

Watersituatie Reigersbergsche polder



Eindrapport over de watersituatie van de Reigersbergsche polder en een beschouwing van de mogelijkheid om de huidige watervoorziening te vervangen door een alternatieve voorziening met Water uit de Wal.

Opgesteld in opdracht van de Stuurgroep Water uit de Wal

Bij de foto: deel van het studiegebied met diagonaal van linksboven naar rechtsonder het Schelde-Rijnkanaal en het links daarnaast liggende spuikanaal. Op de voorgrond de spuikom met in de rechtsbovenhoek de (door bomen aan het zicht onttrokken) Stuw Brugweg. Boven de spuikom is de Paviljoenpolder zichtbaar en een klein hoekje van de Reigersbergsche polder. De Stuw Brugweg is te beschouwen als het regelpunt van waaruit het Water uit de Wal ofwel naar de spuikom loopt en van daar naar de Westerschelde, ofwel wordt afgeleid naar de Paviljoenpolder en vandaaruit kan worden doorgevoerd naar de Reigersbergsche polder.

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	3
2. Inleiding	4
3. Reikwijdte van dit rapport.....	4
4. Situatieschets Reigersbergsche polder	5
5. Termen in de waterbalans	6
5.1 Neerslag.....	6
5.2 Kwel	6
5.3 Verdamping.....	6
5.4 Afvoer.....	7
5.5 De bodem als spons.....	7
5.6 De natuurlijke waterbalans.....	7
6. De waterbalans met externe aanvoer van Water uit de Wal	9
6.1 Aanbod Water uit de Wal.....	9
6.2 Modelmatig beregenen	11
6.3 Realiteitsgehalte van deze beregeningsstrategie	14
6.4 Implicaties voor een rationele beregeningsstrategie	15
7. Beschouwing van de huidige waterbalans van de Reigersbergsche polder	16
8. Conclusies	18
Bijlage I → Toelichting op de wiskundige vergelijkingen.....	19
Bijlage II → Gevoeligheidsanalyse.....	21
Bijlage III → Vergelijking met eerdere publicaties van Grontmij.....	23

Colofon

Dit rapport is een product van de projectgroep Water uit de Wal, waarin de volgende instanties vertegenwoordigd zijn: Brabant Water, Evides, provincie Noord-Brabant, provincie Zeeland, Rijkswaterstaat directie Zeeland, waterschap Brabantse Delta en waterschap Scheldestromen

Contactpersoon
Vincent Klap
Directie Ruimte Milieu en Water
Provincie Zeeland
Postbus 165
4330 AD Middelburg
0118 75 21 20
va.klap@zeeland.nl

dd. 8 maart 2012

1. Samenvatting

Wanneer het Volkerak-Zoommeer zout wordt, komt de huidige zoetwatervoorziening van de Reigersbergsche polder te vervallen en moet in een alternatief worden voorzien. Dit rapport beschrijft twee teruggerekende waterbalansen voor de groeiseizoenen¹ 2002-2010 voor de Reigersbergsche polder, t.w. (i) de virtuele zonder externe aanvoer en (ii) de eventueel toekomstige, maar vooralsnog virtuele, met aanvoer van Water uit de Wal. Ter vergelijking is ook de actuele zoetwatervoorziening vanuit het Volkerak-Zoommeer beschouwd.

De hoofdvraag van dit rapport luidt: **in hoeverre had overtollig Water uit de Wal in de groeiseizoenen 2002-2010 kunnen voorzien in de reguliere waterbehoefte van de Reigersbergsche polder?**

De virtuele waterbalans zonder externe aanvoer kenmerkt zich door een gestaag oplopend neerslagtekort gedurende het groeiseizoen. Vanaf eind juni kan dat tot droogtestress leiden. De gemiddelde watervraag piekt begin augustus, waarbij het niveau van droogtestress net wordt bereikt, maar niet significant wordt overschreden. In drie groeiseizoenen zou er sprake zijn geweest van forse droogtestress, in drie andere van milde droogtestress, terwijl er in de resterende vier groeiseizoenen geen droogtestress zou zijn opgetreden.

Wanneer alleen overtollig Water uit de Wal beschikbaar is, bepaalt de benutting ervan of er droogtestress optreedt. Aan de hand van een mathematisch model is het effect van beregening doorgerekend. De resultaten wijzen uit dat indien al wordt beregend wanneer minder dan de helft van de voor de plant beschikbare waterbuffer uit de bodem is verdwenen, Water uit de Wal in acht van de negen groeiseizoenen voldoende water zou hebben geleverd om in de behoefte van de Reigersbergsche polder te voorzien. Deze aanpak, aangeduid als *preventief beregenen*, benut het waterhoudend vermogen van de bodem door vroegtijdig water toe te voegen. Er zou ruim voldoende Water uit de Wal beschikbaar zijn geweest voor deze aanpak.

Het is goed te beseffen dat bovenstaande conclusie is gebaseerd op de hoeveelheid overtollig Water uit de Wal in de periode 2002-2010. Omdat die niet gegarandeerd is, biedt de positieve uitkomst van deze analyse geen garantie voor de toekomst. Niettemin maakt hij duidelijk dat gemiddeld slechts ongeveer een kwart van het aanbod Water uit de Wal nodig zou zijn geweest, zodat de marge ruim is. De belangrijkste onzekerheid wat die toekomst betreft lijkt dan ook te zitten in een drastisch hoger watergebruik in het gebied ten oosten van het Schelde-Rijnkanaal en in de Reigersbergsche polder zelf. Zeker wanneer het gebruik in de hoogzomer zou toenemen. De invloed van klimaatverandering is lastiger te voorspellen, vanwege de grote onzekerheid over zomerse neerslagpatronen. Sowieso zijn natuurlijke extremen mogelijk, zoals die in het voorjaar van 2011. Zekerder lijkt de aanname dat de verdamping zal toenemen, als gevolg van de verwachte temperatuurverhoging.

De huidige voorziening met externe wateraanvoer uit het Volkerak-Zoommeer is nog iets hoogwaardiger. Weliswaar wordt de inname van water in het tweede deel van de zomer met regelmaat gestaakt wegens te hoge gehalten blauwalgen, maar omdat de wateraanvoer vanuit het Volkerak-Zoommeer voor half juli nagenoeg ongelimiteerd is, is droogtestress na die tijd zelden aan de orde. Alleen in het groeiseizoen van 2003 zou droogtestress zijn opgetreden.

¹ Voor het groeiseizoen wordt de periode van 1 april tot 1 september aangehouden

2. Inleiding

Om de waterkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer te verbeteren bestaat het voornemen het meer weer zout te maken. Voorafgaand moeten gebieden die nu hun zoet water betrekken uit het nog zoete meer, voorzien worden van een alternatieve zoetwatervoorziening. Eén van die gebieden is de Reigersbergsche polder.

Nabij deze polder is een zoetwaterbron beschikbaar in de vorm van overtollig Water uit de Wal. De centrale vraag van dit document luidt: **in hoeverre had overtollig Water uit de Wal in de groeiseizoenen 2002-2010 kunnen voorzien in de reguliere waterbehoefte van de Reigersbergsche polder?** Gegevens van neerslag, verdamping en wateraanvoer van Water uit de Wal uit de periode 2002-2010 zijn beschikbaar om deze vraag voor die groeiseizoenen te beantwoorden. Via een cijfermatige historische exercitie kan de watervraag van de polder per dag gedurende het groeiseizoen worden bepaald en worden nagegaan of met alleen het beschikbare Water uit de Wal droogtestress voorkomen had kunnen worden. Naast deze analyse van de virtuele situatie met alleen Water uit de Wal als externe bron, is ook de huidige situatie met water uit het Volkerak-Zoommeer beschouwd. Het rapport sluit af met drie bijlagen; bijlage I met een overzicht van de gebruikte mathematische vergelijkingen, bijlage II met een gevoeligheidsanalyse van het gebruikte mathematische model en bijlage III met een vergelijking van de uitkomsten van dit rapport met die van twee eerder verschenen rapporten van de Grontmij over de zoetwatervoorziening van de Reigersbergsche polder.

3. Reikwijdte van dit rapport

Het is zinnig vooraf stil te staan bij de reikwijdte van dit rapport. Basaal is dat alle berekeningen en beschouwingen zijn gebaseerd op de vraag- en aanbodgegevens van de afgelopen tien jaar. Doordat het een terugblik is, kan gebruik worden gemaakt van gemeten cijfers van verdamping, neerslag en extern wateraanbod. Deze zijn op dagbasis beschikbaar en nauwkeurig. De berekeningen die er vervolgens mee zijn uitgevoerd zijn voor de natuurlijke waterbalans rechttoe rechtaan, maar voor de situatie met externe aanvoer noodzakelijkerwijs een modelmatige versimpeling van de werkelijkheid.

Het ware interessant geweest ook het extreem variabele hydrologische groeiseizoen 2011, gekenmerkt door een zeer droge periode tot juli en een zeer natte periode daarna, mee te nemen in de analyse. Vanwege ontbrekende aanvoergegevens van Water uit de Wal was dat echter onmogelijk. Wel is de natuurlijke waterbalans voor dit groeiseizoen bepaald en gepresenteerd. De voorzomer van 2011 maakte duidelijk dat de waterbeschikbaarheid in Nederland onder dit soort omstandigheden op tal van plaatsten zijn limiet bereikt. Uiteraard veranderde dat beeld drastisch in de periode daarna. Ook het weer kan verkeren. Voor de omgeving van het Volkerak-Zoommeer waren de gevolgen van de droogte overigens beperkt, omdat de kwantitatieve beschikbaarheid van water uit het Volkerak-Zoommeer niet in het geding was. Wel is door de lage rivierafvoer het Volkerak-Zoommeer beperkt doorgespoeld en daardoor de chloridenorm van 450 mg/l geruime tijd overschreden. De inname van water in de Reigersbergsche polder is daardoor echter niet gestopt en dus ook het beregenen niet.

Hoewel er vanuit mag worden gegaan dat de watersituatie niet abrupt wijzigt, zijn er enkele factoren die maken dat het overall beeld uit dit rapport een onbekende geldigheidsduur heeft. De eerste factor is klimaatverandering. Alle klimaatscenario's gaan uit van stijgende temperaturen waardoor de verdamping zal toenemen. Wat neerslag betreft zijn de scenario's minder eenduidig; de zomerse neerslag kan zowel toenemen als afnemen, afhankelijk van de overwegende stromingsrichtingen in de hogere luchtlagen. De snelheid van deze verandering is betrekkelijk laag, de mogelijkheid er invloed op uit te oefenen nihil. Klimaatverandering is

uiteraard niet alleen van toepassing op de Reigersbergsche polder, maar geldt voor het hele land (en ruimer). Zonder klimaatverandering als onbeduidende ontwikkeling te willen afdoen, lijkt hij de watersituatie in de Reigersbergsche polder in de komende decennia minder te bepalen dan de menselijke keuzen ten aanzien van de benutting van het zoete water. Zo zal intensivering van de landbouw in de Reigersbergsche polder de watersituatie waarschijnlijk sterker beïnvloeden. Een derde denkbare factor is een afname van de hoeveelheid overtollig water wegens toenemend watergebruik aan de oostkant van het kanaal. Kortom, zowel de elementen als de mens zorgen voor een ongewisse toekomst met betrekking tot vraag en aanbod op de wat langere termijn. In de beschouwing op de resultaten zal hier in kwalitatieve zin op worden ingegaan.

