

Afstudeerrapport

Werken aan een robuuste zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland

J.A. Lukasse
Juni 2021



Perenknoppen in ijs bij nachtvorstberegening (Bron: Bal & Verhage, 2012)

Een methodiek om te komen tot
kansrijke oplossingen om de
zoetwatervoorziening in Zuid-
Beveland te verbeteren



Colofon

Onderwijsinstelling

Onderwijsinstelling	: HZ University of Applied Sciences : Water, Technology & Environment : Opleiding Watermanagement
Adres	: Groene Woud 1-3 : 4331 NB : Middelburg
Telefoon	: 0118-489890
Stagebegeleider	: A.C. Oele (Anne)
E-mailadres	: a.c.oele@hz.nl

Opdrachtgever

Afstudeerbedrijf	: Visser Waterbeheer
Contactpersoon	: Dhr. S.J. Visser (Steven)
Telefoon	: 0621206760
E-mailadres	: steven@visserwaterbeheer.nl

Student

Naam	: J.A. Lukasse (Hannelore)
Telefoon	: 0619284731
E-mailadres	: hannelorelukasse@gmail.com
Studentnummer	: 78770

'Zo is dan noch hij, die plant, iets, noch hij, die nat maakt, maar God, Die den wasdom geeft.'

-1 Korinthe 3:7

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Werken aan een robuuste zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland'. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Watermanagement aan HZ University of Applied Sciences. Van november 2020 tot juni 2021 ben ik bezig geweest met het project Masterplan Zoetwater voor Zeeland. In het kader van dit project heeft ook mijn onderzoek naar een klimaat robuuste zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland plaatsgevonden.

Dit onderzoek is uitgevoerd onder begeleiding van Steven Visser, projectleider van het project Masterplan Zoetwater voor Zeeland. Ik wil je hartelijk bedanken voor de fijne begeleiding en samenwerking tijdens het project en mijn afstuderen. Ook wil ik Anne Oele bedanken voor de begeleiding vanuit de HZ.

Ondanks Covid-19 heb ik toch een succesvol onderzoek kunnen uitvoeren, waar ook het samenwerkingsverband van Masterplan Zoetwater voor Zeeland baat bij heeft.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Hannelore Lukasse, 12 juni 2021

Samenvatting

Zoetwater is van cruciaal belang voor de leefbaarheid en de economie in Zeeland. Het wordt gebruikt voor drinkwater en proceswater voor de industrie, daarnaast is het een essentieel productiemiddel voor de landbouw en glastuinbouw. De zoetwatervoorziening in Zeeland staat onder druk. Na de droge zomers van 2018, 2019 en 2020 is er in Zeeland meer besef van de noodzaak om oplossingen te vinden om zo vraag en aanbod van zoet water beter op elkaar af te stemmen.

Om als agrarische sector in Zeeland proactief mee te denken en zelf met concrete voorstellen te komen, is er een breed samenwerkingsverband gevormd van agrarische ondernemers (ZLTO) en andere agribusiness partijen (Rabobank, Van Iperen, CZAV, Delphy en NFO). Het samenwerkingsverband werkt aan een Masterplan Zoetwater voor Zeeland. De zoetwateropgave is per gebied verschillend, daarom is een gebiedsindeling is op basis van de verschillende eilanden als volgt gemaakt: Schouwen-Duiveland, Walcheren, Noord-Beveland, Zuid-Beveland, Tholen & Sint Philipsland en Zeeuws-Vlaanderen. Het doel van dit onderzoek is om tot een klimaat robuuste zoetwatervoorziening voor Zuid-Beveland te komen. Gedurende het proces van het masterplan is de methode tot stand gekomen: een uitgebreid gebiedsproces en literatuuronderzoek om de te kiezen kansrijke oplossingen te onderbouwen. De onderzoeksvraag luidt dan ook: *'Hoe komen we in Zeeland, gevalideerd voor Zuid-Beveland, tot een voorstel voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening?'*.

Om tegemoet te komen aan de watervraag die de agrarische sector heeft in Zuid-Beveland is er een landbouwwaterleiding vanuit de Biesbosch. De landbouwwaterleiding wordt vooral gebruikt in de fruitteeltsector. De maximale capaciteit van de leiding is ongeveer 1000 m³ per uur. De capaciteit is echter niet meer toereikend door grote piekvragen in droge perioden. Met de toenemende kans op extreme droogte wordt de piek watervraag in de zomer nog groter. Om minder afhankelijk te zijn van neerslag en de landbouwwaterleiding, moet de agrarische sector meer zelfvoorzienend worden. Daarom wordt in dit rapport aan de hand van de volgende 5 pijlers voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening een voorstel gedaan voor Zuid-Beveland:

1. Kennisontwikkeling en innovaties stimuleren;
2. Robuuster regionaal watersysteem: neerslag vasthouden en zoetwaterbuffers behouden, beschermen en vergroten;
3. Zuiniger en efficiënter watergebruik en duurzaam bodembeheer op bedrijfsniveau stimuleren;
4. Voorkomen actieve verzilting;
5. Externe aanvoer en/of grootschalige berging verder onderzoeken.

De laatste pijler wordt verder uitgewerkt tot een gedetailleerde aanbeveling voor het samenwerkingsverband. In Zuid-Beveland wordt deze pijler ingevuld door het optimaliseren van de landbouwwaterleiding in combinatie met het uitbreiden van de aanvoer vanuit het Volkerak Zoommeer in Reimerswaal. Het voorstel voor deze pijler bestaat uit de volgende onderdelen:

- Creëren van berging bij ondernemers zelf en in natuurgebieden langs de landbouwwaterleiding. De berging kan gevuld worden tijdens het natte winterhalfjaar. Op deze manier is er constante waterstroom en kan op piekmomenten water uit de berging gebruikt worden;
- Het creëren van berging stimuleren door wegnemen van hindernissen in wet- en regelgeving en door financiële steun te bieden met subsidies;
- Het gebruik van efficiënt watergebruik in combinatie met een bassin stimuleren;
- Het uitbreiden van de zoetwatervoorziening in Reimerswaal. Hier wordt al door ZLTO en het waterschap een haalbaarheidsstudie naar gedaan.

Voorwaarde klimaat robuuste zoetwatervoorziening is dat deze pijler uitgevoerd wordt in combinatie met de andere pijlers.

Summary

Freshwater is of crucial importance for the quality of life and the economy in Zeeland. It is used as a resource for drinking water and process water for industry, moreover it is an essential means of production for agriculture and greenhouse horticulture. However, the freshwater supply in Zeeland is under pressure. After the dry summers of 2018, 2019 and 2020, there tends to be more awareness in Zeeland about the need to find solutions in order to better match supply and demand of fresh water.

The agricultural sector in Zeeland aims to proactively join the discussion about fresh water availability, therefore, a broad partnership has been formed between agricultural entrepreneurs (ZLTO) and other agribusiness parties (Rabobank, Van Iperen, CZAV, Delphy and NFO). The partnership is working on a Freshwater Masterplan for Zeeland. The fresh water issue differs per area within Zeeland, which is why an area division based on the various islands has been made as follows: Schouwen-Duiveland, Walcheren, Noord-Beveland, Zuid-Beveland, Tholen & Sint Philipsland and Zeeuws-Vlaanderen. The aim of this research is present a proposal for a climate-robust freshwater supply for Zuid-Beveland. The methodology on how to attain this was formed during the process of the masterplan. For this research an extensive area process and literature research were conducted. The research question therefore is: *'How do we create a proposal for a climate-robust freshwater supply in Zeeland, validated for Zuid-Beveland?'*

Additional to the precipitation and in order to meet the water demand of the agricultural sector in Zuid-Beveland, there is an agricultural water distribution pipeline from the Biesbosch reservoir, operated by Evides drinking water company. The agricultural water pipe is mainly used for orchards and the fruit growing sector. The maximum capacity of the pipeline is approximately 1000 m³/h. However, the capacity is no longer sufficient due to large peak demands in dry periods. With the increasing chance of extreme drought, the peak water demand in the summer is expected to get greater. In order to be less dependent on precipitation and the agricultural water supply, the agricultural sector must become more self-sufficient. This report presents a proposal for a climate-robust freshwater supply for Zuid-Beveland based on the following 5 pillars:

1. Stimulate knowledge development and innovations;
2. Climate robust regional water system: preserve, protect and increase freshwater buffers;
3. Stimulate efficient water use and sustainable soil management at farm level;
4. Prevent active salinization;
5. Investigating external supply and large-scale storage.

The last pillar is investigating external supply and large-scale storage. This pillar will be further elaborated into a detailed recommendation for the partnership of agribusiness parties. In Zuid-Beveland, this pillar is fulfilled by optimizing the agricultural water pipeline in combination with expanding the supply from the Volkerak Zoommeer in Reimerswaal. The proposal for this pillar consists of the following parts:

- Creation of storage facilities at company-level and in nature reserves along the agricultural water supply. The storage facility can be filled during the wet half year. In this way there is a constant water flow through the pipeline. Water from the storage can be facilities can be used at peak
- Stimulate the creation of storage facilities by removing obstacles in legislation and regulations and by offering financial support through subsidies.
- Stimulate the use of efficient water use (by e.g. drip irrigation) in combination with a basin;
- Expanding the freshwater supply in Reimerswaal. A feasibility study is already being carried out by ZLTO and the water board;

A precondition for a climate-robust freshwater supply is that this pillar is implemented in combination with the other pillars.

Inhoud

Figuren- en tabellenlijst.....	9
1. Introductie.....	12
1.1 Maatschappelijk belang van een vitaal agrarisch platteland	12
1.2 Belang van zoet water voor land- en tuinbouw	12
1.3 Van berusting naar actie	13
1.4 Zoetwaterproblematiek Zeeland.....	14
1.5 Zoetwater problematiek Zuid-Beveland.....	15
1.6 Onderzoeksvraag.....	15
1.7 Deelvragen.....	15
1.8 Onderzoek overzicht	16
2. Werkwijze Masterplan Zoetwater voor Zeeland.....	17
3. Zoetwaterbeschikbaarheid Zeeland: Vraag en aanbod	19
3.1 Aanbod: Huidige zoetwatersituatie.....	19
3.1.1 Geen externe aanvoer	20
3.1.2 Externe aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem.....	24
3.1.3 Aanvoer van zoet Biesboschwater via een landbouwwaterleiding	26
3.1.4 Natuurlijke afstroom vanuit hoger gelegen gebieden	27
3.2 Vraag: Zoetwatergebruikers.....	28
3.2.1 Watergebruik Industrie- en drinkwatersector	28
3.2.2 Watergebruik land- en tuinbouw	29
3.2.3 Waterbehoefte	32
3.2.4 Cijfers in perspectief.....	33
3.3 Verandering in vraag en aanbod: Toekomstbeeld voor 2050.....	33
3.3.1 Deltascenario's	33
3.3.2 Zoetwatergebruik	34
3.3.3 Neerslag en verdamping.....	34
3.3.4 Verziltting.....	38
3.3.5 Peilbeheer.....	42
3.3.6 Klimaat robuustheid zoet Volkerak Zoommeer	42
3.4 Verdringingsreeks.....	44
3.5 Belang van een gezonde bodem	44
4. Minimalisatie vraag – optimalisatie aanbod	47
4.1 Zoetwatervoorziening verbeterende maatregelen.....	47
4.2 Lessons learned uit Spanje en Portugal.....	49
5. Aanpak gebiedsproces Zuid-Beveland.....	50

6.	5 pijlers voor een klimaat robuust watersysteem.....	51
7.	Casestudy Zuid-Beveland	52
7.1	Karakteristiek Zuid-Beveland.....	52
7.2	Zoetwatersituatie	56
7.1.1	Externe aanvoer – Volkerak Zoommeer.....	56
7.1.2	Landbouwwaterleiding.....	57
7.2	Zoetwatergebruik.....	57
7.3	Toekomstbeeld voor 2050.....	59
7.4	Lopende projecten en initiatieven Zuid-Beveland	62
7.5	Samenvatting gesprekken	65
7.6	Voorstel klimaat robuuste zoetwatervoorziening Zuid-Beveland.....	68
8.	Conclusie	78
9.	Discussie	80
10.	Aanbevelingen.....	81
11.	Nawoord.....	82
12.	Literatuurlijst	83
	Appendix.....	87
A.	Samenvatting bijeenkomsten Masterplan Zoetwater voor Zeeland	87
B.	Partners Masterplan Zoetwater voor Zeeland	88
C.	Zoet water vanuit economisch perspectief.....	89
D.	Deltascenario's: overzicht landelijke kentallen	103
E.	Zoetwatervoorziening verbeterende maatregelen.....	104
F.	Zouttolerantie van gewassen	128
G.	Verslagen gebiedsproces Zuid-Beveland.....	130
H.	Kansrijke oplossingen Zuid-Beveland	142
I.	Duurzaam waterbeheer in internationaal perspectief.....	145
J.	Eindadvies Masterplan Zoetwater voor Zeeland	151

Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1.3.1 Gemeente Zuid-Beveland	13
Figuur 1.4.1 Doorlopend potentieel neerslagtekort 2018 - 2020 (KNMI, 2020)	14
Figuur 1.8.1 Overzicht werkwijze Masterplan Zoetwater voor Zeeland en afstudeeronderzoek.....	18
Figuur 3.1.1 Afhankelijkheid van zoetwateraanvoer (Visser & van Tuinen, 2012)	20
Figuur 3.1.2 Chloride Concentratie Oppervlaktewater Zeeland – globaal gezien (van Baaren et al., 2016).	21
Figuur 3.1.3 Freshemkaart grens 1500 mg Cl/l ten opzichte van het maaiveld (Provincie Zeeland, 2017)	21
Figuur 3.1.4 Figuur 3.2.4 De Zeeuwse bodem 3500 jaar en 1500 jaar geleden (Provincie Zeeland – Zeeuws Bodemvenster, z.d.).....	22
Figuur 3.1.5 Geulen en kreekruggen (Van Baaren et al., 2016).....	23
Figuur 3.1.6 Schematische weergave van een dynamische regenwaterlens (Van Baaren et al., 2016).	24
Figuur 3.1.7 Zoetwatervoorziening Tholen, St. Philipsland & Reigersbergsche polder (Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2016) ..	25
Figuur 3.1.8 Zonering Externe Aanvoer Zoetwater vanuit VZM (Waterschap Scheldestromen, 2013).....	26
Figuur 3.1.9 Leveringsgebied landbouwwaterleiding Evides (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW).....	26
Figuur 3.1.10 Afstroom vanuit Vlaanderen (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW)	27
Figuur 3.1.11 Afstroom vanuit de duinen op Walcheren (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW).....	27
Figuur 3.2.1 Drinkwatergebruik in 2011 (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2)	28
Figuur 3.2.2 Industrie watergebruik in 2011 (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2).....	28
Figuur 3.2.3 Grondwateronttrekkingen voor verschillende doeleinden in Zeeland (Waterschap Scheldestromen, 2021 – Interactieve kaart grondwaterbeheer)	29
Figuur 3.2.4 Aantal nieuwe grondwateronttrekkingen Zeeland (Waterschap Scheldestromen, 2021).....	30
Figuur 3.2.5 Kwetsbare Gebieden Zeeland: Groen = Kwetsbaar (Waterschap Scheldestromen, 2021 – Interactieve kaart grondwaterbeheer)	30
Figuur 3.2.6 Schematische Weergave Grondwateronttrekking (Kennis voor Klimaat, z.d.)	31
Figuur 1.1.1 Figuur 3.2.4 De Zeeuwse bodem 3500 jaar en 1500 jaar geleden (Provincie Zeeland – Zeeuws Bodemvenster, z.d.).....	33
Figuur 1.1.1 Leveringsgebied landbouwwaterleiding Evides (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW).....	33
Figuur 3.3.1 Deltascenario's (Wolters et al., 2017).....	34
Figuur 3.3.2 Maximale gemiddelde neerslagtekort in Nederland in het voorjaar sinds 1906 (KNMI, 2020).	35
Figuur 3.3.3 mei - juli gemiddelde dagneerslag van 1910-2017 (blauw) met een fit aan een normaalverdeling die schaalst met de tijd (rood). De waarde in 2018 (vierkant) is, tegen de trend in, heel laag (Sluiter et al., 2018).	36
Figuur 3.3.4 Effecten van klimaatverandering op temperatuur en evapotranspiratie voor de vier scenario's (Klijn et al., 2012).	37
Figuur 3.3.5 Trend in winterneerslag op basis van de KNMI'06 scenario's (Klijn et al., 2012).....	37
Figuur 3.3.6 Trend in zomerneerslag op basis van de KNMI'06 scenario's (Klijn et al., 2012)	38
Figuur 3.3.7 Schematische weergave zoetwatersituatie Zeeland a. huidige situatie b. toekomstige situatie met klimaatverandering (van Baaren et al., 2016).....	39
Figuur 3.3.8 Externe verzilting bij deltasceario STOOM (van Pelt, 2011)	39
Figuur 3.3.9 Herhalingstijd van het areaal (links in hectares, rechts in %) waarin in de wortelzone de grens van 1000 mg Cl-/L wordt overschreden (Mens et al., 2020).....	40
Figuur 3.3.10 Invloedssfeer zeespiegelstijging (Van Baaren et al., 2016).....	40
Figuur 3.3.11 Kwel / infiltratie zomer 2010 en 2050 op basis van KNMI'06-scenario W+ (Van Baaren et al., 2016).....	41
Figuur 3.3.12 Verandering Rijnafvoer bij Lobith volgens de verschillende klimaatscenario's, in aantal dagen in de zomer (Ter Maat, 2014).....	43
Figuur 3.3.13 Relatie debiet (Q) van de Rijn bij Lobith en het chloridegehalte (Ter Maat, 2014).....	43
Figuur 3.4.1 Verdringingsreeks zoet water in tijden van waterschaarste (Waterwet, 2009 & Klijn et al, 2012).	44
Figuur 3.5.1 Bodemgeschiktheidskaart akkerbouw Zeeland (Alterra, 2014).....	45
Figuur 3.5.2 Grondsoortenkaart Zeeland (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)	46
Figuur 4.1.1 Niveaus waarop maatregelen met betrekking tot de zoetwatervoorziening genomen kunnen worden (Mulder et al., 2020)	47
Figuur 7.0.1 5 pijlers voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening.....	51
Figuur 7.1.1 Zuid-Beveland op de kaart.....	52
Figuur 7.1.2 Landgebruik Zeeland (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2).....	53
Figuur 7.1.3 - Dijken, dammen en wallen zak van Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)	53
Figuur 7.1.4 - Waterkanskaart / Bodemtypen Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland).....	54
Figuur 7.1.5 KRW waterlichamen in Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)	54
Figuur 7.1.6 Natuurbeheerders Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)	55
Figuur 7.1.7 Natura 2000 gebieden Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland).....	55

Figuur 7.1.8 Aanwezigheid van fruitteelt per gemeente (NFO, 2019)	55
Figuur 7.0.1.2 Landbouwwaterleiding met aftakkingen (Evides, 2021)	57
Figuur 7.3.1 – FRESHEM kaart met grensvlak chlorideconcentratie grondwater 1000 mg/l – diepte in meter t.o.v. het maaiveld (Bron: Provincie Zeeland, FRESHEM kaart 2017).	58
Figuur 7.3.2 Grondwateronttrekkingen (Waterschap Scheldestromen, 2021 – Interactieve kaart grondwaterbeheer)	58
Figuur 7.4.1 Schade appels door zonnebrand (Foto: Rinus van 't Westeinde)	60
Figuur 7.7.1 – Regenwater infiltratiemogelijkheden (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)	70
Figuur 7.7.2 – Lokale oplossingen voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening (Oude Essink et al., 2018)	71
Figuur 7.8.1 Natuurbeheerders en landbouwwaterleiding (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)	75
Figuur 7.8.2 – Mogelijkheden voor waterberging / water overlast en -retentie / water vasthouden (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)	75
Figuur 7.8.3 Resultaat onderzoek zoetwaterwens ondernemers Reimerswaal	76
Figuur C.1 Verschil in opbrengst per ha t.o.v. van landelijk gemiddelde (CBS, 2019).	90
Figuur C.2 Bruto-opbrengst aardappels in kg per ha, per regio (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).	90
Figuur C.3 Bruto-opbrengst uien in kg per ha, per regio (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).	91
Figuur C.4 Samenvattende tabel van kg-opbrengsten per hectare in droge en hete jaren. Berekend als mutatie in procent ten opzichte van gemiddelde kg-opbrengst in omliggende jaren (Stokkers et al., 2018)	93
Figuur C.5 Ontwikkeling van prijzen (Agrimatie, 2020)	93
Figuur C.6 Beteeld oppervlak Zeeland (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).	94
Figuur C.7 Totale brute opbrengst per akkerbouwgewas (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).	95
Figuur C.8 Procentuele tekorten peilbeheer, doorspoeling en berekening in scenario Rust (links) en Stoom rechts (Stratelligence, 2021)	97
Figuur C.9 Verandering potentiële en actuele opbrengst en opbrengstderving per hectare per gewas en Deltascenario (Stratelligence, 2021)	98
Figuur C.10 Droogterisico per gewassoort voor de vier scenario's ten opzichte van Referentie (Stratelligence, 2021)	99
Figuur C.11 Droogterisico per regio voor de vier scenario's ten opzichte van Referentie (Stratelligence, 2021)	99
Figuur C.12 Marge % t.o.v. omzet: Zeeland	100
Figuur C.13 Marge % t.o.v. omzet: Flevoland	100
Figuur C.14 Marge % t.o.v. omzet: Zeeuws-Vlaanderen	100
Figuur C.15 Marge % t.o.v. omzet Oosterschelde (Tholen, Schouwen-Duiveland, Goes, Kapelle, Reimerswaal, Borsele)	100
Figuur C.16 Marge % t.o.v. omzet: Walcheren/Noord-Beveland	100
Figuur C.17 Potentiële opbrengst en opbrengstderving per scenario per gewas	101
Figuur C.18 Toename opbrengstderving ten opzichte van huidig klimaat, afgeronde getallen (Visser & van Tuinen, 2012).	102
Figuur A.1 Kentallen Deltascenario's (Bruggeman et al., 2011)	103
Figuur D.2 Kentallen Deltascenario's (Wolters et al., 2017)	103
Figuur E.1 Schematische weergave maatregelen met betrekking tot de zoetwatervoorziening op perceelniveau, lokaal- en regionaal niveau	105
Figuur E.2 Regenwaterlenzen in zomer- en wintersituatie.	105
Figuur E.3 Conventionele drainage (links) zoals we die in Nederland kennen kan gemakkelijk regelbaar (rechts) gemaakt worden door het peil in de perceelsloot waarin de drainagebuizen uitmonden 'op te zetten'. (Stuyt et al., 2012)	106
Figuur E.4 Schematische weergave van samengesteld regelbare drainage, waarbij alle drains zijn aangesloten op een verzamelbuis die uitmondt op een regelput. (Stuyt et al., 2012)	106
Figuur E.5 Beheer van regelbare drainage. Perioden tijdens gewasproductie: water vasthouden tot 1 april, drainage tot de zomer, subirrigatie via de drains tot de oogst, verhoging van het peil om in de winter water op te slaan (Stuyt et al., 2012 & Ganesan et al., 1998)	107
Figuur E.6 Schematische weergave van het concept Drains2Buffer (Oude Essink et al., 2018)	108
Figuur E.7 Kansrijke locaties voor toepassing van Drains2Buffer (Oude Essink et al., 2018)	109
Figuur E.8 Bodemverbeterende maatregelen	113
Figuur E.9 Schematische weergave ondergrondse wateropslag	117
Figuur E.10 Injectie, opslag en winning van zoetwater in een brakke of zoute aquifer, waarbij verzilting aan de onderzijde van de put het winwater uiteindelijk ongeschikt maakt	118
Figuur E.11 Concept Kreekrug Infiltratie Systeem	119
Figuur E.12 Kansrijke locaties voor toepassing van het Kreekrug Infiltratie Systeem (Oude Essink et al., 2018)	120
Figuur E.13 Concept van de Freshmaker	120
Figuur E.14 Kansrijke locaties voor toepassing van de Freshmaker (Oude Essink et al., 2018)	121
Figuur E.15 Slim gebruik maken van pompen en opkegeling van zout grondwater voorkomen (Visser & van Tuinen, 2012)	122
Figuur E.16 Soorten peilbeheer	123
Figuur F.1 Zoutgevoeligheidsklassen en indeling van gewassen (Van Bakel & Stuyt, 2011)	128
Figuur F.2 Potentie zouttolerante aardappel (Te Winkel et al., 2020)	129

<i>Figuur G.1 Water pompen vanuit het Spuikanaal bij Bath in de sifon richting Brabant (Foto: Wim van Gorsel)</i>	<i>132</i>
<i>Figuur G.2 Bathse spuisluis; binnendijkse en buitendijkse; zoetwater naar de Westerschelde; Hier loopt een zwembad zoet water per minuut in zee, terwijl boeren even verderop gebukt gaan onder de droogte (Foto: Marcelle Davids, 2020).</i>	<i>132</i>
<i>Figuur G.3 Het huidige zoetwatersysteem valt binnen de zwarte rand. De ZLTO wil het gebied fors uitbreiden naar het westen (Waterschap Scheldestromen, z.d.).....</i>	<i>133</i>
<i>Figuur G.4 Wim van Gorsel van de ZLTO (rechts) overhandigt de opdracht om het zoetwatersysteem op Oost-Zuid-Beveland uit te breiden aan gedeputeerde Jo-Annes de Bat (midden) en waterschapsbestuurder Luc Mangnus (links) (Foto: Joeri Wisse, 2020)</i>	<i>134</i>
<i>Figuur G.5 Druppelirrigatie bij jonge fruitbomen</i>	<i>138</i>
<i>Figuur I.1 Orange County Water District – Water cyclus.....</i>	<i>146</i>
<i>Figuur I.2 Adaptatie maatregelen op boerderij niveau (EEA, 2019).</i>	<i>148</i>
<i>Figuur I.3 Agroforestry: Mais en bomen gecombineerd (Kumar et al., 2019)</i>	<i>150</i>
<i>Figuur I.4 Verticale landbouw installaties (WUR, z.d.)</i>	<i>150</i>

1. Introductie

1.1 Maatschappelijk belang van een vitaal agrarisch platteland

Het Zeeuwse platteland herbergt een dynamische agrarische keten. De agrarische sector draagt bij aan de kwaliteit van leven. Niet alleen voor de regionale economie is de landbouw belangrijk, maar ook als drager van het Zeeuwse landschap. De land- en tuinbouw levert zowel een sociaal-culturele als een economische impuls aan de Zeeuwse samenleving. Productie van veilig en kwalitatief hoogwaardig voedsel is van strategisch belang. De land- en tuinbouwsector hoort daarmee tot een van de vitale sectoren van de economie (Campus Zeeland, z.d.).

Met 120.000 hectare landbouwgrond (67,3% van het totale landoppervlak van de provincie) is Zeeland de grootste land- en tuinbouwprovincie van Nederland. De omzet wordt voornamelijk in de plantaardige sector verdiend. De foodsector in Zeeland, de hele keten van landbouw en visserijbedrijven, is goed voor 15% van de werkgelegenheid. Zeeland telt ruim 2.700 land- en tuinbouwbedrijven (CBS, 2021). Naast grootschalige akkerbouw heeft ook de fruitteelt een belangrijke plek in Zeeland. Zuid-Beveland is na de Betuwe het grootste fruitteeltgebied van Nederland.

De Zeeuwse foodsector werkt aan de toekomst. Dit doet ze samen onder de naam FoodDelta Zeeland (Fooddelta Zeeland, z.d.). De hele foodketen van uitgangsmaterialen, teelt & houderij, ontwerp & verwerking, retail & horeca en alle bijbehorende dienstverlening is in Zeeland te vinden. Er is een grote diversiteit aan voeding van zee en van land.

1.2 Belang van zoet water voor land- en tuinbouw

Volgens een recent rapport van de Food en Agriculture Organization (FAO, 2020) hebben naar schatting ruim 3 miljard mensen in landbouwgebieden wereldwijd te maken met watertekorten en waterschaarste. Van deze 3 miljard mensen die leven met watertekort en waterschaarste hebben 1,2 miljard mensen – ongeveer een zesde van de wereldpopulatie – te maken met zeer extreme watertekorten. Verder zijn beschikbare zoetwater voorraden per persoon in de afgelopen 20 jaar met 20 procent afgenomen. Dit benadrukt het belang van het meer produceren met minder, zeker in de agrarische sector, de grootste water gebruiker wereldwijd (FAO, 2020).

Watertekorten in de agrarische sector kunnen betekenen dat de gemiddelde opbrengst afneemt, dat de kwaliteit van de producten uit de landbouwsector afneemt of dat uitbraken van plantziektes toenemen. Voldoende zoet water is in Zeeland van cruciaal belang voor de leefbaarheid en de economie. Het wordt gebruikt voor drinkwater en als proceswater voor de industrie, daarnaast is het een essentieel productiemiddel voor de landbouw en glastuinbouw. Daarnaast wordt zoet water ook ingezet voor peilhandhaving en regulering van de waterkwaliteit van oppervlaktewater (Polman et al., 2012).

In de landbouw is de vochtvoorziening van een plant de doorslaggevende factor (Polman et al., 2012). Deze is afhankelijk van:

- het vochtgehalte in de wortelzone;
- het zoutgehalte in de wortelzone

De beschikbare hoeveelheid vocht in de wortelzone hangt af van het verschil tussen neerslag en verdamping. Uit kale grond verdampt weinig, anders is dit op begroeide terreinen waar plantenwortels vocht aan de bodem onttrekken. Werkelijke verdamping verschilt van plaats tot plaats en hangt af van de volgende factoren (Sluiter et al., 2018):

- De bodem en het bodemgebruik;
- de grondwaterstand;

- eventuele aanvoer of afvoer van water uit het gebied;

Om de vochtvoorziening in de bodem te verbeteren wordt beregening ingezet tijdens droge perioden. Op deze manier kan droogte- en zoutschade voorkomen worden. In de fruitteelt wordt beregening ingezet om het gewas te beschermen tegen nachtvorst (Mulder et al., 2020).

1.3 Van berusting naar actie

Er is in Zeeland momenteel een groot aantal initiatieven dat inspeelt op de zoetwateropgave en de uitdagingen voor de toekomst. Hieronder vallen o.a. het landelijke Deltaprogramma Zoetwater (DPZW), Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het Zeeuws Deltaplan Zoet Water (ZDZW), initiatief van de provincie Zeeland. Daarnaast zijn er lokaal en regionaal tal van initiatieven. Om als agrarische sector proactief mee te denken en zelf met concrete voorstellen te komen, is er een breed samenwerkingsverband gevormd van agrarische ondernemers (ZLTO⁴) en andere agribusiness partijen⁵ (Rabobank, Van Iperen, CZAV, Delphy en NFO⁶). Dit samenwerkingsverband werkt aan een Masterplan Zoetwater voor Zeeland. ZLTO heeft Steven Visser (VISSER|waterbeheer) als kwartiermaker aangesteld om samen met het samenwerkingsverband te werken aan het verbeteren van de zoetwatervoorziening in Zeeland. Tijdens mijn afstudeerperiode werk ik samen met Steven aan dit Masterplan.

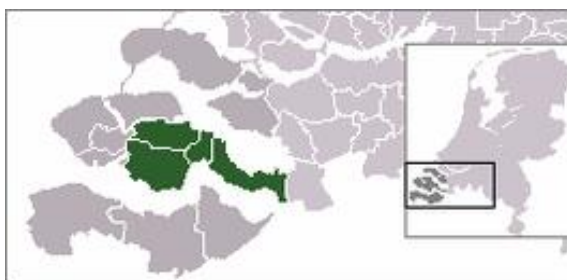
Het 'Masterplan Zoetwater voor Zeeland' beschrijft de zoetwateropgave, mogelijke oplossingsrichtingen en presenteert een voorstel voor een kansrijke businesscase voor het samenwerkingsverband. Het motto van het Masterplan is dan ook als volgt:

'Van berusting naar actie'

Het 'Masterplan Zoetwater voor Zeeland' werkt met een gebiedsgerichte aanpak ter verbetering van de zoetwatervoorziening per deelgebied. De gebiedsindeling is op basis van de verschillende eilanden als volgt gemaakt: Schouwen-Duiveland, Walcheren, Noord-Beveland, Zuid-Beveland, Tholen & Sint Philipsland en Zeeuws-Vlaanderen.

Dit afstudeeronderzoek vindt plaats binnen het kader van het masterplan, maar focust zich op:

- I. het opstellen van een strategie voor het kiezen van een kansrijke businesscase per gebied;
- II. het uitwerken van deze strategie voor het deelgebied Zuid-Beveland



Figuur 1.3.1 Gemeente Zuid-Beveland

⁴ Zuidelijke Land- en Tuinbouworganisatie, vereniging van ruim 13.000 boeren en tuinders in Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Gelderland.

⁵ Agribusiness omvat alle stappen die nodig zijn om een landbouwproduct naar de markt te brengen: van productie tot verwerking en distributie.

⁶ In bijlage B wordt meer informatie gegeven over deze agribusinesspartijen en hun belang bij een duurzame zoetwatervoorziening voor Zeeland

1.4 Zoetwaterproblematiek Zeeland

De zoetwater voorziening in Zeeland staat onder druk. Na de droge zomers van 2018, 2019 en 2020 is er in heel Nederland, zeker in Zeeland, meer besef van de noodzaak om oplossingen te vinden om zo vraag en aanbod van zoet water beter op elkaar af te stemmen. Verwacht wordt dat de zoetwateropgave voor landbouw, drinkwater, industrie en natuur door klimaatverandering nog groter wordt.

Van oorsprong is de Zuidwestelijke Delta een overgangsgebied van zoet naar zout water. De hoge chloride concentratie van grond- en oppervlaktewater is een belangrijk kenmerk vergeleken met de rest van Nederland. Eeuwenlang heeft het waterbeheer in Zeeland in teken gestaan van het afvoeren van overtollig regenwater en het buiten de deur houden van zout water. Gaandeweg is hier het vasthouden van zoet water bijgekomen en in enkele regio's ook het aanvoeren van extern water om tekorten het hoofd te bieden (Van Baaren et al., 2016).

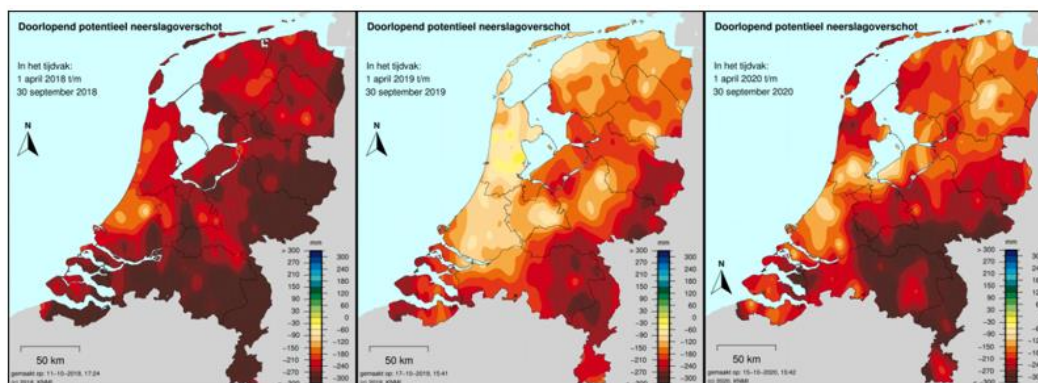
In tegenstelling tot andere regio's in Nederland kunnen de meeste agrariërs in Zeeland niet beregenen vanuit het oppervlaktewater en zijn dus afhankelijk van neerslag en externe aanvoer van zoet water, indien beschikbaar. In enkele gebieden kan gebruik gemaakt worden van de landbouwwaterleiding en aanvoer vanuit het Volkerak-Zoommeer (Mens et al., 2019 & Oude Essink et al., 2018).

Naar verwachting zullen er in de loop van deze eeuw ontwikkelingen plaatsvinden die de zoetwaterbeschikbaarheid in Zeeland beïnvloeden. De belangrijkste ontwikkelingen zijn (Klein Tank & Lenderink, 2009, Visser & van Tuinen, 2012 & de Vries et al., 2019)

- Het vaker voorkomen van droge, warme zomers zoals 1976 en 2003 met een hoog neerslagtekort. In een geactualiseerde knelpuntenanalyse van het Deltaprogramma (Mens et al., 2020) wordt ook gerefereerd aan de droge zomers van 2018, 2019 en 2020.
- Het maximaal neerslagtekort dat in het huidige klimaat een keer in de 10 jaar optreedt, treedt met sterke klimaatverandering in 2050 bijna jaarlijks op.
- Een neerslagtekort van ongeveer 300 mm (zoals in 2018, Mens et al., 2020) treedt met sterke klimaatverandering eens in de 10 jaar op.

Ook in *Figuur 1.4.11.3.1* is te zien dat de afgelopen zomers een hoog neerslagtekort hadden.

- Het stijgen van de zeespiegel en het vaker voorkomen van lage rivierafvoeren als gevolg van klimaatverandering. Zoute kwel kan hierdoor sterker worden en het zoute zeewater dringt verder landinwaarts. Eventuele bodemdaling kan dit effect versterken. Verzilting van grond- en oppervlaktewater kan leiden tot zoetwatertekorten.



Figuur 1.4.1 Doorlopend potentieel neerslagtekort 2018 - 2020 (KNMI, 2020)

1.5 Zoetwater problematiek Zuid-Beveland

Belangrijke akkerbouwgewassen in Zeeland zijn uien en aardappelen. Voor agrariërs in Zuid-Beveland is het belangrijk om de concurrentiepositie ten opzichte van andere gebieden van Nederland en Europa vast te houden. Zeeland is van oudsher een belangrijk teeltgebied voor uien. Ondanks de kleigrond die zich goed leent voor uienteelt, loopt het areaal uien in Zeeland in de afgelopen jaren terug. In een interview met PZC (2021) zegt Wiskerke Onions: „*Het gebrek aan zoet water in Zeeland leidt of tot te weinig kilo's of tot een te kleine maat uien. Telers zitten er net steeds naast.*” De uienteelt verschuift langzaam naar andere provincies. Zoet water is van essentieel belang voor het telen van uien. Tijdens de droge jaren 2018-2020 hadden veel agrariërs in Zeeland niet de mogelijkheid om te beregenen en was de opbrengst lager dan in andere regio's in Nederland. Er is water nodig voor het ontkiemen, het groeien en vaak ook nog bij het rooien (Balkenende, 2021).

Naast akkerbouw vinden we ongeveer 3900 hectare fruitteelt in Zeeland. Gemeente Borsele was lang de nummer 1 gemeente in Nederland wat betreft fruitteelt, gemeente Reimerswaal en Kapelle volgen ook snel. Om ontwikkeling en groei in de fruitteeltsector te ondersteunen is het van belang om productierandvoorwaarden zoals zoetwaterbeschikbaarheid te waarborgen voor korte en lange termijn. Vanuit de markt neemt de noodzaak om meer met water te kunnen sturen toe ten behoeve van leveringsgaranties en kwaliteit. Als er geen water is om nachtvorst en droogte te bestrijden blijven de vruchten kleiner en valt de productie lager uit. Fruit wordt op maat verkocht, waarbij kleinere vruchten minder opbrengen. Daarnaast kunnen hoge temperaturen zorgen voor brandplekken op de vruchten als er niet gekoeld kan worden met water (Bal & Verhage, 2012).

Om tegemoet te komen aan de watervraag die de agrarische sector heeft in Zuid-Beveland is er een landbouwwaterleiding vanuit de Biesbosch. Er is de mogelijkheid om zoetwater te onttrekken aan deze waterleiding voor een lagere prijs dan gewoon leidingwater. De maximale capaciteit van de leiding is ongeveer 1000 m³ per uur. Dit was voldoende voor de landbouw (Visser & van Tuinen, 2012), maar is niet meer toereikend door grote piekvragen in droge perioden, bij optreden van nachtvorst en bestrijding van zonnebrand. De landbouwwaterleiding wordt vooral gebruikt in de fruitteeltsector. Op dit moment worden geen nieuwe aanvragen voor de landbouwwaterleiding afgegeven omdat de maximale capaciteit al gebruikt wordt.

Met de toenemende kans op extreme droogte wordt de piek watervraag in de zomer nog groter. Om minder afhankelijk te zijn van neerslag en de landbouwwaterleiding, moet de agrarische sector meer zelfvoorzienend worden. Uit onderzoeken blijkt dat er maatregelen zijn waardoor dat mogelijk is (Jeuken et al., 2015).

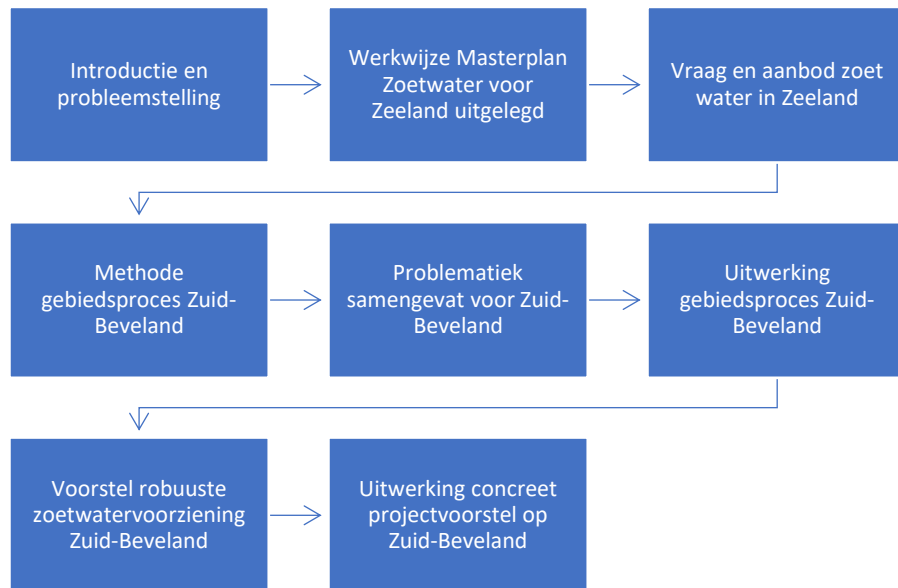
1.6 Onderzoeksvraag

Hoe komen we in Zeeland, gevalideerd voor Zuid-Beveland, tot een voorstel voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening?

1.7 Deelvragen

- Wat is de huidige zoetwatersituatie in het algemeen voor Zeeland, nu en in de toekomst?
- Wat is de huidige zoetwatersituatie voor studiegebied Zuid-Beveland, nu en in de toekomst?
- Wat is de economische positie van de Zeeuwse agrarische ondernemer ten opzichte van ondernemers in andere regio's?
- Welke oplossingen worden in Zeeland al toegepast om de zoetwatervoorziening te verbeteren en welke nog niet?
- Welke criteria zijn relevant om te komen tot een methodiek voor prioritering en keuze van een kansrijke oplossing ter verbetering van de zoetwatervoorziening?
- Wat is het voorstel voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland?

1.8 Onderzoek overzicht



2. Werkwijze Masterplan Zoetwater voor Zeeland

In oktober 2020 is een samenwerkingsverband van CZAV, Van Iperen BV, Delphy, NFO, Rabobank en ZLTO gevormd. Dit samenwerkingsverband wil de beschikbaarheid van zoet water in Zeeland toekomstbestendig en duurzaam houden, zodat er ook op lange termijn goede agrarische bedrijfsvoering in Zeeland mogelijk blijft.

Het samenwerkingsverband wil nieuwe projecten starten en proactief een bijdrage leveren aan lopende projecten. Het wil nadrukkelijk een agrarisch handelingsperspectief presenteren en roept de verantwoordelijke partners (overheden) op om het advies te betrekken bij de planvorming en toekomstige investeringen. Om een helder beeld te krijgen van de situatie, zoals die nu is in Zeeland, hebben we een uitgebreid gebiedsproces uitgevoerd, waarbij ik Steven Visser geholpen heb bij vele gesprekken, het maken van verslagen van overleggen, literatuuronderzoek te doen naar de huidige zoetwatersituatie en de verwachtingen voor de toekomst en eigen ideeën aan te leveren. Waar mogelijk hebben we de gesprekken ter plaatse gevoerd in combinatie met veldbezoeken. Veel overleggen hebben online plaatsgevonden i.v.m. Covid-19.

Zeeland breed hebben we overleg gehad met de werkgroep van het Zeeuws Deltaplan Zoetwater, met de provincie Zeeland en met Waterschap Scheldstroom.

Er is gekozen voor een gebiedsgerichte aanpak, omdat bleek uit gesprekken en literatuuronderzoek dat er verschillende dingen spelen in de gebieden. Voor elk deelgebied is een voorstel voor een robuuste zoetwatervoorziening opgesteld aan de hand van literatuuronderzoek en het gebiedsproces:

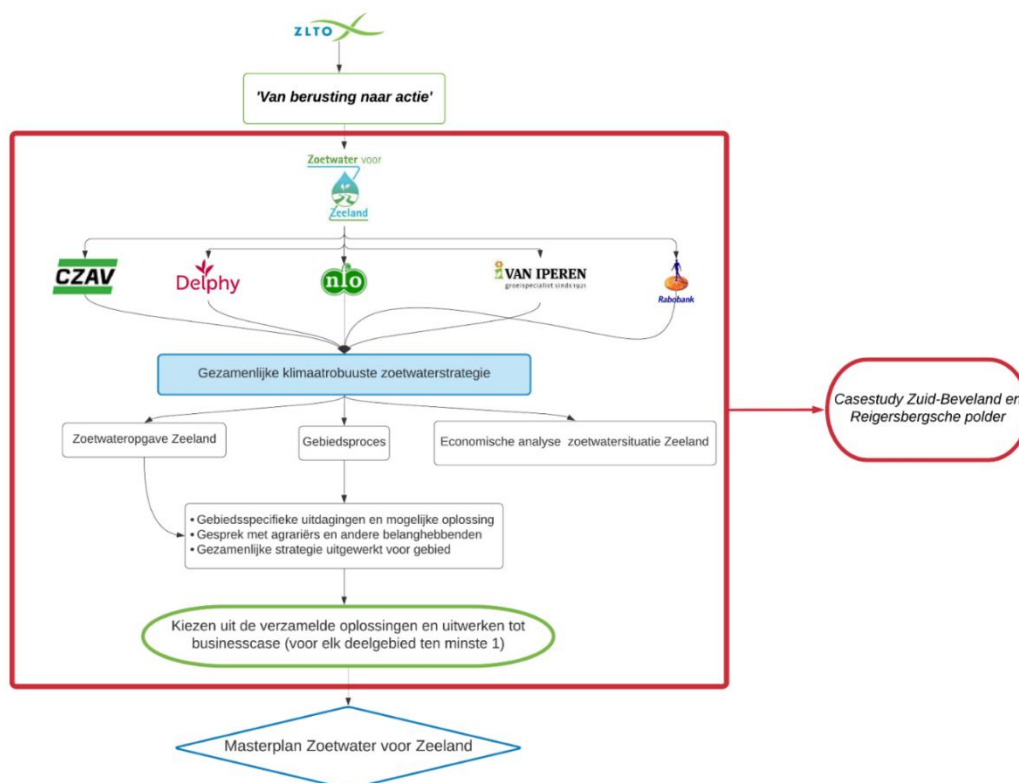
- De ideeën voor het conceptvoorstel *Zoetwater voor Schouwen-Duiveland* zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken met o.a. ZLTO en de gemeente Schouwen-Duiveland, een gesprek met het Kennis- en Leernetwerk Zoetwater Academie en Stichting De Puupe.
- De ideeën voor het conceptvoorstel *Zoetwater voor Noord-Beveland* zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken met de ZLTO-afdeling Noord-Beveland en het Agrarisch Innovatie en Kennis Centrum Proefboerderij Rusthoeve.
- De ideeën voor het conceptvoorstel *Zoetwater voor Tholen & St. Philipsland* zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken met o.a. Rijkswaterstaat (november 2020), de Gebruikersraad zoetwater Tholen en de ZLTO-afdeling Tholen en St. Philipsland (18 december 2020).
- De ideeën voor het conceptvoorstel *Zoetwater voor Walcheren* zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken met o.a. de Waterhouderij, ZLTO Walcheren en de Initiatiefgroep Zoetwater Walcheren.
- De ideeën voor het conceptvoorstel *Zoetwater voor Oost- en West Zeeuws-Vlaanderen* zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken met o.a. de Provincie Zeeland (Grenspark Groot Saefthinge), ZLTO-afdeling Hulst, de ZLTO-afdeling Terneuzen, ZLTO-afdeling West Zeeuws-Vlaanderen, Dow Chemical Terneuzen, RWS Zee en Delta (Kanaal Gent-Terneuzen) en Evides Industriewater.

