

SPAARWATER

Pilots rendabel en duurzaam agrarisch
watergebruik in een verziltende
omgeving van de waddenregio

Hoofdrapport 2013-2015



APR
2016

INHOUD



1



2



3

Inleiding	6
1.1 Opgave	6
1.2 Spaarwatermaatregelen	7
Eigen zoetwatervoorziening	7
Efficiënt water- en meststoffengebruik	7
Versterken neerslaglens en verziltingsbestrijding	8
1.3 Pilotlocaties	8
Breezand	9
Borgsweer	9
Hornhuizen	9
Herbajum	9
Versterken neerslaglens	10

Belangrijkste bevindingen ...	10
Eigen zoetwatervoorziening	11
Effectief watergebruik	11
Kosten en baten	12
Nutriënten en zoutbelasting	12
Veelbelovend resultaat	12

Eigen watervoorziening: Zoetwater uit de drains	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Resultaten	14
3.2.1 Hoeveelheid water in relatie tot de zoutdrempelwaarde ...	14
3.2.2 Areaal opvang ten opzichte van areaal irrigatie	15
3.2.3 Effect op het oppervlaktewater	16
Piekafvoer	16
Zoutbelasting	16
Nutriënten	16
Gewasbeschermingsmiddelen	16



4



5



6

Eigen watervoorziening: Ondergrondse zoetwaterberging

4.1 Inleiding	18
4.2 Resultaten	19
4.2.1 Vorming van de zoetwaterbel	19
4.2.2 Terugwinrendement	20
4.2.3 Aanleg en functioneren van het systeem	21
4.2.4 Ziektekiemen en nutriënten ..	22

Effectief watergebruik: Druppelirrigatie en fertigatie

5.1 Inleiding	24
5.2 Resultaten	26
5.2.1 Meeropbrengst	26
Kleiperceel en pootaardappelteelt	26
Zandperceel met bollenteelt	28
5.2.3 Nutriënten	29
5.2.4 Aanleg en functioneren van het systeem	30

Versterken neerslaglens: Systeemgerichte drainage ...

6.1 Inleiding	31
6.2 Resultaten	32
6.2.1 Vorm en dikte van de zoetwaterlenzen	32
6.2.2. Inrichting en toegepaste peilopzet	33
6.2.3. Ontwikkeling grondwaterstand	33
6.2.4 Groei zoete neerslaglenzen	34
Kleiperceel Herbaijum	34
Zandperceel Hornhuizen	35
6.2.5 Afvoerdebiet en zoutbelasting	36
6.2.6 Nutriënten	37

INHOUD



7



8



9

Economische haalbaarheid 38

7.1 Inleiding 38

7.2 Resultaten 39

7.2.1 Baten voor de agrariër 39

7.2.2 Baten voor de waterschappen .. 40

7.2.3 Kosten van de
Spaarwatermaatregelen 40

7.2.4 Inzicht in kosten en baten
met Zoetwaterberging.nl 41

Vergunningverlening onder- grondse zoetwaterberging ... 42

8.1 Inleiding 43

8.2 Resultaten 44

Kennisdeling & communicatie 45

9.1 Inleiding 45

9.2 Resultaten 45

Gebiedsavonden met gebruikers en
rondleidingen op pilotlocaties 45

Website – spaarwater.com &
spaarwater.acaciadata.com &
zoetwaterberging.nl 46

Artikelen vakbladen
en regionale kranten 47

Video's 47



10

Vooruitblik:	
Spaarwater 2 periode	
2016-2018	49

COLOFON

Hoofdrapport 2013-2015 Spaarwater

Auteurs: Lieselotte Tolk en Jouke Velstra

Dit hoofdrapport vat de resultaten samen van de volgende deelrapportages:

- Eigen watervoorziening: Zoetwaterbeschikbaarheid.
- Effectief watergebruik: Druppelirrigatie en fertigatie
- Versterken neerslaglens: Systeemgerichte drainage
- Eigen watervoorziening: Vastlegging en afbraak van nutriënten en bacteriën.
- Eigen watervoorziening: Gewasbeschermingsmiddelen
- Technisch-juridische handreiking risicobeoordeling 'ondergrondse waterberging'
- Economische haalbaarheid Spaarwatermaatregelen
- Kennisdeling & communicatie

Citeren als: Tolk, L. en Velstra, J. 2016. Spaarwater, pilots rendabel en duurzaam agrarisch watergebruik in een verziltende omgeving van de waddenregio. Hoofdrapport, Acacia Institute.

Vormgeving en opmaak:

Pencilpoint.
Reclamemakers & Vormgevers



1

INLEIDING

1.1 Opgave

Zekerstelling van zoetwaterbeschikbaarheid in het gebied langs de Waddenzee is voor de economische positie van de landbouwsector van groot belang. Het gebied leent zich bij uitstek voor landbouw en staat bekend als één van de beste landbouwgronden van Europa. In het gebied in de kop van Noord-Holland (inclusief Texel) en West-Friesland wordt meer dan de helft van de bloembollen geteeld en is tevens het grootste aaneengesloten productiegebied van bloembollen ter wereld van ca. 6000 ha. De totale Nederlandse omzet voor bollenteelt is 600 miljoen per jaar. In het Noordelijk zeekleigebied zijn de bedrijven

bovengemiddeld qua (schaal)grootte ten opzichte van het gemiddelde in Nederland. Met betrekking tot de pootgoedsector gaat het om 14.250 ha en nog eens 6000 ha in Noord-Holland met een omzet van ca. 180 miljoen per jaar.

Het gebied langs de Waddenzee kenmerkt zich ook door een ondiepe zoet-zout overgang in het grondwater. Landbouw is mogelijk dankzij de dunne zoete regenwaterlenzen die 'drijven' op het zoute grondwater. Als gevolg van klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging is de verwachting dat de zoete regenwaterlens in een aanzienlijk deel van het landbouwgebied verdwijnt waardoor brak grondwater

door capillaire opstijging in de wortelzone kan komen en zoutschade aan landbouwgewassen kan optreden.

Door de grotere zoutbelasting vanuit de ondergrond op de sloten zal extra doorspoeling moeten plaatsvinden om voldoende waterkwaliteit te realiseren ten behoeve van beregning en vee drenking. De water-vraag vanuit het IJsselmeer zal hierdoor toenemen, een probleem dat geldt voor het hele gebied met afhankelijkheid van wateraanvoer. Ook voor gebieden waar geen sprake is van verzilting ligt een opgave voor de beschikbaarheid van voldoende schoon zoet water en een klimaat robuust watersysteem,

waarbij bodemdaling zo veel mogelijk wordt beperkt. De waterbeschikbaarheid wordt ten dele opgevangen door peilvariatie in het IJsselmeer. In de regio zelf ligt de opgave om meer zelfvoorzienend te worden.

Naast verziltingsbestrijding en zoetwaterbeschikbaarheid ligt er een opgave tot vermindering van de emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen voor een verbeterde leefomgeving van de aquatische natuur (bijdrage aan de KRW doelstellingen).

1.2 Spaarwatermaatregelen

Spaarwater ontwikkelt en beproeft maatregelen voor het bestrijden van verzilting en het zekerstellen van de beschikbaarheid van voldoende schoon zoetwater. Leidend daarbij is de technische haalbaarheid van maatregelen te combineren met het economisch rendabel maken. Daarom richt Spaarwater zich met de maatregelen ook op het verminderen van ziektedruk (o.a. Bruinrot) en de afvoer van nutriënten en bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater.

Spaarwater telt vier locaties verspreid over de Waddenregio in de provincies Noord-Holland, Fries-

land en Groningen waar de volgende onderdelen worden ontwikkeld en beproeft die afzonderlijk of in combinatie kunnen worden toegepast:

- Eigen zoetwatervoorziening: Zoetwater opvangen uit de drains
- Eigen zoetwatervoorziening: Ondergrondse zoetwaterberging
- Efficiënt water- en meststoffen-gebruik: Druppelirrigatie en fertigatie
- Versterken neerslaglens en verziltingsbestrijding: Systeemgerichte drainage

Eigen zoetwatervoorziening

Eigen zoetwatervoorziening is een maatregel om de zoetwaterbeschikbaarheid zeker te stellen. Spaarwater beoogt aan te tonen of dit in de Waddenregio mogelijk is en het systeem rendabel kan zijn voor de bollenteelt en poot-aardappelteelt. Het doel is om als agrariër minder (of on-)afhankelijk te worden van externe wateraanvoer. Voor de waterbeheerder geldt dat de vraag naar permanente externe watertoevoer, daarmee kan de noodzaak tot het doorspoelen van de sloten, worden gereduceerd. Dit maakt een natuurlijker waterbeheer mogelijk. Sterke fluctuaties (zoet- en zoutshokken) in waterkwaliteit als gevolg van doorspoelen kunnen worden afgevlakt.

Het opvangen van drainwater voor ondergrondse zoetwaterberging beoogt tevens de afvoer van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater te reduceren. Waarmee een bijdrage aan de KRW doelstellingen wordt geleverd en de oppervlaktewaterkwaliteit verbetert. De ontwikkeling van een 'gesloten' watersysteem beperkt de kans op besmetting van schadelijke ziektekiemen zoals Bruinrot of Erwinia. Met ondergrondse zoetwaterberging kan zo is de verwachting worden bereikt dat deze ziektekiemen afsterven. Dit biedt perspectief voor herintroductie van beregening in de pootaardappelteelt (waar nu een beregeningsverbod geldt) en beregening met een veel lager risico voor de bollenteelt.

Efficiënt water- en meststoffengebruik

Met druppelirrigatie en fertigatie beoogt Spaarwater een volgende stap te zetten in precisie landbouw. Op een zandperceel met bollenteelt via oppervlakkige druppelirrigatie en op een kleiperceel met pootaardappel via permanente ondergrondse druppelirrigatie. Het doel is verhoging van de gewasopbrengst te combineren met waterbesparing en verminderde gift van meststoffen. Dit laatste moet leiden tot verminderde uit-





stroom van nutriënten naar het oppervlaktewater.

Versterken neerslaglens en verziltingsbestrijding

De neerslaglens die drijven op het zoute rondwater zijn kwetsbaar voor veranderende omstandigheden (klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging). Hierdoor neemt in de toekomst het risico op verzilting in delen van het Waddengebied toe. Systeemgerichte drainage beoogt verzilting te bestrijden, de

ontwikkeling van regenwaterlenzen te bevorderen, bestaande lenzen te versterken of nieuwe lenzen te vormen en tevens de zout- en nutriëntenbelasting naar het oppervlaktewater te reduceren.

1.3 Pilotlocaties

Met Spaarwater wordt beoogd die maatregelen te ontwikkelen die dicht bij de huidige landbouwpraktijk passen. De snelste ontwikkeling van maatregelen vindt plaats

door ze direct toe te passen in de praktijk. Dit is dan ook de reden om de maatregelen te ontwikkelen en te beproeven op vier landbouwbedrijven in de Waddenregio, die representatief zijn voor de waddenregio. Twee proeflocaties (Breezand en Borgsweer) richten zich op eigen watervoorziening en efficiënt water- en meststoffengebruik volgens de trits 'opvangen, opslaan en gebruiken'. Op de twee andere proeflocaties (Herbaijum en Hornhuizen) worden vernieu-

Spaarwater ontwikkelt en beproeft maatregelen voor het bestrijden van verzilting en het zekerstellen van de beschikbaarheid van voldoende schoon zoetwater

wende drainageontwerpen toegepast om een maximale zoete neerslaglens te realiseren.

Breezand

Breezand is gelegen in één van de noordelijkste polders, van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, die afhankelijk is van de aanvoer van IJsselmeerwater. Bollenteelt is de belangrijkste agrarische sector in Breezand en voldoende zoetwater is van vitaal belang voor de bollenteelt. Met behulp van Spaarwater wordt gewerkt aan eigen zoetwatervoorziening en efficiënt water- en mestgebruik met oppervlakkige druppelirrigatie. Nevendoelstelling is het verminderen van het gebruik van meststoffen en uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. De pilot Breezand vindt plaats op het perceel van bollenteler Langeveld. Het betreft een perceel van ca. 2,7 ha bollenteelt op zandgrond.

Borgsweer

Borgsweer is gelegen in het oostelijk deel van Groningen, in het gebied van Hunze en Aa's. Het gebied is bij uitstek een gebied voor pootaardappelen. De zeeklei heeft de juiste karakteristieken voor het telen van dit gewas. Echter, door de risico's op Bruinrot in het oppervlaktewater geldt een beregeningsverbod. Met de eigen zoetwatervoorziening waarbij water ondergronds wordt opgeslagen is de verwachting dat Bruinrot afsterft, wat per-

spectief biedt voor beregening. Nieuw is efficiënt watergebruik door permanente ondergrondse druppelirrigatie onder de bouwvoor. De pilots vinden plaats op het perceel van de pootaardappelteler Noordam. Het betreft een perceel van 1,5 ha met wisselteelt, waaronder pootaardappel, op zware zavel.

Hornhuizen

Hornhuizen ligt in het noordelijk deel van Groningen in het gebied van Noorderzijlvest. Het perceel ligt direct achter de zeedijk, de enige barrière die het zoute zeewater van het perceel weghoudt. Het grondwater onder het perceel is dus ook zout. Eigenaar Oosterhuis heeft in het verleden gemerkt dat de aanleg van drainage de perceelcondities van het zandperceel verbeterde. Met het versterken van de neerslaglens door toepassing van systeemgerichte drainage kan verzilting worden bestreden en tevens de zoetwatervoorraad boven het zoute grondwater worden vergroot. Het perceel van 7,2 ha ligt in een gebied waar veel pootaardappelen worden

verbouwd; aangezien dit een rotatie-teelt is worden er ook andere gewassen zoals suikerbieten en wintertarwe verbouwd.

Herbaijum

Herbaijum ligt in het gebied tussen Harlingen en Franker in Friesland binnen het gebied van Wetterskip Fryslân op ongeveer 3,5 km afstand van de zeedijk. Het betreft een gebied dat te maken heeft met bodemdaling waardoor verzilting een actueel risico is. Met het versterken van de neerslaglens door toepassing van systeemgerichte drainage kan verzilting worden bestreden en tevens de zoetwatervoorraad boven het zoute grondwater worden vergroot. In het verleden bestond het perceel uit drie kleinere percelen, die zijn samengevoegd. Er worden op het perceel twee pilots uitgevoerd met twee verschillende drainafstanden. Nevendoelstelling voor dit perceel is het verminderen van de uitstroom van nutriënten. Het perceel van Hofstra wordt gebruikt als grasland voor koeien en schapen en is 4,9 ha groot.





BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN

In de periode 2013-2015 zijn de maatregelen aangelegd en in de praktijk getest. De resultaten zijn veelbelovend. Het is gelukt om een eigen zoetwatervoorziening te realiseren waarmee een agrariër minder afhankelijk tot volledig onafhankelijk kan zijn van externe aanvoer. Met druppelirrigatie zijn voor zowel de bollenteelt als de pootaardappels meeropbrengsten bereikt. Bij de systeemgerichte drainage kan voorzichtig worden geconcludeerd dat het gelukt is de neerslaglens te vergroten. Dit alles gaat niet vanzelf er waren en zijn ook nog problemen. Bij de aanleg, ontwerp en operationeel beheer. Hieruit zijn een aantal belangrijke systeemverbeteringen naar voren gekomen.

Versterken neerslaglens

Met de systeemgerichte drainage blijkt het zowel in een kleiperceel als in een zandperceel mogelijk om zoet neerslag water vast te houden in het perceel door het (tijdelijk) verhogen van het uitstroomni-

veau van de drains. Op allebei de percelen hebben de metingen laten zien dat door de toepassing van systeemgerichte drainage de hoeveelheid water die ongebruikt afstroomt naar de sloten vermindert. Het zoete water blijft daar-

door behouden in het perceel, hiermee wordt de zoetwaterlens vergroot en neemt het risico op verzilting af.

De pilot heeft laten zien dat het in de praktijk lukt om de zoetwater-

buffer in het perceel te vergroten door het opzetten van het peil. De meest effectieve methode is de combinatie van het verdiept aanleggen van de drainage met het opzetten van het peil.

Hiermee is in het zandperceel al een verdikking van de zoetwaterlens gerealiseerd van 15-20cm. Naast de peilopzet blijkt ook de afstand van de drainage zeer bepalend voor de zoetwaterlens, de dikste lens ontwikkelt zich bij een grotere drainafstand.

Eigen zoetwatervoorziening

Een volledige eigen zoetwatervoorziening is mogelijk, waarbij men onafhankelijk is van de aanvoer van extern water. Het opvangen van perceelseigen water uit de drains, ondergrondse zoetwaterberging en druppelirrigatie/fertigatie zijn op drie percelen gecombineerd toegepast. Uit de metingen blijkt 65-100% van het water dat uit de drains wordt opgevangen geschikt is voor beregening of druppelirrigatie, afhankelijk van de gewenste zout-drempelwaarde. Dit is voldoende om volledig te voorzien in de zoetwaterbehoefte van de gewassen.

De zeer kleine kleifracie in het water uit de drains van het perceel Borgsweer leidden tot een snelle verstopping van de verschillende filtersystemen en daardoor hoge onderhoudskosten. Er zijn inmiddels verschillende oplossingen geïmplementeerd om het systeem geschikt te maken voor kleiperceelen. Indien dit het geval is in de situatie van Borgsweer (kleiperceel met pootaardappelen) 10 ha perceelseigen water genoeg om 12 ha te irrigeren. In de situatie van Breezand (zandperceel met tulpen/hyacinten teelt) is 10 ha spaaroppervlak voldoende voor het volledig irrigeren van maar liefst 20 ha.

Uit de verschillende sectoren blijkt grote belangstelling voor mogelijkheden om met het systeem de kans op ziektes te verkleinen. Het grote voordeel van ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water is dat het water niet in contact komt met gebiedsvreemd oppervlaktewater en daarom een kleine kans heeft om besmet te worden met ziektekiemen. Door ondergrondse zoetwaterberging kan het risico op ziekteverwekkende bacteriën nog verder worden gereduceerd. Bovendien blijven bij druppelirrigatie gewassen droog waardoor er geen bacterieverbreiding plaatsvindt door rondspattende druppels van haspelberegning. De combinatie van de verschillende systeem onderdelen draagt daarom sterk bij aan de preventie van schimmelziekten en bacterieziekten.

door de menging met het zoutere water aan de randen van de bel. Door alleen uit de ondiepere putten te onttrekken kan het terugwinrendement sterk verhoogd worden. Daarnaast blijkt ook het instellen van een Spaarjaar in het begin, waarin wel water wordt geïnfiltreerd maar niet onttrokken, de efficiëntie te verbeteren. Hiermee kan volgens modelsimulaties een terugwinrendement van meer dan 90% worden gehaald.

Effectief watergebruik

De resultaten van de druppelirrigatie met ondergronds opgeslagen water zijn veelbelovend. In het tweede jaar is bij allebei de pilots een verhoging van de opbrengst gerealiseerd. Bij de pootaardappelen is dit gerealiseerd door een betere vochtvoorziening. Er kon hier geïrrigeerd worden dankzij de

Een volledige eigen
zoetwatervoorziening is
mogelijk, waarbij men
onafhankelijk is van de
aanvoer van extern water.
Uit de pilots blijkt dat 65-
100% van het water dat uit
de drains geschikt is

De met de ondergrondse zoetwaterberging opgebouwde zoetwaterbellen blijven voldoende compact aanwezig in het oorspronkelijke zoute grondwater in de ondergrond. Hoeveel van het geïnfiltreerde water kan worden teruggevoerd uit de ondergrondse zoetwaterberging wordt beïnvloedt door oprijving van de zoete bel en

onttrekking uit de ondergrondse zoetwaterberging in een gebied waar een beregeningsverbod geldt uit oppervlaktewater vanwege Bruinrot. Dit heeft geresulteerd in ruim 20% meer knollen. Bij de bollenteelt heeft de precisiebestemming met druppelirrigatie grote, en dus kostbaardere, bollen opgeleverd. Het verschil in

Een meeropbrengst van meer dan 20% poot aardappelen is bereikt met ondergrondse druppelirrigatie. Bij de bollenteelt is met fertigatie een grotere bolmaat gerealiseerd, wat zich vertaalt in een hogere opbrengst

opbrengst kan voorzichtig worden vertaald naar een meeropbrengst van ca. € 1000 tot € 1500 per ha voor poot aardappelen en enkele duizenden euro per ha voor de bollen.

Deze vergroting van de gewasopbrengst onderstreept de verwachte economische haalbaarheid van de Spaarwatersystemen. De prijs van het ondergrondse zoetwaterberging systeem is voor het zandperceel meer dan gehalveerd door de ontwikkeling van een eenvoudiger en compacter systeem. Op het kleiperceel en bij de systeemgerichte drainage zijn een aantal functionele verbeteringen doorgevoerd. Hierbij wordt in het vervolg project Spaarwater 2 verder ingezet op kostenreducerende innovaties.

Kosten en baten

De Spaarwatermaatregelen leveren een aantal directe baten op voor de agrariër, zoals het vergroten van de gewasopbrengst, minder risico op de zout- en droogteschade en de reductie van het risico op ziektes. Dit leidt tot een grotere bedrijfszekerheid met bijvoorbeeld hogere contract-gewasprijzen. Als deze maatregelen breder worden toegepast kunnen ze bijdragen aan het handhaven en versterken van de belangrijke positie van de landbouw in de Waddenregio, ook onder een veranderend klimaat en bij bodemdaling. Daarnaast brengen de Spaarwatermaatregelen een aantal belangrijke baten voor de waterbeheerders met zich mee. Doordat het overgrote deel van het water wordt

opgevangen en opgeslagen worden afvoerpieken verminderd tot slechts zo'n 15% van de pieken die optreden zonder het systeem. Dat betekent dat het oppervlaktewatersysteem veel minder belast wordt bij een piekafvoer.

Nutriënten en zoutbelasting

Met systeemgerichte drainage is in het kleiperceel de zoutbelasting voor het jaar 2015 meer dan gehalveerd en voor het zandperceel met ongeveer 30% afgenomen. Met ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water reduceert de afvoer van nutriënten naar de sloot. De Spaarwatermaatregelen kunnen zo een bijdrage leveren aan de KRW doelstellingen.

Veelbelovend resultaat

Geconcludeerd kan worden dat de eerste resultaten van Spaarwater 2013-2015 veelbelovend zijn. Door de maatregelen te ontwikkelen en beproeven binnen de dagelijkse praktijk van de landbouwbedrijven zijn diverse aanpassingen gedaan die de toegankelijkheid en de werking van de Spaarwatersystemen verbeteren. Dit geldt ook voor het intensieve contact met de landbouwsector in de diverse bijeenkomsten, overleg en discussie met de waterbeheerders (waterschap, provincie en rijk) die het toepassingsbereik van de maatregelen zowel hebben aangescherpt als uitgebreid.





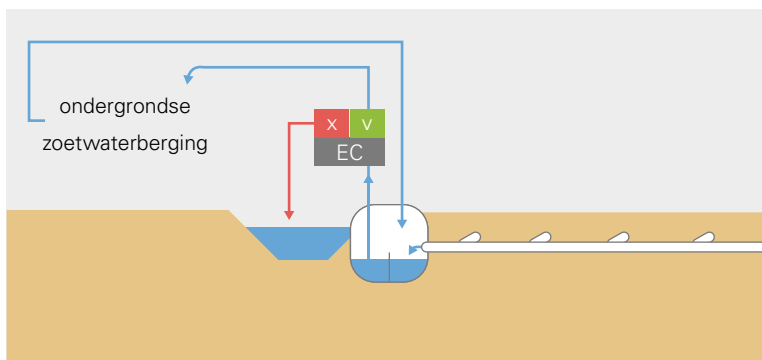
EIGEN WATER- VOORZIENING: ZOETWATER UIT DE DRAINS

3.1 Inleiding

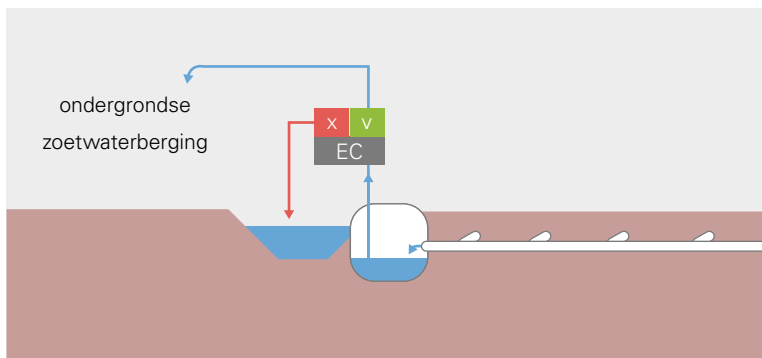
De verbetering van de watervoorziening door zoetwatermaatregelen is van belang in gebieden waar de wateraanvoer niet voldoende of niet van de juiste kwaliteit is. Eén van de maatregelen is het vergro-

ten van de zelfvoorzienendheid, door een zoetwaterberging te creëren, bijvoorbeeld met een bassin of ondergrondse zoetwaterberging. Een belangrijke vraag daarbij is: waarmee kan de zoetwateropslag worden gevuld? In de glastuinbouw, waar beide opslagsyste-

men worden toegepast, wordt hiervoor het afstromend regenwater van de kassen gebruikt. Dat is in de vollegrond teelt niet mogelijk. Daarom is er een alternatieve manier ontwikkeld door opvang van het perceelseigen water uit de drains. Deze innovatie is recent



Breezand: zandperceel



Borgsweer: kleiperceel

voor het eerst succesvol ontwikkeld en getest in de proef zelfvoorzienende zoetwaterberging op Texel (<https://www.noord-holland.nl/web/Projecten/Proef-zoetwaterberging.htm>) en wordt in Spaarwater verder ontwikkeld om water uit een andere bron dan de sloten beschikbaar te maken. De maatregel ligt dicht bij de gangbare praktijk van de landbouw in de Waddenregio, waar vrijwel alle percelen gedraineerd zijn.

Op het Kleiperceel Borgsweer is de bestaande drainage aangesloten op een verzamelleiding (ook wel samengestelde drainage genoemd) om het water op te vangen. Op het Zandperceel Breezand is een nieuwe samengestelde drain-

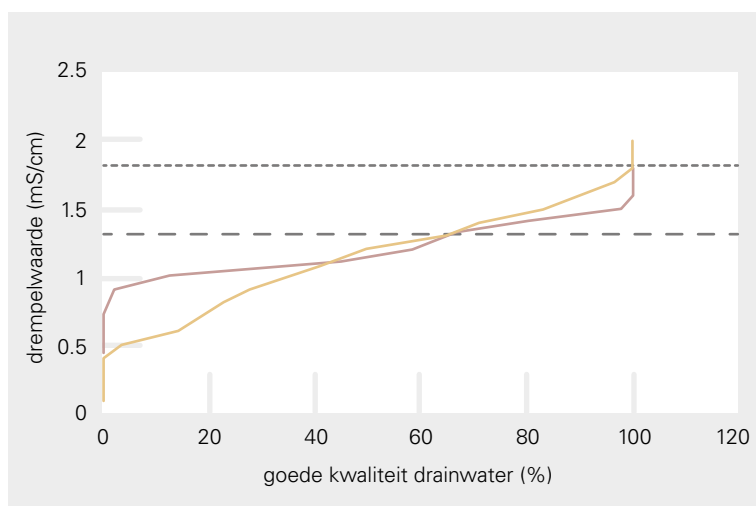
nage-infiltratie systeem aangelegd. Hiermee kan met water uit de ondergrondse zoetwaterberging de grondwaterstand in het perceel op peil worden gehouden. De verzamelleiding op beide percelen komt uit in een verzamelput. In de verzamelput wordt de waterkwaliteit gemeten en bij voldoende kwaliteit gaat het water in de opslag, terwijl te zout water wordt afgevoerd naar de sloot. Zo wordt water beschikbaar gemaakt

dat nooit met slootwater van mogelijk slechtere kwaliteit in aanraking is geweest, maar dat de goede kwaliteit van het neerslagwater dat via het perceel is afgevoerd houdt. Hiermee wordt voldoende onafhankelijkheid van externe aanvoer van zoetwater mogelijk gemaakt.

3.2 Resultaten

3.2.1 Hoeveelheid water in relatie tot de zoutdrempelwaarde

Het opgevangen water uit de drains vormt een substantiële bron van zoetwater. Van het Zandperceel Breezand voldeed 9.000 m³ en het Kleiperceel Borgsweer 4.000 m³ van het water dat uit de drains is opgevangen in 2015 aan de kwaliteitseisen. Het percentage dat geschikt is voor ondergrondse opslag is afhankelijk van de ingestelde drempelwaarde. Tijdens de proef is hiermee gevarieerd om een indruk te krijgen van het effect op de op te vangen waterhoeveelheden. In Borgsweer is een drempelwaarde van de EC (elektrische geleidbaarheid) toegepast van 1,1 tot 1,8 mS/cm en in Breezand van 1,3 tot 1,7 mS/cm. Het verschil in volume tussen Borgsweer en Breezand wordt, naast andere factoren, veroorzaakt door een combinatie van verschil in kweldruk en het opzetten van het peil boven



het drainniveau in Breezand. Welke drempelwaarde uiteindelijk kan worden toegepast is afhankelijk van het gebruik van het opgeslagen water. Omdat het water wordt toegediend met druppelirrigatie is een hoger zoutgehalte toegestaan dan bij traditionele beregening. Voor poot aardappelen (Borgsweer) is de schadedrempel in het bodemvocht

een hogere drempelwaarde om meer water op te vangen. Op het Zandperceel Breezand voldeed met een drempelwaarde van 1,3 mS/cm ongeveer 65% van het drainagewater in 2015 aan de kwaliteitseisen, terwijl bij een drempelwaarde van 1,7 mS/cm bijna 100% van het drainagewater in 2015 voldeed. Hoewel heel ver-

gehele systeem van opvangen, opslaan en gebruiken (analyse van volledige zelfvoorzienendheid) kan worden doorgerekend. Het model berekent hoeveel areaal geïrrigeerd kan worden met het opgevangen perceelseigen water. In het model zijn de resultaten van alle pilotonderdelen gecombineerd, met het rendement van ondergrondse zoetwa-

De resultaten uit de pilots zijn met een model doorvertaald. Voor het kleiperceel met poot aardappel is 10 ha spaaroppervlak voldoende om 12 ha te irrigeren. Voor het zandperceel met bollenteelt is er voldoende om 20 ha te irrigeren

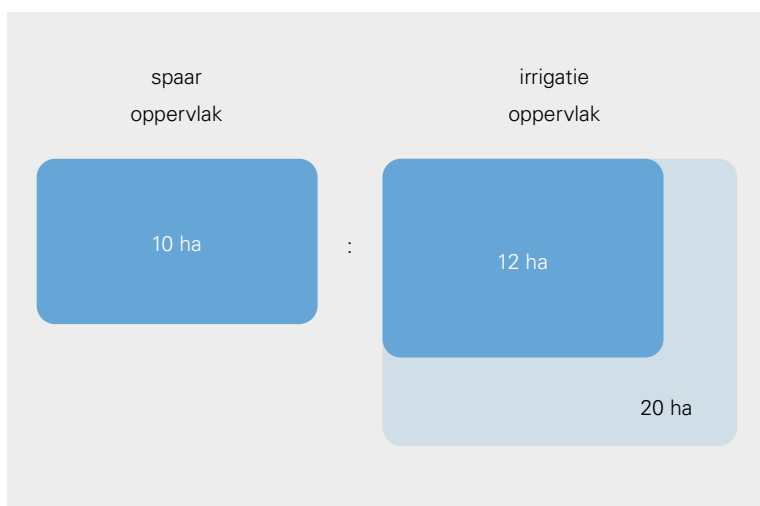
volgens de literatuur 4.3 mS/cm, waarbij in de proef gestart is met een veilige waarde voor beregening van 1,3 mS/cm wat later is verhoogd naar 1,7 mS/cm om meer water op te vangen. Voor tulpen en hyacint (Breezand) gelden literatuurwaarden van 1.0-1.3 mS/cm. In de dagelijkse praktijk blijkt voor bollen een wat hogere waarde te worden gehanteerd. In overleg met de teler is daarom gekozen voor

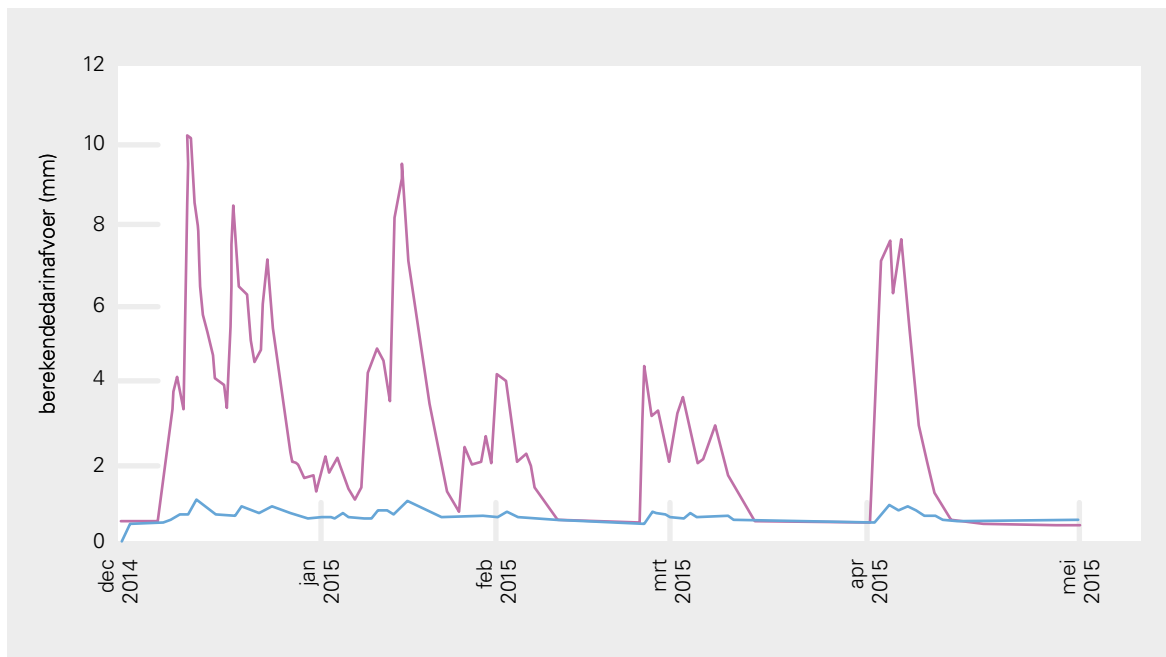
schillende percelen worden dezelfde percentages gevonden. Een kleine verhoging van de drempelwaarde leidt dus tot een sterke verhoging van de geschiktheid van het water uit de drains en daarmee de zoetwaterbeschikbaarheid.

3.2.2 Areaal opvang ten opzichte van areaal irrigatie

Op basis van de resultaten is een model ontwikkeld waarmee het

terberging (hier met de aanname van het instellen van een spaarjaar (zie hoofdstuk 4)) en voor druppelirrigatie het watergebruik om het neerslagtekort aan te vullen (zie hoofdstuk 5) en een ingestelde drempelwaarde van 1.7 mS/cm. Met het model zijn langjarige reeksen doorgerekend, zodat ook droge jaren in de analyse zijn meegenomen. Het blijkt dat voor de situatie in Borgsweer (kleiperceel met poot aardappelen) het perceelseigen water van 10 ha voldoende is om 12 ha zo te irrigeren dat er zich in de afgelopen 50 jaar nooit een vochttekort zou hebben voorgedaan. In de situatie in Breezand (zandperceel met bollenteelt) is het perceelseigen water van 10 ha voldoende voor het volledig irrigeren van maar liefst 20 ha. In een veranderend klimaat (doorgerekend met het sterke klimaatverandering, WH scenario) blijft deze verhouding hetzelfde voor Borgsweer en wordt nog positiever voor Breezand.





3.2.3 Effect op het oppervlaktewater

Piekafvoer

Een groot bijkomend voordeel van de opvang van perceelseigen water is de reductie van de piekafvoer van het perceel naar de sloot. Doordat het overgrote deel van het water wordt opgevangen en opgeslagen worden afvoerpieken verminderd tot slechts zo'n 15% van de pieken die optreden zonder het systeem. Dat betekent dat het oppervlaktewater-systeem veel minder belast wordt bij een piekafvoer.

Zoutbelasting

Door de opvang van het water uit de drains komt er minder zoet water in de sloten terecht. Hierdoor zullen de sloten relatief zouter worden. Dit kan voordelig zijn, bijvoorbeeld voor de ontwikkeling van zoute natuur in de sloten, maar kan ook een nadeel zijn. Als de landbouw verderop in het watersysteem nog wel zoet water uit de sloten nodig heeft, dan kan de opvang van perceelseigen water leiden tot een grotere doorspoelbehoefte. Daarom kan het voordelig zijn om de opvang van perceelseigen water in een (deel van een)

polder te clusteren, zodat sloten kunnen worden afgekoppeld van het doorspoelregime.

Nutriënten

Op het Zandperceel Breezand is de afvoer en opvang van water in relatie tot nutriënten onderzocht. De gemeten stikstof en fosfor concentraties in het drainwater hebben een concentratie boven de voorgestelde GEP concentraties (Goed Ecologisch Potentieel) op basis van de KRW (Kaderrichtlijn Water). Met de opvang van perceelseigen water komen de nutriënten die uit het perceel vrijkomen niet meer in de sloot terecht, maar worden ondergronds opgeslagen, waar ze voor een groot deel worden afgebroken of vastgelegd (zie hoofdstuk 4). Door het hergebruik van het perceelwater via infiltratie werd een significante reductie van de uitstroom van deze nutriënten naar het oppervlaktewater gerealiseerd die 77% bedroeg voor $\text{NO}_3\text{-N}$ en 60% voor $\text{PO}_4\text{-P}$. Opgemerkt wordt dat deze conclusies zijn gebaseerd op wekelijkse bemonstering waardoor mogelijke pieken zijn gemist. Om ook de piekafvoer mee te nemen zijn er continue metingen uitgevoerd

— afvoer naar de sloot met opvang perceelseigen water
— normale drainafvoer naar de sloot

(met behulp van passieve bemonstering met sorbicell). Een nadere analyse en vergelijking met de watermonsters toonde echter aan dat hoge sulfaatgehalten (zoals die voorkomen bij zoute omstandigheden) verstorend werken met onbetrouwbare resultaten als gevolg. In Spaarwater 2 wordt daarom overgestapt op een automatisch watermonstersysteem om het gedrag van nutriënten tijdens piekafvoeren vast te stellen.

Gewasbeschermingsmiddelen

Op het Zandperceel Breezand is de drainafvoer en het grondwater uit de ondergrondse opslag gedurende 2015 bemonsterd en geanalyseerd op de gewasbeschermingsmiddelen. Er is een breed analysepakket van 29 stoffen toegepast, waarvan er 14 in de spuitplannen van 2014 en 2015 voorkwamen. De stoffen die in 2015 zijn gebruikt vertonen verhoogde concentraties in het drainwater van april tot november. De stoffen die in 2014 en daarvoor

zijn toegepast laten een meer gelijkmatig beeld zien gedurende het jaar. Het blijkt dat onder de anaerobe omstandigheden van het grondwater op het perceel en het opgeslagen grondwater de stoffen een hogere en soms een lagere afbraaksnelheid hebben. Uit de analyses van het drainwater komt naar voren dat de concentraties van 3 van de 29 stoffen boven de MKN of MTR normen uitstijgen. Het is in dit verband relevant om de concentraties te toetsen aan de hand van de vorig jaar uitgebrachte STOWA 'Handreiking voor ondergrondse wateropslag' (zie hoofdstuk 8), gebaseerd op het vigerende infiltratiebesluit. Het blijkt dat de drie stoffen die zorgen voor de normoverschrijding in principe afbreekbaar zijn. Dit leidt tot de uiteindelijke beoordeling van beperkt risico, de vergunning kan worden verleend maar wel met een passende monitoring.

Ongeacht de toetsing voor de vergunning kunnen brongerichte maatregelen wenselijk zijn. Er zijn verschillende mogelijke oplossingsrichtingen: 1) Verminderen of stoppen met het gebruik van het betreffende middel. In overleg met de telers zal worden verkend in hoeverre deze bestrijdingsmiddelen noodzakelijke stoffen zijn en of vervangende middelen beschikbaar zijn. 2) Afvoer naar de sloot van water met bestrijdingsmiddelen. Uit de metingen blijkt dat na oktober de stoffen, die dat seizoen zijn toegepast, al sterk zijn verlaagd in concentratie. Het late najaar is tevens de start van de periode waarin het meeste water wordt opgevangen. 3) Filteren van bestrijdingsmiddelen uit het water door adsorptie aan organisch filtermateriaal. Deze mogelijkheden worden op dit moment verkend en worden nader onderzocht in Spaarwater 2.



Door het hergebruik van het perceelwater via ondergrondse zoetwaterberging werd een significante reductie van de uitstroom van nutriënten naar het oppervlaktewater gerealiseerd die 77% bedroeg voor $\text{NO}_3\text{-N}$ en 60% voor $\text{PO}_4\text{-P}$





4

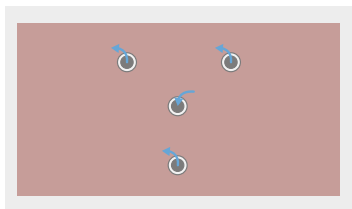
EIGEN WATER- VOORZIENING: ONDERGRONDSE ZOETWATER- BERGING

4.1 Inleiding

De ondergrondse zoetwaterberging is in Spaarwater op twee bedrijven

in de praktijk gebracht om aan te tonen of het mogelijk is om het systeem ook in de vollegrondsteelt toe te passen. Ondergrondse zoetwa-

terberging is eerder toegepast in de glastuinbouw, maar de bredere toepassing in andere agrarische sectoren in Nederland is nieuw. In Spaar-



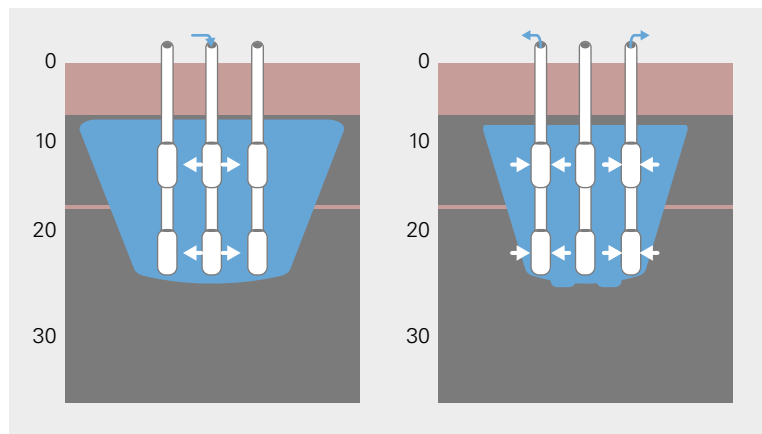
water worden de lessen die uit een eerder project in Bangladesh, waar een eenvoudige vorm van het ondergrondse zoetwaterberging systeem voor drinkwater is toegepast, gecombineerd met de ervaringen in de glastuinbouw om een (kosten) effectief systeem te ontwikkelen. Op beide locaties wordt het water geïnfiltreerd in het watervoerende pakket onder de kleilaag. Bij het Enkelvoudige systeem Breezand wordt het water op een diepte van 10 tot 29 m onder maaiveld opgeslagen en onttrokken en in het Meervoudige systeem Borgsweer op 10 tot 21 m onder maaiveld.

Er zijn twee verschillende ontwerpen toegepast: in het Enkelvoudige systeem Breezand wordt in één put op vier dieptes geïnfiltreerd en onttrokken en het Meervoudige systeem Borgsweer wordt in één put op twee dieptes geïnfiltreerd en uit drie omliggende putten op 5 m afstand op twee dieptes onttrokken. Hiermee wordt de werking van een meervoudig systeem met extra bodempassage onderzocht, zodat de aanpak voor de berging van zoetwater, en kwaliteitsverbetering door vermindering van ziektekiemen, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen kan worden geoptimaliseerd.

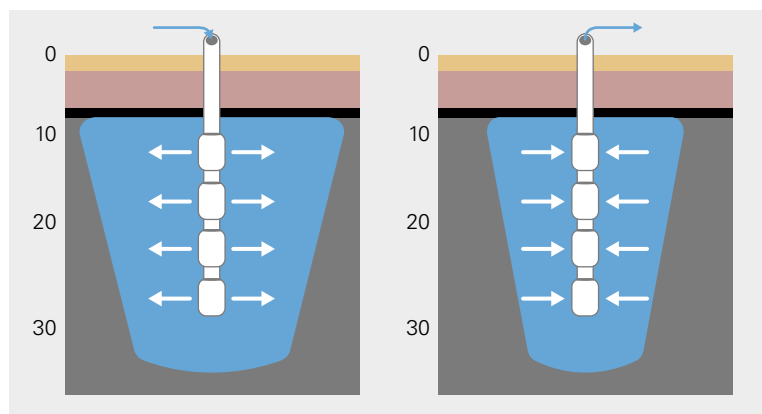
4.2 Resultaten

4.2.1 Vorming van de zoetwaterbel

Het opbouwen van de zoetwaterbel in het overige brakke tot zoute grondwater is op beide locaties gelukt. In de twee jaar dat de systemen in gebruik zijn is in totaal



Borgsweer: infiltratie en onttrekking met meervoudig systeem



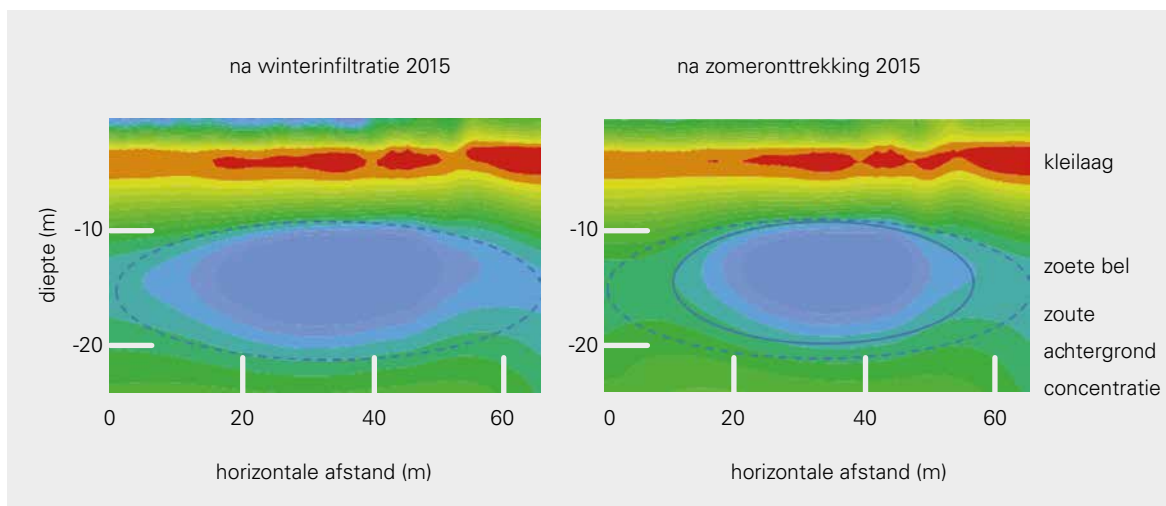
Breezand: infiltratie en onttrekking met enkelvoudig systeem

15.000 m³ in Breezand en 5.700 m³ in Borgsweer geïnfiltreerd. Deze infiltratie is afgewisseld met onttrekkingen in het teeltseizoen van in totaal 1.050 m³ in Breezand en 2.030 m³ in Borgsweer.

Een inkijkje in de ondergrond wordt gegeven met geofysische metingen en continue metingen in peilbuizen, waarin de bel duidelijk zichtbaar is tegen de achtergrond concentratie. Hieruit blijkt dat de bel groeit in de winterperiode als wordt geïnfiltreerd en krimpt bij onttrekking in de zomerperiode. In de metingen is te zien dat het niet teruggewonnen zoete water als een compacte zoetwaterbel aanwezig blijft. De opeenvolgende infiltratie en onttrekking creëert dus een compacte, 'ademende' zoetwaterbel in de zoute ondergrond.

Tijdens de infiltratie vormt zich de zoetwaterbel rondom de volledige

diepte van de infiltratieput. De vorm van de bel is echter niet constant in de tijd. Aan de onderkant van de bel (op 30m diepte in Breezand) wordt na verloop van tijd de concentratie weer hoger. Wanneer de infiltratie weer start wordt het zoet-zout grensvlak opnieuw omlaag gedruwd en ontwikkelt de bel zich verder. Tijdsreeksen van de zoutconcentraties op verschillende dieptes en afstanden van de infiltratiebron laten zien dat het zouter worden van de zoete bel op een diepte van 30 m in Breezand niet samenvalt met de momenten dat onttrokken wordt. Interessant is dat de concentratie verandering juist samenvalt met momenten dat er nauwelijks is onttrokken en geïnfiltreerd. Dit geeft aan dat er opdrijving plaatsvindt, waarbij de zoete bel omhoog wordt gedreven door het verschil in dichtheid tussen het zoete en zoute water.



Gemeten omvang van de bel met geofysische metingen na de winterinfiltratie (links; stippellijn) en na de zomeronttrekking (rechts; doorgetrokken lijn) in Borgsweer.

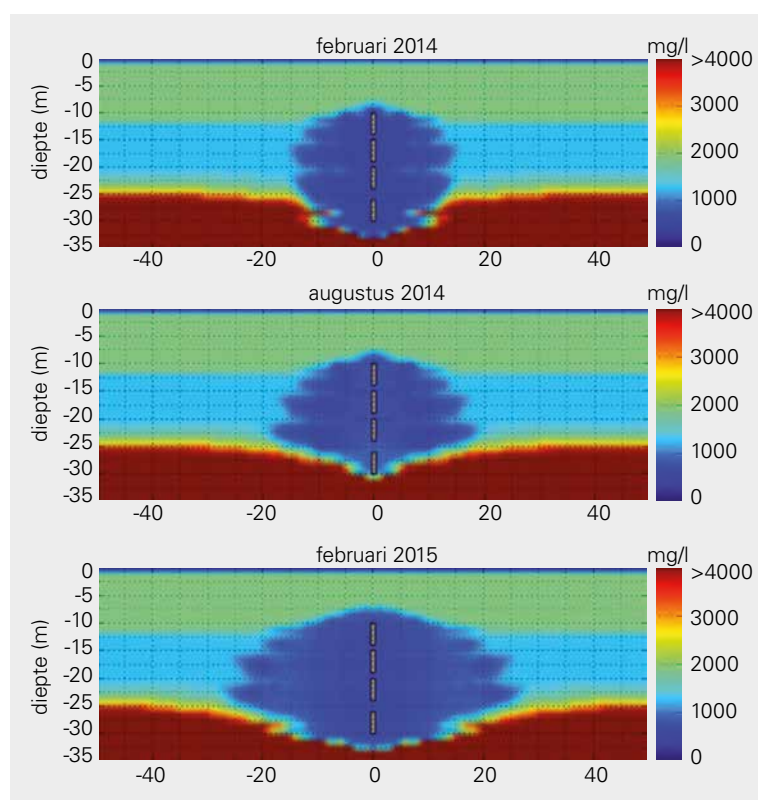
4.2.2 Terugwinrendement

Voor een effectieve ontzouting speelt oprijving een belangrijke rol. Bij het eenvoudige systeem Breezand met vier filters is vrij snel het regime ingesteld waarbij de onderste put alleen voor infiltratie werd gebruikt en niet voor ontzouting om te voorkomen dat er zoutwater uit de ondergrond wordt gehaald. Hiermee kan veel efficiënter water worden ontzouten dan wanneer alle filters tegelijk worden gebruikt. Om de terugwinefficiëntie verder te onderzoeken zijn voor beide percelen grondwatermodellen gemaakt, die zijn gecalibreerd op de beschikbare metingen. Hiermee is berekend hoe het systeem op grotere schaal kan worden toegepast en hoe het terugwin rendement kan worden geoptimaliseerd. Uit de modelsimulaties blijkt dat met het eenvoudige systeem Breezand de terugwinefficiëntie kan worden geoptimaliseerd wanneer eerst uit de drie bovenste filters water wordt ontzouten, daarna werd overgeschakeld op de bovenste twee filters, en in de laatste periode van het seizoen alleen nog uit de bovenste filter wordt ontzouten. Hiermee kan het rendement theoretisch worden verhoogd tot ruim 80%. Dit is specifiek voor de situatie in Breezand

waar de achtergrond zoutconcentratie relatief laag is (uit eerdere internationale studies bleek dat zelfs een terugwin rendement van boven de 100% kan worden gehaald als de afwijking tussen de achtergrondconcentratie en de gewenste concentratie niet te groot is).

In de setting met de meervoudige putten in Borgsweer komt uit de

modelsimulaties naar voren dat bij de hoeveelheden zoals die nu worden geïnfiltreerd een maximaal rendement kan worden gerealiseerd van ongeveer 50%. Dit is in lijn met de terugwinrendementen die zijn gevonden bij studies in bijvoorbeeld het Westland. Dit lagere theoretische rendement in Borgsweer dan in Breezand komt door de combinatie van een hogere achtergrondcon-



Ontwikkeling van de zoetwaterbel Breezand (gesimuleerd).

concentratie en de aanwezigheid van een kleilaagje en de systeemconfiguratie met ontrekkingsfilters op twee in plaats van vier dieptes op enige afstand van de infiltratieput. Bij een aanpassing van het systeem kan dit rendement verder worden verhoogd.

Het blijkt dat, naast de opdrijving, de mengzone aan de rand van de bel van belang is voor het rendement. Wanneer het water vermengd is met het zoutere grondwater is het niet meer terug te winnen omdat het te zout is geworden. Een mengzone is bijvoorbeeld gemeten in de peilbuizen waar de tijdseries een geleidelijke overgang laat zien tussen de concentratie van het grondwater en het geïnfiltreerde water. Een oplossing om het rendement te verhogen blijkt het instellen van een zogenaamd 'Spaarjaar': een eerste jaar waarin wel wordt geïnfiltreerd, maar niet wordt onttrokken. De mengzone blijft beperkt tot de rand van bel, zodat als er al een buffer is opgebouwd deze de kern van de bel waarin wordt geïnfiltreerd en onttrokken niet meer raakt. Hiermee kan voor de situatie in Breezand, zo is berekend, zelfs bij kleine volumes de terugwinefficiëntie worden verhoogd naar boven de 95%

Met de setting zoals in Borgsweer loopt het gesimuleerde rendement snel op wanneer in combinatie met een Spaarjaar grotere volumes wor-



Links zoals het drainwater met klei er uitziet direct na opvangen, geheel rechts nadat de klei is neergeslagen.

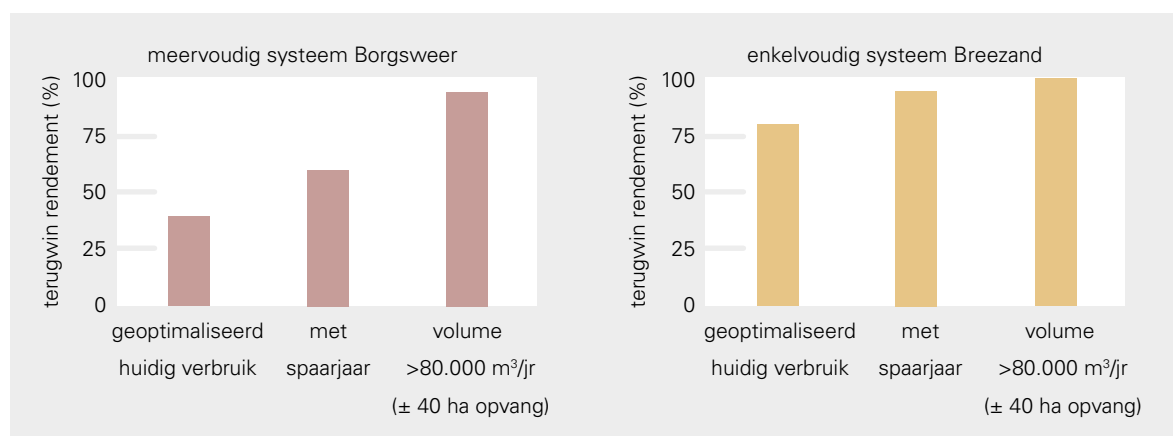
den geïnfiltreerd en onttrokken. Bij een volume van ongeveer 50.000m³ kan volgens het model een terugwinrendement van ruim 90% worden gehaald. De toepassing op schaal kan dus sterk bijdragen aan de efficiëntie.

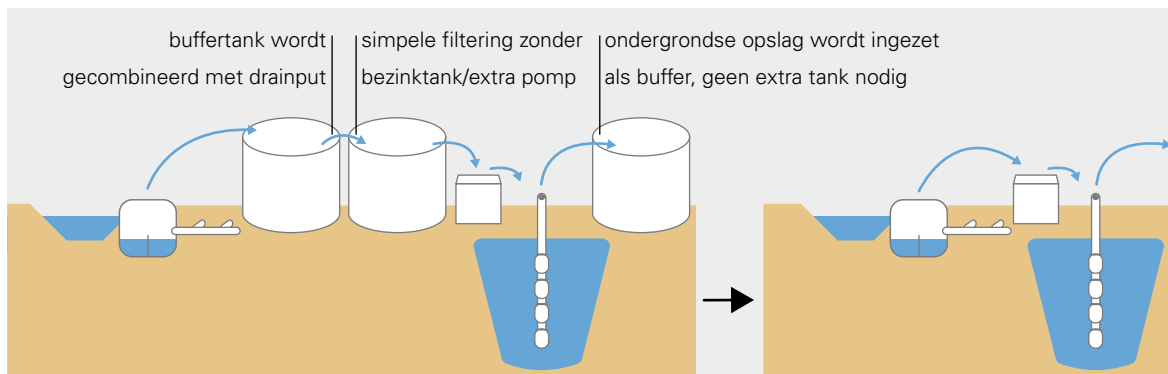
4.2.3 Aanleg en functioneren van het systeem

Voor het toepasbaar maken van het systeem voor de vollegrondsteelt zijn allerlei praktische innovaties doorgevoerd in deze eerste pilotjaren. Vooral de toepassing bij het kleiperceel Borgsweer bleek een uitdaging. Het water dat uit de ondergrondse opslag is zuurstofloos en werd direct via de druppelirrigatie in de bodem gebracht, hierdoor verslechterde de gewasopbrengst in het eerste pilotjaar. Door een aanpassing in de tank voor de dagvoorraad wordt het water natuurlijk belucht, zodat (niet alleen hierdoor) in het tweede pilot-

jaar een opbrengstverhoging kon worden gerealiseerd. Daarnaast zorgde de zeer kleine kleifraction in het water uit de drains voor een snelle verstopping van de verschillende filtersystemen en daardoor hoge onderhoudskosten. Hiervoor zijn verschillende oplossingen onderzocht. De meeste kansrijke is voorkomen dat de klei tot afstroming komt in de drains. Dit wordt gerealiseerd door een aanpassing in het opvangsysteem waarmee de stroomsnelheid wordt gereduceerd. Deze systeeminnovatie is geïnstalleerd en wordt op dit moment in de praktijk getest. Indien de resultaten voldoen kan een vereenvoudiging van het systeem zoals hieronder beschreven voor zandpercelen ook voor kleipercelen worden doorgevoerd.

Bij het zandperceel Breezand bleek het water dat uit de drains komt vrijwel geen deeltjes te bevatten die





eruit moeten worden gefilterd. Het perceel zelf werkt daar al als een soort zandfilter. Dit geeft veel ruimte voor vereenvoudiging van het systeem. Het grote zandfilter en opeenvolgende filters die in het oorspronkelijke systeem werd gebruikt kan worden vervangen door veel compactere filters, waardoor het ruimtebeslag van het systeem nog kleiner wordt. Bovendien wordt het water hier in kleinere hoeveelheden voor met name

4.2.4 Ziektekiemen en nutriënten

Naast de kwantiteitsaspecten van de ondergrondse zoetwaterberging zijn ook de kwaliteitsaspecten van belang voor de kansrijkheid van het systeem. Uit de verschillende sectoren blijkt grote belangstelling voor mogelijkheden om met het systeem de kans op ziektes te verkleinen. In de gebieden waar beregening uit oppervlaktewater voor de pootaanplant vanwee bruinrot verbo-

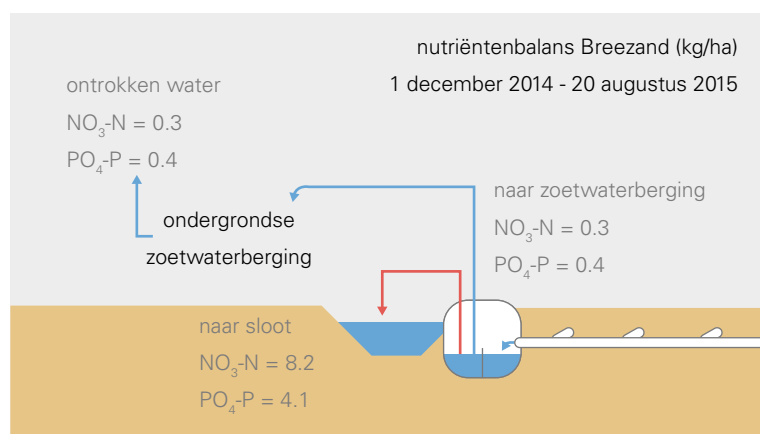
niet alleen de zoetwaterbeschikbaarheid te vergroten en veilig te stellen, maar ook ziektes te bestrijden. Het grote voordeel van ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water is dat het water niet in contact komt met oppervlaktewater en daarom een kleine kans heeft om besmet te worden met ziektekiemen. Door ondergrondse zoetwaterberging kan het risico op ziekteverwekkende bacteriën nog verder worden gereduceerd.

Het instellen van een 'Spaarjaar' verhoogt het terugwinrendement van ondergrondse zoetwaterberging met meer dan 10%

fertigatie met oppervlakkige druppelstralen gebruikt. Het benodigde debiet is daardoor beperkt en tevens is de eerder genoemde beluchting niet nodig. Daardoor kan ook de opvangtank vervallen en kan de ondergrondse zoetwaterberging direct worden ingezet als buffer voor de druppelirrigatie. Uit de metingen blijkt verder dat de infiltratiecapaciteit van het systeem voldoende is om vrijwel al het water uit de drains direct te infiltreren, waardoor ook de buffertank kan komen te vervallen. Door deze vereenvoudigingen wordt het systeem compacter en kosten efficiënter. Dit brengt een brede uitrol voor vooral zandpercelen dichterbij.

den is kan het systeem de mogelijkheid geven om weer te irrigeren. Maar ook uit andere sectoren zoals de bollenteelt is er interesse om ziektes te voorkomen. Daarom wordt onderzocht hoe het systeem nog breder kan worden ingezet, om

Bestaande onderzoeken zijn met name gericht op ziekteverwekkers die direct schadelijk zijn voor mensen waardoor over de ondergrondse afbraak van de specifieke bacteriën die in de landbouw schadelijk zijn nog geen literatuur bekend is. Op



basis van een vergelijking met andere bacteriën kan worden geconcludeerd dat ziektekiemen op drie manieren uit het water worden gehaald door ondergrondse zoetwaterberging: door afsterven (in zuurstofloze omstandigheden, verwacht omdat bijvoorbeeld de bruinrot bacterie een oxidatief metabolisme heeft), vastlegging aan de organische stof en mineralen in de ondergrond, en filtering door bodempassage. In Spaarwater worden de omstandigheden in de ondergrondse zoetwaterbel getoetst om de waarschijnlijkheid van deze processen te onderbouwen.

Naast de bacteriën is gekeken naar het gedrag van de nutriënten in de ondergrondse zoetwaterberging. Hierbij is het verminderen van de nutriënten voordelig voor de vermindering van de nutriëntenlast naar het perceel. Wanneer de nutriënten behouden kunnen blijven kan dit echter als voordeel hebben dat er uiteindelijk minder meststoffen hoeven te worden toegevoegd aan het irrigatiewater. Uit de analyses (uitgevoerd bij het systeem in Breezand) blijkt dat het nutriëntengehalte van het uit de ondergrondse zoetwaterberging onttrokken water een stuk lager is in vergelijking met het geïnfiltreerde water, voor $\text{NO}_3\text{-N}$ is het 99% lager, en voor $\text{PO}_4\text{-P}$ is het 94% lager. Hieruit blijkt dat het overgrote deel van de nutriënten in de ondergrond is vastgelegd of is afgebroken.

Om de achterliggende processen voor zowel de verandering in de nutriëntenconcentratie als in de hoeveelheid ziektekiemen beter te begrijpen is met een speciale veldopstelling getest wat de omstandigheden in de ondergrond zijn. Hiervoor is in Breezand een mini-ondergrondse zoetwaterberging ingericht, waar gedetailleerde chemische metingen zijn gedaan en waar drainwater met een toege-

Door eigen zoetwaterberging is er geen of kleine kans op ziektekiemen uit de sloot

voegde identificatie-stof werd geïnfiltreerd en binnen een periode van enkele dagen weer werd onttrokken. Uit deze testen bleek dat het geïnfiltreerde water binnen 1-2 dagen zuurstofloos werd. Binnen 6 dagen blijken ook vrijwel alle nutriënten te zijn vastgelegd dan wel afgebroken. Dit betekent dat voor de reductie van de nutriënten het water zich maar korte tijd in de ondergrond hoeft te bevinden en dat het afsterven van de bacteriën door zuurstofloze condities en nutriëntarme omstandigheden snel na de infiltratie kan starten.

Dit betekent dat met de huidige infiltratie en onttrekkingsnelheid de verblijftijd in de ondergrond in Borgsweer (deze blijkt uit berekeningen minimaal 5 dagen) voldoende is om de nutriënten voor een heel groot deel vast te leggen of af te breken. De verblijftijd is echter in

het huidige systeem van Borgsweer te kort voor het afsterven van de bacteriën (volgens de literatuur wordt ca. 20 dagen aangehouden). Vastgesteld dient te worden hoe lang het duurt voor de ziektekiemen afsterven. Is dit langer dan 5 dagen vergt het dus een aanpassing van het ontwerp van het huidige systeem dan wel het instellen van een pauze tussen de infiltratie en onttrekking om de bacteriën te laten afsterven. Deze analyse naar de afbraak van ziektekiemen wordt voortgezet in Spaarwater 2. Voor de volledige analyse en onderbouwing van de afbraak van ziektekiemen wordt als spin-off van Spaarwater een wetenschappelijk onderzoek geformuleerd, zodat daarmee voldaan kan worden aan de eisen van de Voedsel en Waterautoriteit (NVWA) om irrigatie toe te staan in de gebieden waar nu een beregningsverbod geldt.





5

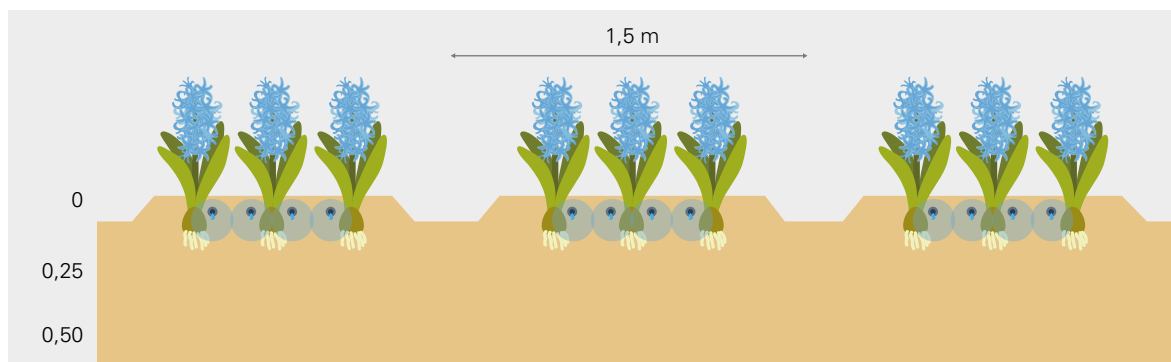
EFFECTIEF WATERGEBRUIK: DRUPPEL- IRRIGATIE EN FERTIGATIE

5.1 Inleiding

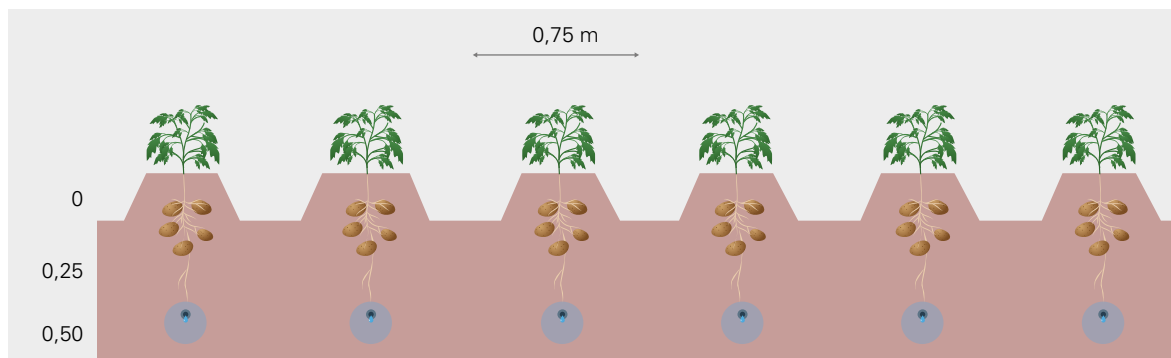
Bij traditionele beregening (bijv. met haspel of sprinklers) gaat er water

verloren door verwaaiing, verdamping en de relatief grote giften per keer. Met druppelirrigatie kan de watergift precies worden gestuurd

en wordt het water toegediend waar het nodig is, namelijk nabij de wortelzone. Daardoor kan er veel efficiënter met het zoetwater wor-



Breezand: zandperceel met bollen



Borgsweer: kleiperceel met pootaardappel rotoatie

• druppelslang

den omgegaan dan bij traditionele beregening. In droge gebieden is door toepassing van druppelbevloeiing een besparing in watergebruik van 10% tot 50% haalbaar. Hoe dit uitpakt onder Nederlandse omstandigheden is nog onbekend. Beregenen wordt naast de vochtvoorziening van de gewassen ook toegepast voor een betere opname van de opgebrachte meststoffen. Bij druppelirrigatie kunnen meststoffen ook op een efficiëntere wijze plaatsvinden door het mee te geven met het toegediende water (fertigatie: een samentrekking van irrigatie en fertilisatie). Fertigatie heeft daarnaast als voordeel dat het blad van gewassen droog blijft zodat het risico op bacterieverspreiding door

rondspattende druppels van haspelberegening beperkt wordt. Dit is gunstig uit oogpunt van de preventie van schimmelziekten en bacterieziekten. Druppelirrigatie bespaart dus potentieel water, meststoffen, beperkt uitval door ziekten, kan de gewasopbrengst vergroten en vermindert de inzet van gewasbeschermingsmiddelen.

Internationaal wordt druppelbevloeiing al veelvuldig gebruikt, maar vooral in droge gebieden. De toepassing onder Nederlandse omstandigheden is relatief nieuw. Belangrijke vragen bij irrigatie en fertigatie zijn wanneer en hoeveel vocht en nutriënten toegediend moeten worden voor een optimaal resultaat in

de gewasopbrengst. Het doel is een effectiever gebruik van het beschikbare water, ofwel door waterbesparing, ofwel door een vergroting van de meeropbrengst van het gebruikte water. Binnen Spaarwater wordt druppelbevloeiing op twee manieren toegepast. Op de meer traditionele manier waarbij de druppelslangen per seizoen op het oppervlak worden gelegd. Dit wordt toegepast op een zandperceel waarop bollen teelt plaatsvindt (Breezand, Noord-Holland). Hierbij is ook fertigatie toegepast. Daarnaast wordt een vernieuwende manier ontwikkeld, waarbij de druppelslangen permanent worden aangelegd onder het ploegniveau. Dit wordt toegepast op een kleiperceel waarop

Een vernieuwende manier is ontwikkeld, waarbij de druppelslangen permanent worden aangelegd onder het ploegniveau

pootaardappel (en andere gewassen vanwege rotatieteelt) wordt geteeld (Borgsweer, Groningen).

5.2 Resultaten

5.2.1 Meeropbrengst

Een meeropbrengst is op de proefpercelen met druppel irrigatie voor zowel de pootaardappels als voor de bollen (hyacint) in het tweede jaar van de pilots gerealiseerd. Voor de meeropbrengst van bloembollen is de kwaliteit en de maat van de bol (de ziftmaat) bepalend voor de opbrengst. In het eerste jaar (2014) is het gebruik van fertigatie verkend en heeft dit niet geleid tot een grotere ziftmaat. In het tweede jaar (2015) zijn een aantal verdere optimalisaties doorgevoerd die hebben geleid tot de verbetering van de opbrengst met één grotere ziftmaat. Een dergelijk verschil kan voorzichtig worden vertaald naar een meeropbrengst van enkele duizenden euro per ha.

Voor de meeropbrengst van pootaardappelen is het aantal aardappels (knollen) en de sortering ervan bepalend voor de opbrengst. In het verkennende eerste jaar (2014) is geen verschil in opbrengst gevonden. In het tweede jaar (2015) zijn wel duidelijke verschillen zichtbaar tussen de referentie en de delen

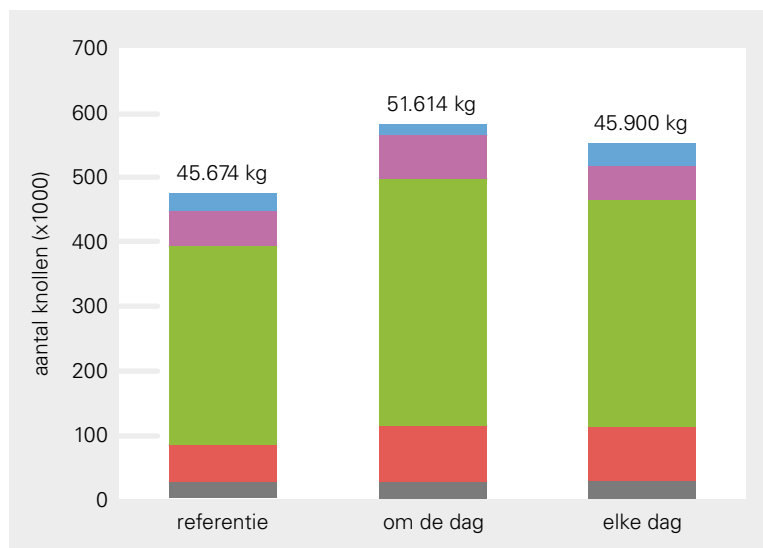


met druppelirrigatie. Er zijn twee watergiftstrategieën toegepast die allebei hebben geleid tot een hoger aantal knollen. Dit toont aan dat voldoende vocht tijdens de belangrijke periode van de knolaanleg (start van de groei van nieuwe aardappels) het aantal per plant verhoogt. De strategie met een watergift om de dag presteert duidelijk het beste in zowel het aantal als de hoeveelheid in kilo's per hectare. Het verschil in opbrengst kan voorzichtig worden vertaald naar een meeropbrengst van ca. € 1000 tot € 1500 per ha.

5.2.2 Watergebruik

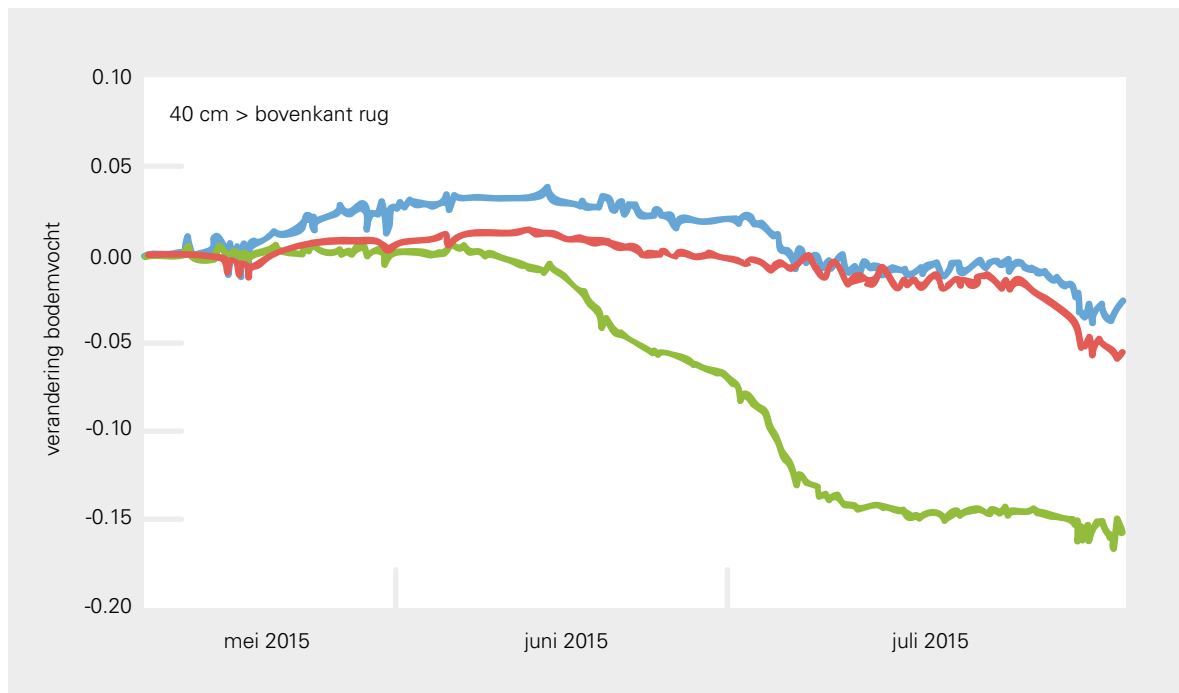
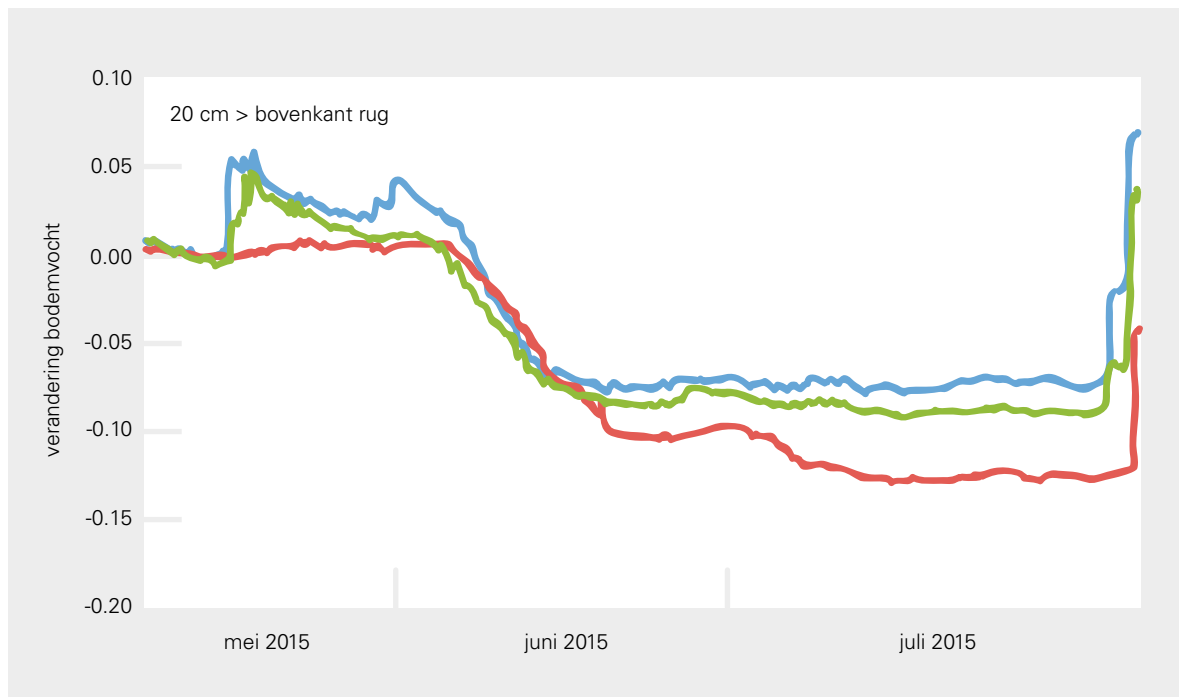
De hoeveelheid water die is toegediend met de druppelirrigatie is in eerste instantie gebaseerd op de ervaringskennis van de agrariërs, zodat zoveel mogelijk is aangesloten

bij de bestaande bedrijfsvoering. Vervolgens is hierin een verfijning aangebracht op basis van de metingen die op verschillende dieptes aan het bodemvocht zijn gedaan. Belangrijk om te vermelden is dat op beide percelen zoveel mogelijk is gestuurd op de optimale vochttoestand in de bodem voor de gewassen en nog niet specifiek op waterbesparing. Dit vergroot namelijk de kansrijkheid van het systeem voor een brede agrarische toepassing en zorgt voor een optimale besteding van het beschikbare water. Impliciet zou dit ook moeten leiden tot een besparing vanwege de effectievere toediening. Overigens is het ook zo dat druppelirrigatie wordt gecombineerd met ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water (zie hoofdstuk 3 en 4) wat niet leidt tot een vergroting van de water-vraag uit het oppervlaktewater.



Kleiperceel en pootaardappelteelt

Op het kleiperceel met pootaardappel zakkt de grondwaterstand in het groeiseizoen uit tot ruim 1 m beneden maaiveld. Hier moet het bodemvocht daarom met de druppelirrigatie worden aangevuld. Dit is



met name van belang bij de start van het seizoen, waarbij optimale vochtcondities leiden tot een hogere knolaanleg (groei van nieuwe aard-appels per plant) en later in het seizoen voor een gelijke sortering.

In het eerste verkennende jaar was de sturing op watergiftten grotendeels gebaseerd op zicht van het bodemvocht aan het oppervlak, terwijl het water dieper werd toegediend. Hierdoor is (te) veel water gebruikt, namelijk 404 mm. Er was

geen verschil in opbrengst met het referentiedeel. In het tweede jaar is de watergift gebaseerd op 'real time' informatie van sensoren in de bodem (bodemvocht en zuigspanning) en is gestuurd op een stabiele toestand van het bodemvocht. Het proefperceel is gesplitst om twee watergiftstrategieën te testen. Bij de eerste strategie is elke dag water gegeven (in totaal 309 mm) en bij de tweede strategie is om de dag water gegeven (in totaal 120 mm). Er is water gegeven in de periode

— iedere dag
— om de dag
— referentie

mei tot eind juli, waarbij de gift per dag varieerde van 3 tot 6,5 mm. De strategie waarbij om de dag water werd gegeven bleek duidelijk de meest succesvolle: met een veel lagere watervraag werd hier een hogere opbrengst gerealiseerd. Deze strategie wordt in Spaarwater 2 verder ontwikkeld.

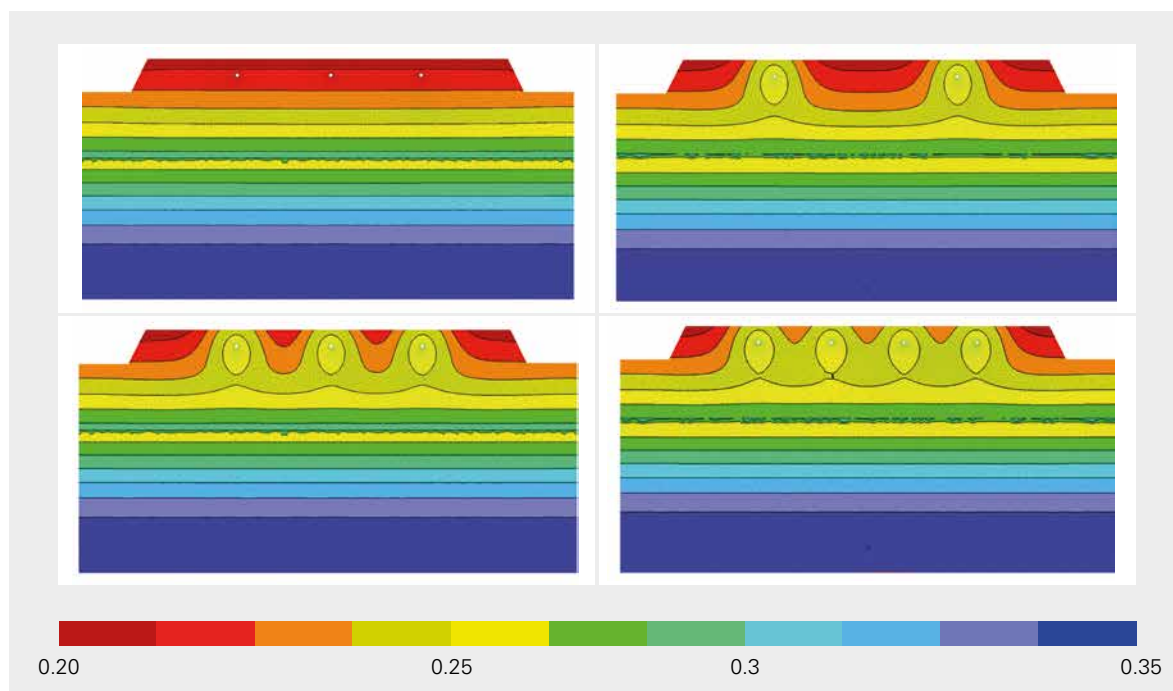
Voor de optimale druppelstrategie wordt gezocht naar het juiste evenwicht tussen vocht voor de gewassen en behoud van de bodemstructuur

De grafieken tonen het relatieve verloop van het vochtgehalte op 20 cm en 40 cm diepte. Hierin is op 40cm duidelijk te zien dat met de druppelirrigatie het bodemvocht op 40cm diepte continue op het voorjaarsniveau kan worden gehouden, terwijl het in de referentie veel droger wordt. Interessant is dat met druppelirrigatie op 20cm de bodem wel uitdroogt. Dit is een belangrijk voordeel. Hierdoor kan er scheurvorming optreden in de klei, kan er zuurstof in de bodem komen en is er voldoende berging voor het opvangen van een flinke regenbui. Voor de optimale druppelstrategie wordt gezocht naar het juiste evenwicht tussen vocht voor de gewassen en behoud van de bodemstructuur.

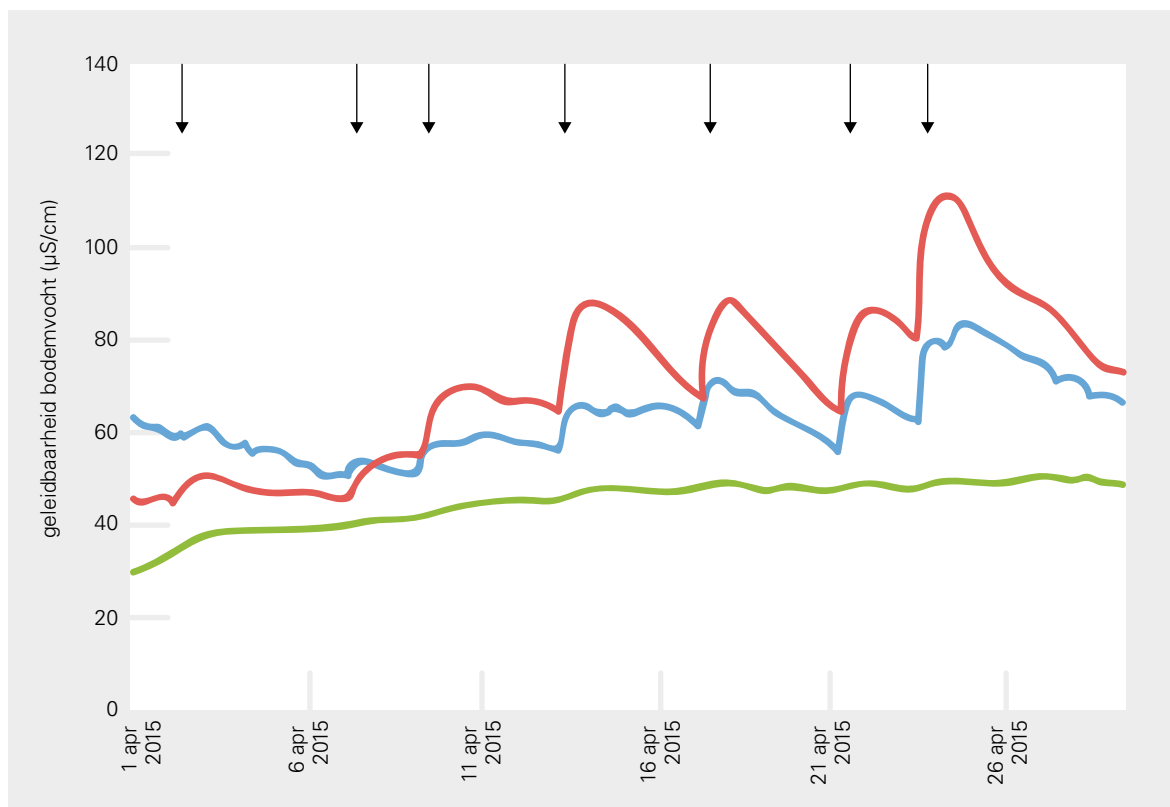
Zandperceel met bollenteelt

In Breezand kon de effectiviteit door druppelirrigatie voor de waterhoeveelheden minder goed getest worden omdat het gebruikelijk is op zandpercelen met bollenteelt om het grondwaterpeil op te zetten met water uit de sloot. Uit de metingen van het bodemvocht blijkt dat in de wortelzone het perceel gedurende het hele teeltseizoen op veldcapaciteit is gebleven door de peilopzet in de drains. Er was dus op dit perceel al voldoende water aanwezig voor de planten en druppelirrigatie was niet nodig voor de vochttoevoer. Desalniettemin heeft druppelirrigatie op dit perceel zijn meerwaarde bewezen (vergroting van de ziftmaat), dit komt door de gerichte toediening van meststoffen.

In de afgelopen seizoenen is in Breezand voor de peilopzet via de drains nog gebruik gemaakt van de sloot. De komende seizoenen zal naar verwachting volledig gebruik worden gemaakt van het water uit de ondergrondse zoetwaterberging. Peilopzet via de drains is een effectieve en zuinige manier van watergift, zoals eerder aangetoond in de pilot 'zelfvoorzienende zoetwaterberging' op Texel. Op basis van de resultaten is een model ontwikkeld waarmee het gehele systeem van opvangen, opslaan en gebruiken (analyse van volledige zelfvoorzienendheid) kan worden doorgerekend. Het model berekent hoeveel areaal geïrrigeerd kan worden met het opgevangen perceelseigen water. Met het model is de effectiviteit van het hele systeem ook doorgerekend voor peilopzet (subirrigatie). Hieruit blijkt dat je met de opvang en ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water van 10 ha in de orde van 20 ha of meer afhankelijk van de omstandigheden van water kan voorzien.



Ruimtelijke variatie van bodemvocht Breezand in een bed bollen bij zonder, 2, 3 en 4 druppelslangen (gesimuleerd).



— -15 cm
 — -25 cm
 — -35 cm

5.2.3 Nutriënten

Uit de metingen komt naar voren dat bemesting via fertigatie vrijwel geheel wordt opgenomen door de planten. Dit is afgeleid uit het verloop van de EC-waarde in het bodemvocht. De EC-waarde kan worden gebruikt als indicator voor opgeloste meststoffen in het water. Op de diepte van de wortels, tot maximaal 25cm onder maaiveld, is bij elke fertigatie een toename van de EC-waarde gemeten. De EC-sensor beneden de worteldiepte laat echter geen pieken van de EC-waarde zien. Dit geeft aan dat de nutriënten die zijn toegediend door te fertigeren opgenomen worden en niet of beperkt uitzakken naar het grondwater.

Op het perceel wordt voorafgaand aan het seizoen een basisbemesting op het veld gebracht en vindt gedurende het seizoen aanvullende bemesting plaats. Het perceel bevat

een normaal stikstofgehalte en een hoog fosfaatgehalte. Dit laatste is waarschijnlijk te verklaren door de toediening in het verleden waarbij de fosfaat is gebonden aan de bodem. De fosfaat blijkt onder bepaalde omstandigheden vrij te komen uit de bodem 1 à 2 dagen na fertigatie. Met dit gegeven kan de fosfaatgift nog verder worden verfijnd en hoeft minder te worden toegediend als het historisch fosfaat beschikbaar gemaakt kan worden. In het kleiperceel Borgsweer is

geen fertigatie toegepast. Wel is in het eerste jaar gekeken naar het stikstofgehalte in de aardappelplant. De aanleiding hiervoor was de verminderde groei ten opzichte van de naastliggende percelen. Het bleek dat de plant een sterk tekort aan stikstof had. De natte omstandigheden kunnen hier debet aan zijn geweest. Een andere mogelijkheid is dat voor de druppelirrigatie water wordt onttrokken uit de ondergrondse zoetwaterberging. Dit water is zuurstofloos en wordt direct in de





wortelzone ingebracht. Mogelijk dat door de combinatie de nitraat is gereduceerd en daarmee niet langer beschikbaar was voor opname door de plant. Dit probleem is opgelost in het tweede jaar van de pilot (zie hoofdstuk 4). Binnen Spaarwater 2 zal de proef worden uitgebreid met fertigatie.

5.2.4 Aanleg en functioneren van het systeem

Elk seizoen vindt een verbetering plaats van de druppelsystemen op basis van de praktijkervaringen het teeltjaar ervoor. Op het zandperceel met bollenteelt Breezand worden de slangen mee gelegd (uitgerold) bij het planten van de bollen. Na het seizoen, maar voor de oogst, worden de slangen van het land gehaald. De slangen worden opgerold en kunnen in principe het volgende teeltseizoen weer worden gebruikt. Samen met de bollenteler en leverancier zijn diverse verbeteringen doorgevoerd op de machines voor het uit- en oprollen, zo kunnen de slangen nu tot op de centimeter precies worden gelegd en is de benodigde arbeid teruggebracht.

Een andere benadering die nu wordt getest zijn recyclebare slangen voor eenmalig gebruik. Deze slangen zijn goedkoper dan de eerder gebruikte slangen die meerdere jaren meegaan, waardoor de kos-

ten vergelijkbaar blijven. Het eenmalige gebruik heeft als voordeel dat het oprollen sneller kan plaatsvinden (minder arbeidsuren) en een ander belangrijk door de telers aangegeven argument is dat de eventuele groei van ziektekiemen bij opslag in de slangen wordt voorkomen.

De toepassing van permanente ondergrondse druppelirrigatie zoals toegepast in het kleiperceel van Borgsweer is nieuw. De slangen worden aangelegd beneden het ploegniveau op 40cm diepte, zodat ze niet kapot worden gereden bij ploegen, gewasinspectie, sproeien of oogsten. Deze slangen kunnen daarom permanent blijven liggen en hebben een levensduur die vergelijkbaar is met buisdrainage (ca. 20 jaar). Bij niet-kerende of beperkte grondbewerking kan het systeem eventueel nog ondieper worden gelegd.

In het eerste jaar 2014 zijn de slangen met een woelpoot gelegd onder natte omstandigheden. Het was moeilijk de slangen op de juiste diepte te houden. Tevens kan dit hebben geleid tot een verslechterde bodemstructuur die door de aanhoudende natte omstandigheden niet of onvoldoende kon herstellen. Dit kan debet zijn geweest aan de gewasopbrengst van dat jaar. Om de slangen in de grond te



leggen zonder de bodemstructuur te verslechteren is op voorstel van de teler, en in samenwerking met de leverancier een moldrain ontworpen waarmee slangen in de grond kunnen worden gebracht. Deze succesvolle aanlegmethode is gecombineerd met GPS zodat de slangen precies onder de rug en allemaal op de juiste diepte liggen. De bodemstructuur bleef daardoor goeddeels intact en heeft bijgedragen aan de goede teeltomstandigheden van het tweede jaar 2015.



6

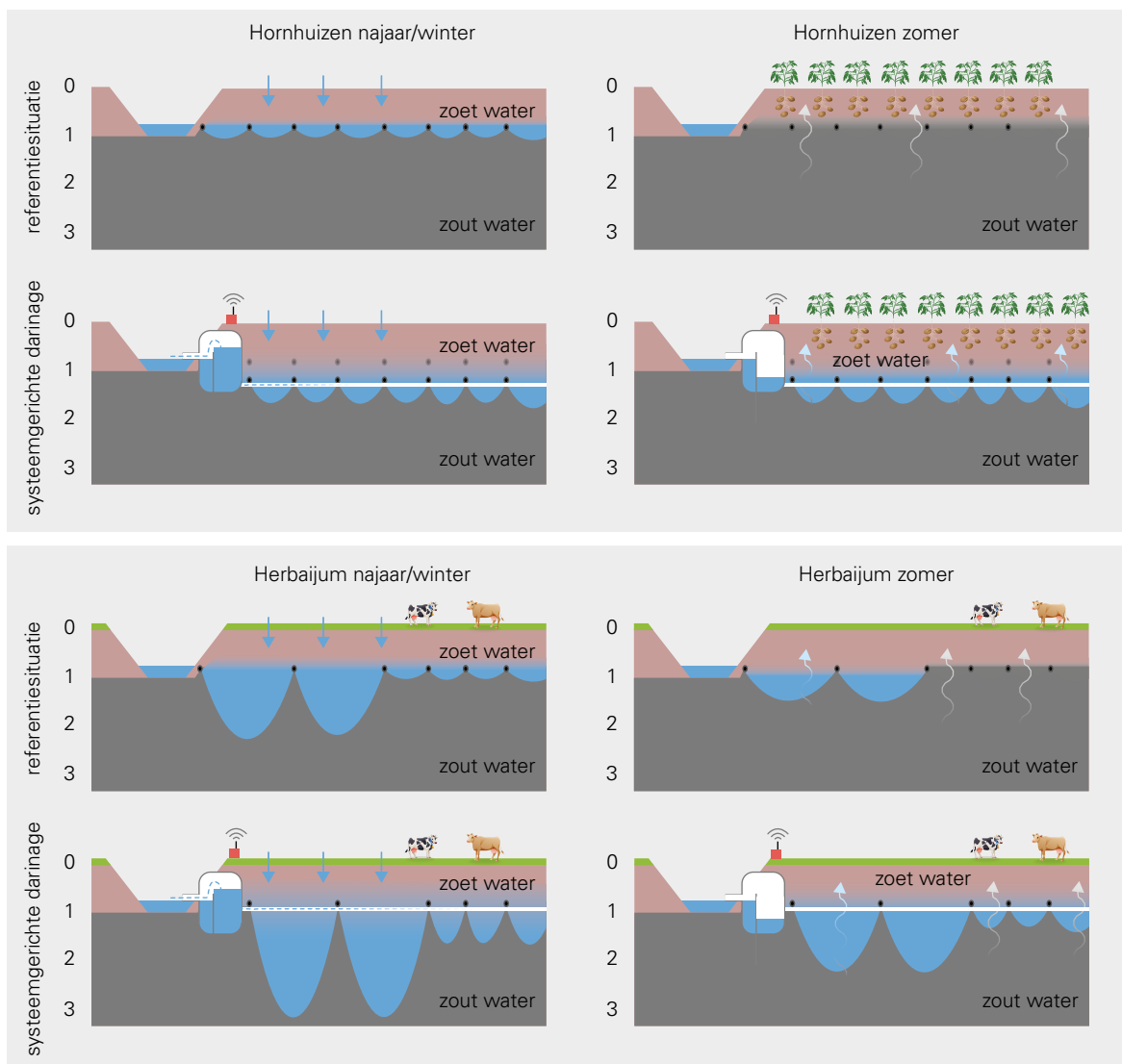
VERSTERKEN NEERSLAGLENS: SYSTEEM- GERICHTE DRAINAGE

6.1 Inleiding

Op een groot deel van de kleigronden langs de Waddenzee is land-

bouw mogelijk dankzij de dunne zoete regenwaterlenzen die 'drijven' op het zoute grondwater. De dikte van de regenwaterlenzen varieert

door het jaar, in de winter groeien de lenzen door het neerslagoverschot en in de zomer krimpen de lenzen door (gewas)verdamping.



Onder droge omstandigheden kan het voorkomen dat de lens verdwijnt en dat het zoute grondwater de wortelzone bereikt. In dat geval kan gewasschade optreden door verzilting. De regenwaterlenzen zijn kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging. Hierdoor neemt in de toekomst het risico op verzilting in het perceel toe.

Een innovatieve methode om verzilting te bestrijden is het optimaliseren van de drainage door middel van systeemgerichte drainage. Hiermee wordt de zoetwaterlens vergroot door het optimaliseren van de diepte en afstand van de drainage en het dynamisch sturen van het grondwaterniveau. Het optimum is een maximale zoete neerslaglens waarbij het

oorspronkelijk doel van drainage, ontwatering en voorkomen van natshade, gegarandeerd blijft.

Binnen Spaarwater wordt systeemgerichte drainage op twee manieren toegepast. Op een kleiperceel met grasland (Herbaijum, Friesland) waar de huidige drainage, zodat peilopzet in het perceel mogelijk is. De maatregel is op twee drainageafstanden toegepast, met voor elke drainafstand eveneens een referentie. Op een perceel met fijn zand met akkerbouw o.a. bieten en poot aardappelen (Hornhuizen, Groningen) is nieuwe drainage verdiept aangelegd en is vergelijkbaar met het kleiperceel peilopzet in het perceel mogelijk. In beide gevallen is de drainage is met elkaar verbonden via een verzamelleiding

(samengestelde drainage) die uitkomt in een centrale put waar het peil kan worden ingesteld. Het uitstroomniveau, het feitelijke drainage niveau, is in hoogte te variëren via telemetrie (bijv. een SMS). Voor beide systemen geldt dat peilopzet alleen door het vasthouden van perceelseigen water plaatsvindt en er geen water uit de sloot wordt gebruikt.

6.2 Resultaten

6.2.1 Vorm en dikte van de zoetwaterlenzen

De vorm en de dikte van de zoetwaterlenzen verschillen sterk tussen de twee percelen, en binnen het kleiperceel bij verschillende drainage afstanden. In het zandperceel Hornhuizen is bij aanvang

van vrijwel geen sprake van een neerslaglens. In zandige percelen met kwel, zoals het zandperceel Hornhuizen, is de ontwikkeling van een zoetwaterlens bij een normale ontwateringssituatie beperkt. Neerlag leidt niet tot een langdurige verhoging van de grondwaterstanden, met een tijdelijke neerwaartse flux als gevolg. Daardoor kan zich nauwelijks een lens opbouwen bij traditionele drainage.

In het kleiperceel Herbaijum zijn wel zoetwaterlenzen aanwezig. Hier is de variatie in de zoet-zout verdeling in de ondergrond over een lengte van meer dan 100m in beeld gebracht. Een aantal lenzen blijkt volledig te zijn ontwikkeld tot een diepte van ruim drie meter tussen twee drains, maar er blijken ook lenzen te zijn 'onderbroken', waarschijnlijk door oude drainagebuizen, die mogelijk tussen de nieuwe drainage aanwezig zijn. Op de plaatsen waar de drains dicht bij elkaar liggen is de lens veel kleiner. Het wordt daarom afge-

den om nieuwe drainage tussen de oude drains aan te leggen (zoals wel een gangbare praktijk is) omdat daarmee het zout juist verder omhoog wordt getrokken.

6.2.2. Inrichting en toegepaste peilopzet

Op het kleiperceel Herbaijum zijn vier vakken ingericht, twee voor elk van de drainafstanden, met een referentie en een proefgedeelte waar het peil wordt opgezet. De bestaande drainage is aangesloten op een verzamelleiding naar een centrale put waar het peil ingesteld kan worden. Er zijn sensoren geplaatst om de referentie situatie (traditionele drainage) te kunnen vergelijken met de vakken waar de systeemgerichte drainage wordt toegepast.

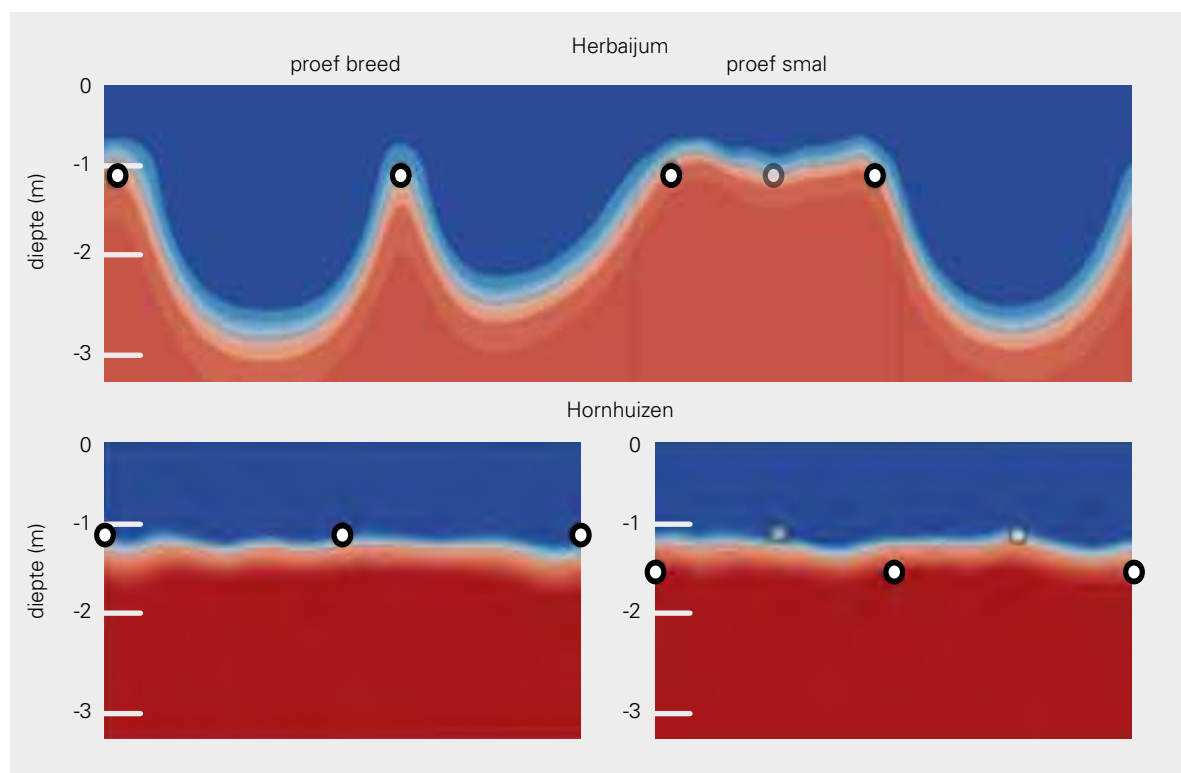
Op het zandperceel Hornhuizen zijn twee vakken ingericht, een referentie en een proefgedeelte. In beide gevallen is de drainafstand 10m. In het referentiedeel is de bestaande drainage dat op een diepte ligt van 1,2m diepte gehandhaafd. In het

proefgedeelte is nieuwe drainage verdiept aangelegd op een diepte van 1,6 m.

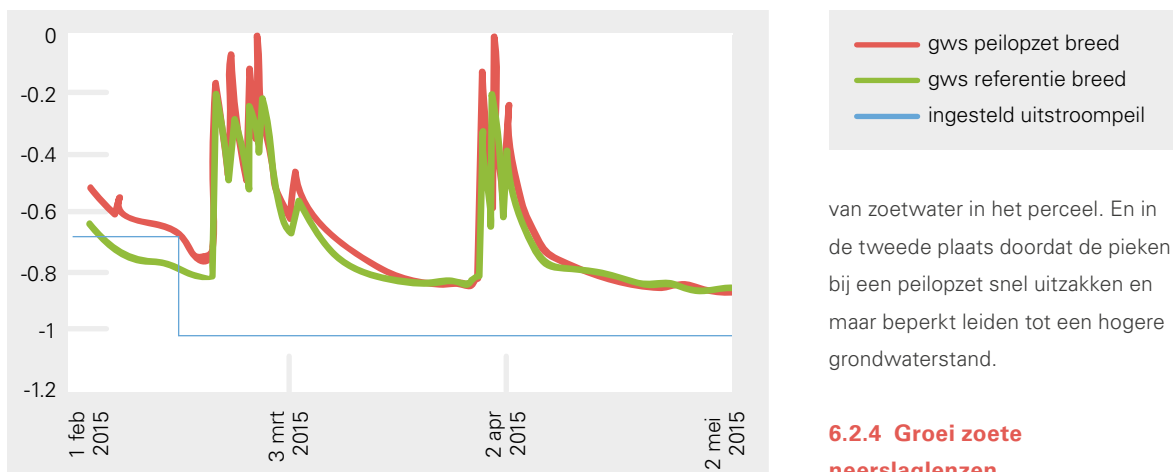
In Herbaijum is het peil in de wintermaanden met 30cm opgezet en in de zomerperiode verlaagd tot het oorspronkelijke niveau. In Hornhuizen is het grootste deel van het jaar het peil 40cm opgezet en is slechts op twee momenten van het jaar, bij het planten en bij het oogsten, het uitstroombniveau verlaagd. In de zomermaanden is het uitstroombniveau weer verhoogd maar door het neerslagtekort zakte het grondwater uit en heeft het beoogde hogere peil een groot deel van deze periode niet gehaald.

6.2.3. Ontwikkeling grondwaterstand

Eén van de doelstellingen van systeemgerichte drainage is het oorspronkelijk doel van drainage, namelijk voldoende ontwatering en voorkomen natschade, te handhaven. De metingen in het kleiperceel Herbaijum laten zien dat bij een bui de pieken van de grondwaterstand in



Verschil in de vorm en dikte van de neerslaglenzen in het kleiperceel Herbaijum (boven) en het zandperceel Hornhuizen (onder)



Verloop van de grondwaterstand in het kleiperceel Herbaijum

het proefperceel ca. 20 cm hoger uitkomen dan die in het referentie-deel. Ook na het verlagen van het peil is het verschil nog merkbaar tussen referentie- en proefperceel. Dit kan door een aantal factoren worden verklaard zoals bijvoorbeeld het nattere vochtprofiel in de klei ten opzichte van de referentiedeel of door mogelijke veranderingen in de bodemstructuurvorming in de winterperiode. De voortzetting van Spaarwater zal langere tijdreksen opleveren en moet hier verdere informatie over geven. Door de goede doorlatende eigenschappen van het zandperceel rea-

geert de grondwaterstand in Hornhuizen direct op de verandering in het peil en is het verschil in de gemeten grondwaterstand met het referentie perceel snel verdwenen na de verlaging van het peil. De gemeten pieken in de grondwaterstand die optreden na een bui in Hornhuizen blijken op het proefperceel met peilopzet ongeveer 10 cm hoger te zijn dan die op het referentieperceel. De minder hoge pieken bij een kleinere bui tonen overigens wel een groter verschil tussen het referentie- en het proefperceel, maar dit is minder relevant omdat dit geen grondwaterstanden zijn die natschade kunnen opleveren. De agrariër overweegt nu het peil jaarrond hoog te houden. In de eerste plaats omdat het gunstiger is voor de groei van de zoetwaterlens en het vasthouden

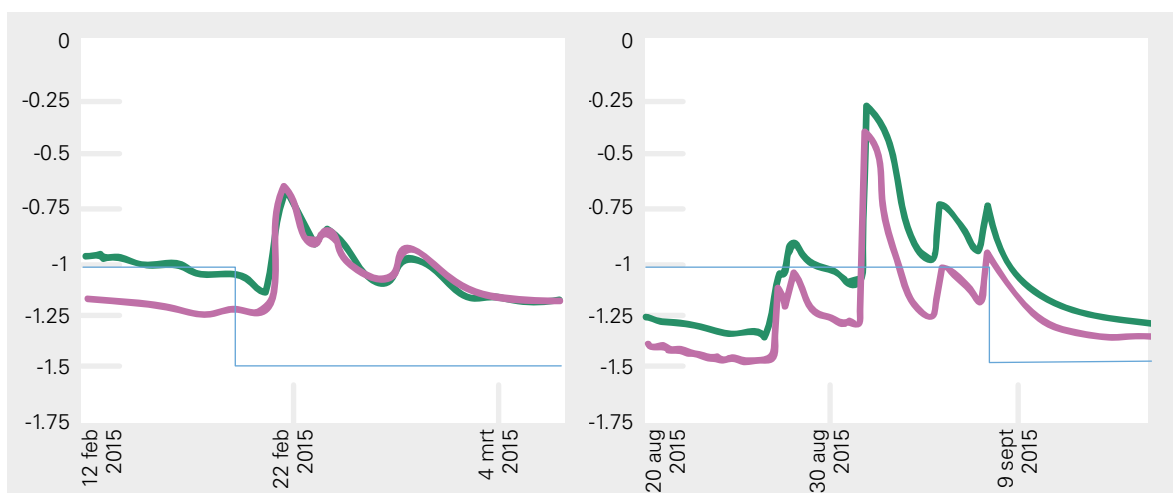
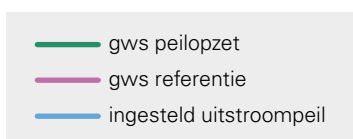
van zoetwater in het perceel. En in de tweede plaats doordat de pieken bij een peilopzet snel uitzakken en maar beperkt leiden tot een hogere grondwaterstand.

6.2.4 Groei zoete neerslaglenszen

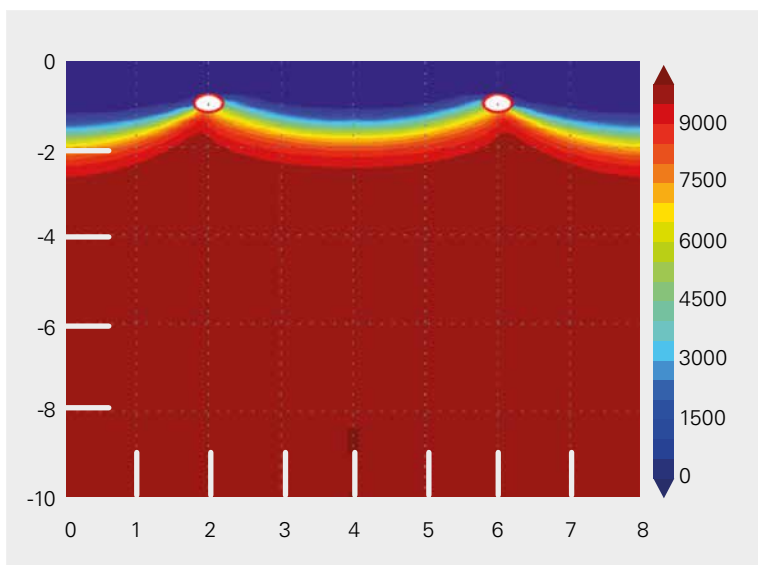
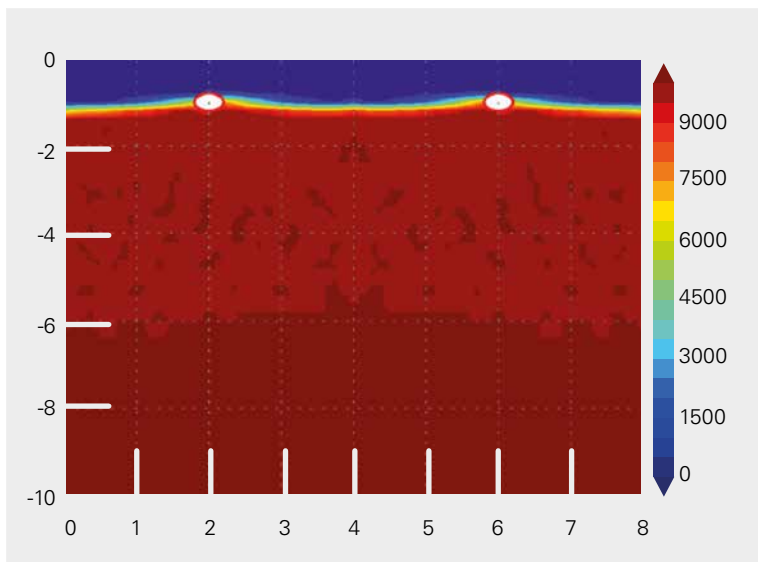
De opbouw van de zoete neerslaglens wordt op verschillende manieren gemeten. Periodiek worden hoge resolutie geofysische weerstandsmetingen uitgevoerd waarin de vorm en dikte van de neerslaglens in een 2D-doorsnede van het perceel in beeld wordt gebracht. Daarnaast is voor Spaarwater de zogenaamde ResProbe ontwikkeld waarmee een continu diepteprofiel van de weerstand op één punt kan worden gemeten. Hiermee zijn we in staat de ontwikkeling van het zoutgehalte en daarmee de zoetwaterlens in de bodem nog nauwkeuriger te volgen.

Kleiperceel Herbaijum

Er zijn voor elk van de percelen volledig geïntegreerde verzadigd-onverzadigd modellen opgezet waarmee de dichtheidsafhankelijke stroming van water en zout kan worden gesimuleerd. Met behulp van modelberekeningen, die zijn gecali-



Verloop van de grondwaterstand in het zandperceel Hornhuizen



Neerslaglens bij drainafstand van 4,5m Klei-perceel Herbaaium. Links met traditionele drainage (oorspronkelijke situatie) en rechts met systeemgerichte drainage met peilopzet.

breerd met de metingen, is onderzocht hoe de groei van de neerslaglens zich zal ontwikkelen. Voor het klei-perceel Herbaaium is uitgegaan van een situatie waarbij in de wintermaanden het peil wordt opgezet en in de zomermaanden het oorspronkelijke uitstroomniveau wordt gehanteerd. De lenzen reiken in het model en de metingen bij een drainafstand van 10 m tot ca 2.5 tot 3 meter onder maaiveld. De dikte van de zoetwaterlenzen is dus ongeveer 1.5 tot 2 m gerekend vanaf de ligging van de drainage. Bij peilopzet blijken de lenzen tot ca. 5 m diepte te kunnen groeien. Gedurende de eerste 5 jaar groeit de

lens met ongeveer 20 cm per jaar. Bij een drainafstand van 4m, waar nu geen lens aanwezig is, is de maximale diepte waarop zoetwater wordt aangetroffen bij het toepassen van peilverhoging 1,5m. Na het eerste meetjaar is nog geen verschil in dikte waargenomen tussen het referentie- en het proefperceel. De peilopzet heeft nog te kort plaatsgevonden en er zijn tenminste enkele jaren nodig om een verschil te kunnen vaststellen.

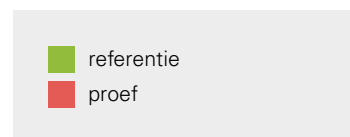
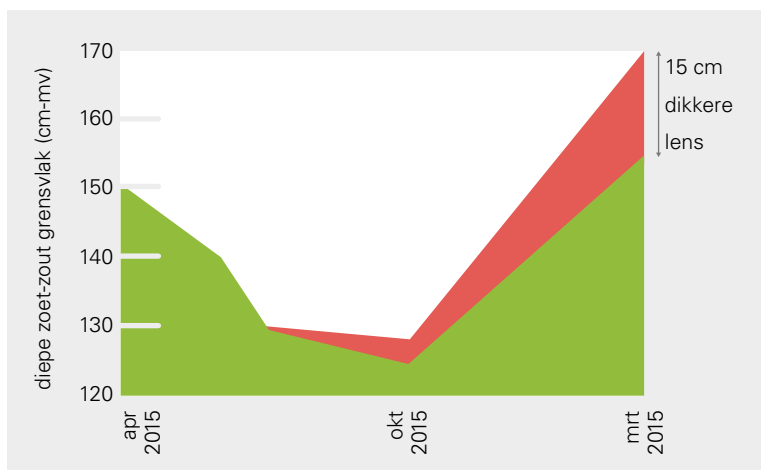
Zandperceel Hornhuizen

Voor het zandperceel Hornhuizen zijn vier varianten van drainagesystemen doorgerekend. Het model

voorspelt dat er zich bij de traditionele drainage slechts een zeer dunne 'neerslaglens', eigenlijk meer een dunne laag zoet water, zal vormen. Dit is ook gemeten in de referentie situatie (dikte van 10 tot 20 cm). Bij alleen peilopzet in de oorspronkelijke drainage blijkt uit de modelresultaten dat zich een dikkere neerslaglens zal ontwikkelen tot 0.5 m. De berekende lens is dunner dan die van het klei-perceel Herbaaium vanwege de grotere doorlatendheid van de bodem.

Wanneer nu de drains verdiept worden aangelegd waarbij het uitstroom niveau op het oude niveau wordt gehouden leidt dit tot een verdere vergroting van de zoetwater voorraad (diepere onderkant van de neerslaglens). Het hanteren van peilopzet bij verdiepte drains (zoals getest op het proefperceel) leidt tot de grootste toename van de dikte neerslaglens. De verdiepte ligging van de drains zorgt verder voor een verzoeting rond de verdiepte drains zelf. Boven de drains bevindt zich een zoete grondwaterlaag waardoor wordt voorkomen dat het brakke water in drogere perioden de wortelzone kan bereiken. Volgens de modelberekeningen wordt al vrij snel een stabiele dikte bereikt in een zandperceel. Na een jaar wordt een toename verwacht van ca. 20cm. Na 5 jaar neemt de grootte van de zoetwaterlens niet verder meer toe. De berekeningen laten zien dat met deze maatregel de lens voldoende dik wordt om tijdens een droge zomer te voorkomen dat deze geheel verdwijnt en brak water kan opstijgen naar de wortelzone.

De metingen in Hornhuizen bevestigen het beeld van de doorgerekende situatie met traditionele drainage. Door het seizoen heen



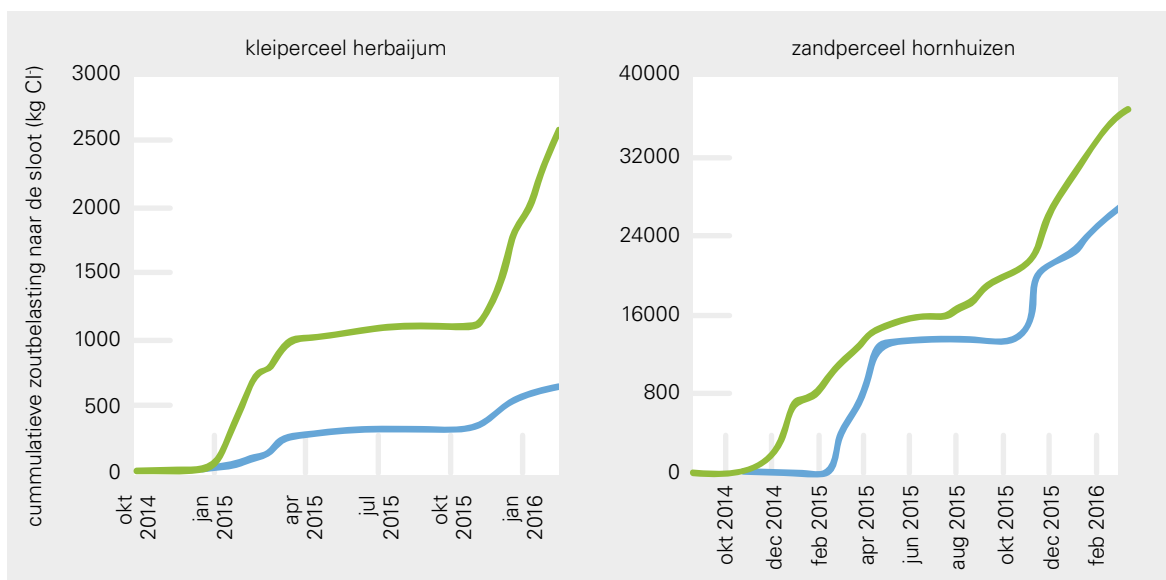
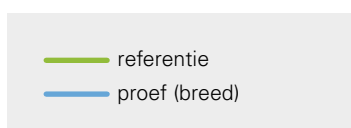
komt. Het extra (zoete) water dat niet werd afgevoerd, kon vervolgens infiltreren naar diepere bodemlagen of aan de bodem onttrokken worden via evapotranspiratie, waardoor het niet tot afvoer kwam. In het referentiedeel met een lager drainageniveau werd het neerslagoverschot direct afgevoerd.

zijn kleine fluctuaties zichtbaar in de dikte van de zoetwaterlens. Duidelijk is dat na afloop van de natte winterperiode van 2015/2016 (maart 2016) de zoete neerslaglens bij het deel met systeemgerichte drainage (verdiept aangelegd en peilopzet) dikker is geworden ten opzichte van het referentiedeel met traditionele drainage. Hiermee worden de resultaten van de modellering bevestigd. De pilot laat hiermee zien dat het in de praktijk lukt om de zoetwaterbuffer in het perceel te vergroten met systeemgerichte drainage (verdiept aangelegde drains en peilopzet).

6.2.5 Afvoerdebiet en zoutbelasting

Middels een debietmeter en EC-meter (maat voor het zoutgehalte) wordt de afvoer van de referentie- en proefpercelen bijgehouden. Op zowel het kleiperceel Herbaijum als het zandperceel Hornhuizen wordt vanaf het referentiedeel meer water afgevoerd dan van het deel waar tijdelijke peilopzet wordt gehanteerd. Op het zandperceel vindt voor het proefperceel met peilopzet in de zomermaanden helemaal geen afvoer plaats terwijl dit voor het referentiedeel wel het geval is. De verklaring voor beide percelen is dat na een periode van neerslag de grondwaterstanden in het deel met peilopzet verder kunnen doorstijgen voordat water tot afvoer

De peilopzet op zowel het kleiperceel Herbaijum als het zandperceel Hornhuizen leiden tot lagere EC-waarden van het afgevoerde water naar de sloot. Door deze waarden te combineren met het debiet kan de ontwikkeling van de zoutbelasting worden bepaald. Ook hieruit blijkt dat de zoutbelasting door toepassing van peilopzet aanzienlijk lager is. In het kleiperceel is de zoutbelasting voor het jaar 2015 meer dan gehalveerd en voor het zandperceel met ongeveer 30% afgenomen. Opgemerkt wordt het grootste deel van de zoutbelasting plaatsvindt buiten de zomermaanden, omdat in de zomerperiode de afvoer beperkt is.



6.2.6 Nutriënten

Mogelijk kan systeemgerichte drainage zorgen voor een vermindering van de nutriëntenuitstroming naar de sloten. Een verlaging van de nutriëntengehalten kan namelijk mogelijk worden bereikt door de langere reistijd van het water van perceel tot drainagemiddel. Binnen Spaarwater zijn daarom op het kleiperceel Herbaijum metingen uitgevoerd. Op dit perceel wordt er bij de start van de groei van het gras en na elke snede mest uitgereden. In het water dat uit de drainage komt is vrijwel geen nitraat of fosfaat aangetroffen. Dit kan mogelijk worden verklaard door de efficiënte bemesting. Om dit definitief vast te stellen zullen in Spaarwater 2, naast de reguliere bemonstering, debietafhankelijk watermonsters worden genomen op het kleiperceel (Herbaijum) en zullen tevens metingen worden uitgevoerd op het zandperceel (Hornhuizen).



6.2.7 Aanleg en functioneren van het systeem

Op het kleiperceel Herbaijum bleek gedurende de eerste winter waarbij het systeem operationeel was (winter 2014/2015) dat de peilopzet in het deel met de kleinere drainafstand niet werkte. De centrale put waar de verzamelleiding uitkomt en het peil wordt geregeld zelf functioneerde naar behoren maar er bleek toch water elders weg te lopen. Nader onderzoek wees twee oorzaken uit. Allereerst bleek dat langs een van

de doorspuitvoorziening van één van de drains een lekstroom was ontstaan. Ook bleek tijdens de herstelwerkzaamheden dat er een extra drainbuis aanwezig was die net iets verdiept tussen de twee bestaande strengen aanwezig was. Hiermee bleek de werkelijke drainafstand slechts 4,5 m te zijn. Dit probleem is nu opgelost. De proef is hierdoor feitelijk pas in 2015 echt van start gegaan.

De belangrijkste uitdaging in het zandperceel Hornhuizen zijn de zoute omstandigheden waardoor er corrosie optreedt van vooral de meetapparatuur. Een zoutgehalte van het drainagewater haalt regelmatig waarden van 12.500 mg/l (Chloride) wat overeenkomt met een mix van 75% zee-water en 25% regenwater. Na alle aanloopproblemen functioneert de systeemgerichte drainage en de aansturing ervan naar behoren.

In het kleiperceel is de zoutbelasting voor het jaar 2015 meer dan gehalveerd en voor het zandperceel met ongeveer 30% afgenomen



ECONOMISCHE HAALBAARHEID

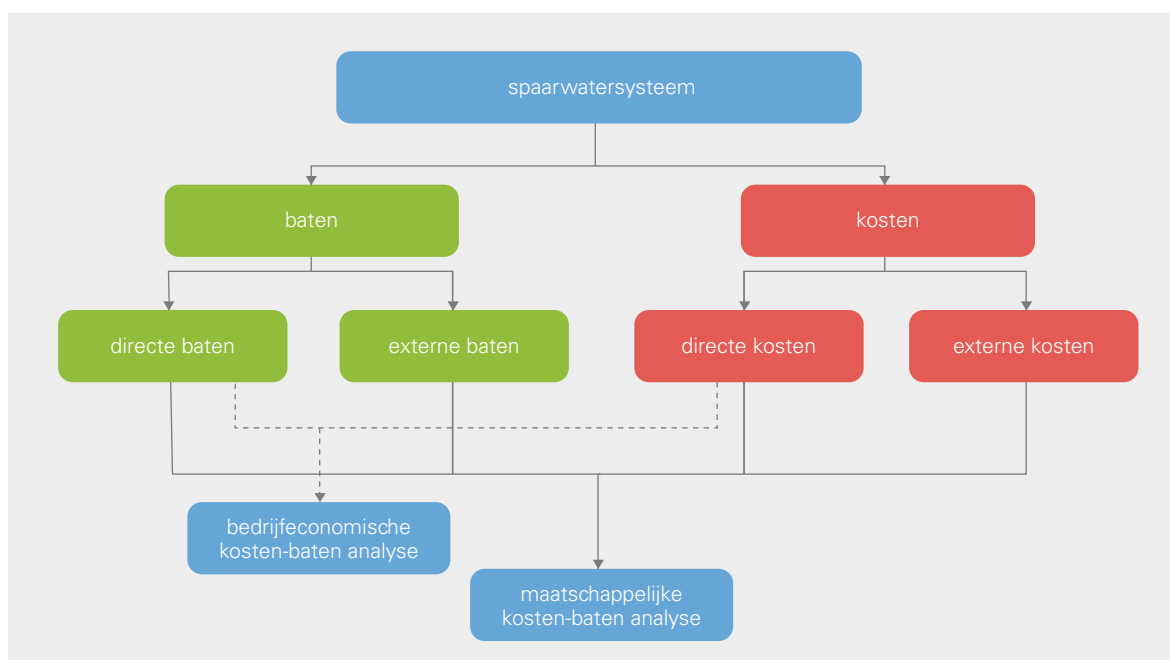
7.1 Inleiding

Spaarwater systemen leveren niet alleen voordelen op perceelsniveau, het gehele watersysteem van de polder kan door de ingrepen worden beïnvloedt. Dit maakt het uitvoeren van twee soorten kosten-baten analyses wenselijk. De bedrijfseconomische kosten-batenanalyse (BKBA) omvat de financiële consequenties van de agrariër. Tegelijkertijd is het uitvoeren van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) relevant voor de waterbe-

heerder, daarin worden ook de kosten en baten meegenomen van de externe effecten van een maatregel. Een voorbeeld zijn de dalende elektriciteitskosten van het gemaal (een baat voor het waterschap) wanneer er minder doorspoeling nodig is omdat agrariërs minder afhankelijk wordt van externe water aanvoer (baat voor de agrariër).

Het is gebruikelijk om bij een kosten-batenanalyse de kostprijs van een m^3 zoet irrigatiewater gerealiseerd door een maatregel af te zet-

ten tegen de kosten van een m^3 drinkwater. Aan de hand van deze vergelijking wordt dan bepaald of de investering in een zoetwatermaatregel haalbaar is of niet. Deze vergelijking gaat echter niet altijd op. In veel gevallen is drinkwater namelijk niet bruikbaar als irrigatiewater, eenvoudigweg door een te lage capaciteit van het leidingnet. Daarom zijn alternatieve vergelijkingsmethoden onderzocht: met behulp van schaduwprijzen. Voorbeelden van deze methoden zijn het bepalen van de marginale waarde van water, de



hedonische prijsmethode, het bepalen van alternatieve kosten en de bereidheid tot betalen of het accepteren van schade. Binnen Spaarwater is een breed overzicht gemaakt van de soorten baten die de Spaarwatermaatregelen opleveren voor zowel de agrariër als de waterbeheerder en wordt een inschatting gemaakt van de prijsontwikkeling, om zo een completer beeld te vormen van de economische haalbaarheid.

7.2 Resultaten

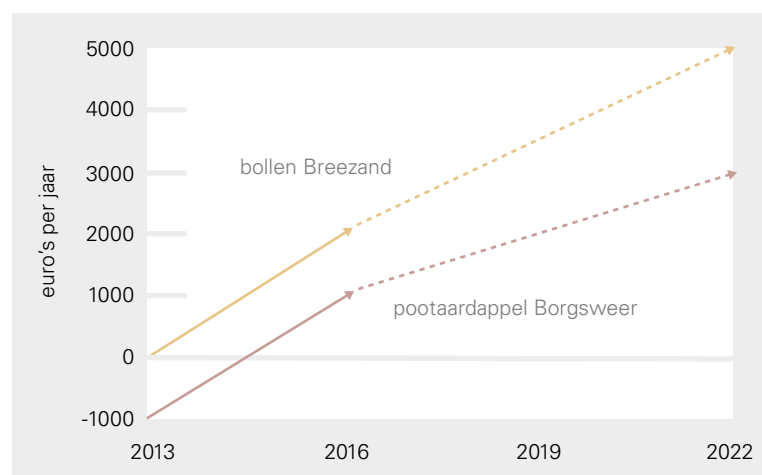
7.2.1 Baten voor de agrariër

De Spaarwatermaatregelen leveren zowel zogenaamde structurele als conjuncturele baten op. Conjuncturele baten treden niet elk jaar op. De grootste meerwaarde van de extra beschikbaarheid van zoetwater is namelijk te verwachten in droge jaren. Extra zoetwater in droge jaren biedt voordelen die er niet zijn in natte jaren, deze fluctuaties kunnen worden beschouwd als conjuncturele baten. Daarnaast zijn er een aantal belangrijke structurele baten – die elk jaar extra inkomsten voor de agrariër opleveren. Zoals bijvoorbeeld bemesting. De diversiteit aan baten maakt het opstellen van een

BKBA voor zoetwatermaatregelen noodzakelijk om de haalbaarheid te kunnen vaststellen.

In een aanzienlijk deel van de Nederlandse pootgoedgebieden geldt een beregeningsverbod uit oppervlaktewater vanwege mogelijke besmetting met Bruinrot. Het resultaat is opbrengstderving doordat de gewassen niet de optimale hoeveelheid water ontvangen. Wanneer met ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water wel weer kan worden beregend, levert het Spaarwatersysteem een structurele baat voor de agrariër. Op het pilotperceel in Borgsweer is dit getest. Hier heeft de beschikbaar-

heid van zoetwater in combinatie met druppelirrigatie een meeropbrengst opgeleverd van ongeveer € 1500,- per hectare (zie hoofdstuk 5). Pootaardappelen worden geteeld in rotatie met bijvoorbeeld ui en peen. Voor een volledige analyse zal ook de werking van het systeem bij deze gewassen worden onderzocht. Bij bollenteelt op het perceel in Breezand is een vergroting van de opbrengst gerealiseerd met het systeem van ondergrondse zoetwaterberging van perceelseigen water in combinatie met druppelfertigatie (zie hoofdstuk 5). De meeropbrengst wordt hier geschat op enkele duizenden euro's per hectare. Verdere ontwikkeling in Spaarwater



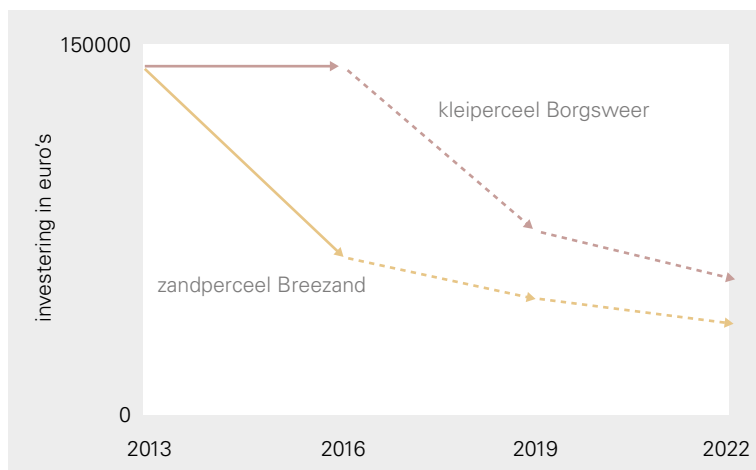
Vergroting van de gewasopbrengst

2 van met name de efficiëntie van druppelirrigatiegiften zullen naar verwachting voor hogere opbrengstverbetering zorgen.

Er zijn door middel van interviews met agrariërs en sectorspecialisten de belangrijkste baten in beeld gebracht die van belang zijn voor het maken van een investeringsbeslissing. Hieruit kwamen naast de directe verbetering van de gewasopbrengst een aantal aanvullende baten naar voren. Zo kan door een constante zoetwatervoorziening voor (een groter deel van) de oogst een leveringscontract worden afgesloten, waardoor een grotere afzetmarkt met betere prijzen kan worden bediend. Wanneer een deel van de oogst wordt gebruikt als zaai- of pootgoed voor de volgende teelt, kan een slecht jaar meerdere jaren doorwerken (relevant in de pootgoedsector). De vermindering van risico's door zekerheid van water kan dus leiden tot een grotere bedrijfszekerheid zonder grote inkomensschommelingen. De Spaarwatermaatregelen kunnen dan ook worden gezien als een soort verzekering tegen droge jaren en ziektes.

7.2.2 Baten voor de waterschappen

De specificatie van de externe effecten van Spaarwatermaatregelen voor het waterschap maakt het nauwkeuriger vormgeven van eventuele stimuleringsmaatregelen zoals subsidies mogelijk. Verminderde uitstroming van nutriënten en de afnemende inlaatbehoefte zijn voorbeelden van externe baten. De oppervlaktewaterkwaliteit en aquatische ecologie kunnen verbeteren door lagere concentraties fosfaat en nitraat afkomstig uit percelen door Spaarwatermaatregelen. In 2015 is in Breezand bijvoorbeeld een afname van 60-75% van de nutriënten afvoer naar de sloot gemeten (zie hoofdstuk 3), dit is een aanzienlijke vermindering van de nutriëntenbe-



Gerealiseerde en voorziene daling van de systeemkosten door innovaties en bredere uitrol.

lasting op het oppervlaktewater. De zo geleverde bijdrage aan KRW doelstellingen is wellicht te moneteriseren.

Door het vergroten van de zelfvoorzienendheid van een landbouwbedrijf kan een kleinere afhankelijkheid van het oppervlaktewater voor landbouw wordt gerealiseerd. De reductie van de watervraag kan verder bijdragen aan een vermindering van de doorspoelbehoefte. Hiermee kunnen de maatregelen een bijdrage leveren aan de doelstellingen van het Deltaprogramma Zoetwater, waarin Spaarwater als klimaatpilot is opgenomen. Ook deze wederzijdse baten voor agrariër én waterbeheerder zijn te moneteriseren.

Bovendien worden de afvoerpieken aanzienlijk afgevlakt bij een eigen zoetwatervoorziening doordat de piekafvoer veelal zoet is en dus wordt opgevangen (zie hoofdstuk 4). Dit geeft ook de mogelijkheid om meer op natuurwaarden te sturen. Door de afkoppeling van (een deel) van de watergangen van de landbouw kan hier voor een ander peilregime en kwaliteitsbeheer worden gekozen. Er zou bijvoorbeeld een natuurlijker peilbeheer kunnen worden gekozen met in de winter hoge peilen en in de zomer natuurlijk uitzakkende peilen (waar dit niet tot ongewenste ontwatering van de percelen leidt). Ook kan voor een natuurlijker zoutverloop

worden gekozen omdat de sloten niet meer zoet hoeven te worden gehouden voor de landbouw in de zomerperiode, wanneer ze van nature het meest zout zijn.

De hier genoemde externe baten worden pas realiteit wanneer meerdere agrariërs in een polder de betreffende maatregelen toe passen. Het betreft dan ook een regionale en economische opschaling van de Spaarwatermaatregelen. Binnen Spaarwater 2 wordt dit onderzocht voor drie pilotpolders in elk van de deelnemende provincies.

7.2.3 Kosten van de Spaarwatermaatregelen

De kosten voor de aanleg van systeemgerichte drainage komt overeen met die van regelbare drainage. Het eenvoudigst is een handmatig te sturen systeem waarbij de bestaande drainage zoals in Herbarijum wordt toegepast. In dat geval zijn de kosten van de verzamelleiding en de put voor peilopzet 500-1500 euro/ha. Wanneer het gehele systeem, inclusief nieuwe drainage wordt aangelegd, bijvoorbeeld om de drainage wat dieper aan te leggen zoals in Hornhuizen is toegepast, is het ongeveer 2,5 keer zo duur als de aanleg van traditionele drainage met ongeveer 2.500 euro/ha. De kosten liggen uiteraard hoger wanneer het systeem wordt

uitgerust met telemetrie waarmee monitoring en sturing op afstand mogelijk is. De systemen gaan ongeveer 20 jaar mee.

Druppelirrigatie kost ongeveer tussen de 1.500 en 3.500 euro/ha per jaar aan aanleg en exploitatiekosten.

Opgemerkt moet worden dat de systemen zoals aangelegd in de pilots vanwege de extra monitoring duurder zijn dan de genoemde prijzen.

De ondergrondse zoetwaterberging systemen zoals ze werden aangelegd in de glastuinbouw kosten in de orde van 100.000- 150.000 euro aanlegkosten per systeem plus 10.000 tot 30.000 euro onderhoud en exploitatiekosten per jaar. Ook deze systemen hebben een levensduur van ongeveer 20 jaar.

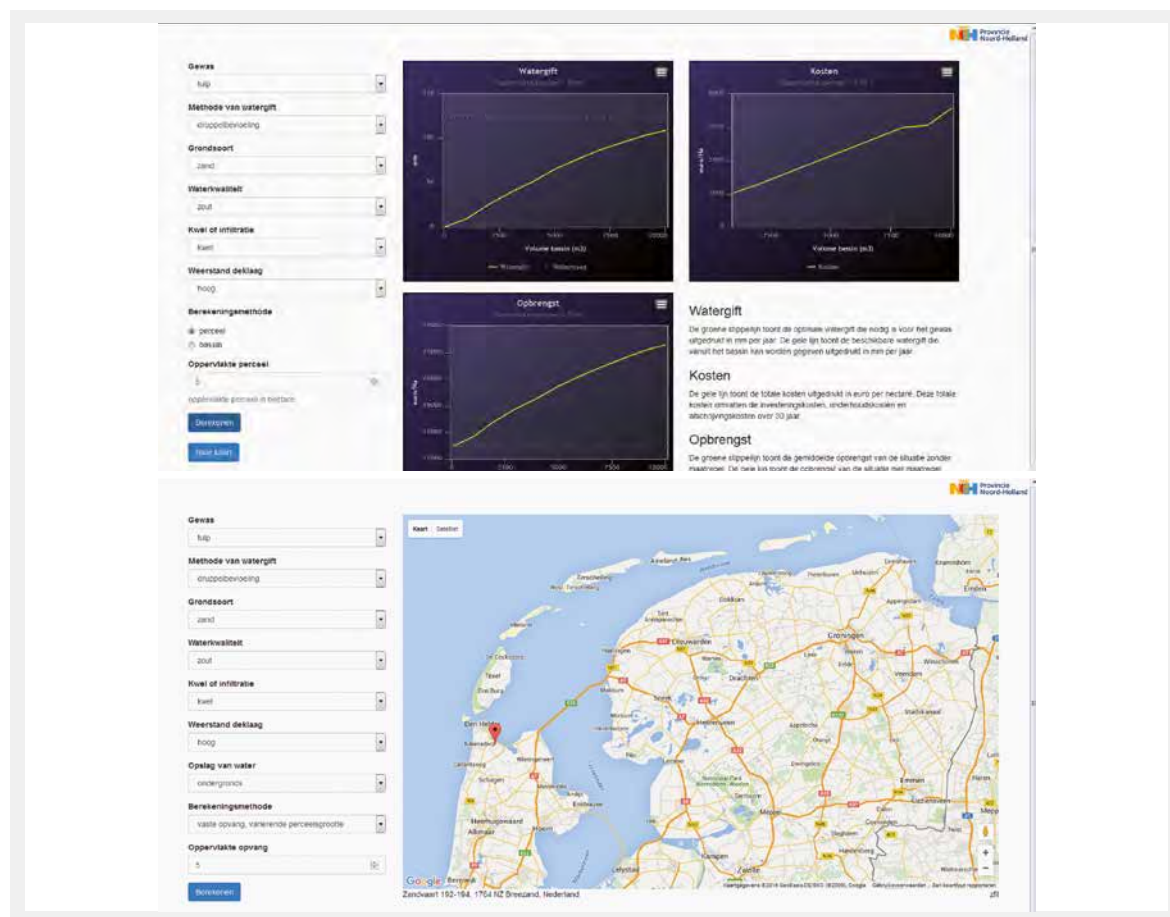
De kosten van de maatregelen zijn sterk in ontwikkeling en het goedkoper maken van de systemen zodat ze aantrekkelijk worden voor een bredere toepassing is een van de doelstellingen van Spaarwater. Dit is voor het ondergrondse zoetwaterberging

al uitgewerkt voor de bollenteelt op het zandperceel Breezand. Het vereenvoudigen en compacter maken van het systeem (zie hoofdstuk 4) maakt dat de aanlegkosten teruggebracht kunnen worden tot ongeveer 50.000 euro per systeem. Indien de verbeteringen om de kleifractie in het opgevangen water te beheersen slagen dan kunnen ook hier de systeemkosten waarschijnlijk worden gereduceerd, dit wordt onderzocht in Spaarwater 2.

Indien de Spaarwatermaatregelen steeds meer gemeengoed worden zullen ook na het einde van het project de prijzen naar verwachting verder blijven dalen. Een definitieve vergelijking tussen de kosten en de baten van de systemen is daarom nu nog niet mogelijk, de systeemverbeteringen die in Spaarwater 2 worden doorgevoerd zullen aan het einde van dat project een betere inschatting van de reële kostenreductie geven.

7.2.4 Inzicht in kosten en baten met Zoetwaterberging.nl

Voor de telers is de eerste stap richting een BKBA gezet met de ontwikkeling van de digitale rekenhulp zoetwaterberging.nl. Hier kunnen telers inzicht krijgen in de mogelijkheden van een eigen zoetwatervoorziening, druppelirrigatie dan wel subirrigatie voor hun bedrijf. Op basis van kentallen kan de teler inzicht krijgen over de watertekorten en potentiële waterbeschikbaarheid voor zijn bedrijf. Het invullen van gewas, grondsoort, gewenste zoetwateroplossing, en de oppervlakte van het perceel, biedt de agrariër inzicht in de opties voor zijn perceel. Voor verschillende bodems en gewassen wordt aangegeven welk areaal van water kan worden voorzien bij een bepaald opvangareaal (zie hoofdstuk 4). Omdat de kosten en baten nog zo in ontwikkeling zijn worden deze nog niet weergegeven. Dit wordt in 2016 toegevoegd en gedurende de looptijd van Spaarwater 2 verder aangescherpt en verbeterd.





VERGUNNING- VERLENING ONDER- GRONDSE ZOETWATER- BERGING

Er was onvoldoende kennis over de regelgeving waardoor ook onduidelijkheid bestond over het bevoegd gezag en wie dus de vergunning dient te verlenen. De vergunningverlening vormde daarmee een drempel voor brede implementatie in de praktijk

8.1 Inleiding

Binnen Spaarwater, maar ook binnen het Deltaprogramma Zoetwater, wordt optimaal omgaan met beschikbaar zoetwater centraal gesteld. Zo kunnen gerichte stappen worden gezet richting een robuuste en zelfvoorzienende zoetwatervoorziening. Voor land- en tuinbouwbedrijven is het lokaal opslaan van zoetwater in de ondergrond (OWB) één van de interessante innovatieve oplossingen om de zelfvoorzienendheid te vergroten.

OWB kan plaatsvinden met verschillende technische systemen en watertypen. De volgende watertypen zijn anno 2015 relevant:

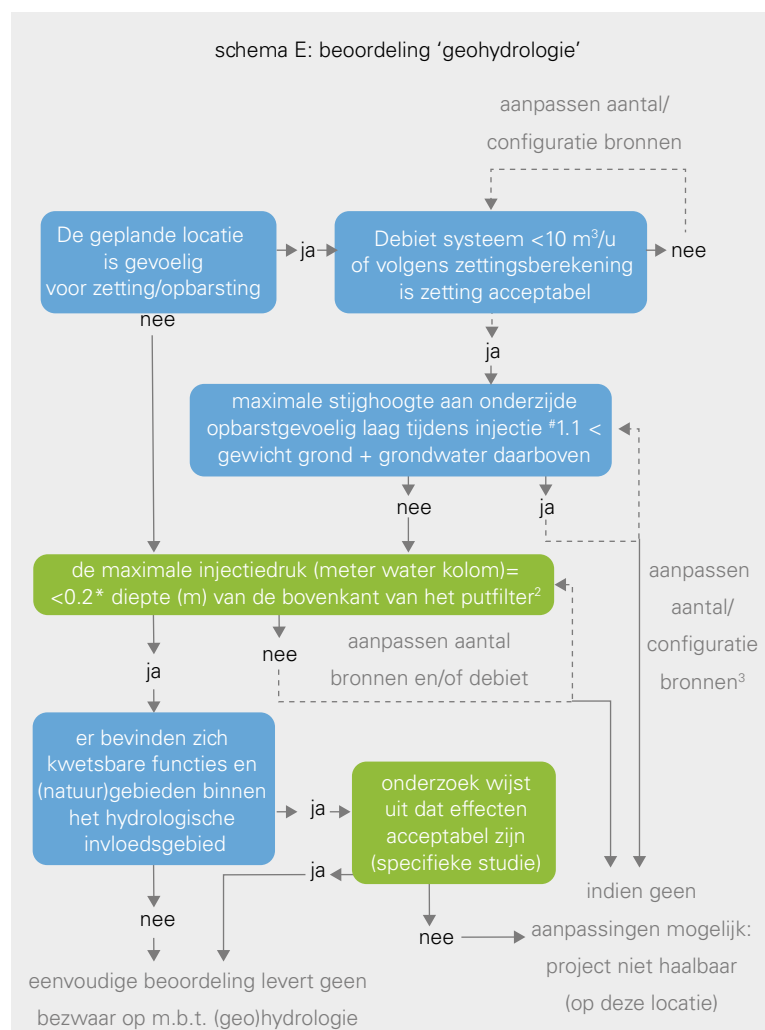
- oppervlaktewater;
- drainagewater;
- hemelwater (dakwater) vanaf glastuinbouw- en bedrijventerreinen;
- (gezuiverd) afvalwater.

De grote verscheidenheid aan technische systemen en watertypen brengt de behoefte met zich mee om risico's voor milieu en gezondheid te beoordelen. De vraag die hier uit voortkomt is hoe een dergelijke risicobeoordeling juridisch en beleidsmatig effectief en efficiënt kan worden geborgd. Tijdens het traject van vergunning-

verlening voor recente pilots in Nederland is gebleken dat er veel onduidelijkheid is rondom de vergunningverlening. Dit geldt voor zowel de vergunningverlener als voor de vergunning aanvrager. Er was onvoldoende kennis over de regelgeving waardoor ook onduidelijkheid bestond over het bevoegd gezag en wie dus de ver-

gunning dient te verlenen. De vergunningverlening vormde daarmee een drempel voor brede implementatie in de praktijk.

Provincies en waterschappen in Laag-Nederland hebben in 2014/2015 op initiatief en onder regie van de Stichting Waterbuffer, STOWA en de verschillende instituten actief rondom ondergrondse



De handreiking maakt het voor de waterbeheerder eenvoudiger om nieuwe aanvragen te beoordelen. De aanvrager aan de andere kant kan de handreiking gebruiken om vroegtijdig de vergunbaarheid van voorgenomen OWB te analyseren

zoetwaterberging (KWR Watercycle Research Institute, Acacia Water, Deltares) en Sterk Consulting een handreiking opgesteld. De handreiking biedt een beoordelingskader aan waterbeheerder en –gebruiker, dat past binnen de vigerende wet- en regelgeving.

8.2 Resultaten

De handreiking geeft de stappen weer die genomen kunnen worden tijdens een afweging voor een vergunning voor ondergrondse zoetwaterberging. Door deze stap-

pen te doorlopen wordt beoogd om de infiltratieactiviteiten zonder risico en onoverkomelijke gevolgen te laten plaatsvinden.

De handreiking dient ook als hulpmiddel voor de aanvrager. Door de stappen te doorlopen die worden aangedragen weet hij op welke specifieke zaken gelet dient te worden tijdens de planontwikkeling. De waterschappen zijn zelf verantwoordelijk voor het toepassen van de handreiking binnen het eigen beleid. Zij hebben dan ook de ruimte om de handreiking aan

te passen naar de kaders van het eigen beleid en mogelijkheden binnen het gebied. Het uitgangspunt van de handreiking is dat hij zo is opgesteld dat hij breed toepasbaar is. De handreiking met bijbehorende beslisbomen maakt het voor de waterbeheerder eenvoudiger om nieuwe aanvragen te beoordelen en passende meetverplichtingen op te leggen. De aanvrager aan de andere kant kan de handreiking gebruiken om vroegtijdig de vergunbaarheid van voorgenomen OWB te analyseren.

Naast de bovenstaande doelstelling zijn de volgende doelstellingen centraal gesteld:

- De Handreiking dient breed gedragen te zijn binnen Laag-Nederland. Om dit te bereiken zijn relevante instituten met kennis rondom OWB verzameld in het projectteam, met een begeleidingscommissie vanuit de waterschappen en provincies;
- Waar mogelijk technisch borgen van de infiltratiewaterkwaliteit prefereren boven frequente monitoring. Indien nodig de infiltratiewaterkwaliteit passend monitoren;
- Aanbevelingen formuleren voor aanpassingen van de verordeningen van de waterschappen waar nodig;
- Komen tot een hanteerbare, bondige handreiking voor initiatiefnemers en vergunningverleners.





9

KENNISDELING & COMMUNICATIE

9.1 Inleiding

De kennisdeling en communicatie onder de agrariërs en beleidsmakers maken integraal onderdeel uit van het project. Om de ontwikkeling van de innovatieve oplossingen te kunnen delen en samen verder te brengen met belanghebbenden worden alle resultaten open gedeeld en beschikbaar gesteld. Voor een duurzame kennisverankering zijn verschillende activiteiten georganiseerd zoals workshops, focusgroepen en gebiedsavonden. Daarnaast is door meerdere com-

municatiekanalen en vormen te gebruiken de informatie op een transparante en toegankelijke manier beschikbaar gemaakt.

9.2 Resultaten

Gebiedsavonden met gebruikers en rondleidingen op pilotlocaties

Een project met pilots op locatie biedt bij uitstek de mogelijkheid om excursies te organiseren. De excursies zijn onder andere georganiseerd voor agrariërs, beleidsmakers en financiers. Tevens zijn verschei-

dene gebiedsavonden georganiseerd voor telers in de Waddenregio, maar is ook vaak aangesloten bij bestaande initiatieven zoals Veldleeuwerik, Pootgoedacademie, KAVB en LTO bijeenkomsten en diverse studiegroepen. Het doel van de avonden was onder andere om kennis te verspreiden en agrariërs te informeren. Bovendien was het terughalen van de ervaringskennis van de agrariërs een belangrijke focus. Een voorbeeld is een agrariër die zich tijdens een rondleiding in Breezand afvroeg of het mogelijk is om met behulp van een extra



“opvuljaar” het rendement van de ondergrondse zoetwaterberging te vergroten. Deze vraag is ondertussen onderzocht met behulp van modelstudies en vanwege het vooraf gespeelde succes geïntroduceerd als “Spaarjaar”.

In opvolging van positieve reacties op de excursies en bijeenkomsten op locatie heeft in het voorjaar van 2015 een Spaarwater tweedaagse plaatsgevonden voor de project-groepleden (van o.a. waterschap,

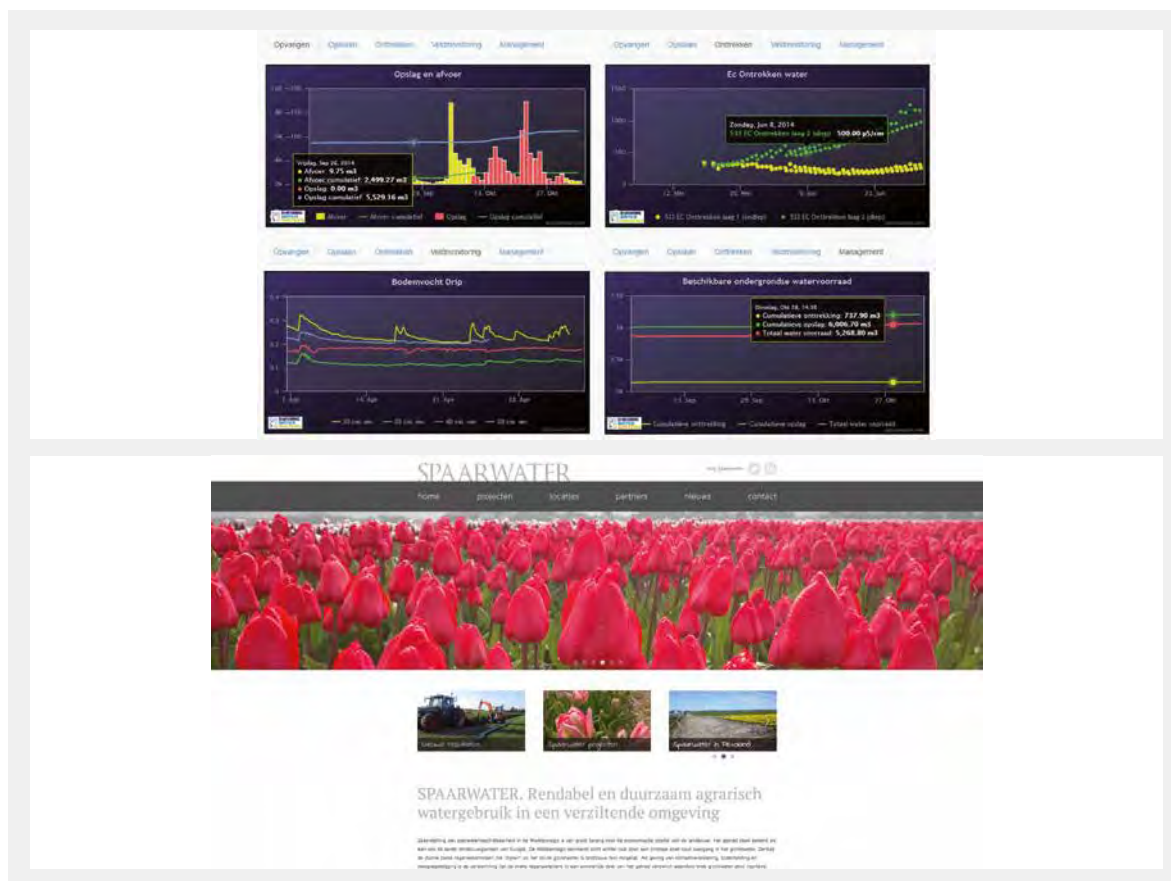
provincie, Rabobank, LTO, Achmea Agro, STOWA, etc.) Tijdens de twee dagen zijn alle vier de Spaarwaterlocaties bezocht. Omdat de projectgroepen gebiedsgericht zijn opgezet in Noord-Holland en Friesland en Groningen is er veel gebiedskennis en -ervaring uitgewisseld.

Niet alleen Nederlandse partijen hebben de praktijkproeven de afgelopen jaren bezocht, ook de bestuurders van de Duitse buurwaterschappen, overheidsingenieurs uit Bangladesh en medewerkers van UNICEF hebben de locaties bezocht om kennis te maken met de technieken zoals ze hier in Nederland worden uitgevoerd. De resultaten van Spaarwater zijn daarnaast gepresenteerd op internationale podia onder andere in Denemarken, Oekraïne, Bangladesh en Saudi Arabië.

De gebiedsavonden en excursies naar de percelen hebben drie belangrijke doelen; het ophalen van informatie, het toetsen van resultaten bij beleidsmakers en gebruikers en het ophalen van en reflecteren op ideeën voor systeeminnovatie.

Website – spaarwater.com & spaarwater.acaciadata.com & zoetwaterberging.nl

Gedurende het project zijn drie websites met ieder hun eigen doel gelanceerd. www.spaarwater.com, spaarwater.acaciadata.com en www.zoetwaterberging.nl. Via www.spaarwater.com wordt een breed publiek aangesproken met algemene informatie over het project, details per pilotlocatie en actuele nieuwsberichten. Voor specifieke en ‘real-time’ meetresultaten om direct mee te kijken is spaarwater.acaciadata.com ingericht, hier is alle actuele meetinformatie per pilotlocatie terug te vinden. www.zoetwaterberging.nl is een digitale rekenhulp waarmee de telers inzicht kun-



nen krijgen in de mogelijkheden en kosten van een zelfvoorzienend zoetwatersysteem voor hun bedrijf. In de vervolgfase wordt www.spaarwater.com uitgebreid om hier ook meer specifieke data en onderzoeksresultaten te kunnen presenteren uit de twee andere sites.

Artikelen vakbladen en regionale kranten

Naast verspreiding op nationaal en regionaal niveau is het belangrijk dat

zowel de agrarische als watersector op de hoogte zijn van de kennisontwikkeling binnen Spaarwater. Om deze sectoren te bereiken zijn artikelen en interviews in agrarische en watervakbladen gepubliceerd.

Onder andere in Het waterschap, de Boerderij, Nieuwe Oogst, Veldpost, H2O, de Boomkwekerij, Bloembollenvisie en het regionale blad van de Rabobank in Noord-Holland.

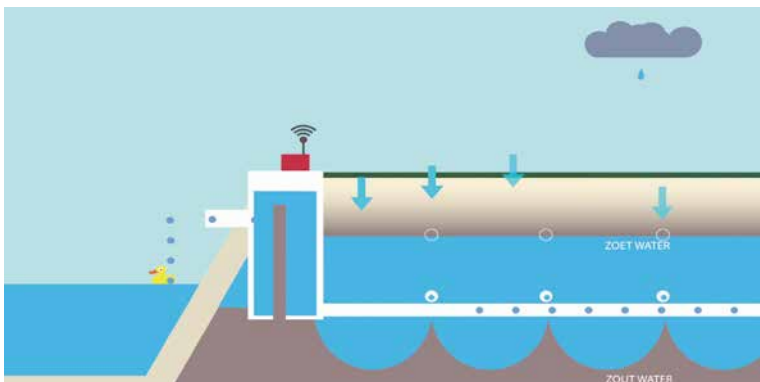
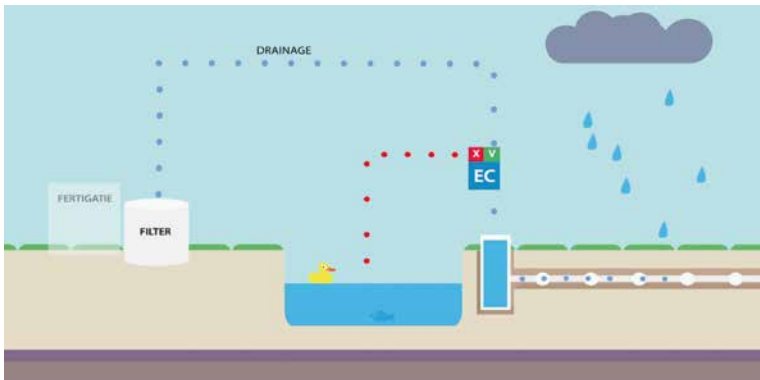
De artikelen in vakbladen zijn vaak inhoudelijk gefocust en bieden uit-

stekende mogelijkheden om nieuwe onderzoeksresultaten te verspreiden. Net als in de regionale media komen de aanvragen voor interviews vaak na het actief verspreiden van persberichten. In reactie op de persberichten hebben de afgelopen jaren regelmatig artikelen in regionale kranten zoals het Noord-Hollands Dagblad en de Leeuwarder Courant gestaan. De artikelen hebben vaak een regionaal karakter en zijn veelal gericht op de problematiek van de betreffende regio. Ook was er aandacht op radio en televisie voor Spaarwater. Zo heeft met Omrop Fryslân een radio interview plaatsgevonden tijdens het plaatsen van de drainage op het proefperceel in Herbarium.

Video's

De Spaarwatermaatregelen vinden plaats in de ondergrond. Aan de oppervlakte zijn van deze ingrepen vaak alleen als technische componenten zichtbaar. Om de werking van de maatregelen inzichtelijk te





maken is gebruik gemaakt van visualisatie in de vorm van illustraties en animaties in verschillende video's.

In de eerste video die voor de opening van Spaarwater is gemaakt wordt een technisch inhoudelijke uitleg gegeven over ondergrondse zoetwaterberging, druppelirrigatie en systeemgerichte drainage. Naast de video's zijn animaties en illustraties ontwikkeld om meer inzicht te geven in de werking van de maatregelen. Deze illustraties worden veelvuldig gebruikt tijdens presentaties, op banners en posters en voor verschillende media uitingen.

Parallel met het project Spaarwater wordt in Bangladesh samen met UNICEF een drinkwaterproject uitgevoerd. Het doel is kleinschalige ondergrondse zoetwaterberging als drinkwatervoorziening in dorpen. De techniek die hiervoor gebruikt wordt heeft veel overeenkomsten met de Spaarwatermaatregelen. Door de onderzoeksresultaten te presenteren met behulp van een video wordt inzichtelijk gemaakt wat de verschillen en vooral de overeenkomsten tussen de twee projecten zijn. De video is voor het eerst gepresenteerd tijdens een nationale workshop in december 2014 in Dhaka, Bangladesh.

Spaarwater is tweemaal genomineerd (2013 en 2015) voor de Nationale Waterinnovatieprijs van de Unie van Waterschappen. De nominatie gaat gepaard met het opnemen van een kort filmpje waarin de innovatie wordt uitgelegd op locatie. De video's zijn gepresenteerd tijdens de uitreiking van de Waterinnovatieprijs. Alle video's zijn beschikbaar via de Spaarwater website en te vinden op Youtube.



10

VOORUITBLIK: SPAARWATER 2 PERIODE 2016-2018

In het eerste deel van Spaarwater 2013-2015, dat wordt afgesloten met deze publicatie, zijn de verschillende maatregelen aangelegd en is de werking ervan onderzocht. De eerste resultaten zijn veelbelovend. Met de systeemgerichte drainage is het peil gericht gestuurd en is de eerste vergroting van de zoetwaterlens gereali-seerd in het zandperceel. Het blijkt ook mogelijk om het water uit drainage op te vangen, ondergronds op te slaan en beschikbaar te maken voor beregening. Efficiënt gebruik van water- en meststoffen met druppelirri-gatie, oppervlakkig aangelegd in de bollenteelt in zand of met slangen die onder de bouwvoor liggen voor poot aardappelteelt in klei, heeft in het afgelopen jaar 2015 al geleid tot een meeropbrengst.

Met de betrokken partijen is geconcludeerd dat een voortzetting en aanvulling op het project zinvol is. Daarnaast is Spaarwater onderdeel geworden van de klimaatpilot IJsselmeergebied binnen het Zoetwaterprogramma en ontvangt het een bijdrage uit het Deltafonds. De projectduur van Spaarwater is verlengd met drie jaar (t/m 2018).

Voor het goed aantonen van de werking van de verschillende systemen moeten deze worden "blootgesteld" aan meerdere jaren met zowel droge als natte jaren. Voor de systemen van eigen zoetwatervoorziening geldt dat deze zich over meerdere jaren moeten bewijzen. Daarnaast worden ook de systeemverbeteringen getest, zoals de vereenvoudiging van het systeem van ondergrondse zoetwaterberging in Breezand. Aangezien de verminder-

ring van het risico op ziektes als een belangrijk voordeel naar voren kwam, wordt het afsterven van ziektekiemen in de ondergrond verder gedetailleerd in het vervolgproject Spaarwater 2 (2016-2018) en in een mogelijk promotieonderzoek als spin-off van Spaarwater.

Toepassen van druppelirrigatie onder Nederlandse omstandigheden is nieuw. Rekening houdend met de variabiliteit van het weer zijn meerdere jaren nodig om statistisch aantoonbaar te maken dat maatregelen naar verwachting functioneren. De langere periode is ook nodig om aanpassingen in de configuratie en de aansturing mogelijk maken. Dit geldt ook voor de systeemgerichte drainage waarvoor geldt dat de ontwikkeling en veranderingen van zoete regenwaterlenzen trage processen zijn.

Spaarwater richtte zich tot nu toe vooral op de effecten op het perceel en bedrijfsniveau. In Spaarwater 2 staat daarnaast de economische analyse en regionale opschaling van de Spaarwater maatregelen centraal. Er wordt voor de gehele Waddenregio in beeld gebracht waar de verschillende systemen kansrijk zijn. Daarnaast worden de effecten op het regionale watersysteem onderzocht en gekwantificeerd. Hierbij wordt gekeken naar het effect van de maatregelen op bedrijfseconomisch niveau voor de agrariër én kosten/baten voor de waterbeheerder gecombineerd met de effecten op het gehele watersysteem. Kortom we willen ook kijken naar het project met de bril van de waterbeheerder; wat betekent het voor het watersysteem als de Spaarwatermaatregelen toegepast zou gaan worden? We doen dit in detail voor drie pilotpolders (Noord-Holland, Friesland en Groningen) langs de Waddenzee waar we dit samen met agrariërs en waterbeheerders gaan uitwerken.

Ten slotte heeft Spaarwater zich uitgebreid naar de provincie Flevoland (Spaarwater-Flevoland). Bij deze pilot ligt de focus, naast waterbesparing, op het tegengaan van bodemdaling. Gestart is op vier percelen in Zuidelijk Flevoland en de Noordoostpolder met continue metingen aan de vochtsituatie, grondwaterstand en EC-waarden in verschillende bodemlagen. Op die manier kan bekeken worden of, en hoe, een ondiep voorkomende veenlaag nat gehouden kan worden (en daardoor oxidatie van veen kan worden voorkomen) zonder dat dit natschade in het perceel veroorzaakt. In 2016 zullen op twee percelen ingericht worden met systeemgerichte drainage om te bekijken of deze doelstellingen op die manier haalbaar zijn.



Spaarwater is opgenomen
als één van de klimaat-
pilots binnen het
Deltaprogramma Zoetwater



www.spaarwater.com

BETROKKEN PARTIJEN

Financiers: Waddenfonds, Provincie Groningen, Provincie Friesland, Provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Wetterskip Fryslân, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschap Hunze en Aa's, LTO Noord fondsen, STOWA, Achmea Agro en Rabobank.

Betrokken landbouwbedrijven: VOF MCA Langeveld & zn – locatie Breezand, Maatschap P.L.Noordam & E.A.Noordam-ten Have – locatie Borgsweer, Maatschap J.W. Oosterhuis – locatie Hornhuizen, Maatschap A. Hofstra – locatie Herbaijum.

Uitvoerende partijen: Penvoerder Acacia Institute i.s.m. Acacia Water, Delphy, Broere Beregening, BE-de-Lier, Vrije Universiteit, TU Delft, LEI, Han de Kreuk, Combidrain, Vermaire Breezand, Netafim en Yara.

Overige betrokken partijen: PWN, LTO Noord, KAVB (Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur), Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA) en Pootgoedacademie.

APR
2016