4. Situatieschets Reigersbergsche polder

Het aanvoergebied Reigersbergsche polder omvat ook een deel van de Tweede Bathpolder (fig. 1). In het rapport wordt verder steeds de benaming Reigersbergsche polder gehanteerd.



Figuur 1. Overzichtskartaal van de Reigersbergsche polder en een deel van de Tweede Bathpolder met hun functionele areaalindeling. De gearceerde polder langs het Bathse Spuikanaal (= Volkerak-Zoommeer) is de Paviljoenpolder. Tevens zijn het inlaatgemaal (ster) en de Stuw Brugweg (cirkel) aangeduid.

Dit aanvoergebied, met een oppervlakte van 1248 ha ligt in Zuid-Beveland direct westelijk van het Bathse Spuikanaal en het Schelde-Rijnkanaal². Voor de waterbalansberekeningen is een areaal van 1082 ha aangehouden, zijnde het onverharde oppervlak. 946 ha hiervan is cultuurareaal en wordt hoofdzakelijk benut voor akkerbouw en daarnaast voor fruitteelt en bometeelt. Het restant is 136 ha groen/blauw niet-cultuurareaal, bestaande uit grasstroken, water en loofbos (bosschages). De 166 ha verharde terrein (bebouwing en wegen) is in dit rapport verder niet in beschouwing genomen wegens de beperkte relatie met de waterbalans.

² Waar in de tekst gesproken wordt van het kanaal, wordt daar mee bedoeld de combinatie van Schelde-Rijnkanaal en het daarnaast gelegen Bathse Spuikanaal.

In de figuur is met een rode ster de locatie van het gemaal aangegeven waarmee water uit het Volkerak-Zoommeer kan worden ingelaten in de Reigersbergsche polder. De rode cirkel geeft de positie aan van de Stuw Brugweg. Aan de oostzijde van deze stuw verzamelt zich het overtollige water van de oostzijde van het kanaal (Water uit de Wal). Water dat over de stuw loopt, komt in de spuikom van waaruit het onder vrij verval naar de Westerschelde stroomt. Door de klep van de stuw hoog te zetten kan het water ook noordelijk in de richting van de Paviljoenpolder worden gestuwd (rode lijn met pijl). Deze polder valt in de bestaande situatie niet binnen het aanvoergebied van de Reigersbergsche polder en is dus buiten beschouwing gelaten bij de analyses in dit rapport. Om het water vanuit de Paviljoenpolder de Reigersbergsche polder in te kunnen leiden moet een nieuw aanvoergemaal worden aangelegd en enkele aanvullende aanpassingen aan het watersysteem worden doorgevoerd.

5. Termen in de waterbalans

Voor een balansberekening kan de polder in een eenvoudige benadering beschouwd worden als een bak grond (zonder bodem) die water ontvangt in de vorm van neerslag en kwel en waaruit water ontwijkt door verdamping, inzijing en afvoer naar het hoofdwatersysteem. Voor het opstellen van zo'n natuurlijke waterbalans hoeft men feitelijk alleen de neerslag, de verdamping en de afvoer te kennen en de kleinere termen kwel en/of inzijing. Dit hoofdstuk beschrijft in § 5.6 de natuurlijke waterbalans gedurende de groeiseizoenen (tussen 1 april en 1 september). In deze periode treedt een neerslagtekort op en droogt “de bak” dus in een natuurlijke situatie uit. Landbouwkundig is dat een probleem, omdat water essentieel is voor het telen van gewassen. Inzicht in de natuurlijke waterbalans is nuttig om te zien welk tekort door extern water moet worden aangevuld. Hoofdstuk 6 behandelt de waterbalans waarom het in dit rapport echt te doen is, nl. die in de situatie met Water uit de Wal als enige externe waterbron. Alvorens de waterbalansen te berekenen, lopen we de balanstermen langs.

5.1 Neerslag

De neerslag in Rilland-Bath is exact bekend, het KNMI meet de neerslag permanent. Van de groeiseizoenen 2002-2011 zijn de data per dag tot in tienden van millimeters beschikbaar. De dagwaarden variëren tussen 0 en 35 mm.

5.2 Kwel

In de polder treedt enige kwel (aanvoer vanuit de bodem) op. De kwel verzamelt zich hoofdzakelijk in de sloten en beïnvloedt de zoetwaterlens in de akkers niet of nauwelijks. Kwantitatief is deze kwelstroom van ondergeschikt belang voor de waterbalans, maar het overwegend brakke karakter ervan is vanuit landbouwkundig perspectief negatief. Zonder aanvoer van extern water treedt een geleidelijke verzilting van het slootwater op. In de realiteit van de Reigersbergsche polder wordt het slotenstelsel met een min of meer constante stroom zoet water doorgespoeld om het water voldoende zoet te houden om het te kunnen gebruiken voor beregening. Volgens waterschap Scheldestromen betreft het een hoeveelheid water die voor het gehele groeiseizoen overeenkomt met een schijf van 50 mm. Per dag uitgedrukt betekent dat 0.33 mm. Deze term is niet in rekening gebracht bij de natuurlijke waterbalans (§5.6), maar wel bij de waterbalans met externe aanvoer (hoofdstuk 6).

5.3 Verdamping

De verdamping is lastiger, hoewel ook hiervoor dagelijkse KNMI-data beschikbaar zijn. Die data geven echter niet de reële verdamping voor de betreffende plek, maar de zogenaamde referentiegewasverdamping voor verschillende locaties in het land. De verdamping wordt afgeleid uit de gemeten temperatuur, wind en luchtvochtigheid en wordt gebaseerd op gras als referentiegewas. Regionale verdampingscijfers zijn beschikbaar voor Wilhelminadorp en Gilze-Rijen. De waarden van deze stations komen sterk overeen. Voor dit rapport zijn de

KNMI-data van Wilhelminadorp gehanteerd. De reële verdamping is bepaald door te corrigeren voor de daadwerkelijke bedekking (gewas en areaalpercentage) van het polderoppervlak. In de Reigersbergsche polder wisselt de bedekking tussen overwegend kale grond in april en volledig begroeide akkers met gewassen in de zomer. In april resulteert dat in een lagere verdamping dan de referentie en in juli juist hoger. Om een zo nauwkeurig mogelijke verdamping te kunnen berekenen, is van de belangrijkste gewassen in de Reigersbergsche polder de verdampingsfactor per tien daagse periode (decade) gebruikt³ en het areaalpercentage per gewas, zoals dat door gebruikers is aangegeven. De verdamping per dag is dus gebaseerd op de referentiegewasverdamping voor die dag, vermenigvuldigd met een factor waarin de specifieke verdampingswaarden voor verschillende gewassen in de betreffende periode van het seizoen zijn verdisconteerd. De dagwaarden variëren in dit geval tussen ongeveer 0.3 en 6 mm. Naast de 945 ha cultuurgrond bevat de polder ook 115 ha gras en loofbos en een watercompartiment van 21 ha. De verdamping van het water is doorgaans wat hoger dan van het land, maar omdat het areaal water gering is (2%) ten opzichte van het landareaal is de waterverdamping niet apart in de berekeningen opgenomen. De waterbalansen zijn dus opgesteld voor een areaal van 1082 ha.

5.4 Afvoer

De afvoer ten slotte, is niet goed bekend, omdat hij niet nauwkeurig wordt gemeten. Erg is dat niet, want voor de waterbalans in het groeiseizoen is de afvoer eigenlijk irrelevant. Wat dan vanuit het landbouwperspectief telt is het watertekort. De afvoer is beperkt en gekoppeld aan forse neerslag wanneer de polder oververzadigd is met water. Omdat de andere termen in de balans (neerslag, verdamping en doorspoeldebiet) bekend zijn, is de afvoer in theorie zelfs te berekenen, maar nogmaals: voor dit rapport is dat niet van belang.

5.5 De bodem als spons

Aan de hand van voornoemde getallen is per dag te berekenen of de bodem van de polder netto water ontvangt of juist verliest. Daarmee is een cruciale term gevallen, nl. “de bodem”. De Reigersbergsche polder is immers overwegend geen verharde lap grond, maar een gebied met een bodem die bij regenval water kan ontvangen en van waaruit bij droogte water kan verdampen. De vergelijking met een spons snijdt hout, omdat de bodem een bepaalde hoeveelheid water kan herbergen, maar bij een overvloedige watertoevoer oververzadigd raakt en dan geen extra water meer opneemt. In dat geval is extra water zelfs nadelig en is het waterbeheer erop gericht het overtollige water zo snel mogelijk af te voeren.