De ideeën voor het conceptvoorstel *Zoetwater voor Zuid-Beveland* zijn geïnventariseerd tijdens gesprekken met Rijkswaterstaat, ZLTO-afdeling Oost Zuid-Beveland, in het kader van de zoetwatervoorziening in de Reigersbergsche polder, ZLTO-afdeling Goes bij een akkerbouwer in Wolphaartsdijk, een fruitteler in de zak van Zuid-Beveland, Evides Industriewater en de Gas Unie. Deze worden later in dit afstudeerrapport, in hoofdstuk 7.6 verder beschreven.

Verder was er behoefte aan een economische onderbouwing voor het belang van zoet water voor de agrarische sector in Zeeland. In samenwerking met Rabobank en Steven Visser heb ik een memo 'economisch perspectief' opgesteld. Deze is opgenomen in bijlage C. Daarnaast was er behoefte aan een samenvatting van de kennis op het gebied van zoetwatervoorziening verbeterende maatregelen. Daarvoor heb ik een samenvatting gemaakt van de Deltafacts van STOWA. Deze is opgenomen in bijlage E.

Om tot het eindvoorstel te komen⁷ is het samenwerkingsverband tijdens het hele proces 8 keer online bij elkaar geweest. Een korte samenvatting per bijeenkomst is opgenomen in bijlage A.

Tijdens het hele proces heb ik gewerkt aan het gebiedsproces in alle deelgebieden in Zeeland en een bijdrage geleverd aan het Masterplan Zoetwater door ook mee te doen met alle bijeenkomsten en eigen input te leveren. De strategie die we gebruikt hebben om het Masterplan Zoetwater voor Zeeland vorm te geven is gevalideerd voor Zuid-Beveland als case study. In de figuur hieronder is te zien hoe dit afstudeerrapport zich verhoudt tot het Masterplan Zoetwater voor Zeeland.



Figuur 2.1 Overzicht werkwijze Masterplan Zoetwater voor Zeeland en afstudeeronderzoek

Samen met de stuurgroep is gewerkt aan een ambitie of gezamenlijke klimaat robuuste zoetwaterstrategie aan de hand waarvan toekomstige maatregelen gekozen en uitgevoerd zouden moeten worden. Aan het begin van het traject was externe aanvoer een van de dingen waar volgens het samenwerkingsverband de focus op moest liggen. Door het literatuuronderzoek en het leren van andere landen (zie bijlage I) is de focus meer verschoven naar efficiënter gebruik van zoet water, bergen van regenwater en eventueel hergebruik. Deze strategie staat verder uitgewerkt in hoofdstuk 6. Aan de hand van deze strategie is voor ieder deelgebied een voorstel voor een klimaat robuust zoetwatersysteem opgesteld. Samen met Steven heb ik die voor Zuid-Beveland, Walcheren en Schouwen-Duiveland opgesteld. Dit onderzoek doet een voorstel met aanbevelingen voor studiegebied Zuid-Beveland.

⁷ Een korte samenvatting van het eindadvies is te vinden in bijlage J

3. Zoetwaterbeschikbaarheid Zeeland: Vraag en aanbod

Naar verwachting zullen in de loop van de eeuw ontwikkelingen plaatsvinden die de beschikbaarheid van zoetwater in de Zuidwestelijke Delta kunnen beïnvloeden. Door klimatologische en sociaaleconomische factoren zal het aanbod van zoet water sterker gaan variëren, terwijl de vraag naar verwachting blijft toenemen. In dit hoofdstuk worden vraag en aanbod van zoet water in Zeeland behandeld. Wanneer deze niet in balans zijn, spreken we van waterschaarste (de Vries et al., 2009).

Waterschaarste refereert naar de negatieve balans tussen waterbeschikbaarheid en de vraag naar zoet water – er is dan meer vraag dan aanbod. Waterschaarste wordt veroorzaakt door een complex aan fluctuerende menselijke en fysische factoren: de groeiende wereldbevolking, verbeterde levensstandaarden, toenemende irrigatie van landbouwgronden en veranderende consumptiepatronen zorgen voor een stijgende vraag naar zoet water. Toenemende kans op droogte, ontbossing, waterverspilling en watervervuiling zorgen aan de andere kant voor een dalende beschikbaarheid van water (Hoekstra & Mekonnen, 2016).

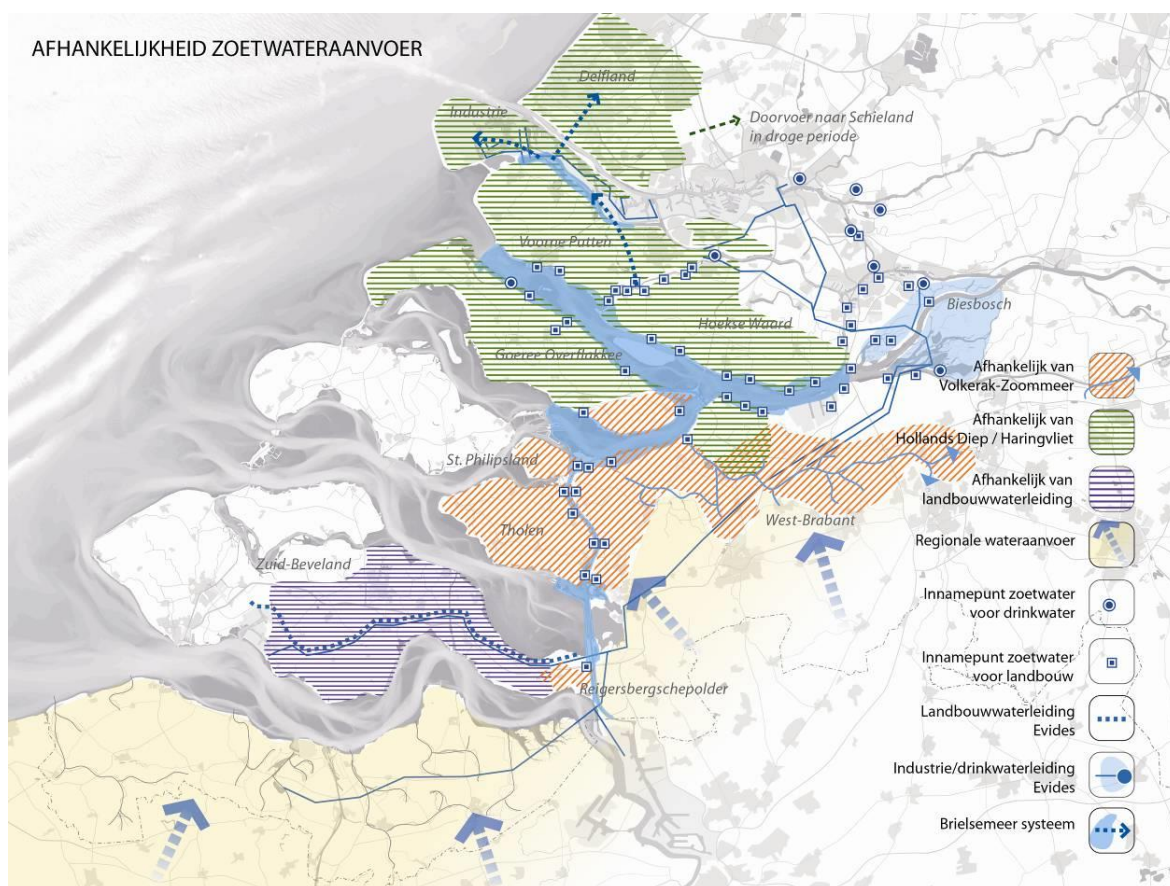
In Nederland werken overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke partners samen in het Nationaal Deltaprogramma, om ons land voor te bereiden op de mogelijke gevolgen van klimaatverandering. Het Deltaprogramma beschouwt de waterveiligheid, de zoetwatervoorziening en ruimtelijke adaptatie. In het kader van het Deltaprogramma zijn in 2012 en 2020 (Visser & van Tuinen, 2012 & Mens et al., 2020) uitgebreide actualisaties uitgevoerd van de knelpuntenanalyse zoetwater voor de Zuidwestelijke Delta. In het Deltaprogramma Zoetwater wordt gekeken naar de watervoorziening en de problematiek van verzilting van het grond- en oppervlaktewater nu en richting 2050, naar aanleiding van de zogenaamde Deltascenario's (Bruggeman et al., 2011 & Wolters et al., 2017). Het maatgevende scenario (STOOM) rekent op een snelle klimaatverandering gekoppeld aan een sterke economische groei.

3.1 Aanbod: Huidige zoetwatersituatie

Zeeland kan verdeeld worden in vier verschillende zoetwatersituaties (Provincie Zeeland, 2016):

1. Geen externe aanvoer – afhankelijk van neerslag
2. Externe aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem;
3. Aanvoer van zoet Biesboschwater via een landbouwwaterleiding;
4. Natuurlijke afstroom vanuit hoger gelegen gebieden;

Onderstaand figuur geeft een overzicht van de verschillende aanvoer systemen. In de gearceerde gebieden wordt het regionale watersysteem doorgespoeld met zoet water uit het hoofdwatersysteem. De blauwe stippen op de kaart zijn belangrijke inlaatpunten in beheer bij de waterschappen. Op de kaart (*Figuur 3.2.1*) is zichtbaar dat Schouwen-Duiveland, Walcheren, Noord-Beveland en een deel van Zuid-Beveland geen externe aanvoer van zoetwater hebben.



Figuur 3.1.1 Afhankelijkheid van zoetwateraanvoer (Visser & van Tuinen, 2012)

3.1.1 Geen externe aanvoer

In heel Zeeland komt water beschikbaar via het natuurlijk basissysteem dat afhankelijk is van neerslag en grondwater. Een groot deel is zelfs volledig afhankelijk van neerslag voor zijn zoetwatervoorziening: Schouwen-Duiveland, Walcheren, Noord-Beveland en delen van Zuid-Beveland.

Binnen dit natuurlijke basissysteem kunnen drie grondwatersystemen onderscheiden worden (van Baaren et al., 2016):

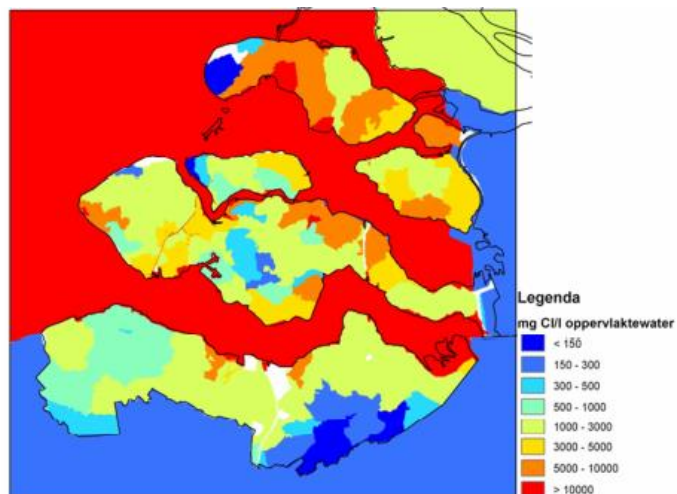
1. Diepe zoetwatersystemen die zich bevinden in gebieden met dekzand, onder duinen en kreekruigen;
2. Zout-brakke watersystemen bij lage gebieden dicht bij de kust;
3. Dunne zoetwatersystemen, hier drijven dunne regenwaterlenzen boven op het brak tot zoute grondwater dat zich dicht onder het maaiveld bevindt.

Grondwater kan dus zoet, brak of zout zijn, afhankelijk van het chloridegehalte. In dit onderzoek wordt uitgegaan van de volgende classificatie (Tabel 1):

Tabel 1 Classificatie zoutgehalte water (van Baaren et al., 2016 & de Louw et al., 2019)

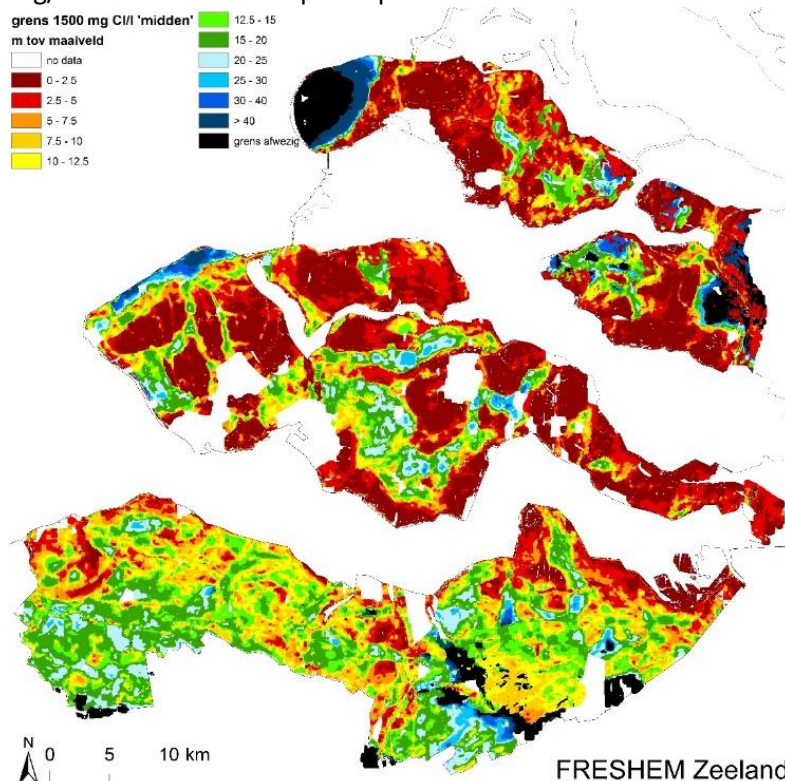
Classificatie	Chloridegehalte
(landbouwkundig) zoet	<1000 mg Cl-/L
Brak	1000 – 3000 mg Cl-/L
Zout	>3000 mg Cl-/L

De grens 150 mg Cl-/L wordt gebruikt om aan te tonen waar zoetwaterbellen zitten. Echter, in de Zeeuwse delta komt nauwelijks water met een concentratie lager dan 150 mg Cl-/l voor. Vrijwel overal is het grondwater brak tot zout. Omdat dit zoute grondwater opwelt in de sloten en andere waterlopen is ook het oppervlaktewater in grote delen brak tot zout (van Baaren et al., 2016).

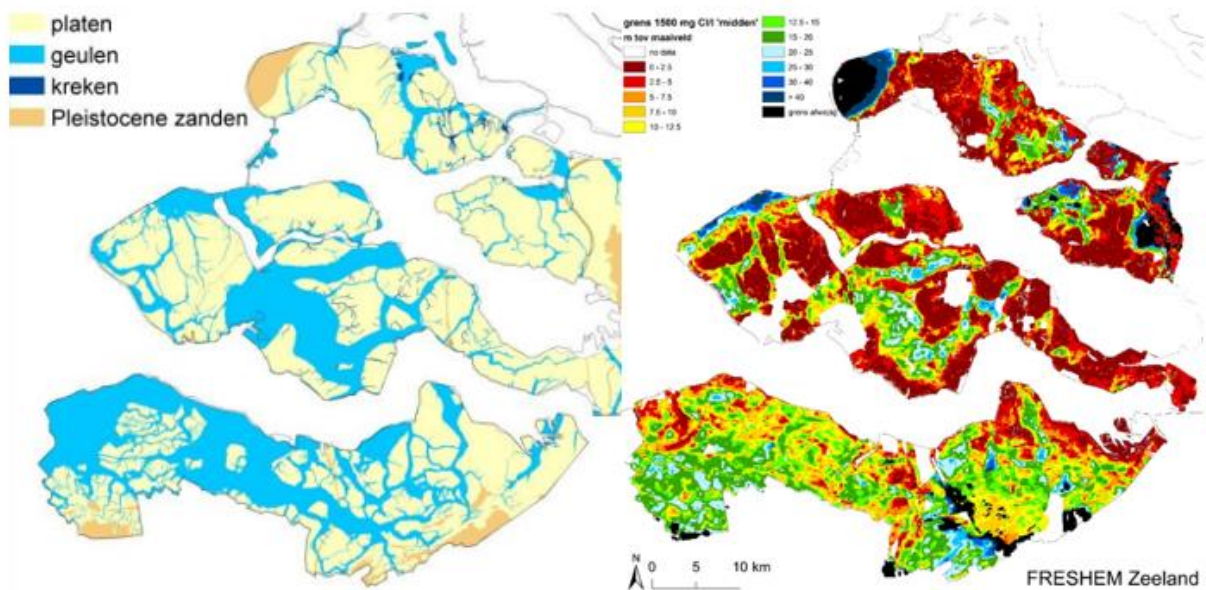


Figuur 3.1.2 Chloride Concentratie Oppervlaktewater Zeeland – globaal gezien (van Baaren et al., 2016).

In grote delen van Zeeland zit het zoute grondwater 0 tot 5 meter onder het maaiveld. Daarom is in Zeeland de term 'landbouwkundig zoet' geïntroduceerd (Van Baaren et al., 2016 & de Louw et al., 2019, Tabel 1). Landbouwkundig zoet is de grens van 1000 mg/L. In de figuur hieronder is te zien op welke diepte ten opzichte van het maaiveld 1500 mg Cl/l wordt bereikt. Hier is de grens van 1000 mg/L in de wortelzone op veel plekken al overschreden.



Figuur 3.1.3 Freshemkaart grens 1500 mg Cl/l ten opzichte van het maaiveld (Provincie Zeeland, 2017)



Figuur 3.1.5 Geulen en kreekkruggen (Van Baaren et al., 2016)

Zout-brakke watersystemen

In de laaggelegen gebieden onder zeeniveau kan het brak-zoute grondwater het oppervlak bereiken door opwaartse stroming. Dit proces wordt zoute kwel genoemd en leidt tot verzilting van het oppervlaktewater, het ondiepe grondwater en het bodemwater in de wortelzone. Sommige percelen zijn nauwelijks meer geschikt voor traditionele landbouw.

Dunne zoetwatersystemen

Nederland kent een neerslagoverschot waardoor zoete regenwaterlenzen op het brak tot zoute grondwater kunnen bestaan. Door neerslagoverschot vormt zich van nature een zoetwaterlens boven op het brak tot zoute grondwater. Als deze zoetwaterlens boven op het zoute grondwater groot genoeg is levert dit nauwelijks problemen op voor de landbouw (Van Baaren et al., 2016). De beschikbaarheid van deze zoetwaterlens is afhankelijk van een aantal factoren (Visser & van Tuinen, 2012):

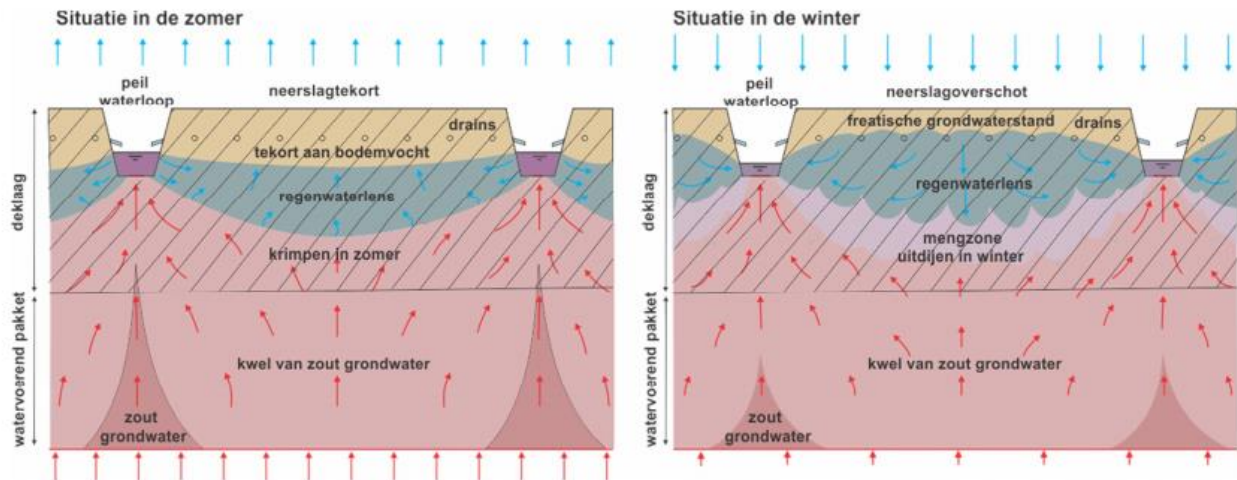
- neerslag en verdamping;
- kwel van brak tot zout grondwater;
- grondwateronttrekkingen;
- het peilbeheer
- aanvoer van zoet water

Dankzij de zoetwaterlens vindt er al eeuwenlang succesvol landbouw plaats in Zeeland. Door neerslagoverschot in de winter wordt de regenwaterlens aangevuld. De grondwaterstand wordt hoger en duwt het brakke grondwater weg. In de zomer zal de grondwaterstand lager worden door verdamping en vochtonttrekking door gewassen. De regenwaterlens wordt dan dunner. De zoetwaterlens is dus de vochtvoorziening voor het gewas, maar het water in het oppervlaktewater is vaak brak tot zout in Zeeland en dus ongeschikt voor beregening. Daar komt bij dat de traditionele drainagesystemen het neerslagoverschot in de winter snel afvoert naar de sloot en niet de zoetwaterlens voedt.

Om een regenwaterlens te krijgen, te behouden of te vergroten moet aan een aantal voorwaarden voldaan worden (Visser & van Tuinen, 2012):

- De lens moet in een infiltratiegebied liggen
- De ondergrond moet uit doorlatend materiaal bestaan.

- Het zoute water waarop de zoetwaterlens drijft moet in de omgeving kunnen worden afgevoerd, bijvoorbeeld door een sloot.



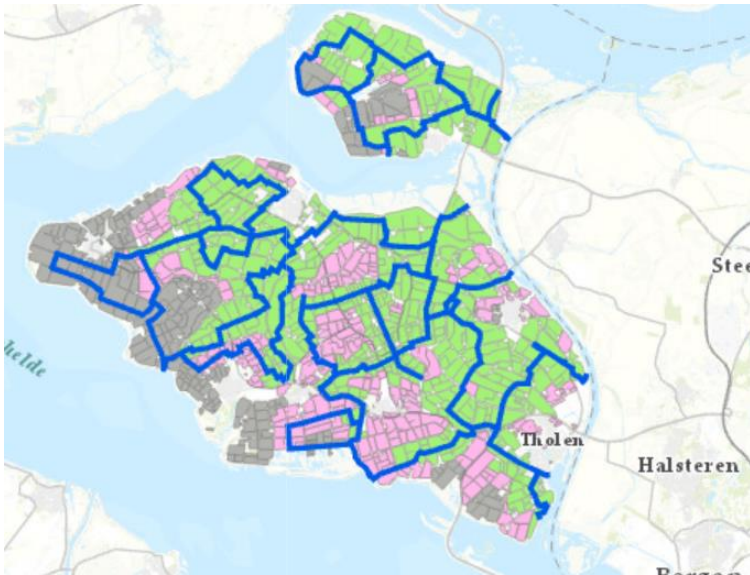
Figuur 3.1.6 Schematische weergave van een dynamische regenwaterlens (Van Baaren et al., 2016).

3.1.2 Externe aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem

Het natuurlijke basissysteem wordt in delen van de delta aangevuld met water uit het hoofdwatersysteem (Tholen, Sint-Philipsland en Reigersbergsche polder) water vanuit het hoofdwatersysteem wordt ingelaten ten behoeve van de volgende specifieke functies (Visser & van Tuinen, 2012):

- Het doorspoelen van het regionale watersysteem om zoute kwel te bestrijden ten behoeve van de agrarische sector, industrie en drinkwater;
- Veiligheid: peilhandhaving om uitdroging van veengebieden te voorkomen
- Het op peil houden van de waterkwaliteit: met doorspoelen kan blauwalg voorkomen worden;
- Het voorkomen van verdroging van natuurgebieden

Deze zoetwatersituatie is gesitueerd aan de oostkant van de provincie, hier maakt Zeeland via het Volkerak-Zoommeer contact met het nationale hoofdwatersysteem.



Figuur 3.1.8 Zoning Externe Aanvoer Zoetwater vanuit VZM (Waterschap Scheldestromen, 2013)

3.1.3 Aanvoer van zoet Biesboschwater via een landbouwwaterleiding

Ter aanvulling op het natuurlijke basissysteem heeft Zuid-Beveland ook beschikking tot de landbouwwaterleiding van Evides. Dit aanvoerregime is een landbouwwaterleiding vanuit de Biesbosch met een aantal aftakkingen in Zuid-Beveland:

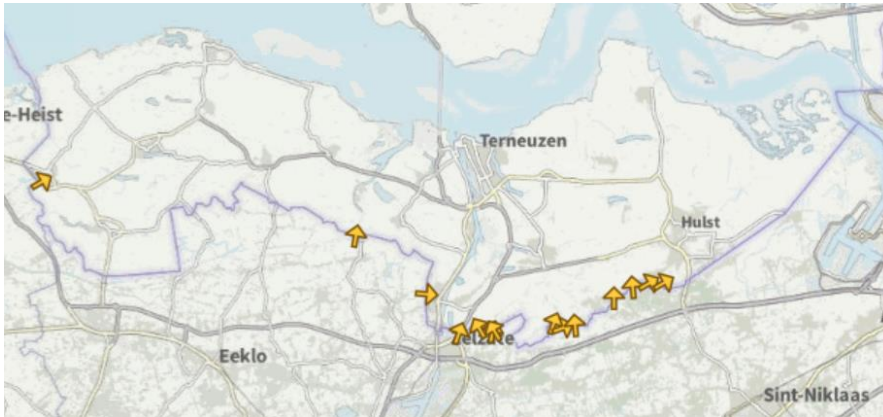
- De zoetwaterleiding is begin jaren '90 aangelegd door Evides. De leiding werd toen gesubsidieerd uit de herstructurering akkerbouw gelden. Het water komt nu uit de Biesbosch, het is 'onbewerkt' water van uitstekende kwaliteit (60 – 80 mg Cl per liter).
- De maximale capaciteit van de landbouwwaterleiding is 19.000 m³ per dag.
- De aansluitkosten bedragen eenmalig € 2.000,- en vervolgens € 0.66/m³. In een droog jaar kunnen de kosten oplopen tot € 20.000,- per ondernemer.
- Er zijn aansluitingen voor 3, 6, 12 of 30 m³/uur. Aansluitingen van 30 m³/uur worden gebruikt om de bassins te vullen. Deze aansluitingen worden verzegeld op 1 mei, mogen dan niet meer gebruikt worden tot het winterseizoen.
- Aanvoer via de landbouwleiding niet geschikt voor grootschalige onttrekkingen door akkerbouw (tot 40 m³/uur). Fruitteelt maakt vooral gebruik van druppelirrigatie: 6 – 10 m³/uur.



Figuur 3.1.9 Leveringsgebied landbouwwaterleiding Evides (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW)

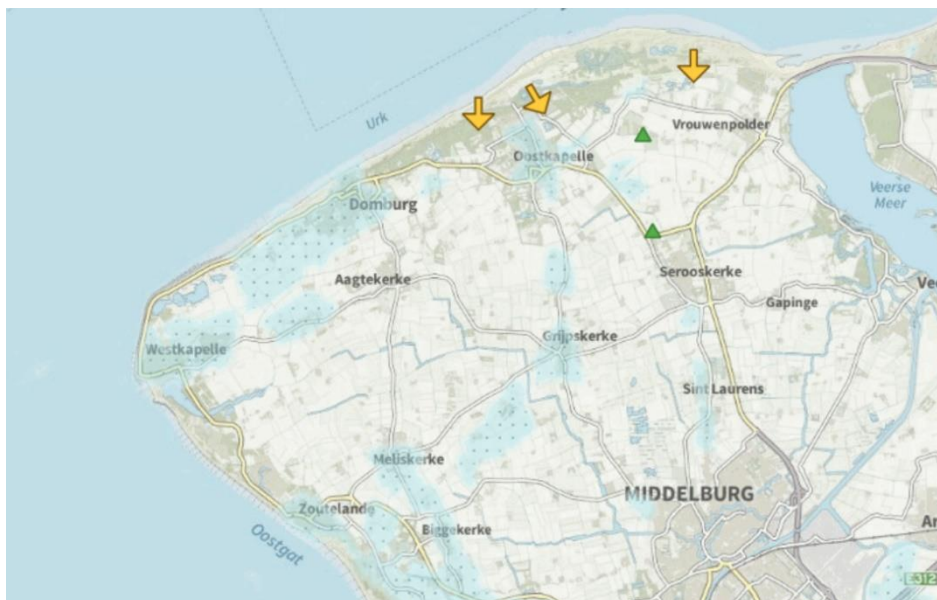
3.1.4 Natuurlijke afstroom vanuit hoger gelegen gebieden

Het reliëf van het landschap zorgt voor afstroom van grond- en oppervlaktewater. Dit geldt in Zeeland vooral voor Zeeuws-Vlaanderen, dat lager ligt dan het aangrenzende Vlaanderen. Het reliëf van het landschap zorgt voor afstroom van grond- en oppervlaktewater. Dit geldt in Zeeland vooral voor Zeeuws-Vlaanderen, dat lager ligt dan het aangrenzende Vlaanderen (figuur 27). Dit aanbod is niet altijd in lijn met de vraag omdat vooral in de winter afgevoerd wordt vanuit België. Historisch gezien ligt de focus van het waterbeheer hier op het beperken van wateroverlast en het zo snel mogelijk afvoeren van het overtollige water. Vanuit Vlaanderen komt veel zoet water binnen dat direct in de Westerschelde geloosd wordt.



Figuur 3.1.10 Afstroom vanuit Vlaanderen (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW¹¹)

Ook op Walcheren vindt afstroom vanuit de duinen plaats (Figuur 3.1.11 Afstroom vanuit de duinen op Walcheren (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW)). Dit water stroomt af naar het oppervlaktewater waar het vermengt met het brak tot zoute water.



Figuur 3.1.11 Afstroom vanuit de duinen op Walcheren (Provincie Zeeland, 2021 – Verkenningenkaart ZDZW)

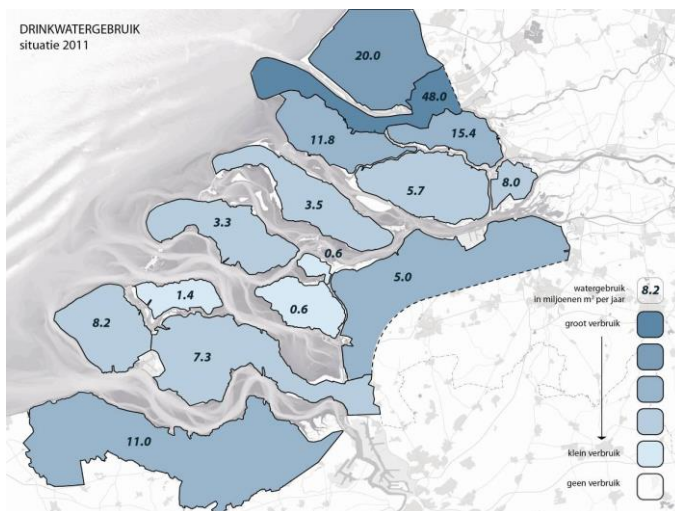
¹¹ Zeeuws Deltaplan Zoet Water

3.2 Vraag: Zoetwatergebruikers

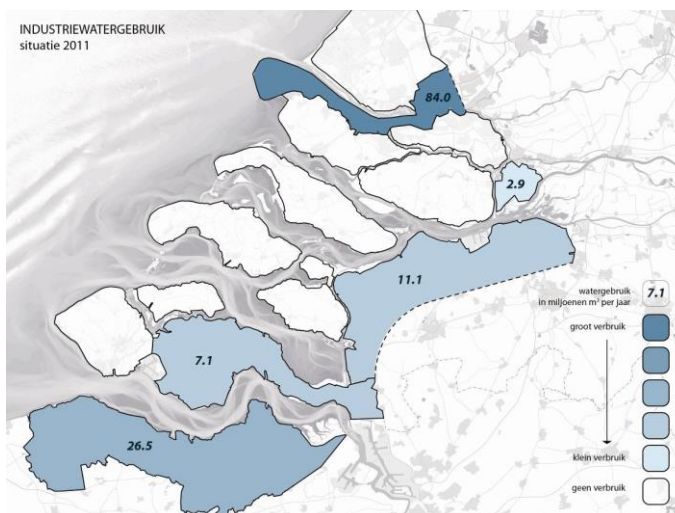
Er zijn hydrologische analyses gedaan met het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) voor de Zuidwestelijke Delta. De resultaten zijn hieronder kort samengevat. In de figuren (*Figuur 3.2.13.1.1 & Figuur 3.2.23.1.2*) hieronder wordt het zoetwatergebruik per sector voor heel Zeeland weergegeven. Het zoetwatergebruik wordt dieper uitgewerkt voor de land- en tuinbouwsector.

3.2.1 Watergebruik Industrie- en drinkwatersector

De drinkwater- en industriële sector zijn naast land- en tuinbouw grootgebruikers van zoet water in Zeeland. De twee figuren hieronder geven aan hoeveel water deze sectoren op jaarbasis verbruiken. In totaal voor Zeeland gebruiken deze sectoren dus meerdere miljoenen zoet water, terwijl dit voor de landbouw geschat wordt op 8 Mm³ per jaar in een gemiddeld jaar (Mens et al., 2020 & Visser & van Tuinen, 2012).



Figuur 3.2.1 Drinkwatergebruik in 2011 (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2)

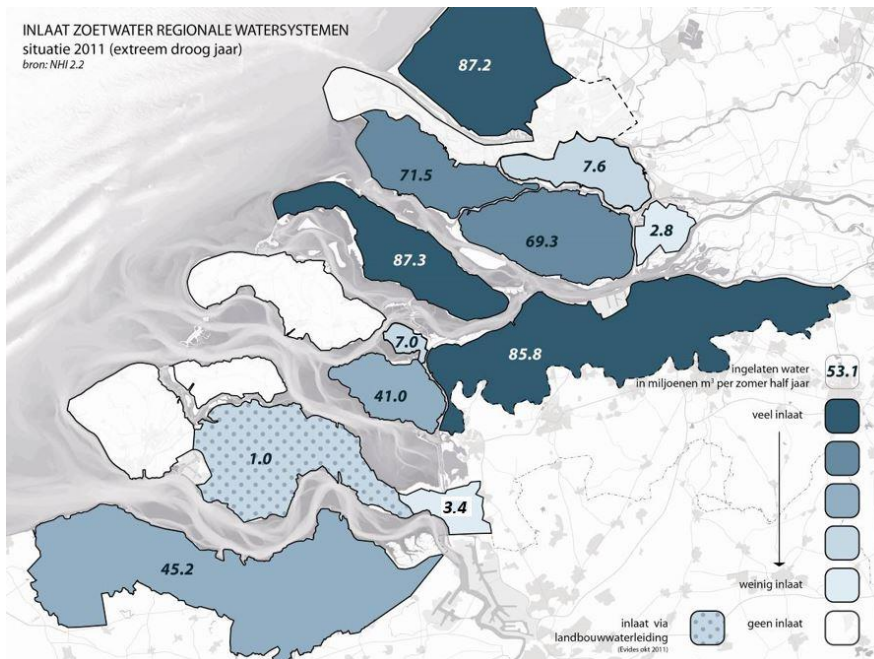


Figuur 3.2.2 Industrie watergebruik in 2011 (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2)¹²

¹² Voor deze cijfers is nog contact opgenomen met Evides. Er zijn tot nu toe nog geen actuele cijfers aangeleverd.

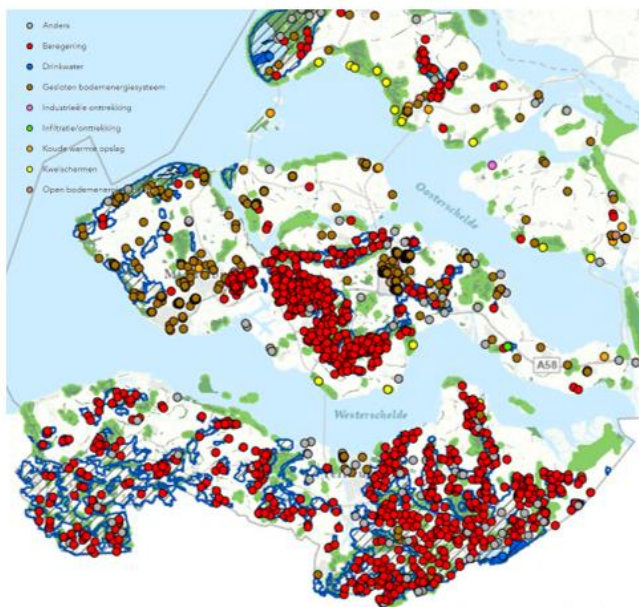
3.2.2 Watergebruik land- en tuinbouw

Op de kaart hieronder is de aanvoer vanuit het Volkerak Zoommeer naar de Reigersbergsche polder en aanvoer via de landbouwwaterleiding naar Zuid-Beveland weergegeven.



Figuur 3.2.3 Inlaat zoet water regionale watersystemen (Visser & van Tuinen, 2012)

Op de kaart hieronder zijn de vergunde grondwateronttrekkingen weergegeven. In totaal zijn in Zeeland ongeveer 1100 inrichtingen aangelegd voor het onttrekken van zoet grondwater voor beregening van gewassen¹³.



Figuur 3.2.4 Grondwateronttrekkingen voor verschillende doeleinden in Zeeland (Waterschap Scheldestromen, 2021 – Interactieve kaart grondwaterbeheer)

¹³ Voor dit gegeven is contact gelegd met een beleidsmedewerker van Waterschap Scheldestromen.

In de tabel hieronder is het totaal aantal nieuwe onttrekkingen per jaar weergegeven. Opvallend is dat het aantal nieuwe grondwateronttrekkingen meer dan verdriedubbeld is in de laatste drie jaar. Deze stijgende lijn kan niet direct doorgezet worden in de toekomst, doordat zoetwaterbellen mogelijk leeg raken.



Figuur 3.2.5 Aantal nieuwe grondwateronttrekkingen Zeeland (Waterschap Scheldestromen, 2021)



Figuur 3.2.6 Kwetsbare Gebieden Zeeland: Groen = Kwetsbaar (Waterschap Scheldestromen, 2021 – Interactieve kaart grondwaterbeheer)

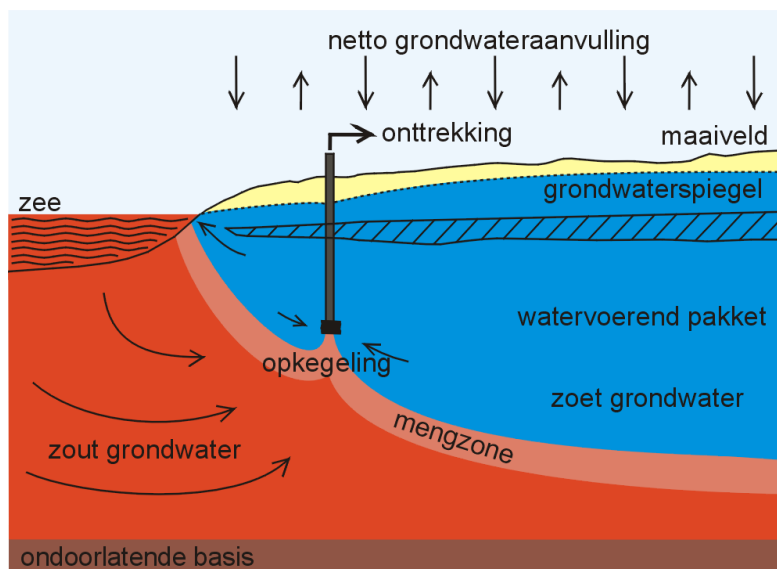
Voor grondwateronttrekking heeft het Waterschap Scheldestromen een aantal regels en uitgangspunten opgesteld (Waterschap Scheldestromen, 2019). De regels zijn van belang om de kwetsbare zoetwaterbel in de bodem te beschermen. Bij grote onttrekkingen van zoet grondwater, zonder voldoende aanvulling van de zoetwaterlens door neerslag, kan zout water omhoog gepompt

worden. Ook kan er zout water worden opgepompt als er in korte tijd een te groot volume wordt onttrokken. Gebieden met 'zoetwatervoorkomens' in Zeeland zijn gebieden waar een zoetwaterbel voorkomt met een dikte van minimaal 15 meter of waar de zoetwaterbel reikt tot aan de geohydrologische basis.

De volgende regels gelden:

- Voor het onttrekken van grondwater binnen kwetsbare gebieden (*Figuur 3.2.63.1.5*) is altijd een vergunning nodig. Als kwetsbaar gebied zijn aangeduid de grondwater gerelateerde natuurgebieden (inclusief de zogenaamde bufferzone van 300 meter daarom heen) en grondwater beschermingsgebieden;
- Voor inrichtingen waarvan de pompcapaciteit groter is dan 5 m³ per uur of een hoeveelheid van maximaal 12.000 m³ per jaar geldt de registratieplicht;
- Vergunningplicht zijn: onttrekkingen met een hoeveelheid van 10 m³ per uur of meer; of meer dan 1,000 m³/maand; of meer dan 8,000 m³/jaar;
- Meldplicht i.p.v. vergunningsplicht geldt voor beregening uit zoetwaterbellen groter dan 15 meter (of zoetwaterbellen tot de geohydrologische basis). Per uur mag tussen 10 en 60 m³ water wordt onttrokken, wanneer dit niet meer is dan 8,000 m³ per jaar en 3,000 m³ per kwartaal.
- Per hectare mag per jaar maximaal 800 m³ worden onttrokken. Op een perceel van 6 ha mag dus per jaar maximaal 4800 m³ grondwater worden onttrokken.
- De afstand van het onttrekkingsmiddel tot aanwezige waterlopen moet minimaal 25 meter zijn;
- De afstand tot andere onttrekkingsmiddelen moet minimaal 200 meter zijn;
- De afstand tot percelen van andere belanghebbenden moet minstens 50 meter zijn

Het blijkt dat er in de afgelopen jaren, na verschillende droge zomers veel nieuwe grondwateronttrekkingen zijn. De regels die het waterschap heeft opgesteld zijn van belang om de kwetsbare zoetwaterbel in de bodem te beschermen. Bij grote onttrekkingen zonder dat de bel wordt aangevuld door neerslag, kan zout water omhoog gepompt worden, zoals te zien in *Figuur 3.2.73.1.6*. Op deze manier wordt de zoetwaterbel steeds kleiner.



Figuur 3.2.7 Schematische Weergave Grondwateronttrekking (Kennis voor Klimaat, z.d.)

Nieuwe onttrekkingen moeten uiterlijk één maand voor aanleg van de inrichting worden gemeld bij het waterschap. In deze melding moet blijken (Waterschap Scheldestromen, 2019):
Waarvoor de grondwateronttrekking nodig is;

- Met welke middelen zal worden onttrokken;
- Waar de onttrekking zal plaatsvinden, aan te geven op een kaart;
- Hoe groot de pompcapaciteit is;
- Hoeveel grondwater men maximaal wil onttrekken.

3.2.3 Waterbehoefte

De agrarische sector heeft zoet water nodig voor het beregenen van gewassen. Voor verschillende gewassen is de beregeningsbehoefte verschillend. In de uitwerking van de gesprekken van het gebiedsproces wordt hier verder op ingegaan. Dit staat beschreven in hoofdstuk 0.

Weersextremen kunnen in de landbouw belangrijke effecten hebben op gewasgroei, of planten kwetsbaar maken voor ziekten. De mate waarin verschilt per gewasstype. Het ene gewas is vooral gevoelig voor droogte, het andere juist meer voor vernatting. Ook verschillen de effecten per seizoen en plantleeftijd. Kiemplanten zijn gevoeliger voor weersextremen dan wat oudere planten. En tijdens de bloei neemt de gevoeligheid van planten weer toe. Hieronder de resultaten van enkele veel voorkomende gewassen in Zeeland n.a.v. een studie¹⁴ voor Zeeuws-Vlaanderen.

