaar tot jaar, in neerslag en verdamping. Door middel van het bijhouden van de water- en zoutbalans kunnen zulke relaties in beginsel worden afgeleid, maar daarvoor moet een programma met veldmetingen worden geïntroduceerd, gekoppeld aan een rekenmodel. Voor typische droge jaren en bodems kan met een relatief eenvoudige vuistregel de indikking van het beregeningswater worden bepaald en daarmee de zoutschade worden geschat. Door uit te gaan van de meest droogtegevoelige grond en een 10% droog jaar is een *worst case* indikkingsfactor van 2 afgeleid. Daarmee is een tabel afgeleid die overeenkomsten vertoont met de in de praktijk gebruikte tabellen waarin normen voor toelaatbaar chlorideconcentratie in het beregeningswater per gewas/teelt. Het zijn dus normen waarbij geen of nauwelijks zoutschade optreedt. Gebruik van de normen leidt in de niet *worst case* gevallen tot een overvraging van water c.q. een overschatting van de zoutschade.

Het pleidooi is daarom ze te beschouwen als advieswaarden om zoutschade tot een **aanvaardbaar** minimum te beperken en ze vooral niet te gebruiken om te stoppen met beregenen of infiltreren als de chlorideconcentratie boven deze advieswaarden komt.

De bestaande normen c.q. de (nieuw ontwikkelde) advieswaarden zijn per definitie voor de waterbeheerder onbruikbaar omdat die een afweging moet maken tussen de maatschappelijke kosten en baten van de zoetwatervoorziening voor de landbouw. Zij moeten dus ook rekening houden met o.a. alternatieve toepassingen van zoet water en effecten van wel of niet aanvoeren op de ecologische waterkwaliteit. Het adagium 'zout volgt functie' kan daarbij zelfs ter discussie komen te staan. De zoutschade in de landbouw is slechts één onderdeel van de operationele, tactische en strategische afwegingen met betrekking tot de zoetwatervoorziening. Dit rapport geeft een schets van de mogelijkheden dit aspect beter dan tot nu toe mee te nemen. De regionale en nationale waterbeheerder kan de berekening van de zoutschade in de landbouw, zoals gepresenteerd in dit rapport (ontleend aan Alterrastudie waarbij de FAO-relaties in SWAP zijn ingebouwd), opnemen in de bepaling van maatschappelijke kosten en baten van varianten van zoetwaterbeheer. Trachten te voldoen aan normen/advieswaarden zoals die in omloop zijn in de landbouwkundige praktijk, zijn daarbij hooguit de 'meest landbouwvriendelijke variant'. En die normen mogen ook in dat geval zeker niet gebruikt worden om met de zoetwatervoorziening te stoppen als de chlorideconcentraties in het oppervlaktewater onvermijdbaar toch hoger zijn de advieswaarden.

4.3 Aanbevelingen

De FAO-zoutschaderelaties bieden mogelijkheden om de kennis over zouttoleranties te operationaliseren (door middel van voor inbouw in simulatiemodellen). Validatie van de uitkomsten aan in Nederland uit te voeren praktijkproeven is echter absoluut noodzakelijk. De proeven moeten nadrukkelijk ook worden gebruikt om het dynamische verloop van het zoutgehalte in de wortelzone (het bodemwater), de verstoring van de ionenbalans in gewassen en bladverbranding beter in kaart te brengen, omdat de kennis hierover sowieso onvoldoende is.

Er zijn grote verschillen geconstateerd in de literatuur (maar ook in de praktijk) in de relatie tussen EGV en chlorideconcentratie. Meer eenduidigheid is gewenst.

Het pleidooi voor een adviessysteem voor de berekening-met-verzilt-water-praktijk past goed in het streven naar precisielandbouw en dient daarom te worden gehonoreerd.

Bijlage 1 Verslagen van de gesprekken met teeltdeskundigen

Verslag gesprek Cor van Oers (DLV) dd. 1 oktober 2010 bij DLV Plant in Wageningen

Oers, C.A.F. van (Cor)	+31 (0)186 57 30 11
DLV Plant	+31 (0)186 57 21 22
Manager Akkerbouw en Vollegrondsgroenten NW+ZW	+31 (0)6 53 42 72 46
www.dlvplant.nl	c.vanoers@dlvplant.nl

Na een korte introductie over achtergronden en doel van verziltingsstudie Alterra geeft Cor aan wat zijn achtergronden zijn:

- in 1988 begonnen in Goes als bedrijfsvoorlichter bij Consulentenschap voor Akker- en Tuinbouw;
- in die tijd op aantal locaties zoetwaterbellen op Zuid-Bevelandse plaatgronden: diepe drains op 5 m onttrokken water voor beregening op eigen bedrijf. Nu aan vergunning gebonden. Rest sloten verzout in de loop van de zomer.
- in 1993 overgestapt naar DLV Vollegrondsgroenten (voorlichter). Vooral koolgewassen, aardbeien en ijsbergsla.

Verslag

- Ijsbergsla: minder dan 200 mg Cl/l. Moet nat blijven. Is daar nu weg. Zit nu voornamelijk in Noord-Holland en enkele grote boeren in Noord-Nederland.
- Eind mei, begin juni in droog jaar de vraag: gaan we beregenen.
- DLV heeft zouttolerantietabel met korte toelichting, aan de hand van praktijkervaring.
- Volgens Cor kiemend zaadje gevoeliger dan tijdens normaal gewasstadium. Zie ook Van de Berg.
- Tabel zit aan de veilige kant om schade te voorkomen. Verdrogen of ingrijpen.
- Grootste schade als je weer stopt, dus doorgaan als je eenmaal bent begonnen.
- Als aardappelen 'naar de oogst lopen dan beregenen met zout water geen enkel probleem.
- Bij winterbloemkool planten begin september: beregenen op droge grond weinig schade met beregenen met echt zout water. Maar wel vóór het planten l'n verband met bladverbranding.
- In 2001 proefjes gedaan met fertigeren. Is op te zoeken.
- Bladverbranding bij aardappelen zeker bij 3000 mg/l (Oosterscheldewater).
- Tabel bij 5% schade (je ziet het niet maar wel iets aan de hand).
- Voor bollen Guus Braam: 06 53819770. Weet van situatie in Noord-Holland; akkerbouw Noord-Holland en Flevoland: Paul Hooijman 06 51259897. (Ik wacht met bellen tot ik tabel heb). (Ik beloof bronvermelding).
- Tabel wellicht het beste wat we hebben? Zie analogie met HELP-tabel?
- Tabel samengesteld uit tabelletjes en praktijkkennis. Is enige tabel die gebruikt wordt, dat Cor weet (want DLV zijn de enige voorlichters in den lande).
- Bladverbranding bij aardappelen en groenten volgens hem boven 1000 mg/l.

Verslag gesprek Ton Baltissen en Paul Belder (PPO-BBF Lisse) dd. 11 oktober 2010 in Lisse

Ton Baltissen is werkzaam bij BU PPO-BBF, vooral bezig met bloembollen en boomkwekerij, en betrokken bij projecten 'Boskoop', waar de nadruk ligt op watervoorziening.

Paul Belder is als onderzoeker Bodem, Water en Bemesting bij PPO-BBF bezig met bloembollen met nadruk op waterkwaliteit (KRW) en af en toe verzilting (adviserende rol).

Boomteelt

Theo Aendekerk heeft hiernaar veel onderzoek gedaan. Vastgelegd in Bemestingswijzer.

Boskoop: onderscheid tussen containervelden en vollegrondsvelden.

Bij vollegrondsvelden loopt bij tijden het slootwaterzoutgehalte te hoog op, bijv. in 2003 (was een uitzonderlijk droge zomer). Te hoog is lastig te definiëren. In de praktijk: als grenswaarden worden benaderd of overschreden. Grenswaarden komen uit de Bemestingwijzer: *Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen. Vollegrondsteelt*. Samenstelling Theo Aendekerk (exemplaar in mijn bezit). De praktijk hanteert de Bemestingwijzer.

Aanvullende opmerking: PPO-BBF heeft ook adviesbasis voor Pot- en Containerteelt, die is eigenlijk relevanter. Over het gewas beregenen van te zilt water geeft al bij lage chloridegehaltes schade: nutriënten zitten er nl. ook al in.

Grenswaarden per gewas verschillend en één dag overschrijding is anders dan twee dagen. Grenswaarden hangen ook van wijze van water geven (bovenover, druppel, eb/vloed). EC = 1,5 à 1,6 is de grenswaarde (is ongeveer **250 mg Cl/l**).

Ontwikkelingen: boomkwekers zelf zo veel mogelijk zelfvoorzienend voor water. Grote discussie: zelfvoorzienend (zie plan Veerman) werkt niet voor Boskoop, want het is onbetaalbaar. De ondernemer heeft de schade. In droge zomer kunnen chloridegehaltes in de toekomst tot 2000 mg/l oplopen. Zie studie WiBo in opdracht van provincie Zuid-Holland. Voor Boskoop veel te hoog, maar zelfvoorzienendheid moeizaam door hoge grondprijzen. Historisch recht op zoet water. Dus hakken in het zand.

Er zijn de nodige rapporten. Aendekerk heeft veel onderzoek gedaan. *State of the art* staat in rapport op de site www.levenmetzoutwater.nl. Zie verder ook de website van PPO-BBF.

Vollegrondsteelt wordt eigenlijk niet berekend. Aanvoer vanuit sloot voldoende. Je voert grond aan. Bovenste laag blijft vers. Verzilting valt mee. Containerteelt veel gevoeliger ook al omdat meststoffen er in zitten. EC zonder zout is al 1,9. Regenwater wordt al gebruikt maar in droge zomers niet voldoende. Ontzouten is geen goed alternatief. Brijn is een probleem. Boomkwekerij wordt minder 'scherp op de snede' van water voorzien dan glastuinbouw.

