

Zouttolerantie van landbouwgewassen

Deelrapport Leven met zout water

A.M. van Dam, O.A. Clevering, W. Voogt, Th.G.L. Aendekerk, M.P. van der Maas

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 32 340194 00

Opdrachtgevers:



Financiers:



Projectnummer: 32 340194 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse
: Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel. : 0252 462121
Fax : 0252 462100
E-mail : infobollen.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1 INLEIDING	5
2 ZOUTTOLERANTIE BIJ GELIJKBLIJVENDE ZOUTCONCENTRATIE IN HET WORTELMILIEU	7
2.1 Algemeen.....	7
2.2 Schadedrempel en schadefunctie.....	7
2.3 Klassering zouttolerantie	8
2.4 Groei- en beregeningsseizoen	9
2.5 Effect van omgevingsfactoren op de zouttolerantie	9
3 EFFECT VAN TIJDELIJKE BLOOTSTELLING AAN ZOUT IN HET WORTELMILIEU.....	11
4 SCHADE DOOR ZOUT WATER OP HET BLAD	13
5 EFFECT VAN ZOUT WATER BUITEN HET GROEISEIZOEN	15
6 MAATREGELEN OM ZOUTSCHADE TE VOORKOMEN OF BEPERKEN	17
6.1 Maatregelen aan het gewas	17
6.2 Maatregelen in het teeltsysteem	17
7 DISCUSSIE	19
7.1 Kwaliteit van de gegevens	19
7.2 Hiaten in kennis over zouttolerantie	19
7.3 Van sloot naar wortelmilieu	20
8 CONCLUSIES	21
REFERENTIES.....	23
BIJLAGE 1 TABEL ZOUTTOLERANTIE VAN LANDBOUWGEWASSEN	25
BIJLAGE 2 OMREKENINGEN VAN EC NAAR CHLORIDEGEHALTEN EN VICE VERSA	35
BIJLAGE 3 GEWASSEN WAARVAN GEEN ZOUTTOLERANTIE BEKEND IS	37

1 Inleiding

In laag Nederland zal naar verwachting door klimaatverandering, zeespiegelrijzing en bodemdaling in de toekomst het water brakker worden. De frequentie waarmee een bepaald zoutgehalte overschreden wordt, zal toenemen.

Daarnaast wordt een verschuiving in landgebruik verwacht. Het economische belang en daardoor het areaal aan grootschalige akker- en weidebouw zal afnemen. Daarentegen wordt uitbreiding verwacht van specialistische teelten in de tuinbouw. Deze zijn in het algemeen van zoet beregeningswater afhankelijk. Hier is dus een knelpunt te verwachten: het water wordt zilter, terwijl de teelt juist zoet water wenst.

Om te kunnen inspelen op verzilting van land- en tuinbouwgebieden, is het van belang te weten wanneer schade te verwachten is bij verschillende gewassen, en hoe deze beperkt of voorkomen kan worden. De hierover beschikbare informatie is in deze studie geïnventariseerd. Waar hiaten optreden in de benodigde kennis, worden aanbevelingen gedaan hoe hier mee om te gaan.

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt een overzicht gegeven van de informatie die beschikbaar is over de tolerantie van gewassen voor constante zoutgehalten in het wortelmilieu, en de schade die te verwachten is aan de groei of de kwaliteit bij overschrijding van de zoutconcentratie waarbij schade optreedt (de schadedrempel). In hoofdstuk 3 wordt beschreven welke effecten te verwachten zijn bij fluctuatie van de zoutconcentratie in het wortelmilieu. Hoofdstuk 4 behandelt de mogelijke schade aan blad bij beregening met brak of zout water. Hoofdstuk 5 gaat over de indirecte schade aan landbouwgewassen door tijdelijke verzilting buiten het groeiseizoen, via veranderingen in de bodemkwaliteit. In hoofdstuk 6 komt aan de orde welke maatregelen getroffen kunnen worden om negatief effect van verzilting op gewassen te voorkomen. In hoofdstuk 7 wordt geëvalueerd in hoeverre er voldoende informatie voorhanden is om het effect van verzilting van oppervlaktewater en grondwater op de landbouw te kwantificeren, en om aanbevelingen te doen voor optimalisering van teeltsystemen gegeven veranderingen in zoutconcentraties in water.

2 Zouttolerantie bij gelijkblijvende zoutconcentratie in het wortelmilieu

2.1 Algemeen

In tabel 1 (Bijlage 1) is een aantal parameters van gewassen weergegeven die van belang zijn voor de zoutgevoeligheid. In onderstaande paragrafen worden deze besproken. In de tabel zijn alle gewascategorieën weergegeven die in de Landbouwtelling (Centraal Bureau voor de Statistiek) voorkomen. Voor niet alle categorieën is er informatie over de zoutgevoeligheid. Voor een aantal categorieën zijn er gegevens over meerdere gewassen (met name bij de gewasgroepen in de boomkwekerij). Hiervoor zijn de gegevens per individueel gewas weergegeven. Hierbij bestaan er in de gewasgroep ook gewassen waarvan geen gegevens beschikbaar zijn.

Het gaat hier om algemeen geteelde landbouwgewassen. Informatie over zeer kleine teelten van bv. zoutminnende gewassen is niet opgenomen. Een overzicht van zoutminnende planten die (mogelijk) geschikt zijn als landbouwgewas wordt gegeven door De Kempenaer e.a. (2007).

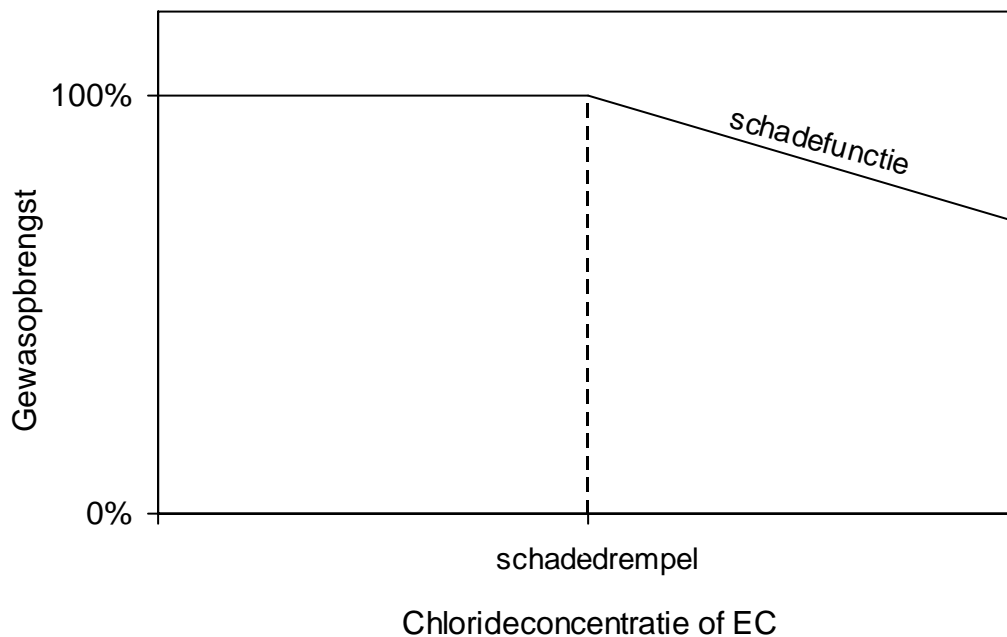
De gegevens zijn verkregen in onderzoek met een constant zoutgehalte tijdens het hele groeiseizoen. Effecten van variatie in het zoutgehalte en in de zouttolerantie van gewassen tijdens hun ontwikkeling worden in hoofdstuk 3 besproken. In het algemeen is de afname van de gewichtsofbrengst bepalend voor de schade. Bij sommige teelten wordt echter de kwaliteit van het product sterker geschaad dan de gewichtsofbrengst. Met name bij boomkwekerijgewassen is dit het geval: door visuele schade aan het blad kan een product onverkoopt worden, ook als de gewichtsofbrengst weinig beïnvloed wordt.

2.2 Schadedrempel en schadefunctie

De gevoeligheid van gewassen voor zout in het wortelmilieu verschilt. Om de zoutgevoeligheid van gewassen te karakteriseren is een schadedrempel en een schadefunctie vastgesteld. Hierbij wordt het effect van zout in het water op de opbrengst vastgesteld als functie van de EC (electrische conductiviteit, in dS per m) of het *chloridegehalte* (in mg Cl per l) van grond- of gietwater. De EC wordt niet alleen door het chloridegehalte bepaald maar door allee opgeloste ionen. Daardoor kan de EC niet eenduidig omgerekend worden in de chlorideconcentratie.

