



Theo Witjes, Witteveen+Bos

Olga Clevering, Praktijkonderzoek plant en omgeving WUR, thans Rijkswaterstaat Waterdienst

René Blom, Gemeente Haarlemmermeer

# Haarlemmermeer: doorspoelen of verzilten?

De gemeente Haarlemmermeer en het Hoogheemraadschap van Rijnland willen de ruimtelijke ontwikkeling in de Haarlemmermeerpolder inzetten om zoveel mogelijk een duurzaam watersysteem na te streven. Het verminderen van de hoeveelheid doorspoelwater is hierbij een belangrijk aandachtspunt. De vraag is echter in hoeverre hierdoor de chloride- en nutriëntenconcentratie in het oppervlaktewater toenemen, waardoor mogelijk schade ontstaat aan de diverse gebruiksfuncties. De auteurs hopen dat dit artikel een bijdrage levert aan de discussie 'doorspoelen of verzilten' die in het kader van het regionaal uitwerken van de verdringsreeks wordt gevoerd.

In de studie 'Watervraag Haarlemmermeerpolder' van het Hoogheemraadschap van Rijnland uit 2005 is de wateropgave voor het watertekort in de Haarlemmermeerpolder bepaald. De resultaten laten zien dat de watervraag voor peilhandhaving in de Haarlemmermeerpolder varieert tussen vijf en acht miljoen

kubieke meter voor een gemiddeld jaar. De totale watervraag (peilhandhaving én verziltingsbestrijding) varieert, afhankelijk van de toegestane chlorideconcentratie, tussen 30 en 100 miljoen kubieke meter in een droog jaar. Gemiddeld bedraagt het doorspoeldebiet 25 miljoen kubieke meter per jaar. Het hoogheemraadschap moet niet alleen

water vanuit de Hollandse IJssel aanvoeren voor het doorspoelen van de Haarlemmermeerpolder, maar ook om het zoute water dat uit de Haarlemmermeerpolder wordt uitgeslagen op de boezem, uit het boezemsysteem te spoelen.

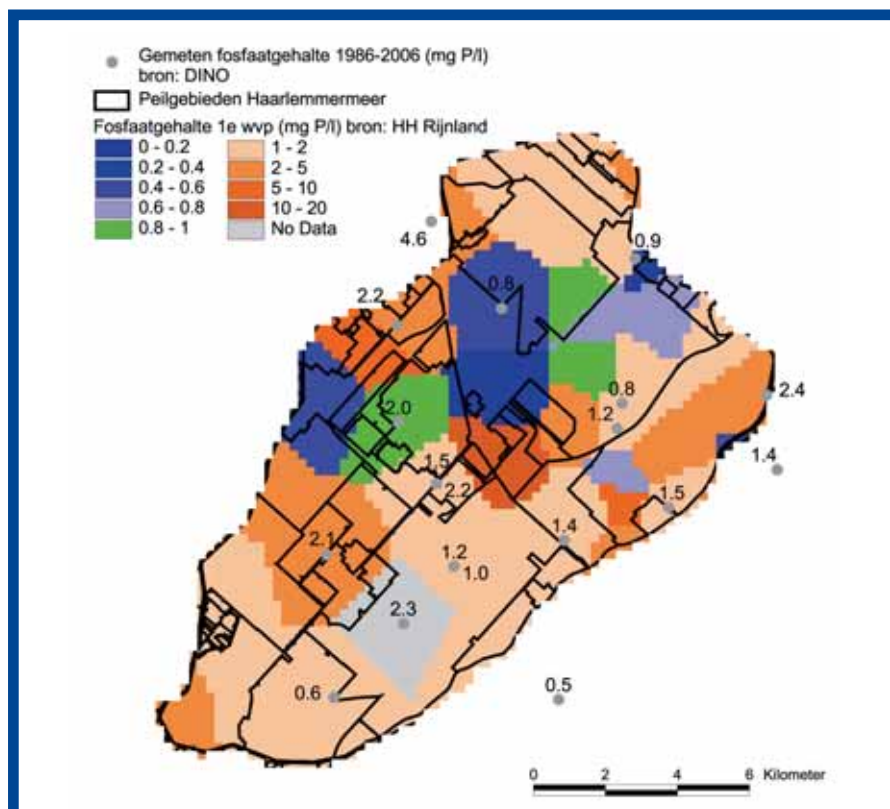
De regionale droogtestudie Midden West Nederland uit 2003 liet zien dat de Hollandse IJssel in droge en extreem droge jaren niet zoet blijft. Dergelijke droge jaren zullen als gevolg van de verandering van het klimaat in de toekomst steeds vaker voorkomen. De huidige watervoorziening voor de Haarlemmermeerpolder is dan ontoereikend. Vandaar dat het hoogheemraadschap er naar streeft dat de Haarlemmermeerpolder zoveel mogelijk zelf in haar waterbehoefte kan voorzien.