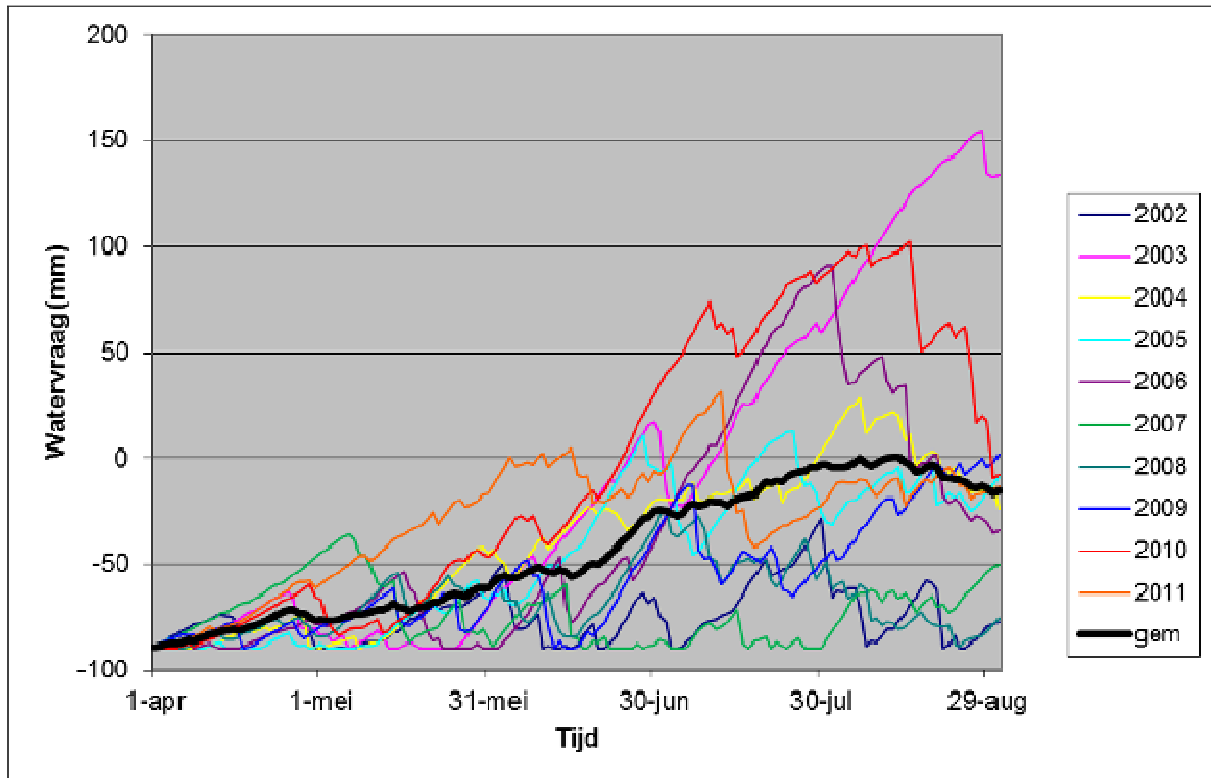
Het waterbeheer streeft ernaar landbouwers optimaal gebruik te laten maken van de sponsfunctie door de bodem bij de start van het groeiseizoen te beladen met een gewenste hoeveelheid water. Voor de productieomstandigheden in de Reigersbergsche polder is uitgegaan van een voorraad van 120 mm (hang)water in de onverzadigde zone van de bodem. Op perceelniveau kunnen verschillen bestaan waardoor ook de sponsfunctie verschilt, maar grosso modo geldt 120 mm als redelijke aanname.

5.6 De natuurlijke waterbalans

Een nijpende watervraag van het gewas (droogtestress), ontstaat wanneer de bodem nog slechts 30 mm water bevat. Van de aanwezige 120 mm kan dus 90 mm verloren gaan voordat droogtestress optreedt. Anders geformuleerd: bij aanvang van het groeiseizoen is een buffer van 90 mm water beschikbaar waarmee de gewassen optredende neerslagtekorten kunnen opvangen. Vergelijking 2 uit bijlage I vormt de basis van het model waarmee de natuurlijke

³ http://www.knmi.nl/klimatologie/achtergrondinformatie/monv_toelichting.pdf

watervraag van de Reigersbergsche polder in de groeiseizoenen 2002-2011⁴ is bepaald. Figuur 2 toont het resulterende beeld. Wat hier feitelijk staat uitgebeeld is het voortschrijdend neerslagtekort gedurende het groeiseizoen, waarbij de bodem bij de start daarvan 120 mm (hang)water bevatte, oftewel 90 mm buffer voor de plant. De schaal van de Y-as is genormaliseerd op het niveau van droogtestress, zodat 0 mm correspondeert met de grens van droogtestress. Een negatieve waarde indiceert een bodemwateroverschot (bezien vanuit het gewas), en een positieve waarde een bodemwatertekort.



Figuur 2. Natuurlijke watervraag (uitgedrukt in mm) van de Reigersbergsche polder zonder aanvoer van extern water gedurende het groeiseizoen. De beginvraag is -90 mm (zie tekst en vergelijking 2 in bijlage 1) en modelmatig is aangenomen dat de bodem niet meer dan 120 mm kan bevatten, zodat -90 mm een minimum is.

Rekenkundig is er vanuit gegaan dat de bodem niet meer dan 120 mm water kan bevatten. Wanneer die waarde door intense regenval wordt overschreden, is het extra water modelmatig afgevoerd. In de figuur komt dat tot uiting in een minimumwaarde van -90 mm. In de praktijk komt dit neer op versnelde afvoer via drains of wegzijging.

De figuur levert enkele interessante inzichten. De eerste is dat in vier van de afgelopen tien groeiseizoenen (2002, 2007, 2008 en 2009) zonder extern water geen droogtestress zou zijn opgetreden. In deze jaren is de lijn gedurende het hele groeiseizoen beneden de nul gebleven. Een tweede inzicht is dat een positieve (natuurlijke) watervraag alleen in 2011 eerder dan eind juni is opgetreden (zij het minimaal). De buffer in de bodem biedt dus een zekere garantie dat de gewassen onder natuurlijke omstandigheden tot eind juni geen watertekort ervaren⁵. Het derde inzicht is dat in drie groeiseizoenen (2003, 2006 en 2010) aaneengesloten periodes zijn opgetreden waarbij de watervraag enkele weken achtereen steeg en de grens van droogtestress zeer fors werd overschreden. 2003 komt hieruit, conform zijn reputatie, naar voren als meest

⁴ In dit rapport is op de Y-as de watervraag uitgezet, omdat de figuren daarmee overeenkomen met de door het KNMI gehanteerde weergave van het neerslagtekort.

⁵ Hierbij moet worden aangetekend dat in het vroege groeiseizoen soms een watervraag kan bestaan om zaden te laten kiemen. Hiervoor is een vochtige bovenlaag van de grond nodig, terwijl in deze balans de hele bodem boven het drainagepeil als één geheel wordt beschouwd.

extreme jaar. De groeiseizoenen 2004, 2005 en 2011 ten slotte situeren zich tussen de droge natte jaren in, met kortstondige periodes van positieve watervraag.

Ook afgebeeld is het gemiddelde patroon over deze tien jaar. Dat kent een maximum van +0.45 mm op 12 augustus. Onder gemiddelde omstandigheden zou er in deze tien jaar dus geen significante droogtestress zijn opgetreden en dat verklaart waarom in Zeeland ook zonder externe wateraanvoer landbouw mogelijk is. Tegelijkertijd maken de patronen van de individuele jaren duidelijk dat er moeilijke en makkelijke jaren zijn.

Concluderend geldt dat als de Reigersbergsche polder van 2002 tot 2011 verstoken was geweest van extern water, dat in vier groeiseizoenen geen probleem zou hebben veroorzaakt, in drie enigszins en in de resterende drie groeiseizoenen zeer nadrukkelijk.

6. De waterbalans met externe aanvoer van Water uit de Wal

Zoals toegelicht, kan droogte de landbouwproductie in sommige jaren reduceren. Aanvoer van extern water is dan gewenst. Momenteel gebeurt dat vanuit het Volkerak-Zoommeer, maar het doel van de analyse in dit rapport is na te gaan of Water uit de Wal ook aan de watervraag had kunnen voldoen zonder de huidige watervoorziening.

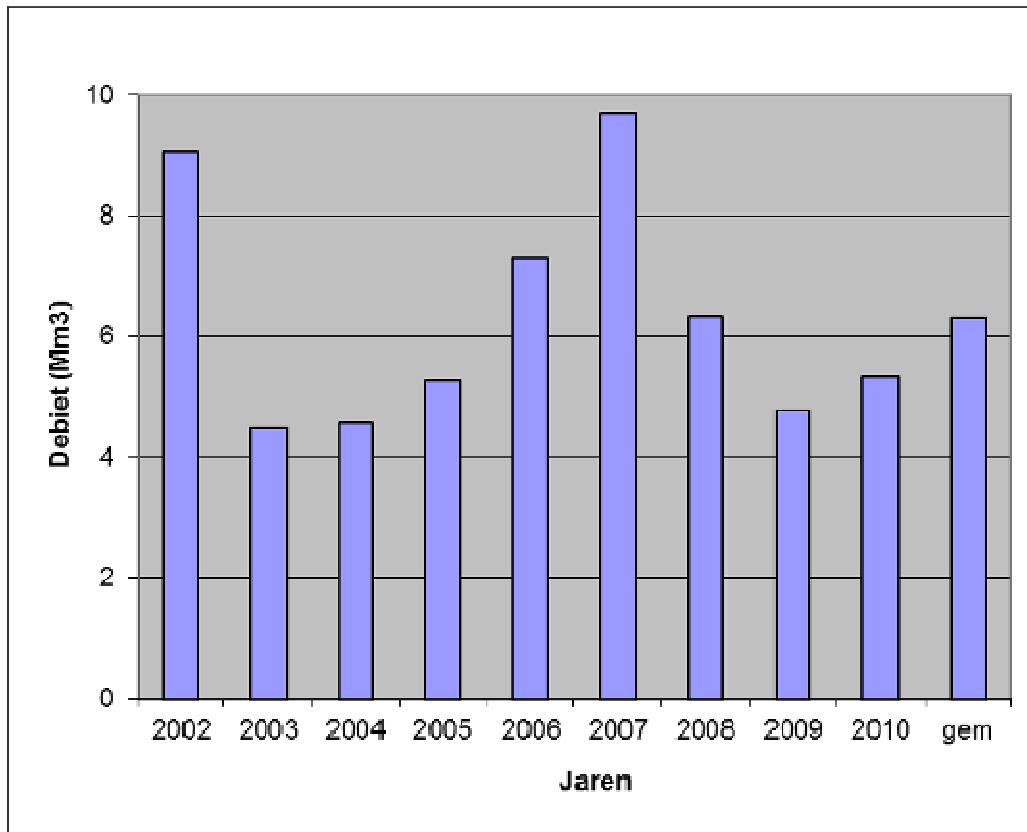
6.1 Aanbod Water uit de Wal

Het water dat zich aan de oostzijde van het kanaal verzamelt, stroomt door een sifon onderdoor het kanaal naar de westzijde. Daar passeert het de Stuw Brugweg op weg naar de spuikom, van waaruit het vervolgens tijdens laagwater in de Westerschelde stroomt.

Het waterdebiet over de stuw kan worden berekend aan de hand van de waterpeilen boven en benedenstrooms van de stuw en van de klepstand van de stuw zelf. Deze peilen en standen worden hoogfrequent gemeten en vastgelegd. Voor dit rapport zijn de debieten van 2002 tot 2010 berekend aan de hand van continu gemeten klepstanden en waterstanden. Voor 2002-2007 is dat gebeurd door een automatische datalogger op de stuw zelf, vanaf 2006 handmatig in een spreadsheet. Vergelijking van de debieten over de jaren 2006 en 2007, die op twee manieren zijn bepaald, wijst uit dat er geen consequent verschil tussen de twee debietreeksen bestaat. De debietdata worden als betrouwbaar ingeschat. Data over 2011 zijn nog niet beschikbaar en dus buiten beschouwing gebleven.