De *schadedrempel* is het chloridegehalte of de EC waaronder geen schade aan het gewas optreedt (Figuur 1). De *schadefunctie* geeft aan hoe de gewasopbrengst of -kwaliteit afneemt bij toename van de chlorideconcentratie of de EC. Er wordt een lineair verband verondersteld. De schadefunctie is weergegeven in gewichtsprocenten van de opbrengst per eenheid toename van de EC (in dS per m) of per 100 mg per l toename van de chlorideconcentratie.

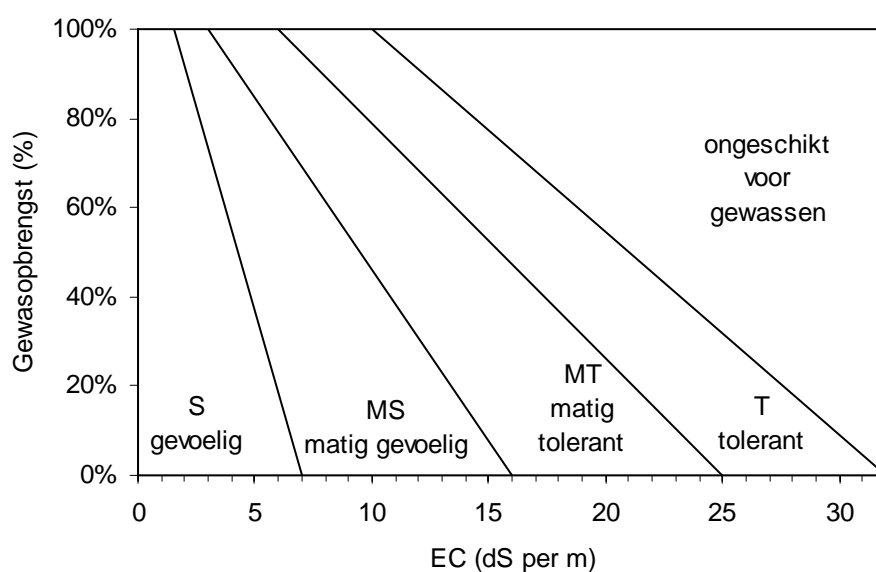
De schadedrempels en schadefuncties zijn in proeven vastgesteld in relatie tot EC of chlorideconcentratie in bodemvocht, gietwater, en bij waterverzadiging van de grond in een 'saturated paste' (United States Salinity Laboratory Staff, 1954; J.D. Rhoades, 1982). De gevonden relaties kunnen in elkaar omgerekend worden, wanneer er een aantal aannames gedaan worden. Bijvoorbeeld: de EC wordt niet alleen bepaald door de chlorideconcentratie, maar ook door concentraties van andere opgeloste stoffen. In de tabel zijn gemeten waarden vetgedrukt. Berekende waarden zijn normaal gedrukt. De omrekeningen zijn gegeven in Bijlage 2.



Figuur 1. Schadedrempel (de chlorideconcentratie of de EC waaronder geen schade aan het gewas optreedt) en de schadefunctie (afname van de gewasopbrengst of -kwaliteit als functie van toename van de chlorideconcentratie of de EC).

2.3 Klassering zouttolerantie

De gewassen zijn ingedeeld in categorieën van zoutgevoeligheid. De indeling van Maas (1985) wordt hiervoor aangehouden. Het gaat hier om gevoeligheid voor zout in het wortelmilieu. Er is geen rekening gehouden met gevoeligheid voor zout water op het blad.



Figuur 2. Zouttolerantieklassen volgens Maas (1985).

2.4 Groei- en beregeningsseizoen

Om te weten wanneer blootstelling van gewassen aan zout water kan voorkomen, is weergegeven wat het begin en het eind van het groeiseizoen en, indien relevant, het beregeningsseizoen is. Daarnaast is weergegeven of een gewas niet, incidenteel of standaard met oppervlaktewater beregend wordt.

2.5 Effect van omgevingsfactoren op de zouttolerantie

De zouttolerantie kan variëren afhankelijk van omgevingsfactoren. Ten eerste is het klimaat van belang, omdat dat de transpiratie en groei bepaald. Naarmate de transpiratie, en dus de wateropname door het gewas, hoger is, is het moeilijker om Na- en Cl-ionen buiten te sluiten. De zouttolerantie van gewassen is daardoor lager naarmate de transpiratie, bepaald door temperatuur, straling en luchtvochtigheid, hoger is. Ook is de beluchting van de bodem van belang. Het actief buitensluiten van zout door de wortels kost energie, die verkregen wordt door ademhaling. Er moet voor deze ademhaling voldoende zuurstof aanwezig zijn. Bij de wortels concurreren Na-ionen met andere kationen. Een gewas kan Na makkelijker buitensluiten als de concentraties aan andere ionen, bij voorbeeld Ca en K, hoger zijn.

3 Effect van tijdelijke blootstelling aan zout in het wortelmilieu

Er zijn weinig proefgegevens waarin effecten van tijdelijke verhoging van het zoutgehalte van het water in het wortelmilieu onderzocht is voor Nederlandse landbouwgewassen. Om te voorspellen hoe gewassen reageren op variatie in zoutgehalte wordt hier besproken hoe planten reageren op verhoogde zoutconcentraties bij de wortels. De meeste gewassen zijn niet aangepast aan groei onder zeer zilte omstandigheden (dus niet 'zoutminnend'). De bespreking hier is beperkt tot effecten van zout op niet-zoutminnende planten. De informatie is ontleend aan Marschner (1986) en Flowers & Flowers (2005).

Zout water bij de wortels veroorzaakt twee problemen voor planten: ten eerste wordt de osmotische potentiaal van het bodemvocht verhoogd, waardoor water minder makkelijk kan worden opgenomen. Ten tweede bevat het bodemvocht potentieel giftige ionen zoals, met name Na^+ en Cl^- , of ongunstige verhoudingen tussen verschillende ionen, bv een hoge $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -verhouding. Het buitensluiten van zout verkleint de toxiciteit maar vergroot het watergebrek. Opname van zouten vergemakkelijkt aanpassing van de osmotische potentiaal van de plant aan de omgeving, maar leidt tot toxiciteit en ionen-onbalans. Als planten gedurende een korte periode worden bloot gesteld aan een hoge zoutconcentratie, is watergebrek de belangrijkste beperking. Naar verwachting is dit effect gelijk voor zouttolerante en zoutgevoelige gewassen. Als planten gedurende langere tijd aan zout worden blootgesteld, wat meestal het geval is, hopen ionen op, en is de toxiciteit het voornaamste probleem. Dan komen verschillen in zouttolerantie naar voren. Gevoelige planten hopen sneller ionen op dan tolerante planten.

Remming van de groei treedt in het algemeen dan ook vooral op door toxiciteit van ionen. Er treedt een verlaging van de fotosynthese op, door water gebrek en directe schade door Cl^- . Na lange blootstelling aan zout neemt de concentratie chlorofyl per eenheid bladoppervlak af. Daarnaast wordt de wortelrespiratie verhoogd, waarschijnlijk door verhoogde uitscheiding van ionen, compartimentalisatie van ionen in cellen of celdelen en reparatie van schade aan cellen. Deze verhoogde respiratie verklaart ongeveer 25% van de groeiremming. De rest wordt toegeschreven aan verlaging van de fotosynthese. Ook treedt verlaging van de eiwitsynthese op.

Door een verkeerde verhouding tussen de concentraties van verschillende ionen kunnen voedings-gerelateerde problemen versterkt worden. Dat treedt bijvoorbeeld op bij neusrot bij tomaat en rand bij sla, beide veroorzaakt door calciumgebrek. Dat wordt bij een hoge Na/Ca -verhouding versterkt.

De aanpassingen die nodig zijn om te groeien en overleven in een zoute omgeving zijn voor alle planten hetzelfde. Het gaat om:

- morfologie
- compartimentalisatie van zout-ionen
- beschermende stoffen in het celvocht (osmolyten en 'osmoprotectants')
- regulering van de transpiratie
- controle over verplaatsing van ionen (m.n. buitensluiten van zout)
- membraaneigenschappen
- tolerantie van hoge Na/K -verhoudingen in het cytoplasma
- zoutklieren, die zout kunnen uitscheiden.

Bij de meeste gewassen is het buitensluiten van zout de voornaamste strategie om schade te beperken. Bij deze strategie hoopt zout in het wortelmilieu op toe naarmate de blootstelling langer duurt. Dat wijst er op dat aanvoer van zout water schadelijker wordt naarmate die langer duurt: buitensluiten van zout wordt dan steeds moeilijker.