Er komt een nieuw Lozingsbesluit. In de kern komt het erop neer dat bij doorlatende ondergrond geen opgeloste meststoffen die met water worden toegediend mogen worden gebruikt; bij niet-doorlatende ondergrond recycleren. Consequentie is: hogere eisen aan gietwater. Bij regenbuien meststoffen uitspoelen en dus weer opvangen. Doorspoelen (leachen) werkt dus niet. Want dat betekent eigen meststoffen uitspoelen. Meststoffen hergebruiken na ontsmetten plus water erbij. Wat je kwijt wilt aan zout zit in de pot. Op een gegeven moment moet je wel lozen maar dat mag niet maar het gebeurt wel want handhaving is moeilijk.

De sector vindt de studie van Haskoning 'niet leuk': de 'getalletjes' die daarin worden gebruikt zijn beladen. Advies: ga praten met Bontekoe, *opinion leader* van de telers.

Bollen en vaste planten

Berekening van bollen op duinzandgrond in het voorjaar komt weinig voor eigenlijk alleen om N-kunstmest in te spoelen (tot ±1 mei). Wel in Flevopolder en sommige percelen in kop van Noord-Holland door diepere grondwaterstand. Maar in Flevoland geen last van verzilting.

Zomerbloeiërs en vaste planten worden in de zomer overal berekend, dus ook op duinzandgronden. In de traditionele Bollenstreek is men nog niet bezorgd om hoge EC's, maar in kop van Noord-Holland en Haarlemmermeer wel te hoog (is equivalent met 200 mg/l). Bollentelers hanteren een lagere grens. Een schadedrempel speelt nu nog niet, maar wellicht in de toekomst.

De grens van 200 wordt wel ter discussie gesteld door Rijnland (waarom niet hoger) maar de sector wil juist lager.

Eigen zoetwatervoorziening in Zeeland en Zuid-Holland (zoetwaterlens of aanvoer vanuit Volkerak-Zoommeer). Zout komt steeds meer van onderaf. Zichtbaar in Haarlemmermeer. In bollenstreek voorlopig geen last omdat het maaiveld daar hoger ligt.

Voorjaarsbloeiërs juni/juli geroid. Hyacinth wordt nooit berekend, tulp zowel op duinzand als in de polders, narcis wordt ook nooit berekend. Dahlia, lelies en gladiool en vaste planten worden in de zomer wel berekend. Gevoeliger dan 200 mg/l.

Er zijn geen proeven meer gedaan sinds Ir. Ploegman zijn proeven heeft afgerond. Die proeven waren met bollen in potten, dus suboptimale groei en niet vertaalbaar naar de praktijk waarin uitspoeling/logging plaatsvindt. Nieuwe proeven zijn wel voorgesteld maar nooit uitgevoerd. Iedereen praat elkaar na.

Is bladverbranding in de bollenteelt niet zo belangrijk item? Nog navragen bij voorlichter die ik ga interviewen. Vaste planten zijn ook gevoelig voor zout, maar bollen zijn gevoeliger. Sierteeltgewassen zitten ook niet ver van de 200. Misschien 200 tot 400 mg/l. Ook hierover is geen recent onderzoek bekend, maar bron: Aendekeerk.

Tot nu toe werd er nooit gefertigeerd, misschien wel in de toekomst. Wel berekend om in te spoelen. Er loopt onderzoek naar teelt los van de grond in verband met reductie van de nutriëntenbelasting. Paul heeft twijfels over de economische haalbaarheid.

Hyacint wordt niet berekend, Narcis nog eerder. Gladiool en Lelie zijn zomerbloeiërs die wel veel worden berekend; zij komen overal in den lande voor. Lelie is een groot gewas dat veel verdampt. Bijzondere bolgewassen als Zantedeschia groeien alleen op duingrond (is zomerbloeiër). Moet af en toe berekend worden. Hyacint, Narcis, Blauw druifje, Zantedeschia en iets mindere mate tulpen horen echt op duinzandgrond, dus kans op 'uitplaatsen' naar regio's met wel goede zoetwatervoorziening is gering.

In de Bemestingsadviesbasis voor bollen staat niets over verzilting. Men gaat er vanuit dat dit (door het waterschap) goed geregeld is. Dit betekent niet dat er geen discussie over wordt gevoerd. De sector vindt dat niet plezierig.

Over de zelfvoorzienendheid van zoet water wordt nu nog niet nagedacht. Dit is in de sector geen issue, want te duur. Maar de sector is ook conservatief: ze denken dat het wel goed geregeld blijft.

De hydrologie van de kop van Noord-Holland is anders. De indruk is dat er grotere beregeningsbehoefte in bollenteelt is. Komt door diepere grondwaterstanden daar ten gevolge van meer drooglegging (100 in plaats

van 60 cm). Voor subinfiltratie wordt rond Lisse niet gekeken naar EC in oppervlaktewater. In Haarlemmermeer wel; daar zijn ook meer siergewassen. Eén teler klaagde over te hoge EC.

Algemeen

Er lopen grote projecten met als thema: 'teelt de grond uit', sterk gestimuleerd door LNV. Emissieloos telen is het streven. Een dergelijke teeltwijze is (kapitaal)intensiever, dit kan leiden tot hogere eisen aan gietwater. Zelfvoorzienendheid hoort bij het streven naar duurzaamheid, maar is niet van de ene op de andere dag gerealiseerd. Zie Glastuinbouw. Bij nieuwbouw misschien meenemen. Omschakeling duurt minstens 30 jaar.

Paul Belder heeft onderstaand literatuuronderzoek nagestuurd.

Literatuuronderzoek zouttolerantie bloembolgewassen

- Het volledige Nederlandse zouttolerantieonderzoek is samengevat in een publicatie van PPO uit 2007³⁸ (zie bijlage 2).
- In de internationale literatuur wordt alleen van het gewas gladiool de zouttolerantie gegeven. Gewicht en lengte van dit gewas werd sterk beïnvloed door oplopende hoeveelheden CaCl_2 plus NaCl van 0, 60, 120 en 180 meq/l (anonymus, 1957). In ditzelfde onderzoek bleek ook het gewicht, lengte bloem en aantal bloemen sterk afnam met toenemende zoutconcentratie.
- In India deed gladiool het veel minder goed op zoute grond met hoge EC (2,4) in vergelijking met een grond met lagere EC (0,64) (Rahi et al., 1998).
- Taiwanees onderzoek liet zien dat gladiolen geremd werden in groei bij een EC van boven de 2,0 dS m^{-1} overeenkomend met een Cl van 110 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Er was enige variatie in respons op zout tussen cultivars (Liu et al., 1997).
- Ploegman (1972) legde de schadedrempel voor gladiool bij 100 mg/l en komt dus redelijk overeen met de buitenlandse onderzoeken. Ploegman is de enige onderzoeker die ook aan andere bolgewassen zouttolerantieonderzoek heeft verricht: tulp (Ploegman, 1972), hyacint, narcis en krokus (Ploegman, 1977) en lelie (Ploegman en Boontjes, 1981).

³⁸ Dam, A.M. van, O.A. Clevering, W.Voogd, Th.G.J. Aendekerk en M.P. van der Maas, , 2007. Zouttolerantie van landbouwgewassen.; deelrapport Leven met zout water. Praktijkonderzoek Plant en omgeving BV

Interview met Paul Hooijman (DLV Plant) dd. 2 november 2010 in Wageningen

Paul Hooijman

Manager Akkerbouw en Vollegrondsgroenten NW

M 06 - 5125 9897

T 0321 - 388 841

E p.hooijman@dlvplant.nl

René van Tol is DLV-expert voor containerteelt/ boomteelt.

Ad van Laarhoven is DLV-deskundige voor aardbeien.

Er zijn in Flevoland twee soorten water: grondwater en oppervlaktewater. Wegens bruinrot is beregening met oppervlaktewater niet meer mogelijk, dus moeten we bronnen slaan. Bronneerders proeven het water. Filters zitten 35 tot 50 m diep. Er wordt dus geen Veluwewater opgepompt; dit zit dieper.

Beregening is nodig voor kiemen en opkomen van gewassen met fijn zaad: witlof, wortelen.

Het belangrijkste is: beregenen tegen schurft bij pootaardappelen. Water geven sluit zuurstofuitwisseling af. Droogtebestrijding is secundair, zeker bij pootaardappelen. Voor consumptieaardappelen is voorkómen van opbrengstverliezen wel het belangrijkste. Daarnaast kan met beregening in een relatief vroeg stadium de vorming van doorwas deels worden voorkomen. Het effect van beregening is daarbij tweeledig: koelen van de wortels en stimuleren van de loofgroei waardoor er meer schaduw op de grond valt.

Soms tot 4000 mg/l beregend, ook al leidt het gebruik van te zout water tot opbrengstreductie. De gebruikswaarde van beregeningswater voor landbouwgewassen is samengebracht in Tabel 14

'Landbouwkundige normen' (Bron: DLV Plant).