Figuur 3 toont de totaaldebieten over de groeiseizoenen 2002-2010. Gemiddeld blijkt er gedurende het groeiseizoen ongeveer 6 miljoen kubieke meter over de stuw te stromen⁶. Verspreid over de hele Reigersbergsche polder (1248 ha), komt dat neer op een schijf water van 480 mm. Afgezet tegen de niet gedekte natuurlijke watervraag, die in de meeste jaren de 100 mm niet overschrijdt (zie fig. 2), biedt dat perspectief voor een volwaardige zoetwatervoorziening vanuit de Wal. Zeker omdat niet het hele cultuurareaal van 946 ha wordt berekend, maar ongeveer 200 ha. Maar ook nu geldt weer dat de gemiddelde waarden slechts een gevoel geven voor de materie, maar dat de waarden per groeiseizoen en zelfs per dag daarbinnen het ware verhaal vertellen.

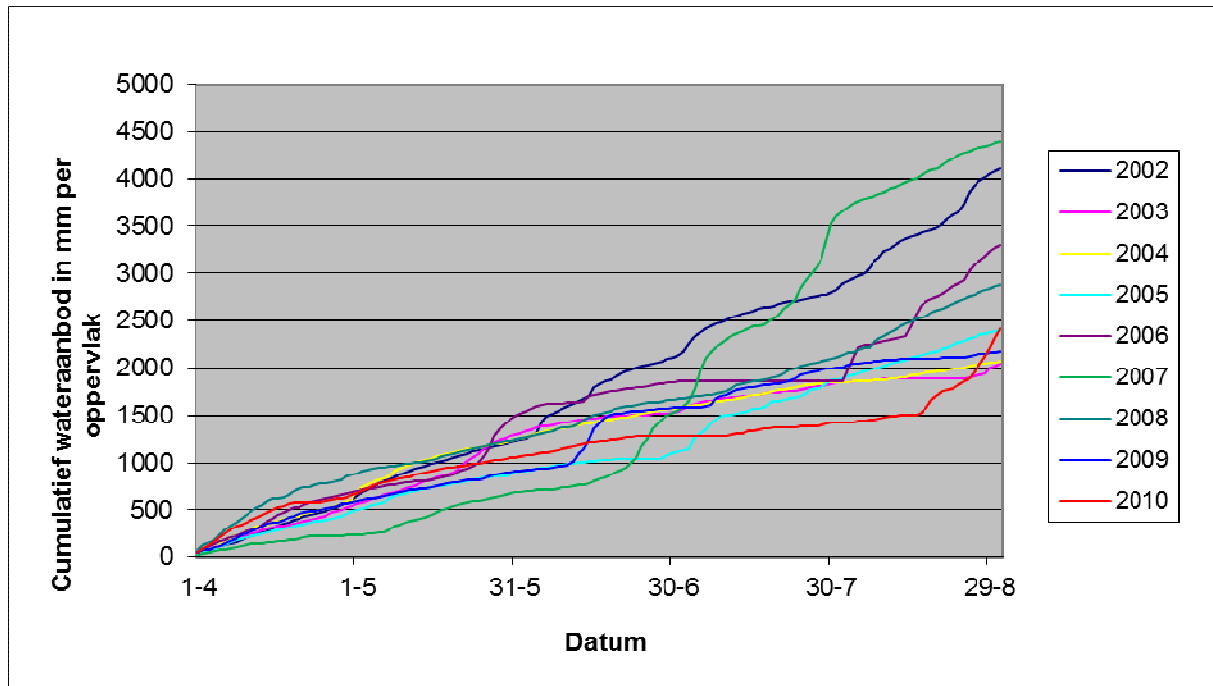
⁶ Buiten beschouwing is gelaten dat de Paviljoenpolder ook in enige mate wordt voorzien van Water uit de Wal. Door de stuwklep in tijden van droogte te verhogen stroomt het water naar de Paviljoenpolder in plaats van de spuikom. De omvang van het afgeleide debiet is onbekend.



Figuur 3. Waterdebieten gedurende het groeiseizoen (in miljoenen kubieke meters) die vanaf de oostzijde van het kanaal via de Bathse spuikom in de periode 2002-2010 naar de Westerschelde zijn afgevoerd.

Eerstvolgende vraag is daarom of het wateraanbod in de tijd matcht met de watervraag? Om daar gevoel voor te krijgen is het aanbod over de groeiseizoenen 2002-2010, in figuur 3 nog als totaalvolume voor het hele groeiseizoen weergegeven, in figuur 4 uitgedrukt als cumulatief aanbod in de tijd. Als eenheid is gekozen voor “millimeters beschikbaar voor het huidige beregende polderareaal (200 ha) plus het waterareaal (20 ha)”. Dat laatste omdat de watervraag van het watersysteem gelijk wordt gesteld aan die van de (beregende) akkers. Het onderscheid tussen wel en niet beregende akkers is in deze benadering scherp. Later komt aan bod dat het onderscheid minder scherp is, omdat water vanuit de sloot inzijgt in de akker, en dat zowel in de akkers die wel als niet beregend worden.

De figuur illustreert dat de waterbeschikbaarheid voor de 220 ha, met waarden tussen 2000 en 4400 mm over het hele groeiseizoen, enorm is ten opzichte van de vraag. Omdat de figuur de som van alle aanvoer geeft, kunnen de lijnen nooit naar beneden lopen. Wel lopen ze hier en daar horizontaal, wat duidt op ontbrekende aanvoer. Dit zijn de periodes die vanuit landbouwkundig oogpunt de aandacht vragen. Nauwkeurige bestudering van de verschillende lijnen maakt duidelijk dat de langste periode zonder aanvoer is opgetreden in 2006 (in de maand juli). Hoewel de neerslag in deze periode laag was, is het verschil met 2003, het jaar dat te boek staat als het lastigste van het afgelopen decennium, opmerkelijk. Ook in dat jaar was de neerslag laag, maar bleef het aanbod lange tijd verrassend constant om pas in augustus drastisch terug te lopen.



Figuur 4. Cumulatief wateraanbod Water uit de Wal in de groeiseizoenen 2002 t/m 2010, uitgedrukt als waterschijf op een areaal van 220 ha.

Bestudering van de waterpeilen en de klepstanden van de stuw in de droge periode van 2006, wijst uit dat de stuwklep op 2 juli in twee dagen tijd 16 cm hoger is gezet, waardoor er geen water over de stuw kon lopen. Tot 12 juli is het bovenstroomse waterpeil echter wel gestegen, wat er op duidt dat er gedurende deze tien dagen dus wel degelijk aanvoer van Water uit de Wal was. Deze beheermaatregel is getroffen om het gebied oostelijk van het kanaal en de Paviljoenpolder van water te voorzien en de boeren daar te helpen in hun strijd tegen de droogte. Er zou dus in 2006 concurrentie zijn opgetreden om het beperkt beschikbare water. Na 12 juli is het bovenstroomse waterpeil gezakt en de bron Water uit de Wal drooggelopen. Voor 2010 geldt het voorgaande nog nadrukkelijker: daar overlapt de periode van nulbediet over de stuw (26/6 – 10/7) exact met de periode waarin de stuwklep op zijn hoogste stand is gezet. Voor 2003 kan de analyse niet worden uitgevoerd, omdat alleen de automatisch gecalculerde debietdata beschikbaar zijn en niet de bovenstroomse peilen en klepstanden.

6.2 Modelmatig beregenen

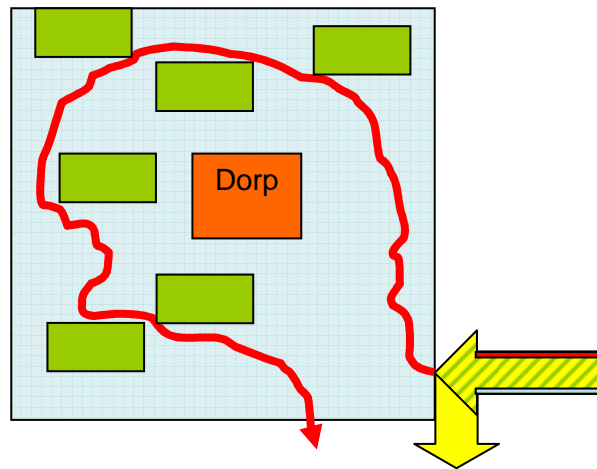
De centrale vraag van dit rapport is of overtollig Water uit de Wal in de groeiseizoenen 2002-2010 had kunnen voorzien in de reguliere waterbehoefte van de Reigersbergsche polder? Om die vraag te beantwoorden is wederom de watervraag bepaald, maar het gebruikte model wijkt af van dat eerder gebruikt is voor de bepaling van de natuurlijke watervraag (zie §5.6). Een aangepast model is nodig, omdat er in dit geval wel extern water beschikbaar is voor de Reigersbergsche polder (zie vergelijking 5, bijlage I). Voor dit extern water is uitgegaan van drie functies:

- i. doorspoeling → 0.33 mm/dag op continue basis en toegepast op het volledige beschouwde areaal. De waarde is aangeleverd door waterschap Scheldestromen.
- ii. inzijging → omdat het waterpeil in de sloten 's zomers wordt verhoogd, ontstaat een extra drukverschil onder invloed waarvan het water vanuit de sloot de onverzadigde zone van de akker inloopt. Op basis van deskundigenadvies is hiervoor een waarde gekozen van 0.35 mm/dag op continue basis en toegepast op het volledige areaal. Aangenomen is dat dit water volledig ten goede komt aan de wortelzone. In de gevoeligheidsanalyse (bijlage II) is de waarde gevarieerd tussen 0.1 en 1.1 mm/dag.

- iii. beregening → indien een zogenaamd beregeningscriterium wordt overschreden, wordt al het beschikbare water (= debiet Water uit de Wal minus doorspoel- en inzijgingsdebit) berekend op het areaal van 200 ha akkerland en 20 ha water.

Mathematisch is het model toegelicht in bijlage I, maar de additionele componenten t.o.v. het model waarmee hiervoor de natuurlijke watervraag werd berekend, zijn toe te lichten aan de hand van nevenstaande figuur.

In deze figuur is het vierkant de polder en de grote pijl rechts beneden de externe aanvoer. De rode lijn verbeeldt het polderwatersysteem dat permanent doorgespoeld wordt met extern water. De groene rechthoekjes verbeelden de beregende akkers die her en der in de polder liggen.