Daar staat tegenover dat bij een plotselinge verhoging van het zoutgehalte een plant zich eerst moet aanpassen aan de nieuwe omstandigheden, door de osmotische potentiaal in de plant te verhogen. Zolang dat niet gebeurt is, treedt water gebrek op, zodat de groei tijdelijk sterk vertraagd wordt. Door zulke aanpassingsproblemen kan een korte blootstelling aan zout water ook een meer dan evenredig effect

hebben op de groei dan continue blootstelling.

In hoofdstuk 2 blijken grote verschillen in zouttolerantie tussen gewassen. Binnen een gewas kunnen er ook verschillen zijn tussen cultivars, en daarnaast verandert de tolerantie tijdens de ontwikkeling van de plant. Bijvoorbeeld: suikerbieten zijn tijdens het grootste deel van de levenscyclus zouttolerant, maar juist gevoelig tijdens de kieming. Bijvoorbeeld bij tomaat, tarwe en gerst neemt de zouttolerantie juist af na de kieming. Zelfs binnen soorten kan het lastig zijn te generaliseren m.b.t. verandering in tolerantie tijdens de ontwikkeling. Dit aspect maakt het lastig zoutschadedrempels en -functies tijdens de hele ontwikkeling, zoals weergegeven in tabel 1 (Bijlage 1), te vertalen naar schaderelaties bij tijdelijke blootstelling.

Er zijn dus een aantal redenen waarom gewassen bij tijdelijke blootstelling aan verhoogde zoutconcentratie meer of minder dan evenredig in hun groei geremd kunnen worden in vergelijking met continue blootstelling. Dat maakt het lastig om schaderelaties die vastgesteld zijn bij constante blootstelling aan zout te vertalen naar schaderelaties bij fluctuatie van het zoutgehalte in bodemvocht.

4 Schade door zout water op het blad

Gewassen kunnen niet alleen via de wortels, maar ook via het blad zout opnemen. Daarom kan ook aan het blad schade ontstaan was met zout water beregend wordt, over het gewas. De mate van schade is gerelateerd aan de zoutconcentratie in het blad, maar wordt mede bepaald door het weer en de watervoorziening: er is meer schade bij droog en warm weer dan bij koel en vochtig weer (Maas, 1985).

De gevoeligheid van gewassen voor schade aan het blad door zout water verschilt sterk tussen soorten. De gevoeligheid wordt bepaald door bladeigenschappen, en is daardoor niet sterk gerelateerd aan de zoutgevoeligheid van de wortels. Het gaat om de eigenschappen van het bladoppervlak, de leeftijd (hoe ouder hoe gevoeliger), de vorm, de stand en de positie aan de plant. Daarnaast zijn klimaat en soort zout van belang.

Opname van zout via het blad vindt alleen plaats als het blad nat is. Na elke beregeningsgift blijft het blad enige tijd nat. Daarom kunnen, in geval van zout beregeningswater, beter enkele grote giften toegediend worden dan vele kleine giften.

Als over het gewas beregend wordt, kan de totale zoutschade bij sommige gewassen groter zijn dan wanneer alleen de wortels aan zout water blootgesteld worden. Dat kan bijvoorbeeld bij tomaat, gerst en pruim het geval zijn (Maas, 1985).

5 Effect van zout water buiten het groeiseizoen

Wanneer zoutwater buiten het groeiseizoen in de grond dringt, kan dit effect hebben op het volgende gewas.

Blootstelling aan zout water kan effect hebben op de bodemstructuur van zavel- en kleigronden. In het algemeen treedt dit effect alleen op na blootstelling aan zeer zout water, b.v. na inundatie met zeewater. Hierbij raakt het adsorptiecomplex van kleimineralen gedeeltelijk opgeladen met éénwaardige Na^+ -ionen, ten koste van tweewaardige ionen, zoals Ca^{2+} en Mg^{2+} . Daardoor worden de kleiplaatjes minder sterk tegen elkaar gebonden. Als vervolgens tijdens ontzilting de algehele ionenconcentratie in de bodemoplossing zakt, raken de kleiplaatjes nog verder los van elkaar, waardoor de bodem verslemt. Dit effect is te bestrijden door toediening van gips (3 tot 10 ton per ha). Een uitgebreidere beschrijving hiervan wordt gegeven door Clevering e. a. (2006).

Zout kan door doorspoeling uit het bodemprofiel verwijderd worden door uitspoeling. De hoeveelheid water die daarvoor nodig is kan geschat worden als functie van de EC van het beregeningswater, de EC van drainwater die nog acceptabel is, en het vochtgehalte van de grond bij waterverzadiging (Brady & Weil, 1996).

6 Maatregelen om zoutschade te voorkomen of beperken

6.1 Maatregelen aan het gewas

Er zijn meerdere routes mogelijk om gewas aan te passen aan ziltere omstandigheden (Flowers, 2004). Deze worden hier besproken:

- Cultivarkeuze: gebruik de variatie in zouttolerantie die al binnen gewassen bestaat:
- Versterk de zouttolerantie door veredeling
- Versterk de zouttolerantie door genetische modificatie
- Verhoog de opbrengst en de kwaliteit door veredeling, dan blijft bij zilte omstandigheden nog een aanvaardbaar niveau over.
- Maak hybriden tussen soorten om de zouttolerantie van gewassen te verbeteren
- Ontwikkel halofyten (zoutminnende planten) tot landbouwgewassen.

Voor al deze oplossingsrichtingen geldt dat de kennis beperkt is. Er is vrij weinig bekend over verschillen in zouttolerantie tussen cultivars. Daarbij komt dat er verschillende methoden zijn om zouttolerantie te karakteriseren. In deze studie is gekozen voor de schadefunctie op basis van EC of Cl-gehalte bij constante zoutconcentratie. Er kan echter ook gekeken worden naar de daling van de cumulatieve evapotranspiratie (verdamping uit gewas en bodem) tijdens het groeiseizoen bij toename van verzilting, of de water stress day index (gemiddelde verlaging van de waterpotentiaal van het blad voor zonsopkomst), waarmee fluctuaties in zoutgehalte beter verrekend kunnen worden. Verschillende methoden van karakteriseren kunnen verschillend resultaat geven (Katerji et al., 2001).

Versterken van de zouttolerantie door hybridisatie, veredeling of genetische modificatie heeft tot nog toe slecht zeer beperkt succes gehad. Dat is te verklaren doordat zouttolerantie door een combinatie van eigenschappen tot stand gebracht wordt, die verankerd liggen in een niet nader bepaald aantal genen. Daarbij komt dat het erg lastig is om zouttolerantie goed vast te stellen. Het gaat uiteindelijk om de opbrengst die er in een veldsituatie bereikt kan worden, maar die situatie is niet te standaardiseren. Metingen onder gecontroleerde omstandigheden geven altijd een vertekend beeld (Flowers, 2004). In de enkele gevallen dat het gelukt is de zouttolerantie te verhogen door veredeling, blijkt dat de verandering ook gevolgen heeft voor de productie onder zoetwateromstandigheden. Die kan hoger of juist lager zijn dan die in het oorspronkelijke gewas. Een succesvolle route om via genetische modificatie de zouttolerantie te verhogen is verhoging van de vorming van trehalose in de cellen. Trehalose is een suiker die kan werken als bescherming tegen verhoging van de osmotische potentiaal in de cellen. De zouttolerantie van rijst werd via deze route verhoogd. Een te hoge trehaloseconcentratie kan echter ook toxisch werken, waardoor planten niet goed kunnen groeien. Een andere route die onderzocht wordt is verhoging van de weerstand tegen accumulatie van natrium-ionen. Een derde alternatief is mogelijk de verhoging van excretie van zoutkristallen door de plant (Flowers, 2004). Deze genetische modificatie is echter duur en daardoor alleen voor gewassen van groot belang uitvoerbaar. Ontwikkeling van halofyten tot landbouwgewassen zou succesvol kunnen zijn, gegeven de variatie aan halofyten die beschikbaar is (Flowers, 2004). Dat lijkt echter alleen perspectief te hebben als er voor deze alternatieve gewassen een markt is.

6.2 Maatregelen in het teeltsysteem

In het algemeen geldt dat de gewasgroei ook in zilte omstandigheden gebaat is bij goede groeiomstandigheden: een goede bodemstructuur en voldoende voorziening van nutriënten. Doordat onder

zilde omstandigheden de beschikbaarheid van nutriënten voor het gewas minder groot kan zijn, kan het soms zinvol zijn extra nutriënten toe te dienen via bladbemesting (Clevering, 2007). Het gaat hierbij dan met name om nutriënten die als kation in de bodemoplossing aanwezig zijn, en daar bij de opname door de wortels concurreren met Na. de micronutriënten Cu, Mn, Fe en Zn en de macronutriënten Mg en Ca. Ca kan vaak ook via bekalking van de grond worden toegediend.