Tabel 14*'Landbouwkundige normen' (Bron: DLV Plant).*

Chloor (mg/l)	NaCl (g/l)	Aanduiding	Gebruikswaarde
0-300	0,048	zoet	Geschikt voor beregening van akkerbouwgewassen en alle groentegewassen in de vollegrond
300-600	0,48-0,96	enigszins brak	Geschikt voor beregening van alle akkerbouwgewassen behalve erwten en bonen in droge zomers; geschikt voor alle groentegewassen in de volle grond, behalve gevoelige zoals sla, stam- en staakbonen, augurken, doperwten en gewasaardbeien
600-900	0,96-1,44	licht brak	Geschikt voor beregening van matig gevoelige gewassen zoals aardappelen, vlas en uien ook geschikt voor weinig gevoelige akkerbouwgewassen; geschikt voor gevoelige matig gevoelige groentegewassen zoals bloemkool, knolselderij, peen en prei en weinig gevoelige groentegewassen in de volle grond
900-1200	1,44-1,92	matig brak	Geschikt voor weinig gevoelige akkerbouwgewassen zoals granen en bieten, geschikt voor weinig gevoelige groenten gewassen in de volle grond zoals spinazie, spruitkool, groene savoyekool, witlof, boerenkool, radijs en kroot
1200-2000	1,92-3,2	brak	Met de stijging van het zoutgehalte in toenemende mate ongeschikt voor beregening van akkerbouwgewassen en groentegewassen in de volle grond; nog wel geschikt voor infiltratie, ziektebestrijding en voor drenking vee
2000-5000	3,28,0	zeer brak	Ongeschikt voor beregening, twijfelachtig voor drenking van vee
> 5000	>8	zout	Onbruikbaar voor land- en tuinbouwdoeleinden

Bronwater voor beregening

Zoutgehalte van water

Het zoutgehalte van water wordt uitgedrukt in mg chloor per liter (voor algemene toepassingen) of in gram NaCl (= keukenzout) per liter bodemvocht (voor landbouwkundige problemen). Om van chloor op keukenzout te komen, dient men te vermenigvuldigen met 1,65. Om van keukenzout op chloor te komen met 0,6. Zeewater bevat 30 g NaCl/liter. Rijnwater bevat in een droge periode met weinig afvoer tot ongeveer 3 mg Cl/liter.

De vraag of beregening voor diverse gewassen en onder bepaalde omstandigheden rendabel is, is vaak moeilijk te beantwoorden.

Per keer beregenen is een hoeveelheid van ongeveer 20 mm neerslag gewenst. Voor het 'van boven' beregenen van witlof en wortels is 10-15 mm optimaal.

Wanneer het zoutgehalte tegen de toelaatbare grens voor een bepaald gewas zit, is de kans op gewasschade en groeiremming bij zonnig warm weer het grootst.

Bij brakke bron dus 's nachts beregenen, water moet van het gewas af kunnen.

De meeste bronnen zitten tussen 700 en 2000 mg Cl/l.

Haalt onderzoek aan van aardappelverwerker naar grote verschillen in opbrengsten; deze zijn te herleiden tot de hoeveelheid chloor in het bronwater.

K60 bevat chloor: ca. 200 kg in 600 kg meststof. Gebruik van 1500 kg K60 geeft 10% opbrengstreductie; komt overeen met 3 à 4 keer 20mm beregenen met 1000 mg Cl/l.

In Zuidelijk-Flevoland wordt minder beregend wegens te grote percelen, betere grond en minder intensieve teelten.

Een normtabel is minder relevant, want een boer heeft geen keus. Al dan niet beregenen heeft met bruinrot en met gemak te maken. De eigen bron is bedrijfszekerder. Soms is beregenen mogelijk via buffering in eigen sloten. Sloten volgepompt.

De tabel wordt gebruikt bij twijfels omtrent de kwaliteit van de bron. 1000 mg Cl/l is aan de hoge kant maar acceptabel. Soms gaat men door tot 2000 mg, zeker als het voor schurftbestrijding is. Er wordt vrijwel altijd 2 à 3 maal beregend. Schurft komt ook voor bij ook bij peen.

Berekening consumptieaardappelen gebeurt puur voor droogte. Water wordt ook onttrokken uit bronnen. In Friesland wordt vanwege bruinrot helemaal niet meer uit oppervlaktewater beregend. Perceel moet blijven liggen: ook geen andere gewassen. Bruinrot ook niet toegestaan bij tulpen en ander uitgangsmateriaal in verband met verspreiding via de grond.

Consumptieaardappelen: 1500 mg/l wordt als bovengrens gehanteerd, maar is niet hard te maken.

Witlof wordt gezaaid en vrijwel altijd beregend, ook met te zout water. Bij sterk drogend weer sprake zijn van zoutophoping in de kiemlaag. Bij regen kunnen jonge blaadjes op de grond gedrukt; die verbranden dan.

Ervaring: bloembollen worden soms ook beregend uit bronnen met hoge zoutgehaltes. Na drie dagen droogte 'gaan de haspels in mei/juni aan', want contractors hangen aan de lijn: zij willen droogteschade tegen elke prijs voorkomen.

Er wordt een foto van winterpeen getoond: bemesten met chloorhoudende kali (400 kg K60) geeft vertakkingen. Geeft veel tarra, dus ook beregenen bij 2000 mg/l.

De lijst met gewassen wordt nagelopen:

- Witlof kan 'op zich' goed tegen zout.
- Winterpeen is ook gevoelig voor schurft in stopnaaldstadium.
- Ijsbergsla is 'weg' uit de polders.
- Bonen en erwten worden nauwelijks beregend: zij worden diep gezaaid en kennen een kort groeiseizoen.
- Uien kunnen vrij goed tegen zout.
- Vlas blijkt gevoeliger dan in de tabel staat.
- Bieten worden nauwelijks beregend: het is een gewas met sterk herstellend vermogen.
- Mais wordt nauwelijks beregend.
- Aardappel is gidsgewas.

Structuurschade komt voor ten gevolge van beregening (mechanisch). Verslemping wordt gestimuleerd door natrium. Relatie met kwaliteit beregeningswater echter niet (door Leo) te leggen.

Langs randen van dijken komt (zoute) kwel voor. Gronden zijn vooral laat in voorjaar ten gevolge van te koude grond (koud grondwater) en dus ook natter, en niet ten gevolge van zout 'van onderen'.

Bladverbranding bij aardappelen is ook bij 4000 mg Cl/l niet te zien, maar dit hoge chloridegehalte leidt tot een minder goede 'florissante' stand. Door 's nachts te beregenen kan bladverbranding voor een groot deel worden voorkomen.

Uien worden vaak beregend als ze gaan strijken. Dan veelal beregend, 24 uur dus ook overdag. Leo denkt dat verbranding komt door lensvorming.

Er wordt een lijst met zouttoleranties van gewassen overhandigd. De bron is onbekend (!) maar ontleend aan Hoffman c.s. en te vinden op www.fao.org/docrep/003/t0234e/T0234E03.htm#TopOfPage

Interview met Guus Braam (DLV Plant) dd. 5 november 2010 in Nieuw-Vennep

Guus Braam is manager en teeltdeskundige (specialist Bodem, Water en Bemesting) Bloembollen/Bolbloemen van DLV Plant met standplaats Nieuw-Vennep. Vooral actief in de kuststrook (o.a. bedrijfsbegeleiding).

mobiel: 06 53 81 97 70

e-mail: g.braam@dlvplant.nl

Er zijn twee manieren van watervoorziening:

- klei altijd beregenen
- grof zeezand: gesloten drainage en capillaire nalevering, drains altijd onder water; in noordelijk zandgebied (Annapolownapolder, Julianadorp, Breezand, de Zijpe) in de winter water onder de potjes (lager winterpeil).
- Op dekzandgronden lelies en gladiolen (zomerbloeiërs). Worden veel en vaak beregend; vooral in het begin van het groeiseizoen. Zout speelt geen rol, ijzer en pH soms wel.

Beregening op zand: 600 mg/l is grens; 200 is laag. Bij infiltreren dikt dat in; boven EC = 1 krijg je problemen. Bij beregenen is de norm dus hoger; op klei naar 1500 mg Cl/l, want: meer revenuen van (brak) water dan schade door zout. Soms is sprake van bladverbranding, echter niet door lensvorming. Overdag wordt er beregend. Bladverbranding treedt pas op boven 1000 mg/l.

Voorjaarsbloeiërs worden vanaf medio april beregend; dit hangt af van grondsoort. Bij fijnere zandgronden (de Zijpe) is infiltreren gevaarlijk in verband met te weinig berging. Tulpen op netten rond Lisse worden 3 à 5 keer beregend. Bij EC > 3,0 ga je wel 'achter de oren krabben'; bij EC tussen 2,0 en 3,0 m moet je je afvragen of je wilt beregenen. Bij klei maakt het niet uit.

Eén keer beregenen is heel iets anders dan vijf keer beregenen. Soms ga je 'nat telen' om indikking te voorkomen, maar niet doorspoelen want op klei krijg je dan structuurproblemen en heb je veel water nodig want het zout spoelt niet goed uit. Op zand spoel je bij overberegenen kostbare meststoffen weg; dat is daar dus niet aan de orde.

Vrijwel alles wordt beregend met haspel, geen vaste installaties.

In de praktijk wordt weinig gelet op extra zout door fertigatie.

Zomerbloeiërs worden steeds meer naar het 'binnenland' verplaatst, in verband met bodemmoeheid (1 op de 6 teelten). Tulpen echter niet naar 'binnenland', want het is daar soms te heet.

Slempgevoelige gronden zijn niet geschikt voor bollenteelt, geschikte gronden zijn zware zavel en lichte klei met organische stof.

Bruinrot speelt niet in bollenstreek omdat er verbod is op aardappelteelt, wegens de benodigde aardappelmoehheidsvrijverklaring.

De volgende rapporten worden overhandigd:

- Beregening van Bloembolgewassen, 1993. IKC Akker en Tuinbouw.
- G. Wijnen, 1971. Verslag van watercultuur W 168 en W 169. IB, Haren.
- G. Wijnen, 1970. Verslag van watercultuur. Zoutgevoeligheid van de gladiool. IB Haren.
- G. M. van der Valk, 1970. Geschiktheid van zout oppervlaktewater voor beregening van tulpen.
- J. Boontjes en C. Ploegman. Zout beregeningswater en de bolproductie bij lelies. ICW, Wageningen.
- C. Ploegman en G.G.M. van der Valk. Invloed van zout beregeningswater op ontwikkeling van vijf-graden Tulpen C.V. 'Apeldoorn'. ICW, Wageningen.
- Normen voor beregeningswater uit deze publicaties: zavel- en kleigronden tot 1500 mg/l geen nadelige gevolgen; tot 2500 zoutschade kleiner dan voordeel van beregening; zandgronden vanaf 600 mg /l soms al schade.