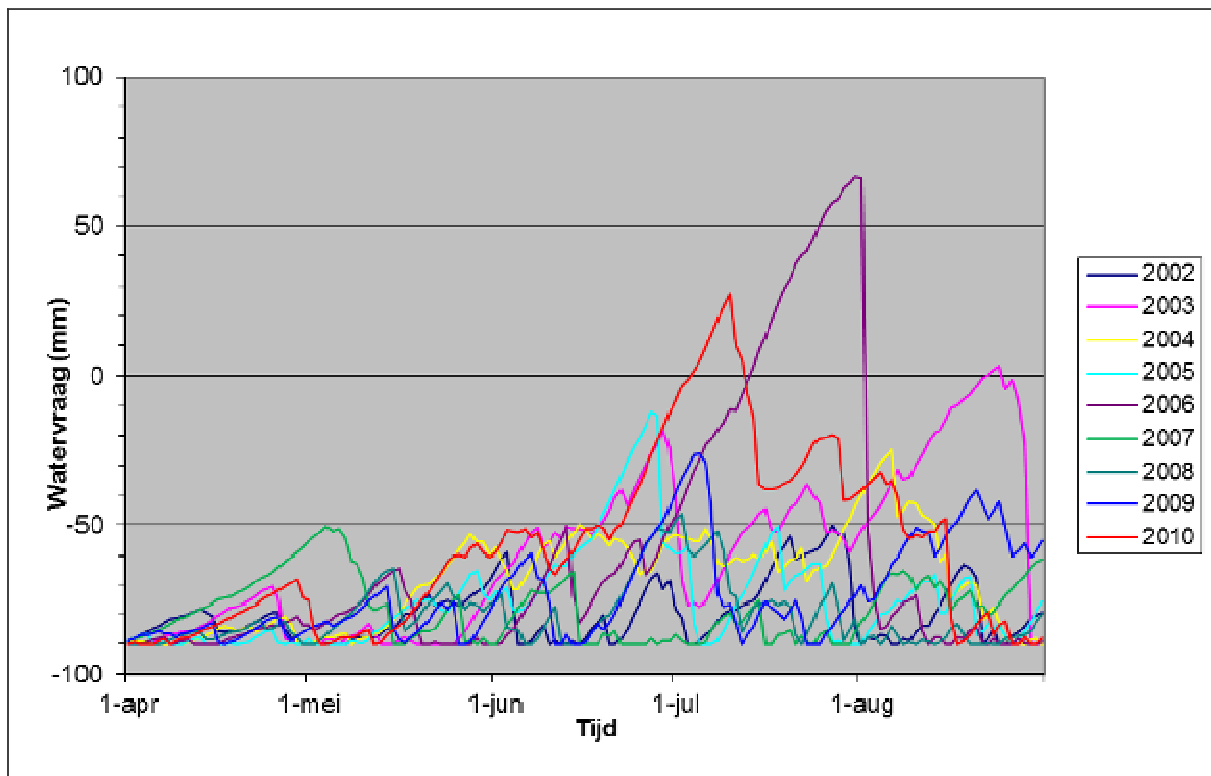


In het hele vierkant, exclusief het dorp (dat model staat voor het totale verharde oppervlak binnen de polder), vindt permanent inzijging plaats (licht blauw). Het hiervoor benodigde externe water is, net als het doorspoelwater, in de grote aanvoerpijl apart aangeduid. Van de geel-groen gearceerde aanvoer wordt een groot deel afgeleid (de gele pijl omlaag) en het restant op sommige momenten in de vorm van beregening op de groene vlakken toegediend aan de polder. De momenten waarop dat gebeurt, worden bepaald door de watervraag in het te beregenen deel van de polder op dat moment. Zodra die een bepaalde waarde overschrijdt (met beregeningscriterium), wordt al het beschikbare water gelijkelijk verdeeld over de zes groene vlakken en het rode watersysteem (samen 220 ha).

In de concrete situatie van de Reigersbergsche polder is als beregeningscriterium de waarde -50 mm aangehouden. Men kan dit aanduiden als *preventief beregenen* (zie kadertekst, p. 13), omdat de bodem nog een aanzienlijke hoeveelheid water bezit en de gewassen geen waterschaarste ervaren. Het criterium van -50 mm is voor het hele seizoen constant gehouden. Verder is er voor de berekening vanuit gegaan dat de beregeningsefficiëntie 90% bedraagt, wat betekent dat 10% van het beregeningswater niet doelmatig op het land terecht komt.

Het resultaat van deze aanpak staat verbeeld in figuur 5. De figuur toont 2006 als lastigste jaar en 2010 als andere kwaai. Zoals al in §6.1 is aangegeven, is de aanvoer in beide jaren tijdelijk gestaakt als gevolg van een beheermaatregel (het verhogen van de stuwklep). Dit illustreert het belang van strikte afspraken over het peilbeheer tussen de twee betrokken waterschappen.

Wellicht opmerkelijker dan de pieken van 2006 en 2010 is het resultaat dat 2003, het warmste en droogste jaar van het decennium, nauwelijks een positieve watervraag vertoont. In de natuurlijke situatie, zonder aanvoer van extern water, scoorde 2003 nog extreem droog (zie fig. 2), maar door de modelmatige preventieve beregening met het beschikbare overtollige Water uit de Wal zouden droogteproblemen in dit jaar vermeden hebben kunnen worden. In de overige jaren zou droogtestress niet aan de orde geweest zijn.



Figuur 5. Watervraag van het beregende deel van 220 ha van de Reigersbergsche polder. De berekening is gebaseerd op doorspoeling met 0.33 mm/dag en inzijging van 0.35 mm/dag van het totaal onbebouwd areaal van 1082 ha, en berekening van 220 ha met een efficiëntie van 90% en een beregeningscriterium van -50 mm (zie ook vergelijking 5, bijlage I).

Concluderend blijkt uit modelmatige analyse dat droogtestress zelfs in warme en droge groeiseizoenen effectief bestreden kan worden door preventief te beregenen. Niettemin zou in 2006 significante droogtestress zijn opgetreden en ook 2010 problematisch zijn geweest. De waterverdelingsafspraken zijn hiervoor cruciaal, zoals eerder in §3 opgemerkt. Het beschikbare water wordt niet voor niets aangeduid als "overtollig". Als er aan de oostzijde van het kanaal meer wordt benut, neemt het volume overtollig water af en daarmee de speelruimte voor de Reigersbergsche polder. In de groeiseizoenen 2006 en 2010 is de toevoer richting de Reigersbergsche polder om deze reden gestagneerd.

Preventief Beregenen

Het concept *preventief beregenen*, zoals opgenomen in dit rapport, heeft vragen opgeroepen. Met name de bewering dat preventief beregenen staande praktijk is, is door de ZLTO betwist. Om die reden wordt het hier apart toegelicht.

In dit rapport wordt onder preventief beregenen verstaan: **beregenen op het moment dat een plant nog geen schade ondervindt van de droogte**. In eerdere rapportages over de watersituatie van de Reigersbergsche polder (van Grontmij, zie ook bijlage III) is er modelmatig vanuit gegaan dat beregening wordt toegepast in reactie op het overschrijden van het niveau van droogtestress. In dit rapport is het model in dat opzicht flexibeler gemaakt door deze grens als variabele op te nemen en zodoende het effect van eerder beregenen na te kunnen gaan. De mate van preventief beregenen kan dus gevarieerd worden en het watervraagniveau waarbij dat gebeurt wordt aangeduid als *het beregeningscriterium*. Als standaard beregeningscriterium is in dit rapport -50 mm aangehouden, terwijl niet-preventief beregenen correspondeert met een beregeningscriterium van 0 mm. Analyse van de

beregeningsgiften bij de twee verschillende beregeningscriteria leert dat er bij niet-preventief beregenen in zes van de negen groeiseizoenen helemaal niet beregend zou zijn. In de praktijk wordt er echter doorgaans tweemaal per groeiseizoen beregend, zodat preventief beregenen in de bovenstaande betekenis kennelijk wel als staande praktijk bestaat, maar niet als zodanig wordt beleefd. Het standaard beregeningscriterium van -50 mm vertaalt zich gemiddeld in één berekening per groeiseizoen in de zes groeiseizoenen uit de vorige zin. Dat is nog steeds minder dan de twee beregeningen volgens de staande praktijk. Het preventief beregenen met een beregeningscriterium van -50 mm situeert zich voor niet-droge jaren daarom tussen de modelaanname van Grontmij en de staande praktijk. Voor wel-droge jaren blijkt uit de analyse dat preventief beregenen zowel erg gunstig kan uitpakken als overbodig kan blijken te zijn. Het is juist deze constatering die het gebruik van het bijwoord “preventief” rechtvaardigt: het kan effect hebben, maar het kan ook overbodig blijken.

6.3 Realiteitsgehalte van deze beregeningsstrategie

De modelmatige aanpak mag rekenkundig eenduidig zijn, fysisch/biologisch-conceptueel blijft het slechts een benadering van de werkelijkheid. Zo gaat het model uit van vaste doorspoel- en inzijgdebieten per dag, ongeacht de hydrologische situatie van de dag. Die hydrologische dagsituatie van de bodem is ook buiten beschouwing gebleven bij de bepaling van de verdampingswaarden, want die zijn volledig gebaseerd op de verdamping van de gewassen. Daarnaast houdt het model geen rekening met de groeifase van het gewas, noch met het vermogen van planten spaarzamer met water om te springen in tijden van schaarste. Ook in andere opzichten geeft het model geen fysisch realistisch beeld. Zo is het onrealistisch dat het beschikbare water op dag x, wanneer het beregeningscriterium wordt overschreden, over het hele oppervlak van 220 ha wordt verspreid. En is de berekeningsefficiëntie werkelijk 90%? Nochtans stelt het model ons in staat een eenduidige berekening uit te voeren, precies waarvoor je een model opstelt. Om na te gaan of variatie van de modelparameters tot drastisch andere uitkomsten leidt, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (zie Bijlage II).

Het modelmatig toepassen van preventief beregenen is rekenkundig eenvoudig, maar bepalend is natuurlijk of het ook praktisch realistisch is? Als deze modelmatige aanpak zich vertaalt in enorme inspanningen en kosten voor de boeren, dan is dat niet het geval. Om daar gevoel voor te krijgen is voor alle negen jaren van de reeks nagegaan (i) hoeveel beregeningen het model berekent in de periode 1 april t/m 15 augustus, (ii) wanneer de eerste berekening aan de orde zou zijn geweest, en (iii) met hoeveel mm cumulatieve watergift (op 220 ha) dat overeenkomt. Alles uitgaande van een beregeningscriterium van -50 mm en daarmee ondersteunend aan figuur 5. De uitkomst van die analyse staat in tabel 1.

Jaar	Aantal	Vanaf	mm	Jaar	Aantal	Vanaf	mm	Jaar	Aantal	Vanaf	mm
2002	3	28/07	26	2005	4	19/06	60	2008	4	29/06	11
2003	29	12/06	109	2006	2	01/07	3	2009	6	29/06	24
2004	9	29/05	36	2007	1	05/05	3	2010	29	04/06	110

Tabel 1. Aantal berekende beregeningsbeurten tot 16 augustus met -50 mm als beregeningscriterium. Aangegeven is op welke datum de eerste berekening zou hebben plaatsgevonden en hoeveel mm er met het genoemde aantal beregeningsbeurten zou zijn opgebracht.