Daarnaast moet bij zilt beregeningswater voorkomen worden dat het zout ophoopt in de bovengrond. Er moet dus een *ruime vochtvoorziening* met beregening worden aangehouden. Wel moet schade door te natte omstandigheden, met name op zwaardere grond, voorkomen worden.

Druppelirrigatie kan toegepast worden om water efficiënt te gebruiken, als water met een laag zoutgehalte beperkt voorradig is. Ook biedt dit een oplossing als zoutschade aan het blad het voornaamste probleem is. Vanwege de kosten (1000 à 2000 euro per ha) wordt druppelfertigatie alleen in hoogrenderende teelten ingezet.

Bij glastuinbouw en pot- en containerteelt wordt gebruik gemaakt van *opslag en recirculatie van regenwater*. De opslag van water neemt echter veel oppervlak in beslag, waardoor dit tot nog toe alleen toepasbaar is bij intensieve teelten op een relatief klein oppervlak, en een daardoor beperkte waterbehoefte.

Ontzilting van water, door middel van omgekeerde osmose, wordt in de glastuinbouw af en toe toegepast. Vanwege de hoge kosten (rond 1 euro per kubieke meter water) is de toepassing beperkt. Ook is afvoer van het geproduceerde concentraat een probleem (b.v. Van Lier, 2007).

In het buitenland is enig onderzoek gedaan met *toevoeging van bacteriën aan het wortelmilieu* (Yue e.a., 2007). De bacteriën vergemakkelijken de nutriëntenopname, scheiden enzymen af waarvan in de plant een tekort kan ontstaan bij zoutstress, en lossen nutriënten op. Gezien de werking via de nutriëntenhuishouding zou dit effect mogelijk ook door extra bemesting verkregen kunnen worden.

7 Discussie

7.1 Kwaliteit van de gegevens

De kwaliteit van de gegevens in de tabel met zouttoleranties kan sterk verschillen. De gegevens zijn in het algemeen gebaseerd op proeven waarbij het aanbod van zout aan de wortels per behandeling op een constant niveau is ingesteld. Voor de meeste gewassen zijn proeven onder Nederlandse omstandigheden uitgevoerd. Voor de boomkwekerijgewassen in de volle grond zijn de gegevens gebaseerd op uiteenlopende, vooral buitenlandse proeven. De herkomst van de gegevens sommige fruitgewassen is niet goed te achterhalen.

De vaststelling van de schadedrempel op basis van de gegevens is soms arbitrair. Ploegman (1975) stelt deze bij voorbeeld voor tulp op 130 mg Cl per liter bodemvocht vast, maar op basis van de zelfde gegevens zou ook rond 600 mg per l genomen kunnen worden.

Meestal zijn proeven uitgevoerd met één cultivar of een beperkt aantal cultivars. Bij de meeste gewassen zijn cultivarverschillen beperkt, maar in de boomkwekerij kunnen aanzienlijke verschillen tussen cultivars voorkomen (Maas, 1986).

Voor een eerste verkenning van effecten van zout water op de landbouwproductie kan gebruik gemaakt worden van de indeling in zouttolerantieklassen. Dat doet het meest recht aan de (on)nauwkeurigheid van de database.

7.2 Hiaten in kennis over zouttolerantie

Exacte gegevens over zouttolerantie in relatie tot omgevingsfactoren

In het algemeen zijn zouttoleranties gemeten in 'gemiddelde', 'normale' omstandigheden voor een gewas. Voor een weinig gedetailleerde modelbenadering kan dat voldoende zijn. Als echter meer in detail gekeken moet worden hoe gewassen zullen reageren bij verzilting van de omgeving, moet de zouttolerantie gemeten zijn in een goed gedefinieerde omgeving, en vertaald kunnen worden naar andere omstandigheden (met name ander weer, fluctuaties). Als deze gegevens nodig zijn, dient er een goed gedefinieerd onderzoeksprotocol te bestaan om gestandaardiseerde en 'vertaalbare' gegevens over zouttolerantie te verkrijgen.

Fluctuaties in zoutbelasting en zouttolerantie

Zoals in hoofdstuk 3 besproken is, zijn de effecten van fluctuaties in het zoutgehalte van de grond niet bekend. Onder veldomstandigheden varieert het zoutgehalte in het wortelmilieu gewoonlijk wel. Een eerste benadering kan zijn aan te nemen dat de dagelijkse groeiremming door hoge zoutgehalten in het bodemvocht evenredig is aan de totale groeiremming over het groeiseizoen die in proeven is vastgesteld. Daarbij wordt geen rekening gehouden met variatie in zouttolerantie in de ontwikkeling van het gewas, en ook niet met meer of juist minder schade door wisselende omstandigheden, vergeleken met een constante situatie. Er is niet genoeg kennis voorhanden om deze verfijning in modellering van zouteffecten aan te brengen. Dit knelpunt kan worden opgelost door veel meer kennis te ontwikkelen in het verloop van zouttolerantie tijdens de ontwikkeling en reacties van planten op variatie in omstandigheden. Hiervoor is inzicht te verkrijgen meer in de mechanismen van zouttolerantie van belang. Alleen hiermee kan een vrij algemeen, dekkend beeld verkregen worden.

Zouttolerantie van het blad

De zouttolerantie bij blootstelling van het blad aan beregeningswater of zilte wind is voor de meeste gewassen niet bekend. Ook onder verziltende omstandigheden zullen veel gewassen berekend worden. Het is op dit moment niet goed te modelleren welke schade direct aan het blad, en daardoor aan de opbrengst, veroorzaakt wordt. Een eerste aanname kan zijn dat de zoutgevoeligheid van het blad vergelijkbaar is met

die van de wortels, maar er zijn gevallen bekend waarbij dit niet het geval is.

Gewassen waarvan geen zouttolerantie bekend is

Voor een aantal gewascategorieën zijn er geen gegevens voorhanden. In het algemeen gaat het om gewassen met een beperkt areaal, maar soms wel met een hoge economische waarde per oppervlakte-eenheid. Deze gewassen zijn genoemd in Bijlage 3. Als eerste benadering kan de zouttolerantie van deze gewassen geschat worden door te vergelijken met verwante gewassen.

Conclusie

Een model m.b.t. tot effecten van verzilting op landbouwkundige productie zal bij de huidige kennis noodzakelijkerwijs nogal globaal van aard zijn, en er moeten een aantal aannamen gemaakt worden. In een eerste benadering kan uitgegaan worden van de zouttolerantieklassen, waarin de gewassen in tabel 1 (Bijlage 1) ingedeeld zijn. Bij verdere specificatie zijn al snel meer gegevens nodig, waarvoor een aanzienlijke onderzoeksinspanning noodzakelijk is.

7.3 Van sloot naar wortelmilieu

Door Clevering en anderen (2006), is met een modelsimulatie onderzocht hoe zout beregeningswater het zoutgehalte in het bodemvocht beïnvloed voor de teelt van aardappel. Hieruit bleek dat het chloridegehalte in het bodemvocht niet zoveel hoger was dan in beregeningswater als met vuistregels berekend kan worden (als in Bijlage 2). Op basis hiervan zouden bij de normering van de oppervlaktewaterkwaliteit ten behoeve van beregening mogelijk dezelfde schadedrempels als voor bodemvocht moeten worden gehanteerd.

Bij infiltratie via de drains, in plaats van beregening, blijkt de verhouding van concentraties in geïnfiltreerd slootwater en bodemvocht in de wortelzone te variëren. Er is een monitoring uitgevoerd op twee percelen op duinzandgrond, beteeld met tulpen, in de kop van Noord-Holland (Ploegman, 1975). Hierbij werd zout oppervlaktewater geïnfiltreerd via de drains. Op één van de percelen vond daarnaast zoute kwel plaats. Er werd vastgesteld dat het chloridegehalte in het bodemvocht in de wortelzone (20-30 cm diepte) gemiddeld lager was dan dat in het grondwater, en gemiddeld lager dan in het slootwater. Hierbij had het bodemvocht boven de drains een hogere chloridegehalte dan dat tussen de drains (bij een drainafstand van 6 m). Er is uit de gegevens geen vast verband af te leiden tussen slootwater, grondwater en bodemvocht. Op het perceel zonder zoute kwel waren de concentraties in het bodemvocht 0.25 tot 1.11 maal zo hoog als die in het slootwater op dezelfde meetdatum (mei – juni).