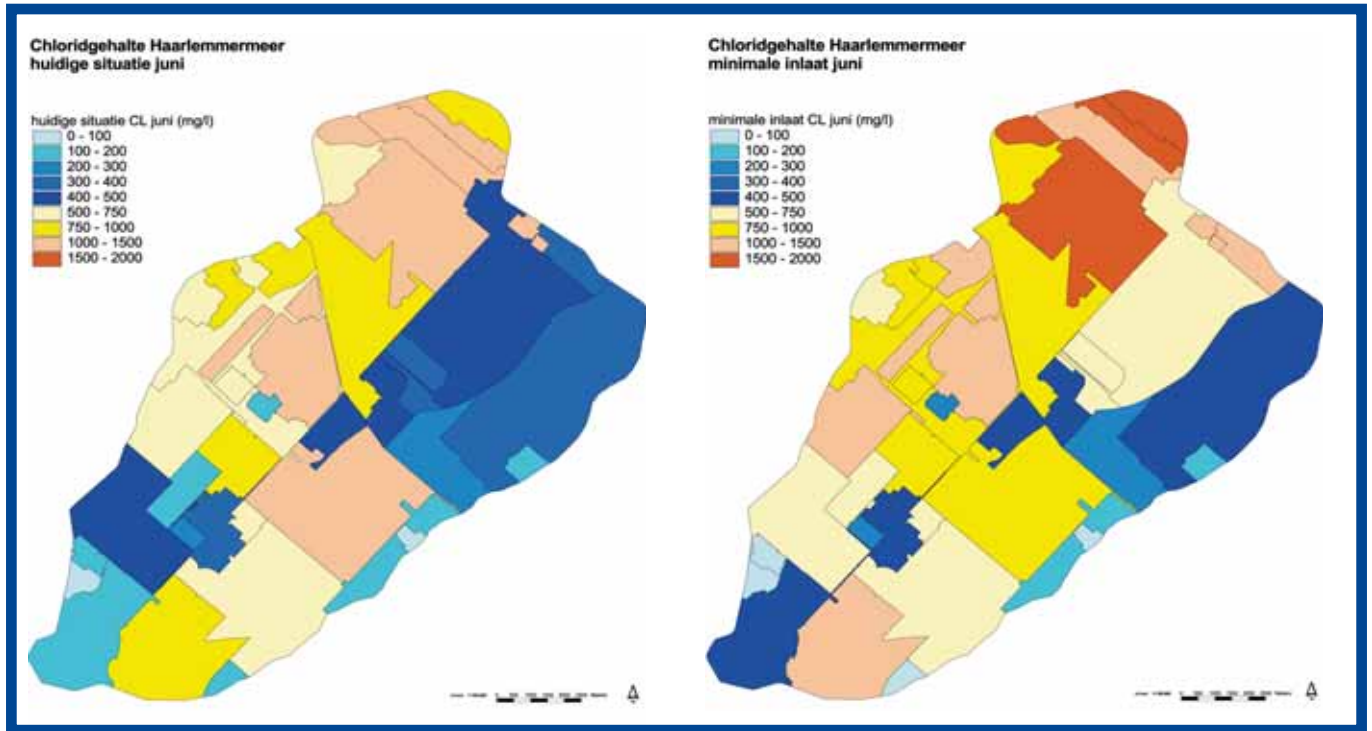
## Hydrologische aanpak

De chloride- en nutriëntengehalten in het oppervlaktewater van de Haarlemmermeer worden in belangrijke mate bepaald door de hoeveelheid en kwaliteit van de kwel (chloride, fosfaat, ammonium en nitraat). Vandaar dat een grondwatermodel is gebruikt voor het in beeld brengen van de ruimtelijke variatie van de hoeveelheid kwel en de kwaliteit van het kwelwater. Hiervoor is het bestaande 'Zuid-Holland model' van de provincie Zuid-Holland omgezet en verfijnd en verder aangepast naar een SEAWAT-grondwatermodel. In het model wordt de 3D-dichtheidsstroming onder invloed van zoutconcentratieverschillen meegenomen. Afbeelding 1 geeft een illustratie van het berekeningsresultaat met het grondwatermodel voor het fosfaatgehalte in het kwelwater.

Voor het in beeld brengen van de ruimtelijke variatie van de kwaliteit van het oppervlakte-

Afb. 1: Berekend fosfaatgehalte in het grondwater (huidige situatie).





Afb. 2: Concentratie chloride in het oppervlaktewater in de huidige situatie en een situatie met minimale inlaat (juni).

water (chloride, fosfaat en stikstof) en de verblijftijden is een oppervlaktewatermodel op peilvakniveau gemaakt. De water in- en uitlaatgegevens per peilvak is door middel van interviews met de beheerders zo goed mogelijk ingeschat. De wellen, een typisch fenomeen van de Haarlemmermeerpolder, zijn per peilvak opgenomen op basis van veldgegevens. Het totale debiet van de wellen is gekalibreerd op de gemeten chlorideconcentraties. De inlaatdebieten vanuit de boezem zijn eveneens gekalibreerd op de chlorideconcentraties in de Haarlemmermeer<sup>1)</sup>. Het oppervlaktewatermodel is verder gekalibreerd op de gemeten uitmaatdebieten en op de berekende waterstanden op enkele representatieve lokaties in de polder.

Met de modellen is de huidige situatie en de situatie met minimale inlaat dynamisch berekend. Voor de situatie met minimale inlaat wordt de waterinlaat vanuit de boezem polderpeilgestuurd berekend. Bij de uitkomsten is niet alleen gekeken naar de concentraties van de verschillende stoffen, maar ook naar de verblijftijden die in elk peilvak zouden ontstaan bij minimalisering van de inlaat.

Ter illustratie is het berekeningsresultaat van de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater in juni weergegeven in afbeelding 2 voor de huidige situatie en de situatie met minimale inlaat. Soortgelijke afbeeldingen zijn ook gemaakt voor stikstof, fosfaat en de verblijftijden in de maanden maart tot en met september.

### Hydrologische resultaten

In de huidige situatie wordt gemiddeld 25 miljoen kubieke meter water per jaar ingelaten. Uit de berekeningen blijkt dat in een gemiddelde situatie alleen voor peilhandhaving circa 1,5 miljoen kubieke meter water nodig is. De veranderingen van de chlorideconcentraties die daardoor