Bijlage 2 Publicaties zouttolerantie bloembollen en -knollen

(Van vrijwel alle vermelde publicaties is een digitaal bestand beschikbaar bij Jan van Bakel)

1 Van de KAVB bibliotheek

Auteur: Wouwe, W. van

Titel: Zoutschade in de bloembollenteelt.

Jaar: 1957 **Bron:** Het Vakblad voor Bloembollenteelt en -handel 10 (27) 1957: 11.

Auteur: Strietman, H.

Titel: De invloed van infiltratie met 'zout water op het chloorgehalte van het grondwater en de bolproductie.

Jaar: '1971 **Bron:** Bedrijfsontwikkeling, Editie Tuinbouw, jaargang 2, 1971, no 7-8, p. 69-72, 7 figs.

Auteur:

Titel: Zoutdossier.

Jaar: **Bron:** KAVB, Alterra, Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk

Auteur:

Titel: Eindevaluatie Onderzoek

Verziltting en vernatting van de bodem; een collectief probleem van de bloembollensector?

Jaar: 2008 **Bron:** Productschap Tuinbouw, 2008

Powerpointpresentatie

Auteur: Bergheef, J. en P. Elzinga, P.

Titel: Calciumchloride vermindert bladverbranding bij 'Pirate'.

Jaar: 1982 **Bron:** Vakblad voor de Bloemisterij 37 (11) 1982: 32-33, 3 fig., 2 tabs.

Auteur:

Titel: Berekening van bloembolgewassen.

Jaar: 1993 **Bron:** Lisse, 1993, Ed. 2, [6], 46 pp., 8 foto's, 9 tabellen, 9 bijlagen.

Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw, Afdeling Bloembollen.

Auteur: Toussaint, C.G.

Titel: Berekening bij tulpen op zandgrond.

Jaar: 1968 **Bron:** Mededelingen van de Directie Tuinbouw 31 (5) 1968: 212-221, 6 figs.

Auteur: Rijnders, E.

Titel: Berekening van Irissen. Waterkwaliteit en tijdstip vragen aandacht.

Jaar: 1989 **Bron:** Vakwerk nr. 18, 1989, pag. 21-22.

Auteur: Dam, A.M. van, N. Reijers en N. van Wees, N. van

Titel: Bedreigt zout water de bollenteelt?

Jaar: **Bron:** Wageningen, PPO,

Auteur: Valk, G.G.M. van der, J.A. Schoneveld

Titel: Invloed van grondwaterstand op de productie van enkele gewassen op klei- en zavelgronden.

Jaar: 1963 **Bron:** Proefstation voor de groenteteelt in de vollegrond in Nederland, mededeling nr. 29, 1963.

Auteur: Ploegman, C. en G.G.M. Valk

Titel: De gevoeligheid van tulpen voor het zoutgehalte van beregeningswater tijdens de broei.

Jaar: 1971 **Bron:** Weekblad voor Bloembollencultuur, 1971, no. 12, 1 pag., 1 fig.

Auteur: Ploegman, C.

Titel: Het chloride-ion in de grond in relatie tot de opbrengst bij tulpen.

Jaar: 1978 **Bron:** Landbouwkundig tijdschrift, jaargang 90, nr. 2, pag. 40-43, 1978.

Auteur: Wouwe, W. van.

Titel: Zoutschade in de bloembollenteelt

Jaar: 1957 **Bron:** Het vakblad voor Bloembollenteelt en -handel 10 (27): 11.

2 Overige literatuur

Anonymous, 1957. Tolerance of gladioli to salinity and boron. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69: 556-56.0

Boontjes, J. en C. Ploegman, z.j. Zout beregeningswater en de bolproductie bij lelies.

Liu W.C., G.D. Wu, T.P. Yao, F. Chen en W.H. Chen 1998. Effects of soil factors and management practices on soil fertility and gladiolus growth in a slate alluvial soil. Taiwan Sugar 45 (3): 20-25.

Ploegman, C., 1972. De invloed van zout beregeningswater bij de gladiool cv 'Peter Pears'. Nota 68, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

Ploegman, C., 1977. Waterkwaliteit en bloembollenteelt. Nota 954, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

Ploegman, C. en J. Boontjes, 1981. Invloed van de zoutconcentratie van het bodemwater op de productie van drie leliecultivars. Nota 1248, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

Ploegman, C. en A.H.M. van Heesen, 1980. De invloed van geïnfiltreerd oppervlaktewater op het zoutgehalte van het bodemvocht in de grond en op de productie van bolgewassen in de polder Anna Paulowna. ICW-nota 1172.

Rahi T.S., R. Shukla, R.K. Pandey en S.K. Datta, 1998. Performance of ornamental crops in salt affected soils and use of gamma rays to develop salt resistant strains. J. Nuclear Agric. Biol. 27(4): 253-263.

Valk, G.G.M. van der, Invloed van de zoutbelasting van grondwater op de productie van tulpen.

Wijnen, G., 1969. Zoutgevoeligheid van de tulp. Verslag van watercultuur. IB, Haren.

Wijnen, G., 1970. Verslag van watercultuur. Zoutgevoeligheid van gladiool. IB, Haren.

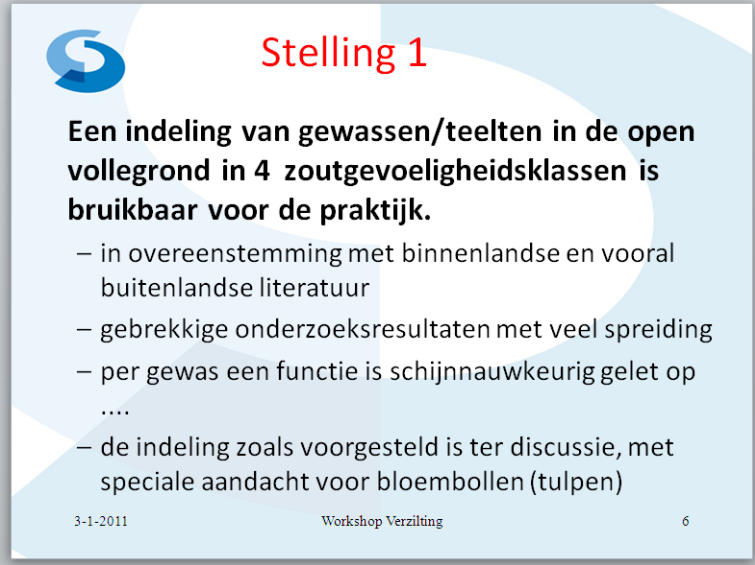
Bijlage 3 Samenvatting Workshop 'Zout en Landbouw', Wageningen, 16 december 2010

Georganiseerd door Job van den Berg (DHV), Jan van Bakel (De Bakelse Stroom) en Lodewijk Stuyt (Alterra)

Aanwezig: (EL&I) Jan Huinink; (V&W) Neeltje Kielen, Olga Clevering; (DLV Plant) Guus Braam, Jacob Dogterom, Cor van Oers; (Wageningen UR) Ton Baltissen, Paul Belder, Greet Blom, Joop Kroes, Koen Roest, Bart Snellen, Theun Vellinga, Sjoerd van der Zee, Simone Radersma; (Acacia Water) Jouke Velstra; (Deltares) Gu Oude Essink; ((Z)LTO en LLTB) Carla Michielsen, Kees van Rooijen, John Tobben; (Projectteam) Jan van Bakel, Job van den Berg en Lodewijk Stuyt

Tijdens deze workshop is tussen betrokkenen met diverse achtergronden gediscussieerd over vijf stellingen die werden opgesteld naar aanleiding van de studie 'Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen op basis van literatuuronderzoek, inventarisatie van expertkennis en praktische ervaringen', uitgevoerd door P.J.T. van Bakel en L.C.P.M. Stuyt (Alterra-rapport verwacht in mei 2011).

Stelling 1: Een indeling in 4 zoutgevoeligheidsklassen is bruikbaar in de praktijk



Stelling 1

Een indeling van gewassen/teelten in de open vollegrond in 4 zoutgevoeligheidsklassen is bruikbaar voor de praktijk.

- in overeenstemming met binnenlandse en vooral buitenlandse literatuur
- gebrekkige onderzoeksresultaten met veel spreiding
- per gewas een functie is schijnnaauwkeurig gelet op
- de indeling zoals voorgesteld is ter discussie, met speciale aandacht voor bloembollen (tulpen)

3-1-2011 Workshop Verzilting 6

Over deze stelling werd achtereenvolgens gediscussieerd over: (i) hebben we wel behoefte aan een gevoeligheidsclassificatiesysteem, (ii) hoe goed is de bestaande indeling in vier zoutgevoeligheidsklassen, (iii) is er niets beters.

Hebben we wel behoefte aan een gevoeligheidsclassificatiesysteem?