Gewas	Effecten
<i>Wintertarwe</i>	Wintertarwe is met name gevoelig voor aanhoudend nat weer tussen juli en september. Het gewas kan dan gaan legeren en wordt vatbaar voor virusziekten. De berekeningen van het KNMI laten zien, dat dit in 2030 waarschijnlijk minder vaak zal voorkomen. Droogte daarentegen, die productieverlies kan opleveren, blijft in 2030 voor wintertarwe een knelpunt.
<i>Aardappel</i>	Voor de aardappel kan aanhoudend warm en nat weer tussen juli en september het verrotten van de knollen veroorzaken. Ook in de toekomst blijft dit een probleem. Hittegolven, die doorwas en kwaliteitsverlies in de knollen tot gevolg kunnen hebben, zullen naar verwachting eveneens toenemen.
<i>Gras</i>	Voor gras is vooral de toename van het aantal hete dagen een bedreiging, omdat daarmee de kwaliteit van de zoden sterk afneemt.
<i>Suikerbieten</i>	Suikerbieten zijn vooral gevoelig voor aanhoudend nat van april tot eind juli. De planten worden dan gevoelig voor wortelinfecties. Nat weer in de zomer houdt het suikergehalte in de knollen laag. Klimaatverandering zal niet veel veranderen in de frequentie waarin dit voorkomt. Ook voor droogte is het gewas gevoelig. Hierdoor ontstaan problemen bij de kieming. Maar ook daar zal in de toekomst niet veel in veranderen.
<i>Winterpeen</i>	De winterpeen is eveneens gevoelig voor droogte tijdens de kieming. Dit blijft een knelpunt, vooral volgens het W-scenario. Wanneer de bodem in de zomermaanden enkele dagen blank staat kunnen de knollen weggroten. Ook dit blijft de komende jaren, met name in het W-scenario, een bedreiging. Overigens is de winterpeen in de regio een belangrijk rotatiegewas, waardoor het is opgenomen in het onderzoek.
<i>Ui</i>	De gevoeligheid voor droogte tijdens de kieming geldt ook voor de ui. Zware buien in de zomermaanden kunnen bacterie- en schimmelinfecties veroorzaken. Ook dit weertype blijft in de toekomst aanhouden of neemt in augustus zelf toe.
<i>Kers</i>	De kers is gevoelig voor een warm voorjaar omdat hij dan vroeg gaat bloeien, terwijl er nog geen insecten zijn voor de bestuiving. Dat probleem wordt in de toekomst groter. In de zomer zijn het vooral de zware buien en hagel die de vruchten

¹⁴ Klimaatverandering als kans voor ondernemers in Zeeuws-Vlaanderen, KvK rapport nummer 106/2013, HZ University of Applied Science, 2013.

	beschadigen, waardoor ze snel gaan beschimmelen. Ook dit weertype zal toenemen. Met name voor de kers zijn de gevolgen van weersextremen aanzienlijk.
--	---

3.2.4 Cijfers in perspectief

Door de droogte en warmte in 2018 steeg het drinkwatergebruik van alle huishoudens in Nederland tot bijna 840 Mm³ op jaarbasis¹⁵. De totale productie van drinkwater bedroeg ruim 1.150 Mm³, waarvan ruim 750 Mm³ uit grondwater. In 2018 werd er door de industrie in Nederland ruim 3.200 Mm³ zoetwater gebruikt (exclusief koelwater). Het meeste water werd onttrokken uit het oppervlaktewater. Ruim 130 Mm³ hiervan was grondwater.

Door het neerslagtekort werden akkers en graslanden in 2018 meer geïrrigeerd dan in eerdere jaren. In totaal gebruikte de landbouw in Nederland 302 Mm³ water, ruim 150 procent meer dan een jaar eerder, en ruim 50 procent meer dan in 2003, een vergelijkbaar droog jaar. De akkerbouw gebruikte bijna vier keer zo veel oppervlakte- en grondwater als het jaar daarvoor. Van die 302 Mm³ was ruim 225 Mm³ grondwater en 77 Mm³ oppervlaktewater (CBS, 2020c).

3.3 Verandering in vraag en aanbod: Toekomstbeeld voor 2050

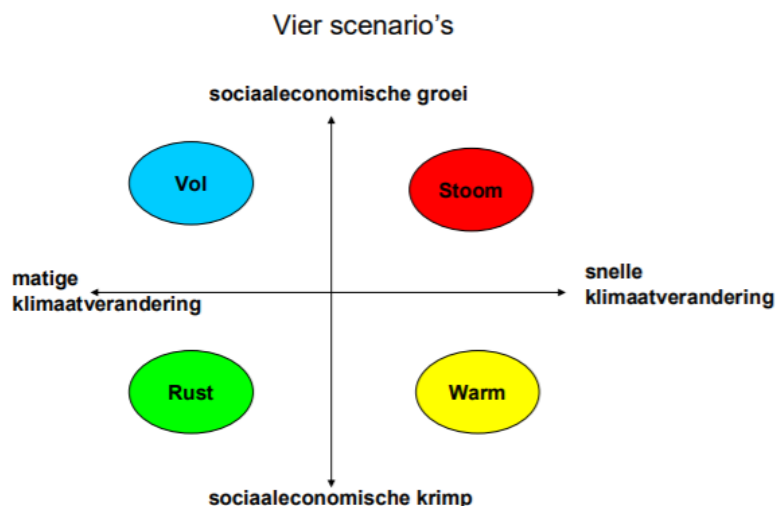
3.3.1 Deltascenario's

Het Deltaprogramma werkt aan een integrale aanpak om weerbaar te zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering in Nederland. In dat kader zijn in 2011 de Deltascenario's ontwikkeld. Met de deltasenario's zijn vier verschillende toekomsten verkend. De scenario's zijn uitgewerkt op basis van twee factoren, namelijk klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkeling. De deltasenario's zijn geen voorspellingen, maar contextscenario's. Ze laten zien hoe de klimatologische en sociaaleconomische context voor het waterbeheer kan veranderen tot de zichtjaren 2050 en 2100. Ze beschrijven een bandbreedte van mogelijke ontwikkelingen (Bruggeman et al., 2013 & Bruggeman et al., 2011).

In de eerste plaats zijn ze bedoeld voor gebruik binnen het Deltaprogramma, maar ze zijn ook toepasselijk in andere verbanden zoals regionale gebiedsontwikkeling met wateropgaven. De Deltascenario's geven een samenhangend beeld van sociaaleconomische en klimatologische ontwikkelingen en de implicaties daarvan voor het beheer van water.

In dit onderzoek gaan we uit van deltasenario STOOM 2050. Deltascenario STOOM rekent op een snelle klimaatverandering gekoppeld aan een sterke economische groei. Dit leidt tot meer extreem droge zomers en een grote bodemdaling. De economische groei wordt gestimuleerd door sterke globalisering. Verstedelijking neemt toe en het landbouwareaal neemt af. Na 2050 kan het landbouwareaal juist weer toenemen, gestimuleerd door de biobased economy. De grote ruimtelijke druk stelt hoge eisen aan het waterbeheer, kwaliteit en kwantiteit, dat hierdoor complexer wordt (Wolters et al., 2017). In de figuur hieronder zijn de vier deltasenario's schematisch weergegeven. In appendix D zijn de kentallen van de verschillende scenario's op een rij gezet.

¹⁵ In miljoen m³/jaar



Figuur 3.3.1 Deltascenario's (Wolters et al., 2017)

De volgende ontwikkelingen met betrekking tot de zoetwatervoorziening voor Zuidwestelijke Delta zijn relevant:

- Toename van neerslag in de winter bij alle scenario's;
 - In alle scenario's neemt verzilting in het benedenrivieren gebied toe;
 - In de scenario's Stoom en Druk neemt de watervraag van de industrie- en drinkwatersector toe.
- In scenario's met snelle klimaatverandering (Stoom en Warm) zal de rivierafvoer in het hoofdwatersysteem in de zomer dalen. In combinatie met zeespiegelstijging zal indringing van zout water¹⁷ toenemen.

Voor deltasenario Stoom wordt verwacht dat het beregeningsareaal in de Zuidwestelijke delta met zo'n 50% toeneemt. Daarnaast verandert op deze beregende percelen ook de beregeningsfrequentie. Bij drogere omstandigheden is er immers vaker beregening nodig om de bodemvochtttekorten te compenseren. Verwacht wordt dat dit resulteert in een verdriedubbeling van de watervraag bij deltasenario's met sterke klimaatverandering, Warm en Stoom (Mens et al., 2020).

3.3.2 Zoetwatergebruik

Als gevolg van de toename van het vochttekort zal de vraag naar beregening vanuit het grond- en oppervlaktewater toenemen. Voor de hele Zuidwestelijke Delta waar geen externe aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem mogelijk is, vertaalt zich dat in een gemiddeld bijna verdriedubbeling van de watervraag voor grondwaterberegening in het maatgevende klimaatscenario (30 Mm³¹⁸, 1: 10 jaar, STOOM 2050). Voor het gebied met externe aanvoer (Tholen en St. Philipsland) wordt er een verdubbeling van de watervraag voor oppervlaktewaterberegening voorspeld.

3.3.3 Neerslag en verdamping

Wereldwijd verschilt de verandering van het neerslagpatroon als gevolg van klimaatverandering van gebied tot gebied. In Nederland hebben toename in zomerneerslag en potentiële verdamping door stijgende temperaturen elkaar over de afgelopen eeuw gecompenseerd en is er nog geen trend in het potentiële neerslagtekort waar te nemen. Echter, in het algemeen zullen neerslagverschillen

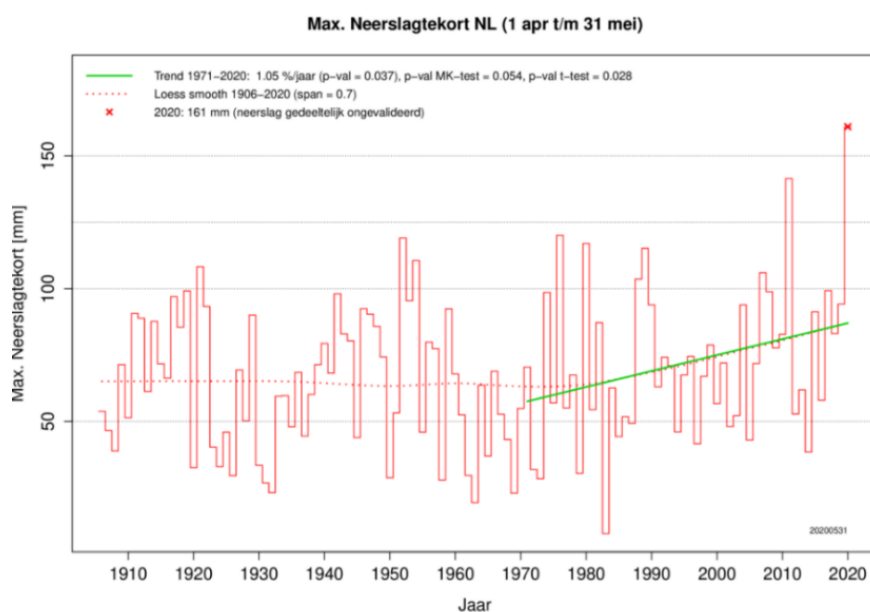
¹⁷ Externe verzilting

¹⁸ In de geactualiseerde knelpuntenanalyse van het Deltaprogramma Zoetwater (Mens et al, 2020) is 22 Mm³ berekend.

tussen natte en droge gebieden en tussen natte en droge seizoenen toenemen. Neerslagextremen nemen in alle scenario's het hele jaar door toe. De kans op zwaardere buien met veel neerslag in een korte tijd neemt dus toe. In alle klimaatscenario's is er een toename van neerslag in de winter.

Bij gematigde klimaatverandering (scenario's RUST en WARM) is er ook in de zomer meer neerslag. Bij snelle klimaatverandering zoals in scenario STOOM neemt de neerslag in de zomer af. Hierdoor neemt het vochttekort toe en de capaciteit van de zoetwaterlenzen komt onder druk te staan. Bovendien worden de zoetwaterlenzen onvoldoende aangevuld in gebieden met drainage waar het neerslagoverschot wordt afgevoerd (KNMI, 2015 & de Louw, 2014)

Neerslagoverschot volgt uit het verschil tussen de hoeveelheid neerslag en de berekende verdamping. In de afgelopen vijftig jaar is het maximale neerslagtekort in het voorjaar met bijna 50% toegenomen (Figuur 3.3.23.3). Dat komt vooral door toename van verdamping, de hoeveelheid neerslag is minder snel toegenomen. De toegenomen verdamping is het gevolg van de stijging van de temperatuur en de toegenomen hoeveelheid zonnestraling. De berekende verdamping neemt toe met de temperatuur en met de zonnestraling. De afgelopen jaren is het aantal zonuren in het voorjaar toegenomen, de zonnestraling is toegenomen en de temperatuur is gestegen (KNMI, 2020).

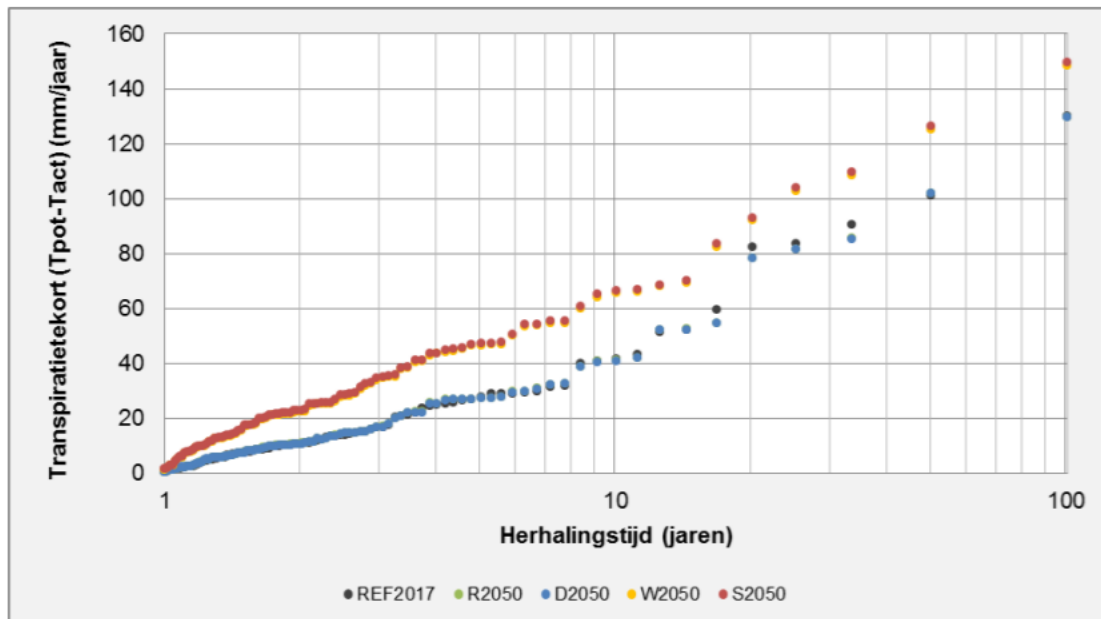


Figuur 3.3.2 Maximale gemiddelde neerslagtekort in Nederland in het voorjaar sinds 1906 (KNMI, 2020).

De beschikbare hoeveelheid vocht hangt af van het verschil tussen neerslag en verdamping. Uit kale grond verdampt weinig, anders is dit op begroeide terreinen waar plantenwortels vocht aan de bodem onttrekken. Werkelijke verdamping verschilt van plaats tot plaats en hangt af van de volgende factoren (Sluiter et al., 2018):

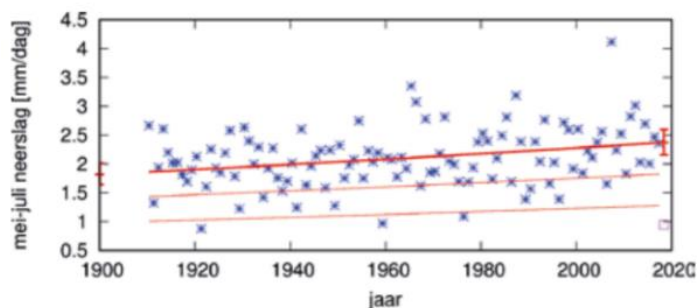
- De bodem;
- de grondwaterstand;
- eventuele aanvoer of afvoer van water uit het gebied;
- het soort gewas¹⁹.

¹⁹ De referentieverdamping geldt voor gras, maar kan omgerekend worden naar de gewasreferentieverdamping of potentiële verdamping van een gewas (Eg) door de referentieverdamping te vermenigvuldigen met een gewasfactor. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/verdamping>



Figuur 3.3.3 Cumulatief gewasverdampingstekort (mm/jaar) voor de verschillende scenario's in de Zuidwestelijke Delta zonder Tholen en St. Philipsland (Mens et al., 2020)

Het gewasverdampingstekort neemt bij alle klimaatscenario's toe. Bij een gewasverdampingstekort is er niet genoeg vocht om te verdampen, wat zorgt voor groeivertraging bij het gewas. De situatie die nu eens in de 10 jaar optreedt, treedt bij deltascenario STOOM vaker dan eens in de 4 jaar op (Mens et al., 2020).



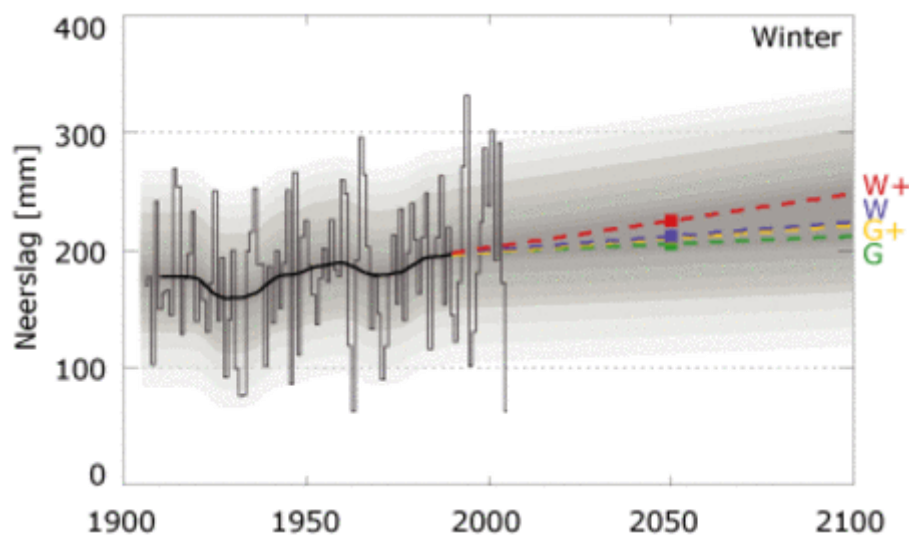
Figuur 3.3.4 mei - juli gemiddelde dagneerslag van 1910-2017 (blauw) met een fit aan een normaalverdeling die schaalt met de tijd (rood). De waarde in 2018 (vierkant) is, tegen de trend in, heel laag (Sluiter et al., 2018).

Modelberekeningen zijn echter niet eenduidig of de gemiddelde dagneerslag in de zomer in kustgebieden zal toenemen of afnemen (KNMI, 2015). De waarnemingen tot nu toe laten gemiddeld over Nederland een toename van zo'n vijftien tot dertig procent neerslag zien tijdens de lente en de zomer (Figuur 3.3.4). Dit kan worden verklaard doordat de neerslag vaker geconcentreerd is in grotere buien in één keer. Uiteindelijk valt er meer, maar minder gedoseerd (Mens et al., 2020).

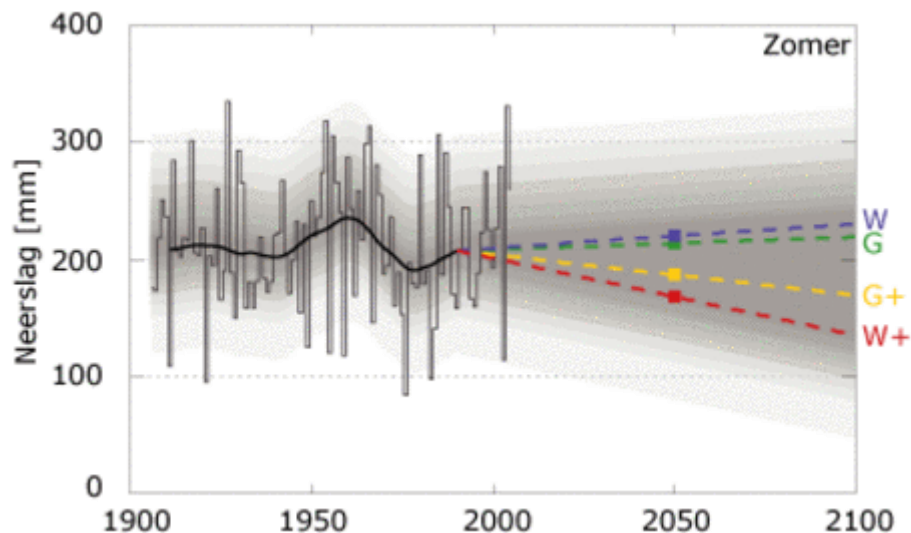
Variabele	Scenario			
	G	G+	W	W+
<i>zomer (juni-juli-augustus)</i>				
gemiddelde temperatuur °C	+0.9	+1.4	+1.7	+2.8
gemiddelde neerslag %	+2.8	-9.5	+5.5	-19.0
aantal natte dagen %	-1.6	-9.6	-3.3	-19.3
neerslag op natte dag %	+4.6	+0.1	+9.1	+0.3
referentie verdamping %	+3.4	+7.6	+6.8	+15.2
<i>winter (december-januari-februari)</i>				
gemiddelde temperatuur °C	+0.9	+1.1	+1.8	+2.3
gemiddelde neerslag %	+3.6	+7.0	+7.3	+14.2
aantal natte dagen %	+0.1	+0.9	+0.2	+1.9
neerslag op natte dag %	+3.6	+6.0	+7.1	+12.1

Figuur 3.3.5 Effecten van klimaatverandering op temperatuur en evapotranspiratie voor de vier scenario's (Klijn et al., 2012).

Bij scenario's met snelle klimaatverandering zal de winterneerslag in de toekomst extra toenemen en de totale gemiddelde zomerneerslag sterk afnemen (*Figuur 3.3.63.3.6 & Figuur 3.3.73.3.7*). De combinatie van mogelijk sterk afnemende zomerneerslag en mogelijk sterk toenemende potentiële verdamping geeft voor de toekomst wel een risico op drogere zomers zoals 2018. Bij snelle klimaatverandering neemt de herhalingsjijd van de droogte van 2018 toe van dertig naar tien jaar (Mens et al., 2020).



Figuur 3.3.6 Trend in winterneerslag op basis van de KNMI'06 scenario's (Klijn et al., 2012)

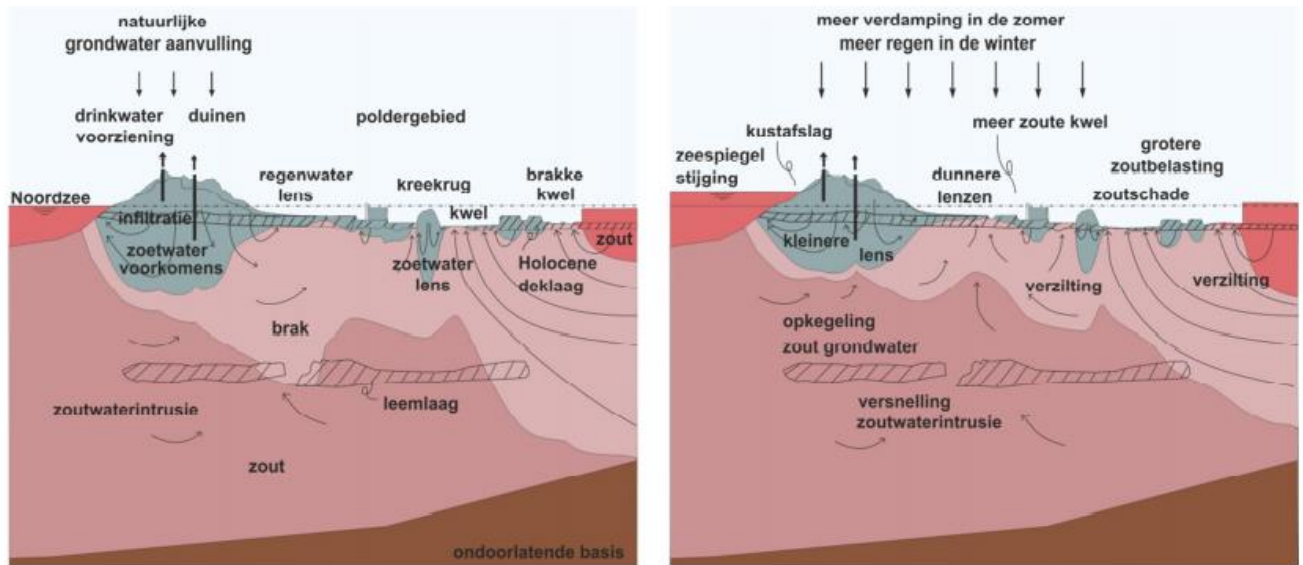


Figuur 3.3.7 Trend in zomerneerslag op basis van de KNMI'06 scenario's (Klijn et al., 2012)

Het is niet helemaal duidelijk in hoeverre er regionale verschillen in neerslag er binnen Nederland zullen zijn. Er zijn aanwijzingen voor een verschil in neerslag tussen de kustgebieden en het binnenland. Bij een aantal modelberekeningen neemt de neerslag in de kustgebieden 5 tot 10% meer toe dan in het binnenland. Dit hangt af van de wisselwerking tussen stijging van de temperatuur, verandering van het luchtstromingspatroon en het temperatuurcontrast tussen land en zee (KNMI, 2015 & KNMI, 2020). In de scenario's met snelle klimaatveranderingen is de invloed van het warmer wordende Noordzeewater op neerslag in de kuststrook waarschijnlijk onderschat. Kustgebieden zullen waarschijnlijk een geringere afname van de gemiddelde neerslag in de zomer en een sterkere toename van de extreme dagelijkse hoeveelheden kennen dan het landelijk gemiddelde. Naast langdurige droge periodes, zal de kuststrook ook rekening moeten houden met kortdurende, extreme neerslag (Klein Tank & Lenderink, 2009 & Klijn et al., 2012).

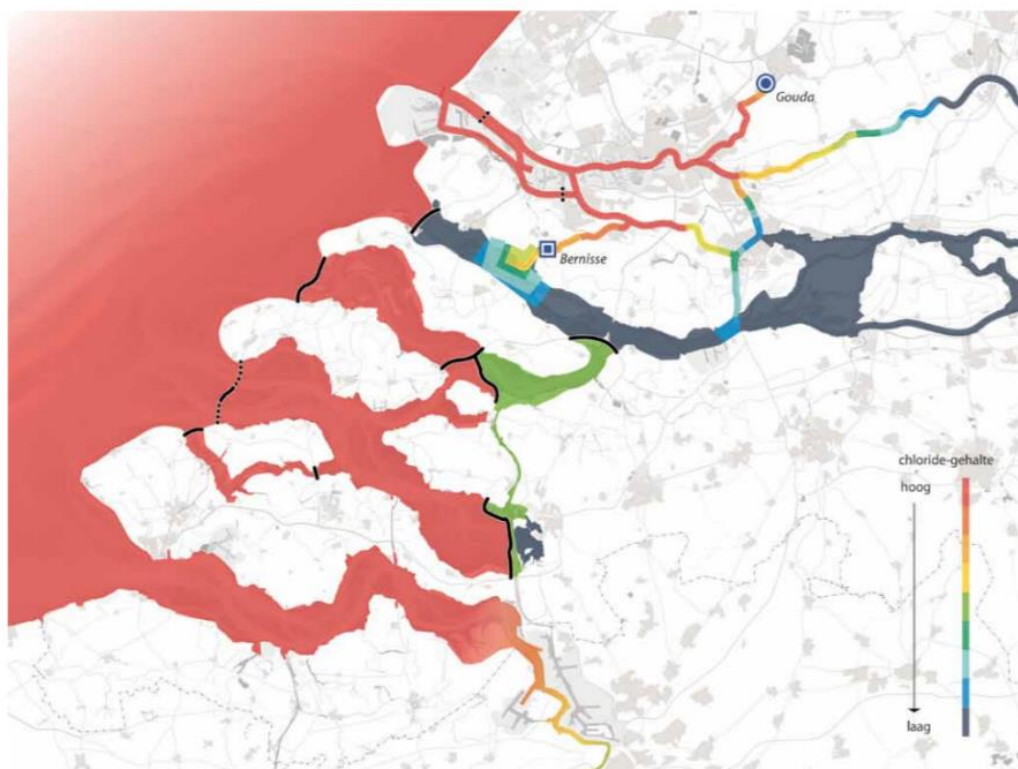
3.3.4 Verzilting

Het ligt in de verwachting dat door de voorspelde klimaatverandering en toekomstige stijging van de zeespiegel, de zoute kwel in laag-Nederland zal toenemen en de beschikbaarheid van zoet water zal afnemen (Oude Essink et al., 2010, Van Baaren et al., 2016). Als de zoetwaterlens daardoor te dun wordt en het bovenste grondwater verzilt kunnen er problemen ontstaan. Het verbouwen van gangbare landbouwgewassen kan dan soms niet meer mogelijk zijn, zoals bijvoorbeeld plan Tureluur op Schouwen-Duiveland (Visser & van Tuinen, 2012)



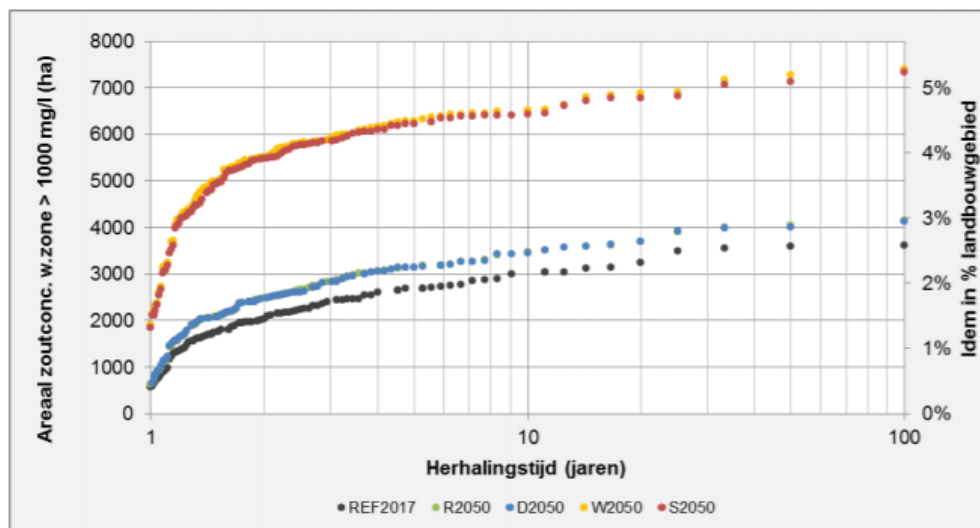
Figuur 3.3.8 Schematische weergave zoetwatersituatie Zeeland a. huidige situatie b. toekomstige situatie met klimaatverandering (van Baaren et al., 2016)

We spreken van verzilting als het zoutgehalte in grond- of oppervlaktewater toeneemt. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen twee soorten verzilting: actief en passief, hieronder verder uitgelegd. Actieve verzilting is het gevolg van ingrepen in het watersysteem. Passieve verzilting wordt veroorzaakt door indringend zeewater en kwel van brak grondwater. Er wordt onderscheid gemaakt tussen 2 soorten passieve verzilting, namelijk interne- en externe verzilting. Externe verzilting treedt op doordat zout water het zoetwatersysteem binnendringt via rivieren en sluizen. Door klimaatverandering kunnen lage rivierafvoeren vaker voorkomen en stijgt de zeespiegel. Daardoor kan zeewater verder landinwaarts komen (Figuur 3.3.9)



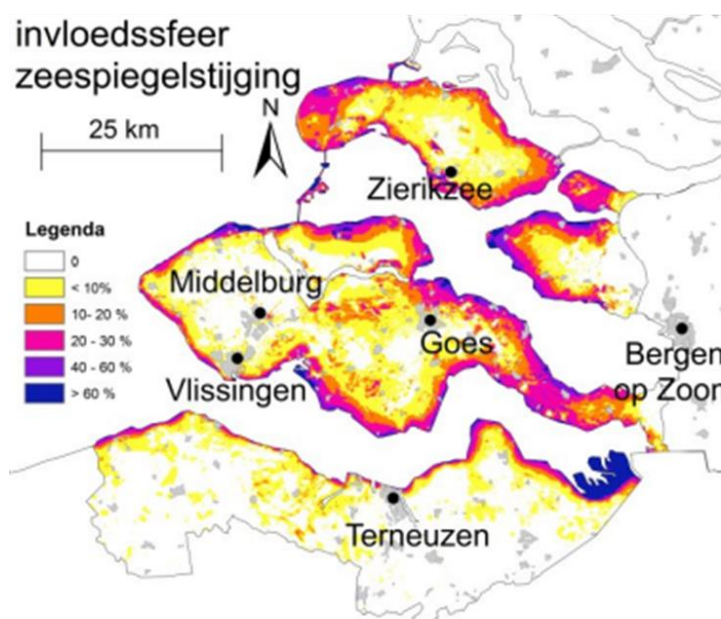
Figuur 3.3.9 Externe verzilting bij deltasenario STOOM (van Pelt, 2011)

Interne verzilting ontstaat wanneer brak zout grondwater als kwel omhoog stroomt (zoute kwel). Interne verzilting kan toenemen door groter wordende kwelflux door zeespiegelstijging en bodemdaling en kleiner wordende druk van de zoetwaterlenzen als deze niet voldoende aangevuld worden door neerslag. Zoals eerder gezegd, als winterneerslag toenemen, dit extra winterwater wordt echter effectief door het drainagesysteem afgevoerd en draagt niet bij aan de voeding van de zoetwaterlenzen. In de zomer leidt meer verdamping tot krimp van deze zoetwaterlenzen. Hierdoor neemt het zoutgehalte in het grondwater toe. Als dit brakke tot zoute grondwater de wortelzone bereikt kan er zoutschade aan de gewassen ontstaan.



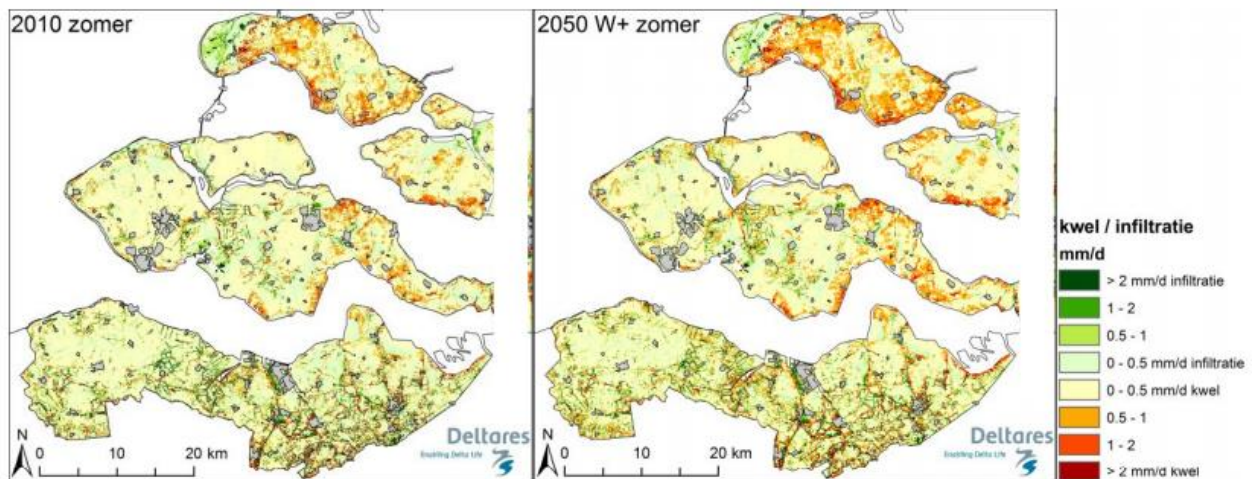
Figuur 3.3.10 Herhalingstijd van het areaal (links in hectares, rechts in %) waarin in de wortelzone de grens van 1000 mg Cl-/L wordt overschreden (Mens et al., 2020)

Bovendien zal voor landbouwpercelen die dicht bij de Zeeuwse kust liggen de verwachte zeespiegelstijging leiden tot een toename van de zoute kwel, waardoor de regenwaterlenzen verder onder druk komen te staan. In de *Figuur 3.3.11* is de invloedssfeer van zeespiegelstijging te zien. Het effect van zeespiegelstijging wordt versterkt door bodemdaling (van Baaren et al., 2016).



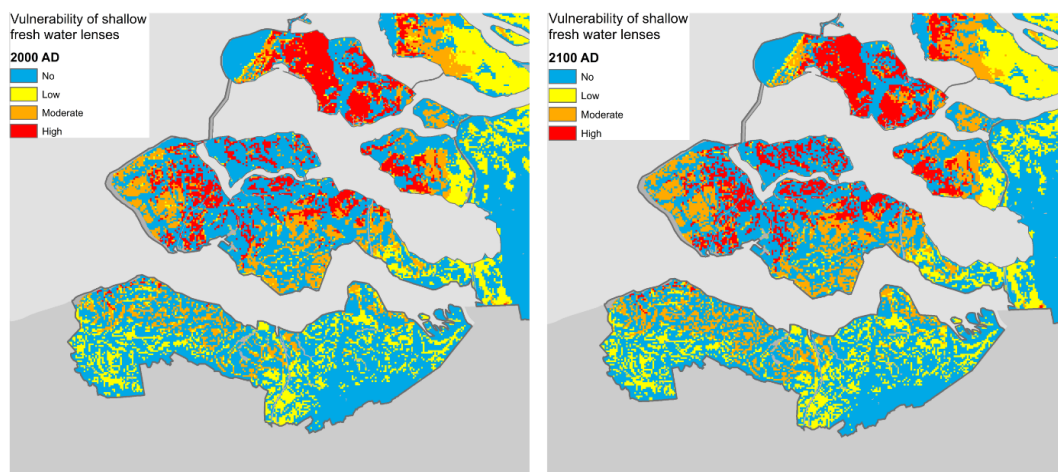
Figuur 3.3.11 Invloedssfeer zeespiegelstijging (Van Baaren et al., 2016)

In het zomerhalfjaar is er vaak een neerslagtekort waardoor weinig grondwateraanvulling optreedt. Door lagere grondwateraanvulling in het zomerhalfjaar neemt de grondwaterstand af. De stijghoogte in de bovenste grondwaterlaag wordt ook kleiner, maar minder dan de grondwaterstand. Hierdoor neemt de kwel toe in kwelgebieden. Zeespiegelstijging zorgt voor een verhoging van de stijghoogte waardoor de kweldruk toeneemt in lagergelegen gebieden. In de figuur hieronder is de situatie in 2010 en verwacht in 2050 in de zomer weergegeven. Vooral in de gebieden langs de kust wordt een grotere hoeveelheid kwel verwacht.



Figuur 3.3.12 Kwel / infiltratie zomer 2010 en 2050 op basis van KNMI'06-scenario W+ (Van Baaren et al., 2016)

Het toenemende verdampingsoverschot bij klimaatscenario W+ in de zomer kan resulteren in uitputting of geheel verdwijnen van regenwaterlenzen op locaties met een dunne lens. Hierdoor kan zoute kwel in de wortelzone komen en zoutschade veroorzaken bij het gewas. De vochttekorten in de bodem nemen in het STOOM scenario toe ten opzichte van de huidige situatie met 50 tot 100%. In het algemeen geldt dat elke mm extra vochttekort leidt tot minder opbrengst voor de landbouw. De vochttekorten zijn het hoogst in gebieden waar niet berekend kan worden, een groot gedeelte van Zeeland.



Figuur 3.3.13 Kwetsbaarheid zoetwaterlenzen (Oude Essink et al., 2018)

Voor veel gewassen is een hoge zout concentratie niet zo'n probleem. Granen, grassen suikerbieten kunnen over het algemeen goed tegen een hogere zoutconcentratie. Voor veel bodems is het zoete regenwater echter niet genoeg om de gewassen te vrijwaren voor droogte en zoutschade. Zodoende

zijn boeren in de Zuidwestelijke Delta van oorsprong beperkt in hun gewaskeuze (Van Baaren et al., 2016). In bijlage F wordt verder ingegaan op zouttolerantie van gewassen.

3.3.5 Peilbeheer

De relatie tussen grond- en oppervlaktewater binnen het totale watersysteem is niet overal hetzelfde en niet overal zichtbaar. De mogelijkheden op grondwaterstanden te sturen door een aangepast peilbeheer van het oppervlaktewater zijn in een groot deel van Zeeland beperkt door kleiige en daardoor slecht doorlatende bodem. Wel is het oppervlaktewaterpeil bepalend voor de mogelijkheid van de ontwatering van percelen. Het peilbeheer kan daarmee van invloed zijn op het grondwaterpeil op de lange termijn.

3.3.6 Klimaat robuustheid zoet Volkerak Zoommeer

In kwantitatieve zin is aanvoer vanuit het Volkerak Zoommeer ongelimiteerd, de kwaliteit is echter niet optimaal vanwege relatief hoge chloridegehalten tussen de 400 en 450 mg Cl-/l en het regelmatig voorkomen van blauwalgen, waardoor de inlaat stopgezet moet worden. Het is waarschijnlijk dat door temperatuurstijging de blauwalg vaker voor zal komen in het Volkerak Zoommeer, waardoor er dus vaker inlaatstops kunnen voorkomen in de toekomst.

Volgens de klimaatrobuustheidstoets van Deltares (Nolte et al., 2020) is het regulier peilbeheer en de zoetwatervoorziening van het Volkerak Zoommeer klimaat robuust tot 1 meter zeespiegelstijging, dat wil zeggen tot na 2100 volgens te klimaatscenario's (KNMI, 2015), mits zeespiegelstijging door verschillende factoren niet versneld wordt. Het peilbeheer en de zoetwatervoorziening blijven binnen de grenzen van het Waterakkoord (2016):

- Maximale chlorideconcentratie van 450 mg/L tijdens het groeiseizoen
- Maximale waterstand hoger dan -10 cm NAP
- Maximale waterstand lager dan +15 cm NAP

Drie randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden, zijn:

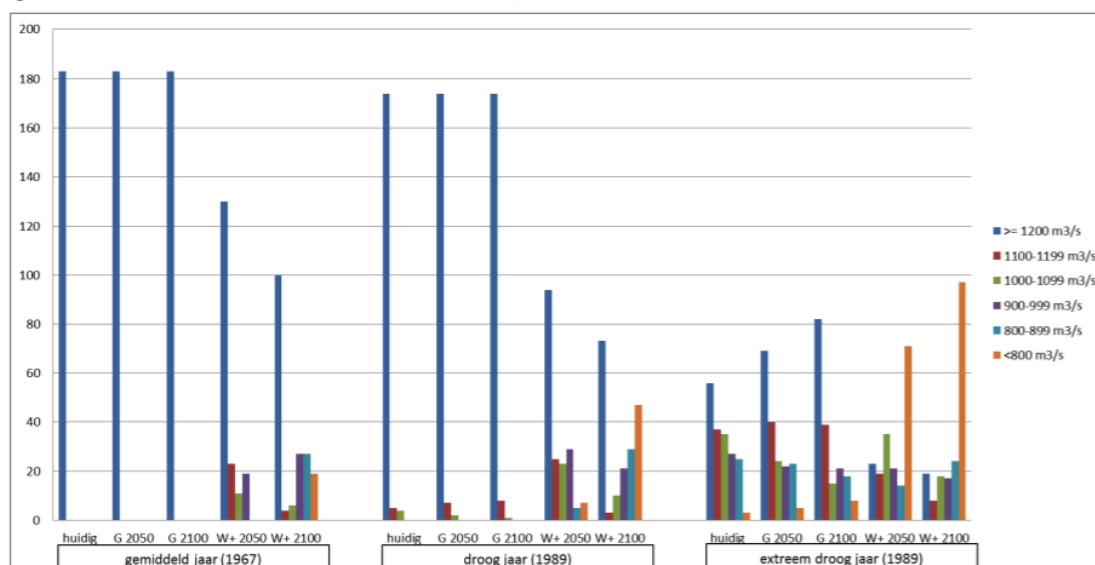
1. De wateraanvoer door de Volkeraksluizen moet jaarrond ongeveer 40 m³/s zijn.
2. De kweldruk mag niet substantieel toenemen boven de huidige geschatte waarde van 3 kg/s. Het is nog niet duidelijk hoe veel en hoe snel de kweldruk stijgt. Vermoedelijk is het tot 2050 met een relatief beperkte zeespiegelstijging van 10-20 cm nog geen knikpunt
3. Na ingebruikname van IZZS (innovatieve zoet-zout scheiding) Krammersluizen moet de operationele aansturing worden geoptimaliseerd (2025-2030)

Het Volkerak Zoommeer wordt van zoetwater voorzien vanuit het Haringvliet/Hollandsch Diep. In verband met een zoutlek bij de Krammersluizen moet het Volkerak Zoommeer continue doorgespoeld worden om de chloridegehalten onder de 450 mg Cl/L te houden. Het doorspoelen van het Volkerak Zoommeer zorgt voor een groot deel van de zoetwatervraag in Reimerswaal. Gemiddeld is de zoetwatervraag in de zomer voor het Volkerak Zoommeer 40 m³/s, met piekvragen tussen 30 en 50 m³/s.

Zoals eerder benoemd wordt water uit het Volkerak-Zoommeer gebruikt om verschillende polderwatersystemen voldoende zoet te houden. In Zuid-Beveland wordt water ingelaten in de Reigersbergsche polder. Door klimaatverandering staat deze aanvoer van zoet water onder druk.

Vanwege de onzekerheden rondom klimaatverandering, kan er niet uitgesloten worden dat door verzilting de zoetwaterfunctie van het Volkerak Zoommeer onder druk komt te staan. Echter, de hoofdconclusie is dat er de komende decennia, mits voldaan wordt aan de randvoorwaarden van kweldruk, doorspoeldebiet en zoutlekbeheersing van de Krammersluizen, de huidige zoetwaterfunctie kan blijven bestaan (Nolte et al., 2020).

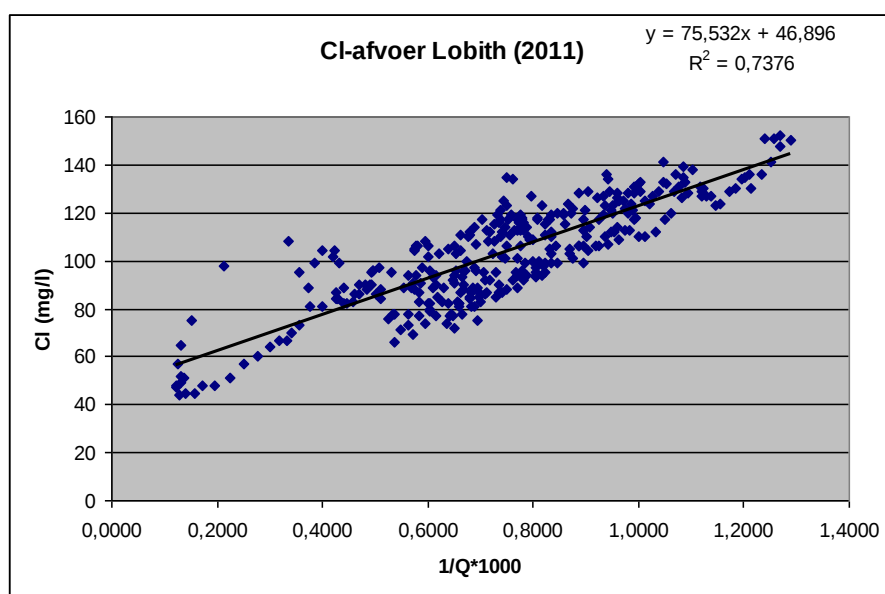
Externe aanvoer vanuit het Volkerak Zoommeer hangt dus af van verschillende factoren. Zolang de Rijnaafvoer hoog genoeg is kan er genoeg water ingelaten worden om een chloridegehalte onder 450 mg Cl-/l te houden (Provincie Zeeland, 2016).