8 Conclusies

- Van de meeste gewassen landbouwtelling enige gegevens voorhanden, bij continue blootstelling aan zout bodemvocht/gietwater. De nauwkeurigheid van de gegevens is beperkt, cijfers uit verschillende bronnen kunnen van elkaar verschillen. Er zijn geen gegevens bij fluctuerende zoutgehalten; wel inzicht dat zouttolerantie complex is, dus tijdelijke effect lastig voorspelbaar. Daarom lijkt het het meest werkbaar een grove indeling in zouttolerantieklassen aan te houden bij modelstudies, in plaats van specifieke schadedrempels en schadefuncties.
- Er is nauwelijks inzicht in kwantitatieve effecten van zout op het blad. Zoutgevoeligheid van het blad van een gewas kan afwijken van de gevoeligheid voor zout in het wortelmilieu.
- Het effect van inundatie met licht verzilt water buiten het groeiseizoen is beperkt. Soms doorspoelen van de grond met zoet water nodig.
- De aannamen die gemaakt worden bij de omrekening van schadedrempels m.b.t. bodemvocht naar schadedrempels m.b.t. gietwater in de open grond zijn zeer rigide. Daardoor wordt de schadedrempel voor giet- of beregeningswater lager geschat dan volgens een modelstudie en een monitoring nodig lijkt te zijn.
- Er zijn oplossingsrichtingen voor teelt in verziltende landbouwgrond. Ten eerste is selectie van zouttolerante cultivars en gewassen een mogelijkheid. Veredeling en genetische modificatie is echter lastig, vanwege de complexe fysiologie van zouttolerantie. Daarnaast zijn aanpassingen in het teeltsysteem mogelijk. Door een ruime watervoorziening (voorkomen van zoutophoping), gerichte druppelirrigatie met zoet water, opslag en recirculatie van regenwater en ontzilting van water kunnen effecten van zout water beperkt worden. Deze technieken (met name de laatste drie) kunnen wel vrij kostbaar zijn, waardoor ze alleen voor hoogsalderende teelten rendabel zijn. Daarnaast is toevoeging van specifieke bacteriestammen aan het wortelmilieu een oplossingsrichting.
- Deze studie levert een globaal beeld van de zouttolerantie van landbouwgewassen. Hiermee kunnen globale berekeningen gemaakt worden van het effect van verzilting op de productie in de landbouw. Om een exacter beeld te krijgen dient veel meer inzicht in zouttolerantie van de gewassen en het gedrag van zout water in de grond te worden verkregen.

Referenties

- Aendekerk, Th.G.L., 1990. Onderzoek naar de zouttolerantie van 10 boomteeltgewassen. Proefstation voor de Boomkwekerij, Rapport nr. 8, Boskoop.
- Aendekerk, Th.G.L., 1999. Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen. Pot- en containerteelt. Boomteelt Praktijkonderzoek, Boskoop.
- Aendekerk, Th.G.L., 2000. Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen. Vollegrondsteelt. Boomteelt Praktijkonderzoek, Boskoop.
- Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage Paper 29 Rev. 1., FAO Rome.
- Brady, N.C. & R.R. Weil, 1996. The nature and properties of soils. Eleventh edition. Prentice-Hall International, Inc, New Jersey.
- Clevering, O.A., Van Bakel, P.J.T. & J.G. Kroes, 2006. Opbrengstdervingen landbouw. Simulatie opbrengst van consumptieaardappel. In: Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel, J.G. Kroes, E J. Bos, M. van der Elst, B. Pronk, P.J. Rijk, O.A. Clevering, A.J.G. Dekking, M.P.J. van der Voort, M. de Wolf & W.A. Brandenburg. Transitie en toekomst van Deltalandbouw; indicatoren voor de ontwikkeling van de land- en tuinbouw in de Zuidwestelijke Delta van Nederland. Alterra Rapport 1132, Wageningen.
- Clevering, O.A. 2007. Scenariostudie Zuidwestelijke Delta III: Opbrengstdervingen landbouw. Droogteschade en rendement beregenen. PPO rapport, in voorbereiding.
- De Kempnaer, J.G., W.A. Brandenburg & L.J.W. Van Hoof, 2007. Het zout en de pap. Een verkenning bij marktexperts naar langeretermijnmogelijkheden voor zilte landbouw. Innovatienetwerk, Utrecht.
- Flowers, T.J., 2004. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany* 55, p. 307-319.
- Flowers, T.J. & Flowers, S.A., 2005. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water management* 78, p. 15-24.
- Huinink, J.T.M., 1986. Waterkwaliteit en landbouwproductie. *Ad Fundum* 4, p. 1-8.
- Katerji, N, J.W. van Hoorn, A. Hamdy & M. Mastroilli, 2001. Salt tolerance of crops according to three classification models and examination of some hypothesis about salt tolerance. *Agricultural Water Management* 47, p. 1-8.
- Maas, E.V., 1986. Salt tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research* 1, p. 12-26.
- Maas, E.V., & Hoffman, G.J., 1976. Crop salt tolerance - current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Div., ASCE* 103 (IR2), 115-134.
- Marschner, H., 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London.
- Ploegman, C., 1972. De invloed van zout beregeningswater bij de gladiool c.v. 'Peter Pears'. *Nota 68*, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Ploegman, C., 1975. Invloed van de infiltratie met chloridehoudend oppervlaktewater op het chloridegehalte in het bodemvocht en de productie bij tulpen. *Nota 881* Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Ploegman, C., 1977. Waterkwaliteit en bloembollenteelt. *Nota 954*, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Ploegman, C. & J. Boontjes, 1981. Invloed van de zoutconcentratie van het bodemwater op de productie van drie lelie cultivars. *Nota 1248*, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble salts. In: *Methods of soil analysis Part 2. Chemical and microbiological properties. Second Edition.* Page, A.L., Miller, R.H. & Keeney, D.R. *Agronomy Series Nr 9 (Part 2)*, American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin USA.
- Roest, C.W.J., Bakel, P.J.T. & Smit, A.A.M.F.R., 2003. Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen ten behoeve van de berekening van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium. Alterra, Wageningen.
- Sonneveld, C. & Voogt, W. 1983. Studies on the salt tolerance of some flower crops grown under glass. *Plant and soil*, 74, p. 41-52.
- Sonneveld, C. 1988. The salt tolerance of greenhouse crops, *Netherlands journal of Agricultural science* 36, p. 63-73.

- Sonneveld, C. & Van der Burg, A.A.M. , 1991. Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. Netherlands journal of Agricultural science 39, p. 115-122.
- Tanji, K.K. & N.C. Kielen, 2002. Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas. FAO irrigation and drainage paper nr 61, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- United States Salinity Laboratory Staff, 1945. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Department of Agriculture Handbook 60. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Van Lier, A., 2007. Omgekeerde osmose wordt aan banden gelegd. De Boomkwekerij 20, nr 31-32, p. 10-11.
- Verlinden, G., 2005. Valorisatie van resteffluenten afkomstig van de mestverwerking, Deelrapport 1: Literatuurstudie. Bodemkundige Dienst van België, Heverlee.
- Yue, H., M. W. Mo, C. Li, Y. Zheng & H. Li, 2007. The salt stress relief and growth promotion effect of Rs-5 on cotton. Plant and Soil 297, p. 139-145.

Bijlage 1 Tabel zouttolerantie van landbouwgewassen

In de tabel op de volgende bladzijden zijn parameters voor de zouttolerantie van landbouwgewassen gegeven. Een uitgebreide beschrijving van de tabel is gegeven in hoofdstuk 2.

In de kolommen is weergegeven:

In groen: eerste kolom: categorie in de landbouwtelling (CBS), tweede kolom eventuele subcategorie (bv rode bes in de categorie kleinfruit).

In lichtblauw: schadedrempel en schadefunctie m.b.t. gietwater, m.b.t. chlorideconcentratie mg Cl per liter en EC in dS (deci-Siemens) per meter.

In donkerblauw: schadedrempel en schadefunctie m.b.t. het verzadigingsextract, m.b.t. chlorideconcentratie mg Cl per liter en EC in dS (deci-Siemens) per meter.

In grijs: schadedrempel en schadefunctie m.b.t. het bodemvocht, m.b.t. chlorideconcentratie mg Cl per liter en EC in dS (deci-Siemens) per meter.

In oranje: De zoutgevoeligheids categorie volgens Maas en Hoffman, 1976.

In groen: het begin en eind van het groeiseizoen. Gegeven zijn weeknummers (1-52).