Een soort indeling in de vorm van een classificatiesysteem is welkom, want betrokken partijen zoeken houvast. Als we ambitie hebben om de zoetwatervoorziening in de toekomst te optimaliseren moeten we aan schades kunnen rekenen, en dan is classificatie onontbeerlijk. Optimaliseren betekent echter ook: sturen door een waterbeheerder. De vraag is echter in hoeverre een waterbeheerder kan sturen op basis van dit soort

zoutgevoeligheidsklassen. In dit verband is ook opgemerkt dat - gelet op de praktijk - het op deze manier classificeren van de zoutgevoeligheid van gewassen zinloos is, omdat de praktijk behoefte heeft aan een adviessysteem dat rekening houdt met de dynamiek van de omstandigheden. Een classificatiesysteem is bruikbaar als je hiermee, in termen van economische schade, naar langjarig gemiddelde werkelijkheden rond teelten kunt kijken, zodat je kunt aangeven wanneer een teelt op een bepaalde locatie niet meer rendabel wordt.

Nadelige effecten van zout daarom uitdrukken in €/ha en niet in opbrengstderving in kg zoals nu gebruikelijk is. Over hoe je dit zou kunnen doen lopen de meningen uiteen. Gewoon 30 jaar doorrekenen, net als bij duurzame investeringen is een optie om vast te stellen welke teelten op welke locaties rendabel kunnen zijn. Met dien verstande dat je ook rekening moet houden met droge en natte groeiseizoenen en de hieraan gekoppelde marktprijzen, die tijdens periodes van droogte enorm kunnen oplopen.

Geconcludeerd wordt dat tussen de belevingswereld van deskundigen die praten over schadedrempels op grond van tabeldrempels, en die van beleidsmakers een groot gat gaapt: dit zijn twee verschillende werelden.

Hoe goed is de bestaande indeling in vier zoutgevoeligheidsklassen?

De bestaande indeling is op dit moment voldoende bruikbaar voor analyses die beleidsmatig van belang zijn. Een goed systeem is het niet, maar we hebben niets beters. Tevreden is eigenlijk niemand. Er wordt getwijfeld aan de technische onderbouwing.

Of deze indeling in technische zin goed genoeg hangt er vanaf waarvoor je hem wilt gebruiken. In sommige gevallen kan deze classificatie voor een bepaalde gebruiker best nuttig zijn. Voor elke instantie die beslissingen moet nemen moet je echter een ander type classificatie opstellen, omdat iedereen andere beslissingen moet nemen. De één gaat over oppervlaktewater, de ander over opbrengsten.

Ook is niet duidelijk wat nu precies de beperkingen van deze indeling zijn. Die moeten goed beschreven worden. Wat kun je ermee, onder welke omstandigheden, en wat niet? Als je hier schadeberekeningen op baseert wat zijn dan de onzekerheidsmarges? En wat betekent dat voor de einduitkomst?

Een indeling in vier zoutgevoeligheidsklassen is wellicht achterhaald/gedateerd. We kunnen anno 2011 wellicht iets ontwikkelen dat veel beter is, want beter aansluit bij urgente kennisvragen van beleidsmakers. Maar: 'de wetenschap' kan niet concreet aangeven wat er dan ontwikkeld moet worden. Opgemerkt werd: 'als je een goede basis wil hebben, dan moet je ontwikkelen aan wat er ónder zo'n classificatiesysteem ligt'. Erg concreet, en dus overtuigend, klinkt dat echter nog niet.

Conclusie: maak het niet ingewikkelder dan dit. Deze indeling is, als je alles aan onderbouwing wat er in Nederland aan kennis in omloop is over elkaar heen legt (binnenlands en buitenlands), hanteerbaar. Dus laten we dit voorlopig toch maar als uitgangspunt nemen.

Is er niets beters?

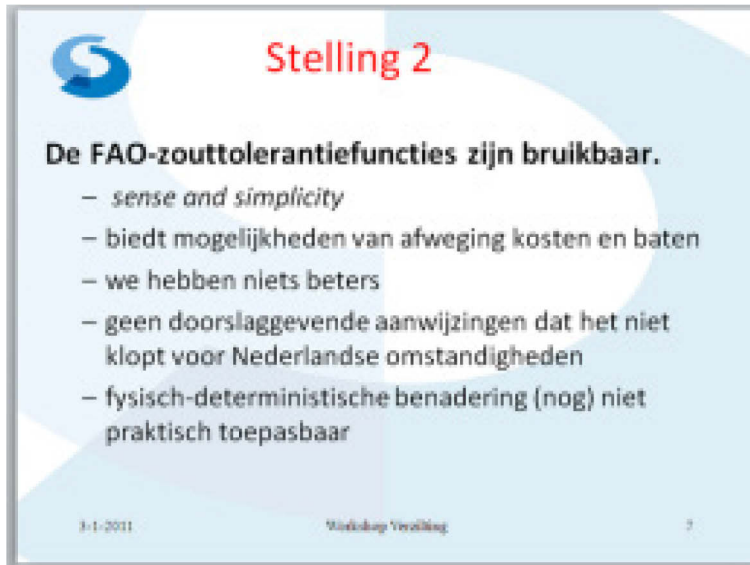
De praktijk heeft sterk behoefte aan een adviessysteem dat rekening houdt met de dynamiek van teelten tijdens het gehele groeiseizoen. We missen in het bestaande classificatiesysteem belangrijke nuances. De bestaande systematiek houdt bijvoorbeeld geen rekening met zogenoemde deelteelten: teelten die later in het groeiseizoen beginnen. Ook is het binnen een bepaald bedrijfssysteem zeker mogelijk om, zonder nadelige consequenties, gedurende een periode brak water in te laten. Dit soort zaken is bekend, het wordt geregeld genoemd, maar we vertalen deze concrete praktijkervaring niet in iets concreets als een dynamisch adviessysteem. Wie pakt het stokje op?

Als we de classificatie die ontwikkeld werd voor aride irrigatiepraktijken voor Nederlandse omstandigheden willen toepassen moeten we deze sowieso aanpassen aan onze dynamische omstandigheden. Vervolgens kun je dit gebruiken voor de eerste versie van een adviessysteem. Hoe we dit moeten gaan doen kwam tijdens deze discussie niet ter sprake. PRI-Wageningen UR is gestart met de ontwikkeling van een universele

zouttolerantietoets. Die omvat de kieming en de latere ontwikkelingsfase van een plant, en kan onderdeel worden van een geavanceerder classificatiesysteem.

Een waarschuwing die klinkt, is: wees niet tevreden als je dit goed geregeld hebt. Het is veel belangrijker om stappen verder te zetten. In de praktijk komt het er vooral op neer hoe je slimmer, en minder lui, vraag en aanbod bij elkaar brengt, hoe je dat organiseert. Vier gevoeligheidsklassen zijn nuttig, maar het is niet de kern van het verhaal. Het is het begin van het verhaal. Het wachten is op concrete suggesties voor verbeteringen, aan te dragen door 'de wetenschap'.

Stelling 2: De FAO-zouttoleranties zijn bruikbaar



The slide features a blue circular logo with a white 'S' on the left. The title 'Stelling 2' is in red. The main text is in black, followed by a bulleted list. At the bottom, there is a date '3-1-2011', the text 'Werkshop Verdeling', and a small number '7'.

Stelling 2


De FAO-zouttolerantiefuncties zijn bruikbaar.

- *sense and simplicity*
- biedt mogelijkheden van afweging kosten en baten
- we hebben niets beters
- geen doorslaggevende aanwijzingen dat het niet klopt voor Nederlandse omstandigheden
- fysisch-deterministische benadering (nog) niet praktisch toepasbaar

3-1-2011 Werkshop Verdeling 7

De FAO-zouttolerantiefuncties bieden de mogelijkheid om schade te bepalen, en dus om afwegingen te maken tussen kosten en baten. Afhankelijk van je teelt moet de grens worden opgezocht waarbij kosten en baten met elkaar in evenwicht zijn. Stelling 2 kan er toe leiden dat je anders met het eerder besproken classificatiesysteem moet omgaan. We moeten het doen met wat we hebben. Er moet aan schades gerekend worden anders kunnen we de zoetwatervoorziening niet optimaliseren. De schadefuncties geven een indicatie van de verwachte schade, maar die moet worden uitgedrukt in €/ha in plaats van een technische indicator als opbrengstderving (vaak massa/ha en/of afname kwaliteit) zoals nu gebruikelijk is.

Stelling 3: De normen voor chlorideconcentraties in oppervlaktewater kunnen worden afgeschaft



Stelling 3

De normen voor chlorideconcentratie in het oppervlaktewater moeten worden afgeschaft.

- de ‘eisen’ die de landbouw stelt aan de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater is niet alleen afhankelijk van gewas/teelt, maar ook van bodem, tijd in het jaar en wijze van additionele watervoorziening en actuele zouttoestand
- lijkt triviaal
- voor wie de nuance zoekt
- gebruik starre normen leidt vaak tot verspilling. Zie NBW-normen.
- echter, in een onzekere wereld zoekt men naar houvast (normen en waarden). Die noemen we dan streefwaarden.

3-1-2011 Workshop Verzilting 8

Over deze stelling werd achtereenvolgens gediscussieerd over (i) normen werken verkeerd en kunnen daarom beter worden afgeschaft; (ii) hoe werken normen door in de praktijk? (iii) 'iets van normen' of streefwaarden is nodig, maar maak onderscheid tussen normale en extreme situaties; (iv) Wat is een goede gebiedsgerichte streefwaarde, en (v) welke kant moeten we op (adviesstelsel)?

Normen werken verkeerd en kunnen daarom beter worden afgeschaft

Normering is 'heel basic': hoe zitten teler en waterschap daartussen? Kan een waterbeheerder eigenlijk wel sturen op basis van vier zoutgevoeligheidsklassen? Waterbeheerders zoeken houvast: een 'soort indeling' is dus welkom.