Figuur 3.3.14 Verandering Rijnaafvoer bij Lobith volgens de verschillende klimaatscenario's, in aantal dagen in de zomer (Ter Maat, 2014).

In de onderstaande is de relatie tussen rivierafvoer (Q) en het chloridegehalte weergegeven voor het jaar 2011. Op de x-as is $1/Q$ weergegeven dus een groter getal op de x-as is een kleiner debiet. De waarde op de x-as van 1,2 betekent een laag debiet van ongeveer $830 \text{ m}^3/\text{s}$ en het chloridegehalte is dan ongeveer 140 mg/L . Bij het gemiddelde debiet van de Rijn bij Lobith van $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ is het chloridegehalte ongeveer 80 mg/L . Uit de grafiek blijkt dat het daadwerkelijke chloridegehalte niet alleen afhankelijk is van het debiet maar tot enkele tientallen mg/L kan variëren ten opzichte van de lijn.

Onder een rivierafvoer van 800 m^3 kan het Volkerak Zoommeer niet optimaal doorgespoeld worden om de chlorideconcentratie van 450 mg/L te behouden.



Figuur 3.3.15 Relatie debiet (Q) van de Rijn bij Lobith en het chloridegehalte (Ter Maat, 2014)

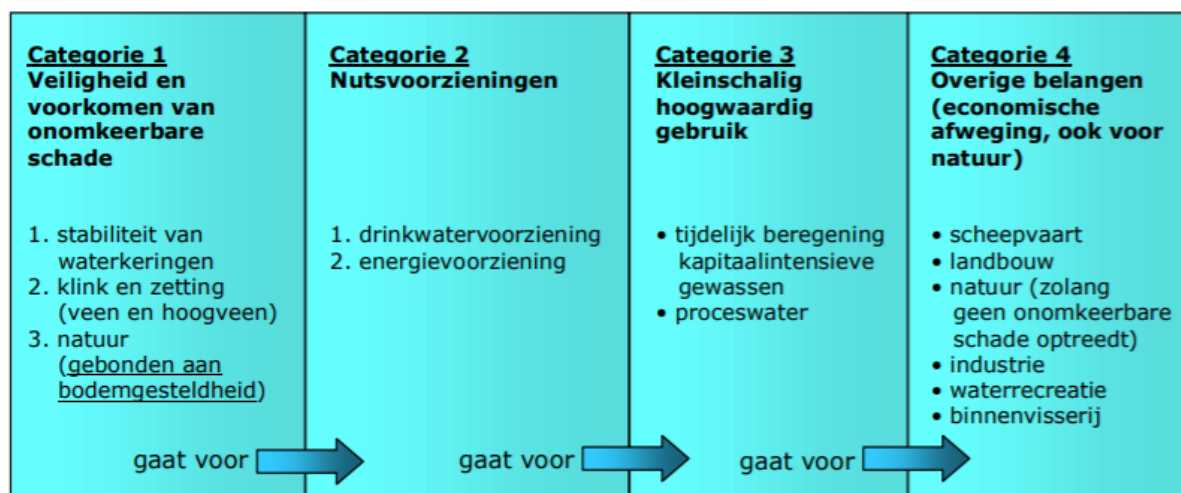
Daarnaast is in de leveringszekerheid vanuit het Volkerak Zoommeer niet optimaal vanwege het regelmatig voorkomen van blauwalg, waardoor de inlaat stopgezet moet worden.

Uit de robuustheidstoets Volkerak-Zoommeer (Deltares, 2012) komt naar voren dat de maximale inlaatbehoefte van zowel een zoet als een zout Volkerak-Zoommeer ongeveer 50 m³/s bedraagt. Bij de huidige zoetwatervoorziening voor Tholen, Sint Philipsland en de Reigersbergsche polder (en nog een aantal andere nabijgelegen gebieden) is 5 m³/s van de 50 nodig om de afhankelijke gebieden door te spoelen. De overige 45 m³/s zijn nodig om het Volkerak-Zoommeer zelf door te spoelen zodat de chlorideconcentraties onder de 450 mg/l blijven (Nolte et al., 2020).

3.4 Verdringingsreeks

Via de Rijn en Maas stroomt zoet water Nederland binnen. Als watertekort dreigt, wordt het beschikbare oppervlaktewater verdeeld. De verdringingsreeks geeft aan welke zoetwater gebruikers voorrang krijgen ten tijde van waterschaarste. In de onderstaande figuur is een overzicht gegeven van de categorieën en prioriteiten (Waterwet, 2009 & Klijn et al., 2012). Stuwen en sluisen sturen het water naar de gebieden waar het nodig is. In Zeeland kan zoet water ingelaten worden in Tholen, St. Philipsland en de Reigersbergsche polder.

Zoet Volkerak Zoommeer valt binnen categorie 4 van de verdringingsreeks. Het zoet houden van Haringvliet valt binnen categorie 2 omdat dit een drinkwaterfunctie heeft. In tijden van schaarste valt het doorspoelen van het Volkerak Zoommeer dus als eerste af. Dit heeft ook consequenties voor de zoetwatervoorziening voor Tholen & St. Philipsland en de Reigersbergsche polder. Wanneer er niet voldoende water ingelaten wordt bij de Volkeraksluizen neemt het chloridegehalte in het Volkerak Zoommeer toe. Wanneer het water een hoger chloridegehalte heeft dan 450 mg/L is het niet meer bruikbaar voor de landbouw en wordt de inlaat in de gebieden stopgezet.



Figuur 3.4.1 Verdringingsreeks zoet water in tijden van waterschaarste (Waterwet, 2009 & Klijn et al, 2012).

Voor kapitaalintensieve gewassen zijn er mogelijk wel opties. Het is nog niet duidelijk wat precies kapitaalintensieve gewassen zijn. Steeds meer ondernemers investeren meer in efficiënte watertoedieningssystemen en andere machines om de bodem minder intensief te bewerken.

3.5 Belang van een gezonde bodem

Een bodem in goede conditie zet neerslagoverschot om in een vochtvoorraad in de bodem. Hierdoor kan een periode met neerslagtekort gedeeltelijk of geheel worden overbrugd. De bodemstructuur is van belang voor goede gewasproductie. Belangrijke bodemeigenschappen zoals water- en luchtdoorlatendheid, berging van water, infiltratiecapaciteit, bewortelbaarheid en

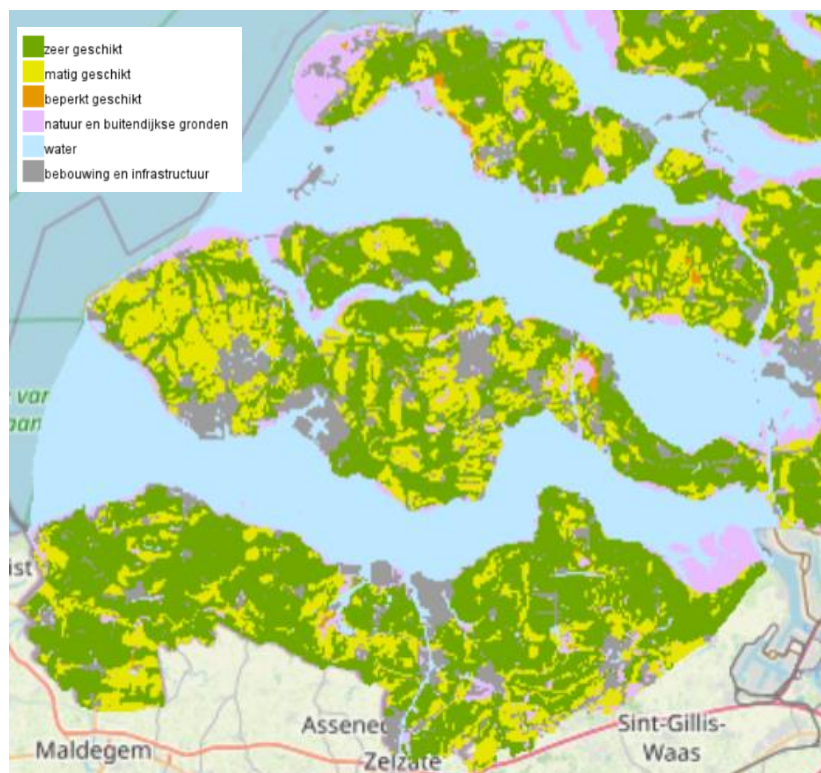
zuurstofvoorziening nemen door verdichting sterk af. Een belangrijke functie van de bodem is om water naar dieper gelegen bodemlagen te transporteren. Een gezonde landbouwbodem is dus van essentieel belang voor de agrarische sector. Goede landbouwgrond is opgebouwd met zowel kleine als grote poriën die zorgen voor de aanvoer van lucht en het vasthouden en afvoeren van overtollig water. De ideale bodem bestaat voor de helft uit grote- en kleine poriën en voor de andere helft uit vaste bodemdeeltjes. Wortels krijgen op deze manier niet te veel weerstand van de bodem (de Ruiter, 2019).

In veel delen van Zeeland is verdichting van landbouwgrond aan de orde. In totaal is ongeveer de helft van de landbouwgrond in Nederland verdicht door het gebruik van zware machines en intensief gebruik. De infiltratiecapaciteit wordt beperkt door verdichting van de bodem. In perioden met extreme neerslag, wat naar verwachting ook toe zal nemen, kan het regenwater op de bodem blijven liggen als de waterinfiltratiecapaciteit heel laag is. Uiteindelijke natschade wordt dan veroorzaakt door de volgende problemen:

- De bovengrond blijft langer te nat voor bewerking en berijding.
- Zware regenval tijdens het groeiseizoen kan zorgen voor anaerobe situaties in de bodem en resulteren in verstikking van plantenwortels, waardoor de oogst verloren kan gaan.
- Een te natte bodem bemoeilijkt oogsten.

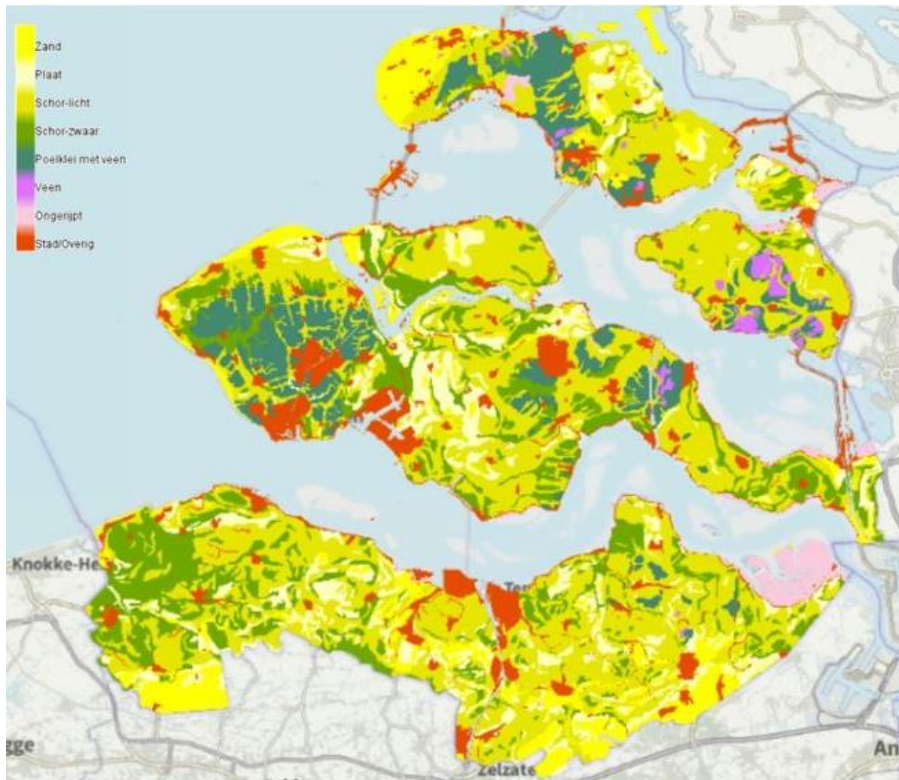
Om dit in een kaart aan te duiden is de geschiktheidskaart akkerbouw gemaakt (Alterra, 2014). De geschiktheid van percelen voor akkerbouw wordt bepaald door een combinatie van bodemeigenschappen en grondwaterstanden. Belangrijke eigenschappen zijn bewerkbaarheid, berijdbaarheid, bewortelbaarheid en vochtbergend vermogen. De geschiktheidskaart is vooral gebaseerd op verlaagde opbrengsten als gevolg van vochttekort en wateroverlast.

Bij te natte omstandigheden in het voorjaar is de bodem te nat om voorjaarswerkzaamheden, zoals bemesten, zaaibedden maken en inzaaien, te verrichten. Te hoge grondwaterstanden in het najaar kunnen het oogsten van de gewassen bemoeilijken. Aan de andere kant treedt er een groeivertraging op bij vochttekorten in de wortelzone (Alterra, 2014).



Figuur 3.5.1 Bodemgeschiktheidskaart akkerbouw Zeeland (Alterra, 2014)

Belangrijk voor de opbouw van de bodem zijn de grondsoorten waaruit de bodem bestaat. Op deze kaart is te zien dat het grootste gedeelte van de Zeeuwse bodem uit zavel en klei bestaat, uitgezonderd hoger gelegen duingebieden en een klein veengebied bij Yerseke Moer. Zeeklei is een vruchtbare bodemsoort omdat er veel mineralen inzitten die door gewassen gebruikt kunnen worden als voedingsstof. Op binnendijkse zeekleibodems wordt vooral akkerbouw bedreven (Geologie van Nederland, z.d.)



Figuur 3.5.2 Grondsoortenkaart Zeeland (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)

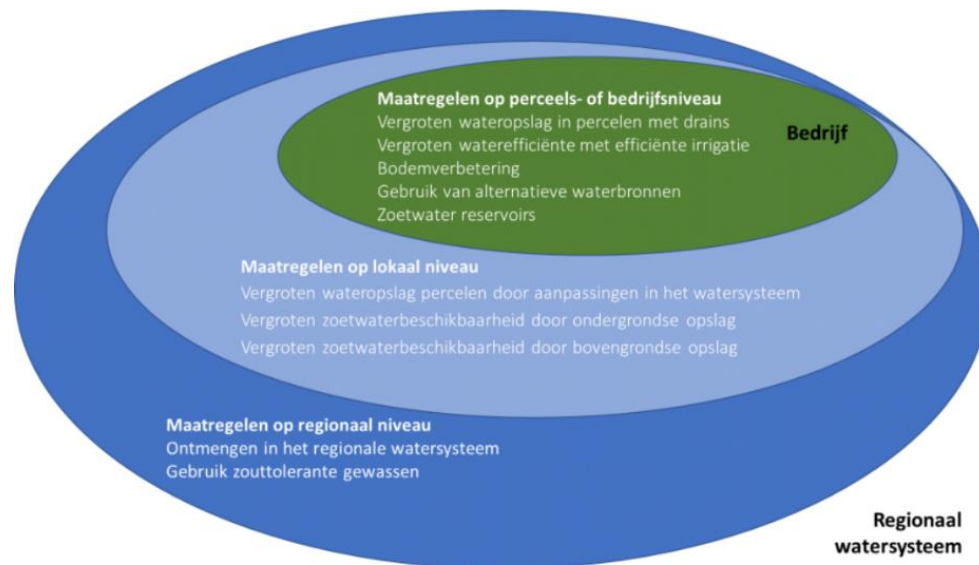
Meer informatie is te vinden in de samenvatting van de deltafacts die opgenomen is in bijlage E.

4. Minimalisatie vraag – optimalisatie aanbod

In dit hoofdstuk wordt eerst algemeen beschreven welke mogelijkheden er zijn voor de agrarische sector om meer zelfvoorzienend te worden in zoet water. Deze maatregelen worden op bedrijfs- en perceelniveau, lokaal niveau en regionaal beschreven.

Het van het Masterplan Zoetwater voor Zeeland is om nieuwe kansrijke oplossingen aan te dragen en te starten en daarnaast ook een actieve bijdrage te leveren aan lopende projecten. Om een beeld te krijgen zijn de lopende projecten en programma's in kaart gebracht. Er zijn veel lopende projecten, daarom is ervoor gekozen om alleen de Zeeland-brede projecten en programma's en ook waar in Zuid-Beveland aan gewerkt wordt in dit rapport op te nemen. Het doel van dit onderzoek is om een voorstel te doen voor nieuwe kansrijke projecten in Zuid-Beveland.

4.1 Zoetwatervoorziening verbeterende maatregelen



Figuur 4.1.1 Niveaus waarop maatregelen met betrekking tot de zoetwatervoorziening genomen kunnen worden (Mulder et al., 2020)

Op regionaal niveau kan een gebied profiteren van het regionale watersysteem. Op lokaal niveau kunnen agrarische bedrijven samenwerken om de zelfvoorzienendheid van zoet water te vergroten en op perceelniveau is de agrariër zelf verantwoordelijk voor investeringen.

Maatregelen op perceel kunnen zijn (Mulder et al., 2020 & Jeuken et al., 2015):

- Vergroten opslag van zoetwater in percelen met behulp van drains en zo de regenwaterlens vergroten;
- Vergroten van efficiënt watergebruik door middel van druppelirrigatie, precisie-irrigatie en infiltratie via drainagesystemen;
- Verbeteren van de bodem door het vergroten van het organisch gehalte;
- Water bufferen door op bedrijfsniveau waterreservoirs aan te leggen;
- Het gebruik van zouttolerantere gewassen.

Maatregelen op lokaal niveau kunnen zijn:

- Waterconservering in het oppervlaktewater door stuwtjes;
- Ondergrondse opslag van zoet water, voorbeelden hiervan zijn de Freshmaker en Kreekrug Infiltratie Systeem;
- Aanleggen van een kwelscherm dat zoute kwel afvoert;

- Het gebruik van alternatieve waterbronnen, bijvoorbeeld hergebruiken van effluent RWZI's, na een vierde trap zuivering;
- Ontzilting.

Maatregelen op regionaal niveau kunnen zijn:

- Het slimmer doorspoelen van het oppervlaktewatersysteem om actieve verzilting te voorkomen;
- Het scheiden van zoete en zoute sloten.

In *Deltafact Zoetwater zelfvoorzienendheid* van de landbouw is de volgende tabel weergegeven met geschatte kosten van verschillende soorten maatregelen om de zoetwater zelfvoorzienendheid van de agrarische sector te verbeteren. Uit de gesprekken lijkt dat veel ondernemers niet genoeg marge hebben om deze investeringen te doen. In bijlage C is een inventarisatie in samenwerking met Rabobank naar zoet water in economisch perspectief opgenomen.

Maatregel	Investeringskosten	Lopende kosten (excl. 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	
Slootboderverhoging	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

Figuur 4.1.2 Overzicht kosten verschillende maatregelen (Delsman et al., 2018 & Delsman et al., 2020)

4.2 Lessons learned uit Spanje en Portugal

In opdracht van ZAJK²⁰ en provincie Zeeland is er een rapport opgesteld over hoe Zeeuwse telers beter bestand kunnen worden tegen de gevolgen van klimaatverandering (Hoogendoorn et al., 2021). Naast goede voorbeelden uit de regio zelf is er gekeken naar voorbeelden uit Zuid-Europa: Spanje en Portugal. Deze landen kennen jaarlijks een lange periode van droogte, zonder dat dit invloed heeft op de teelt van gewassen. Hier worden centrale vormen van wateropslag op nationaal niveau gezien als essentieel om droge periodes te overbruggen. Het is interessant om te onderzoeken of en waar dit in Nederland mogelijk is.

De volgende lessen kunnen uit Spanje en Portugal geleerd worden:

- Verbinding tussen verschillende vormen en locaties van wateropslag spreidt het risico op verdroging.
- Voorlichting aan zowel telers als burgers blijft nog belangrijk om water efficiënter te gaan gebruiken. Het spreiden van de voorlichting over meerdere jaren is dan beter dan alleen voorlichting tijdens langdurige droogte.
- Telers zijn bewuster van het belang van waterbesparende maatregelen als ze medeverantwoordelijk zijn voor de aanleg, het onderhoud en de verdeling van het water.
- Bij gedeelde wateropslag is het belangrijk dat telers zelf ook over voldoende opslag beschikken om het gedeelde systeem te ontzien tijdens piekmomenten.

Meer lessen uit het buitenland zijn te vinden in bijlage I.

²⁰ Zeeuws Agrarisch Jongeren Kontakt

5. Aanpak gebiedsproces Zuid-Beveland

Voor dit onderzoek naar een klimaat robuuste zoetwatervoorziening is kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Om te komen tot een klimaat robuuste zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland is een intensief gebiedsproces in heel Zeeland uitgevoerd in het kader van het Masterplan Zoetwater voor Zeeland. In hoofdstuk 2 staat beschreven welke activiteiten er zijn uitgevoerd om te komen tot een eindadvies voor het samenwerkingsverband en welke rol dit afstudeerrapport daarin heeft gehad.

Op basis van wetenschappelijk onderzoek worden ook de toekomstverwachtingen met betrekking tot zoetwaterbeschikbaarheid in 2050 uiteengezet. In de casestudy in hoofdstuk 7 worden deze verwachtingen specifiek gemaakt voor Zuid-Beveland.

Er zijn gesprekken gevoerd met agrariërs en andere stakeholders. Doel van deze gesprekken was de gebiedsspecifieke situaties, uitdagingen en potentiële oplossingen duidelijk te krijgen. Voor het vaststellen van de context in het gebied Zuid-Beveland, zijn we in gesprek geweest met een fruitteler in de zak van Zuid-Beveland, een akkerbouwer in de Reigersbergsche polder (Oost Zuid-Beveland), akkerbouwer en een zeekraalteler/akkerbouwer uit Wolphaartsdijk. Daarnaast zijn er gesprekken gevoerd met Evides in het kader van de landbouwwaterleiding.

Een samenvatting van deze gesprekken is opgenomen in een tabel. Op deze manier kunnen de uitdagingen, inzichten en oplossingen van de verschillende stakeholders met elkaar vergeleken worden.

Om overzicht te creëren over wat er al loopt aan projecten en programma's in Zeeland met betrekking tot de zoetwatervoorziening in Zeeland, is een inventarisatie uitgevoerd. Deze is opgenomen in het theoretisch kader. Dit onderzoek wil nieuwe kansrijke oplossingen aandragen, dit is ook de ambitie van het samenwerkingsverband Masterplan Zoetwater voor Zeeland.

Uit de gesprekken met de agrariërs, andere belanghebbenden (gebiedsspecifiek) en eerdere analyses door o.a. ZLTO worden initiatieven en oplossingen opgehaald die op dit moment nog niet uitgevoerd worden, maar wel kansrijk zijn. Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Niet alle oplossingen in alle deelgebieden kunnen door het samenwerkingsverband opgepakt worden, daarom is in overleg met het samenwerkingsverband een prioritering gemaakt. De bedoeling was om op basis van een aantal criteria een prioritering te maken. Uiteindelijk is ervoor gekozen om zo veel mogelijk van de voorgestelde oplossingen op te nemen in het eindvoorstel per deelgebied en is er een mix van lopende en nieuwe projecten opgenomen in een tabel die dient als eindadvies. Wel is besloten om in als samenwerkingsverband in ieder deelgebied minimaal één nieuw project te starten.

Op basis van de 5 pijlers, die in overleg met het samenwerkingsverband zijn opgesteld (hoofdstuk 6) is een voorstel voor Zuid-Beveland gemaakt.

Daarnaast presenteert dit rapport een voorstel voor het gekozen nieuwe project voor Zuid-Beveland. Dit is opgesteld met de input uit de gesprekken en het literatuuronderzoek.

6. 5 pijlers voor een klimaat robuust watersysteem

Met het samenwerkingsverband is een gezamenlijke ambitie voor een klimaat robuust watersysteem voor Zeeland opgesteld. In het kader van toekomstbestendige landbouw wordt gestreefd naar uitvoering van duurzame oplossingen. Zoals de titel van de zoetwaterstrategie van ZLTO luidt: 'van berusting naar actie'. Om een duurzame en klimaat robuuste aanpak te waarborgen in ieder deelgebied in Zeeland wil de het samenwerkingsverband gaan werken aan de hand van de volgende 5 pijlers. Het streven is om ieder deelgebied een voorstel te maken waarin alle pijlers voorkomen.

De 5 pijlers luiden als volgt:



Figuur 7.0.1 5 pijlers voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening

1. Kennisontwikkeling en innovaties: blijvend investeren in onderzoek;
2. Robuuster regionaal watersysteem: optimaliseren van de waterberging, in zoetwaterlenzen op perceelniveau en kreekruggen en duinen op lokaal en regionaal niveau. Meer inzetten op waterberging op bedrijfsniveau door het aanleggen van waterreservoirs, dit in combinatie met efficiënt gebruik. Daarnaast meer inzetten op slim regionaal watermanagement, door middel van efficiënter doorspoelen van het oppervlaktewatersysteem, zo veel mogelijk scheiden van de sloten zoet, brak en zout, opzetten winterpeilen in combinatie met vergroot bufferend vermogen binnen afvoergebieden, bijvoorbeeld in natuurgebieden;
3. Zuiniger zijn: efficiënter gebruik van zoet water. Dat betekent inzetten op druppelirrigatie waar mogelijk, minder water vragende teelten opnemen in het bouwplan, duurzaam bodembeheer en bodemverbetering
4. Voorkomen actieve verzilting: als gevolg van slim regionaal watermanagement, door het scheiden van zoete en zoute sloten en het slim gebruik maken van grondwater: zorgen voor een balans in onttrekken en aanvullen van ondergrondse zoetwaterbellen;
5. Externe aanvoer: waar kosten/baten technisch haalbaar en voor een eerlijke prijs voor water.

En als laatste stap hoort ook het beheersen en accepteren van restrisico bij de strategie. Er kunnen afspraken gemaakt worden met verzekeraars en inkoop om op deze manier het risico zo veel mogelijk te beperken.

7. Casestudy Zuid-Beveland

De ideeën voor het voorstel *Zoetwater voor Zuid-Beveland* zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken met o.a. Evides in het kader van de landbouwwaterleiding, een fruitteiler in het gebied en ZLTO-afdeling Oost-Zuid-Beveland in het kader van de zoetwatervoorziening in de Reigersbergsche polder. Bij de verschillende gesprekken waren aanwezig:

- Rinus van 't Westeinde, vicevoorzitter kring Zeeland/Brabant NFO, lang actief geweest binnen ZLTO, statenlid CDA, vicevoorzitter Boer & Natuur landelijk, fruitteiler;
- Wim van Gorsel, voorzitter ZLTO-afdeling Oost Zuid-Beveland, agrarisch ondernemer Rilland (bezig met uitbreiding zoetwater aanvoer Reigersbergsche polder), fractievoorzitter ongebouwd Waterschap Scheldestromen;
- Ron Biemans, account manager Evides Industriewater (3);
- Hubrecht Janse, voorzitter ZLTO-afdeling Goes;
- Stefan Nieuwenhuijs, Rijkswaterstaat Zee & Delta in het kader van de zoetwatervoorziening van de Reigersbergsche polder.
- Arjan van den Beek, Gasunie i.v.m. mogelijke nieuwe gasleiding parallel aan de landbouwwaterleiding. De conclusie van dit gesprek is onder het kopje opmerkingen in de tabel opgenomen.

Daarnaast wordt dit onderzoek actief afgestemd met lopende initiatieven zoals de uitvoering van de 1e fase van het Deltaprogramma Zoetwater en de voorbereiding van de 2e fase, het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het Zeeuws Deltaplan Zoet Water. Het eindvoorstel zal met de op uitvoering gerichte initiatieven en projecten een inhoudelijke bijdrage leveren aan het debat over de zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland, nu en richting 2050.

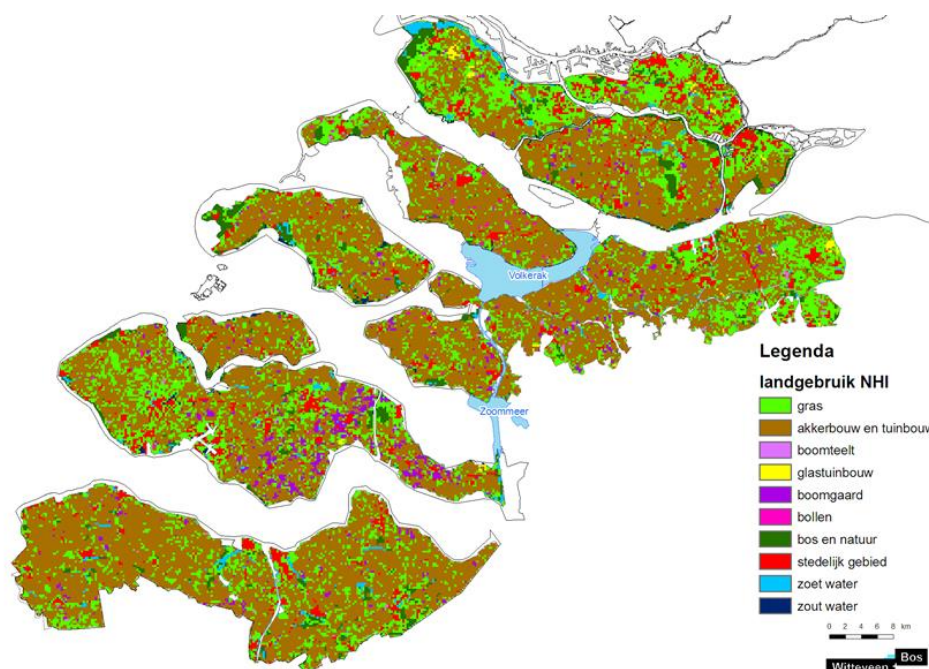
7.1 Karakteristiek Zuid-Beveland

Om alle mogelijkheden in het gebied te verkennen wordt nu eerst de context van het studiegebied geschetst. Zuid-Beveland is het oostelijke deel van Midden-Zeeland. Het ligt tussen de Oosterschelde en de Westerschelde. Zuid-Beveland heeft bijna 93.000 inwoners. Het zuidwesten van de regio, globaal het grondgebied van gemeente Borsele, wordt de Zak van Zuid-Beveland genoemd.



Figuur 7.1.1 Zuid-Beveland op de kaart

Op de kaart hieronder (Figuur 7.1.2) *Figuur 7.1.28.1.2 Landgebruik Zeeland* (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2) is te zien dat Zuid-Beveland veel fruitteelt heeft. In totaal vinden we ongeveer 3900 hectare fruitteelt in Zeeland. Gemeente Borsele was lang de nummer 1 gemeente in Nederland wat betreft fruitteelt, gemeente Reimerswaal en Kapelle volgen ook snel. Om ontwikkeling en groei in de fruitteeltsector te ondersteunen is het van belang om productierandvoorwaarden zoals zoetwaterbeschikbaarheid te waarborgen voor korte en lange termijn.



Figuur 7.1.2 Landgebruik Zeeland (Visser & van Tuinen, 2012 - NHI 2.2)

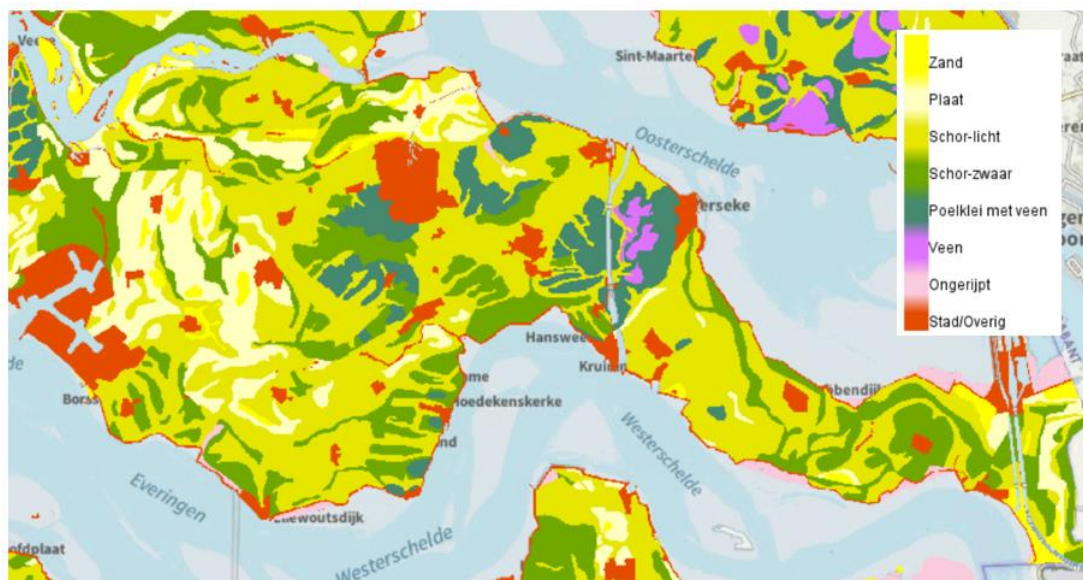
In de Middeleeuwen bestond Zuid-Beveland uit verschillende eilanden, door stroomgeulen van elkaar gescheiden. Het huidige Nationaal Landschap de Zak van Zuid-Beveland werd doorsneden door de Zwake, een belangrijke doorgangsroute voor scheepvaart tussen Middelburg, Veere en Antwerpen. Aan de kaart van Zuid-Beveland is goed te zien dat het land beetje bij beetje is ingepolderd. De 'bloemdijken' in de streek zijn bloemrijke dijken rond de polders en voormalige getijdenkreken. Door opeenvolgende periodes van landwinning en overstromingen, vormde zich een stelsel van binnendijken, te zien op de kaart hieronder. In de Zak van Zuid-Beveland beheert Natuurmonumenten ongeveer 80 km bloemrijke dijken. De dijken worden pas gemaaid als de bloemen hun zaden hebben verspreid en de vogels zijn uitgevlogen.



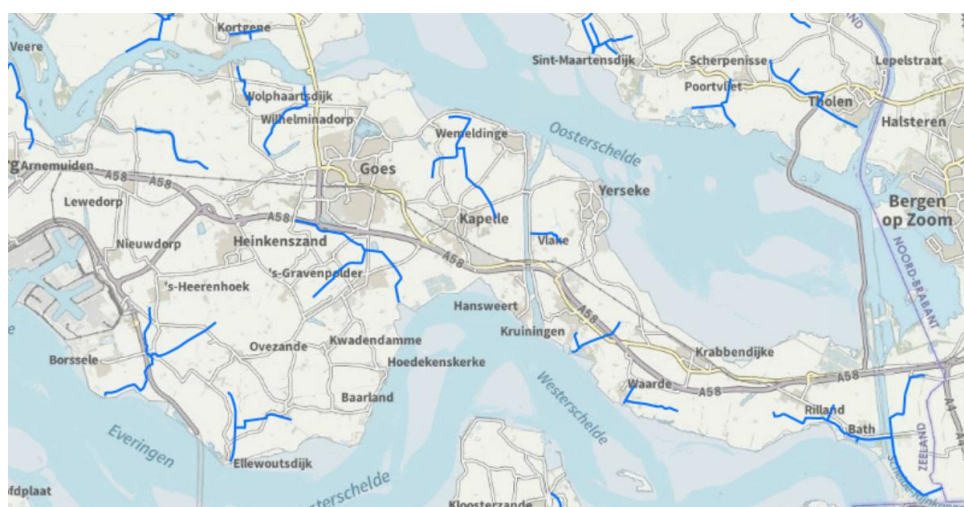
Figuur 7.1.3 - Dijken, dammen en wallen zak van Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)

De ondergrond van Zuid-Beveland bestaat voor een groot deel uit klei, in dunnere of dikkere pakketten. In de Yerseke Moer is nog er nog een veengebied dat beheerd wordt door stichting Het Zeeuwse Landschap. Dit is te zien op de kaart hieronder. Yerseke Moer is sinds de 11^e eeuw bedijkt en in gebruik genomen voor zoutwinning en hoger gelegen gebieden konden gebruikt worden voor het bouwen van huizen en wegen. Om het zout uit het veen te kunnen halen, moest eerst een dunne laag klei afgegraven worden, dit werd ook gebruikt om wallen en dijken op te hogen. Op een aantal plekken is niet al het veen afgegraven en ligt dit aan het oppervlak.

Ook in andere delen van Zuid-Beveland werd het veenpakket door kreken en zeearmen doorsneden. Later werden deze geulen opgevuld met zand en afgedekt met klei. De plaatgronden bestaan vooral uit een dunne deklaag van klei op een zandondergrond. De schorgronden hebben een dikker kleiprofiel. Plaatgronden zijn droogtegevoeliger dan schorgronden.

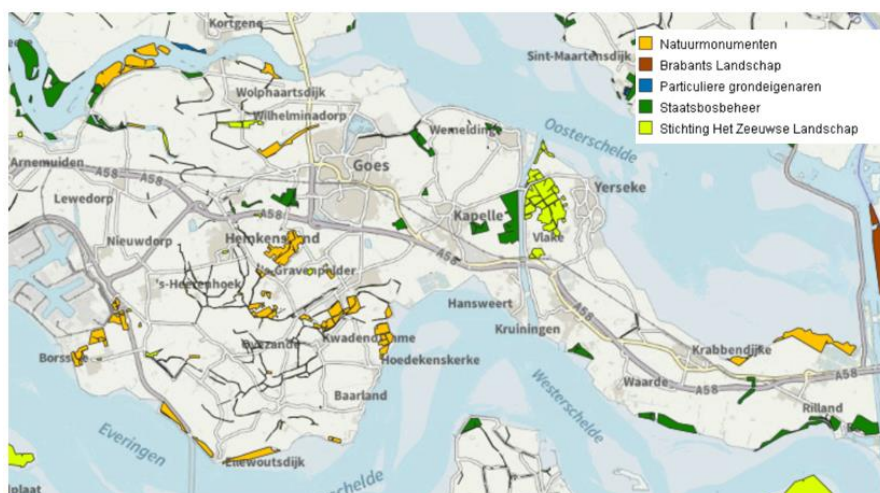


Figuur 7.1.4 - Waterkanskaart / Bodemtypen Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland).

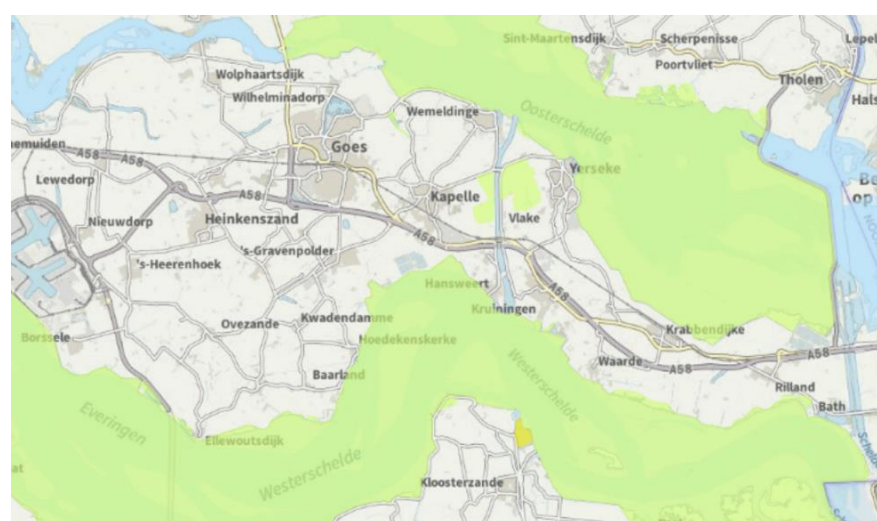


Figuur 7.1.5 KRW²² waterlichamen in Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)

²² De EU Kaderrichtlijn Water (KRW) definieert de waterkwaliteitsopgave voor zowel ecologie en chemie per waterlichaam, normering met resultaatsverplichting voor het waterschap. Doelen moeten zijn behaald uiterlijk in 2027. De waterkwaliteit is een blijvende zorg voor het waterbeheer. Veel wateren zijn te voedselrijk.



Figuur 7.1.6 Natuurbeheerders Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)



Figuur 7.1.7 Natura 2000 gebieden Zuid-Beveland (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)

De belangrijkste natuurgebieden van Zuid-Beveland zijn langs de randen gelegen, de Westerschelde en de Oosterschelde behoren ook tot Natura2000 gebied. Ook Yerseke moer valt onder Natura2000. Daarnaast is Zuid-Beveland een belangrijk fruitteelt gebied van Nederland. Ongeveer 10% van het landelijk areaal peren ligt in dit gebied. In 2019 was Borsele de gemeente met het grootste areaal fruitteelt, zie de figuur hieronder.



Figuur 7.1.8 Aanwezigheid van fruitteelt per gemeente (NFO, 2019)

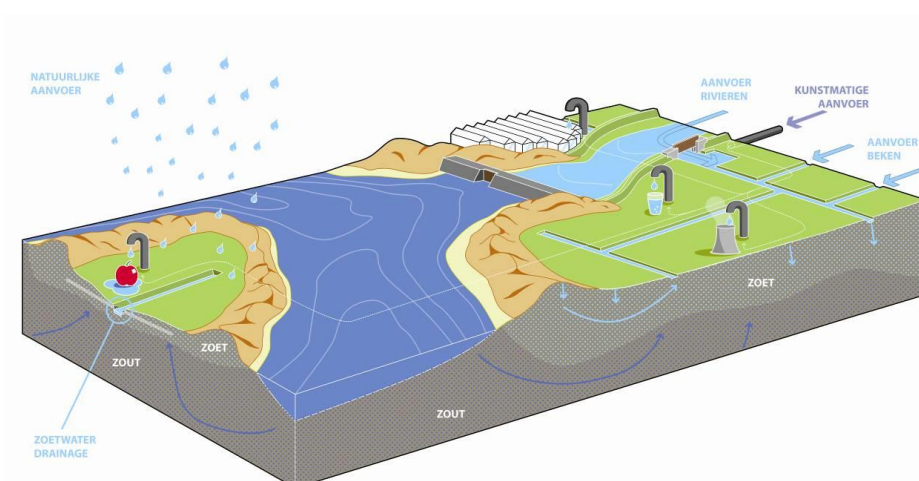
Naast fruitteelt is ook uienteelt een belangrijke pijler voor de agrarische sector in Zeeland. Grote telers, toeleveranciers en afnemers zijn in Zeeland gevestigd voor de goede grond, waar uien van goede kwaliteit geteeld kunnen worden. De Zeeuwse uienteelt is voor zoet water afhankelijk van

regen en slechts voor 200 van de 6000 hectare waar uien op geteeld worden is zoet water in de buurt beschikbaar. In 2018 kwam het gebrek aan zoet water aan het licht: twee derde van de uien overleefde het niet. In 2021 planten en zaaien Zeeuwse telers minder uien (naar schatting ruim 600 minder) zodat het areaal krimpt naar 6000 hectare. Juist in andere provincies gaan meer uien de grond in (Balkenende, 2021).

In hoofdstuk 3 zijn de zoetwateropgaven voor Zeeland samengevat, gebaseerd op een uitgebreide literatuuranalyse. Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste conclusies voor Zuid-Beveland.

7.2 Zoetwatersituatie

Een groot deel van Zuid-Beveland is voor zoetwater volledig afhankelijk van neerslag voor de zoetwatervoorziening. Aanvullend wordt *extern zoetwater* aangevoerd naar de Reigersbergse polder vanuit het Volkerak Zoommeer. Tot slotte wordt er ook *kunstmatig water aangevoerd* via buisleidingen vanuit de Biesbosch ten behoeve van voornamelijk de fruitteeltsector in Zuid-Beveland. In onderstaande schets is het *natuurlijk basissysteem + externe aanvoer + kunstmatige aanvoer* in Zeeland schematisch weergegeven.



Figuur 7.2.1 Natuurlijke aanvoer + externe aanvoer + kunstmatige aanvoer (Visser & van Tuinen, 2012 - Illustratie Bosch & Slabbers)

7.2.1 Externe aanvoer – Volkerak Zoommeer

Volgens de klimaatrobustheidstoets van Deltares is het regulier peilbeheer en de zoetwatervoorziening van het Volkerak Zoommeer klimaat robuust tot 1 meter zeespiegelstijging, dat wil zeggen tot na 2100 volgens te klimaatscenario's (KNMI, 2015), mits zeespiegelstijging door verschillende factoren niet versneld wordt. Het peilbeheer en de zoetwatervoorziening blijven binnen de grenzen van het waterakkoord (2016):

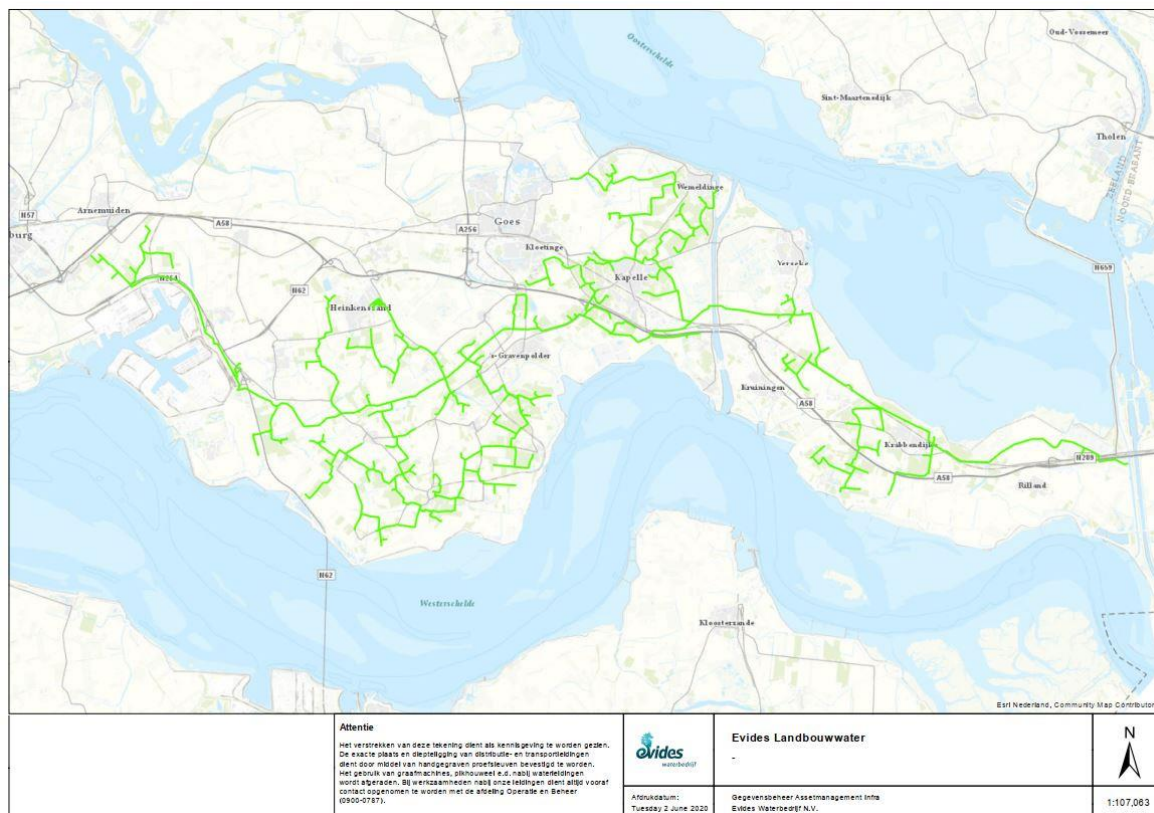
- Maximale chlorideconcentratie van 450 mg/L tijdens het groeiseizoen
- Maximale waterstand hoger dan -10 cm NAP
- Maximale waterstand lager dan +15 cm NAP

De drie randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden zijn:

- De wateraanvoer door de Volkeraksluizen moet jaarrond ongeveer 40 m³/s zijn;
- De kweldruk mag niet substantieel toenemen boven de huidige geschatte waarde van 3 kg/s. Het is nog niet duidelijk hoe veel en hoe snel de kweldruk stijgt. Vermoedelijk is het tot 2050 met een relatief beperkte zeespiegelstijging van 10-20 cm nog geen knippunt;
- Na ingebruikname van IZZS (innovatieve zoet-zout scheiding) Krammersluizen moet de operationele aansturing worden geoptimaliseerd (2025-2030).