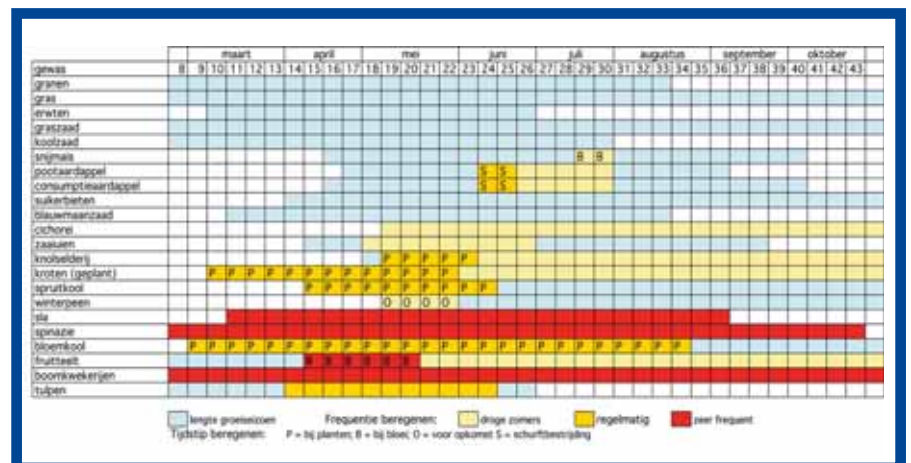
optreedt in de diverse peilvakken, is afhankelijk van de meteorologische omstandigheden en ligt genuanceerd. Maar op hoofdlijnen geeft afbeelding 2 een aardig ruimtelijk beeld. Ten aanzien van stikstof verandert relatief weinig wanneer het inlaatdebiet beperkt wordt tot 1,5 miljoen kubieke meter per jaar. Het areaal waar in de huidige situatie het zomergemiddelde tussen 1,0 en 2,2 mg N/l ligt, verandert nauwelijks. In een enkel gebied, waar nu al een hoge concentratie stikstof wordt aangetroffen (tussen 2,2 en 4,4 mg/l), neemt de concentratie verder toe (4,4 tot 6,6 mg/l). Het beeld dat voor stikstof geldt, geldt ook voor fosfaat. Ten aanzien van de toename van de verblijftijd is vooral in het noordelijke deel van de Haarlemmermeerpolder sprake van een behoorlijke toename van het gebied waar de verblijftijd groter wordt dan 20 dagen (als zijnde de maat waar het risico van algengroei toeneemt).