Normen in tabellen opnemen is echter ook een vorm van beeldvorming. Een norm kan stagnerend werken, want een 'norm' wordt in NL zó gebruikt: als een waarde er net onder zit is het nog goed, als hij er net boven zit, niet meer. Normen kunnen een ongewenst effect hebben. In de praktijk wordt vaak de grenswaarde waarop schade begint op te treden, als norm gebruikt. Als je dan stopt met beregenen krijg je droogteschade. Geen zoutschade: die heb je immers voorkómen. Echter: met strikt gehandhaafde normen worden agrariërs op het verkeerde been gezet, want droogteschade is doorgaans een stuk groter dan zoutschade. Het begrip 'streefwaarde' is al een hele verbetering. Nog beter: verander 'streefwaarde' in 'advieswaarde'. Een streefwaarde is iets waar je echt naar streeft, maar de term 'advieswaarde' is beter en realistischer, want geeft aan dat er ruimte voor nuance is.

Hoe werken normen door in de praktijk?

Dit samen geconstateerd hebbend kun je je vervolgens afvragen: wat helpt dit in de praktijk? Wat word je daar wijzer van? Wat levert het op, als we het advieswaarde gaan noemen? Wat betekent dat in termen van beleid? Er zijn tegengestelde belangen. Wie krijgt wanneer zijn zin? Er is ook zoiets als een vorm van rechtsgelijkheid: je hebt recht op iets. Wanneer wordt ergens een sanctie op gezet? Wat betekent dan nog een getal?

De realiteit gebiedt te constateren dat er wellicht niets verandert als wij het nu anders gaan noemen, bijvoorbeeld als streefwaarden of advieswaarden. In wettelijke zin is er immers geen sprake van normen. Wel van gegroeide situaties en historisch verkregen rechten. Het helpt echter ook niet om zulke rechten nu als 'advieswaarden' nieuw leven in te blazen, omdat de hele zoetwatervoorziening kritisch tegen het licht moet worden gehouden. Wij zijn in Nederland met deze materie tot nu toe te rigide bezig geweest.

'Iets van normen' of streefwaarden is nodig, maar maak onderscheid tussen normale en extreme situaties

Rond het NBW waren veel mensen tegen normen, maar het tegenargument was: je hebt toch een vorm van houvast nodig. Want in elke afwateringseenheid moet duidelijk zijn wat tussen 'vraag' en 'aanbod' afgesproken kan worden. Onder normale omstandigheden willen ondernemers inzichtelijk hebben wat haalbaar is. In een zeer droge zomer is alles anders: een ander soort markt, andere mechanismen, andere afwegingen, andere prijzen. Maar streefwaarden moeten realistisch zijn en dus ook onder extreme omstandigheden gehandhaafd kunnen worden. Dus niet: het ene jaar 1000 mg/l en het jaar daarop 500.

De moraal van het verhaal is: je benadrukt enerzijds: er is duidelijkheid, en dus zekerheid nodig voor de gebruiker: 'Waar kan ik in elk geval van uitgaan?' Zodra zich echter een uitzonderlijke situatie aandient: ga dan geen normen hanteren, maar ga dan zoeken naar de beste manier om die uitzonderlijke situatie te lijf te gaan.

Wat is een goede gebiedsgerichte streefwaarde?

Een bouwsteen om tot een gebiedsgerichte streefwaarde te komen zou kunnen zijn: een waterbeheerder richt zich op de (qua oppervlakte) 5% of 10% gevoeligste teelt in een peilvak van het waterschap, en hanteert hier een overeengekomen streefwaarde.

Welke kant moeten we op (adviesstelsel)?

Deze bijeenkomst is een opstapje naar het volgende pleidooi dat nu al een aantal keren over tafel komt, zowel vanuit de praktijk als vanuit de wetenschap: werk toe naar een adviesstelsel, naar een dialoog tussen vraag en aanbod die het mogelijk maakt om veel subtieler te sturen. Om niet rigide te stoppen met inlaten en droogteschade te veroorzaken. Maar om van elkaar te begrijpen: 'er gebeurt niets ergs als ik boven de 300 mg/l kom, als het maar beneden de 800 blijft'. Dan kun je als gebruiker spelen met de mogelijkheden die je hebt.

Er is steun voor dit pleidooi, want de aanwezigen onderschrijven: we moeten geen rigide drempelwaarden of normen toepassen. Een aantal waterschappen werkt ook met advieswaarden en/of inspanningsverplichtingen. Het is beter om met advieswaarden te werken, als uitgangspunt voor de ontwikkeling van een werkwijze die gericht is op de 95%-praktijk, waar 'de agrarische ondernemer het gewoon mee moet doen', uitgaande van zoveel % gevoeligste teelten e.d. Tegelijkertijd moeten ook werkwijzen worden ontwikkeld, gericht op de meer uitzonderlijke situaties: als zich een uitzonderlijke situatie voordoet, hoe pakken we die dan aan?

Waterschappen hebben nu het gevoel: wij moeten 200 of 300 mg/l leveren. Dat zie je onder meer bij Rijnland en Delfland. Men zegt: wat moeten we doen om dit qua zoetwatervoorziening ook in de toekomst te kunnen blijven leveren? Wij moeten in Nederland echter op meerdere plekken beginnen met de ontwikkeling van een dialoog tussen vraag en aanbod die het mogelijk maakt om veel subtieler te sturen. Dan zijn rigide drempelwaarden op een gegeven moment wellicht niet meer nodig, en dan hoef je het zoete water ook niet meer binnen te brengen omdat het ook brak mag zijn. En levert veel besparingen op, omdat allerlei investeringen in infrastructuur die zoet water brengt op plekken die dat niet nodig hebben omdat zoutconcentraties hoger mogen zijn, niet nodig zullen zijn. Dat is een heel goed begin, daar zit heel veel achter en daar zouden alle belangen mee gediend zijn. Het zou goed zijn als zo'n proces nu zou worden gestart.

Eindconclusie: er zit meer ruimte in het geheel dan een strenge norm veronderstelt. En dat is eigenlijk een omkering van deze stelling.

Stelling 4: Het oppervlaktewater in Nederland mag best een beetje zouter zijn



Stelling 4

Het oppervlaktewater in Nederland mag best een beetje zouter zijn (voor de landbouw).

- containerteelt en potplanten → zelfvoorzienend
- bestaande normen zijn OGOR-normen en geen GGOR-normen
- normen worden streefwaarden met bijgaande tabel als voorzet
- onvoorziene zaken zoals bruinrot kunnen kijk op zoetwatervraag compleet verstoren -> gevoelige teelten niet meer bepalend en ook de normen verschuiven (Flevopolders)
- slim operationeel zoetwaterbeheer leidt tot schuivende normen die vrijwel altijd minder streng zijn
- zoetwatervoorziening voor de landbouw inderdaad een kwestie van vraag en aanbod
- KRW wordt de bepalende kracht achter de zoetwatervoorziening?

Landbouw lift mee? Workshop Verzilting 9

Over deze stelling werd achtereenvolgens gediscussieerd over (i) argumenten genoeg om voor wat 'zouter te gaan'; (ii) wegens klimaatverandering zal het oppervlaktewater sowieso zouter worden; (iii) de sector wil graag zo zoet mogelijk; (iv) maak onderscheid tussen extreme-, en gemiddelde jaren, en (v) wat betekent dit voor het beleid?

Argumenten genoeg om voor wat 'zouter te gaan'

Dit is volgens velen een goede stelling, maar dat hij politiek en gevoelsmatig niet gemakkelijk is te plaatsen, is begrijpelijk. Beleidsmakers mogen erdoor niet op het verkeerde been worden gezet. De sector verwoordt haar bezorgdheid: 'Als het een beetje zouter wordt, wordt de gewasopbrengst van kritische teelten minder. Het is de vraag of dat beleidsmatig wenselijk is'.

De kernboodschap achter deze stelling is: (i) teelttechnische ontwikkelingen, (ii) normen versus streefwaarden en (iii) kosten-batenanalyse leiden er toe dat de strenge normen van 200 mg/l of 300 mg/l naar tolerantere waarde kunnen worden bijgesteld, zowel in teelttechnische- als in waterhuishoudkundig-technische zin.

Nieuwe technische mogelijkheden die de landbouw heeft om beter met zout om te gaan (bijvoorbeeld beter dynamisch voorraadbeheer) kunnen volgens deskundigen echter probleemloos leiden tot (beperkte) verhoging van het zoutgehalte van aan te voeren oppervlaktewater. Er zijn allerlei mechanismen die ervoor zorgen dat het allemaal dezelfde kant uit werkt. De stelling is dat je daarmee rekening houdt. Er zijn ontwikkelingen in de praktijk, en aanwijzingen van wat wij weten, over de fysiologie waar het hier over gaat, die tot de constatering leiden: er is handelingsruimte.

Als je redeneert vanuit het verleden, met: we hebben de landbouw nu eenmaal verwend met zoet water, dan zijn we klaar. Dan hoeven we niet meer te discussiëren, het blijft zoals het is. Maar de stelling beoogt: heropen de discussie: we hebben nieuwe mogelijkheden, we kunnen scenario-gewijs rekenen, er is technisch het nodige veranderd, we weten dat het zoutgehalte oploopt, je kunt slim beregenen, etc. Dat alles betekent dat het zouter kan.

Een enkeling heeft het gevoel dat het zoutprobleem in de landbouw nogal wordt overdreven. Vooral het midden- en kleinbedrijf en de procesindustrie hebben zoet water nodig. De landbouwsector bepaalt niet hoe zoet het oppervlaktewater moet zijn; dat doen andere landgebruikers.