7.2.2 Landbouwwaterleiding

Ter aanvulling op het natuurlijke basissysteem heeft Zuid-Beveland ook beschikking tot de landbouwwaterleiding van Evides. Dit aanvoerregime is een landbouwwaterleiding vanuit de Biesbosch met een aantal aftakkingen in Zuid-Beveland. Het water is zoeter dan uit het Volkerak-Zoommeer ($\pm 150 \text{ mg Cl}^-/\text{l}$).



Figuur 7.0.1.2 Landbouwwaterleiding met aftakkingen (Evides, 2021)

7.3 Zoetwatergebruik

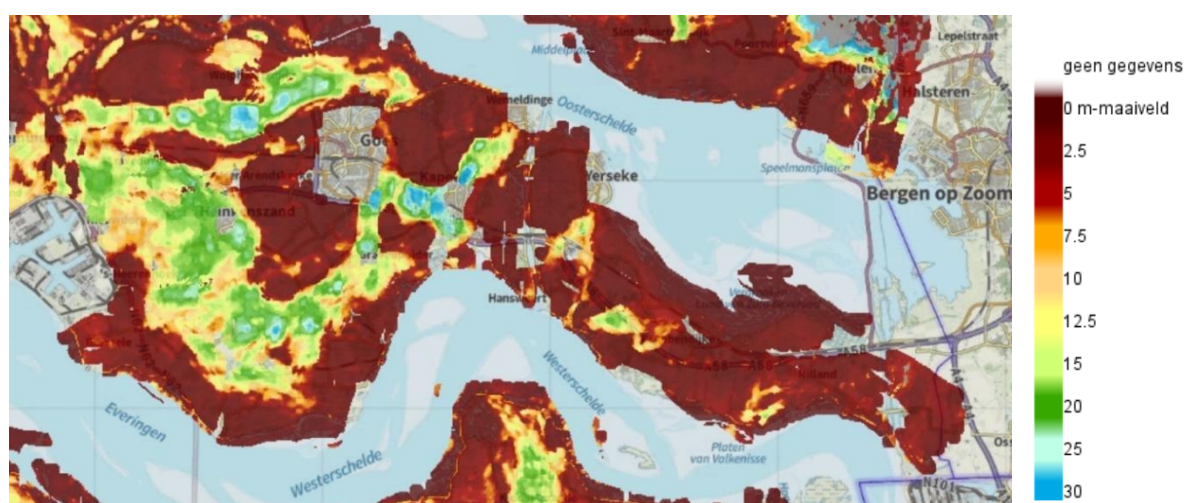
In het kader van het Deltaprogramma zijn in 2012 en 2020 uitgebreide actualisaties uitgevoerd van de knelpuntenanalyse zoetwater voor de Zuidwestelijke Delta. Er zijn in 2011 hydrologische analyses gedaan met Hydrologisch Instrumentarium (NHI) voor de Zuidwestelijke Delta en in 2020 met het Nationaal Water Model. Hieronder enkele relevante resultaten samengevat.

Watergebruiker	2011	2020 ²⁵
Drinkwater (M m ³ /jr.)	7,3	p.m.
Industriewater (M m ³ /jr.)	7,1	p.m.
Aanvoer vanuit regionaal watersysteem – inlaat landbouwwaterleiding (M m ³ /april-sept)	1,0	p.m.
Aanvoer vanuit regionaal watersysteem – inlaat	3,4	p.m.

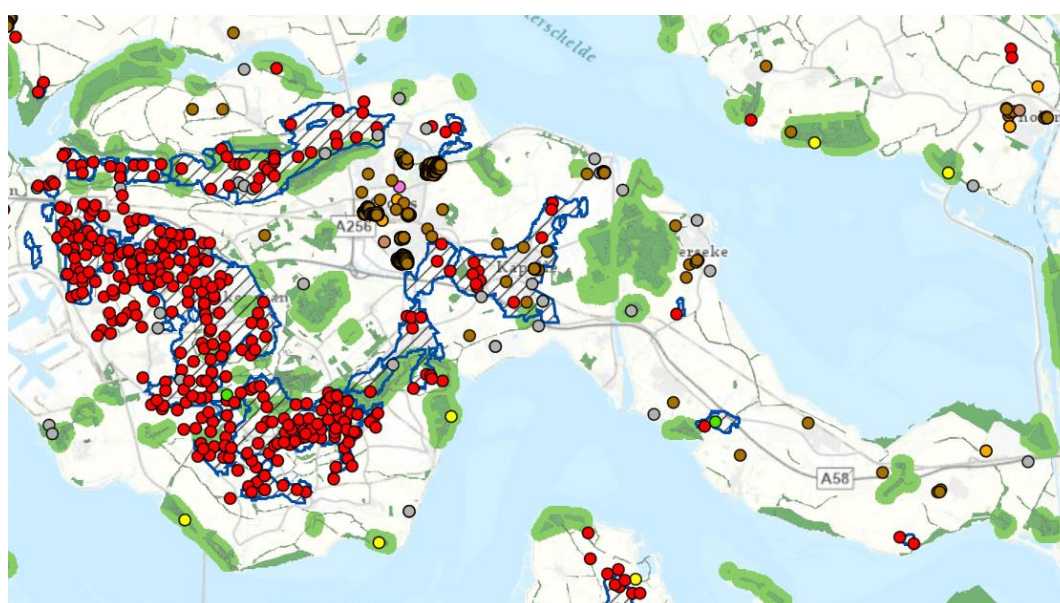
²⁵ Er is navraag gedaan bij Evides voor een update van de cijfers van 2011. Deze zijn tot nu toe nog niet ontvangen.

Reigersbergsche polder (M m ³ /april-sept)		
Berekening grond- en oppervlaktewater	175 installaties	370 installaties

Op de kaarten hieronder is de zoet-zout verdeling in de ondergrond gevisualiseerd en zijn de vergunde grondwateronttrekkingen weergegeven. De regels van Waterschap Scheldestromen, zoals die beschreven staan in hoofdstuk 3.2.2, zijn van belang om de kwetsbare zoetwaterbel in de bodem te beschermen. Bij grote onttrekkingen zonder dat de bel wordt aangevuld door neerslag, kan zout water omhoog gepompt worden.



Figuur 7.3.1 – FRESHEM kaart met grensvlak chlorideconcentratie grondwater 1000 mg/l – diepte in meter t.o.v. het maaiveld (Bron: Provincie Zeeland, FRESHEM kaart 2017).



Figuur 7.3.2 Grondwateronttrekkingen (Waterschap Scheldestromen, 2021 – Interactieve kaart grondwaterbeheer)

De zoetwatervoorkomens zijn afgeleid uit de FRESHEM-data en voldoen aan de criteria dat de zoetwaterbel in de ondergrond minimaal 15 m is.

Het totaal aantal grondwateronttrekkingsinstallaties is bekend en ook de verschillende soorten onttrekkingen zijn bekend. Met deze gegevens is een schatting gemaakt op het totaal onttrokken grondwater in 2011 en 2020 (Scheldestromen, 2019 & Scheldestromen, 2021).

Tabel 2 Grondwateronttrekkingsinstallaties en hoeveelheden berekend.

Jaar	2011	2020
Totaal aantal grondwateronttrekkingsinstallaties	175	370
Maximaal te onttrekken volume grondwater (Mm ³ /jr)	1,76 Mm ³ /jr	3,71 Mm ³ /jr
Registratieverplichting:	44	93
Vergunde onttrekkingen:	88	185
Meldplichtige onttrekkingen:	44	93
Registratieverplichting:	max. 12.000 m ³ /jr	
Vergunningsplicht:	Gem. 10.000 m ³ /jr	
Meldplicht:	max. 8000 m ³ /jr	

7.4 Toekomstbeeld voor 2050

In het algemeen kan worden gesteld dat de klimaatverandering de komende decennia zal leiden tot:

- de opwarming zet door - hierdoor komen zachte winters en warme zomers vaker voor;
- met name in april/mei neemt de neerslag af en neemt de verdamping toe, waardoor er vaker al een vochttekort is aan het begin van het groeiseizoen;
- de winters worden gemiddeld natter en ook extreme neerslaghoeveelheden nemen toe;
- de hevigheid van extreme regenbuien in de zomer neemt toe, maar het aantal zomerse regendagen wordt juist minder;
- de zeespiegel blijft stijgen.

Watergebruiker	2050 (scenario STOOM)
Drinkwater (M m ³ /jr.)	9,1
Industriewater (M m ³ /jr.)	15,7
Aanvoer vanuit regionaal watersysteem – inlaat landbouwwaterleiding (M m ³ /april-sept)	1,0
Aanvoer vanuit regionaal watersysteem – inlaat Reigersbergsche polder (M m ³ /april-sept)	3,4
Berekening grond- en oppervlaktewater	Verdriedubbeling van de watervraag t.o.v. 2020 ²⁶

²⁶ Conclusie uit de 2020 analyse van Deltares: voor de hele Zuidwestelijke Delta waar geen externe aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem mogelijk is (in de 2020 analyse: Zeeland zonder Tholen en St. Philipsland).

Voor Zuid-Beveland verwachten we als zoetwateropgave in 2050, uitgaande van een veranderend klimaat voor het maatgevende scenario STOOM²⁷:

- Een toename van het vochttekort²⁸ in de bodem, wat leidt tot lagere opbrengsten voor de landbouw. Dit toenemend vochttekort kan slechts in beperkte mate worden gemitigeerd door peilhandhaving van het oppervlaktewater, omdat de invloed van infiltrerend oppervlaktewater tot een smalle zone langs de watergangen beperkt is. Het vochttekort kan wel goed worden verkleind door middel van beregening.
- In een matig droog jaar (1 keer per 10 jaar) bedraagt de toename van het maximale cumulatieve vochttekort in bijna heel Zeeland 50 tot 100 mm. In gebieden waar beregend kan worden lopen de vochttekorten minder op. Bij het maatgevende klimaatscenario stijgen deze vochttekorten met 50 tot 100 mm, waardoor dan grote delen van Zeeland vochttekort van meer dan 200 mm kunnen optreden. Dit zou tot aanzienlijke opbrengstderving voor de landbouw en fruitteelt kunnen leiden. De inschatting is dat deze modelvoorspellingen aan de voorzichtige kant zitten. In 2018 was het landelijk gemiddeld potentieel vochttekort iets meer dan 300 mm en op sommige plaatsen in Zeeland ruim daarboven (Mens et al., 2020).



Figuur 7.4.1 Schade appels door zonnebrand (Foto: Rinus van 't Westeinde)

- Als gevolg van de toename van het vochttekort zal de vraag naar beregening vanuit het grond- en oppervlaktewater toenemen. Voor de hele Zuidwestelijke Delta waar geen externe aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem mogelijk is (in de 2020 analyse van Deltares: Zeeland zonder Tholen en St. Philipsland), vertaalt zich dat in een gemiddeld bijna verdriedubbeling van de watervraag voor grondwaterberegening in het maatgevende klimaatscenario (30 Mm³²⁹, 1: 10 jaar, STOOM 2050). Voor Zuid-Beveland zou dit zich vertalen in een grondwatervraag van 11,1 Mm³/jr. Er zit echter wel een limiet aan de grondwatervoorraad, dus de kans dat dit beschikbaar is in 2050 is klein.
- Door het grotere verdampingsoverschot in de zomer zakken de grondwaterstanden verder weg in grote delen van de Zuidwestelijke Delta. De verlaging bedraagt 5 tot 25 cm, lokaal meer dan 50 cm.

²⁷ De conclusies die hieronder beschreven worden zijn conclusies uit hoofdstuk 3.3.

²⁸ Het vochttekort in de bodem is gedefinieerd als de potentiële verdamping (transpiratie) van de gewassen minus de actuele verdamping. Dit wordt uitgedrukt in aantal mm, en bijgehouden vanaf het begin van het groeiseizoen (1 april) tot het eind van het groeiseizoen (ongeveer augustus/september maar kan per gewas verschillen)

²⁹ In de geactualiseerde knelpuntenanalyse van het Deltaprogramma Zoetwater (Mens et al, 2020) is 22 Mm³ berekend, in de analyse van het Masterplan Zoetwater voor Zeeland komen we op ruim 30 Mm³ /jaar.

- In grote delen van Zeeland is permanent sprake van intensievere zoute kwel. Daardoor staat in sommige gebieden de zoetwaterlens onder druk. Verzilting vindt vooral plaats in de lageregelegen gebieden bij de kust (Westerschelde en Oosterschelde).
- In het klimaatscenario STOOM neemt de neerslagtekort in de zomer toe en stijgt de zeespiegel, hierdoor zal de capaciteit van de regenwaterlenzen verder afnemen, in aanvulling op het effect van de autonome ontwikkeling (toename zoute kwel). Bij de uitputting van de regenwaterlenzen speelt ook het huidige drainagesysteem in de landbouw een rol. Hierbij wordt het winterse neerslagoverschot snel afgevoerd naar de sloot, met als gevolg dat de regenwaterlens minder effectief wordt gevoed. Zomers worden de regenwaterlenzen dunner door het verdampingsoverschot.
- In (extreem) droge jaren valt te weinig neerslag om de landbouwsector van voldoende water van voldoende kwaliteit te voorzien. Dit knelpunt lijkt groter te worden door de toename van de interne verzilting, maar ook lijken veel gewassen toleranter voor hogere chloridgehalten dan wordt gedacht (Stuyt, 2011). Daarnaast blijkt dat droogteschade ernstiger is dan zoutschade.
- Vanwege de onzekerheden rondom klimaatverandering, kan er niet uitgesloten worden dat door verzilting de zoetwaterfunctie van het Volkerak Zoommeer onder druk komt te staan. Echter, de hoofdconclusie is dat er de komende decennia, mits voldaan wordt aan de randvoorwaarden van kweldruk, doorspoeldebiet en zoutlekbeheersing van de Krammersluizen, de huidige zoetwaterfunctie kan blijven bestaan. Daarnaast is in de leveringszekerheid vanuit het Volkerak Zoommeer niet optimaal vanwege het regelmatig voorkomen van blauwalg, waardoor de inlaat stopgezet moet worden.

7.5 Lopende projecten en initiatieven Zuid-Beveland

Het samenwerkingsverband van agribusinesspartijen wil nieuwe projecten op gaan starten, daarom is een verkenning gedaan naar al lopende projecten en initiatieven. Deze zijn hieronder voor Zeeland breed en specifiek voor Zuid-Beveland weergegeven.

Nr.	Project / initiatief	Status	Initiatiefnemer	Budget (€)	Periode	Korte beschrijving
1	FRESHM zoet-zout kartering	Uitgevoerd	Provincie Zeeland	1.476.200	2014-2017	Proeftuinproject E1. Voor waterconservering is het belangrijk kennis van de zoet-zoutverdeling in de bodem te hebben. Het project Freshem brengt de verdeling tot dieper dan 80 meter in kaart. Met een helikopter werd het zoutgehalte als weerstand van de ondergrond voor elektromagnetische straling in een bepaalde frequentie gemeten.
2	GO-FRESH – Freshmaker	Uitgevoerd	Provincie Zeeland	545.700 (GO-FRESH project totaal)	2014-2017	Proeftuinproject E2. Combinatie van zoutwateronttrekking op ± 15 m diepte en zoetwaterinfiltratie ± 7 m diep om zoetwatervoorraad in de bodem te vergroten. Zodat er in droge perioden gelegenheid is voor onttrekken.
3	Verkenning gebiedsfreshmaker	Uitgevoerd	Provincie Zeeland	60.500	2016	In dit project zijn de mogelijkheden verkend om het concept van de Freshmaker toe te passen op een groter gebied. Uit de Freshmakerproef (GO-FRESH) is gebleken dat het concept werkt op bedrijfsniveau. Het zou interessant zijn om op te schalen naar een groter gebied. Meerdere grondbezitters moeten onderling akkoord gaan over de inrichting van zo'n voorziening.
4	Drainstore	Uitgevoerd	Agrarisch bedrijf Meulwaeter	247.750	2018-2020	Proeftuinproject E12. Zoetwateropslag in de ondergrond van een perceel in Kruiningen (agrarisch bedrijf Meulwaeter).
5	Hergebruik spoelwater Coroos	In uitvoering	Gemeente Kapelle		2020-2021	In een jaar gebruikt Coroos (conserveringsfabriek van appelmoes, rode kool, erwten en wortels) ongeveer 600.000 m ³ water, dit water wordt nu na gebruik in de Westerschelde geloosd. Er is onderzocht of water van voldoende kwaliteit is om te gebruiken voor irrigatie van met name de fruitteelt rondom de fabriek. De gemeente Kapelle heeft in de zomer 2020 een werkgroep samengesteld om tot een aanpak te komen, zodat het gebruikte water zo duurzaam mogelijk kan worden hergebruikt, in samenwerking met de provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, Impuls Zeeland en ZLTO.

6	Waterconservering met Lamb Weston Meijer en Wiskerke Onions (Fresh4Seas)	In uitvoering	Lamb Weston Meijer en Wiskerke Onions		2019-2022	Rondom het zonnepark krijgt natuur en water de ruimte. In het park vangen waterbuffers een deel van het gezuiverde proceswater van Lamb Weston/Meijer op. Jaarlijks loost Lamb Weston Meijer ongeveer 2 miljoen kuub zoet water in de Westerschelde. Aangesloten bij het Fresh4Seas project onderdeel van het programma Interreg 2 Zeeën. Het project van Lamb Weston Meijer en Wiskerke onions bestaat uit de volgende verschillende onderdelen: 1. Via buizen stroomt restwarmte van Lamb Weston naar Wiskerke Onions, daarmee worden de uien van Wiskerke Onions gedroogd. 2. Gezuiverd proceswater van Lamb Weston-Meijer wordt onder een zonnepark van 20 hectare opgevangen en kan gebruikt worden voor irrigatie voor boeren uit de buurt.
7	Uitbreiding zoetwatervoorziening Reigerbergsche Polder / Reimerswaal	In uitvoering	Agrarische ondernemers Rilland (ZLTO)			Externe aanvoer van zoet water van hoge kwaliteit uit het Volkerak-Zoommeer / Spuikanaal. Verkennende haalbaarheidsstudie loopt in samenwerking met Waterschap Scheldestromen.
8	Robuuste Fruitteelt	In uitvoering	NFO		2019 -	Zoetwater is een belangrijk thema vanuit het Plan van Aanpak Robuuste Fruitteelt Zeeland. Dit is een overleg vanuit NFO en ZLTO (n.a.v. overleg met Provincie) met een groep stakeholders en erfbetreders in de Zeeuwse Fruitteelt, zoals The Greenery, Fruitmasters, FPZ, Vogelaar Vredenhof, CZAV, CAF, Fruitconsult, Van Iperen, Delphy, Meeuwse en Rabobank. Vanuit dit overleg is het samenwerkingsproject (ZLTO/NFO/Rabo) "Innovatief fruit telen in een veranderend (ondernemers)klimaat" opgezet wat de komende tijd van start gaat. Voor risicoborging en vernieuwing van de sector zijn ook allerlei investeringen nodig op de bedrijven. Voor de ontwikkeling van de sector is flankerend beleid nodig voor ondersteunende voorzieningen, faunaschade en huisvesting. Via Plan van Aanpak willen partijen ook een impuls geven aan kennisontwikkeling en deling en versterking van het ondernemerschap. NFO en ZLTO gaan met de Provincie het Plan van Aanpak verder invullen en hierover dit jaar nog een intentieovereenkomst afsluiten.
9	Proeftuin Zoetwater Zeeland - fase 2	Gepland	Provincie Zeeland	n.t.b.	2022-2027	Vervolg op de pilots uit de Proeftuin Zoetwater fase 1. In de komende DPZW-planperiode (2022-2027) is zowel verdere uitwerking van de beschikbare methodieken als uitrol/opschaling van de bestaande methodieken aan de orde. Hierbij wordt ook gewerkt aan keuze-ondersteunende systemen. Er wordt onderscheid gemaakt in opschaling van ontwikkelde technieken en nieuwe technieken.

10	Slimmer Regionaal Waterbeheer (SRW)	Gepland	Waterschap Scheldestromen	n.t.b.	2022-2027	Door toenemende (dreigende) schaarste worden waterbeheerders verplicht tot betere sturing van hun (aanvoer)watersysteem. Regionaal waterbeheer van de toekomst kent een andere balans tussen (risico op) wateroverlast en -tekort, met bijbehorende sturingsmogelijkheden. In de planperiode tot 2021 zijn de waterbeheerders (waterschappen en RWS) in de ZW Delta gestart met het gezamenlijke proces van Slim Watermanagement (SWM). SWM gaat over afstemming op het niveau van de beheergrenzen rondom het VZM. SRW gaat over een vergaande optimalisatie van de aansturing van de assets van de waterschappen zodat aansluitend op het SWM in de regionale watersystemen meer water kan worden vastgehouden.
11	Monitoring en modellering zoet-zout overgangen en zoetwater voorraden	Gepland	Waterschap Scheldestromen, Provincie Zeeland	n.t.b.	2022-2027	In de ZWD hebben rijk en regio in de eerste DPZW-planfase zoet-zoutgrenzen in de ondergrond in beeld gebracht (FRESHEM). Inmiddels is er een meetcampagne voorzien voor heel Laag-Nederland. Dit biedt voor Zeeland een vergelijkingsmogelijkheid met de situatie uit 2014/2015. Er is aanvullend monitoring en onderzoek/modellering noodzakelijk voor een beter (of behoud van) zicht op zoet-zout-verdeling en beschikbare bergingscapaciteit in de ondergrond. Ook is aanvullend onderzoek/modellering noodzakelijk om zoetwatervoorraden te kunnen behouden en efficiënt in te zetten (o.a. slimmer onttrekken).

7.6 Samenvatting gesprekken

De ideeën voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland zijn geïnventariseerd tijdens verschillende gesprekken. De belangrijkste conclusies van de gesprekken zijn hieronder per gesprek in de tabel opgenomen. Uitgebreidere verslagen kunnen gevonden worden in de bijlage G

	Rinus van 't Westeinde	Wim van Gorsel	Evides	Hubrecht Janse	Gasunie
Zoetwatersituatie	Afhankelijk van neerslag en aansluitingen LBWL³⁰ van Evides. Fruitteeltbedrijf ligt bij Nisse in Zuid-Beveland	Bedrijf ligt in Reigersbergsche polder. Water uit VZM³¹ wordt ingelaten in Reigersbergsche polder en Eerste Bathpolder. LBWL loopt ook door het gebied. Ongeveer 15 ondernemers maken gebruik van water VZM Groot aantal bedrijven net buiten het gebied zijn wel afhankelijk van neerslag.	De LBWL levert ruw Biesbosch water, dus geen drinkwater. Chloride gehalte ligt tussen 60 m/L en 80 mg/L. LBWL takt af van de grote waterleidingen die vanuit de Biesbosch naar het zuiden lopen.	Afhankelijk van neerslag voor zoetwatervoorziening. Het bedrijf grenst aan het Veerse Meer en ligt buitendijks. In een gemiddeld jaar is de regenwaterlens in de bodem voldoende voor de gewone akkerbouwgewassen.	Volkerak Zoommeer heeft een chloride gehalte tussen 150 mg Cl/ en 450 mg Cl/L.
Waterbehoefte	Fruitteelt: ○ Droge en warme momenten: in augustus zoet water nodig voor kwaliteit van de vrucht ○ Jonge aanplant heeft veel water nodig ○ Voorjaar: nachtvorst berekening ○ Zomer: Gewaskoeling bij hoge temperaturen	Akkerbouw: - Vooral zoet water nodig bij het ontkiemen.	n.v.t.	Vooral zoet water nodig bij het ontkiemen ook voor zilte teelt: zeekraal.	Voldoende rivierafvoer Rijn – klimaatrobustheidstoets van Deltares wijst uit dat levering tot 2050 mogelijk is mits een aantal voorwaarden.
Uitdagingen	Evides geeft geen nieuwe aansluitingen meer.	Verschillende veredelaars uit de omgeving pachten land binnen het gebied met zoetwater aanvoer, waardoor	Opbrengsten van de LBWL zijn 100% variabel, de kosten grotendeels vast.	Zoet water op het juiste moment vooral voor de zilte teelten (voor het ontkiemen in voorjaar):	In droge perioden is er veel blauwalg in het VZM, daardoor moet inlaat in Tholen en St. Philipsland en

³⁰ Landbouwwaterleiding

³¹ Volkerak Zoommeer

	Watergebruik uit de leiding is vaak op piekmomenten, wat zorgt voor het wegvallen van de druk. Soms al wel water afgenomen en hiervoor betaald, op een cruciaal moment geen water meer betekent alsnog geen optimale oogst. Effluent van de RWZI Willem Annapolder wordt soms door agrariërs net na zuivering uit de sloot gepompt. Water voldoet niet aan de eisen voor irrigatiewater, wordt wel vaak gebruikt in noodgevallen. Uienteelt in het gebied staat voor de vraag of het zo nog verder kan. Grote uienverwerkingsbedrijven zitten wel in het gebied. Uitdagingen fruitteelt: - o Meer concurrentie vanuit andere gebieden. Fruittelers in sommige andere gebieden in NL hebben altijd zoet water uit oppervlaktewater. In droge zomers dus een voorsprong op Zeeland-> hoge prijzen en goede oogst. - o Nieuwe rassen in opkomst. Voorbeeld: concept ras Sprank i.s.m. Vogelaar en Albert Heijn. Hogere eisen, dus meer investeringen nodig, dat betekent ook meer risico.	ze de zekerheid van zoetwater hebben zodat onderzoek niet verloren gaat als gevolg van misoogsten. Er is een proef gedaan, om te bekijken als er water 'over is', of dat kan worden gebruikt door agrariërs buiten het gebied. Uit deze proef blijkt dat er vaak maar net voldoende water beschikbaar is in het gebied zelf.	In verhouding zijn de kosten voor beheer en onderhoud om het water naar Zeeland te transporteren duurder door de lange afstanden en niet optimaal gebruik van de LBWL (80% weinig gebruik / 20% intensief gebruik). Maandenlang wordt er nauwelijks gebruik, bij droge periode is er een piekwatervraagbehoefte en is er niet genoeg voor iedereen en is de druk op de leiding laag voor de gebruikers verderop langs de LBWL	o Toenemende droge perioden in voorjaar met droge oostenwind en een hoge verdamping zorgt vooral voor problemen. Door hitte droogt de bodem snel uit in april/mei, waardoor pas gezaaide gewassen niet ontkiemen. Op dit moment is zoet water nodig.	Reigersbergsche polder soms stopgezet worden. Hoge zoutconcentraties tijdens droge perioden
--	--	--	---	--	--

Mogelijke oplossingen	Breder uitrollen van GO-Fresh maatregelen. Meer bassins per ondernemer vullen met oppervlaktewater, water uit diepdrain + aanvullen met water uit LBWL + Aanleg van grote tussenbassins langs LBWL voor gebruik op piekmomenten. Scheiden van zoete en zoute sloten + vasthouden van neerslag in oppervlaktewater Pompstations om druk van de LBWL hoog te houden. Waterberging in natuurgebieden, bijv. Zwaakse Weel Effluent hergebruiken van de RWZI's. Water met extra trap zuiveren en/of helofytenfilter + opslaan in groot centraal bassin/natuurgebied Aan begin van LBWL kijken naar andere oplossingen zoals het afkoppelen van gebruikers +combineren uitbreiding leveringsgebied VZM	Uitbreiden van het zoetwatergebied Reigersbergsche polder. Onderzoek gedaan door de ZLTO i.s.m. het waterschap naar het draagvlak in de hele Reigersbergsche polder/Reimerswaal. Meer dan 90% van de ondernemers geïnteresseerd is in externe aanvoer vanuit VZM. Momenteel wordt er gewerkt aan een pre-haalbaarheidsstudie door het waterschap, hiervoor is mankracht en middelen beschikbaar gesteld om een extern bureau in te huren.	Het gebruik van de LBWL verder optimaliseren, zodat er een constant debiet kan worden geleverd, wat ook nog eens kan tegen een aantrekkelijkere prijs. Dit zou kunnen worden gerealiseerd door meer buffercapaciteit langs de leiding aan te leggen, dus lokale opslag. Wanneer grotere bergingen beschikbaar zijn zouden we weer kunnen gaan denken aan eventuele uitbreiding van het systeem en het leveringsgebied.	Meer mogelijkheden voor het aanleggen van bassins Beter bodembeheer. Experimenteert zelf met niet-kerende grondbewerking.	Streven naar lager Cl-gehalte dan 450 mg/L aan het begin van het groeiseizoen is bespreekbaar (zonder officiële afspraak) Combineren met gezamenlijke aanpak verbeteren waterkwaliteit (blauwalg)
Overige opmerkingen	Gasunie gaat misschien een nieuwe gasleiding aanleggen, ongeveer parallel aan de landbouwwaterleiding: belangrijk voor de agribusiness partijen om aangehaakt te blijven.				

7.7 Voorstel klimaat robuuste zoetwatervoorziening Zuid-Beveland

Er zijn vele soorten oplossingen om de regionale- en lokale zoetwatervoorziening in Zuid-Beveland te versterken en te behouden. Ook de oplossingsrichtingen die zijn verkend door een gezamenlijke werkgroep van ZLTO-afdelingen Goes, Oost Zuid-Beveland en Borsele in 2019 en 2020 zijn in de voorgestelde aanpak verwerkt. Deze zijn te vinden in bijlage H.

Deze oplossingen zijn in een lijst naast elkaar gezet en met elkaar vergeleken op de volgende punten:

- Kosten
- Kansrijkheid financiering
- Draagvlak
- Impact op het probleem
- Actieve inzet stuurgroep nodig
- Meekoppelkansen
- Klimaatrobustheid
- Innovatief
- Wet- en regelgeving

De bedoeling was om op basis van deze criteria verschillende projecten te kiezen en die verder te gaan uitwerken tot een businesscase. Uiteindelijk is gekozen om alle oplossingen op te nemen in een eindadvies en ze allemaal een plaats te geven in het voorstel voor een robuuste zoetwatervoorziening. Hierin is onderscheid gemaakt tussen actieve inbreng bij al lopende projecten, waar het samenwerkingsverband, de agrarische partijen, bij kan aansluiten en het initiëren van nieuwe projecten waar het samenwerkingsverband een trekkende functie in gaat hebben. Alle kansrijke oplossingen zijn ondergebracht in de 5 pijlers, zoals die in hoofdstuk 6 gepresenteerd zijn.

Voor elke pijler worden voorstellen gedaan die kansrijk en relevant zijn voor Zuid-Beveland. Het streven is een **programmatische aanpak in het gebied**, waarbij de kansrijke en betaalbare initiatieven, onderzoeken en maatregelen uit alle 5 de pijlers worden ingezet. Het voorstel voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening voor Zuid-Beveland voor elk van de 5 pijlers luidt als volgt:

1. Kennisontwikkeling en innovaties stimuleren.

Kennisontwikkeling en innoveren houdt niet op. Voor Zuid-Beveland is het voorstel om in te zetten op:

- Vervolg actieve deelname aan de Proeftuin Zoetwater voor Zeeland (2^e fase Deltaprogramma Zoetwater, 2021-2027) met (i) een innovatie pilot gericht op technische innovaties om zoetwater efficiënter te benutten. Het voorstel is om een pilot te starten om verschillende technische innovaties te integreren: combinatie van berging in kleine bassins of ondergrondse opslag, druppelberegening / fertigatie³², vochtsensoren en Integrated Crop Management en (ii) samen met provincie en waterschap (en input van Deltares) uitvoeren van een pilot om toe te werken naar het efficiënter en slimmer onttrekken van het beschikbare zoete grondwater in balans met de aanvulling.
- Onderzoeken van de mogelijkheden voor hergebruik van effluent van RWZI Willem Annapolder en RWZI Waarde. Hergebruik van effluent vraagt wellicht om een aanvullende zuiveringsstap en voorzieningen om het water beter vast te houden in het gebied (o.a. in het

³² De combinatie opslag van water en fertigatie is interessant. Omdat bij fertigatie water geven gecombineerd wordt met efficiënt bemesten worden meerdere maatschappelijke doelen gediend: (i) efficiënter omgaan met water; (ii) voorkomen verminderde opbrengsten in verziltende gebieden door het schaarse water heel precies, naar behoefte te doseren gedurende het groeiseizoen; (iii) behoud van teeltgebieden die bloot staan aan verzilting en (iv) sterk verminderde uitspoeling van voedingsstoffen als nitraat naar het grondwater.

oppervlaktewatersysteem of bassins). Hierbij kunnen de agrarische partijen aansluiten bij lopend onderzoek *EffluentFit4Food* (Waterschap i.s.m. WUR). Meer informatie hierover is te vinden in bijlage E.

Hieronder zijn de RWZI's in Zuid-Beveland weergegeven:

RWZI Willem Annapolder	• Gebouwd in 1988 (laatste aanpassing in 2005); • Zuiveringsproces: actief slib zuivering / MBR; • Biologische capaciteit: 89.941 i.e. / 150 gr. TZV / dag; • Hydraulische capaciteit RWA (tijdens neerslag): 4.600 m³/uur; • Hydraulische capaciteit DWA (gemiddeld 2015-2020): 15.776 m³/dag; • RWZI Willem Annapolder produceert ruim 9,6 Mm effluent per jaar (2017) dat wordt geloosd op de Westerschelde. • HZ studie van 2020 (Bakti & Hannevijk, 2021): effluent aanbod in zomerperiode van RWZI W-A polder is toereikend om ruim 15% van het omringende landbouwareaal van zoet water te voorzien.
RWZI Waarde	• Gebouwd in 1984 (laatste aanpassing in 1997); • Zuiveringsproces: actief slib zuivering; • Biologische capaciteit: 78.880 i.e. / 150 gr. TZV / dag • Hydraulische capaciteit RWA (tijdens neerslag): 1.408 m³/uur; • RWZI Waarde produceert ruim 3 Mm³ effluent per jaar (2017) dat wordt geloosd op de Westerschelde.
RWZI Bath	De rioolwaterzuiveringsinstallatie Bath is één van de grootste RWZI's van Nederland en de grootste van Zeeland. De aanvoer van verontreinigd water naar RWZI Bath loopt via de afvalwaterpersleiding (AWP), die begint in Moerdijk. Onderweg naar Bath verzamelt de AWP het afvalwater van 35 dorpen en steden. De RWZI is in beheer bij het Waterschap Brabantse Delta. • Gebouwd in 1995; • Zuiveringsproces: actief slib zuivering; • Biologische capaciteit: 485.973 i.e. / 150 gr. TZV / dag • Hydraulische capaciteit RWA (tijdens neerslag): 20.000 m³/uur; • RWZI Bath produceert ruim 35 Mm effluent per jaar dat wordt geloosd op de Westerschelde.

- Onderzoeken van de mogelijkheden voor hergebruik van spoelwater Coroos in Kapelle. De reststroom die geloosd wordt in de Westerschelde is ongeveer 600.000 m³ gezuiverd water per jaar (Schelling, 2020). In combinatie met voorzieningen om het water beter vast te houden in het gebied (oppervlaktewater, bassins, natuurgebieden) kan dit kansen opleveren voor agrarische ondernemers in het gebied.
- Innoveren in samenwerken tussen ondernemers, agribusiness ketenpartijen, gemeente en waterschap, gericht op een duurzamer zoetwaterbeheer (leren van de ervaringen Waterhouderij op Walcheren en Living Lab Schouwen-Duiveland)

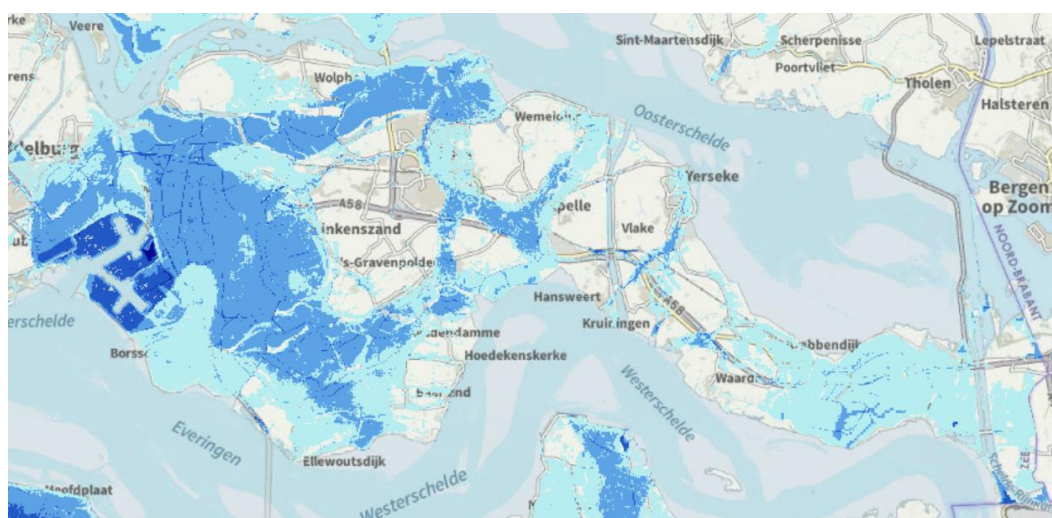
2. Robuuster regionaal watersysteem: zoetwaterbuffers behouden, beschermen, vergroten.

Het huidige regionaal watersysteem in Zuid-Beveland is vanuit de historie in de eerste plaats gericht op waterveiligheid en waterafvoer. Het principe van water vasthouden in de winter en lente ten

behoefte van een robuustere waterbeschikbaarheid in het voorjaar en de zomer is een relatief nieuw inzicht, dat in heel Nederland nu hoog op de agenda staat.

De kreken en welen in het gebied van de Zak van Zuid-Beveland kunnen een rol spelen bij de zoetwatervoorziening voor de landbouw. Diverse kreken zijn al onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland en aangemerkt als ecologische verbinding. De opgave is om verschillende kansen slim aan elkaar te koppelen en meerwaarde voor het landschap als geheel te realiseren. Concrete mogelijkheden zijn het koppelen van waterberging voor zoetwatervoorziening met waterzuivering, natuurontwikkeling, oeverontwikkeling en recreatie. Natuurgebieden zoals de Zwaakse Weel kunnen een helpende hand bieden om de totale watervoorraad te vergroten, als een ecosysteemdienst³⁴ of blauwe dienst (hierover meer in bijlage E, Deltafacts).

De bredere kreken hebben een grote bergingscapaciteit. In natte perioden kan hierin zoet water worden opgespaard, dat in droge perioden gebruikt kan worden voor beregening.

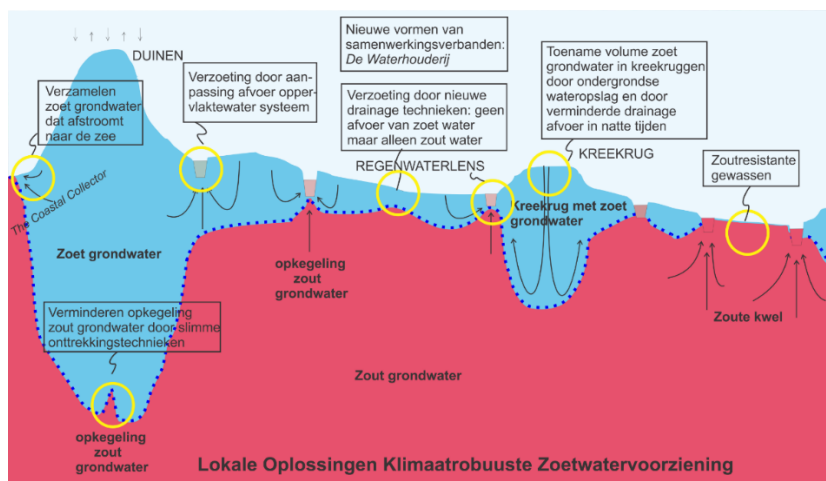


Figuur 7.7.1 – Regenwater infiltratiemogelijkheden (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)

Infiltratie betekent dat water in de bodem dringt en via de onverzadigde zone van de bodem aan de grondwatervoorraad wordt toegevoegd. Infiltratie is een hoofdfactor voor de watervoorziening van de landbouw en de drinkwatervoorziening. Daarnaast speelt infiltratie een belangrijke rol bij het kunnen bergen van water bij overvloedige neerslag. De infiltratiekaart geeft informatie over de mogelijkheid en mate van infiltratie van neerslag een bepaald gebied. Met de infiltratiekaart kan in één oogopslag gezien worden waar in Zeeland kansen liggen voor infiltratie van neerslag.

Om te voorkomen dat tijdens langdurige droogte het waterpeil te ver uitzaakt, zijn de wateronttrekkingen wel gelimiteerd. Echter, voor extreme droogte is alleen oppervlakte waterberging niet voldoende. Waterberging in de ondergrond biedt ook perspectief, omdat grondwater niet verdampt en langduriger beschikbaar is, mits de grondwatervoorraad weer tijdig wordt aangevuld.

³⁴ Een ecosysteemdienst is een dienst die door een ecosysteem aan mensen wordt geleverd. Het betreft het verstrekken van een product door een ecosysteem (bijvoorbeeld drinkwater of berging van neerslagoverschot), of van een regulerende dienst (bijvoorbeeld bestuiving van gewassen), of van een culturele dienst (bijvoorbeeld gelegenheid geven tot recreatie) of van een dienst die de voorgaande diensten ondersteunt (bijvoorbeeld de kringloop van nutriënten in een ecosysteem).



Figuur 7.7.2 – Lokale oplossingen voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening (Oude Essink et al., 2018)

Het gaat om retentie van water in het regionaal watersysteem én het grondwatersysteem:

- Samen met het waterschap en provincie werken aan het robuuster inrichten van het regionaal watersysteem via de Planvorming Wateropgave (PWO)³⁵. Niet alleen de KRW, maar ook de klimaatopgave staat centraal, dus zowel inspelen op droogte als op intensievere buien (zie kaart hieronder). Het waterschap spreekt van Slimmer Regionaal Waterbeheer (SRW), onderdeel van de 2^e fase Deltaprogramma Zoetwater, 2021-2027.
- Naast waterberging in de kreek is ook actieve aanvulling van de zoetwaterbellen een optie om de verdroging en verzilting tegen te gaan. Voor deze aanvulling kan kreekwater worden gebruikt, het dempen of ophogen van sloten of het lokaal opvangen en terugpompen van drainagewater.
- Inzet is om de opgedane kennis, innovaties (Waterhouderij en GO-FRESH met de Freshmaker, Kreekrug infiltratieproef, Drains2Buffer) en andere maatregelen die aantoonbaar werken breder uit te rollen in Zeeland en dus ook waar mogelijk in Zuid-Beveland. Dit is ook onderdeel van het 2^e fase Deltaprogramma Zoetwater, 2021-2027. Om water actief weer terug te brengen in de bodem moet het water wel aan bepaalde eisen voldoen. In overleg met het waterschap hier duidelijkheid in krijgen. De Freshmaker van GO-FRESH is getest in Ovezande, met positief resultaat, deze kan opgeschaald worden in Zuid-Beveland.
- Flexibiliteit voor de agrarische ondernemers om gezamenlijk en in goed overleg met het waterschap in de verschillende peilvakken en polders in staat te zijn om met klep- en knijpstuwen lokaal het zoete water beter vast te houden en te kunnen opslaan in bodem (infiltreren in zoetwaterbellen) of bassins. Bij Drainstore (bedrijf Van Hootegem in Kruiningen heeft deze installatie) met behulp van een drainagesysteem wordt water afgevangen en geïnfiltreerd in diepere lagen in de bodem, later kan dit opgepompt worden en teruggestuurd worden in de drainagebuizen als subirrigatie (ondergronds beregenen)

³⁵ Het waterschap houdt zich in het project 'Planvorming Wateropgave, PWO' bezig met het op orde brengen van het watersysteem. Met uitzondering van Othene, Oost Zeeuws-Vlaanderen, Schouwen en Duiveland zijn er nieuwe watergebiedsplannen en nieuwe peilbesluiten opgesteld. De belangrijkste maatregel is het aanpassen van gemalen i.c.m. beter op de functies afgestemde peilen. Hiermee wordt getracht de doelen voor de KRW (en overige waterdoelen) in 2027 op orde te hebben. Andere opties zijn optimaliseren drainage en ophoging van sloten.

- Om het zoete water wat er is beter vast te houden en in staat te zijn om piekbuien tijdelijk te kunnen bergen is er ruimte nodig. Dit is een ruimtelijk ordeningsvraagstuk. In Zuid-Beveland zijn veel natuurgebieden die zich hiervoor lenen. Bijvoorbeeld de Zwaakse Weel, beheerd door Natuurmonumenten. We willen hier graag met de provincie, gemeente en waterschap mee aan de slag en de mogelijkheden verkennen. Overigens zullen hogere waterstanden in de kreken en de sloten in de meeste gebieden niet direct tot wateroverlast voor de reguliere landbouw leiden. Veel gronden hebben nu in feite al een grote drooglegging. Voorbeeld is ook Yerseke Moer, daar is grond gekocht door stichting het Zeeuws Landschap met als doel dat uit te lenen aan omliggende agrarische ondernemers om te experimenteren met strokenteelt.
- Onttrekkingen uit de zoetwatervoorraden in de bodem door alle zoetwatergebruikers moeten in balans zijn met de aanvoer en aanvulling aan het systeem, hetzij via natuurlijke weg, hetzij met behulp van maatregelen. Deze pijler pleit voor gedegen voorraadbeheer van het zoete grondwater samen met provincie, waterschap en gebruikers, gebaseerd op transparantie, monitoring en analyse.