In geel: Het vóórkomen van beregening en het begin en eind van het beregeningsseizoen in weeknummers.

In wit: de bron van de gegevens m.b.t. zouttolerantie van het gewas.

Vetgedrukte gegevens zijn de **gemeten** data uit de bron, de overige gegevens zijn hier van afgeleid.

Als er meerdere bronnen zijn voor een gewas, zijn die op aparte regels weergegeven.

Rekenvoorbeeld:

Bij de akkerbouw (tabel pagina 1) is voor **pootaardappels op zand of veen** de tolerantie gemeten voor chloride in het gietwater (=beregeningwater) en voor chloride in het bodemvocht. De schadedrempel voor zout in beregeningswater is 202 mg Cl/l, en de schadefunctie is 0.0610 % per mg Cl/l boven de schadedrempel. Bij een Cl-concentratie in het gietwater van 800 mg Cl/l is de opbrengstderving dan:

$$(800 - 202) \text{ mg Cl/l} * 0.0610\% \text{ per mg Cl/l} = 598 * 0.0610\% = 36.48 \%$$

De opbrengst van wintertarwe is dan bij gietwater met 800 mg Cl per liter 63.52% van de opbrengst bij chloridegehalten in gietwater lager dan de schadedrempel.

De schadedrempel in ligt voor het chloridegehalte in het bodemvocht hoger dan voor dat in het gietwater. Hier is de schadedrempel 756 mg Cl/l, en de schadefunctie is 0.0163 % per mg Cl/l boven de schadedrempel. Hieruit uit berekend dat de schadedrempel in EC-eenheden 4.3 dS/m is en de schadefunctie 4.8% per dS/m toename van de EC boven de schadedrempel. Daarmee is pootaardappel op veen of zand een matig gevoelig gewas (MS = Moderately Sensitive), zoals uit de grafiek in figuur 2 in hoofdstuk twee is af te lezen. Pootaardappel groeit van week 18 (begin mei) tot week 36 (begin september) en wordt standaard beregend van week 22 (begin juni) tot week 31 (eind juli).

Tabel 1 pagina 3

Tabel bijlage 1 pagina 3	gewas/(groen) landbouwplant	evt. Slijceteponie	Gietwater		Verzadigingsextract/saturated paste		Bodemvocht		Categorie zougevoeligheid	begin groeiseizoen (weeknr)	eind groeiseizoen (weeknr)	komt beregning met oppervlaktewater voor?	beregningseizoen (weeknr)	begin beregningseizoen (weeknr)	eind beregningseizoen (weeknr)	bron
			mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)								
			schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie% opbrengstvermindering per mg Cl/l)	schadedrempel (EC)	Schadefunctie% opbrengstvermindering per EC)	schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie% opbrengstvermindering per mg Cl/l)								
laan- en parkbomen	Fraxinus soorten			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Fraxinus pensylvanica															
laan- en parkbomen	Ginkgo			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Gleditsia			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Juglans			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Laburnum			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Liquidambar			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Magnolia			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Malus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Morus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Myrtus			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Parrotia			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Paulownia			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Platanus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Populus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Prunus amygdalus			607	1.5			1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Prunus avium			607	1.5			1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Prunus lusitanica			607	1.5			1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Prunus ceracifera			607	1.5			1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Prunus tenella			607	1.5			1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Prunus triloba			607	1.5			1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Pyrus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Quercus cerris			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Quercus palustris			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Quercus robur			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Quercus rubra			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Rhus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Robinia			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Rubus			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Salix soorten			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Salix capria			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Salix cinerea			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Sambucus			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Sorbus soorten			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Tilia			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
laan- en parkbomen	Ulmus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vruchtbomen										13	40		13	40	Aendeckerk, 2000	
rozenstruiken										13	40		13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Abies soorten			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Abies mariesii			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Actinidia			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Araucaria			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cedrus atlantica			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cedrus libani			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cedrus deodora			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cephalotaxus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Chamaecyparis laws.			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Chamaecyparis nootk.			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cryptomeria			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cupressocyparis			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Cupressus			1214	2.5			2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Juniperus media			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Juniperus squamata			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen	Juniperus virginiana			2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierconiferen				2124	4			4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	

Tabel 1 pagina 4

Tabel bijlage 1 pagina 4	gewas(groep) landbouwvrijling	evt. Schadefunctie	Gietwater		Verzadigingsextract/saturated paste		Bodemvocht		Categorie zougevoeligheid	begin groei seizoen (weeknr)	eind groei seizoen (weeknr)	komt beregening met opdr.vlakkeventer voor?	begin beregning seizoen (weeknr)	eind beregning seizoen (weeknr)	bron
			mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)							
			schadede rempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per mg Cl/l	schadede rempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per mg Cl/l	schadede rempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per mg Cl/l							
sierconiferen	Larix						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Metasequoia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Microbiota						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Picea						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Pinus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Pseudotsuga						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Sciadopitys						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Sequoia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Sequoiadendron						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Taxodium						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Taxus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Thuja						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierconiferen	Tsuga						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Allanthus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Althaea						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Andromeda						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Arbutus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Ardisia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Aristolochia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Aucuba						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Banksia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Berberis						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Bigonia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Bougainvillea						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Buddleja						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Buxus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	CalliCARPA						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Callistemon						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Calluna						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Carmelia						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Campsis						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Caryopteris						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Ceanothus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Celastrus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Celtis						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cercis						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cestrum						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Chaenomeles						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Clematis						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Clerodendrum						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Clethra						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Colutea						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cornus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Corylopsis						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cotinus						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cotoneaster						2124	3.5	MT	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cydonia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Cytisus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Daboecia						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Daphne						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Deutzia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Diervilla						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Diospyros						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Dracaena						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Elaeagnus						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Enkianthus						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Erica soorten						607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Escallonia						1214	2.5	MS	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000

Tabel 1 pagina 5

Tabel bijlage 1 pagina 5	gewas(groep) landbouw/welland	evt. Sluicetype	Gietwater		Verzadigingsextract/saturated paste		Bodemvocht		Categorie zougevoeligheid	begin groeiseizoen (wektrij)	eind groeiseizoen (wektrij)	komt beregening met oppervlaktewater voor?	beregeningszaccen (wektrij)	begin beregeningszaccen (wektrij)	eind beregeningszaccen (wektrij)	bron
			mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)								
sierheesters en klimplanten	Euonymus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Ficus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Forsythia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Fothergilla								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Fremontodendron								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Fuchsia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Genista								S	13	40					Aendeckerk, 2000
	Glyptostrobus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Halesia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Hamamelis								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Hebe								S	13	40					Aendeckerk, 2000
	Hedera								MT	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Hibiscus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Hippophae								MT	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Hydrangea								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Hypericum								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Iberis								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Ilex verticillata								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Ilex snel groeiend								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Jasminum								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Kalmia								S	13	40					Aendeckerk, 2000
	Kerria								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Koelreuteria								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Kolkwitzia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Lagerstroemia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Lantana								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Laurus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Lavandula								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Lavatera								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Leptospermum								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Lespedeza								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Leucothoe								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Ligustrum								MT	13	40					Aendeckerk, 2000
	Liriodendron								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Lobelia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Lonicera								MT	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Lupinus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Mahonia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Mandevilla								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Mimulus								MT	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Nandina								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Nothofagus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Osmanthus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Parthenocissus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Passiflora								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Pernettya								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Perovskia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Philadelphus								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Photinia								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Pieris								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Potentilla								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Prunus laurocerasus								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Pyracantha								MT	13	40					Aendeckerk, 2000
	Rhododendron								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Rhododendron								S	13	40					Aendeckerk, 2000
	Traag groeiend								S	13	40					Aendeckerk, 2000
sierheesters en klimplanten	Snel groeiend								MS	13	40					Aendeckerk, 2000
	Rhod. hirsutum								S	13	40					Aendeckerk, 2000