Er zijn landbouwvertegenwoordigers in de Zuidwestelijke Delta die zeggen: '400 mg/l bij de Bernisse (bijvoorbeeld): dat kan absoluut niet'. Maar: waarom mag dat niet 450 zijn, of 500, of 600 zijn? Je wilt het

water graag zo zoet mogelijk houden, maar het kost wel wat om het zo zoet te houden als de sector graag zou willen. Intensieve teelten zijn een jaarronde activiteit: daarmee zijn zij - in tegenstelling tot veel andere teelten - gevoelig voor hoge zoutgehalten in het najaar. Voor hen is het knelpunt op dat moment het grootst. Alle andere opengrondsteelten hebben daar op dat moment minder last van, want de meeste zijn dan geoogst. Iedere ondernemer die aan het eind van een droge zomer zijn opbrengst nog kan vergroten met water dat zouter is dan hij eigenlijk wil, zal dat zeker doen.

Beleid voor hoogintensieve teelten zou gericht moeten zijn op het bevorderen van zelfvoorzienendheid, maar discussies over osmosetechnieken en brijnproblematiek werken dit tegen. Hoogintensieve teelten 'zijn aan het loskoppelen': worden (deels) zelfvoorzienend. 200 mg/l die ooit is genoemd voor glasteelt, is wegens substraatteelt nu 50 mg/l: men regelt het zelf met eigen watervoorziening, die wil niet afhankelijk zijn van aanvoer van elders want dat is een zeer onzekere bron. Men gaat steeds meer 'los van de grond'. Ook containerteelten van potplanten moeten zelfvoorzienend zijn. In het Westland slaagt men hier echter onvoldoende in. Men blijft afhankelijk van de aanvoer van het Brielse meer want de opslagruimte voor water is beperkt.

Wegens klimaatverandering zal het oppervlaktewater in ieder geval zouter worden

In Nederland is het zout in het voorjaar uit de wortelzone weggespoeld. Dan kun je met een 'zoete schone lei' beginnen. Dat in een toekomst met klimaatverandering aan het einde van de winter nog sprake is van accumulatie van zout in de wortelzone is zeker niet denkbeeldig. Mede hierom is de bestaande classificatie op de lange termijn waarschijnlijk niet haalbaar. Op sommige plekken zal het veel zouter worden, in de ondergrond hier en daar zelfs twee keer zo zout, met minder water dat kan worden binnengelaten. Een te ontwikkelen adviessysteem zal dus klimaatbestendig moeten zijn.

De sector wil graag zo zoet mogelijk

De landbouwsector voert aan: wij moeten niet te veel zoetwater naar zee laten wegstromen, want we hebben een hele infrastructuur liggen die we goed kunnen gebruiken. Een grote groep ondernemers gaat wat zoetwater betreft toch aan de veilige kant zitten. Het verhaal dat het wel iets zouter kan moet geen eigen leven gaan leiden. De sector zal hier op reageren met: we hebben een infrastructuur. Gebruik die; hoe zoeter het water, hoe beter.

Maak onderscheid tussen extreme en gemiddelde jaren

Een classificatiesysteem is bedoeld voor de droge jaren, als zoet water schaars is. Bij het NBW bestaat de neiging/gevaar dat alleen extremen als uitgangspunt worden genomen. Dan is de nuance uit de discussie, en daar moeten we voor oppassen. Anderzijds: veel water inlaten voor teler 'achterin' die 100 mg/l wil hebben is maatschappelijk discutabel, want: in hoeverre kan het waterschap bepaalde teelten blijven faciliteren? Wat kost 'die ene bollenboer' in een uithoek?

Wat betekent dit voor het beleid?

De boodschap, die het onderzoek uitzendt, is: er zijn nogal wat landbouw gebruiksfuncties, waarvoor het best een beetje zouter mag!

Deze stelling dekt niet het verhaal dat de opsteller wil vertellen. De kern is: het is veel complexer dan simpelweg zeggen: 'het moet zo zoet mogelijk'. Je kunt een differentiatie aanbrenge(n) in de tolerantie en in de omstandigheden. Benut die tolerantie, die flexibiliteit, om tot afstemming te komen tussen vraag en aanbod, en tussen kosten en baten.

De opdracht moet zijn om locatiespecifiek beheer te ontwikkelen met locatiespecifieke afspraken tussen beheerders en gebruikers, met als kernopdracht: maak onderscheid tussen: 'Waar doe je het nu voor, voor wat voor soort teelten?' enerzijds, en: 'Wat betekent dat voor je zoetwaterbeheer?' anderzijds. Fine tuning van watervoorziening voor de landbouw wordt steeds belangrijker. Een groot aantal teelten, met vrij grote oppervlakten, heeft een hogere zouttolerantie dan specifieke eisen van bepaalde hoogrenderende teelten. Wat doe je dan als waterbeheerder? Waar ga je nog aan voldoen? Wanneer zal tegen een teler worden gezegd: 'U

kunt beter naar een andere plek, of u regelt het zelf op deze plek! Want u weet waar u terechtgekomen bent'. Dit is het soort afwegingen waar we in Nederland inmiddels voor staan.

Stelling 5: Verstandig beregenen is momenteel niet de praktijk, maar wel haalbaar

Stelling 5

Verstandig beregenen is momenteel niet de normale praktijk, maar wel haalbaar.

- slim beregenen m.b.v. actuele zout- (en vochttoestand) van de wortelzone en oppervlaktewater zou ideaal zijn
- we tasten over actuele zouttoestand in de wortelzone veelal in het duister
- want het gaat om het zout (chloride) in de wortelzone
- precisielandbouw, ook voor zout

3-1-2011 Workshop Verzilting 10

Samenvatting van de discussie over deze stelling

Deze stelling gaat over 'de landbouw' als waterbeheerder. Voor agrariërs is het van belang dat ze slim beregenen; dat zij hun verantwoordelijkheid in het waterbeheer goed op orde hebben. Dit is dus 'een hele essentiële!'

De kernboodschap in deze stelling is een pleidooi voor precisielandbouw: ditmaal ook voor zout. 'Het onderzoek' moet de grens opzoeken waarbij schade geminimaliseerd wordt. Dat betekent: meer aandacht voor bodemgesteldheid, precisielandbouw, *fine tuning* van de regionale watervoorziening. Het kan en moet slimmer worden geregeld dan nu gebeurt. In zo'n scenario helpen kennisinstellingen ondernemers om keuzes te maken. Tegelijkertijd moeten waterschappen ondernemers duidelijk te maken hoe ver hun zorg zou kunnen reiken. Want op een gegeven moment 'houdt het op'. Want de kans is niet denkbeeldig dat een waterschap een teler moet melden: 'alles overziende leidt deze vraag tot zoveel uit het lood slaande investeringen: dat gaan we dus niet meer doen!' En dan? Een en ander betekent dat beide partijen, i.c. waterbeheerders (agrariër en waterschap) hun werkelijkheid wel op orde moeten hebben. En dan heb je een knikpunt. En het pleidooi in deze stelling gaat over: laten we goed in de gaten krijgen waar dat deel van de sturing over gaat! De stelling is: dat hebben we met elkaar niet goed in de gaten.

Agrariërs moeten hun rol als waterbeheerder beter in hun vingers krijgen om een vruchtbare discussie met hun waterschap te kunnen voeren. De boodschap van de deskundigen is dat ze hiertoe moeten worden toegerust. Als je tegen een agrariër zegt: je moet je waterbeheer op je bedrijf slimmer organiseren, dan zeggen ze: 'help mij; geef mij handvaten'. Agrariërs zijn er inmiddels ook wel aan toe om echt iets te gaan doen. Daar is vanuit de plantfysiologische invalshoek ook reden toe. Omdat er ruimte zit.

De praktijk is belangrijk. We weten niet wat de schade is als we met brak water 'doortelen' en we weten ook niet echt hoe we dat nu moeten aansturen. Mededeling van EL&I: Rond 1980 heeft de toenmalige voorlichtingsdienst een advies opgesteld over wat je moet doen als je droogteschade hebt terwijl je beschikt

over zout water. Er ligt dus een advies, van 30 jaar geleden, van hoe je slim moet beregenen. EL&I weet niet of dit advies destijds is opgevolgd; het advies is bij navraag onvindbaar.

Tijdens de discussies wordt geregeld gezegd: de deskundigen moeten beter snappen, weten, wat de wetmatigheden zijn rond zout- en droogteschade. We weten onvoldoende! Er is geen consensus over gewasschade. Schade moet economisch gewaardeerd worden. Appels zijn niet meer te verkopen omdat ze een ruwe schil krijgen. Als we deze kennis niet hebben kun je allerlei mooie dingen bedenken, maar dan kunnen waterbeheerders er niet op sturen. Daarom moeten deskundigen samen met de praktijk dit soort kennis opbouwen. Dat kunnen kennisinstituten niet alleen.

Op grond van welke informatie moet waterschap sturen?

Waterschappen sturen vaak op grond van telefoontjes van telers: de praktijk is vaak veel simpeler dan ingewikkelde analyses van deskundigen. Sturen op het Cl-gehalte aan een uitlaatgemaal en/of monitoren op het punt waar de gevoelige teelten liggen, is gebruikelijk. Sturen is uiteraard ook afhankelijk van wat haalbaar is: dat is afhankelijk van het watersysteem, de aanwezige teelten etc.

De belangrijkste beleidsvraagstukken gaan echter over de vraag: waar kun je nog sturen? Op bedrijfsniveau? In het watersysteem door het waterschap? In het hoofdwatersysteem? Welke eisen kun je en/of moet je aan het waterschap stellen? Wij zijn nadrukkelijk op zoek naar: 'waar moeten we op sturen?' Is alle kennis er al om dit te weten? Wie stuurt waarop? Wat is de rol van rayonbeheerders bij het sturen op zout?

Overige opmerkingen

Veldonderzoek

Aannames moeten meer en beter in de praktijk worden getoetst; we moeten de telers hierbij betrekken, bijvoorbeeld op proefboerderijen. Goed in beeld brengen van schade in het agricomplex vindt onvoldoende plaats. In planstudies van Haringvliet en Volkerak-Zoommeer worden ontwikkelkansen van het gehele agricomplex van een gebied in beeld gebracht, in samenwerking met LEI Wageningen UR..