3. Zuiniger en efficiënter watergebruik en duurzaam bodembeheer op bedrijfsniveau stimuleren.

Vanuit lopende programma's en initiatieven komen veel interessant en toepasbare inzichten en ontwikkelingen, zoals de Proeftuin Zoetwater³⁶, Living-Lab Schouwen Duivenland, het Zeeuws Deltaplan Zoetwater en het Deltaplan Agrarische Waterbeheer (DAW). Door middel van subsidies en stimuleringspremies kan de ontwikkeling worden versneld. Het initiatief en de verantwoordelijkheid ligt hier met name bij de individuele agrariër, maar samen sta je sterker. Deze pijler staat voor het versterken van verdergaande regionale samenwerking tussen agrarische ondernemers, gemeente en waterschap en agribusiness partners:

- Technische oplossingen die werken financieel stimuleren (met investeringssubsidies, o.a. via DAW of andere regelingen): zoals DeltaDrip, zuiniger watertoedieningssytemen zoals druppelbevloeiing/fertigatie, efficiëntere nachtvorstberegeningssystemen, peilgestuurde drainage, subirrigatie, ontziltling, waterconserveringsstuwten op bedrijfsniveau en ondergrondse en bovengrondse wateropslag zijn beproefde voorbeelden.
- Aansluiten bij proeven voor druppelirrigatie bij uien door Wiskerke Onions³⁷, een vergelijkbare proef als druppelirrigatie bij proefboerderij Rusthoeve i.s.m. Delphy.
- In het kader van het DAW/versterkte kennisverspreiding duurzaam bodembeheer (bodem/water-up voor Zeeland) willen we aan de slag gaan met het verbeteren van de waterdoorlaatbaarheid en het water vasthoudend vermogen in de bodem en onder het maaiveld. Dit kan bijvoorbeeld door het verhogen van het organische stofgehalte, door middel van het toepassen van groenbemesters en niet kerende grondbewerking. Partners: LNV, provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, ZLTO, ZAJK, Delphy, proefboerderij Rusthoeve, CZAV, van Iperen.

³⁶ De Proeftuin Zoet Water ontwikkelt nieuwe kennis om de verziltingsbedreiging het hoofd te bieden. Dit betekent dat zowel wordt ingezet op het vergroten van de beschikbaarheid als het efficiënter omgaan met zoetwater. Voldoende waterpeil is in toenemende mate een maatschappelijke prioriteit.

³⁷ Wiskerke Onions heeft voor de eigen proef een 24 hectare groot perceel aan de Doordijk in Schapenbout gehuurd. Het wordt een vergelijkende proef. De helft van de zaaiuien krijgt druppelirrigatie, de andere helft niet. Ook testen we haspelberegening naast druppelbevloeiing. Zaadleveranciers werken ook mee.

- Opzetten van een Zeeland brede campagne gericht op bewustwording en kennisoverdracht over waterbesparende technieken en gebruik van vochtsensoren. Proeven met en kennisoverdracht over nieuwe teelten die beter tegen droogte kunnen of beter bestand zijn tegen zout water. Partners: ZLTO, ZAJK, Delphy, proefboerderij Rusthoeve, Meeuwse, Acaciawater, Deltares, WUR & HZ.

4. Voorkomen actieve verzilting.

Verzilting is een autonoom proces in Zeeland. De interne verzilting neemt toe als gevolg van zeespiegelstijging en menselijke ingrepen in het watersysteem. Voor Zuid-Beveland is van belang:

- Volkerak-Zoommeer blijven beschouwen als een belangrijke zoetwatervoorziening. Er is in 2020 een besluit genomen om het Volkerak-Zoommeer niet te laten verzilten. De blauwalgoverlast lijkt op dit moment beperkt, echter, mocht in de toekomst de blauwalgen weer een maatschappelijk probleem gaan vormen zou er wederom een politiek debat kunnen ontstaan over een zout Volkerak-Zoommeer met beperkt getij. Deze pijler pleit voor behoud van het Volkerak-Zoommeer als belangrijke zoetwatervoorziening voor Zeeland en samen met RWS en andere gebiedspartners werken aan een natuurlijk gezond zoet watersysteem.
- Samen met RWS een 'zoetspoeloptimalisatieproef' starten, waarbij wordt onderzocht of en hoe er gestuurd kan worden op lagere chloridegehalten in het Volkerak-Zoommeer vanuit het huidige waterbeheer en/of na realisatie van het Innovatieve Zoet-/Zout scheidingssysteem bij de Krammersluizen. Met name een lager Cl-gehalte dan de afgesproken 450 mg/l aan het begin van het groeiseizoen (april-mei) zou zeer welkom zijn.
- De impact van een veranderend klimaat en het stijgen van de zeespiegel kan ertoe leiden dat de interne verzilting langs de dijken en het land achter de dijken kan toenemen. Dit is voornamelijk een onderzoeksvraag die landelijk wordt uitgewerkt in opdracht van de het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De agrarische sector moet goed aangesloten blijven bij dit onderzoek en de impact van zeespiegelstijging op de interne verzilting in Zeeland op de agenda te houden.

5. Externe aanvoer.

In het kader van het Zeeuws Deltaplan Zoetwater loopt er een onderzoek naar wateraanvoer via buisleidingen naar Noord-Beveland, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen (gebruik maken van leiding Biesbosch - Terneuzen). Voor Schouwen-Duiveland is een afzonderlijke verkenning gestart.

Voor Zuid-Beveland wordt het volgende voorgesteld:

- Het uitbreiden van het leveringsgebied vanuit het Volkerak-Zoommeer, naar de hele Reigersbergsche polder en Reimerswaal;
- Het optimaliseren en eventueel uitbreiden van de landbouwwaterleiding van Evides.

Dit wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 7.8.

7.8 Optimalisatie landbouwwaterleiding

In overleg met het samenwerkingsverband is ervoor gekozen om minimaal in ieder deelgebied één nieuw project op te starten, waar 1 of 2 partijen uit het samenwerkingsverband een trekkende functie in zullen bekleden. Het voorstel voor Zuid-Beveland is om samen met Evides Industriewater, de provincie en het waterschap het gebruik van de landbouwwaterleiding verder te optimaliseren,

zodat er een constant debiet kan worden geleverd, wat ook nog eens kan tegen een aantrekkelijkere prijs. Dit zou kunnen worden gerealiseerd door:

- Meer buffercapaciteit langs de leiding aan te leggen, dus meer wateropslag op bedrijfsniveau door middel van bassins;
- Grootschaligere buffering in natuurgebieden en tussenbassins;
- Pompstations kunnen helpen om de druk van de landbouwwaterleiding hoog te houden;
- Aan het begin van de landbouwwaterleiding (kassen bij Rilland) kijken naar alternatieve zoetwatervoorraden, zodat er voor ondernemers verderop in Zuid-Beveland genoeg water overblijft;
- Combineren met de uitbreiding van de zoetwatervoorziening van de Reigersbergsche polder.

Hieronder worden de genoemde punten verder uitgewerkt.

1. Meer buffercapaciteit langs de landbouwwaterleiding - bedrijfsniveau

Hier is geleerd van de ondernemers in Spanje en Portugal, waar een gedeelde zoetwatervoorziening en eigen voorzieningen elkaar versterken (Hoogendoorn et al., 2021). Berging kan gevuld worden met water uit eventuele drains, oppervlaktewater tijdens natte perioden en aangevuld worden met water uit de landbouwwaterleiding. Het voorstel is om in het natte halfjaar bassins bij ondernemers langs de leiding te vullen, zodat de leiding het hele jaar door gebruikt wordt. In overleg met Evides zou een aangepast tarief voor water in het natte halfjaar mogelijk haalbaar kunnen zijn. Het aanleggen van bassins kan met subsidies gestimuleerd worden.

Op dit moment zijn de aanlegkosten voor een bassin ongeveer € 5/m³. Fruittelers maken over het algemeen veel gebruik van druppelirrigatie en volstaat een bassin van 5000 m³. Echter, bij gewaskoeling in de zomer of nachtvorstbestrijding in het voorjaar is wel bovenover beregening nodig. Binnen de pijler 'kennis en innovatie' moet ook meer ingezet worden op zuiniger gebruik van zoet water bij deze 2 soorten van beregening.

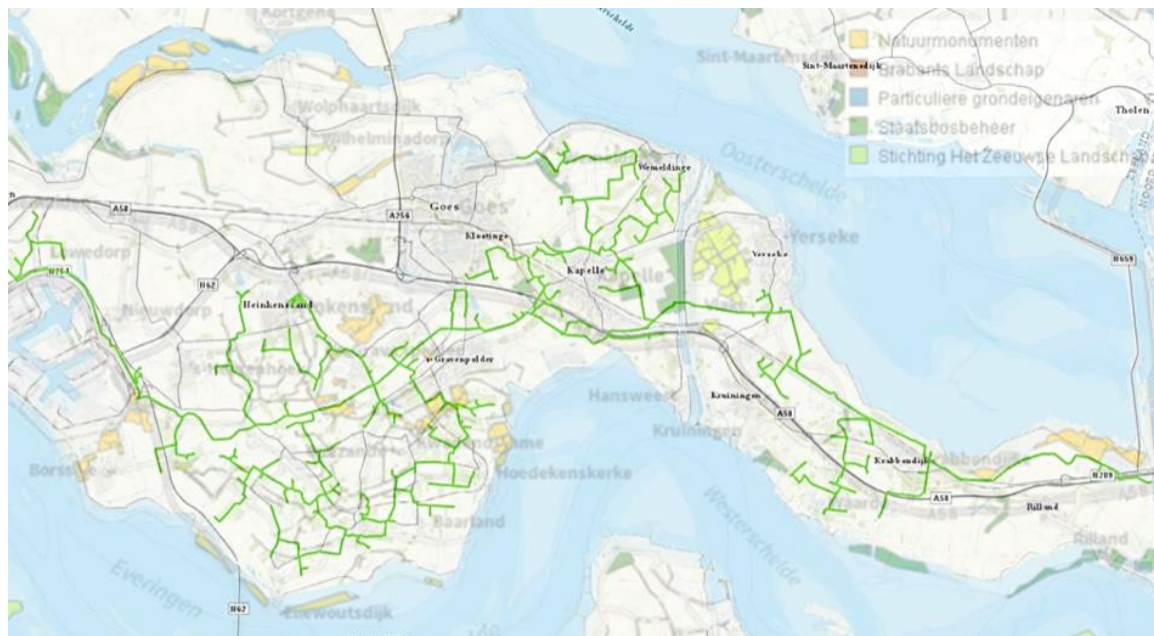
Uit de gesprekken is gebleken dat een gemiddelde beregeningsgift voor akkerbouw ongeveer 30 mm is. Voor een bedrijf met 25 hectare is er dan per gift 7500 m³ water nodig. Voor een bassin met een volume van 20.000 m³ liggen de kosten op € 3/m³. Een bassin van 20.000 m³ heeft dan genoeg water voor 1 gift van 30 mm voor 67 hectare. Wanneer dit in de akkerbouw gecombineerd kan worden met druppelirrigatie is er minder water per keer nodig.

Voor landbouwkundige voorzieningen is er volgens EU-richtlijnen een standaardsubsidiepercentage van 40%. Naast de grote investering is ook wet- en regelgeving in Zeeland een hindernis bij het aanleggen van een bassin voor akkerbouwers en fruittelers. Provinciaal ligt vast in de omgevingsvisie dat wateropslagruimten binnen het bouwblok aangelegd moeten worden. In de bestemmingsplannen van de gemeenten worden er vaak nog meer eisen gesteld, bijvoorbeeld een maximale grootte. Ook Deltaprogramma 2^e fase kan hier financieel een bijdrage aan leveren. Naast bassins op bedrijfsniveau kan ook gekeken worden naar aanleg van grootschalige tussenbassins langs de landbouwwaterleiding. Een optie is om een extra bassin naast de opslaglocatie van Evides bij Kapelle aan te leggen.

2. Meer buffercapaciteit langs de landbouwwaterleiding: natuurgebieden en tussenbassins

Water kan gebruikt worden op momenten met piekvraag tijdens langdurig droge perioden en in het voorjaar als nachtvorstberegening nodig is. Dit is in overleg met lokale natuurbeheerders. Natuurmonumenten is ook bereid het waterpeil in de winter hoger te zetten. Zo blijft neerslag langer in het gebied en kan het zoete water verdeeld worden via het oppervlaktewater.

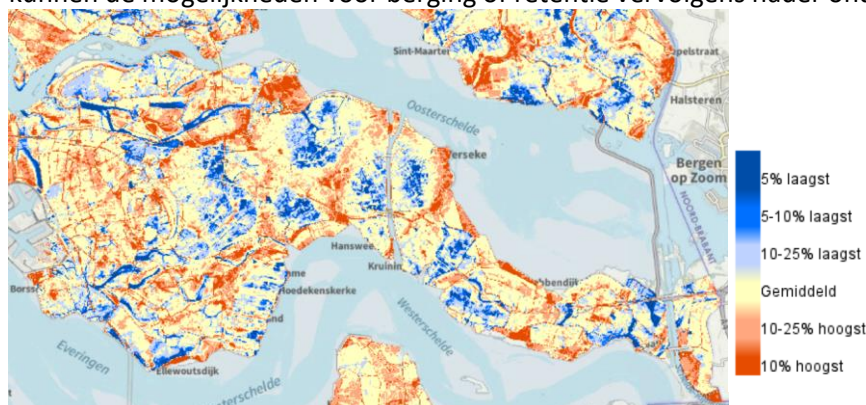
Daarnaast zou, wanneer de bassins bij de ondernemers vol zijn, ook water uit de landbouwwaterleiding opgeslagen kunnen worden in de gebieden. Op het kaartje hieronder zijn de natuurgebieden van de verschillende beheerders ten opzichte van de landbouwwaterleiding te zien. In sommige gevallen ligt de waterleiding zelfs door een natuurgebied en zouden er afspraken gemaakt kunnen worden.



Figuur 7.8.1 Natuurbeheerders en landbouwwaterleiding (Provincie Zeeland, 2021 – Atlas van Zeeland)

Een meekoppelmogelijkheid is dus waterberging met een landschappelijke meerwaarde. Op deze manier kan het water bergen bijdragen aan het verbeteren van biodiversiteit in de natuurgebieden. In het geval van Yerseke Moer, zou waterberging gebruikt kunnen worden om inklinking van het veen tegen te gaan. In bijlage E wordt meer informatie gegeven over het concept 'Blauwe diensten'. Ondernemers leveren een bepaalde dienst (bijvoorbeeld waterberging) aan het waterschap of de natuurbeheerder en in ruil daarvoor kan subsidie verleend worden voor een andere investering.

De beste mogelijkheden voor waterberging (bij wateroverlast) en -retentie (water vasthouden) zijn te vinden in de 10%-laagst en 10%-hoogst gelegen delen van afwateringsgebieden. Vanwege de beperkte mogelijkheden met kleine geïsoleerd liggende laagtes en hoogtes, wordt ook de ligging van de 25%-laagst en 25%-hoogst gelegen delen aangegeven. Voor de grotere aaneengesloten gebieden kunnen de mogelijkheden voor berging of retentie vervolgens nader onderzocht worden.



Figuur 7.8.2 – Mogelijkheden voor waterberging / water overlast en -retentie / water vasthouden (Provincie Zeeland, 2021 - Atlas van Zeeland)

3. Pompstations

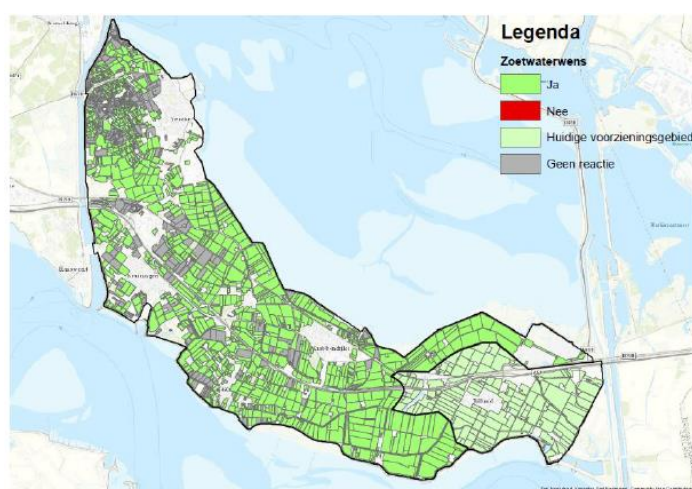
Er kunnen pompstations gebouwd worden langs de landbouwwaterleiding om de druk hoog te houden zodat ook ondernemers aan het eind van de landbouwwaterleiding water genoeg hebben. Een voorwaarde hiervoor is wel dat de ondernemers wel blijven investeren in efficiënt watergebruik en duurzaam bodembeheer.

4. Zoeken naar andere mogelijkheden voor grote gebruikers aan het begin van de waterleiding.

De kassen aan het begin van de waterleiding hebben binnen de huidige wet- en regelgeving meer ruimte voor ondergrondse wateropslag en de aanleg van bassins. Zo blijft er meer water en druk over voor verderop langs de landbouwwaterleiding. Kassen kunnen ook in het natte halfjaar gebruik gaan maken van de waterleiding en ook ondergrondse opslag van water.

5. Combineren met uitbreiding zoetwatervoorziening Reigersbergsche polder

Het uitbreiden van de landbouwwaterleiding kan samengaan met het uitbreiden van het leveringsgebied vanuit het Volkerak Zoommeer. Op dit moment wordt water uit het Volkerak Zoommeer ingelaten in de Reigersbergsche polder waardoor boeren daar vanuit het oppervlaktewater kunnen beregenen. Momenteel is het waterschap bezig met een pre-haalbaarheidsstudie naar het uitbreiden van het leveringsgebied vanuit het Volkerak Zoommeer³⁸. Er zijn middelen en mankracht beschikbaar gesteld om een extern bureau in te huren. Voor de pre-haalbaarheidsstudie is elke ondernemer in het gebied tot aan het kanaal door Zuid-Beveland benaderd door middel van een enquête. Uit de figuur hieronder blijkt dat bijna alle ondernemers in het gebied een zoetwaterwens hebben en hiervoor ook zouden willen betalen. Dit project is ook opgenomen in Zeeuws Deltaplan Zoetwater en 2^e fase Deltaprogramma Zoetwater.



Figuur 7.8.3 Resultaat onderzoek zoetwaterwens ondernemers Reimerswaal

Meekoppelkansen

- Gasunie gaat misschien een nieuwe gasleiding aanleggen van Brabantse Wal naar havengebied Vlissingen. Deze loopt ongeveer parallel aan de landbouwwaterleiding. Er kan gekeken worden naar het vergroten of uitbreiden van de waterleiding in combinatie met het uitbreiden van de gasleiding.

³⁸ Informatie over dit onderzoek is verzameld tijdens het gesprek met akkerbouwer/voorzitter afdeling Oost Zuid-Beveland Wim van Gorsel.

- De kerncentrale Borsele heeft diepe grondwaterboringen (60 m). Dit kan gebruikt worden als koeling in geval van nood. Het systeem wordt regelmatig getest. Het opgepompte water wordt geloosd in de Westerschelde. Als er grote berging beschikbaar is kan het grondwater hierin opgeslagen worden voor droge perioden, wanneer het nodig is voor beregening. Er moet wel onderzoek gedaan worden naar het chloridegehalte van dit grondwater en of dit bruikbaar is voor de land- en tuinbouw.

8. Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag:

‘Hoe komen we in Zeeland, gevalideerd voor Zuid-Beveland, tot een voorstel voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening?’.

Gedurende het proces van het Masterplan Zoetwater voor Zeeland is de methode om te komen tot een robuuste zoetwatervoorziening in Zeeland gevormd. De volgende conclusies zijn te trekken:

De agrarische sector is een onlosmakelijk onderdeel van de Zeeuwse identiteit. De agrarische sector is een wezenlijke pijler onder de Zeeuwse maatschappij en economie. Naast kennis, vakmanschap en ondernemerschap is voldoende zoetwater van vitaal belang voor een gezonde en toekomstbestendige land- en tuinbouw. Uit het literatuuronderzoek en het gebiedsproces blijkt dat de agrarische sector in Zeeland kwetsbaarder is voor zoetwatertekorten dan andere regio's in Nederland. Het vochttekort bij gewassen kan in andere regio's vaak aangevuld worden met oppervlaktewater, terwijl een groot deel van de Zeeuwse ondernemers niet de mogelijkheid heeft om te beregenen en afhankelijk is van neerslag. In droge jaren zijn de gemiddelde gewasopbrengsten voor verschillende gewassen in Zeeland beduidend lager dan in andere gebieden in Nederland. Dit resulteert in een lagere marge voor agrarische ondernemers in Zeeland, waardoor verduurzaming van de agrarische sector in Zeeland achterblijft op andere gebieden.

Er moet nog meer gewerkt worden aan voldoende inkomen voor agrariërs om de nodige investeringen te kunnen doen én terug te verdienen. Daarom is ook het maken van afspraken met afnemers belangrijk. In droge jaren werden afspraken door inkopers soms niet nagekomen en kregen de ondernemers een erg lage prijs voor aardappels en uien. Op die manier zijn de kosten voor het planten wel gedekt, maar wordt er geen winst gemaakt die juist nodig is om investeringen te kunnen doen.

Deze tegenstellingen worden groter door klimaatverandering. Door toenemend neerslagtekort in de zomer kunnen regenwaterlenzen in de bodem niet genoeg aangevuld worden. De verwachting is dat vochttekorten in de bodem voor matig droge jaren (1 keer in 10 jaar) tussen 50 en 100 mm zullen toenemen. Voor gebieden waar beregening mogelijk is zal dit mogelijk minder zijn. Als gevolg van het toenemende vochttekort zal de watervraag voor grondwaterberegening bijna verdriedubbelen.

Zoet grondwater is in Zeeland niet onbeperkt. Vraag en aanvulling moeten in balans blijven. Op dit moment kunnen er verschillende maximale hoeveelheden onttrokken worden, maar er is geen maatwerk voor verschillende groottes van zoetwaterbellen. Er is geen inzicht in de totale hoeveelheid grondwater dat onttrokken is en hoeveel er bijgevuld is.

Vanwege de onzekerheden rondom klimaatverandering, kan er niet uitgesloten worden dat door verzilting de zoetwaterfunctie van het Volkerak Zoommeer onder druk komt te staan. Echter, de hoofdconclusie is dat er de komende decennia, mits voldaan wordt aan de randvoorwaarden van kweldruk, doorspoeldebiet en zoutlekbeheersing van de Krammersluizen, de huidige zoetwaterfunctie kan blijven bestaan. Daarnaast is in de leveringszekerheid vanuit het Volkerak Zoommeer niet optimaal vanwege het regelmatig voorkomen van blauwalg, waardoor de inlaat stopgezet moet worden.

Er zijn al verschillende initiatieven die werken aan een klimaat robuustere zoetwatervoorziening in Zeeland. Om als agrarische sector actief aan te sluiten in de discussie over zoetwater is er een samenwerkingsverband van agrariërs en agribusinesspartijen gevormd. Samenwerking tussen

agribusinesspartijen en agrarische ondernemers is succesvol gebleken bij het project Masterplan Zoetwater voor Zeeland.

De ambitie van het samenwerkingsverband is om de zoetwatervoorziening in Zeeland te verbeteren en te verduurzamen. Daarom is aan de hand van de volgende 5 pijlers gewerkt aan een voorstel voor een klimaatrobuuste zoetwatervoorziening in Zeeland:

1. Kennisontwikkeling en innovaties;
2. Robuuster regionaal watersysteem;
3. Zuiniger zijn;
4. Voorkomen actieve verzilting;
5. Externe aanvoer en grootschalige berging.

In dit onderzoek zijn de 5 pijlers ingevuld in een voorstel voor Zuid-Beveland. Er is besloten om per deelgebied in Zeeland minimaal één project uit te lichten. In Zuid-Beveland is gekozen voor het optimaliseren van de landbouwwaterleiding in combinatie met het uitbreiden van de zoetwatervoorziening van de Reigersbergsche polder. Samen met de ondernemers in het gebied en de leden van het samenwerkingsverband is gekozen voor om dit voorstel actief op te gaan pakken. In gesprekken en uit literatuuronderzoek zijn de ideeën opgehaald voor dit voorstel. Het voorstel voor deze pijler bestaat uit de volgende onderdelen:

- Creëren van berging bij ondernemers zelf en in natuurgebieden langs de landbouwwaterleiding. De berging kan gevuld worden tijdens het natte winterhalfjaar. Op deze manier is er constante waterstroom en kan op piekmomenten water uit de berging gebruikt worden;
- Het creëren van berging stimuleren door wegnemen van hindernissen in wet- en regelgeving en door financiële steun te bieden met subsidies.
- Het gebruik van efficiënt watergebruik in combinatie met een bassin stimuleren;
- Het uitbreiden van de zoetwatervoorziening in Reimerswaal. Hier wordt al door ZLTO en het waterschap een haalbaarheidsstudie naar gedaan.

Voorwaarde voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening is dat deze pijler uitgevoerd wordt in combinatie met de andere pijlers.

De hoofdconclusie is dat een klimaat robuustere zoetwatervoorziening gebiedsspecifiek is en uit verschillende soorten van oplossingen bestaat. De hele agrarische keten, maar ook andere belanghebbenden moeten aangehaakt blijven in de discussie over zoet water. Door een integrale samenwerking ontstaan er meer meekoppelkansen, zodat de impact op de opgave groter is.

9. Discussie

Uit de gesprekken blijkt dat een investering nu nog terugverdiend moet worden in een droog jaar. Het aanleggen van druppelirrigatie bij uien ligt nog op €800 per hectare. In een gemiddeld jaar is de uienprijs lager in Zeeland en is de winstmarge dus kleiner (bijlage C). Met subsidies en samenwerkingsverbanden kan er gezocht worden naar nieuwe manieren van financieren. Er is op dit moment geen loket waar alle informatie over mogelijke subsidies en fondsen te vinden zijn. Daardoor wordt niet altijd al het beschikbare geld gebruikt.

Ondanks het uitgebreide onderzoek naar de gevolgen van klimaatverandering op de zoetwatervoorziening voor Zeeland zijn er nog veel onzekerheden. Het is nog niet duidelijk in welke mate het neerslagpatroon zal veranderen en in welke mate dat regionale verschillen oplevert. Ook de zoetwaterfunctie van het Volkerak Zoommeer kan onder druk komen te staan. Naast externe aanvoer moet er per gebied dus ook gekeken worden naar andere oplossingen. Daarnaast zijn er al tal van initiatieven die werken aan het verduurzamen van de zoetwatervoorziening in Zeeland. Deze maatregelen kunnen mitigerend werken op klimaatverandering en grote veranderingen in het klimaat afzwakken of uitstellen.

Ook grondwater is niet ongelimiteerd. Grondwater is gratis te onttrekken mits er een zoetwaterbel zit, terwijl er een prijs zit aan het water uit de landbouwwaterleiding, water uit het Volkerak Zoommeer en gewoon leidingwater.

Er zijn ondernemers die geen toekomst meer zien voor hun agrarische onderneming in Zeeland. De vraag is hoe houdbaar de huidige manier van landbouw bedrijven is in Zeeland. Om als agrarische sector mee te ontwikkelen met klimaatverandering en technische ontwikkelingen in Nederland, maar ook wereldwijd, moet er actief ingezet worden op de eerste pijler van de zoetwaterstrategie: kennis ontwikkeling en innovatie. Alle pijlers zijn dus van belang.

De samenwerking in het samenwerkingsverband is succesvol gebleken. Om de projecten succesvol te gaan uitvoeren is er verdere samenwerking tussen overheden, waterschap en de agrarische sector nodig. Hier kan geleerd worden van Living Lab Schouwen-Duiveland, waar gewerkt wordt aan governance. Ook wordt hier gewerkt aan passende wet- en regelgeving per situatie.

Van technische ontwikkelingen zoals druppelirrigatie en regelbare drainage zijn in Zeeland nog niet genoeg succesvolle voorbeelden om ook anderen over te halen. Living Lab Schouwen-Duiveland kan ook een voorbeeld zijn in technische ontwikkelingen.

Twee onderbelichte onderwerpen zijn zilte teelt en duurzaam bodembeheer als maatregelen. Uit het gesprek met zeekeeraalteler uit Wolphaartsdijk bleek dat het telen van een zoutminnend gewas op kleigrond wel mogelijk is, maar dat het gewas zoet water nodig heeft bij het ontkiemen. In zandgronden spoelen de zouten weg, maar in een kleigrond worden deze geaccumuleerd. Ook was de conclusie uit verschillende gesprekken dat zilte teelt een niche blijft, wat betekent dat de vraag er nog niet naar is in de markt. De agrariër produceert waar vraag naar is. In het voorstel voor een klimaat robuuste zoetwatervoorziening voor Zuid-Beveland wordt duurzaam bodembeheer ook aangehaald. Uiteindelijk kost het vele jaren voordat het organische stofgehalte weer op het oorspronkelijke niveau terug is. Op dit moment wordt hier misschien nog niet genoeg aandacht aan besteed.

10. Aanbevelingen

Aan de hand van de conclusies en discussie zijn een aantal aanbevelingen opgesteld:

- Om verdere acties, als vervolg van het masterplan, te garanderen zijn aan de verschillende projecten zijn ook trekkers en partners verbonden. Aan het nieuwe project voor Zuid-Beveland, de optimalisatie van de landbouwwaterleiding, zijn NFO en ZLTO verbonden als trekkers. Dit houdt in dat er een projectplan geschreven moet worden. Het voorstel is om vervolgesprekken te gaan voeren met Evides, NFO, Waterschap Scheldestromen, provincie Zeeland, Zeeuws Agrarisch Jongeren Kontakt (ZAJK) en ZLTO-afdeling Oost Zuid-Beveland.
- Het advies is om de kosten en baten van het uitbreiden van de landbouwwaterleiding te laten vastleggen in de Regioscan Zoetwatermaatregelen. In het Deltaprogramma 2e fase is hiervoor geld beschikbaar. Daarnaast moet de agrariër ook voldoende waardering én inkomen krijgen om de nodige investeringen terug te verdienen. Niet alle agrariërs hebben een even grote marge. Dit maakt de afweging om wel of niet te investeren soms moeilijk. Zoals uit verschillende interviews bleek: wie 'rood' staat wordt niet 'groen'.
- Daarnaast moet ook het gesprek met Rijkswaterstaat over chloridegehalten van het Volkerak Zoommeer voortgezet worden. Bij samenwerking aan het verbeteren van de waterkwaliteit en verminderen van de blauwalg, wat een voordeel is voor Rijkswaterstaat, kan samen met de agrarische sector ook gekeken worden naar sturen op een lager chloridegehalte in het begin van het groeiseizoen.
- Grondwater is niet ongelimiteerd. Het voorstel is om ook grondwater te beprijzen. Een eerlijke prijs voor water stimuleert ook efficiënt en zuiniger gebruik. Voorstel voor het Waterschap is om meer te gaan monitoren op grondwateronttrekkingen en bij te houden hoeveel er onttrokken wordt en in hoeverre dit aangevuld wordt. Op deze manier kan er per situatie maatwerk geleverd worden.
- Voorstel is om ook in gesprek te gaan met de provincie en de plaatselijke gemeenten over de wet- en regelgeving. Voor het aanleggen van bassins langs de landbouwwaterleiding moet meer ruimte komen in de wet- en regelgeving. Op dit moment mogen bassins alleen nog aangelegd worden binnen het bouwblok, dat vastgelegd is in het bestemmingsplan. Op dit moment is de waterleiding vooral beschikbaar voor fruittelers omdat die veel werken met druppelirrigatie. Steeds meer bedrijven gebruiken ook druppelirrigatie voor akkerbouwgewassen. Druppelirrigatie in combinatie met een bassin kan ook goed gebruikt worden bij akkerbouwbedrijven. Als dit gepaard gaat met een subsidie zal het ook sneller rendabel zijn voor de ondernemer. Ook korte duidelijke richtlijnen over landschappelijke inpassing van de bassins moeten nog geformuleerd worden.
- Voorstel is ook om het gesprek aan te gaan met de kassen ter hoogte van Rilland. Er zijn misschien mogelijkheden om de kassen af te koppelen van de landbouwwaterleiding en over te gaan op ondergrondse wateropslag. Op deze manier blijft er meer water over voor de gebruikers verder langs de waterleiding.

11. Nawoord

Het schrijven van dit afstudeerrapport en het meewerken aan het project Masterplan Zoetwater voor Zeeland heb ik als erg interessant ervaren. Ik ben trots op het resultaat dat nu voor u ligt. Tijdens het meewerken aan het project Masterplan Zoetwater voor Zeeland ben ik in aanraking gekomen met veel experts op het gebied zoet water voor landbouw. Dit heeft altijd al mijn interesse gehad en ik ben dus blij dat ik een bijdrage kon leveren aan de zoetwatervoorziening voor de landbouw in Zeeland.

Tijdens mijn afstudeerperiode heb ik ook veel geleerd over de verschillende manieren die er zijn om onderzoek te doen. Uiteindelijk is mijn onderzoek een kwalitatief onderzoek geworden. Op die manier konden ook meningen en gesprekken gedeeld worden in het eindrapport, iets wat ik zelf erg belangrijk vindt.

Het is nu tijd voor de volgende stap. Vanaf nu hoop ik mijn kennis in de praktijk toe te gaan passen.

Hannelore Lukasse

Goes, juni 2021

12. Literatuurlijst

- Agrimatie. (2020). www.agrimatie.nl
- Alterra (2011). Laatst herzien 2018. *Regelbare drainage*. STOWA Deltafacts <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/regelbare-drainage#1683>
- Alterra (2014). Bodemkundige geschiktheid voor akkerbouw 2014. <https://dataportaal.zeeland.nl/dataportaal/srv/eng/catalog.search#/metadata/a36eee64-da2b-438c-b005-e8cf921d951d>
- Bakti, E., Hannewijk, N., Researching the minimum quality requirements for the reuse of municipal wastewater effluent in agricultural irrigation, HZ University of Applied sciences, 2020.
- Balkenende, F. (2021, 21 februari). PZC. <https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/is-druppelirrigatie-de-redding-voor-zeeuwse-uintelers~acbc8c51/>
- Bartholomeus, R. P., Van den Eertwegh, G. A. P. H. & Cirkel, D. G., (2016). Hergebruik restwater voor zoetwatervoorziening in het landelijk gebied: Monitoring subirrigatie met RWZI-effluent Haaksbergen. BTO 2016.050: KWR Watercycle Research Institute
- Borren, W., Bierkens, M.F.P. & van Vliet, L. (2011). *Dynamisch peilbeheer*. STOWA Deltafacts <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/dynamisch-peilbeheer>
- Bruggeman W., Haasnoot M., Hommes S., te Linde A. & van der Brugge R. (2011). *Deltascenario's*. 1204151.002. Deltares.
- Bruggeman, W., Dammers, E., van den Born, G. J., Rijkens, B., van Bommel, B., Bouwman, A., Nabielek, K., Beersma, J., van den Hurk, B., Polman, N. B. P., Linderhof, V. G. M., Folmer, C., Huizinga, F., Hommes, S., te Linde, A., Didde, R., & Roukema, M. (2013). *Deltascenario's voor 2050 en 2100 : nadere uitwerking 2012-2013*. Deltares. <https://edepot.wur.nl/282164>
- CBS. (2019). *Economie – Cijfers – Landbouw*. <https://longreads.cbs.nl/trends19/economie/cijfers/landbouw/>
- CBS. (2020a). *Akkerbouwgewassen; productie naar regio*.
- CBS. (2020b). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar gemeente*.
- CBS. (2020c). *Piek watergebruik huishoudens en landbouw in 2018*. <https://www.cbs.nl/nl-nieuws/2020/12/peik-watergebruik-huishoudens-en-landbouw-in-2018>
- CBS. (2021). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar regio*. <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/80780ned/table>
- Cirkel, G., van den Eertwegh, G., Stofberg, S. & Bartholomeus, R. (2017) *Kennisdocument Hergebruik van Restwater voor de Landbouwwatervoorziening*. <https://edepot.wur.nl/424119>
- Dam, A. M. van, Clevering, O. A., Voogt, W., Aendekerk, T. G. L., & Maas, M. P. van der. (2007). *Leven met Zout Water. Deelrapport: Zouttolerantie van landbouwgewassen*. PPO-publicatie nr. 32 34019400. Wageningen.
- De Louw, P. & Boogaart, P. (2014). *Regenwaterlenzen*. STOWA Deltafacts. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/regenwaterlenzen>
- De Louw, P., Oude Essink, G., Delsman, J., van Baaren, E.S., America, I. & van Engelen, J. (2019). Het langetermijngeheugen van de zoet-zoutverdeling <https://edepot.wur.nl/470881>
- De Louw, P., Kaandorp, V., Massop, H. & Veldhuizen, A. (2020). STOWA Deltafacts <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/berekening>
- 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., Winkel, T. te, Loon, A. van, Bartholomeus, R., Wit, J. de, Massop, H., Reinhard, S., Buijs, S. (2020). *Regioscan Zoetwatermaatregelen fase 2 - Hoofdrapport* (Rapport/STOWA; No. 2020-32A) Amersfoort.
- De Ruiter, M. (2019). *Bodemverdichting in kaart*.
- De Vries, A. & Veraart, J.A. & Oude Essink, G. & Zwolsman, G. & Creusen, R. & Buijtenhek, H.S. (2009). *Vraag en aanbod van zoetwater in de Zuidwestelijke Delta: een verkenning. Samenvatting*.

- Duku, C. (2020). *Increasing resource use efficiency by scanning the right nature*.
- EEA. (2019). *Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe*. (EEA Report No 25/2019) European Environment Agency.
- FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>
- Fooddelta Zeeland. (z.d.). Agrofood en seafood. <https://www.fooddeltazeeland.nl/>
<https://campuszeeland.nl/kennis-en-innovatienetwerken/agrofood-en-seafood.html>
- Geologie van Nederland. (z.d.). Ondergrond. <https://www.geologievannederland.nl/ondergrond>
- Gosling, S.N., Arnell, N.W. (2016). *A global assessment of the impact of climate change on water scarcity*. Climatic Change 134, 371–385 <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>
- Hoekstra A.Y., Mekonnen M.M. (2016). *Four billion people facing severe water scarcity*. American Association for the Advancement of Science.
- Hoogendoorn, M.C., Stout, B.J.B., Blok, A, Keuper, D & Leendertse P.C. (2021). *Klimaatadaptatie: leren van binnen- en buitenland*.
- Hulshof, B., de La Loma Gonzalez, van Meijeren, S., Velstra, J., Waterloo, M. & de Wildt, S. (2019) *Zuinig met zoetwater: Druppel- en subirrigatie*. Spaarwater. ACACIA-Water
http://m.spaarwater.com/content/27227/download/clnt/87226_SW2-03-19-technische_rapportage_zuinig_met_zoetwater_12_3_19.pdf
- Jacobsen, R. (2016). *Israël, één van de droogste landen ter wereld wordt nu overspoeld door water*. <https://nl.globalvoices.org/2016/08/israel-een-van-de-droogste-landen-ter-wereld-wordt-nu-overspoeld-door-water/>
- Jeuken, A., Tolck, L., Stuyt, L. C. P. M., Delsman, J., de Louw, P., van Baaren, E., & Paalman, M. (2015). *Zelfvoorzienend in zoetwater: zoek de mogelijkheden: kleinschalige oplossingen voor een robuustere regionale zoetwatervoorziening*. (Rapport/STOWA; No. 2015-30). Stowa. <https://edepot.wur.nl/365422>
- Klein Tank, A.M.G. & Lenderink, G. (red.) (2009). *Klimaatverandering in Nederland; Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's*. KNMI, De Bilt.
- Klijn, F., van Velzen, E., ter Maat, J. Hunink, J. (2012). *Zoetwatervoorziening in Nederland, aangescherpte landelijke knelpuntenanalyse 21e eeuw*. Deltares rapport 1205970-000.
- KNMI. (2020). *Archief doorlopend potentieel neerslagoverschot*. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/archief-neerslagoverschot>
- KNMI (2015). *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. KNMI, De Bilt.
- Kumar, Sandeep & Meena, Ram Swaroop & Jakhar, Shish & Jangir, Chetan & Gupta, Anshul & Meena, B.L. (2019). *Adaptation Strategies for Enhancing Agricultural and Environmental Sustainability under Current Climate*.
- Meijering, L. (2020). *Druppelirrigatie in uien grootschalig uitproberen*. <https://www.foodagribusiness.nl/druppelirrigatie-in-uien-grootschalig-uitproberen/>
- Mens, M., Hunink, J. C., Delsman, J. R., Pouwels, J., & Schasfoort, F. (2020). *Geactualiseerde knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II*. Deltares rapport 112003734-003, Delft.
- Mulder, T., Delsman, J., Kaandorp, V. & Linderhof, V. (2020). *Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw*. STOWA, Deltafacts. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/zoetwater-zelfvoorzienendheid-van-de-landbouw>
- Nolte, A., Weeber, M., Geurts, D., Pans, S., Vreeken, D. & Weiler, O. (2020). *Klimaatrobuustheid van het waterbeheer van het Volkerak Zoommeer*.
- Orange County Water District. (2020). <https://www.ocwd.com/>
- Oude Essink, G.H.P., van Baaren, E.S. & de Louw, P.G.B. (2010). *Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modelling study in the Netherlands*. Water Resources. Res., 46,

Oude Essink, G.H.P, Pauw, P., Van Baaren, E.S., Zuurbier, K., De Louw, P., Veraart, J., McAteer, E., Van Der Schoot, M., Groot, N., Cappon, H., Waterloo, M., Hu-a-ng, K. & Groen, M. (2018). *Valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening*. GO-FRESH.

Polman, N., V. Linderhof, R. Michels, K. van der Sandt en T. Vogelzang. (2012). *Landbouw in een veranderende delta; Toekomstscenario's voor zoetwatergebruik*. <https://edepot.wur.nl/247475>

Provincie Zeeland (2016). Basisdocument waterbeschikbaarheid Zeeland. https://www.zeeland.nl/sites/zl-zeeland/files/basisdocument_waterbeschikbaarheid_zeeland.pdf

Provincie Zeeland (2017). Freshem kaart. <https://kaarten.zeeland.nl/map/freshem>

Provincie Zeeland (2020). Verkenningenkaart Zoetwater – Zeeuws Deltaplan Zoet Water. https://kaarten.zeeland.nl/map/zoet_water

Provincie Zeeland – Zeeuws Bodemvenster (z.d.). Duurzaam Bodemgebruik. <https://www.zeeuwsbodemvenster.nl/duurzaam-bodemgebruik/de-zeeuwse-bodem>

Reindsen, H. (2019a, 22 januari). Nieuwe Oogst. Bangladesh krijgt trainingscentrum zilte landbouw. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/01/12/bangladesh-krijgt-trainingscentrum-zilte-landbouw>

Reindsen, H. (2019b, 22 januari). Nieuwe Oogst. Wortelopbrengst op zilte grond in Kenia verdubbeld. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/01/22/wortelopbrengst-op-zilte-grond-in-kenia-verdubbeld>

Roex, E., Stoffberg, S., Cirkel, G. & Bartholomeus, R. (2017). *Hergebruik van effluent*. STOWA Deltafacts. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/hergebruik-van-effluent>

Saline Agriculture Worldwide (z.d.). *Salinization*. <https://www.salineagricultureworldwide.com/salinization>

Salt Farm Texel. (z.d.). Saline Cultivation in Kenya. <http://www.saltfarmtexel.com/news/saline-cultivation-in-kenya>

Schelling, A. (2020). *Coroos wil geen water naar de Zee dragen*. <https://www.nederlandvoedselland.nl/artikel/coroos-wil-geen-water-naar-de-zee-dragen/>

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. & Stuyt, L.C.P.M. (2014) *Eureyeopener 2.1: Zoetwatervoorziening Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden*. Alterra-rapport 2150. Wageningen

Schipper, P.N.M., Heinen, M., Jansen, P., Stuyt, L.C.P.M & Dik, P. (2015). *Praktijkproef Regelbare Drainage proefbedrijf Rusthoeve 2010-2014; Eindverslag praktijkproef naar de effecten van regelbare en verdiept aangelegde drains op klei in Zeeland*. Alterra-rapport. Wageningen

Sluiter, R., Pliëger, M., van Oldenborgh, G.J., Beersma, J. & de Vries, H. (2018). *Droogterapport 2018* <http://bibliotheek.knmi.nl/weerbrochures/droogterapport2018.pdf>

Snellen, B. (2011a, laatst herzien 2017). *Bodemvocht gestuurd beregenen*. STOWA Deltafacts

Snellen, B. (2011b, laatst herzien 2017). *Bodem als buffer*. STOWA Deltafacts.

Stokkers R., Prins H., van der Meer R., Jager J. (2018). Effecten droogte en hitte op inkomens land- en tuinbouw / <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/11/23/effecten-droogte-en-hitte-op-inkomens-land-en-tuinbouw>

STOWA. (2011a). *Zouttolerantie van teelten*. STOWA Deltafacts. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/zouttolerantie-van-teelten>

STOWA (2011b, laatst herzien 2018). *Waterreservoirs op bedrijfsniveau*. STOWA Deltafacts. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/waterreservoirs-op-bedrijfsniveau>

Stratelligence (2021). Economische analyse zoetwater. Deelprogramma Zoetwater, Deltaprogramma.

Stuyt, L.C.P.M. (2011). Baseline Survey Zout en Joint Fact Finding effecten van zout, Alterra onderzoek voor Waterdienst i.s.m. Deltares, ACACIA-Water, De Bakelsestroom.