Tabel 1 pagina 6

Tabel bijlage 1 pagina 6 gewas(groep) landbouwverlating	evt. Schadefunctie	Gietwater		Verzadigingsextract/saturated paste		Bodemvocht		Categorie zougevoeligheid	begin groeiseizoen (wekdnr)	eind groeiseizoen (wekdnr)	komt beregening met oppervlaktewater voor?	beregeningszaccen (wekdnr)	begin beregeningszaccen (wekdnr)	eind beregeningszaccen (wekdnr)	bron
		mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)								
sierheesters en klimplanten	Rhod. praecox					607	1.5	S	13	40		13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Ribes					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Rosa					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Skimmia					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Spiraea					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Symphoricarpos					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Syringa					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Tamarix					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Ulex					2124	4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Vaccinium					607	1.5	S	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Viburnum					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Vitis					2124	4	MT	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Weigela					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Wisteria					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
sierheesters en klimplanten	Zelkova					1214	2.5	MS	13	40	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Abutilon					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Aster					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Bambusa					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Choisya					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Cuphea					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Gaultheria					607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Pachysandra					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Paeonia					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Rosmarinus					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Sedum					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Senecio					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Solanum					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Sophora					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Sorbaria					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Stephanandra					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Thymus					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Tibouchina					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Vinca					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Achillia					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Yucca					1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Adiantum					607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Allium					607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Asplenium					607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Calla					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Cautleya					607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Chelone					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Chrysanthemum					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Cimicifuga					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Cirsium					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Clematis					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Cortaderia					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Crassula					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Crococsmia					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Echium					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Eremurus					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Festuca					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Geum					607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Gypsophila					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	paniculata					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Heisanthemum					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Humulus					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Lavandula					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	
vaste planten	Lavatera					2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendeckerk, 2000	

Tabel bijlage 1 pagina 7	gewas(groei) landbouwbedrijv	erw. Siltwaterprofiel	Gietwater		Verzadigingsextract/saturated paste				Bodemvocht			Categorie zoutgevoeligheid	begin groeiseizoen (weeknr)	eind groeiseizoen (weeknr)	komt beregning met oppervlaktewater voor?	beregningseizoen (weeknr)	beregningseizoen (weeknr)	beregningseizoen (weeknr)					
			mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)	mg Cl per l	EC (dS/m)													
			schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per mg Cl/l	schadedrempel (EC)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per EC	schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per mg Cl/l	schadedrempel (EC)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per EC	schadedrempel (mg Cl/l)								Schadefunctie/% opbrengstvermindering per mg Cl/l	schadedrempel (EC)	Schadefunctie/% opbrengstvermindering per EC		
vaste planten	Leontice												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Lupinus												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Miscanthus												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Molinia												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Monarda												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Ornithogalum												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Pellaea												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Polypodium												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Primula												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Pygmaea												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Rheum												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Rosmarinus												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Rubus												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Sarracenia												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Sedum												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Selaginella												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Selene												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Solidago												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Thymus												1.5	607	1.5	S	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Waldsteinia												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	Yucca												4	2124	4	MT	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
vaste planten	overige vaste planten												2.5	1214	2.5	MS	13	48	ja	13	40	Aendekerker, 2000	
pot- en containerveld	Acer palmatum	180	0.09										2.2	9.5	2.2	MS	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Chamaecyparis	180	0.048										2.6	4.3	2.6	MT	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Chamaecyparis	180	0.0732										2.5	7.5	2.5	MS	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Ligustrum ovalif.	133	0.031										1.6	5.6	1.6	MT	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Magnolia kobus	180	0.05915										2.6	8.2	2.6	MS	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Magnolias soula	180	0.0676										1.9	9.4	1.9	MS	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Prunus laurocer	180	0.107										1.6	20.4	1.6	S	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Rhododendron r	90	0.16619										1.3	29	1.3	S	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Rhododendron r	90	0.1183										1.5	13.2	1.5	MS	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
pot- en containerveld	Viburnum thytid	266	0.0507										3.5	5	3.5	MT	13	48	ja	13	48	Aendekerker, 1990	
BOL- EN KNOLGEWASSEN																							
hyacinten													210	0.020	1.0	6	S	40	29	incidenteel	14	23	Ploegman, 1977.
tulpen													130	0.025	1.3	7	S	40	29	ja	14	23	Ploegman, 1975
narcissen													60	0.020	0.4	5	S	38	33	ja	14	23	Ploegman, 1977.
gladiolen													100	0.015	0.6	4	S	12	48	ja	14	35	Ploegman, 1972.
krokussen																		38	26	incidenteel	14	22	Ploegman, 1977.
lelies													43	0.020	0.9	3.5	S	12	48	ja	14	35	Ploegman en Bontjes, 1981
irissen																		40	29	ja	14	23	Ploegman, 1977.
GLAS																							
roze tomaten		288	0.046	1.8	7.3	345	0.039	5.11	6.53	686	0.02	8.00	4.08	T	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
rode tomaten		288	0.046	1.8	7.3	345	0.039	5.11	6.53	686	0.02	8.00	4.08	T	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
vleestomaten		288	0.046	1.8	7.3	345	0.039	5.11	6.53	686	0.02	8.00	4.08	T	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
frostomaten		288	0.046	1.8	7.3	345	0.039	5.11	6.53	686	0.02	8.00	4.08	T	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
cherry-tomaten		288	0.046	1.8	7.3	345	0.039	5.11	6.53	686	0.02	8.00	4.08	T	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
kornkommers		240	0.093	1.5	14.8	288	0.078	4.78	13.23	573	0.04	7.46	8.27	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
aardbeien onder glas		192	0.125	1.2	20	231	0.106	4.44	17.88	460	0.05	6.93	11.18	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
aardbeien onder plastic																							
rode paprika		240	0.115	1.5	18.3	288	0.097	4.78	16.36	573	0.05	7.46	10.23	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
groene paprika		240	0.115	1.5	18.3	288	0.097	4.78	16.36	573	0.05	7.46	10.23	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
gele paprika		240	0.115	1.5	18.3	288	0.097	4.78	16.36	573	0.05	7.46	10.23	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
overige paprika		240	0.115	1.5	18.3	288	0.097	4.78	16.36	573	0.05	7.46	10.23	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteel	1	48		48	Sonneveld 1988	
augurken		240	0.093	1.5	14.8	288	0.078	4.78	13.23	573	0.04	7.46	8.27	MT	1	48	ja	1	48		48	Sonneveld 1988	
radijs		320	0.033	2	5.2	383	0.027	5.34	4.65	761	0.01	8.36	2.91	MT	1	48	ja	1	48		48	Sonneveld 1988	

Tabel bijlage 1 pagina 8	gewas(groen) landbouwverlating	ew. Subcategorie	Gietwater		Verzadigingsextract/saturated paste				Bodemvocht				Categorie zougevoeligheid	begin groei seizoen (weeknr)	eind groei seizoen (weeknr)	nee, > 90 % substraatteelt oppervlaktevaste voor?	begin begeeningsseizoen (weeknr)	eind begeeningsseizoen (weeknr)	bron		
			mg Cl per l		EC (dS/m)		mg Cl per l		EC (dS/m)		mg Cl per l									EC (dS/m)	
			schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/ opbrengstvermindering per mg Cl/l)	schadedrempel (EC)	Schadefunctie/ opbrengstvermindering per EC)	schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/ opbrengstvermindering per mg Cl/l)	schadedrempel (EC)	Schadefunctie/ opbrengstvermindering per EC)	schadedrempel (mg Cl/l)	Schadefunctie/ opbrengstvermindering per mg Cl/l)								schadedrempel (EC)	Schadefunctie/ opbrengstvermindering per EC)
aubergines	240	0.086	1.5	13.8	288	0.073	4.78	12.34	573	0.04	7.46	7.71	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48	Sonneveld 1988		
overige groenten onder glas groentezaden	240	0.110	1.5	17.6	288	0.093	4.78	15.74	573	0.05	7.46	9.84	MT	1	48	ja	1	48	Sonneveld 1988		
opweekmateriaal groenten onder glas fruit onder glas														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
rozen	112	0.075	0.7	12	137	0.063	3.88	10.73	272	0.03	6.03	6.71	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
anjers	112	0.043	0.7	6.9	137	0.036	3.88	6.17	272	0.02	6.03	3.86	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
anthurium	16	0.213	0.1	34	23	0.180	3.21	30.40	46	0.09	4.96	19.00	MS/MT	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
chrysanten	112	0.076	0.7	12.1	137	0.064	3.88	10.82	272	0.03	6.03	6.76	MT	1	48	ja	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
fresias	80	0.094	0.5	15	99	0.079	3.66	13.41	196	0.04	5.67	8.58	MT	1	48	ja	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
orchideeen	16	0.156	0.1	25	23	0.132	3.21	22.35	46	0.07	4.96	13.97	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
gerbera's	80	0.123	0.5	19.7	99	0.104	3.66	17.61	196	0.05	5.67	11.01	MT	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
alstroemeria	128	0.094	0.8	15	156	0.079	3.99	13.41	309	0.04	6.21	8.38	MT	1	48	ja	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
gypsophila	112	0.043	0.7	6.9	137	0.036	3.88	6.17	272	0.02	6.03	3.86	MT	1	48	ja	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
eustoma russellianum														1	48	ja	1	48			
bouvardia	80	0.125	0.5	20	99	0.106	3.66	17.88	196	0.05	5.67	11.18	MT	1	48	ja	1	48			
lelies (broei)	80	0.125	0.5	20	99	0.106	3.66	17.88	196	0.05	5.67	11.18	MT	1	48	ja	1	48			
nerine														1	48	ja	1	48			
overige snijbloemen														1	48	ja	1	48			
kalanchoe														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
begonia														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
overige potplanten voor de bloei														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
ficus														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
Dracaena														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
overige bladplanten														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
amaryllisbollen	80	0.125	0.5	20	99	0.106	3.66	17.88	196	0.05	5.67	11.18	S	1	48	ja	1	48	Sonneveld en Voogt 1983		
bloemzaden														1	48	ja	1	48			
overige sierteeltgewassen														1	48	ja	1	48			
opweekmateriaal snijbloemen														1	48	ja	1	48			
tulpenbroei											1.5		S	1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48	pers. Med. M. van Dam		
hyacintenbroei														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
narcissenbroei														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
boomkwekerij voor vermeerdering														1	48	nee, > 90 % substraatteelt	1	48			
boomkwekerij, volledige teelt																					