De tabel levert opmerkelijke informatie en roept in eerste instantie vragen op. Zo is het verwonderlijk dat het moeilijke jaar 2006 slechts twee beregeningsmomenten kent, waarbij niet meer dan 3 mm water op de 220 ha is opgebracht. De verklaring hiervoor is dat de aanvoer van Water uit de Wal in 2006 plotsklaps is gestaakt, vanwege de eerder genoemde beheermaatregel. Er was vanaf dat moment geen water beschikbaar om mee te beregenen en

er is dus ook niet beregend. Het einde van deze dertigdaagse droogteperiode was een heftige omslag met erg veel regen, zodat ook toen geen aanvulling meer nodig was. Relevant met betrekking tot de realistische inspanning van de boeren zijn de jaren 2003 en 2010. In deze jaren zou berekening met 109 en 110 mm (= 110 dm³/m²) een patroon hebben opgeleverd zoals in figuur 5 is afgebeeld⁷. Het model becijfert voor beide jaren 29 beregeningsbeurten, maar deze virtuele modelaanpak waarbij vaak slechts een "scheutje" water op het land wordt gebracht, zal in de praktijk uiteraard anders worden vertaald. In plaats van overal een beetje zal de ene dag een beperkt oppervlak worden beregend met het beschikbare water en de volgende dag een ander deel. Met andere woorden: de sproeier trekt geleidelijk door de polder. In 2003 en 2010 zou dat vier beregeningsbeurten van 25-30 mm op de hele 220 ha geveerd hebben. De staande praktijk is dat er gemiddeld twee maal beregend wordt en in droge jaren meer als het water daarvoor beschikbaar is.

Een ander aspect waarin de praktijk zal afwijken van de modelaanpak is dat de boer rationele overwegingen maakt, bijvoorbeeld op basis van de weersverwachting, terwijl het model slechts uitvoert wat het wiskundig is opgelegd. Zo trad de grote droogte in 2003 pas laat in het groeiseizoen op (zie fig. 5) in een periode waarin de noodzaak tot berekening vanuit landbouwkundig oogpunt minder was (de gewassen waren volgroeid en beter in staat water vanuit de diepere bodem aan de zuigen, terwijl een natte bodem voor de oogst weer een risico vormde). Het model houdt daar geen rekening mee en beregent zolang de grens van -50 mm wordt overschreden, terwijl de boer in dat geval niet beregent⁸. In dat opzicht was 2010 duidelijk een problematischer jaar, omdat de droogte toen anderhalve maand eerder optrad.

De tabel geeft ten slotte ook aan dat de vroegste berekening op 5 mei 2007 aan de orde zou zijn geweest. Verder was 2007 vooral nat, zodat dit meteen de enige berekening van dat jaar geweest zou zijn. Afgaande op de data is de eerste preventieve berekening doorgaans medio juni aan de orde. Dat komt overeen met de huidige praktijk waarin ook vaak al in juni wordt beregend.

6.4 Implicaties voor een rationele beregeningsstrategie

Wat levert dat gevoel voor de verhouding tussen vraag en aanbod op? Uit figuur 5 en tabel 1 kan worden opgemaakt dat in vijf groeiseizoenen (2002, 2006, 2007, 2008 en 2009) slechts één maal beregend zou zijn, in twee jaren twee keer (2004 en 2005) en in 2003 en 2010 vier keer, zoals we eerder zagen. Dat nuanceert de term preventief beregenen, want maximaal vier keer beregenen is geen absurd aantal voor omstandigheden zoals die in 2003 optraden. Het is weliswaar meer dan de staande praktijk van tweemaal beregenen, maar lijkt reëel als daarmee de droogte van een moeilijk jaar als 2003 beteugeld kan worden. Figuur 5 geeft aan dat preventief beregenen aan de orde is vanaf ongeveer half juni, wat zich niet sterk onderscheidt van de staande praktijk. Kortom, preventief beregenen met een beregeningscriterium van -50 mm lijkt een realistische aanpak, die de kans op droogtestress significant reduceert.

Feitelijk is de belangrijke implicatie van het bovenstaande dat de boeren in de Reigersbergsche polder met Water uit de Wal als enige externe watervoorziening, een reëel handelingsperspectief hebben. In algemene zin lijkt het raadzaam dat zij tijdig beregenen om de spons van de bodem te vullen en aldus een buffer op te bouwen voor de periode daarna. In

⁷ Dit is niet helemaal het geval voor 2003, omdat de tabel betrekking heeft op de periode tot 16 augustus en figuur 5 tot 1 september. Op basis van praktijkinformatie is aangenomen dat er na 15/08 niet meer beregend wordt. Zonder berekening zou de curve in figuur 5 op het laatste stuk nog wat zijn opgelopen.

⁸ Zoals bovenstaande voetnoot en het bijschrift bij tabel 1al aangeven, is voor deze modelaanpak gecorrigeerd door de beregeningsgift tot 16 augustus te bepalen.

de praktijk gebeurt dat overigens ook nu al. Afgaande op de groeiseizoenen 2002-2010 is het water voor deze preventieve beregeningen praktisch altijd beschikbaar. Natuurlijk kan de berekening later overbodig blijken te zijn, maar het besluit erover is een heel normale ondernemerskeuze. Kortom, doelmatige benutting van water als relatief ruimvoorzadige grondstof voor een optimale gewasproductie is een rationele keuze. Meteen moet worden opgemerkt dat deze rationele aanpak het beste perspectief biedt wanneer individuele boeren hem gezamenlijk uitwerken en hun beregeningsmomenten onderling afstemmen. Op die manier wordt voorkomen dat het aanbod Water uit de Wal inefficiënt wordt benut.

Concluderend geldt dat preventief beregenen met een beregeningscriterium van -50 mm effectief droogtestress reduceert. De met het model berekende beregeningsgift correspondeert, afhankelijk van het groeiseizoen, met nul tot vier beregeningen van 25-30 mm en is daarmee qua grootteorde vergelijkbaar met de staande praktijk. Hoewel de modelaanpak geen panklare handleiding biedt voor de praktijk, omdat het model niet inspeelt op de verwachtingen van het moment, geeft het wel gevoel voor de verhouding van de watervraag van de Reigersbergsche polder en het aanbod Water uit de Wal.

7. Beschouwing van de huidige waterbalans van de Reigersbergsche polder

De voorgaande beschouwing is gericht op twee virtuele waterbalansen, nl. (i) die van de Reigersbergsche polder zonder enige extra voorziening en (ii) die met louter Water uit de Wal als externe bron. Die tweede balans is opgesteld om na te gaan of Water uit de Wal kan voorzien in de watervraag van de polder in geval van een zout Volkerak-Zoommeer.

In de actuele situatie beschikt de Reigersbergsche polder echter over directe aanvoer uit het Volkerak-Zoommeer. Wanneer de waterkwaliteit inname niet verhindert, is deze bron in kwantitatieve zin slechts beperkt door de capaciteit van het gemaal ($0.35 \text{ m}^3/\text{s}$) waarmee het water vanuit het Volkerak-Zoommeer op het poldersysteem wordt gebracht (zie de ster in fig. 1). Deze capaciteit komt overeen met een schijf water van 2.8 mm per dag op het areaal van 1082 ha van de polder. Na aftrek van het doorspoelvolumen resteert dus ongeveer 2.5 mm per dag, wat zodanig ruim is dat de reguliere aanvoer nooit limiterend is.

Het is zinnig de huidige watersituatie te beschouwen om te kunnen inschatten of extra wateraanvoer voorziet in een behoefte. Naast de kwantiteit is daarvoor ook de kwaliteit van belang. Daarvoor geldt in chemische zin een richtwaarde van 450 mg/l chloride. Dit is in de praktijk geen norm voor het stoppen van de inlaat⁹, maar een waarde die Rijkswaterstaat als waterbeheerder verplicht tot het treffen van mogelijke maatregelen, in dit geval feitelijk het doorspoelen met zoet rivierwater. Een formele biologische kwaliteitsnorm bestaat niet, maar het waterschap hanteert wel een norm voor blauwalgen, waarboven de inname wordt gestaakt. In de praktijk leiden blauwalgenbloeien medio juli/augustus regelmatig tot innamestops van water uit het Volkerak-Zoommeer. Niet elke innamestop is overigens eenduidig toe te kennen aan de aanwezigheid van blauwalgen, want overdadige neerslag kan ook reden zijn de aanvoer te staken. In geval van een innamestop beschikt de Reigersbergsche polder niet meer over een alternatieve externe zoetwateraanvoer.

Tabel 2 vermeldt de innamestops over de periode 2002-2010. Een relevante vraag is of de polder in de groeiseizoenen dat er een innamestop heeft plaatsgevonden, zodanig droog was geworden dat er droogtestress zou zijn opgetreden. Om hier inzicht in te krijgen zijn de neerslagtekorten in de betreffende jaren berekend. Hiervoor is arbitrair een periode van drie weken aangehouden. De waarden staan in de derde kolom. In aanvulling hierop is in kolom

⁹ Zoals aangegeven in §3 overschreed de concentratie in 2011 de richtwaarde, maar is de inname niet gestaakt.

Eindrapport Watersituatie Reigersbergsche polder

vier vermeld hoeveel Water uit de Wal in deze periode beschikbaar was. Deze kolom beantwoordt daarmee de vraag of Water uit de Wal de eventueel opgetreden droogte effectief had kunnen bestrijden.

Jaar	Innamestop (startdatum)	Neerslagtekort in 3 weken (mm)	Beschikbaar WudW in 3 weken voor berekening (90% efficiëntie) van 220 ha
2002	-		
2003	21/06-? ¹⁰	11	121
2004	23/07-?	24	50
2005	05/08-?	- 7	261
2006	19/07-?	-5.9	344
2007	-		
2008	-		
2009	06/08-18/08	25	19
2010	16/08-?	-115	778

Tabel 2. Overzicht van innamestops in periode 2002-2010 met cumulatieve neerslagtekorten in de drie weken na de start van de innamestop. In laatste kolom het beschikbare Water uit de Wal voor 220 hectare bij 90% berekeningsefficiëntie en na aftrek van doorspoel- en inzijgingswater.

Aan de hand van de tabel en enkele aanvullende overwegingen kan nu worden bepaald in welke jaren er een neerslagtekort zou zijn opgetreden, van welke omvang en of het beschikbare Water uit de Wal daadwerkelijk in de behoefte had kunnen voorzien. Welnu, uit kolom twee blijkt dat in drie jaren geen innamestop plaatsvond (2002, 2007 en 2008). Voor de overige zes groeiseizoenen is slechts in één geval (2009) een moment vastgelegd waarop de inname is hervat. Waarschijnlijk is de inname toen hervat, om de oogst in dit droge najaar te vergemakkelijken. Kolom drie wijst uit dat in drie jaren na de innamestop een neerslagoverschot optrad (2005, 2006 en 2010). Van de negen beschouwde groeiseizoenen zijn er maar drie waarin daadwerkelijk een neerslagtekort is opgetreden (2003, 2004 en 2009).