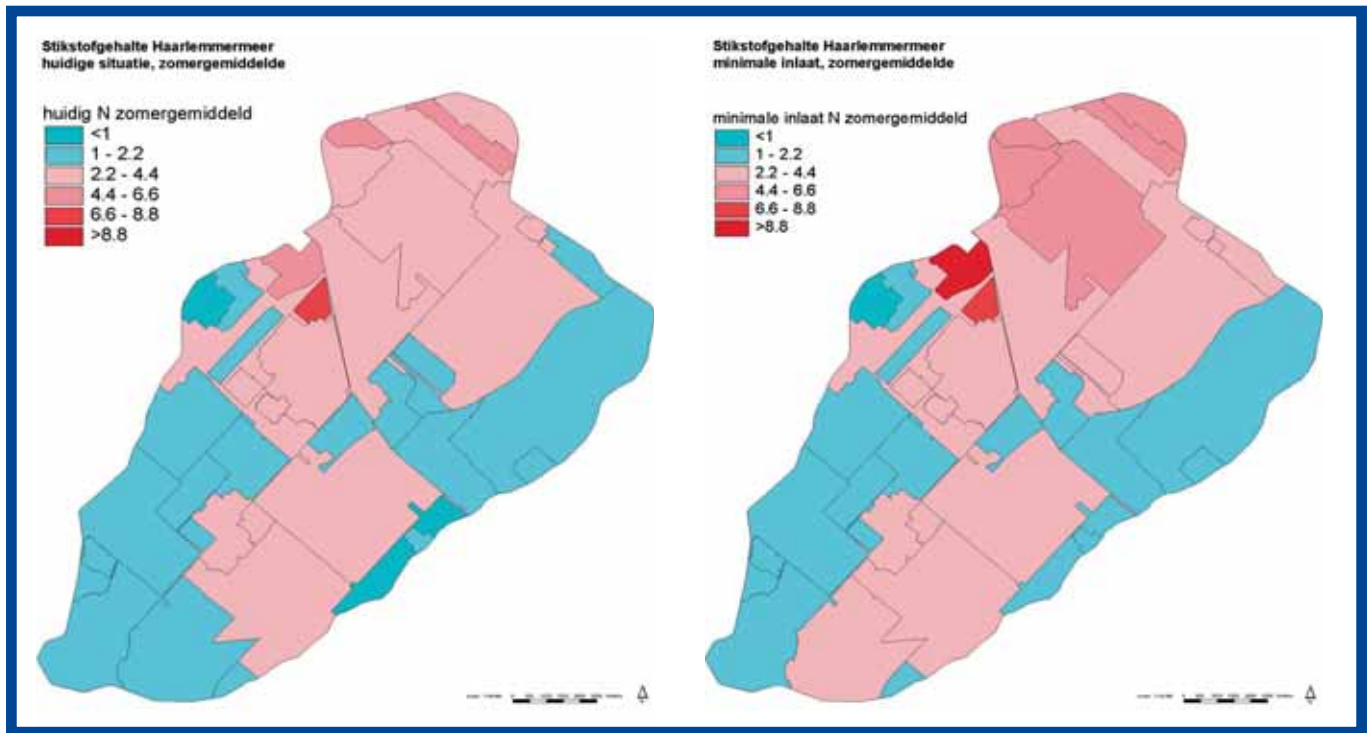
### Schade aan landbouw

Aan de hand van gewasschadefuncties in

combinatie met de beregeningsbehoefte van de gewassen in de Haarlemmermeerpolder (afbeelding 3) is de toename in de zoutschade in beeld gebracht voor een droge en extreem droge zomer. In afbeelding 3 valt op dat een groot aantal gewassen niet wordt berekend en derhalve geen schade ondervindt als gevolg van vermindering van de inlaathoeveelheid. Bij snijmaïs kan beregenen bij de bloei van belang zijn voor een goede kolfproductie; bij aardappel is vooral beregenen tegen schurft bij de knolzetting belangrijk. Momenteel is beregenen uit oppervlaktewater vanwege bruinrot in een deel van de Haarlemmerpolder niet toegestaan. Bij een aantal gewassen is het belangrijk dat voldoende vocht aanwezig is om plantmateriaal aan te laten slaan. Deze gewassen (knolselderij, krotten, spruitkool en bloemkool) kennen vaak meerdere planttijdstoppen. De gift blijft vaak beperkt tot éénmalig 20 à 25 mm. Bij winterpeen is het van belang dat de bodem tussen zaaien en opkomst voldoende vochtig

Afb. 3: Beregeningsbehoefte.





Afb. 4: Zomergemiddelde stikstofgehalte (huidige situatie en situatie met minimale inlaat).

blijft. Bij fruitteelt is het vooral van belang dat rond de bloei kan worden berekend in verband met bestrijding van vorstschade. In die periode is er over het algemeen minder snel sprake van een tekort aan (zoet) oppervlaktewater.