Stuyt, L.C.P.M., van der Bolt, F.J.E., Snellen, W.B., Groenendijk, P., Schipper, P.N.M. & Harmsen, J. (2012) *Meer water met regelbare drainage?* <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202012/STOWA%202012-33.pdf>

- Stuyt, L.C.P.M., Kielen, N. & Ruijtenberg, R. (2015). *Is de Nederlandse landbouw echt zo gevoelig voor zout water?* H2O-online: Maart 2015
- Ter Maat, J., (2014). Zoetwatervoorziening. STOWA Deltafacts.
<https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/zoetwatervoorziening>
- Tolk, L. (2013) *Zoetwater verhelderd. Maatregelen voor zoetwater zelfvoorzienendheid in beeld.* ACACIA-Water / Kennis voor Klimaat: Gouda. p. 80
- Te Winkel, T., Velstra, J., van Rijselberghe, M., Laansma, K. & van Meijeren, S. (2020). Zilte Kansen voor de Waddenregio. https://rijkewaddenzee.nl/wp-content/uploads/2020/03/AW_021.3_JV_190981_Zilte-kansen-voor-de-Waddenregio.pdf
- Van Baaren E.S., Oude Essink G.H.P., Janssen G.M.C.M., de Louw P.G.B., Heerdink R., Goes B. (2016) *Verzoeting en verzilting van het grondwater in de Provincie Zeeland; Regionaal 3D model voor zoet-zout grondwater.* Deltares Rapport, 86 p.
- Van Bakel, P.J.T. & Stuyt, L.C.P.M. (2011). Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen. <https://edepot.wur.nl/173791>
- Van Dooren, T., Raat, K. & Stofberg, S. (2021). *Effecten van kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater op de grondwaterkwaliteit.* STOWA: Deltafacts
<https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/effecten-van-kunstmatige-infiltratie-van>
- Van Pelt, M. (red.) (2011). *Lange termijn verkenning Zuidwestelijke Delta.*
<https://edepot.wur.nl/178041>
- Visser, S. & van Tuinen, E. (2012). Regionale probleemanalyse - Zoetwatervoorziening in de Zuidwestelijke Delta & Rijnmond-Drechtsteden. Deltaprogramma Zoetwater. Wageningen University & Research. (z.d.). Dossier Verticale Landbouw.
<https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/plant-research/glasiuinbouw/show-glas/Verticale-landbouw.htm>
- Waterschap Scheldestromen (2013). Kaart Zonering Retributie Verordening St. Philipsland en Tholen.
<https://scheldestromen.nl/sites/scheldestromen.nl/files/Kaart%20zonering%2007032019.pdf>
- Waterschap Scheldestromen. (2019). Beleidsnota Grondwater.
https://scheldestromen.nl/sites/scheldestromen.nl/files/Nota%20grondwater%202019_0.pdf
- Waterwet (2009). <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/waterwet/Wetlantec>. (z.d.). *Helofytenfilter FAQ.* <https://www.wetlantec.com/nl/faq/>
- Wolters, H.A., van den Born, G.J., Dammers, E. & Reinhard, S. (2018). Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017, Deltares, Utrecht
https://media.deltares.nl/deltascenarios/Deltascenarios_actualisering2017_hoofdrapport.pdf
- Wösten, H. & Groenendijk, P. (2019). *Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer.* STOWA Deltafacts. <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/belang-van-bodemorganische-stof-voor-het-waterbeheer>
- Zilt Proefbedrijf (z.d.) www.ziltproefbedrijf.nl
- Zuurbier, K., van der Schans, M., Paalman, M., de Putter, P., te Winkel, T., Velstra, J. & Oude Essink, G. (2015). *Technisch-juridische handreiking risicobeoordeling ondergrondse waterberging.* (Rapport/STOWA 2015-35).
- Zuurbier, K., Paalman, M., van Loon, A., Stuyfzand, P. & Stofberg, S. (2013, laatst herzien 2019). *Ondergrondse waterberging.* KWR Watercycle Research Institute/STOWA Deltafacts.
<https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/ondergrondse-waterberging>

Appendix

A. Samenvatting bijeenkomsten Masterplan Zoetwater voor Zeeland

In deze bijlage zijn korte samenvattingen of doelstellingen per bijeenkomst beschreven. Door middel van deze tabel wordt ook het tijdpad van de opstelling van het Masterplan weergegeven. In een aparte bijlage zijn de uitgebreide verslagen per bijeenkomst te vinden.

Datum	Doel
9 november 2020	Dit overleg bespreekt op hoofdlijnen de uitkomst van de gesprekken die in oktober zijn gevoerd; bespreken en aanvullen van de geannoteerde inhoudsopgave voor het Masterplan en samen werken aan een gemeenschappelijke visie 'Zoetwater voor Zeeland'.
16 november 2020	Dit overleg bespreekt de eerste resultaten van de gebiedsgesprekken die in november en december zijn gevoerd; verder liggen er een aantal memo's op tafel die we met jullie willen bespreken en is Rijkswaterstaat te gast om ons een update te geven over de doorspoelproeven van het Volkerak-Zoommeer.
9 februari 2021	In dit overleg bespreken we de resultaten van de gebiedsgesprekken en interviews die de afgelopen weken zijn gehouden; verder ligt er een projecten overzicht per gebied voor, hebben we de zoetwaterstrategie voor een gebied nader uitgewerkt en willen we een discussie voeren over de potentiële business cases die we naar voren willen schuiven.
10 maart 2021	In dit overleg bespreken we de concept rapportages voor 4 gebieden (3 zijn nog in voorbereiding); verder ligt er een geactualiseerd projecten overzicht per gebied voor en willen we een discussie voeren over de QuickScan potentiële business cases die we willen uitwerken.
29 maart 2021	In dit overleg bespreken we de QuickScan potentiële / kansrijke business cases en willen we een keuze maken voor de projecten waar we als samenwerkingsverband voor willen gaan.
21 april 2021	In dit overleg bespreken we het conceptadvies en voorstel welke nieuwe projecten we willen realiseren (kansrijke business cases) en aan welke lopende projecten we een actieve bijdrage willen leveren

B. Partners Masterplan Zoetwater voor Zeeland

Informatie in deze tabel komt uit interviews met de partners en is gedurende het proces verzameld.

Partner	Beschrijving	Belang zoetwater
ZLTO	ZLTO is een vereniging van ruim 13.000 boeren en tuinders in Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Gelderland. Kernpunt is continuïteit van de land- en tuinbouw. ZLTO opereert door een combinatie van activiteiten: samenwerken met andere economische sectoren, steunen van innovatieve projecten, investeren in kansrijke participaties en staan schouder aan schouder met de leden	Voor continuïteit van de landbouw is zoet water nodig. Doel van ZLTO is om de behoefte en beschikbaarheid van zoet water duurzaam in balans te brengen en te houden. Samen met agrariërs uit de achterban werken aan een duurzame zoetwatervoorziening
CZAV	CZAV is een agrarische aan- en verkoopcoöperatie in Zuid-Nederland voor ruim 3000 actieve agrarische ondernemers in akkerbouw, bloembollenteelt, veehouderij, tuinbouw en fruitteelt.	CZAV heeft belang bij een vitale agrarische sector en wil ook mee innoveren met de sector op het gebied van gewaskeuze, gewasbeschermingsmiddelen en manieren om efficiënt met zoet water om te gaan. Bij meebewegen met klimaatverandering kan gewaskeuze ook veranderen.
Van Iperen BV	Van Iperen BV werkt samen met klanten aan optimale gewassen door producten zoals meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, zaaizaden etc. voor gehele agrarische sector te leveren. De producten gaan gepaard met advies door een specialist. Voeden, versterken en beschermen zijn kerntaken.	Van Iperen geeft advies van bodem tot oogst, levering van meststoffen, plantenbescherming, zaden. Bodem en gewasbeschermingsmiddelen zijn belangrijke factoren in het waterbeheer. Van Iperen wil mee innoveren en samenwerken aan een vitale agrarische sector in Zeeland.
Rabobank	De Rabobank is een coöperatieve bank. Het internationale bankbedrijf richt zich op internationale zakelijke- en rurale activiteiten en kent een bijzondere focus op de food & agrisector.	Rabobank wil circulaire processen, biodiversiteit, minder gebruik van grondstoffen en eiwittransitie stimuleren door financieren. Verschuiving naar plantaardige eiwitten is potentie voor Zeeland.
Delphy	Delphy is een onderneming in kennis en expertise voor agrarische ondernemers en andere agribusiness partijen in de plantaardige sectoren.	Delphy onderzoekt strokenteelt, druppelirrigatie, bewaren van aardappels, innovaties in graszaad en andere gewassen. Soms in samenwerking met andere onderzoekers of in opdracht van klanten.
NFO	De Nederlandse Fruittelers Organisatie is een organisatie van en voor Nederlandse fruittelers. NFO behartigt de belangen van ondernemers met bijzondere aandachtspunten: gewasbescherming, sociaaleconomische kwesties en kennis en innovatie.	Fruitteelt is een belangrijke sector in Zeeland, vooral in Zuid-Beveland. NFO wil een klimaat robuuste fruitteelt in Zeeland, daar hoort een robuuste zoetwatervoorziening bij.

C. Zoet water vanuit economisch perspectief

Tijdens de gesprekken op Schouwen-Duiveland, o.a. met betrokkenen bij de projecten Living Lab, Broedplaats Zoetwater en initiatieven externe aanvoer naar Schouwen-Duiveland, is gebleken dat er behoefte is naar een meer gekwantificeerde duiding van de bedrijfseconomische situatie van verschillende agrarische sectoren in Zeeland, in vergelijking met de omringende agrarische gebieden (rest van Nederland).

Er is behoefte op antwoorden op de volgende vragen:

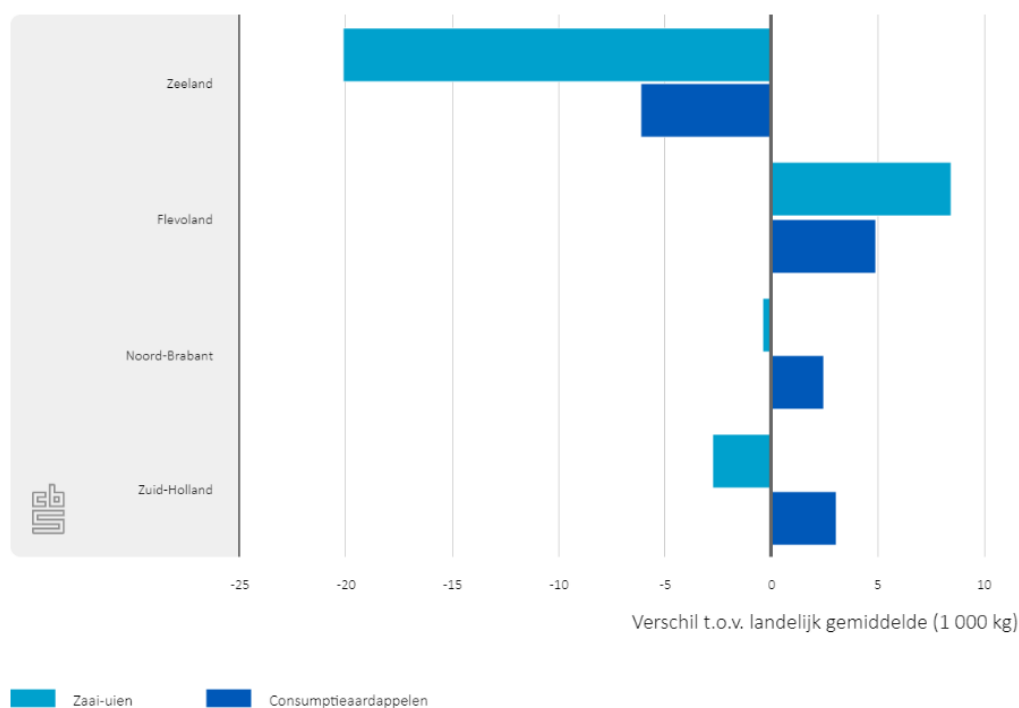
1. Hoe kunnen we de bedrijfseconomische situatie van de verschillende agrarische sectoren in Zeeland in beeld krijgen ?
2. In hoeverre blijft de productie van verschillende gewassen in delen van Zeeland achter ten opzichte van omliggende regio's en waar ligt dat aan ?
3. Is het voorkomen van hitte en droogte terug te zien in de bedrijfsresultaten per sector voor de verschillende regio's in Zeeland en omliggende regio's ?
4. Wat zijn de te verwachten economische effecten van een veranderende waterschikbaarheid in de verschillende deltasenario's ?
5. Wat kunnen we zeggen over de schuldenpositie en financiële ruimte om te investeren van de verschillende agrarische sectoren in Zeeland ten opzichte van omliggende regio's ?
6. Welk beleidsmatig- en politiek signaal kunnen we concluderen n.a.v. de economische situatie agrarische sector in Zeeland dat relevant is voor het Masterplan?

1. Hoe kunnen we de bedrijfseconomische situatie van de verschillende agrarische sectoren in Zeeland in beeld krijgen?

Cijfers kunnen vergeleken worden met cijfers van omliggende landbouwgebieden. Ook schuldenpositie moet meegenomen worden in de analyse. Er moet wel rekening gehouden met de verschillende factoren die gewasopbrengst en derving kunnen beïnvloeden (sociale achtergrond, bouwplan, mogelijkheid tot beregenen, prijzen).

2. In hoeverre blijft de productie van verschillende gewassen in delen van Zeeland achter ten opzichte van omliggende regio's en waar ligt dat aan?

In de grafiek hieronder is te zien dat er grote regionale verschillen zijn. In Zeeland werd in 2019 gemiddeld 15000 kg zaaiuien per ha geoogst terwijl dat in Flevoland 44000 kg zaaiuien per ha was. De opbrengst consumptieaardappelen in Flevoland was 46100 kg per ha en in Zeeland was dat 35000 kg per ha (CBS, 2020).

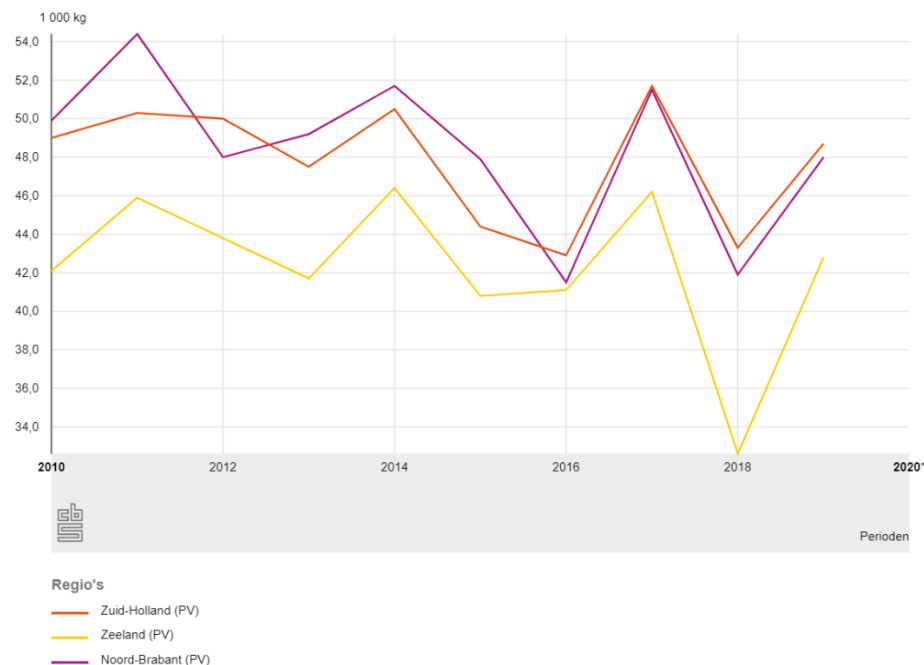


Figuur C.1 Verschil in opbrengst per ha t.o.v. van landelijk gemiddelde (CBS, 2019).

Hieronder is te zien dat opbrengst per hectare aardappelen in Zeeland altijd al lager ligt dan omliggende regio's en bovendien ook nog een grotere opbrengstdaling had in een droog jaar.

Akkerbouwgewassen; productie naar regio

Onderwerp: Bruto opbrengst per ha
Gewassen: Aardappelen (totaal)

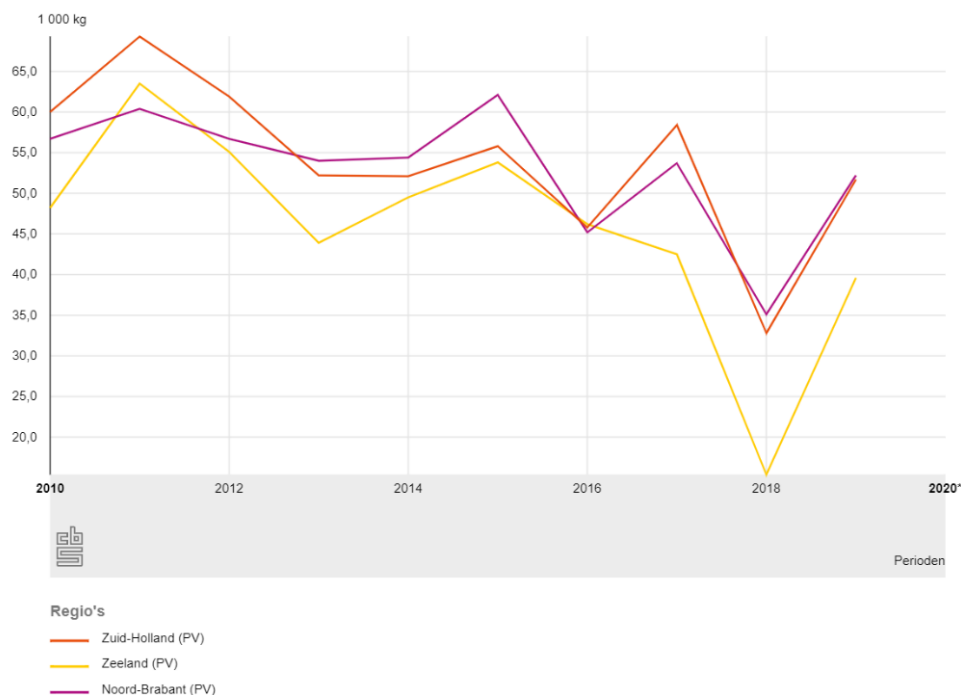


Figuur C.2 Bruto-opbrengst aardappels in kg per ha, per regio (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).

Het beeld voor uien ziet er ongeveer hetzelfde uit:

Akkerbouwgewassen; productie naar regio

Onderwerp: Bruto opbrengst per ha
Gewassen: Zaaï-uien



Figuur C.3 Bruto-opbrengst uien in kg per ha, per regio (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).

Wat is de oorzaak van deze trend?

Uien zijn gevoelig voor verzilting van de bodem en irrigatiewater. De ui heeft op bepaalde momenten veel water nodig, vaak is er op dat moment geen water beschikbaar. Regen valt niet meer gebalanceerd, maar minder vaak en in grote hoeveelheden tegelijk. Andere gebieden in Nederland hebben dan vaak wel toegang tot externe aanvoer en dus op de specifieke momenten dat de ui water nodig heeft ook daadwerkelijk water toedienen. Terwijl de meeste gebieden in Zeeland het alleen van de zoetwaterlens in de bodem en neerslag moeten hebben. Op het specifieke moment is er vaak geen water beschikbaar voor beregening.

3. Is het voorkomen van hitte en droogte terug te zien in de bedrijfsresultaten per sector voor de verschillende regio's in Zeeland en omliggende regio's ?

In het algemeen kan worden gezegd dat de droogte en hitte tijdens het groeiseizoen in de land- en tuinbouw blijft meestal niet beperkt tot de Nederlandse landgrenzen, maar speelt ook in de omliggende productielanden. Dit leidt veelal tot schaarste op de Europese markt met als gevolg oplopende prijzen. In het waterrijke Nederland is over het algemeen de waterhuishouding beter (grondsoort, capillaire werking, drainage) en zijn de mogelijkheden voor beregening aanmerkelijk groter dan in de omliggende landen, zodat droogte en schaarste relatief minder impact hebben op de productie en met name in de plantaardige sectoren een behoorlijk financieel voordeel op kunnen leveren. Dit geldt overigens niet voor individuele bedrijven op droogtegevoelige gronden die niet over mogelijkheden tot beregening beschikken en voor die bedrijven die geen zoet water in de omgeving beschikbaar hebben, zoals in grote delen van Zeeland het geval is.

Een ondernemer kan echter alleen profiteren van de hoge productprijzen, als hij zijn opbrengst niet geheel heeft voorverkocht aan zijn afnemers tegen min of meer vaste prijzen voor een geheel seizoen. In de huidige afzetketen van AGF-producten voor de versmarkt is naar schatting ruwweg 75% van het volume vastgelegd in afzetcontracten per seizoen met de inkooporganisaties van de

supermarktketens, waarvan 25% tegen vaste prijzen en 50% tegen variabele weekprijzen binnen een zekere bandbreedte van minimum- en maximumprijzen.

Zie ook analyse van de ontwikkeling in de potentiële opbrengst, opbrengstderving en actuele opbrengst per hectare uitgewerkt bij vraag 4.

De conclusies naar het effect van hitte en droogte op de inkomens in de Nederlandse land- en tuinbouw (met uitsluiting van andere invloeden die de markt van vraag en aanbod beïnvloeden): In de melkrundveehouderij is de opbrengstderving van zowel grasland als snijmais en de regionale spreiding daarin groot. De toename van de voerkosten heeft een negatieve impact op het inkomen uit bedrijf van naar schatting bijna 28.000 euro, waardoor op het gemiddelde bedrijf het inkomen per onbetaalde arbeidsjaareenheid ten opzichte van het meerjarig gemiddelde met 14.000 euro daalt tot 21.500 euro.

In de akkerbouw wordt bij aardappelen, suikerbieten en uien een grote opbrengstderving verwacht. De schaarste op de markt zal echter veelal leiden tot hogere productprijzen. In combinatie met een kleine kostenbesparing wordt per saldo een daling van het inkomen per onbetaalde arbeidsjaareenheid met 4.000 euro tot 41.500 euro voorzien.

Op de akkerbouwbedrijven met zetmeelaardappelen is de opbrengstderving echter aanmerkelijk groter en wordt veel minder compensatie door hoge productprijzen verwacht. Als gevolg daalt het geraamde inkomen per onbetaalde arbeidsjaareenheid met 38.000 euro tot 29.500 euro. In de vollegrondsgroenteteelt wordt de kleinere oogst naar verwachting min of meer gecompenseerd door de hogere productprijzen. Het inkomen per onbetaalde arbeidsjaareenheid daalt hierdoor licht tot 54.000 euro.

In de fruitteelt wordt de naar schatting 5% lagere oogst waarschijnlijk gecompenseerd door hogere productprijzen. Het inkomen per onbetaalde arbeidsjaareenheid stijgt hierdoor licht tot 39.000 euro.

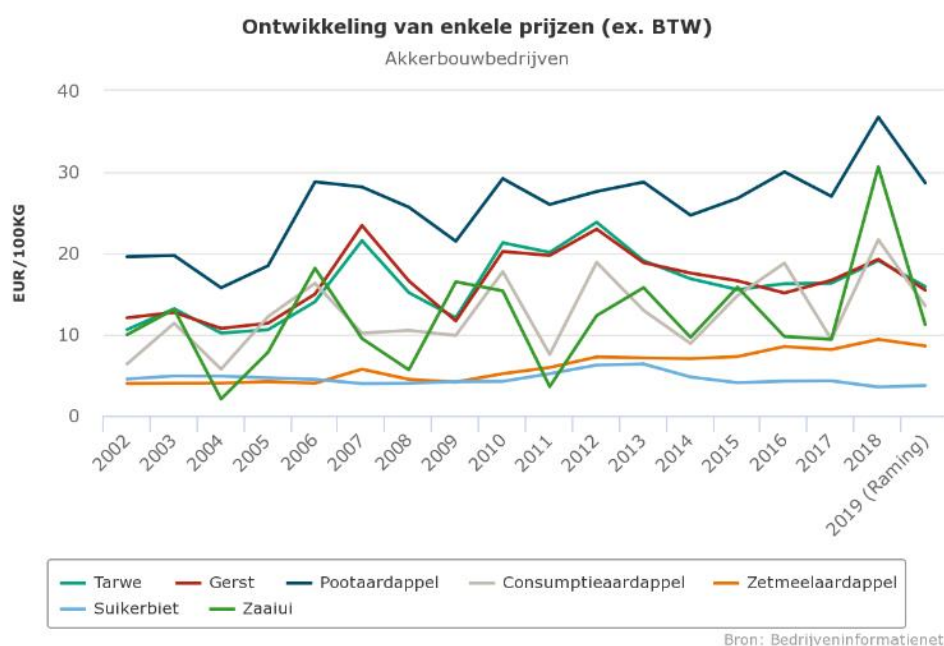
Uit een factsheet van Wageningen University & Research blijkt dat de kg-opbrengsten per hectare in droge en hete jaren voor de meeste gewassen afwijkt ten opzichte van omliggende jaren. In het droge jaar 2018 (herhalingstijd van 1:30) worden voor de meeste gewassen lagere opbrengsten in kg per hectare verwacht, behalve granen die al geoogst waren voor de meest extreme droogte (Figuur C.4).

	1976	1983	1995	2003	2006	Gemiddeld	2018 (raming)	Opmerkingen 2018
Melk (koe)	0	1	1	2	0	1	0	
Melk (geit)							-1	
Gras (koe)							-17	
Gras (schaap)							-25	
Consumptieaardappelen	-7	-14	-12	-11	-11	-11	-20	
Pootaardappelen	8	-26	-2	4	-3	-4	-15	
Zetmeelaardappelen	-13	-15	3	-17	-13	-11	-28	
Suikerbieten	7	-15	-2	-4	6	-1	-12	klei -10%, zand -20%
Snijmais	-17	-3	-11	1	-3	-7	-30	25% minder droge stof en 5% minder voederwaarde
Uien	-58	-16	-19	-14	-21	-26	-50	
Wintertarwe	-2	-3	3	1	-1	0	+6	
Zomergerst	1	-20	-5	9	2	-3	0	
Aardbeien	-14	23	12	-2	-13	1	-15	kleinere vruchten als gevolg van nood-afrijping
Bloemkool	-3	3	22	-1	-11	2	-10	kleinere kolen
Broccoli	-	-	-	-5	-16	-11	-15	ongelijke, kleine schermen
IJsbergsla	-	-	-	-9	-3	-6	-15	
Prei	5	19	15	3	2	9	-5	
Spruitkool	-6	-1	5	9	14	4	-10	
Witte kool	0	-3	-7	-3	-4	-3	-10	
Appel	-8	-5	17	-5	-6	-1	-5	kleinere vruchten
Peer	21	4	2	-2	7	7	-5	kleinere vruchten

Bronnen: Historische landbouwreeks en oogstraming groenten opengrond van het CBS en Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research

Figuur C.4 Samenvattende tabel van kg-opbrengsten per hectare in droge en hete jaren. Berekend als mutatie in procent ten opzichte van gemiddelde kg-opbrengst in omliggende jaren (Stokkers et al., 2018)

De droogte in 2018 zorgde voor lagere gewasopbrengsten in de akkerbouw. De gemiddelde kg-opbrengst zaaiuien was 35,5 duizend kg per ha. Dit was 36 procent lager dan in 2017. Voor consumptieaardappelen was de gemiddelde opbrengst per hectare in 2018 22 procent lager dan het jaar daarvoor. Door de kleine aardappeloogst in 2018 stegen de prijzen sterk, maar doordat de productie herstelde in 2019 zakte die prijs ook weer. Doordat de uienproductie in 2018 laag was door droogte steeg de prijs sterk (Agrimatie, 2019). In de grafiek hieronder zijn prijsontwikkelingen van een aantal gewassen weergegeven.



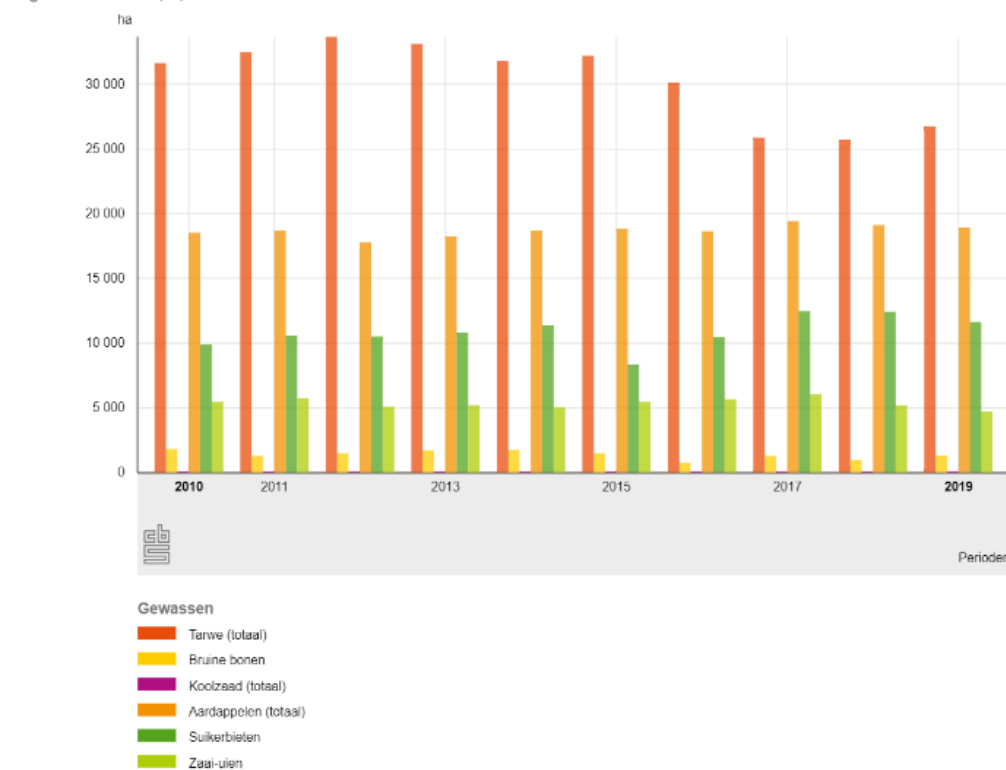
Figuur C.5 Ontwikkeling van prijzen (Agrimatie, 2020)

Ondanks prijsstijgingen door een kleine oogst, is het duidelijk dat er grote verschillen zijn tussen regio's. Dit is afhankelijk van de duur van de droogte, droogtegevoeligheid van de grond en de mogelijkheid tot beregening van de gewassen. Zwaarst getroffen zijn akkerbouwbedrijven in het Zuidwestelijk kleigebied en op de zandgronden. Opbrengstdalingen waren hier groter dan in Noordelijk kleigebied en de IJsselmeer polders.

In de grafieken is te zien dat de opbrengst van meerdere akkerbouwgewassen in 2018 afnam in Zeeland terwijl het betaalde oppervlak nagenoeg gelijk was in 2017 en 2018.

Akkerbouwgewassen; productie naar regio

Onderwerp: Betaalde oppervlakte
Regio's: Zeeland (PV)



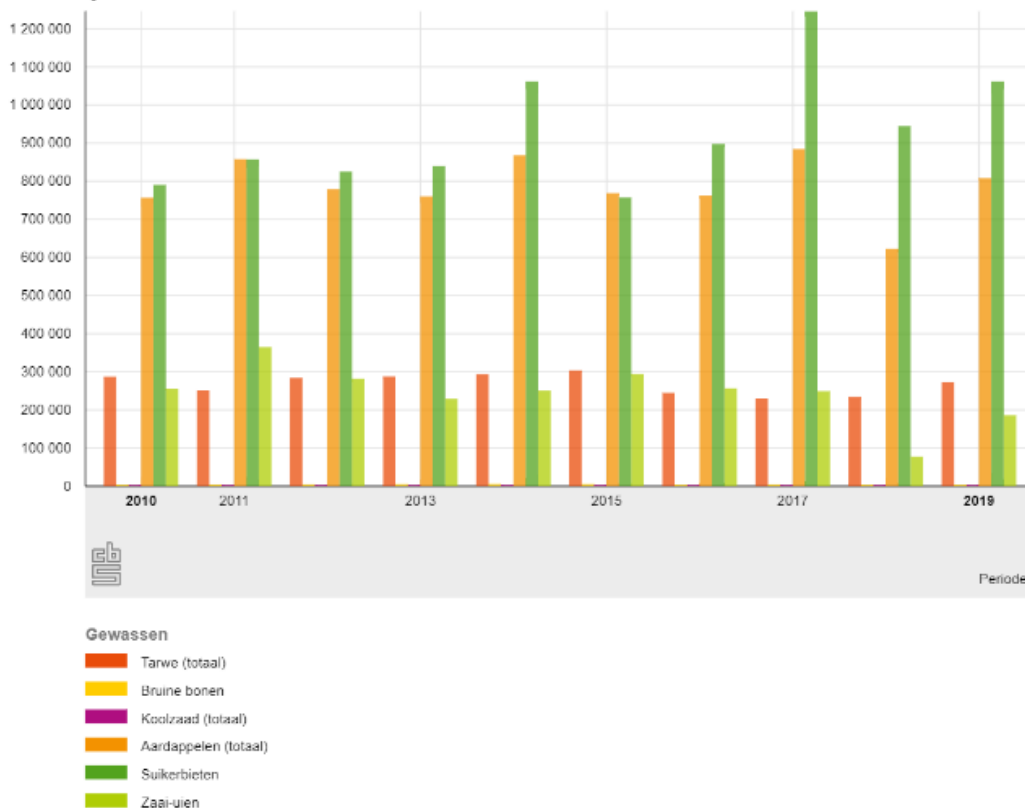
Figuur C.6 Betaald oppervlak Zeeland (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).

Akkerbouwgewassen; productie naar regio

Onderwerp: Totale bruto opbrengst

Regio's: Zeeland (P/V)

1 000 kg



Figuur C.7 Totale bruto opbrengst per akkerbouwgewas (CBS; Akkerbouwgewassen; productie per regio, 2020).

4. Wat zijn de te verwachten economische effecten van een veranderende waterschikbaarheid in de verschillende deltasenario's?

Weersextremen in het groeiseizoen, langdurige droogte en hevige neerslag, leiden tot opbrengstderving als gevolg van een lagere productie van landbouwgewassen of kwaliteitsverlies.

Om in 2050 weerbaar te zijn tegen droogte zoekt het Deltaprogramma Zoetwater naar antwoord op de vraag wat de economische effecten van veranderende waterschikbaarheid in de verschillende deltasenario's is. Dit is uitgewerkt voor alle zoetwaterregio's in Nederland. De MKBA is uitgewerkt en gerapporteerd (Stratelligence, 2021)³⁹.

Hieronder de belangrijkste conclusies voor de Zuidwestelijke delta (zonder externe aanvoer uit het hoofdwatersysteem).

In het huidige klimaat raakt de droogte vooral de landbouw en de grondwaterafhankelijke natuur

- In de *Referentie* (het huidige klimaat) is het droogterisico voor Nederland ongeveer 370 miljoen euro per jaar (prijspeil 2020, excl. btw). Dit bestaat uit een risico van 66 miljoen euro voor scheepvaart en 305 miljoen euro voor landbouw. Het risico voor de overige sectoren (drinkwater,

³⁹ Deze MKBA maakt gebruik van een risicobenadering. Deze methode is al lange tijd gebruikelijk bij waterveiligheidsvragen, maar voor droogte nog relatief nieuw. Het droogterisico is de jaarlijkse verwachtingswaarde van het effect van droogte op de Nederlandse economie door te kijken naar de verschillende gebruiksfuncties die door droogte kunnen worden geraakt. Opgesteld in opdracht van het Deltaprogramma, Deelprogramma Zoetwater

industrie) is kleiner dan 1 miljoen euro. Het risico voor natuur is niet gemonetariseerd maar kwalitatief beschouwd.

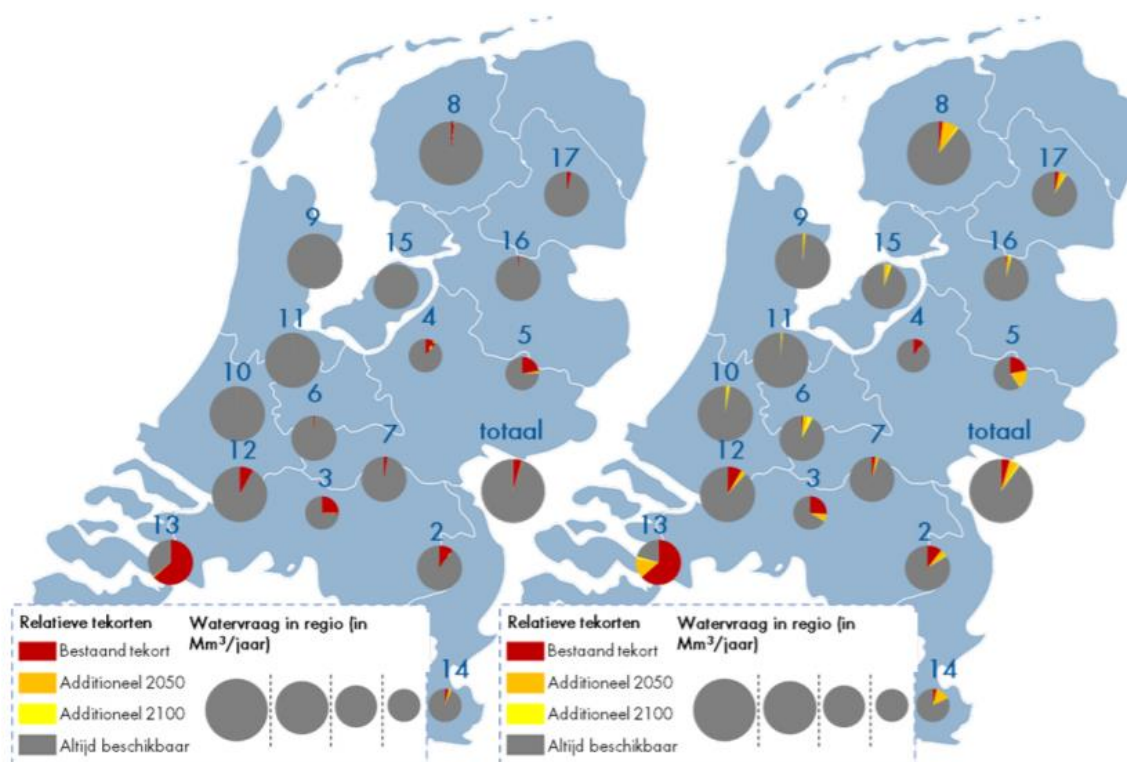
In de gematigde scenario's blijft het droogterisico min of meer gelijk

- De gematigde deltasenario's *Rust* en *Druk* leveren per saldo geen tot een kleine verandering in economisch effect op ten opzichte van de *Referentie*.

In de extremere klimaatscenario's neemt het droogterisico voor alle sectoren toe

- De extremere klimaatscenario's *Stoom* en *Warm* hebben een negatief economisch effect op alle sectoren. Het totale droogterisico neemt met bijna 65% toe in 2050 ten opzichte van de *Referentie* naar ongeveer 610 mln. euro.
- Voor de landbouw wordt rekening gehouden met een sterke toename van het risico tot ca. € 436-447 miljoen in 2050. Ten opzichte van het huidige risico (referentie) is dit een toename van ca. € 150 miljoen per jaar in 2050.
- De totale watervraag neemt in *Stoom* toe met ruim 40% in 2050. Voor 2100 komt daar ruim 5% bij. De tekorten nemen in kubieke meters met bijna 200% toe in 2050 en met 50% extra in 2100.
- Alle gebieden voelen de gevolgen van meer droogte en zoutstress. De absolute toename van het droogterisico concentreert zich in enkele gebieden (het Fries-Gronings kustgebied en de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer) en gewassen (gras, mais). Per hectare is het risico het grootst voor Noord-Holland, gevolgd door Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer. Deze regio's zijn niet alleen groot in oppervlak, maar verbouwen relatief veel gewassen met veel derving per hectare door droogte of verzilting, zoals aardappelen, bollen en bieten.
- Een opvallende uitkomst is dat voor sommige gewassen de verwachte toename in de potentiële fysieke opbrengsten per hectare de opbrengstderving door droogte overstijgen vanwege gunstigere groeiomstandigheden door veronderstelde hogere temperaturen (bijv. grasland, granen, fruit, bloembollen). Voor deze gewassen leidt klimaatverandering per saldo tot gemiddeld betere productieomstandigheden.
- Door droogte en verzilting worden lagere fysieke gewasopbrengsten gerealiseerd dan in potentie haalbaar zijn. Ook nemen de kosten van beregning bij een warmer klimaat toe. In totaal maken de toegenomen beregeningskosten ca. 40% van het economisch effect uit. Deze bedragen in 2050 gemiddeld 65 miljoen euro per jaar extra ten opzichte van *Referentie*. Slechts een klein deel van het risico wordt afgewenteld op afnemers in het buitenland (3-4%). Dit gaat om pootaardappelen, boomteelt, uien en bollen waar Nederland een aanzienlijk deel van de productie exporteert.
- Ten opzichte van *Referentie* kan het risico voor de scheepvaart oplopen met 65-70 miljoen euro per jaar in 2050, vooral door de toename van laagwatergebeurtenissen die de groei van de scheepvaart hinderen. Voor de drinkwatersector is er een beperkte toename van het risico met ongeveer 10 miljoen euro en voor de industrie met zo'n 3 miljoen euro in 2050.

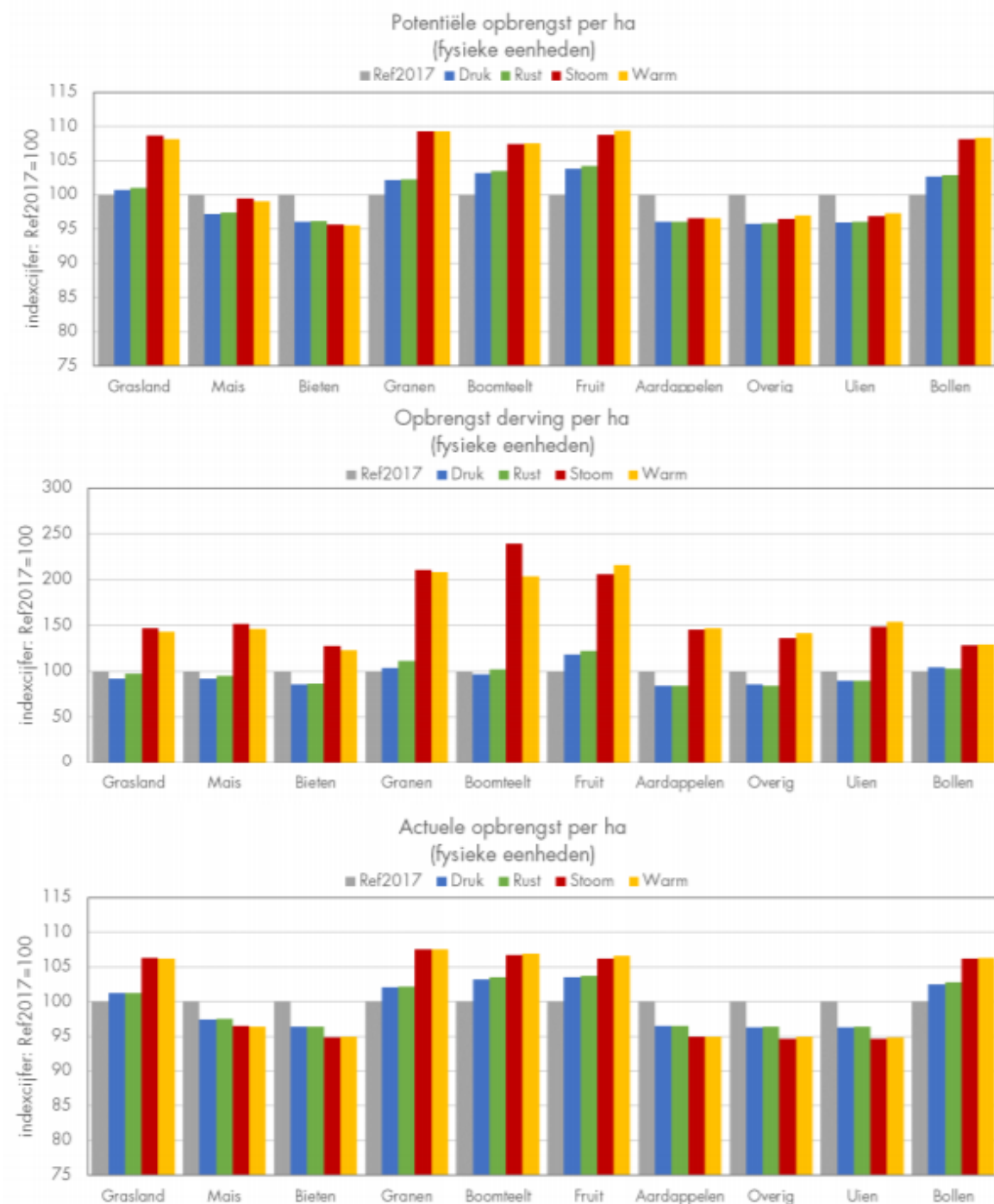
Onderstaande figuur laat de relatieve tekorten per regio zien. Deze zijn het grootste voor de Zuidwestelijke delta zonder aanvoer, zowel in de *Referentie* (rode taartpunten), als in het *Stoom*-scenario.



Figuur C.8 Procentuele tekorten peilbeheer, doorspoeling en berekening in scenario Rust (links) en Stoom rechts (Stratelligence, 2021)

Onderstaande figuren geven inzicht in de ontwikkeling in de potentiële opbrengst, opbrengstderving en actuele opbrengst per hectare per scenario. Voor gras, granen, boomteelt, fruit en sierteelt neemt in *Stoom* en *Warm* de potentiële opbrengst per ha (matig tot fors) toe als gevolg van klimaatverandering. Voor mais, bieten, aardappelen en uien is sprake van dalende potentiële opbrengst per ha. In *Stoom* en *Warm* neemt ook de derving toe. In *Druk* en *Rust* is het effect op de opbrengstderving per hectare relatief beperkt.

In alle scenario's daalt de actuele opbrengst per saldo voor mais, bieten, aardappelen en uien. De daling lijkt het gevolg van een optelsom van autonome verslechtering van de productieomstandigheden voor deze gewassen (dalende potentiële opbrengst per hectare) en oplopende zoetwatertekorten (droogte, verzilting).



Figuur C.9 Verandering potentiële en actuele opbrengst en opbrengstderving per hectare per gewas en Deltascenario (Stratelligence, 2021)

Uit de opbrengstderving en de toename van de variabele beregeningskosten kan vervolgens het droogterisico per gewas worden bepaald, zie figuur hieronder. Een toename van het droogterisico is voornamelijk gebonden aan de scenario's *Stoom* en *Warm*, waarbij de toename van het risico in

Waarden	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Eindtotaal
Gemiddelde van Marge% t.o.v. omzet	11%	0%	12%	9%	12%	7%	8%

Figuur C.12 Marge % t.o.v. omzet: Zeeland

Waarden	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Eindtotaal
Gemiddelde van Marge% t.o.v. omzet	17%	2%	9%	3%	7%	17%	9%

Figuur C.13 Marge % t.o.v. omzet: Flevoland

Hier is nog geen duidelijke trend uit te halen. Niet alle akkerbouwers zitten in het systeem, weersomstandigheden kunnen per locatie verschillen en ook de bouwplannen kunnen anders zijn. Er zijn veel factoren die de opbrengst kunnen bepalen. Wel is een groot verschil te zien in het droge jaar 2018. In Flevoland was daar een ruime marge, terwijl dat in Zeeland onder het gemiddelde viel.