Overigens is ook het startmoment van de innamestop relevant. In de praktijk wordt namelijk na het eerste decade van augustus niet meer berekend¹¹. Boeren zijn dan meer beducht voor te natte omstandigheden tijdens de oogst dan een neerslagtekort in de laatste fase voor de oogst (in 2009 is hier dus bij uitzondering vanaf geweken). Ten slotte moet worden bedacht dat innamestops niet zomaar uit de lucht vallen en er in de voorafgaande periode vaak nog gelegenheid is te beregenen. Als we deze praktijkgegevens meewegen valt ook 2009 af.

Van de negen jaren blijven daarmee alleen 2003 en 2004 over als jaren waarin extern water mogelijk benut zou zijn. Mogelijk, omdat met een preventief beregende bodem zich ook in deze groeiseizoenen geen nijpende situatie zou hebben voorgedaan (zie bv. ook figuur 5). Voor 2003 moet daarbij echter in acht worden gehouden dat de gepresenteerde getallen niet accuraat zijn, omdat de inname per abuis al op 21 juni is gestaakt. Een latere innamestop zou zo goed als zeker met een hoger neerslagtekort gecorrespondeerd hebben, terwijl vanaf augustus het beschikbare Water uit de Wal fors zou zijn teruggelopen. Daarmee is het beeld voor 2003 dat uit bovenstaande analyse naar voren komt te positief. Analyse van het hele resterende groeiseizoen maakt duidelijk dat er na 21 juni grote waterschaarste zou zijn opgetreden, zelfs wanneer er vooraf preventief beregend was. De huidige zoetwatervoorziening zou in dat geval dus tekortgeschoten zijn, precies zoals in de praktijk is gebeurd.

¹⁰ De vroege innamestop in 2003 is, naar verluidt, het gevolg van een vergissing bij de blauwalgenanalyse.

¹¹ Praktijkinformatie van W. van Gorsel, voorzitter van de landbouwvereniging Reigersbergh

8. Conclusies

De analyse van verschillende teruggerekende waterbalansen voor de Reigersbergsche polder leidt tot de volgende zes hoofdconclusies van dit rapport:

In de situatie zonder externe wateraanvoer:

1. Indien in de groeiseizoenen 2002-2011 geen extern water beschikbaar zou zijn geweest voor de Reigersbergsche polder, dan zou dat viermaal geen droogtestress hebben veroorzaakt, driemaal kortstondig en driemaal zeer nadrukkelijk.

In de situatie met alleen wateraanvoer van Water uit de Wal:

2. Terugkijkend op de periode 2002-2010, zou Water uit de Wal in zeven van de negen groeiseizoenen aan de waterbehoefte van de Reigersbergsche polder hebben kunnen voldoen. Daarvoor is uit gegaan van (i) het huidige beregende landbouwareaal van 200 ha, (ii) alleen Water uit de Wal als externe bron en (iii) preventief beregenen (bij -50 mm) als standaardaanpak. In deze periode zou in 2006 significante droogtestress zijn opgetreden en in 2010 in enige mate. In beide jaren zou dit zijn veroorzaakt door periodes zonder enige aanvoer.
3. Benutting van het waterhoudend vermogen van de bodem door preventief te beregenen, zou in deze periode de mogelijkheid geboden hebben een aanzienlijke waterbuffer in stand te houden op de productielocatie zelf. Dat gebeurt ook nu al, zodat de preventiebenadering uit dit rapport in grote lijnen overeenkomt met de bestaande praktijk. Het effect van het op peil houden van de bodemvochtigheid kan groot zijn, zoals blijkt uit het feit dat het groeiseizoen van 2003, het droogste groeiseizoen van de beschouwde periode, met deze aanpak zonder droogtestress zou zijn doorgekomen.
4. Voor de watervoorziening in het groeiseizoen van 2003 zou 31% van het aanbod Water uit de Wal zijn benut. Dat is de hoogste benutting van het aanbod van al deze groeiseizoenen. Gemiddeld zou deze waarde zijn uitgekomen op 23%, wat inhoudt dat gemiddeld 77% van het aanbod Water uit de Wal gedurende het groeiseizoen alsnog zou zijn afgeleid naar de Westerschelde.

In de situatie met de bestaande wateraanvoer vanuit het Volkerak-Zoommeer:

5. De huidige zoetwatervoorziening vanuit het Volkerak-Zoommeer voorziet de Reigersbergsche polder tot ongeveer half juli van een zo goed als ongelimiteerde hoeveelheid water. Na half juli kunnen te hoge concentraties blauwalgen de inname verhinderen. Analyse van de groeiseizoenen 2002-2010 leert dat, uitgaande van de reguliere beregeningspraktijk, ook nu in zeven van de negen jaren geen watertekort zou zijn opgetreden. In het groeiseizoen van 2004 zou er in de periode van drie weken na de start van de innamestop een kleine behoefte aan extern water bestaan hebben, zonder dat dit tot droogtestress geleid zou hebben. Dat zou wel het geval zijn geweest in 2003. In dat groeiseizoen zou de huidige voorziening tekortgeschoten zijn.

Vergelijking zoetwatervoorzieningen Water uit de Wal en Volkerak-Zoommeer:

6. Water uit de Wal zou als zoetwaterbron in de periode 2002-2010 in kwantitatieve zin bijna gelijkwaardig zijn geweest aan het Volkerak-Zoommeer. Of dat ook in de toekomst zo zal zijn, hangt vooral af van de mate waarin het watergebruik aan de oostkant van het Schelde-Rijnkanaal zich ontwikkelt. Toename van het gebruik daar leidt tot minder overtollig water. Op de langere termijn (decennia) zal ook klimaatverandering vraag en aanbod beïnvloeden. Omdat dit proces zich langzaam voltrekt is, bij een stabiel aanbod van overtollig Water uit de Wal, deze bron in kwantitatieve zin voorlopig nagenoeg evenwaardig aan het Volkerak-Zoommeer.

Bijlage I → Toelichting op de mathematische vergelijkingen

In onderstaande vergelijkingen is de volgende lijst symbolen, grootheden en eenheden gebruikt:

A_x	=	oppervlakte van gebied x (m^2). Tenzij anders aangegeven, is gebied x het onverharde deel van de Reigersbergsche polder = 10.820.000 m^2 (1082 ha)
D_x	=	doorspoeldebiet voor het watersysteem van gebied x (mm/dag)
E_x	=	verdamping van gebied x (mm/dag)
I_x	=	inzijging in gebied x (mm/dag)
N_x	=	neerslag in gebied x (mm/dag)
Nt_x	=	neerslagtekort van gebied x (mm/dag)
Q_x	=	aanbod Water uit de Wal uitgedrukt als waterkolom op gebied x (mm/dag)
t	=	tijd (dag = 86400 s), t als subscript duidt op een periode in dagen, waarbij 91 correspondeert met 1 april en 243 met 31 augustus
$Wv_{x,t}$	=	watervraag van gebied x over de periode t (mm)

Voor de berekening van de natuurlijke waterbalans op dagbasis is vergelijking 1 gebruikt. Voor de verdamping is de voor de Reigersbergsche polder berekende waarde gehanteerd (zie §5.3 voor toelichting).

1. $Nt = E - N$

Voor de berekening van de natuurlijke watervraag op tijdstip t is vergelijking 2 gebruikt:

2. $Wv_{x,t} = -90 + \sum_{91 \leq t \leq 243} Nt_t$
--

De waarde -90 (mm) in deze vergelijking is de veronderstelde waterbuffer (de marge voordat een plant lijdt onder droogtestress) op 1 april bij de start van het groeiseizoen (zie §5.6 voor toelichting). Hier wordt het gesommeerde neerslagtekort over de tijd t aan toegevoegd, zodat de resulterende watervraag op elke dag kan worden berekend. Het resultaat staat afgebeeld in figuur 2 (p. 8). Modelmatig is deze vergelijking nog aangepast door elke waarde < -90 aan te passen in -90. Op deze manier is het absorberend vermogen van de bodem modelmatig gelimiteerd.

Voor de berekening van het aanbod Water uit de Wal is vergelijking 3 gebruikt, de empirische vergelijking uit het Cultuurtechnisch Vademecum voor het type stuw van de Stuw Brugweg:

3. $Q (m^3 \cdot s^{-1}) = 1.7 \cdot m \cdot b \cdot h^{3/2} = Q (m^3 \cdot d^{-1}) = \sum_{0 \leq s \leq 86400} (1.7 \cdot m \cdot b \cdot h^{3/2})$

Hierin is:

- 1.7 = een constante (waarin de gravitatieversnelling verwerkt zit) met de eenheid $m^{1/2} \cdot s^{-1}$
- m = een constante afhankelijk van de vorm van de stuw. Voor de Stuw Brugweg is dit 1.11
- b = breedte van de stuw (= 8.58 m)
- h = hoogteverschil waterniveau bovenstrooms en klep (in m)

De dagdebieten zijn omgerekend in mm beschikbaar water voor gebied x (1082 ha). Het cumulatieve wateraanbod door het seizoen heen (fig. 4, p. 10) is berekend met vergelijking 4:

4. $Q_x = Q/10820$

Ten slotte is de watervraag voor het beregende areaal op tijdstip t in geval van aanbod van Water uit de Wal berekend met vergelijking 5:

$$5. \quad W_{v_{x',t}} = -90 + \sum_{91 \leq t \leq 243} \{[(E_x - I_x - N_x)_t]^p - [0.9 \cdot 1082/220 (Q_x - D_x - I_x)_t]^i\}$$

Deze vergelijking is de cruciale van dit rapport en behoeft daarom nadere toelichting. De watervraag W_v staat uitgedrukt voor de het beregende gebied x' van 220 ha groot (200 ha akker en 20 ha watersysteem, zie voor toelichting §6.1, p. 10). De vergelijking bestaat uit twee termen die tussen rechte haken staan. De eerste term heeft een permanent karakter (aangeduid met superscript p) en levert dus voor elke dag gedurende het groeiseizoen een waarde op. Deze term heeft betrekking op het hele onverharde areaal van 1082 ha. De tweede term heeft een incidenteel karakter (superscript i) en levert de beregeningsgift voor het beregende areaal van 220 ha op de dagen dat dat aan de orde is, oftewel wanneer het beregeningscriterium van -50 mm wordt overschreden. De factor 0.9 duidt op de veronderstelde beregeningsefficiëntie van 90% (zie weer § 6.2).