Bijlage 2 Omrekeningen van EC naar chloridegehalten en vice versa

De omrekeningen voor *open teelten* zijn als volgt:

Door Roest e.a. (2003) zijn de schadefuncties (drempelwaarden en % opbrengstdervingen) op basis van geleidbaarheid (Maas & Hoffman, 1977; Tanji & Kielen, 2002) omgezet naar schadefuncties op basis van chlorideconcentraties in het bodemvocht en in het beregeningswater.

De EC in het bodemvochtextract uit de 'saturated paste' kan worden omgezet in chlorideconcentratie als:

$$C_{sp} = 151EC^{1,31}$$

C_{sp} = chlorideconcentratie in "saturated paste" mg/l
 EC = geleidbaarheid dS/m

En van chlorideconcentratie in "saturated paste" naar chlorideconcentraties bij veldcapaciteit en bij 20% beneden veldcapaciteit (gemiddelde vochtgehalte in beregende percelen) als:

$$C_{fc} = 2C_{sp} \text{ en } C_m = 1,25C_{fc} \text{ ofwel } C_m = 2,5C_{sp}$$

C_{fc} = chlorideconcentratie in het bodemvocht bij veldcapaciteit mg/l
 C_m = chlorideconcentratie bij 20% beneden veldcapaciteit mg/l

Voor de gietwaterkwaliteit (kwaliteit oppervlaktewater) wordt de volgende omzetting uitgevoerd:

$$C_g = \frac{C_{fc}}{3} \text{ ofwel } C_g = \frac{2C_{sp}}{3}$$

C_g = chlorideconcentratie in gietwater/oppervlaktewater mg/l

De relatie tussen EC-waarden en chlorideconcentraties in het oppervlaktewater en bodemvocht is afkomstig van Maas & Hoffman (1977) en Tanji & Kielen (2002) voor aride gebieden. In humide gebieden kan deze relatie anders liggen. Simulaties onder Nederlandse omstandigheden (Clevering e.a. 2006) geven aan dat gemiddeld genomen onder Nederlandse omstandigheden dezelfde chlorideconcentraties in het bodemvocht als gietwater kunnen worden aangenomen.

Voor de *teelten onder glas* geldt:

In het experimentele onderzoek zijn de schadefunctie en zoutdrempelwaarde altijd berekend ten opzichte van de EC of de Cl-concentratie in het gietwater (EC_w en Cl_w).

In de experimenten zijn bodemanalyses zijn verricht in zowel het 1:2 volume extract ($EC_{1:2}$ $Cl_{1:2}$), soms ook in verzadigingsextract (EC_e en Cl_e). Er is afzonderlijk onderzoek gedaan naar relaties tussen $EC_{1:2}$, EC_e en die in bodemvocht EC_b (via persextract)

In alle proeven is de relatie berekend tussen gemeten waarden en die in EC_w , Cl_w . De waarden variëren enigszins aangezien er in de uiteenlopende teelten niet met constante drainfracties kon worden gewerkt. Bovendien is in alle situaties ook het aandeel nutriënten aanwezig in de EC bepalingen en varieert ook per gewas.

In tabel 1 zijn de waarden voor de schadefunctie en schadedrempelwaarde voor EC en Cl in het bodemvocht (verzadigingsextract) berekend via de regressievergelijkingen. Uit de gegevensset aan regressievergelijkingen zijn de volgende gekozen voor de berekeningen in de tabel 1.

Voorbeeld chrysant

Voor de zoutdrempelwaarde:

$$EC_{1:2} = EC_w * 0.48 + 1.06$$

$$EC_e = 2.33 * EC_{1:2} + 0.63$$

$$\text{Dus } EC_e = 2.33 * (0.48 * EC_w + 1.06) + 0.63$$

$$Cl_{1:2} = Cl_w * 0.41 + 1.08$$

$$Cl_e = Cl_{1:2} * 2.89 + 1.21$$

$$\text{Dus } Cl_e = 2.89 * (0.41 * Cl_w + 1.08) + 1.21$$

Hierbij geldt voor Cl de eenheid mmol/l . In het oppervlaktewater is gemiddeld 30 % NaCl aanwezig, per mS/cm oppervlaktewater is dit 4.5 mmol/l .

$$\text{Dus } Cl_w = 4.5 * EC_w$$

Voor de schadefunctie zijn de gegevens als volgt berekend:

$$\text{schadefunctie } EC_e = \text{schadefunctie } EC_w / (2.33 * 0.48)$$

$$\text{schadefunctie } Cl_e = \text{schadefunctie } Cl_w / (2.89 * 0.41)$$

De gegevens kunnen via een volgende stap ook omgerekend worden naar bodemvocht

Hierbij geldt:

$$EC_b = 1.6 * EC_e - 0.18$$

$$Cl_b = 1.989 * Cl_e - 0.66$$

Dit levert de volgende uitkomsten

	Gietwater		Verzadigingsextract		Bodemvocht		
	T	schadefunctie	T	schadefunctie	T	schadefunctie	
EC	0.7)*	12.1	3.88	10.72	6.03	6.70	
Cl	3.15	2.6	8.06	2.25	15.37	1.13	

)* uitgegaan van gegevens chrysant cv Spider, getalswaarde <0.8 als zoutdrempelwaarde geïnterpreteerd als 0.7.

Bijlage 3 Gewassen waarvan geen zouttolerantie bekend is

In onderstaande lijst zijn gewascategorieën uit de landbouwtelling opgenomen, waarvoor geen gegevens gegeven zijn in tabel 1. tussen haakjes staat bij sommige een gewasgroep gegeven waarvan mogelijk de gegevens gebruikt kunnen worden.

Akkerbouw

Rogge
Graszaad
Karwij
Blauwmaanzaad
Luzerne
Hennep
Overige akkerbouwgewassen

Groenten en Aardbeien open grond

Prei
Overige groenten

Fruit

-

Tuinbouwzaden

Groentezaden (zelfde soorten, maar dan productie van groenten)
Bloemzaden (zelfde soorten, maar dan productie van bloemen – voor zover bekend)

Bloemkwekerijgewassen

Droogbloemen
Overige bloemkwekerijgewassen

Boomkwekerijgewassen

Vruchtbomen (zelfde soorten, maar dan voor productie van fruit)
Rozenstruiken
Vele soorten en cultivars in de overige gewasgroepen. Er zijn duizenden gewassen.

Bol- en knolgewassen

Krokus
Overige bol- en knolgewassen

Glas

Aardbeien onder plastic (aardbeien onder glas)
Groentenzaden (zelfde soorten, maar dan voor productie van groenten)
Opkweekmateriaal groenten onder glas (zelfde soorten, maar dan voor productie van groenten)
Fruit onder glas
Eustoma russellianum
Nerine
Overige snijbloemen
Kalanchoe
Begonia
Overige potplanten voor de bloei
Ficus
Dracaena

Glas (vervolg)

Overige bladplanten

Bloemzaden (zelfde soorten, maar dan voor productie van bloemen)

Overige sierteeltgewassen

Opkweekmateriaal snijbloemen (zelfde soorten, maar dan voor productie van snijbloemen)

Hyacintenbroei (Hyacinten open grond)

Narcissenbroei (Narcissen open grond)

Boomkwekerij voor vermeerdering (zelfde gewassen bij productie in de open grond)

Boomkwekerij volledige teelt (zelfde gewassen bij productie in de open grond)