Wanneer in de huidige situatie (periode 1997-2003) de waterinlaat verminderd zou zijn tot het niveau van peilhandhaving, dan zou lokaal een toename van de droogte- cq. zoutschade ontstaan. De schade is vooral te verwachten bij gewassen zoals sla, tulpen, boom- en fruitteelt (samen circa 1,6 procent van het areaal in de Haarlemmermeerpolder in 2004-2005) en in iets mindere mate in gewassen als aardappelen, uien en waspeen (18,7 % van het areaal) en niet of nauwelijks in gewassen als bieten, granen en grasland (samen 68,1 procent van het areaal in de Haarlemmermeerpolder in 2004-2005). Lokaal en door de jaren heen kan de schade voor met name de landbouw groter zijn dan in deze verkennende studie op basis van meerjaren gemiddelde maandelijkse neerslag- en verdampingsgegevens is berekend. Ook maakt de toename van de chlorideconcentratie het minder aantrekkelijk om ter afwisseling van de meer traditionele akkerbouwgewassen een hoog salderend gewas als tulpen te telen. Ingrijpende maatregelen, zoals seizoensberging, ter vermindering van de schade voor de landbouw zijn - uitgaande van een gemiddelde meteorologische situatie - al snel niet rendabel. Dit komt omdat de toename van de zoutschade te gering is om dergelijke maatregelen terug te verdienen. De meest voor de hand liggende maatregel is om in gemiddelde meteorologische jaren (enige mate) van doorspoeling in delen van de toekomstige landbouwgebieden in stand te houden. Daarbij kan zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van de huidige infrastructuur, waarbij water vanuit de