Een ervaringsfeit: bij infiltratie van water naar de wortelzone via beregening wordt meer last van zout ondervonden dan bij brakke kwel.

Discussies tussen deskundigen over bladverbranding na beregening lopen altijd vast. Bladverbranding is in de Flevopolders in elk geval geen issue; onbekend is waar wel.

Bij beschrijving van context en focus van de rapportage moet meer aandacht worden besteed aan grondwater. Dit is immers de 3^e dimensie; het kan helpen, verlichten; het is vaak een waardevolle waterbron voor de wortelzone.

Landbouw en ander landgebruik

De landbouw staat bij de zoetwatervoorziening lang niet altijd centraal, maar lift vaak mee met andere prioriteiten. Er is daarom grote behoefte aan een beter ruimtelijk beeld van de urgenties buiten de landbouw, zoals gevoelige procesindustrieën, veenklink en natuur. De planvraag en het aanbod in een verzorgingsgebied moeten beter aan elkaar worden gerelateerd (verdringingsreeks).

Computersimulatiemodellen

Deskundigen noemen de volgende aandachtspunten.

Rond geplande berekeningen bestaan nog veel onzekerheden, bijvoorbeeld: hoe moeten we de variabiliteit in ruimte en tijd modelleren. Zit dat bijvoorbeeld in vaak genoemde modellen als Agricom?

Het is begrijpelijk dat geregeld wordt opgemerkt: we hebben niets beters, maar: als je schadeberekeningen uitvoert kunnen de consequenties van dien aard zijn dat je wel goed in beeld moet hebben wat de effecten zijn van onzekerheden op de berekende waarden.

SWAP-toleranties zijn niet (goed) getoetst aan praktijkwaarden.

Het is nodig een modelinstrument te ontwikkelen voor het doen van locatiespecifieke uitspraken.

Er is behoefte aan een model waarin (de relaties tussen) droogteschade, zoutschade en natschade in conceptuele zin correct wordt gemodelleerd. Natschade zit weliswaar in diverse modellen, maar is vaak slecht onderbouwd ('GiGo-modelling'). Zout- en droogteschadefuncties zijn veel beter onderbouwd met experimenten dan natschadefuncties.

Veredeling van gewassen

De mogelijkheden om te veredelen op droogtetolerantie en/of zouttolerantie zijn nog niet uitgebuit; de perspectieven zijn onduidelijk.

Metingen van EC versus Chloride

Na een discussie over het in Nederland gebruikelijke meten van chloride in het oppervlaktewater wordt de vraag gesteld in hoeverre structureel en eensgezind overschakelen op (tabellen met) EC-waarden een optie is. Hierop komen echter geen (overtuigende) reacties.

Samenvattend: Als we dit allemaal weten, en we ook weten wat we niet weten, wat zijn dan voor de komende tijd voor de praktijk de belangrijkste acties om het beter in de vingers te krijgen? Waarin moet de komende jaren energie worden gestopt?

Zowel vanuit de wetenschap als vanuit de praktijk klinken geluiden als: 'de ontwikkeling van de teeltpraktijk, van de landbouwpraktijk is zodanig, dat het maar zeer de vraag is of we het hiermee op de lange termijn uithouden'. Dan is de vervolgvraag: wat moeten we dan beter kunnen, i.c. wie moet wat beter kunnen, om ook in de toekomst goed te kunnen blijven sturen? Als je naar een situatie wilt waar vraag en aanbod slimmer op elkaar zijn afgestemd, wat moet je de komende jaren dan beter doen? Waar zit de meest nuttige adaptatie op basis van wat we nu weten en kunnen? Wat zijn voor de praktijk en voor de beleidsontwikkeling de komende jaren de belangrijke aandachtspunten?

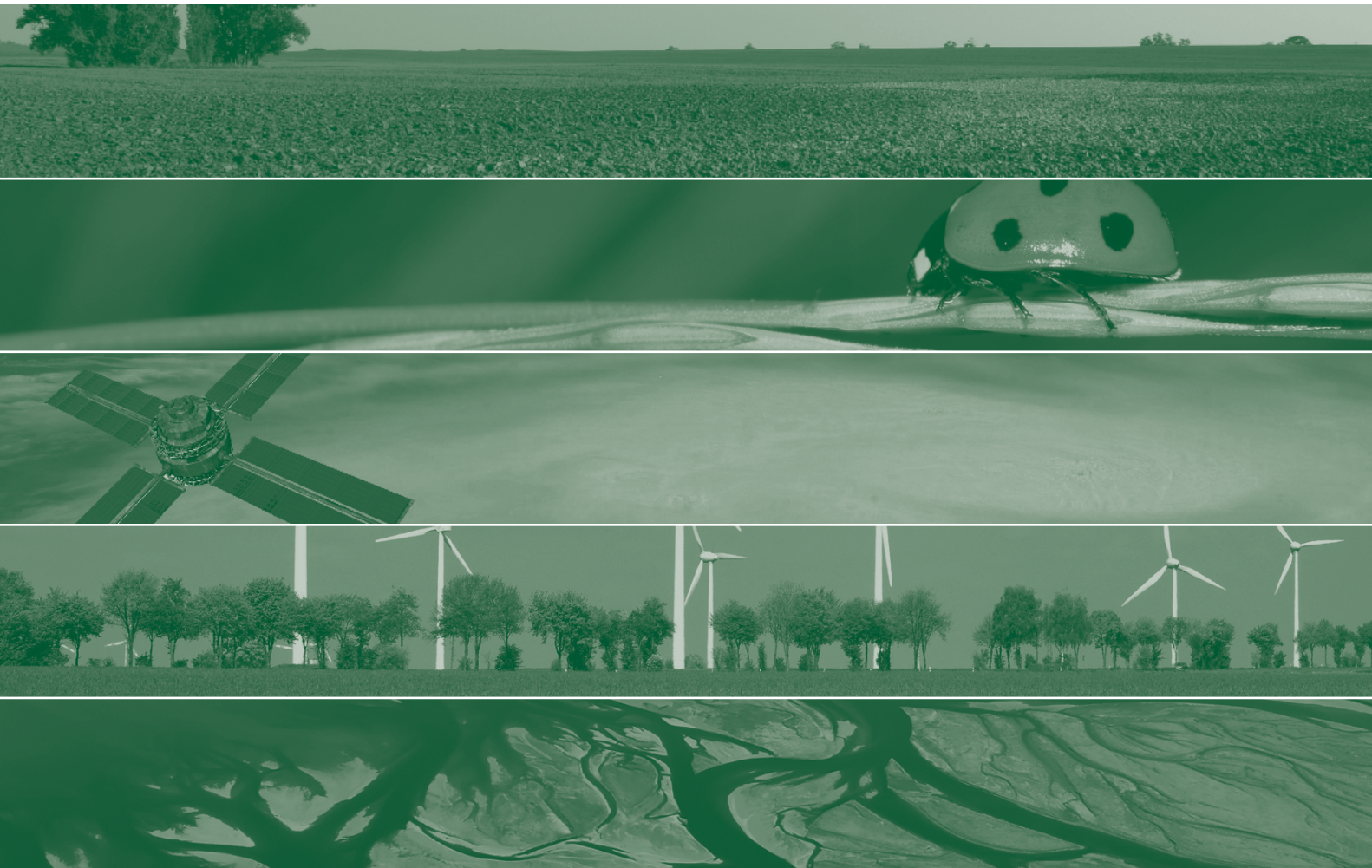
De opvatting over landbouw en water zit in Nederland anno 2011 nog steeds als volgt in elkaar. Een agrariër zegt tegen het waterschap: 'U moet er voor zorgen dat ik goed water heb'. Maar de vraag is: wiens verantwoordelijkheid is dat? Wie stuurt hier wat? Dat kan het waterschap niet alleen oplossen, zeker op de langere termijn niet; dat moet de agrarische ondernemer voor een (steeds groter) deel zelf doen. De paradigmashift in de gevoerde discussies heeft dan ook voor een groot deel te maken met: wie gaat waarover? Een agrariër is in toenemende mate niet alleen gebruiker; hij wordt steeds meer waterbeheerder. Hij treft omstandigheden aan voegt zich daar naar. Hij gaat zijn eigen proceswater regelen, zelf beheren. Alleen: in onze opvattingen van hoe we hierover in Nederland met elkaar omgaan, ligt dit (nog) niet besloten. Het is nog geen gemeengoed, enkele uitzonderingen wellicht daargelaten.

We moeten daarom gaan nadenken over: hoe kunnen we bereiken dat agrariërs 'mede-waterbeheerders' worden? De praktijk is belangrijk. We weten niet wat de schade is als we met brak water 'doortelen' en we weten niet hoe we dat moeten aansturen. Gewenste actie volgens sommige deskundigen: meer monitoren, samen met de praktijk. Relaties leggen met waterbeheerders. Dit is echter niet erg concreet. In de praktijk komt het er vooral op neer hoe je slimmer, en minder 'lui', vraag en aanbod bij elkaar brengt, hoe we dat in Nederland in technische en bestuurlijke zin gaan organiseren. Wie neemt hierin de regie?



Vijf resultaten samengevat

1. Indeling van de gewassen/teelten in de open vollegrond in 4 zoutgevoeligheidsklassen is in de praktijk bruikbaar
2. De FAO-zouttolerantiefuncties zijn bruikbaar
3. De normen voor chlorideconcentratie in het oppervlaktewater moeten worden afgeschaft
4. Het oppervlaktewater in Nederland mag voor de landbouw best een beetje zouter zijn
5. Verstandig beregenen is momenteel niet de normale praktijk, maar wel haalbaar



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl