



Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw

Deze Deltafact gaat over de zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw in Nederland en de verschillende technieken die daar aan bijdragen.

1. INLEIDING
2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
3. STRATEGIE
4. SCHEMATISCHE WEERGAVE
5. WERKING IN PRAKTIJK
6. KOSTEN EN BATEN
7. PRAKTIJKERVERVINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN
8. GOVERNANCE
9. KENNISLEEMTEN
10. BRONNEN EN LINKS
11. COLOFON
12. DISCLAIMER

1. Inleiding

Door klimaatverandering krijgen we in Nederland steeds vaker en langer te maken met periodes van ernstige droogte. In de zomer ontstaat altijd een neerslagtekort omdat er meer water verdampt dan dat er valt. Door klimaatverandering stijgt het neerslagtekort in de zomer en tegelijkertijd neemt de watervraag toe door socio-economische ontwikkelingen. Het resultaat is dat de zoetwaterbeschikbaarheid in de zomer steeds verder onder druk komt te staan. Boeren moeten in de zomer vaak

beregenen om gewassen van voldoende water te voorzien en om zoutschade tegen te gaan. Hiervoor moet echter wel voldoende water beschikbaar zijn.

De basis van deze Deltafact is het Stowa rapport "Zelfvoorzienend in zoetwater: zoek de mogelijkheden" ([Jeuken et al., 2015](#)), maar er is sindsdien meer onderzoek geweest naar mogelijke maatregelen. De meeste maatregelen zijn proefsgewijs onderzocht en er is nog weinig ervaring met grootschalige implementatie. Bovendien is er ook nog geen maat voor het bepalen van de graad van zelfvoorzienendheid in zoetwater. Dit kan worden bepaald op bedrijfsniveau (in welke mate is een boerenbedrijf afhankelijk van zoetwater uit het regionale watersysteem en in welke mate kan deze zelfvoorzienend zijn) en op regionaal niveau (in welke mate zijn boerenbedrijven in een gebied van het regionale watersysteem afhankelijk en hebben ze gezamenlijk de mogelijkheid tot zelfvoorzienendheid).

In deze Deltafact bespreken we verschillende maatregelen die kunnen worden getroffen om de zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw te vergroten.

2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts

Onderwerpen: Zoetwater, Zoetwatervoorziening, Zoutwater indringing, Regenwaterlenzen, Waterkwaliteit, Bodem als buffer, Bodemvocht gestuurd beregenen, Brakke kwel, Effecten klimaatverandering op landbouw, Effectiviteit van waterinlaat, Ondergrondse waterberging, Regelbare drainage, Waterreservoirs op bedrijfsniveau, Zouttolerante teelten

3. Strategie

Hoe is de zoetwatervoorziening voor de landbouw geregeld in Nederland?

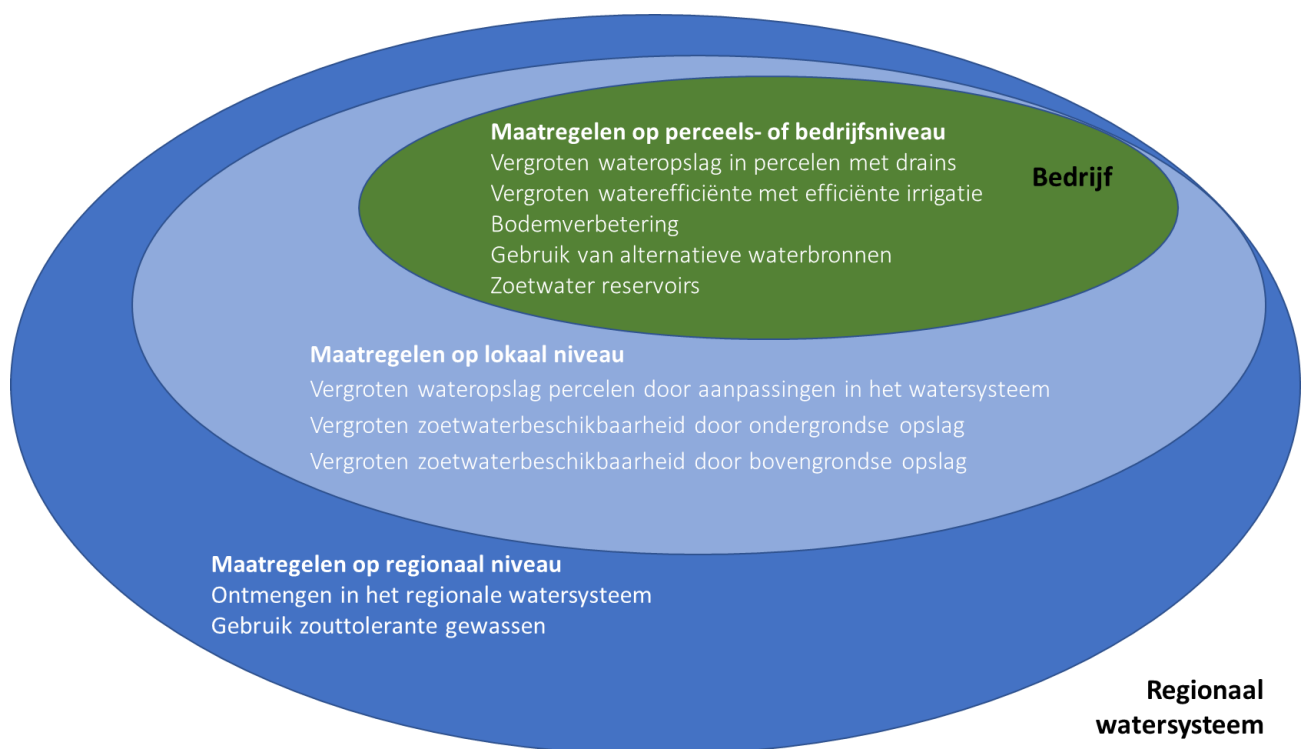
De Nederlandse overheid heeft volgens de huidige zoetwaterstrategie de taak om iedereen zo veel mogelijk en zo lang mogelijk van water te voorzien. In perioden van zoetwaterschaarste moeten er echter keuzes worden gemaakt wie wat krijgt. De overheid heeft afspraken gemaakt over de volgorde waarin 'watervragers' water krijgen in "de nationale verdringingsreeks" (handleiding verdringingsreek, 2020). Landbouw staat niet bovenaan de prioritering en kan bij droogte dus worden gekort. Daardoor is het voor de landbouw aantrekkelijk om minder afhankelijk te worden van het (regionale) watersysteem voor de zoetwatervoorziening. Dit kan door zoetwater te bufferen en door de watervraag te verkleinen.

4. Schematische weergave

Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw zou als een van de basisprincipes van waterbeheer kunnen worden geïntroduceerd. In gebieden zonder aanvoermogelijkheden is zelfvoorzienendheid sowieso een basisprincipe. In gebieden met wateraanvoer waarin de overheid beperkingen oplegt voor het onttrekken van zoetwater aan het regionale of nationale watersysteem of stopt met de inlaat van zoetwater, dan kan dit tot schade leiden bij landbouwers. Zij zullen dan ook gebruik moeten/willen maken van andere bronnen van zoetwater, en/of ze zullen de vraag naar zoetwater moeten beperken door water efficiënter te gebruiken.

Maatregelen om de zoetwatervoorraad te vergroten kunnen zowel op perceelniveau, lokaal niveau en regionaal niveau worden genomen. We spreken van lokaal niveau

als enkele voornamelijk agrarische bedrijven samenwerken om de zelfvoorzienend te vergroten. Bij maatregelen op regionaal niveau profiteert een gebied van het regionale watersysteem. In dit hoofdstuk bespreken we hoe maatregelen op verschillende schaalniveaus kunnen bijdragen aan de zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw. Enkele maatregelen kunnen worden opgeschaald van perceelniveau naar lokaal of regionaal niveau. Bij perceels- en bedrijfsmaatregelen is een boer zelf verantwoordelijk voor investeringen en realiseert hij/zij zelf de voordelen van de maatregelen. Bij maatregelen op lokaal niveau zijn meerdere stakeholders betrokken bij de investeringen en moeten er afspraken gemaakt worden over het verdelen van het water en de kosten. Bij regionale maatregelen worden maatregelen in het watersysteem genomen waarvoor de regionale overheden verantwoordelijk zijn. Wie voordelen heeft van de regionale maatregelen en in welke mate is op voorhand niet duidelijk. Ook hier moeten afspraken gemaakt worden over de bijdrage van andere groepen stakeholders.



Figuur 1 Verschillende niveaus van maatregelen voor zoetwater zelfvoorzienendheid

5. Werking in de praktijk

In dit hoofdstuk worden een aantal verschillende groepen van maatregelen uitgewerkt aan de hand van studies die zijn uitgevoerd om het effect in de praktijk te beoordelen. Hierbij wordt dezelfde volgorde qua schaalniveaus gehanteerd.

5.1 Perceelniveau

5.1.1 Vergroten opslag van zoetwater in percelen met behulp van drains

Het vergroten van de opslag van zoetwater in percelen kan met drains, die niet alleen worden benut om water af te voeren, maar ook om meer controle te krijgen over het grondwaterpeil. Op percelen met bijvoorbeeld regelbare drainage (DF Regelbare drainage) en omgekeerde drainage (voegt via buizen water toe aan de bodem in plaats van water via drainagebuizen af te voeren) kan het drainagesysteem water vasthouden waar mogelijk en alleen afvoeren wanneer dit noodzakelijk is. Op de zandgronden wordt al enige tijd ervaring opgedaan met regelbare drainage. De laatste jaren zijn ook technieken ontwikkeld om in de poldersystemen in West-Nederland verzilting van de wortelzone te voorkomen door de aanwezige regenwaterlens met behulp van drainagesystemen robuuster te maken. Voorbeelden zijn Drains2buffer, of meer generiek anti-verziltingsdrainage (DF regenwaterlenzen). Er zijn verschillende technieken om met behulp van drainagesystemen de opslag van zoetwater in percelen te vergroten. De werking van deze verschillende technieken wordt hieronder verder uitgelegd.



Figuur 2 Regelput om het ontwateringsniveau van de drainagebuizen in te stellen.

- **Regelbare drainage (RD): sturen op variabele drainageniveaus** Zie DF "[Regelbare drainage](#)"

Er zijn diverse vormen van regelbare drainage. In de meest eenvoudige vorm wordt het waterpeil van de sloot waarin de drains uitmonden door een stuw ingesteld (peilgestuurde drainage). In de meer geavanceerde vorm zijn de drainbuizen ondergronds aangesloten op een verzamelbuis die uitmondt in een 'regelput'. In

deze put wordt het peil of de ontwateringsbasis ingesteld. De sturing van de regelput kan handmatig worden ingesteld of kan worden geautomatiseerd. Automatische sturing kan rechtstreeks op basis van sensoren in het veld maar kan ook via een computersysteem om met de weervoorspellingen de sturing te optimaliseren. Dit laatste is op de markt gezet als Klimaat Adaptieve Drainage. Het idee van regelbare drainage is dat de sturing zo wordt ingericht dat de grondwaterstanden (ver) boven het drainniveau liggen om water vast te houden. Tegelijkertijd kan (behalve de meest eenvoudige variant peilgestuurde drainage) worden geanticipeerd op voorspelde grote neerslaghoeveelheden.

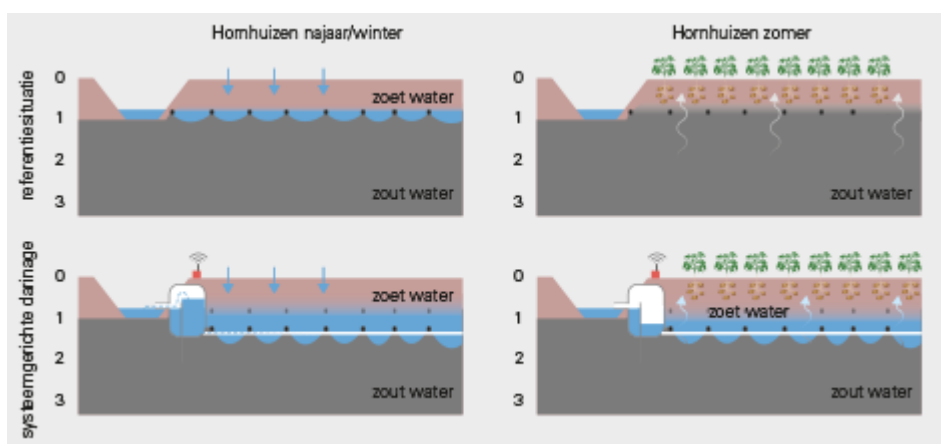
- **Drainage nieuwe stijl (DNS): ondiep en intensief draineren**

Bij drainage nieuwe stijl worden de drainagebuizen ondieper aangelegd dan de klassieke buisdrainagesystemen. Hierdoor worden alleen de hele hoge grondwaterstanden afgevlakt. Op deze manier blijft er meer water in het perceel. Hierbij is het van belang dat het risico op natschade wordt gemitigeerd. Dat kan door intensiever te draineren (buizen op kortere afstand te leggen).

- **Vergroting zoetwaterlens (synoniemen: drains2buffer, systeemgerichte drainage, anti-verziltingsdrainage)**

Zie DF "[regenwaterlenzen](#)"

Om verzilting te bestrijden kunnen regenwaterlenzen die op het zoute grondwater 'drijven' in sommige gevallen door aanpassing van het drainageontwerp worden vergroot. De dikte van de zoetwaterlens wordt bepaald door het evenwicht tussen neerslag, verdamping en ontwateringsfluxen. In natte perioden groeit de zoetwaterlens, in droge perioden wordt die dunner. In een deel van de zoute kwelgebieden (zuidwestelijke delta en het noordelijk kustgebied) zijn de regenwaterlenzen direct onder het maaiveld geregeld zo dun dat zout via capillaire opstijging in de wortelzone kan komen. Door aanpassen van de draindiepte, de drainafstand en/of het gehandhaafde peil in de drains kan meer zoetwater in het perceel worden vastgehouden, waardoor de kans dat brak/zout water de wortelzone bereikt kleiner wordt.



Figuur 3 1 Werkingsmechanisme systeemgerichte drainage (bron: spaarwater.com).

5.1.2 Vergroten efficiëntie watergebruik

Op perceelniveau kunnen agrariërs het efficiënt gebruik van water vergroten door efficiëntere toedieningstechnieken. In tijden van droogte loont het bij het verbouwen van hoogwaardige gewassen namelijk om zo efficiënt mogelijk met het schaarse water om te gaan. De techniek is bekend uit aride gebieden en wordt in Nederland momenteel met name voor hoogwaardige teelten toegepast (sierboomteelt, fruitteelt). Voor akkerbouwgewassen zijn verschillende experimenten met druppelirrigatie op maaiveld en vlak onder de ploegzool gedaan ([Hulshof et al., 2019](#)).

- **Druppel irrigatie**

Druppelirrigatie leidt tot een efficiëntere manier van watergebruik in vergelijking tot beregenen. Druppelirrigatie kan aan maaiveld plaatsvinden, met uitrolbare (wegwerp)slangen, of ook ingegraven onder de ploegzool. Proeven geven aan dat een efficiëntie kan worden bereikt tussen de 50 en 78% ([Hulshof et al., 2019](#)), vergeleken met gemiddeld 40% voor traditionele haspelirrigatie (van Bakel and Mulder, 2019). Druppelirrigatie kan worden gecombineerd met het toedienen van nutriënten (fertigatie). In Nederland wordt druppelirrigatie momenteel toegepast in fruit- en boomteelt. Voor vollegrondsakkerbouw lijkt druppelirrigatie in veel gevallen nog (te) kostbaar ([Schipper et al., 2014](#)).



Figuur 4 Druppelirrigatie aangebracht onder de ploegzool (foto: M. Waterloo).

- **Infiltratie via buisdrainagesystemen (synoniemen: drainage infiltratie, sub-infiltratie, sub-irrigatie)**

Het gericht inbrengen van water via drainage kan voor waterbesparing zorgen. Daarnaast kan onderwater drainage worden toegepast om bodemdaling in het veenweidegebied tegen te gaan. Het gericht inbrengen van water via de drainage op een effectieve en waterbesparende manier wordt nog verder ontwikkeld. Voorbeelden hiervan zijn de klimaatpilot van Deltaprogramma Zoetwater voor efficiënt watergebruik op de hoge zandgronden, de toepassing van onderwaterdrainage in het veenweidegebied (VIC) waarmee vooral gestuurd wordt op het beperken van bodemdaling, de toepassing van een drainage-infiltratie systeem, waarmee drainagewater wordt opgevangen, bij voldoende laag zoutgehalte ('EC') in een bassin wordt opgeslagen en op een later moment via dezelfde drains weer wordt toegediend ([Oord, 2015](#)).

- **Precisie-irrigatie (synoniemen: slim beregenen, sturen op bodemvocht)**

Zie DF "[Bodemvocht gestuurd beregenen](#)"

Bij precisielandbouw wordt per vierkante meter of per plant bepaald hoe veel water er nodig is om het bodemvochtgehalte ter plaatse aan te vullen. Dit zorgt voor een efficiëntere manier van watergebruik. In feite is precisie irrigatie een geautomatiseerde en verder ontwikkelde vorm van druppel irrigatie. Deze manier van irrigeren staat nog in de kinderschoenen.

5.1.3 Bodemverbetering

Zie DF "[Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer](#)" en DF "[Bodem als buffer](#)"

Verschillende bodemmaatregelen kunnen bijdragen aan een betere vochthuishouding van de bodem. Zo kan een goede balans worden gevonden in de doorlatendheid van de bodem waarbij voldoende water wordt vastgehouden en er genoeg regenwater kan infiltreren zonder dat er wateroverlast ontstaat. Door de sterke correlatie tussen bodem, grond en oppervlaktewater loont het om het hele systeem klimaatbestendig te maken. Binnen het kennisprogramma Lumbricus zijn de effectiviteit van lokale bodem- en watermaatregelen onderzocht om te komen tot een klimaatbestendig bodem- en watersysteem ([Schipper et al., 2018](#)). Door samen te werken met andere landbouwers kan bodemverbetering ook worden opgeschaald naar lokaal en soms regionaal niveau. Bodemverbetering is een zaak van lange adem, waarbij vaak pas na tientallen jaren resultaten worden bereikt.

Door bodemverbetering kan ook de waterhuishouding van een perceel worden verbeterd. Dit kan door de indringingsweerstand te verkleinen en de bodemstructuur te verbeteren. Binnen Lumbricus wordt onderzoek gedaan naar diep wortelende gewassen (sorghum en rietzwenkgras) die kunnen doordringen in vaste bodems om de indringingsweerstand te verbeteren. Vooralnog lijken resultaten voor sorghum beperkt te zijn, maar er is meer onderzoek nodig. Door de indringingsweerstand te verlagen bereikt relatief meer water de wortelzone van gewassen. Hierdoor wordt de zelfvoorzienendheid zoet water indirect ook vergroot omdat de waterbeschikbaarheid toeneemt. Het verbeteren van de bodemstructuur kan ervoor zorgen dat meer water wordt vastgehouden door de bodem. Dit kan worden verbeterd door het humus-

en/of kleigehalte van arme zandgronden te verhogen. Ondoordringbare lagen kunnen fysiek worden doorbroken, door bijvoorbeeld diepploegen.

5.1.4 Waterreservoirs op bedrijfsniveau zie DF "[waterreservoirs op bedrijfsniveau](#)"

Met een waterreservoir kan overtollige neerslag tijdelijk opgeslagen worden en later gebruikt worden voor beregening van gewassen in perioden wanneer er een watertekort is, bijvoorbeeld in de zomer.

In de glastuinbouw is regenwateropslag eerder regel dan uitzondering; in de akkerbouw is dit omgekeerd. De glastuinbouw stelt hoge eisen aan de waterkwaliteit (met name het natriumgehalte), waardoor regenwater de voorkeur heeft boven oppervlaktewater.

5.1.5 Gebruik zouttolerante gewassen Zie DF "[zouttolerantie van teelten](#)"

- **Veredeling landbouwgewassen**

Ontwikkeling van nieuwe, zouttolerantere variëteiten van gangbare landbouwgewassen biedt perspectief voor verziltingsgevoelige gebieden. Binnen de Proeftuin Zuidwestelijke Delta is bijvoorbeeld gewerkt aan een meer zouttolerante aardappel ([Heselmans et al., 2017](#)), en het Zilt Proefbedrijf op Texel heeft jarenlang onderzoek gedaan naar de zouttolerantie van vollegrondsteelten. Kennis van de onderliggende processen en mechanismen kan worden gebruikt om de zouttolerantie van gevoelige gewassen door middel van veredeling te vergroten.



Figuur 6 Aardappelpopulaties in zoete (links) en zoute omstandigheden (midden en rechts) ([Heselmans et al., 2017](#)).

5.2 Lokaal niveau

5.2.1 Vergroten opslag van zoetwater in percelen door aanpassingen in het oppervlaktewater

Door aanpassingen aan het oppervlaktewatersysteem, zoals met slootbodempverhoging en (slimme) stuwtjes kan de wateraanvoer en afvoer beter worden gemonitord en beheerst. Dit leidt ertoe dat meer water of water langer kan worden vastgehouden en dit vergroot de watervoorziening voor gewassen.

- **Waterconservering door stuwtjes (o.a. Slimme stuw, knijpstuw)**

Bij waterconservering door stuwtjes worden stuwtjes in perceelsloten. Hierdoor kan de boer de waterhuishouding van zijn perceel zelf regelen en verbeteren waarmee de boer zijn zelfvoorzienendheid zelf kan vergroten.

- **Slootbodempverhoging**

Bij waterconservering door slootbodempverhoging wordt het peil niet aangepast met behulp van stuwtjes, maar door verondieping van sloten. De voordelen ten opzichte van toepassing van stuwtjes is dat de ontwateringsbasis permanent wordt verhoogd.

5.2.2 Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid door ondergrondse opslag

De ondergrond heeft op veel plaatsen een groter bergend vermogen dan oppervlaktewater. Door gebruik te maken van de 3^e dimensie kan niet alleen relatief veel water worden opgeslagen als grondwater maar zijn de maatregelen aan maaiveld ook niet zo ingrijpend voor het landgebruik.

- **Ondergrondse opslag (synoniemen: Artificial Storage and Recovery (ASR), managed Aquifer Recharge (MAR))**

Zie DF '[Aquifer Storage and Recovery](#)'

Wanneer in de natte tijd water ondergronds wordt opgeslagen kan het beschikbaar worden gemaakt voor perioden van droogte of onvoldoende waterkwaliteit (verzilt water). Bij een systeem voor ondergrondse opslag wordt water via putten in de aquifer (meestal het eerste watervoerende pakket) gebracht. Voor de onttrekking kan dezelfde put als voor de infiltratie worden gebruikt, of er kunnen specifieke onttrekkingsputten worden geplaatst.

De effectiviteit van dergelijke systemen neemt over het algemeen toe met de schaal waarop het wordt toegepast. Dit komt naast kostenreductie door een hogere terugwinefficiëntie. Binnen COASTAR Waterbank Westland wordt onderzocht of glastuinbouw door infiltreren en later terugwinnen op regionale schaal volledig zelfvoorzienend kan zijn.

- **Kreekrug infiltratie Systeem (KIS)**

Bij kreekrug infiltratie worden de zoetwaterbellen die van nature in kreekruggen aanwezig zijn vergroot door infiltratie van slootwater via drains (door middel van peilopzet) zodat het zoet-zout grensvlak wordt verlaagd.

- **Freshmaker**

De Freshmaker maakt gebruik van twee horizontale putten, voor zowel infiltratie van zoet water, als voor opheffing van opdrijving van zoetwater op zout grondwater door het afvangen van zout water met een diepere horizontale put. Op deze manier kan de zoetwaterbel sneller groeien en later (grotendeels) worden teruggewonnen.

- **Ondergrondse opslag perceel-eigen water**

Bij ondergrondse opslag van perceel-eigen water wordt zoet drainagewater opgeslagen en in de bodem geïnfiltreerd. Dit water wordt gedurende het groeiseizoen weer onttrokken. Proeven tonen aan dat agrariërs hiermee volledig zelfvoorzienend kunnen zijn ([Oord et al., 2019](#)). Dit is een kleinschalige variant van MAR.

- **Kwelvoorziening ter bescherming zoetwaterbel (SEPCAT)**

In de Zeeuwse Perkpolder werd in opdracht van Rijkswaterstaat een nieuw buitendijks getijde-natuurgebied aangelegd. In 2015 is een opening gemaakt in de bestaande zeedijk bij Perkpolder. Vanaf dit moment stroomt het water uit de Westerschelde twee keer per dag, bij eb en vloed, de Perkpolder in en uit. Door deze ingreep zou de zoetwaterbel kunnen krimpen. Ter bescherming van de zoetwaterbel en de hiervan afhankelijke landbouw is een geavanceerde kwelvoorziening aangelegd. De voorziening voert het extra kwelwater af dat als gevolg van het nieuwe getijdegebied onder de dijk doorstroomt. Zo kan de zoetwaterbel worden beschermd tegen verzilting.

5.2.3 Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid door bovengrondse opslag

Bovengrondse waterberging kan naast door middel van bassins ook worden gerealiseerd door bijvoorbeeld waterberging in nieuw stedelijk gebied of natuurgebieden. Dit gaat wel ten koste van de ruimte.

Meervoudig ruimtegebruik is daarbij een mogelijkheid om meerdere baten te realiseren. Het gaat er hier over het algemeen om de zoetwateropgave mee te laten liften met ruimtelijke ontwikkelingen die plaats vinden. Op die manier kunnen functies als wonen en werken aan het water, natuurontwikkeling en recreatie samen de zoetwaterbeschikbaarheid vergroten. Zou hier een analogie met de bassins voor de glastuinbouw verwachten, nu staat er eigenlijk helemaal niets.

5.2.4 Gebruik van alternatieve waterbronnen

Zoet grond- en oppervlaktewater hoeft niet de enige bron van bruikbaar water te zijn voor een ondernemer. Zo kan restwater uit industriële processen (mits aanwezig

in de omgeving) worden hergebruikt worden als het water voldoet aan bepaalde kwaliteitseisen. Wanneer ondernemers samenwerken om te onderzoeken of restwater kan worden gebruikt op lokaal niveau is opschaling tot dit niveau mogelijk. Ook effluent uit de RWZI's kan als bron worden gebruikt. In buitenland zijn hier al veel praktijkproeven naar uitgevoerd / is dit op veel plekken al operationeel.

- **Ontzilting**

In kustgebieden is grondwater en/of oppervlaktewater soms te zout om geschikt te zijn als irrigatiewater of industriewater. Dit water kan (deels) ontzilt worden. Hiervoor zijn verschillende technieken beschikbaar, bijvoorbeeld omgekeerde osmose of Capacitive Deionisatie (CapDI). Bij reverse osmose wordt middels een membraan zoet water uit brak water onttrokken, bij CapDI worden de zoutionen aan het water onttrokken door positief en negatief geladen elektroden. Reverse osmose wordt veel toegepast in de glastuinbouw, en wordt ook onderzocht voor drinkwaterwinning (COASTAR, Temmen brakke kwel). De CapDI techniek lijkt vooralsnog niet toegepast te worden.

- **Hergebruik afvalwater**

Zie DF "[hergebruik van effluent](#)"

Effluent van RWZI's bevat vaak te hoge concentraties aan stoffen en nutriënten om direct te worden hergebruikt. Daarom wordt het vaak geloosd op oppervlaktewater. Door verwijdering en/of hergebruik van stoffen uit dit afvalwater kan het wel worden hergebruikt. De watervraag neemt hierdoor af omdat men het water 'meerdere' keren kan gebruiken. De essentie van de maatregel is om gebiedseigen water door zuivering (ontzilting, verwijdering ongewenste stoffen) geschikt te maken voor de zoetwatervoorziening. Het gebiedseigen water (afvalwater, brak/zout grondwater of oppervlaktewater) wordt geschikt gemaakt voor gebruik als irrigatiewater of industriewater. De trend is om stoffen in het afvalwater te hergebruiken of om toegevoegde waarde te creëren. Daarnaast kan ook worden gezocht om het water weer binnen het gebied of binnen het eigen bedrijf weer her te gebruiken (watercyclus sluiten).



Figuur 5 Sub infiltratie van RWZI effluent in Haaksbergen.

5.3 Regionaal niveau

5.3.1 Ontmengen en slimmer doorspoelen in het regionale watersysteem

Een manier om inlaatwater beter te benutten is het zo lang mogelijk voorkómen van bijmenging met zout grondwater. Immers, door deze bijmenging is het water in de sloot op een gegeven afstand van het inlaatpunt niet langer geschikt voor beregening.

Bij uitvoer van de maatregel 'scheiden aan- en afvoer' worden de stromen zoet inlaatwater en zout kwelwater zo lang mogelijk van elkaar gescheiden. De behoefte aan inlaatwater is dan minder groot, of wordt effectiever ingezet in het achter de inlaat liggende gebied.

- **Slimmer doorspoelen**

Bij 'slimmer' doorspoelen wordt doorgespoeld op basis van continue gemeten, en telemetrisch doorgegeven zoutconcentraties, of bijvoorbeeld schattingen van-, en/of gemelde beregeningsbehoeften, en wordt alleen het daadwerkelijk benodigde water ingelaten. Deze maatregel bespaart water doordat de inlaat wordt afgestemd op de behoefte en verspilling wordt vermeden. Een pilot met sturing van inlaat op zoutconcentraties vindt plaats in de Haarlemmermeer ([Delsman et al., 2016](#)).



Figuur 7 Op zoutgehalte gestuurde inlaat in de Haarlemmermeer.

- **Scheiden zoete en zoute waterstromen**

Bij uitvoer van de maatregel 'scheiden aan- en afvoer' worden de stromen zoet inlaatwater en zout kwelwater zo lang mogelijk van elkaar gescheiden. Hierdoor blijven sloten langer geschikt als bron voor beregening. Op die manier stijgt de beschikbare zoetwatervoorraad en groeit de zelfvoorzienendheid.

6. Kosten en baten

In dit hoofdstuk bespreken we de maatschappelijke kosten en baten van verschillende maatregelen. De kosten van maatregelen op perceels- en bedrijfsniveau zijn niet zondermeer te vergelijken, omdat de geografische schaal verschilt.

6.1 Kosten

Bij perceels- en bedrijfsmaatregelen is het duidelijk dat de kosten worden gedragen door de boeren. Eventueel kan door bedrijven aanspraak gemaakt worden op subsidieregelingen zoals het Plattelandsontwikkelingsprogramma 2014-2020 of subsidieregelingen vanuit de waterschappen. In het geval van lokale maatregelen worden de kosten ook gedragen door boeren en andere betrokken stakeholders. Bij regionale maatregelen is het waterschap aan zet en draagt de kosten die op andere wijze, via waterschapsbelastingen-/heffingen worden verhaald op begunstigden.

Voor perceels- en bedrijfsmaatregelen zijn wel indicaties voor kosten te geven, hoewel investeringen vaak ook afhangen van de lokale omstandigheden. De kosten voor het plaatsen van stuwtjes en het verondiepen van sloten zonder eventuele verbreding is relatief goedkoop (ten opzichte van duurdere technieken die enkel bij hoogrenderende gewassen toepasbaar zijn) en kan op perceelniveau worden toegepast. Ook het vergroten van de zoetwateropslag met behulp van drains is vaak rendabel voor landbouwers. Regelbare drainage is in Nederland in een aantal proeven getest en wordt verplicht gesteld door waterschap Peel en Maasvallei. Het uitbreiden van regelbare drainage met het aansluiten van een pomp om ook water via drains in te kunnen brengen is dan relatief goedkoop. Wel moeten ondernemers rekening houden met bijkomende onderhoudskosten. Ook voor relatief goedkope maatregelen is het daarom van belang om inzichtelijk te maken wat het hele kostenplaatje is van het operationele systeem.

De investering in irrigatie- en fertigatiesystemen (aanvoer- en druppelsslagen, pomp met meststofdoseersysteem, sensoren en automatisering) varieert van €500 tot €2500 per hectare. Met druppelbevloeiing kan in theorie het water dat bij traditionele beregening verloren gaat aan verdamping voordat het water de bodem heeft bereikt (in de orde van 10-20%) worden bespaard. De maatregel wordt voornamelijk toegepast in boom en fruitteelt.

Voor hoog renderende teelten zoals de glastuinbouw is de meerwaarde van zoet water van hoge kwaliteit groot. Hier worden Aquifer Storage and Recovery systemen al commercieel toegepast. De glastuinbouw maakt tevens op grote schaal gebruik van bovengrondse opslag van zoet water. Voor laag renderende gewassen is het aanleggen van een regenwater bassin niet kosteneffectief.

Tabel 1 geeft een overzicht van (ranges van) kosten voor verschillende zelfvoorzienendheid maatregelen. Deze tabel is gebaseerd op informatie uit de Regioscan Zoetwatermaatregelen ([Delsman et al. 2020](#), [2018](#)).

Tabel 1 Inschatting kosten zelfvoorzienendheid maatregelen ([Delsman et al., 2020](#), [2018](#))

Maatregel	Investeringskosten	Lopende kosten (exclusief afschrijving)	Opmerking
Reguliere beregening	900 - 1200 E/ha	45 E/ha/gift	
Regelbare drainage	600 - 2500 E/ha	130 E/ha/j	
Drains2buffer	2000 - 3000 E/ha	5 E/ha/j	

Kreekruginfiltratie	3000 - 4000 E/ha	180 E/ha/j	
Freshmaker	3730 E/ha	70 - 480 E/ha/j	
Aquifer Storage en Recovery	0.30 - 1.38 E/m ³		totaal, inclusief lopende kosten
Systeemgerichte drainage	1000 - 2300 E/ha	50 E/ha/j	
Druppelirrigatie maaiveld		600 - 750 E/ha/j	wordt jaarlijks vervangen in vollegrondsteelt
Druppelirrigatie verdiept	875 E/ha	70 E/ha/j	
Ondergrondse opslag perceelseigen water	0.50 - 0.60 E/m ³	0.40 - 0.80 E/m ³ /j	
Regelbare drainage met subinfiltratie	7500 - 8500 E/ha		zeer afhankelijk van transportleiding water
Perceelstuwen	1000 - 5000 E/stuw	50 E/stuw/j	
Slootbodempverhoging	18 E/m waterloop	0.18 - 0.50 E/m waterloop	met name door aanvoer grond, wanneer lokaal beschikbaar, prijs lager
Bodemverbetering - toediening organische stof		80 - 110 E/ha/j	uitgaande van een periode van 30 jaar
Bodemverbetering - breken van ploegzool	120 - 2500 E/ha		sterk afhankelijk van diepteligging laag en grondsoort

6.2 Baten

Wanneer de zomers in Nederland steeds droger worden, stijgt de vraag naar zoetwater. Een grotere mate van zoetwater zelfvoorzienendheid op het gebied betekent dat ondernemers minder afhankelijk zijn van de aanvoer van zoetwater via het regionale watersysteem, waardoor watertekorten als gevolg van droogte geen of minder invloed hebben op de groei van gewassen. Hiermee worden droogteschades verkleind of vermeden.

Een grotere mate van zoetwater zelfvoorzienendheid betekent het vergroten van de weerbaarheid tegen klimaatverandering, want de zekerheid van fysieke gewasopbrengsten gaat omhoog. Hiermee wordt het aantrekkelijker voor ondernemers om arbeid te vervangen door geautomatiseerde technieken. Een grotere zoetwater zelfvoorzienendheid biedt wellicht mogelijkheden om andere (hoogwaardiger) gewassen met meer opbrengsten per hectare te gaan telen.

Bij lokale en regionale maatregelen is het vaak lastiger in te schatten wat de baten zijn, omdat het effect van maatregelen op de boerenbedrijfsvoering niet eenduidig kan worden vastgesteld. Maatregelen hebben door verschillen in geografische en hydrologische factoren lokaal en regionaal een verschillend effect en daarmee andere baten. Een instrument als de Regioscan Zoetwatermaatregelen probeert die ruimtelijke variatie in beeld te brengen.

6.3 Instrumenten voor overzicht van kosten en baten

Voor een adequate afweging van kosten en baten is het nodig om alle kosten en alle baten van maatregelen voor een langere periode voor alle stakeholders inzichtelijk

te maken inclusief een goede inschatting van de gevolgen van klimatologische risico's. Ook is het nodig om een aantal extra baten, die niet direct in geld uit te drukken zijn maar die wel voor een ondernemer van belang zijn, zoals het reduceren van ziektekiemen, minder gewasbeschermingsmiddelen, goed te kwantificeren. Er zijn verschillende subsidies waar agrariërs aanspraak op kunnen maken als zij hun bedrijf willen verduurzamen, weerbaar maken voor klimaatverandering of de impact op het milieu willen verkleinen. Op basis van de vier instrumenten is er een overzicht gemaakt van de kosten- en batenposten:

Kosten	Baten
Investerings in fysieke aanleg (bassins, drainage, stuwen etc.) inclusief kosten voor ruimtebeslag	Hogere gewasopbrengsten (eventueel met ander gewas)/ leveringszekerheid,
Investerings in andere gewaskeuze	Vermeden droogteschade
Investerings in technieken zoals druppelirrigatie, pompen etc.	Vermeden verziltingsschade
Energiekosten voor pompen etc.	Vermeden gebruik gewasbeschermingsmiddelen
Hogere waterschapsbelasting	Reduceren van ziektekiemen

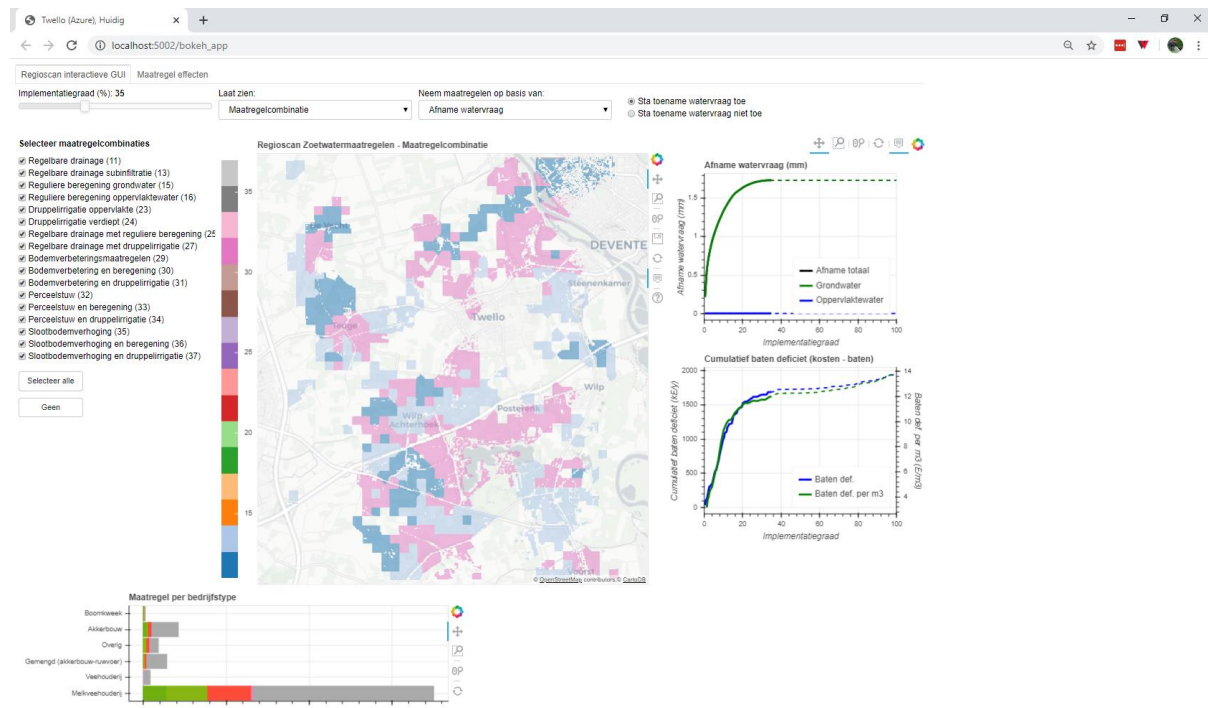
In de loop der tijd zijn een aantal instrumenten ontwikkeld die (een deel van) de kosten en baten van zoetwater maatregelen in beeld brengen, zoals de Eurekaopener ([Schipper et al., 2014](#)) en de Regioscan Zoetwatermaatregelen ([Delsman et al., 2020, 2018](#)). Daarnaast zijn ook pilot-specifieke afwegingsinstrumenten gemaakt zoals voor Go-Fresh ([Oude Essink et al., 2018](#)) en Spaarwater ([Te Winkel et al., 2019](#)) .

Regioscan zoetwatermaatregelen

De Regioscan Zoetwatermaatregelen ([Delsman et al., 2020, 2018](#)) is een instrument om kosten, baten en effecten van landbouwmaatregelen inzichtelijk te maken. Het instrument berekent met maatregel-effectrelaties hoe verschillende maatregelen in verschillende geografische en hydrologische omstandigheden uitwerken, en wat dit betekent voor de gewasopbrengst. Door de verandering in gewasopbrengst af te zetten tegen de kosten van de maatregel wordt ingeschat of een maatregel voor een boer 'uit kan'. Daarnaast wordt op stroomgebiedsschaal inzichtelijk gemaakt wat het nemen van allerlei maatregelen betekent voor de zoetwatervraag van een gebied. Met de interactieve gebruikersinterface van de Regioscan Zoetwatermaatregelen kunnen kosten en opbrengsten van de verschillende maatregelen interactief worden doorgerekend, waarmee een eerste verkenning worden gedaan van kansrijke maatregelen in een gebied. Het instrument kan dienen voor een eerste verkenning naar kansrijke maatregelen in een gebied, als communicatie-instrument om het gesprek met gebruikers op gang te brengen, en een inschatting te maken van kosten en baten van zoetwatermaatregelen. Let op dat de Regioscan Zoetwatermaatregelen niet bedoeld is voor bedrijfsadvisering aan specifieke boerenbedrijven.

De Regioscan Zoetwatermaatregelen is ingezet in pilotstudies in Noord-Holland (Anna-Paulowna- en Oostpolder), Gelderland (Twello) en Noord-Brabant (Chaamse beken en Raam). Uit resultaten blijken zelfvoorzienendheid maatregelen van zichzelf

slechts beperkt rendabel voor boeren. Combinaties moeten worden gezocht met maatschappelijke baten in de omgeving. De Regioscan biedt meerwaarde in een gebiedsproces, doordat maatregelen vooraf kunnen worden verkend en kan worden ingezet op de meest kansrijke maatregelen.



Figuur 8 Voorbeeld interactieve verkenning van kansrijke maatregelen met de Regioscan Zoetwatermaatregelen

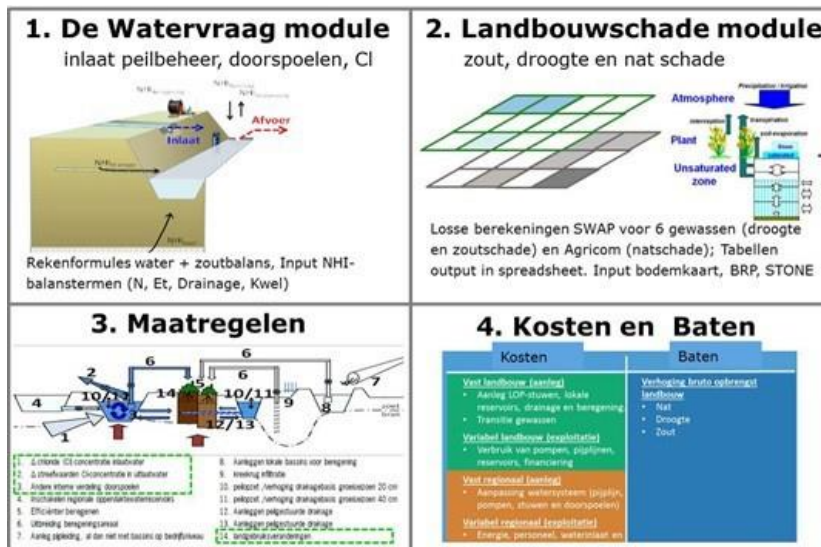
Eureyeopener

Een instrument dat kan helpen om inzicht te krijgen in kosten en baten van flexibel(er) sturen op zout is beslissingsondersteunend systeem Eureyeopener (Schipper et al., 2014). Dit 'Rekeninstrument Handelingsruimte Zoetwaterbeheer' biedt voor een regio of (deel)stroomgebied snel en interactief inzicht in de bestaande zoetwatervoorziening. Hierdoor kan de handelingsruimte worden verkend om in tijden van waterschaarste anders om te gaan met de zoetwaterverdeling, vraag en aanbod.

Het model berekent, via eenvoudige balansen, de zoetwaterinlaat van een polder of andere hydrologische eenheid die nodig is om het oppervlaktewater op peil te houden en zó met zoeter inlaatwater door te spoelen dat een bepaalde streefwaarde voor chloride niet wordt overschreden. Effecten van maatregelen worden gekwantificeerd voor een (landbouw)areaal waarop de maatregel (binnen een gekozen regio) van toepassing kan zijn.

Uit de afweging van kosten en baten (vermeden droogte en zoutschades) in Eureyeopener bleek dat een maatregel bij hoogrenderende teelten of bij extreme omstandigheden zoals droogtes rendabel waren. Uiteindelijk zal het vergroten van

de zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw een belangrijk voordeel kunnen zijn voor agrariërs, mits de baten hoger zijn dan de kosten.



Figuur 9 Vier gekoppelde modules uit de Eureka tool

Go-Fresh instrument

Binnen GO-FRESH (Oude Essink et al., 2018) is een gedetailleerde kostencalculator ontwikkeld voor de maatregelen Kreekruginfiltratie, Freshmaker en Drains2buffer (www.go-fresh.info). Ook binnen Spaarwater is er gewerkt aan een rekenhulp voor inzicht in kosten en baten (zoetwaterberging.nl). Deze instrumenten zijn bedoeld voor de economische afweging van een individuele agrariër, waar de Regioscan Zoetwatermaatregelen zich richt op een regionale afweging van kansrijke maatregelen.

Figuur 10 De GO-FRESH kostencalculator

Spaarwater

Binnen het Spaarwater project zijn gedetailleerde business-cases op bedrijfsniveau opgesteld voor de verschillende 'Spaarwater-maatregelen' ([Te Winkel et al., 2019](#)). Ook is op regionaal niveau gekeken. Hierbij is een 'marktwaarde voor zoetwater' bepaald op basis van zogeheten schaduwrijzen. De waarde van inlaatwater is hierbij gelijk verondersteld aan de baten die een pootaardappelteler had kunnen hebben van dit water als hij dit water had gebruikt voor beregening. De waarde van inlaatwater voor doorspoelen is zo bepaald op 0,35 E/m³ ([Te Winkel et al., 2019](#)).

In hoofdstuk 8 wordt verder ingegaan op het beleid dat instanties voeren op het gebied van maatregelen om de zelfvoorzienendheid te vergroten.

7. Praktijkervaringen en lopende initiatieven

In het verleden zijn er verschillende initiatieven voor het realiseren van zelfvoorzienendheid zoetwater geweest. Dit varieert van boeren die proberen onafhankelijk te opereren, zoals boeren op Texel, tot gebieden die proberen zelf te voorzien in zoetwater zoals Schouwen-Duiveland.

In 2012 startte werd gestart met een proef Zelfvoorzienende zoetwaterberging bij een bollenteler op Texel. Het systeem vangt regenwater uit buisdrainage van een perceel op voor zoetwateropslag in een bassin van ca. 10.000 m³. In de zomer kan dit water gebruikt worden voor irrigatie van het gewas. Eind december 2015 is de proef succesvol afgerond. De bollenteler zag zijn oogst verbeteren en na het beëindigen van de proef heeft de ondernemer het systeem voor zoetwaterberging overgenomen ([Oord et al. 2016](#)). Ook in 2020 is de bollenteler nog zelfvoorzienend met de zoetwateropslag ([Hartman 2020](#)).

In navolging van het initiatief van zoetwateropslag in 2012 heeft de gemeente Texel sinds 2019 het streven om zelfvoorzienend te worden in de zoetwatervoorziening van de landbouw op Texel ([Hartman 2019](#)). In 2020 kreeg het project 'Zoete Toekomst Texel' groen licht: boeren op Texel gaan op twee locaties zoetwater ondergronds opslaan in de winter om het in de zomer te gebruiken om 50 tot 100 hectare te irrigeren m.b.v. druppelirrigatie ([Wouda 2020](#)).

Op Schouwen-Duiveland zal door maaiveldddaling en zeespiegelstijging verzilting van het grond- en oppervlaktewater verder toenemen. Hierdoor bestaat het risico dat de dunne regenwaterlenzen zullen verdwijnen. Rond 2011 is voor het Interreg project 'Climate Proof Areas' met kennis en praktijkervaring per deelgebied van Schouwen-Duiveland advies gegeven over mogelijke maatregelen voor verbetering van de zelfstandige zoetwatervoorziening ([van Baaren en Harezlak, 2011](#)). Ten eerste kon met peilgestuurde drainage de dunne regenwaterlenzen in de zoute kwelgebieden robuuster gemaakt worden. Ten tweede konden zoetwaterbronnen in andere deelgebieden beter benut worden door zoete kwel op te vangen en op te slaan in bijvoorbeeld bassins op bedrijfs- of perceelsniveau of lokaal niveau in combinatie met natuur of recreatie. Ten derde kon het grondwater in de kreekruggen beter benut worden door het neerslagoverschot van najaar en winter te infiltreren in het grondwater waarmee de zoetwaterbel vergroot werd. In droge perioden kan dan meer water onttrokken worden. In 2020 is het Living Lab Schouwen-Duiveland gestart, waarbinnen in verschillende projecten wordt gezocht naar innovatieve oplossingen in de praktijk op weg naar een circulair en zelfvoorzienend Schouwen-Duiveland. Onderdeel is ook het zoeken naar het vergroten van de zoetwaterbeschikbaarheid voor een duurzame watervoorziening. Hierbij wordt specifiek ingezet op het opschalen van beproefde innovatieve technieken zoals drainage- en infiltratieoplossingen.

Rond 2015 zijn er 25 zogenaamde klimaatpilots gestart (met als doel het vergroten van de zelfstandige zoetwatervoorziening van bedrijven en regio's. In 2019 zijn de resultaten van de klimaatpilots geëvalueerd ([Deltaprogramma Zoetwater 2019](#)). Zoetwater zelfvoorzienendheid bleek technisch en hydrologisch op veel plaatsen haalbaar, maar was vaak niet economisch rendabel. En om van pilot naar opschaling te komen is er meer nadruk op draagvlak en rendabiliteit nodig. Op het bedrijf of perceel was er behoefte aan preciezer inzicht in de situatie. Op regionaal en beleidsniveau was er meer zicht gewenst in de hobbels op weg naar brede toepassing, zowel financieel als ook in regelgeving en beleid.

Op verschillende locaties in het kassengebied zijn proeven met ondergrondse wateropslag gedaan. Zo is in Nootdorp al in 2010 gestart met de toepassing van ondergrondse waterberging in een brak pakket. Door het oprichten van coöperaties

kunnen partijen samenwerken in het creëren van een eigen watervoorziening. Een goed voorbeeld is een systeem in Dinteloord, waar gezuiverd restwater door een coöperatie van tuinders wordt opgeslagen in de ondergrond en wordt teruggewonnen voor gebruik als gietwater in de glastuinbouw.

Een andere samenwerking van agrariërs is in 2013 gestart op Walcheren. Verenigd in de Waterhouderij Walcheren wordt voor een gebied van 350 hectare gezamenlijk gezocht naar een optimaal zoetwaterbeheer via oplossingen in het oppervlakte- en grondwater zoals stuwen en kreekruginfiltratie.

Ondergrondse waterberging wordt verder op regionale schaal onderzocht in het lopende COASTAR programma. In dit project wordt geprobeerd om de waterbalans tussen vraag en aanbod te sluiten door water ondergronds op te slaan.

8. Governance

De overheid werkt aan het ontwikkelen van voorzieningenniveaus, waarin met regelgeving en afspraken kleinschalige maatregelen kunnen worden gestimuleerd. Ook waterschappen en provincies hebben verschillende subsidieregelingen waar ondernemers gebruik van kunnen maken omdat veel van de innovatieve maatregelen om de zelfvoorzienendheid zoetwater te vergroten voor landbouwers op dit moment (nog) niet rendabel zijn. Zo kan een deel van een maatregel worden bekostigd met subsidiegeld.

Een voorbeeld van zo'n subsidieregeling is de Landbouw op Peil regeling. Agrariërs in het werkgebied van waterschap Vechtstromen kunnen zo 40%-80% subsidie krijgen voor maatregelen die verdroging of vernatting tegen gaan. De subsidieregeling geldt niet alleen voor duurzamer watergebruik maar ook om de kwaliteit van grond- oppervlaktewater en de bodem te verbeteren. In waterschap Rivierenland was een dergelijke stimuleringsregeling onderdeel van het pakket maatregelen voor het Deltaprogramma Zoetwater.

Het bedrijfsleven is niet puur afhankelijk van de overheid maar kan zelf ook zorgen voor een efficiëncyslag. Bijvoorbeeld door op grotere schaal samen te werken of door het stimuleren van de maatregelen via eigen professionele en sociale netwerken. Dit vergt echter wel afspraken over wie bijdraagt aan de investering en hoe de baten van de investering worden verdeeld.

9. Kennisleemten

Zoetwater zelfvoorzienendheid voor de landbouw krijgt steeds meer aandacht. Op dit moment zitten vrij veel technieken in de pilot fase. Op die manier wordt proefsgewijs bepaald wat de kosten en baten per maatregel zijn en hoe deze worden beïnvloed door omgevingsfactoren. De 2^e stap naar grootschalige implementatie is het onderzoek naar opschaling. Vragen die beantwoord dienen te worden zijn:

- Hoe kunnen maatregelen efficiënt worden opgeschaald?
- Wordt het zoete water dat lokaal of regionaal extra beschikbaar komt verdeeld en hoe dan?

- Waar zijn welke maatregelen het meest effectief?

Op dit moment is het niet bekend in welke mate bedrijven en regio's zelfvoorzienend zijn met betrekking tot zoetwater, omdat het niet expliciet gemonitord wordt. Het identificeren van indicatoren om zoetwater zelfvoorzienendheid te meten voor bedrijven als regio's kan helpen bij het efficiënter opschalen van maatregelen.

Er is in 2020 in het kader van de tweede fase van het Deltaprogramma Zoetwater een substantieel bedrag (800 miljoen) gealloceerd voor 2022-2027 door middelen bijeen te brengen vanuit het Rijk, de waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven. Het samengestelde budget is bedoeld om het land weerbaarder te maken tegen droogte en de zoetwater zelfvoorzienendheid te vergroten. De intentie is ook om een deel van dat budget ook in te zetten om de geschetste kennisleemten te verkleinen.

10. Bronnen en links

- Baaren, E. en Harezlak, V. Deltares (2011). [Zoetwatervoorziening Schouwen-Duiveland: Quickscan huidige situatie, toekomst, mogelijke maatregelen en urgentiegevoel](#). Deltares rapport 1202272-006-BGS-0003. Delft.
- Deltaprogramma Zoetwater (2019). [De oogst van de klimaatpilots](#)v. Rapport november 2019. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Delsman, J.R., Boekel, E. Van, Reinhard, S., te Winkel, T., Loon, A. Van, Bartholomeus, R.P., Mulder, M., Massop, H., Polman, N., Schasfoort, F., 2018. [Regioscan Zoetwatermaatregelen - Verkennen van het perspectief van kleinschalige zoetwatermaatregelen voor de regionale zoetwateropgave](#), STOWA rapport 2018-13.
- Delsman, J.R., Trambauer, P., Marion, C. van, Boers, B., 2016. [Pilot automatiseren van inlaten in de Haarlemmermeer](#), Deltares report 1230703.
- Delsman, J.R., Winkel, T. te, Loon, A. van, Bartholomeus, R., Wit, J. de, Massop, H., Reinhard, S., Buijs, S., 2020. [Regioscan Zoetwatermaatregelen fase 2 - Hoofdrapport](#)v, STOWA rapport 2020-32A. Amersfoort.
- Hartman, H. (2019). [Texel wil zelfvoorzienend zijn in waterbeheer](#). Nieuwe Oogst 22-11-2019
- Hartman, H. (2020). [Zoetwateropslag op Texel steeds urgenter](#). Nieuwe Oogst 5-6-2020
- Heselmans, G., Louw, P. de, Kempenaar, C., Ahlrichs, E., Terpstra, I., Delsman, J.R., Ball, S., Kempen, C. van, Baaren, E. van, Wesemael, J.-P. van, 2017. [Zouttolerante aardappel binnen Regionaal bod Proeftuin Zoet Water; Verslag van het volgen van aardappelrassen onder verschillende zoutregimes gedurende 2 groeiseizoenen](#).
- Hulshof, M., Gonzalez, B. de L.L., Meijeren, S. van, Velstra, J., Waterloo, M., Wildt, S. de, 2019. [Zuinig met zoetwater: Druppel- en subirrigatie](#).
- Jeuken, A., Tolk, L., Stuyt, L., Delsman, J.R., Louw, P. de, Baaren, E. van, Paalman,

- M., 2015. [Zelfvoorzienend in zoetwater: zoek de mogelijkheden](#), STOWA rapport 2015-30, STOWA rapport 2015-30. STOWA, Amersfoort.
- Oord, A. (Acacia Water), Kolkman, W. (Antea Group), Hendriksen, J. en Kuijper, R. (Provincie Noord-Holland). [Proef met zelfvoorzienende zoetwaterberging op Texel](#). H2O online. 23-6-2016.
- Oord, A., Kolkman, W. en Kuijper, R., 2015. [Zelfvoorzienende zoetwaterberging in de land- en tuinbouw draagt bij aan zoetwaterbeschikbaarheid en het beperken van economische schade](#). H2Oonline. 12 maart 2015. www.proefzoetwaterberging.nl
- Oord, A., Burger, S., Gomez, B. de la L., Waterloo, M., Velstra, J., Landheer, J., 2019. [Eigen watervoorziening: Ondergrondse opslag perceelseigen water](#).
- Oude Essink, G., Pauw, P., Van Baaren, E., De Louw, P., Zuurbier, K., Veraart, J., McAteer, E., Van Der Schoot, M., Groot, N., Cappon, H., Waterloo, M., Hu-a-ng, K., Groen, M., 2018. [GO-FRESH: Valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening](#). Utrecht.
- Schipper, P.N.M., Janssen, G.M.C.M., Polman, N.B.P., Linderhof, V.G.M., Van Bakel, P.J.T., Massop, H.T.L., Kselik, R.A.L., Oude Essink, G.H.P., Stuyt, L.C.P.M., 2014. [€ureyeopener 2.1: Zoetwatervoorziening Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden](#) [in Dutch], Alterra-rapport 2510. Wageningen, Netherlands.
- Schipper, P.N.M., Massop, H., Kros, H., van Eekeren, N., Zaanen, M., Groenendijk, P., van Goor, S., Ros, G.H., 2018. [Effectief bodembeheer voor een duurzaam watersysteem stroomgebied de Raam : pilot onderzoeksprogramma Lumbricus, pijler bewuste bodem](#).
- Stuyt, L.C.P.M., Blom-Zandstra, M., Kselik, R.A.L., 2016. [Inventarisatie en analyse zouttolerantie van landbouwgewassen op basis van bestaande gegevens](#), Wageningen Environmental Research report 2739. Wageningen.
- Stuyt, L.C.P.M., Van Bakel, P.J.T., Delsman, J.R., Massop, H.T.L., Kselik, R.A.L., Paulissen, M.P.C.P., Oude Essink, G.H.P., Hoogvliet, M.C., Schipper, P.N.M., 2013. [Zoetwatervoorziening in het Hoogheemraadschap van Rijnland: onderzoek met hulp van €ureyeopener 1.0](#), Alterra-rapport 2439. Wageningen, Netherlands.
- Te Winkel, T., Reinhard, S., Koopmans, C., Landheer, J., Velstra, J., 2019. [Economische haalbaarheid: Kosten- batenanalyse](#).
- van Bakel, J., Mulder, H.M., 2019. [Efficiëntie van beregening](#), presentatie [WWW Document]. Stowa.
- Wouda, T. (2020). [Groen licht voor zoetwateropslag Texel in de winter](#). Nieuwe Oogst 6-7-2020.

11. Colofon

Dit Deltafact werd mede gefinancierd vanuit het Programma Lumbricus:
www.programmalumbricus.nl

Versie: 1 (november 2020)

Auteurs:

Tobias Mulder (Deltares)

Joost Delsman (Deltares)

Vince Kaandorp (Deltares)

Vincent Linderhof (Wageningen University and Research)Auteurs:

Tobias Mulder (Deltares)

Vincent Linderhof (Wageningen University and Research)

Joost Delsman (Deltares)

Vince Kaandorp (Deltares)

12. Disclaimer

De in deze publicatie gepresenteerde kennis is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.