Ringvaart wordt ingelaten. Het verplaatsen van intensieve teelten, die gevoelig zijn voor hogere chlorideconcentraties, naar peilvakken met lage chlorideconcentraties of naar locaties in de nabijheid van de ringvaart, is ook een mogelijke maatregel. Door de inlaat ten behoeve van het doorspoelen in de tijd gefaseerd af te bouwen, gelijklopend met de afname in het landbouwareaal, kan de toename van de schade voor de landbouw zoveel mogelijk beperkt blijven.

#### Schade aan het milieu

Vanuit ecologisch perspectief leidt vermindering van de waterinlaat tot het ontstaan van meer gradiëntsituaties ten aanzien van chloride. Dat wordt als positief beoordeeld. De veranderingen in de concentraties nutriënten wordt als neutraal beoordeeld. Feitelijk omdat de huidige situatie al slecht is, en de situatie met verminderde inlaat geen duidelijke verbetering of verslechtering oplevert (afbeelding 4).

Een specifiek probleem in de Haarlemmermeer is het hoge gehalte ammonium in het kwelwater. Daardoor kan als gevolg van nitrificatie het oppervlaktewater zuurstofarm worden. Daarnaast is ammonium in hoge concentraties toxisch voor vissen. Een toename van de verblijftijd kan deze problemen verergeren, maar in de huidige situatie komen in de peilvakken waar nu ook al langere verblijftijden gelden, geen concrete problemen voor. Derhalve wordt ingeschat dat een toename van eventuele problemen voor dit aspect beperkt blijven. Aanvullend onderzoek naar dit onderdeel is echter gewenst.

#### Discussie over de zoutschade

Uit deze studie blijkt dat genuanceerd met de diverse zoutschadefuncties voor de landbouw moet worden omgegaan.

Zowel de reikwijdte ervan (ofwel de herkomst van de schadefuncties: aride-gebieden versus gematigde gebieden) als de verschillen tussen gewassen ten aanzien van zouttolerantie en de beregeningsbehoefte gedurende het jaar dienen meegenomen te worden bij de analyse. In vochtige gebieden, zoals West-Europa, kan beregenen met brak water vaak minder kwaad dan in droge gebieden<sup>4)</sup>. Vaak valt later in het groeiseizoen voldoende neerslag om de in de bodem opgehoopte zouten uit te spoelen. Bij afwezigheid van zoet water kan beregenen met brak water dus een optie zijn. De voorliggende vraag is dan natuurlijk wanneer gaat zoutschade optreden? Een complicerende factor hierbij is dat voor de oppervlaktewaterkwaliteit geen éénduidige normering bestaat. Bovendien wordt vaak voor de gehele groep van akkerbouw- en groentegewassen dezelfde norm gehanteerd, terwijl binnen beide groepen een grote spreiding in zouttolerantie optreedt.