In deze vergelijking is voor D_x de waarde 0.33 mm/dag aangehouden en voor I_x de waarde 0.35 mm/dag (zie voor toelichting §6.2). Het antwoord op de logische vraag waarom in de eerste term D_x ontbreekt, is dat dit doorspoeldebiet geen invloed heeft op de waterbalans van de polder. Het doorspoelwater stroomt immers (per definitie) alleen maar door het gebied om de waterkwaliteit op peil te houden. In de tweede term is dit doorspoeldebiet wel van belang omdat het in mindering moet worden gebracht op het aanbod Water uit de Wal.

Net als in de natuurlijke situatie (vergelijking 2) is de watervraag weer geminimaliseerd op -90 (mm). Toepassing van deze vergelijking leidt tot figuur 5 op p. 12.

Bijlage II → Gevoeligheidsanalyse

De robuustheid van de modelberekening uit hoofdstuk 6 is getest door drie parameters te variëren en het effect daarvan te beschouwen. Het gaat om:

1. een grotere sponscapaciteit van de bodem van 150 mm in plaats van 120 mm;
2. beregeningscriteria van -60 mm en -40 mm in plaats van -50 mm;
3. inzijgingsvolume van 0.1 mm/dag en 1.1 mm/dag.

1 → De sponscapaciteit van de bodem wordt bepaald door de bodemsamenstelling. Voor een zandige bodem gaat men¹² uit van 50 mm, voor klei van 100 mm en voor zavel (mengsel van zand en fijne kleideeltjes) van 200 mm. Een grotere sponscapaciteit leidt tot een iets latere eerste beregening. Dat is logisch, want met meer water in de bodem duurt het langer voordat de limiet van -50 mm wordt bereikt. Veel nadrukkelijker is de vermindering van het aantal beregeningen. In 2002, 2005, 2007, 2008 en 2009 zou de -50 mm limiet zelfs niet bereikt zijn en beregening dus in het geheel niet aan de orde zijn geweest. Het effect op de piek van de watervraag is vrij fors voor 2010 en 2006, t.w. 20 mm en 36 mm. Ook het aantal dagen droogtestress neemt significant af van respectievelijk 9 naar 2 dagen in 2010 en van 18 naar 12 in 2006. Voor 2003 treedt er geen consistente wijziging op bij een vergrote sponscapaciteit van de bodem, wat begrijpelijk is omdat de "pijn" in 2003 in het eind van het groeiseizoen optrad, toen de beginvulling van de spons al niet meer relevant was. Samenvattend: een grotere sponscapaciteit verlaagt het aantal beregeningen fors in jaren dat de droogte vroeg optreedt en vermindert dan ook het aantal dagen met droogtestress.

2 → Verscherping van het beregeningscriterium naar -60 mm leidt uiteraard tot eerder en meer beregenen. In de meeste gevallen is de vervroeging beperkt en dus ook de totale beregeningsinspanning. Deze aanpak sorteert merkbaar effect op de piekvraag, al is het verschil wat minder dan bij de vorige parameter. Als we de probleemjaren beschouwen wordt de piek van 2010 met 12 mm verlaagd, die van 2006 met 11 mm en die van 2003 met 10 mm. Droogtestress zou hiermee in 2003 volledig voorkomen zijn en in 2010 en 2006 respectievelijk zijn teruglopen van 9 tot 4 dagen en van 18 naar 17. Omgekeerd leidt afzwakking van het beregeningscriterium tot -40 mm tot een toename van de droogtestress. Met name voor 2003 is het verschil fors. In plaats van een minimale droogtestress van 4 dagen zou er bij dit beregeningscriterium 10 dagen sprake zijn droogtestress en zou de piek 17 mm hoger liggen. In 2010 zou de piekvraag 8 mm hoger zijn uitgevallen en de periode van 9 tot 12 dagen zijn opgelopen. Voor 2006 zou het effect beperkt zijn gebleven tot 2 mm meer droogtestress die twee dagen langer zou hebben geduurd.

3 → Aanpassing van de derde parameter, het inzijgingsvolume, levert het volgende beeld op. Bij een lagere inzijging van 0.1 mm/dag wijzigt het patroon van figuur 5 nauwelijks. Hoogstens worden de pieken marginaal hoger. Bij een inzijgingsvolume van 1.1 mm/dag verandert het beeld wel nadrukkelijk. In dat geval verlagen de pieken fors. Zo verlaagt de piek van 2010 bijna 26 mm en die van 2006 zelfs 38 mm. Het effect op 2003 is met 3 mm veel beperkter. Een grotere inzijging correspondeert met een hogere benutting van het totaalaanbod Water uit de Wal. Onafhankelijk van de waarde van het inzijgingsvolume, zou in het groeiseizoen van 2003 het grootste deel van het aanbod zijn benut. Bij een inzijgingsvolume van 0.1 mm/dag komt dat neer op 21% van het aanbod, bij 0.35 mm/dag op

¹² Bakel, P.J.T. van en L.C.P.M. Stuyt, 2011. *Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2201.

Eindrapport Watersituatie Reigersbergsche polder

31% en bij 1.1 mm/dag zelfs op 58%. De gemiddelde benuttingswaarden voor de periode 2002-2010 luiden: 14%, 23% en 42%. Voor de volledigheid zij vermeld dat er in het model vanuit is gegaan dat 100% van het inzijgende water beschikbaar is voor de wortelzone. In de praktijk zal wellicht op plaatsten zonder kwel ($\pm 1/3$ van het areaal) ook inzijging naar de diepere bodem plaatsvinden. Dit is te beschouwen als een verliesterm. Door het inzijgingsvolume te variëren, wordt en passant een beeld verkregen van het effect van deze verliesterm. Een halvering

Van deze parameters is de eerste een bodemkenmerk en niet te beïnvloeden. De waarde van 120 mm is een inschatting van deskundigen voor het type bodem in de Reigersbergsche polder en de gevoeligheidsanalyse geeft dus slechts aan hoe een afwijking hiervan doorwerkt op de watervraag. De keuze van het beregeningscriterium ligt bij de boer. Het is de knop waarmee hij het risico op droogtestress kan beïnvloeden. De derde parameter is wederom een bodemparameter, waarvoor deskundigen een brede range aan mogelijke waarden aanleverden. De 0.35 mm/dag is een waarde die redelijk tussen de uitersten in ligt en geen rekening houdt met "verdrongen drains" (= situatie waarbij het waterpeil in de sloot hoger staat dan het niveau van de drains onder de akkers). Indien er wel sprake is van verdrongen drains, dan neemt de inzijging fors toe en lijkt de waarde van 1.1 mm/dag uit de gevoeligheidsanalyse, realistisch. Het percentage verdrongen drains is niet bekend. Al met al wijst de gevoeligheidsanalyse uit dat het beregeningscriterium de boer het meeste handelingsperspectief biedt op de korte termijn en ook werkelijk effectief kan zijn. Ingrijpender is het aanpassen van het drainagesysteem om zo de inzijging te verhogen. Het effect hiervan is echter zeer positief, zeker voor het opvangen van droogteproblemen relatief vroeg in het seizoen.

Bijlage III → Vergelijking met eerdere publicaties van Grontmij

In 2009 heeft Grontmij het rapport "Scenarioberekeningen zoetwatervoorziening vanuit de Brabantse Wal" uitgebracht. Dat rapport volgde op het twee jaar eerder uitgebrachte "Masterplan Water uit de Wal". Onderhavig rapport lijkt in sommige opzichten strijdig met de Grontmij-publicaties. Om die reden wordt hieronder stilgestaan bij de verschillen.

Allereerst moet worden opgemerkt dat de Grontmij-rapporten een breder terrein bestrijken. Zo is niet alleen naar de Reigersbergsche polder gekeken, maar ook naar benutting van Water uit de Wal voor het voeden van de landbouwwaterleiding naar Zuid-Beveland. Daarnaast is de watervraag onder invloed van het veranderende klimaat op basis van kengetallen berekend en de mogelijkheid beschouwd effluent bij te mengen en/of extra bufferbekkens aan te leggen. Dat is in dit rapport allemaal niet gebeurd.

De overlap tussen de rapporten betreft de waterbalans voor de Reigersbergsche polder. Grontmij vermeldt die niet op gedetailleerde (dag)basis, maar uit de grote aandacht voor aanvullende opties om de zoetwatertoevoer gedurende het groeiseizoen te verhogen kan worden afgeleid dat men een watertekort becijfert. Dat wordt bevestigd door (niet gepubliceerde, maar wel beschikbaar gestelde) cijfers over de jaren 2003 en 2005. Grontmij becijfert dat in 2003 gedurende 36 dagen een watertekort zou zijn opgetreden wanneer alleen Water uit de Wal als externe waterbron beschikbaar was geweest. In 2005 kwam men uit op 9 dagen. Die getallen wijken sterk af van de 3 en 0 dagen die de analyse uit dit rapport oplevert.

Het verschil is eenvoudig verklaarbaar. De berekeningswijzen van Grontmij en die in dit rapport komen grotendeels overeen (gelijke buffer op 1 april, gelijke droogtestressgrens voor gewassen, gelijk areaal), maar verschillen fundamenteel op één aspect: preventief beregenen. Waar de modelberekening van de Grontmij uitgaat van beregening op het moment dat de waterbuffer van 90 mm op is, is in dit rapport uitgegaan van beregening bij een vermindering van de waterbuffer met 40 mm, dus ver voordat de plant droogtestress ondervindt. Zoals uit de gevoeligheidsanalyse op pagina 14 blijkt, is dit beregeningscriterium zeer bepalend voor de watervraag. Het verklaart grotendeels het verschil tussen de verschillende tekorten.

Een tweede verschil tussen de rekenwijzen is dat Grontmij heeft verondersteld dat er geen inzijging vanuit de sloot naar de akker plaatsvindt. In dit rapport is uitgegaan van een waarde van 0.35 mm/dag. Het verschil dat als gevolg van deze parameter is opgetreden is tamelijk beperkt, zoals uit de gevoeligheidsanalyse is gebleken. Indien de inzijging van 0.35 mm/dag onderschat zou blijken te zijn, wegens een hoog percentage "verdrongen drains", dan wordt de invloed van deze parameter op de waterbalans wel zeer groot.

Voorts zijn er nog enkele kleine verschillen die weinig invloed hebben op de berekende getallen, maar die het benoemen waard zijn.

- Grontmij heeft onderscheid gemaakt tussen 1000 ha land en 20 ha water met verschillende verdampingswaarden, terwijl in dit rapport dit onderscheid niet is gemaakt. Er is gewerkt met één verdampingswaarde voor de totale polder. Getalsmatig is het effect verwaarloosbaar.
- In dit rapport is de verdamping gecorrigeerd op basis van gemiddelde gewasverdeling, waar Grontmij heeft gerekend met de referentiegewasverdamping. Het effect is dat de gecorrigeerde verdamping in het voorjaar lager uitvalt en in de zomer juist wat hoger.
- In dit rapport is gerekend met een beregeningsefficiëntie van 90%. Grontmij is uitgegaan van 100%.