Voor de Droogtestudie Nederland zijn door Roest e.a.<sup>8)</sup> schadefuncties uit de internationale literatuur<sup>7),9)</sup> op basis van elektrische geleidbaarheid in (over)verzadigd bodemvochtextract omgezet naar schadefuncties op basis van chlorideconcentraties in het bodemvocht en vervolgens naar die in het beregeningswater. Bij deze omzettingen wordt aangenomen dat het gemiddelde vochtgehalte van beregende gronden ongeveer 20 procent lager is dan het vochtgehalte bij veldcapaciteit. Verder wordt uitgegaan van 3,75 x lagere drempelwaarden voor chloride in beregeningswater als in bodemvocht. Dit verband is gebaseerd op de irrigatiepraktijk in aride en semi-aride gebieden, waar landbouwgewassen zeer frequent moeten worden beregend<sup>2)</sup>. Onder Nederlandse omstandigheden wordt de zoutschade die ontstaat door met brak water te beregenen, sterk bepaald door de totale



**Gemaal Cruquius, een icoon van het waterbeheer in de Haarlemmermeer.**

benodigde gift en dus door het weerjaar en de grondsoort. Door Hellings<sup>5)</sup> is berekend dat in een gemiddeld weerjaar een beregeningsgift van respectievelijk 100, 200 en 300 mm leidt tot een half zo hoge, een even hoge of een anderhalf maal hogere chlorideconcentratie in het bodemvocht dan in het beregeningswater. Door Clevering e.a.<sup>5)</sup> is de opbrengst van consumptieaardappel over een periode van 30 jaar gesimuleerd. Uit deze berekeningen blijkt dat in droge Nederlandse zomers de chlorideconcentraties in beregeningswater ongeveer gelijk zijn aan de gemiddelde concentraties in het bodemvocht. In extreem droge zomers kunnen de chlorideconcentraties in het bodemvocht oplopen tot anderhalf maal de concentraties in het beregeningswater. Dit is dus fors lager dan het verschil van 3,75 waarop Roest e.a.<sup>8)</sup> de chloridenormen voor beregeningswater baseren. Voor extreem droge zomers is in deze studie voor de Haarlemmermeer gerekend met anderhalf maal hogere chlorideconcentraties in het bodemvocht als in het beregeningswater.

Chlorideconcentraties in het bodemvocht worden dus sterk bepaald door de totale beregeningsgift. Door Clevering e.a.<sup>5)</sup> is met het agrohydrologisch model SWAP berekend dat in de extreem droge zomer van 1976 een totale gift van 360 mm nodig is om droogteschade in aardappels op lichte klei in Zeeland te voorkomen. Een dergelijke hoge gift is vanwege beperkingen aan de beregeningscapaciteit op landbouwbedrijven vaak niet realistisch. Dit betekent dat in praktijk de chlorideconcentraties in het bodemvocht minder zullen oplopen (er wordt meer droogteschade getolereerd) dan berekend in deze modelstudie.

Uit verschillende praktijkproeven blijkt dat in niet al te extreem droge jaren de meeste gewassen met vrij hoge chlorideconcentraties kunnen worden beregend. Ook kan de gewaskwaliteit een rol meespelen in de beslissing om al dan niet met brak

oppervlaktewater te beregenen. Zo wordt door Veerman & Van den Boogert<sup>10)</sup> geconcludeerd dat vier procent zoutschade in aardappel door beregening met 4.000 mg/l chloride in de periode van knolzetting niet opweegt tegen het risico van ernstige schurftaantasting. Op de proefbedrijven van PPO in de IJsselmeerpolders wordt soms met brak grondwater (1.000-1.500 mg/l chloride) beregend rond het zaaien of planten van wortels, witlof, spruiten en ijsbergsla, en gedurende de teelt van spinazie en tulpen. De totale giften variëren tussen 20 en 50 mm. Dat koolgewassen relatief zouttolerant zijn, blijkt uit het feit dat vroeger werd geadviseerd om bij planten te bemesten met grote hoeveelheden kalizout. Ook uit het beregeningsadvies voor bloembollen uit 1978 blijkt dat in niet extreem droge jaren op zavelgronden nog tot hoge chlorideconcentraties (< 1.500 mg/l) kan worden beregend.

Een punt van aandacht is dat de chloride-normen afgeleid zijn van met name Amerikaanse veldproeven, waarbij gewassen het gehele groeiseizoen aan dezelfde chlorideconcentratie worden blootgesteld. Bovendien kunnen de onderzochte rassen verschillen van de Nederlandse. Onder Nederlandse omstandigheden valt te verwachten dat gewassen bij brakwater beregenen aan wisselende chlorideconcentraties worden blootgesteld. Dit betekent dat gewassen zich fysiologisch aan deze wisselingen moeten aanpassen. Deze aanpassingen kunnen veel energie vergen (aanpassingen wortelstelsel, aanmaak secundaire plantenstoffen en dergelijke), wat ten koste gaat van de groei. Het is onduidelijk in hoeverre de zouttolerantie van gewassen afwijkend is tussen periodieke en continue blootstelling aan zout. Dit is alleen door experimenteel onderzoek na te gaan.

### Consequenties

Als gevolg van de klimaatverandering is het te verwachten dat het watertekort in

de zomer zal toenemen. Steeds vaker zal de waterbeheerder moet afwegen of en hoeveel water ingelaten wordt in bepaalde poldersystemen. Daarom wordt het steeds belangrijker een goed beeld te hebben van de consequenties van vermindering van de waterinlaat. De discussie ten aanzien van de consequenties voor de landbouw ligt over het algemeen gevoelig. Daarom is bij dergelijke strategische afwegingen het van groot belang om bij het bepalen van de zoutschade de herkomst en achtergronden van de te gebruiken schadefuncties te kennen en dit, samen met de beregeningsbehoefte en -periode van de verschillende gewassen, te betrekken bij de analyse van de resultaten. Ook zou gekeken kunnen worden naar de zout- cq. droogteresistentie van nieuwe rassen. Alleen dan kan een realistische inschatting gemaakt worden van de mogelijke schade en een goede afweging gemaakt worden of het verminderen/ beëindigen van het doorspoelen van bepaalde poldergebieden een realistisch alternatief is en of en welke aanvullende maatregelen daarbij noodzakelijk zijn. Door in deze studie genuanceerd om te gaan met de bepaling van de toename van de zoutschade, bleek er voor de landbouw meer mogelijk te zijn dan op voorhand werd ingeschat. Maar ook dat lokaal de schade bij zoutgevoelige gewassen behoorlijk kan toenemen (in extreem droge perioden) en dat aanvullende grootschalige maatregelen al snel niet rendabel zijn.

### LITERATUUR

- 1) Alterra (2005). Onderbouwing wateropgave Haarlemmermeerpolder.
- 2) Ayers R. en D. Westcot (1989). Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. FAO.
- 3) Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw, afdeling Bloembollen (1993). Beregenen van Bloembolgewassen.
- 4) Bernstein L. (1964). Salt tolerance of plants. Agricultural information bulletin 283 n1. U.S. Dept. of Agriculture.
- 4) Clevering O., P. van Bakel en J. Kroes (2006). Opbrengst van consumptieaardappel gesimuleerd. In: Transitie en toekomst van Deltalandbouw ed. L. Stuyt. Alterra-rapport 1132.
- 5) Hellings A. (1974). Richtlijnen voor de beregening van groentegewassen in de volle grond. Bedrijfsontwikkeling 5 (7/8), pag. 661-665.
- 6) Maas E en G. Hoffman (1977). Crop salt tolerance -current assesment. J. Irrig. And Drainage Div., ASCE 103 (IR2), pag. 115-134.
- 7) Roest C., P. van Bakel en A. Smit (2003). Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouw-gewassen ten behoeve van de berekening van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium. Alterra, ten behoeve van de Droogtestudie Nederland.
- 8) Tanjii K en N. Kielen (2002). Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and drainage paper XIV. FAO, Rome.
- 9) Veerman A. en P. van Boogert (2003). Inventarisatie van nieuwe en bestaande mogelijkheden voor de bestrijding van schurft in aardappelen. PPO 510270.
- 10) Witteveen+Bos (2003). Regionale verkenning zoetwatervoorziening Midden-West Nederland. Verificatieberekeningen Rw1145-6. In opdracht van RIZA.