Waarden	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Eindtotaal
Gemiddelde van Marge% t.o.v. omzet	10%	-7%	10%	4%	0%	4%	4%

Figuur C.14 Marge % t.o.v. omzet: Zeeuws-Vlaanderen

Waarden	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Eindtotaal
Gemiddelde van Marge% t.o.v. omzet	11%	9%	14%	15%	26%	8%	14%

Figuur C.15 Marge % t.o.v. omzet Oosterschelde (Tholen, Schouwen-Duiveland, Goes, Kapelle, Reimerswaal, Borsele)

Waarden	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Eindtotaal
Gemiddelde van Marge% t.o.v. omzet	19%	-8%	7%	10%	5%	15%	9%

Figuur C.16 Marge % t.o.v. omzet: Walcheren/Noord-Beveland

Er zijn dus veel verschillende factoren die de marge kunnen bepalen.

13. Bouwplan: verschillende gewassen hebben een andere watervraag;
14. Mogelijkheid tot beregenen, ook binnen gebieden;
15. Sociale achtergrond (schuldenpositie: gemiddelde Zeeuw heeft minder schuld dan Brabander, Rabobank, 2021);
16. Prijzen;
17. Weersomstandigheden.

Uit de tabellen blijkt wel dat Zeeuws-Vlaanderen achterblijft. In een droog jaar blijft ook Oosterschelde (tabel 4) achter op Walcheren en Noord-Beveland. De oorzaken zijn niet precies duidelijk. Mogelijke factor kan zijn dat fruitteelt in gemeente Borsele, Reimerswaal en Kapelle gevoelig zijn voor droogte- en zoutschade en ook kapitaalintensief is. Als beregenen dan niet mogelijk is, terwijl dat in andere gebieden mogelijk wel kan, blijft de opbrengst nog verder achter en kan er niet geprofiteerd worden van hogere prijzen (kleiner aanbod, grote vraag, hogere prijzen).

gewas	1967				1989				1976			
	huidig		W+		huidig		W+		huidig		W+	
	potentiële opbrengst (M EUR)	opbrengstder ving (M EUR)	potentiële opbrengst (M EUR)	opbrengstder ving (M EUR)	potentiële opbrengst (M EUR)	opbrengstder ving (M EUR)	potentiële opbrengst (M EUR)	opbrengstder ving (M EUR)	potentiële opbrengst (M EUR)	opbrengstder ving (M EUR)	potentiële opbrengst (M EUR)	opbrengstder ving (M EUR)
gras	111	3	154	16	119	11	165	38	125	38	173	74
maïs	18	0	20	2	19	1	21	4	21	4	23	8
aardappelen	157	5	170	23	168	12	183	39	185	44	201	70
bieten	75	1	81	9	80	4	88	19	88	23	96	43
granen	64	1	70	3	69	2	77	6	74	7	81	15
overig	199	4	221	30	213	16	237	60	235	72	261	105
boomteelt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fruit	138	6	151	14	153	14	168	32	160	37	176	67
bollen	26	1	26	2	28	1	29	4	31	5	32	7
totaal	787	21	894	98	849	61	967	202	918	230	1044	389
Actuele opbrengst	766		796		788		765		688		655	
opbrengst-derving	21		98		61		202		230		389	

Figuur C.17 Potentiële opbrengst en opbrengstderving per scenario per gewas

	1967 (gemiddeld jaar)		1989 (matig droog)		1976 (extreem droog)	
	huidig	W+	huidig	W+	huidig	W+
potentiële opbrengst (M EUR)	780	900	850	970	920	1040
actuele opbrengst (M EUR)	760	800	790	770	690	650
opbrengstderving (M EUR)	20	100	60	200	230	390
opbrengstderving (%)	2,5%	11%	7%	21%	25%	37,5%
toename opbrengstderving (M EUR)	0	80 (t.o.v. huidig)	40 (t.o.v. 1967)	140 (t.o.v. huidig)	210 (t.o.v. 1967)	160 (t.o.v. huidig)
toename opbrengstderving (%)	0	8,5%	4,5%	14%	22,5%	12,5%

Figuur C.18 Toename opbrengstderving ten opzichte van huidig klimaat, afgeronde getallen (Visser & van Tuinen, 2012)

Voor deze analyse zijn met NHI 2.2 voor de vier deltasce­nario's drie karakteristieke droogtejaren doorgerekend: 1967 (gemiddeld jaar), 1976 (extreem droog jaar) en 1989 (matig droog jaar, eens in de 10 jaar). Uit de berekeningen blijkt dat de piekvraag van water die bij het huidige klimaat ongeveer 1 keer per 100 jaar voorkomt, bij het W+ scenario ongeveer 1 keer in de 10 jaar zal voorkomen.

Uit de tabellen volgt dat bij W+ de potentiële opbrengst van alle gewassen toeneemt. Dat komt door een hogere potentiële verdamping bij W+, droger en warmer. De totale opbrengstderving neemt ook toe naarmate het jaar droger wordt. De baten van de zoetwater maatregelen nemen ook toe.

Voor een zeer droog jaar bij W+ neemt de opbrengstderving ten opzichte van een gemiddeld droog jaar toe van 20 miljoen euro naar 390 miljoen euro.

6. Welk beleidsmatig- en politiek signaal kunnen we concluderen n.a.v. de economische situatie agrarische sector in Zeeland dat relevant is voor het Masterplan?

Als we naar de cijfers kijken valt vooral het verschil in een droog jaar op (2018). In 2018 zijn de verschillen tussen Zeeland en andere gebieden gemiddeld groot. In gemiddelde jaren is er weinig verschil. Berekenende economische derving in een jaar bestaat uit drie componenten: de beregeningskosten, de potentiële en actuele gewasopbrengsten en de berekende gewaswaarden voor de specifieke periode.

Met het W+ scenario STOOM zullen droge perioden vaker voorkomen. Hoe hoger de potentiële opbrengst en hoe hoger de opbrengstderving, hoe rendabeler een investering in verbeteren van de zoetwatervoorziening.

De investering in een verbetering van de zoetwatervoorziening moet op dit moment vooral terugverdiend worden in een droog jaar

D. Deltascenario's: overzicht landelijke kentallen

KLIMAAT		Zichtjaar 2050 Deltascenario's 2017 (KNMI14)						Zichtjaar 2085 Deltascenario's 2017 (KNMI14)				Ter vergelijking: Zichtjaar 2050 Deltascenario's 2013 (KNMI06)			
scenario		REF'17	DRUK	STOOM	RUST	WARM	DRUK-Parijs	DRUK	STOOM	RUST	WARM	DRUK	STOOM	RUST	WARM
onderliggend KNMI-scenario			GL	WH	GL	WH	GL	GL	WH	GL	WH	G	W+	G	W+
temperatuurstijging	°C	0	1	2	1	2	1	1,5	3,5	1,5	3,5	1	2	1	2
zeespiegelstijging	cm	0	15	40	15	40	15	25	80	25	80	15	35	15	35
jaarneerslagsom	mm	851	+4%	+5%	+4%	+5%	+4%	+5%	+7%	+5%	+7%				
gem. neerslag winter	mm	211	+3%	+17%	+3%	+17%	+3%	+5%	+30%	+5%	+30%	+4%	+14%	+4%	+14%
gem. neerslag lente	mm	173	+5%	+9%	+5%	+9%	+5%	+8%	+12%	+8%	+12%				
gem. neerslag zomer	mm	224	+1%	-13%	+1%	-13%	+1%	+1%	-23%	+1%	-23%	+3%	-19%	+3%	-19%
gem. neerslag herfst	mm	245	+7%	+8%	+7%	+8%	+7%	+8%	+12%	+8%	+12%				
jaarsom pot. verdamping	mm	559	+3%	+7%	+3%	+7%	+3%	+3%	+10%	+3%	+10%				
pot.verdamping zomer	mm	266	+4%	+11%	+4%	+11%	+4%	+4%	+15%	+4%	+15%	+3%	+15%	+3%	+15%
herhalingstijd van een Rijnafvoer van 14400 m3/s *	jaar	1250	200	200	200	200	200	200	100	200	100	ca 1000	ca 400	ca 1000	ca 400
verandering gemiddelde jaarlijkse laagste 7-daagse Rijnafvoer *	%	0	+5%	-20%	+5%	-20%	+5%	+5%	-30%	+5%	-30%	+5%	-20%	+5%	-20%
herhalingstijd van een Maasafvoer van 3900 m3/s **	jaar	1250	300	300	300	300	300	300	100	300	100	ca 1000	ca 400	ca 1000	ca 400
verandering gemiddelde jaarlijkse laagste 7-daagse Maasafvoer **	%	0	+5%	-45%	+5%	-45%	+5%	+3%	-60%	+3%	-60%	+3%	-30%	+3%	-30%
SOCIAAL-ECONOMIE															
scenario		REF'17	DRUK	STOOM	RUST	WARM	Parijs	voor 2085/2100 geen WLO-scenario's beschikbaar				DRUK	STOOM	RUST	WARM
onderliggend WLO-scenario			WLO-H	WLO-H	WLO-L	WLO-L	WLO-H								
aantal inwoners	miljoen	17	19	19	16	16	19					20	20	15	15
omvang BBP	miljard €	600	1320	1320	940	940	1320					1600	1600	900	900
economische groei	%/j		2	2	1	1	2					2,5	2,5	1	1
stedelijk gebied	% opp	18	20	21	18	18	20					23	25	21	21
natuur en recreatie	% opp	23	26	25	24	24	27					22	20	20	19
landbouw	% opp	60	54	54	58	57	53					51	51	56	56

Figuur D.2 Kentallen Deltascenario's (Wolters et al., 2017)

E. Zoetwatervoorziening verbeterende maatregelen

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (vooral de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, verspreidt en implementeert kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Om ervoor te zorgen dat deze kennis zich verspreidt, zijn weg vindt naar waterbeheerders en optimaal wordt benut, laat STOWA 'Deltafacts' opstellen. Deltafacts zijn online kennisdossiers met een korte, krachtige samenvatting van de 'state of the art' kennis over een bepaalde kennisvraag op het gebied van waterbeheer, klimaatverandering en waterkwaliteit.

Gebruikte Deltafacts:

- Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw
- Zoetwatervoorziening
- Regenwaterlenzen
- Regelbare drainage
- Bodemvocht gestuurd beregenen
- Bodem als buffer
- Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer
- Waterreservoirs op bedrijfsniveau
- Ondergrondse waterberging
- Effecten van kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater op de grondwaterkwaliteit
- Dynamisch peilbeheer
- Hergebruik van effluent

Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw (*Deltafact Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw*)

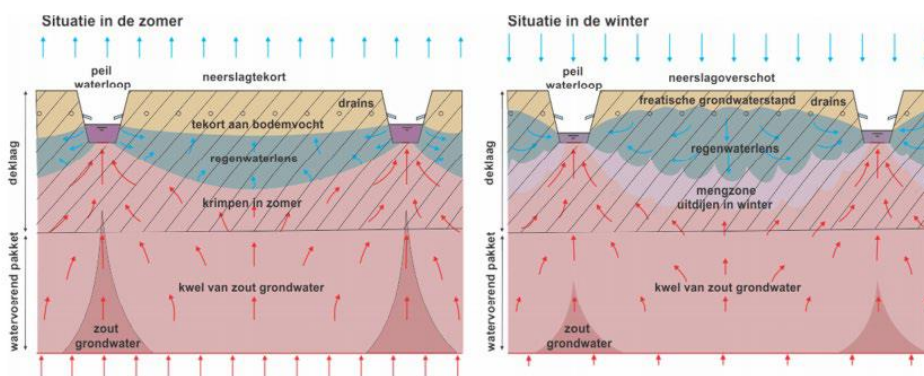
In de huidige zoetwaterstrategie in Nederland is het belangrijk dat iedereen zo veel mogelijk en zo lang mogelijk van zoet water voorzien is. In perioden van zoetwaterschaarste ligt er dus een verdelingsvraagstuk wie wat krijgt. In de nationale verdringingsreeks (handleiding verdringingsreeks, 2020) zijn afspraken gemaakt over de volgorde waarin watervragers zoet water krijgen. Landbouw staat onderaan in de prioritering en kan bij droogte dus worden gekort, bijvoorbeeld door een beregeningsverbod. Het is voor de landbouw dus aantrekkelijk om minder afhankelijk te zijn van het hoofdwatersysteem en meer zelfvoorzienend te worden. Er zijn verschillende mogelijkheden op regionaal, lokaal en perceelniveau om zoet water te bufferen en de watervraag te verkleinen.



Figuur E.1 Schematische weergave maatregelen met betrekking tot de zoetwatervoorziening op perceelniveau, lokaal- en regionaal niveau.

Vergroten opslag van zoetwater in het perceel

Tijdens de Holocene zeespiegelstijgingen zijn delen van laag-Nederland overspoeld met water, hierdoor is in de diepere ondergrond brak tot zout grondwater aanwezig. Bovenop dit brak tot zoute grondwater ligt een zoetwaterlens die gevoed wordt door neerslag (figuur). De dikte van deze zoetwaterlens varieert van minder dan 5 meter diep tot 25-50 meter diep in de kreekruggen en duinen. Boven op het brak tot zoute grondwater, dat in de Zeeuwse bodem aanwezig is, ligt een zoetwaterlens die gevoed wordt door neerslag (0). De dikte van deze zoetwaterlens varieert van minder dan 5 meter diep tot 25-50 meter diep in de kreekruggen en duinen. Het beschermen en vergroten van regenwaterlenzen is een strategie van vasthouden van zoet water in een bodem waar zout grondwater aanwezig is. Wanneer de zoetwaterlens dik genoeg is kan verzilting in de wortelzone voorkomen worden.

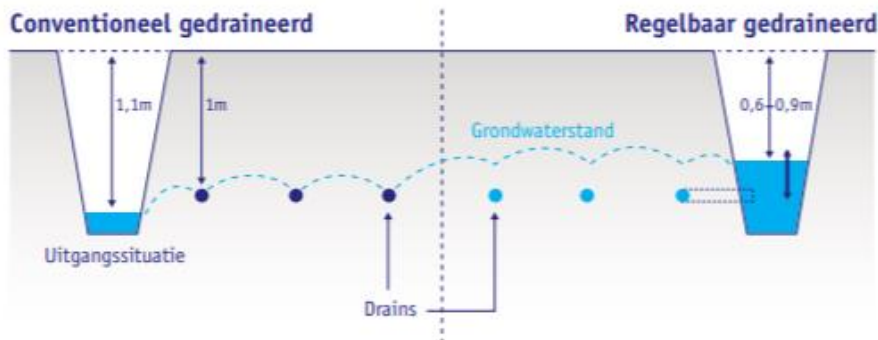


Figuur E.2 Regenwaterlenzen in zomer- en wintersituatie.

Van oudsher is het Nederlandse waterbeheer vooral gericht op snelle ontwatering van landbouwgronden. Dit gebeurt door drainage. Deze conventionele drainage voert al het overtollig water in de bodem af. Conventionele drainage vermindert natschade en verhoogt, in sommige gevallen, de gewasproductie. Deze snelle afvoer van neerslagoverschotten kan stroomafwaarts wateroverlast veroorzaken, tijdens perioden met aanhoudend neerslagtekort kan droogteschade optreden en het kan nadelig zijn voor nabijgelegen natuurgebieden.

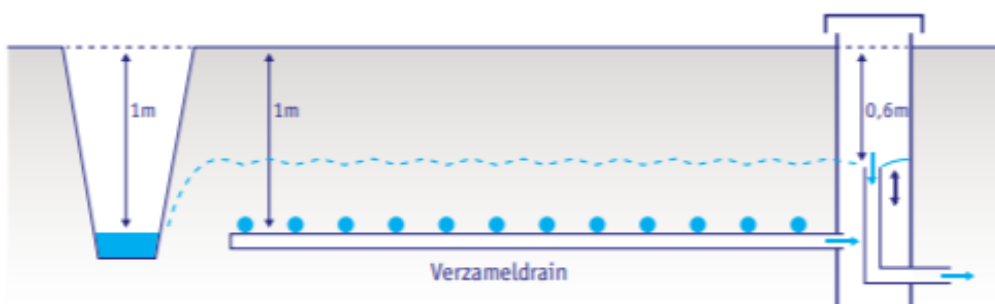
Regelbare Drainage (Deltafact Regelbare Drainage)

Met aanpassingen aan het drainagesysteem kan de zoetwateropslag in een perceel vergroot worden. Dit kan bijvoorbeeld met regelbare drainage (RD). Bij regelbare drainage wordt overtollig grondwater niet meteen afgevoerd, maar langer vastgehouden in de bodem. Op deze manier is er meer controle over het grondwaterpeil en kan verzilting van de wortelzone voorkomen worden. Regelbare drainage is een instrument om in te spelen op specifieke weersomstandigheden en zo de voordelen van drainage te optimaliseren. Door de ontwateringsbasis in hoogte te laten variëren kan de intensiteit van drainage ingesteld worden. Er zijn twee vormen van regelbare drainage. Bij de meest eenvoudige vorm is het waterpeil van de sloot waarin de drains uitmonden de ontwateringsbasis en kan deze ingesteld worden door middel van een stuw: conventionele drainage (CD).

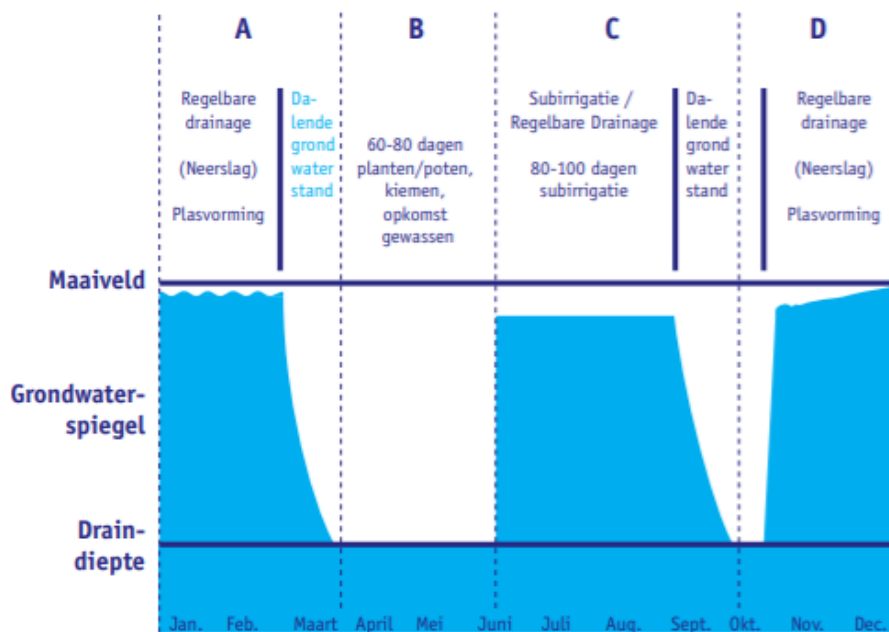


Figuur E.3 Conventionele drainage (links) zoals we die in Nederland kennen kan gemakkelijk regelbaar (rechts) gemaakt worden door het peil in de perceelsloot waarin de drainagebuizen uitmonden 'op te zetten'. (Stuyt et al., 2012)

In de meer geavanceerde vorm zijn de drainagebuizen aangesloten op een verzamelbuis die uitmondt in een regelput. In de regelput kan de ontwateringsbasis worden ingesteld. Dit wordt ook wel 'samengestelde regelbare drainage genoemd (SRD)'.



Figuur E.4 Schematische weergave van samengesteld regelbare drainage, waarbij alle drains zijn aangesloten op een verzamelbuis die uitmondt op een regelput. (Stuyt et al., 2012)



Figuur E.5 Beheer van regelbare drainage. Perioden tijdens gewasproductie: water vasthouden tot 1 april, drainage tot de zomer, subirrigatie via de drains tot de oogst, verhoging van het peil om in de winter water op te slaan (Stuyt et al., 2012 & Ganesan et al., 1998)

Voordelen van de aanleg van (S)RD met betrekking tot:

Waterkwantiteit

- Het Waterschap als waterbeheerder heeft meer controle over waterbeschikbaarheid en wateroverlast.
- Agrariërs kunnen zelf actief op waterkwantiteit sturen: grondwater vasthouden, natschade voorkomen, eventueel vergroten van neerslaglenzen, tegengaan van verzilting in de wortelzone, aanpassen van ontwateringsdiepte bij gewasrotatie, anticiperende instelling van de ontwateringsbasis gebaseerd op weersverwachting en bodemvocht, en ondergrondse irrigatie.
- Bij juist beheer kan verdroging van dichtbijgelegen natuurgebieden voorkomen worden

Waterkwaliteit

- (S)RD kan bijdragen aan een verstandig beheer van nutriënten door het vochtgehalte in de bodem te sturen voor het bevorderen van opname van nutriënten en zo emissie naar oppervlaktewater te verminderen.
- Door de grondwaterstand te sturen kan afspoeling van fosfor gelijk blijven of afnemen.

Uit een proef op de Rusthoeve in 2010-2014 is gebleken dat regelbare drainage ten opzichte van conventionele drainage duidelijk voordelen biedt voor het watersysteem. Het biedt ook de agrariërs goede mogelijkheid om een optimale vochtvoorziening en ontwatering met minder uitspoeling van nutriënten en minder risico op verzilting van de wortelzone. Aanbevolen wordt om regelbare drainage ook toe te passen op andere eilanden in Zeeland. Voor brede implementatie is het belangrijk dat goede voorbeelden in de buurt gedemonstreerd kunnen worden (Schipper et al., 2015)

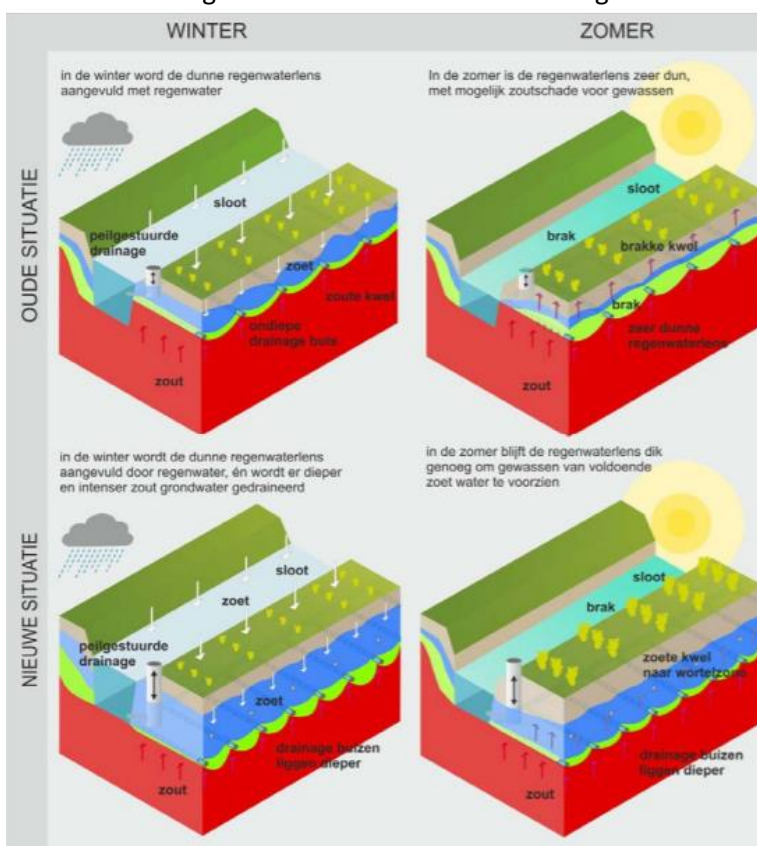
In *Deltafact Regelbare Drainage* worden op basis van verschillende proeven en onderzoeken de volgende voorwaarden genoemd voor het aanleggen van (S)RD:

- De bodem boven de drainagebuizen en drainagediepte moet goed doorlatend zijn, anders wordt de waterbeweging van en naar de drains belemmerd.
- In de optimale situatie is de bodem onder de draindiepte slecht doorlatend. Als er veel wegzijging op een perceel is kan water niet goed vastgehouden worden en is de (S)RD nauwelijks effectief.
- De optimale draindiepte wordt bepaald door de samenstelling van de ondiepe ondergrond. Het beste is om dit per perceel te bekijken.
- De grondwaterstand in niet-gedraineerde situatie moet boven de drainagediepte liggen.
- IJzer kan verstoppingen veroorzaken in drainagebuizen. Het risico op verstoppingen door ijzerneerslag is kleiner bij SRD dan bij RD en CD. Bij SRD zal de ijzerneerslag vooral in de regelput ontstaan: wat, in tegenstelling tot RD en CD, het enige onderdeel van SRD is waar grondwater in contact komt met zuurstof.

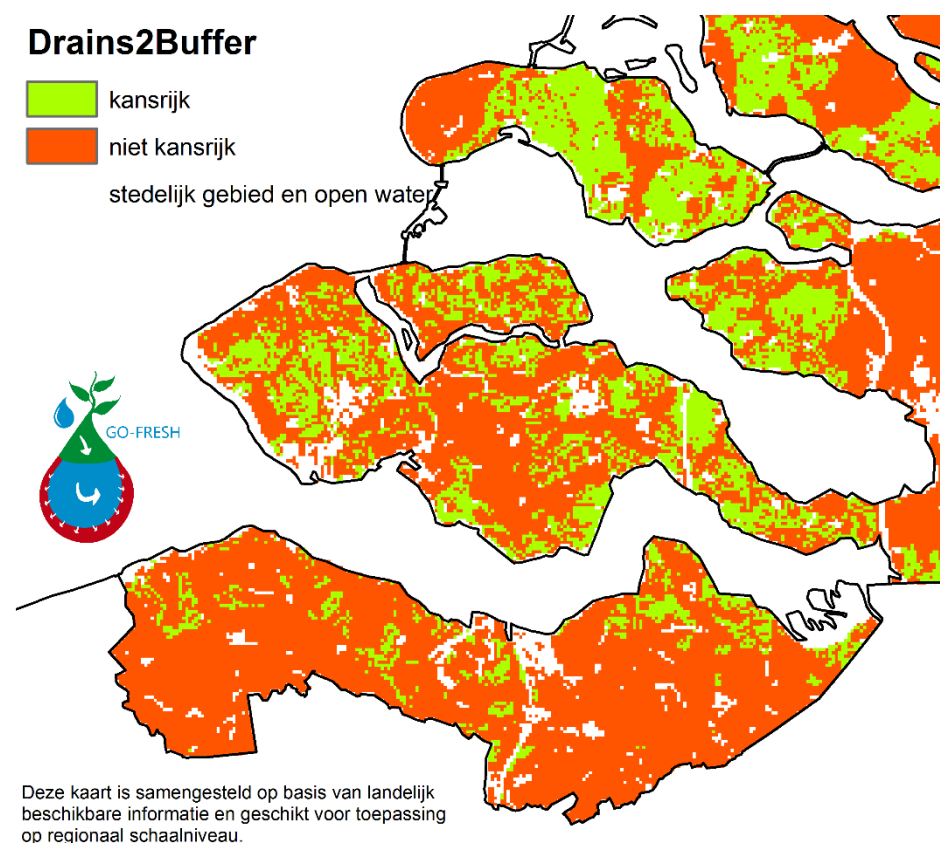
Ook in de laaggelegen poldergebieden, vaak kleigronden, is de laatste jaren ervaring opgedaan over het gebruik van regelbare drainage om regenwaterlenzen te behouden en ook groter te maken. Een voorbeeld hiervan is Drains2Buffer

Drains2Buffer

Bij Drains2Buffer wordt SRD toegepast. Het peil wordt dus bepaald met een regelput. De drains bij Drains2Buffer liggen dieper dan traditioneel. Tijdens regenbuien wordt dieper en zouter grondwater afgevoerd waardoor de zoetwaterlens kan groeien. Dit leidt tot lagere zoutgehaltes van het bovenste grondwater waardoor minder zout water de wortelzone kan bereiken. Het belangrijkste doel is dan ook om het zoutgehalte in de wortelzone te verlagen door het vergroten van de regenwaterlens.



Figuur E.6 Schematische weergave van het concept Drains2Buffer (Oude Essink et al., 2018)



Figuur E.7 Kansrijke locaties voor toepassing van Drains2Buffer (Oude Essink et al., 2018)

Binnen het project GO-FRESH zijn sinds 2012 veldproeven met betrekking tot zoetwaterbeschikbaarheid in Zeeland uitgevoerd. Eén daarvan is Drains2Buffer. De veldproef geeft aan dat het concept makkelijk te realiseren is in het veld. Echter waren de omstandigheden voor de veldproef in Kerkwerpe niet optimaal. De veldproef geeft aanwijzingen dat Drains2Buffer wel goed zou werken in een bodem zonder gerijpte klei of storende lagen (slechte doorlating van water) rondom de diepe drains en ook was de ondiepe CD nog in werking. In andere delen van Nederland zijn binnen het project Spaarwater goede resultaten bereikt met deze vorm van drainage, in vergelijkbare kleiige bodem met zoute kwel (Spaarwater, 2016 & Oude Essink et al., 2018).

Daar waar regelbare drainage als pilot wordt aangelegd, verdient het aanbeveling om het ontwerp en de aanleg te begeleiden en daarbij met name na te gaan welke draindiepte en configuratie gunstig zijn voor zowel de drainerende werking als de waterkwaliteit en hoe met geringe kosten de regelbare drainage gemonitord kan worden

Op dit moment lopen verschillende onderzoeken naar samengestelde drainage, waaronder een proef samengestelde regelbare drainage in zware klei op Proefboerderij de Rusthoeve⁴⁰.

Ondergrondse opslag perceel-eigen water

Bij ondergrondse opslag van het perceel-eigen water wordt drainagewater opgeslagen en in de bodem geïnfiltreerd. Dat water kan gedurende het groeiseizoen weer onttrokken worden. Uit proeven blijkt dat agrariërs hiermee volledig zelfvoorzienend kunnen zijn wat betreft zoet water

⁴⁰ Artikel 'Onderzoek naar peilgestuurde drainage in Colijnsplaat' <https://www.stal-en-akker.nl/artikel/248626-onderzoek-naar-peilgestuurde-drainage-in-colijnsplaat/>

(Oord et al., 2019). Een voorbeeld hiervan is Drainstore waar een proef mee gedaan is op agrarisch bedrijf Meulwaeter in Kruiningen. Het doel een ontkoppeling van het regionaal watersysteem. In de proef wordt drainagewater van een 25 hectare groot perceel via samengestelde drainage opgevangen in een verzamelput en vandaar wordt geïnjecteerd in diepere watervoerende pakketten. Ter plaatse is de kleilaag in de ondergrond ongeveer 8 meter diep, dus de injectie moet in elk geval zo diep moeten plaatsvinden.

Onder de deklaag bevindt zich een goed watervoerend pakket van meer dan 10 meter dik waar het zoete water kan worden opgeslagen. In het geval van waterbehoefte kan grondwater uit het pakket worden onttrokken. Het onttrokken water kan aan de bodem worden toegediend door middel van subirrigatie door de bestaande drains of door bovenover beregening. Doordat alleen het regenwater dat op de akker zelf valt gebruikt wordt voor het aanvullen van het zoete grondwater onderscheidt de aanpak zich van andere ondergrondse opslagmethoden als de Kreekrug Infiltratie Systeem en Freshmaker.

Er hoeft hier geen zoet water worden onttrokken aan het regionaal watersysteem zodat dit beschikbaar blijft voor de omgeving. Daarnaast wordt ook de afvoer naar het regionaal watersysteem verminderd. Het voordeel hiervan is dat het regionaal watersysteem minder belast wordt in het geval van extreme neerslag.

In de toekomst kan ook opschaling naar andere nabijgelegen percelen plaatsvinden. In de opgeschaalde vorm kan meer dan 100 ha benut worden voor de opvang van neerslag en infiltratie in het ene perceel van 25 ha om later benut te worden voor de watervoorziening van 100 ha.

Efficiënt watergebruik (*Deltafact Zoetwater zelfvoorzienendheid van de landbouw*)

Efficiënt gebruik van water kan vergroot worden door efficiëntere toedieningstechnieken aan de gewassen.

Druppelirrigatie

Druppelirrigatie wordt in Nederland op dit moment vooral gebruikt voor hoogwaardige teelt, bijvoorbeeld fruitteelt. Voor akkerbouwgewassen zijn al wel verschillende experimenten op het maaiveld en vlak onder de ploegzool gedaan. Proeven tonen aan dat een efficiëntie tussen 50 en 78% kan worden bereikt vergeleken met gemiddeld 40% voor traditionele haspelirrigatie (Hulshof et al., 2019). Druppelirrigatie kan ook gecombineerd worden met het toedienen van nutriënten: fertigatie.

In het onderzoek 'Zuinig met Zoetwater' binnen het project Spaarwater zijn in Noord-Holland proeven gedaan met het gebruik van druppelirrigatie voor akkerbouwgewassen. Conclusies uit dat onderzoek worden hieronder verder uitgelegd.

In 2016-2018 is in Borgsweer (Noord-Holland) onderzoek gedaan naar de optimale frequentie en omvang van de watergift, de watereffectiviteit en de inzet van sensoren en modellen. Effecten van druppelirrigatiegiften op verschillende velden in Borgsweer gemonitord. Er is onderzoek gedaan naar de kansrijkheid van druppelirrigatie op verschillende soorten bodem. Optimaal gebruik van druppelirrigatie is afhankelijk van de bodemsoort, het groeistadium van het gewas en de weersomstandigheden.

Het gebruik van bodemvochtsensoren (*Deltafact Bodemvocht gestuurd beregenen*) maakt het mogelijk om optimale bodemvocht omstandigheden voor een gewas te creëren. In Borgsweer worden aardappelen geteeld op ruggen van ziltige klei. Bevindingen zijn:

- Hier kan het beste gestuurd worden op een bodemvochtgehalte van 40 tot 50% onder de bovenkant van de rug. De sensoren worden tussen de druppelaars van de druppelslangen geplaatst.

- Druppelirrigatie aan de start van het groeiseizoen heeft geen toegevoegde waarde. De aardappelknol heeft genoeg vocht om de eerste weken door te komen.
- Het bodemvocht moet tussen de veldcapaciteit (maximale wat de bodem kan vasthouden) en het verwelkingspunt (het gewas kan geen water meer opnemen) gehouden worden met irrigatie vanaf ongeveer week 8 tot het einde van de knolzetting.
- Individuele giften kunnen het beste gegeven worden in enkele mm per keer en zo veel mogelijk verspreid over de dag zodat het water langzaam kan infiltreren.
- Het gebruik van bodemvocht sensoren heeft in het groeiseizoen in 2017 geleid tot het behalen van een watereffectiviteit van 78% bij ondergronds druppelen ten opzichte van een watereffectiviteit tussen 10 en 55% bij traditionele irrigatiesystemen.
- Ondergronds druppelen is niet altijd mogelijk als de bodem uit vooral zware klei bestaat.

Uiteindelijk hangt de mogelijkheid om met druppelirrigatie een meeropbrengst te halen sterk af van de weersomstandigheden en varieert daardoor per jaar. In normale en natte jaren is er geen significant verschil in opbrengst, maar in 2018 (extreem warm en droog) was een extra opbrengst gerealiseerd van 22%. Uit het onderzoek blijkt dat druppelirrigatie bij aardappelen een duidelijke meerwaarde heeft in droge jaren. De investering moet terugverdiend worden in droge jaren (Hulshof et al., 2019). Hiernaast worden ook proeven met druppelirrigatie en uien uitgevoerd. De kosten hiervoor zijn ongeveer €800 per hectare, exclusief variabele kosten voor stroom van de pomp (Meijering, 2020).

Subirrigatie (*Deltafact bodemvocht gestuurd beregenen*)

Het gericht inbrengen van zoet water via drainagebuizen kan voor waterbesparing zorgen. Water dat bij wateroverschot wordt afgevangen door de drainagebuizen kan opgevangen worden in een verzamelput en worden geïnfiltreerd in de bodem (Drainstore) of in een bassin zoals bij een proeft op Texel (Oord et al., 2015). In tijden van droogte kan het water terug in de drainagebuizen gebracht worden om de vochtvoorraad in de bodem weer op peil te brengen.

Bij precisie landbouw of bodemvocht gestuurd beregenen wordt per vierkante meter of per gewas bepaald hoeveel water er nodig is om het bodemvochtgehalte op die plaats aan te vullen. Precisie irrigatie is een geautomatiseerde en verder ontwikkelde vorm van druppelirrigatie. In de zomer kan het neerslagtekort gedeeltelijk worden gecompenseerd met de vochtvoorraad in de wortelzone. Als dat niet voldoende is kan het tekort worden aangevuld door middel van irrigatie vanuit grond- of oppervlaktewater. De praktijk wijst dat er meer water wordt gebruikt voor irrigatie in de landbouw als de agrariër geen inzicht heeft in het actuele vochtgehalte in de bodem. De watergift afstemmen op de actuele waterbehoefte is een middel om de vraag naar beregeningswater te verminderen. Door het gebruik van bodemvocht gestuurd beregenen is er ook minder uitspoeling van bestrijdingsmiddelen en nutriënten naar grond- en oppervlaktewater.

Met behulp van een beslissingsondersteunend systeem kan een agrariër bepalen wanneer er moet worden beregend. Dit kan op basis van dronefoto's of satellietbeelden in combinatie met weersverwachtingen, maar ook gebaseerd op het bodemvocht. Er zijn sensoren die bodemvocht en verdamping van de bodem kunnen meten. Op deze manier kan de agrarische ondernemer beter inschatten wanneer en hoeveel water er nodig is. Door niet te laat te beregenen kan opbrengstderving voorkomen worden. Met behulp van zo'n systeem kan een bestaande beregeningsinstallatie (druppelirrigatie) volledig geautomatiseerd worden.

Er zijn verschillende manieren van bodemvocht gestuurd beregenen. Bij de eenvoudige manier ontvangt de aanvoerschakelaar een signaal van de bodemvochtsensor op het moment dat het bodemvocht beneden een ingestelde waarde zakt. Dan wordt de toevoer naar de beregeningsinstallatie opengezet voor een instelbare tijdsduur. Bij de geavanceerde versie wordt het vochtgehalte in de bodem op een aantal diepten gemeten en actuele weersomstandigheden worden

doorgestuurd naar een centrale computer. Bij de aansturing van deze beregeningsinstallatie kunnen behalve de gemeten vochtgehalten ook andere criteria worden meegenomen. In de volgende gevallen kan besloten worden om beregening uit te stellen:

- Er wordt op korte termijn voldoende regen verwacht, waardoor de kosten van beregenen vermeden kunnen worden
- Er wordt op korte termijn veel regen verwacht. In afwachting daarvan houdt de agrariër de vochtvoorraad in de bodem liever laag zodat een groot deel van de neerslag kan infiltreren. Hierdoor kan plasvorming, oppervlakkige afspoeling en natschade aan het gewas voorkomen worden.
- Het vochttekort treedt op in de fase van gewasgroei waarin het gewas minimale schade ondervindt. Het gewas kan in bepaalde perioden zelfs baat hebben bij een laag vochtgehalte in de bodem: dieper wortelen en afrijping wordt hierdoor gestimuleerd.
- Er is onvoldoende water van goede kwaliteit beschikbaar

De praktijk wijst uit dat zonder inzicht in de actuele vochtvoorraad in de bodem er doorgaans te veel en te vaak water wordt gegeven. Dit leidt tot waterverspilling, inklinkende grond en uitspoeling van nutriënten en bestrijdingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater.

Bodemvocht gestuurde beregening is kansrijk als beregening economisch rendabel is. Voorwaarden daarvoor zijn:

- Het neerslagtekort moet groot genoeg zijn om beregening financieel rendabel te maken. Door klimaatverandering zal het neerslagtekort naar verwachting toenemen, dus beregening ook vaker nodig zijn.
- De vraag naar beregening wordt ook bepaald door het vochtbergend vermogen en de capillaire werking vanuit het grondwater. In kleigronden in laag Nederland is het vochtbergend vermogen meestal groter dan op de hoge zandgronden. Het neerslagtekort kan dan vaker aangevuld worden door grondwater, wanneer onder deze zoetwaterlens zout grondwater zit kan verzilting optreden en is meer beregenen ook nodig om het zout weg te spoelen.
- Het economisch rendement van bodemvocht gestuurd beregenen is ook afhankelijk van het soort gewas. Slim irrigeren betaalt sneller terug bij kapitaalintensieve teelten. (Wel is duidelijk dat beregenen op weidepercelen eerder rendabel is dan maaipercelen omdat het inkopen van ruwvoer goedkoper is dan beregenen om de maaiofbrengst te verkopen. Hiervoor is door ZLTO een adviestool ontwikkeld voor melkveehouders: <https://www.zlto.nl/beregeningssignaal>)

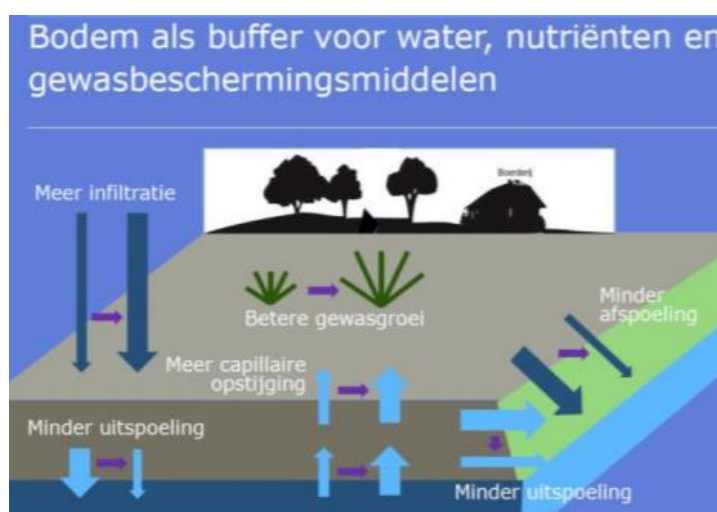
Bodem verbeteren (*Deltafact Bodem als buffer & Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer*)

Een bodem in goede conditie heeft een natuurlijke buffercapaciteit waarbij tijdelijk neerslagoverschot omgezet wordt in een vochtvoorraad in de bodem. In een periode met neerslagtekort kan de vochtvoorraad in de bodem gewassen van water voorzien. De bufferende werking van de bodem zorgt ervoor dat de benodigde watersysteemcapaciteit voor zowel waterafvoer als wateraanvoer verminderd wordt. Verlaging van oppervlakkige afvoer van regenwater is voordelig voor de waterkwaliteit door vermindering van afspoeling van nutriënten en vermindering van erosie. Een landbouwbodem is in goede conditie als de natuurlijke spons- en zuiverende werking behouden blijft. Voor een goede sponswerking moet de bodem goed doorlaatbaar zijn, veel open ruimtes bevatten en een goede structuur hebben.

Door veranderend klimaat komen extreme weersomstandigheden vaker voor. Goede bufferwerking van de bodem wordt daarom steeds belangrijker. Op veel plaatsen in Nederland is de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem afgenomen door bewerking van de bodem, afname van organisch

gehalte en verbetering van ontwateringssystemen. Hevige neerslag kan hierdoor niet snel genoeg in de bodem infiltreren, waardoor plassen op het land ontstaan en regenwater versneld naar de sloot stroomt. Zoet water en meststoffen gaan verloren en de emissie naar het oppervlaktewater neemt toe, ook kan er geen vochtvoorraad opgebouwd worden in de bodem.

Voldoende organische stof in de bodem is belangrijk voor de vochtvoorraad, de nutriëntenbeschikbaarheid, bewerkbaarheid, weerbaarheid tegen ziekten en plagen en koolstofvastlegging. Organische stof in de bodem is afkomstig van planten en secretie van bodemdieren die plantenwortels, bladeren, slagmest en bijvoorbeeld graanstoppels verteren. Organische stof in de bodem wordt humus genoemd. Organische stof heeft een goede invloed op de bodemstructuur. Organische stof verbindt bodemdeeltjes aan elkaar waardoor de bodem niet uit elkaar valt en water beter vast kan houden. Hoe meer organische stof hoe meer vocht en zuurstof de bodem kan vasthouden wat gewasgroei verbetert.



Figuur E.8 Bodemverbeterende maatregelen

Verschiede bodemmaatregelen kunnen de vochtthuishouding in de bodem verbeteren. Om duurzaam beheer van landbouwbodems te stimuleren is het belangrijk dat duidelijk is wat de maatregelen opleveren voor de agrarische ondernemer en voor het watersysteem

Bodem verbeterende maatregelen richten zich op het beperken van bodemverdichting, het stimuleren van bodemleven, diepere beworteling, het verhogen van het gehalte organische stof en het vasthouden van water.

Goede Grond voor een Duurzaam Watersysteem

Binnen het project Goede Grond voor een Duurzaam Watersysteem zijn een aantal vuistregels voor duurzaam bodembeheer opgesteld:

Vuistregel 1: Verhoog het organische stofgehalte door toepassing van compost en de verwerking van slootmaaisel.

- Verhogen van organische stofgehalte zorgt voor een betere bodemstructuur
- Wanneer dierlijke mest vervangen wordt door compost verandert de nutriëntencyclus en de uitwisseling van stikstof tussen de bodem en het oppervlaktewater
- Het verhogen van het organische stofgehalte heeft op lange termijn effect op het watervasthoudend vermogen van de bodem. Opbouw van organische stof in de bodem verloopt langzaam (10-15 jaar) en vergt jaarlijkse toediening. Het rapport van Groenendijk et al. (2017) beschrijft uitkomsten van proeven met verschillende bodem verbeterende maatregelen.

- 1% organische stof houdt 4-6 mm water extra vast in de bouwvoor
- Organische stof geeft voeding aan het bodemleven.

Vuistregel 2: Houd de chemische toestand op peil.

- Zure grond is niet goed voor het bodemleven en de benutting van nutriënten: kalk toedienen kan een oplossing zijn.

Vuistregel 3: Voed het bodemleven.

- Bodemleven verbetert infiltratie van water en het water vasthouden vermogen.
- Bodemleven kan gestimuleerd worden door teelt van grassen of granen, het toedienen van organische mest, gebruik van groenbemesters en door verminderde afbraak door minder intensieve grondbewerking

Vuistregel 4: Zorg voor goede structuur.

- Het bodemprofiel kan beoordeeld worden met behulp van een bodemscan (www.mijnbodemconditie.nl).
- Bodembewerking kan het beste gebeuren onder droge omstandigheden, met brede banden en lage luchtdruk, met vaste rijpaden.

Vuistregel 5: Zorg voor goede ontwatering

- Slechte ontwatering zorgt voor zuurstofloze condities, verlies van stikstof door denitrificatie, verlies van bodemleven, structuurschade en meer kans op ziektes.
- Het is goed om drainage regelmatig te checken

Vuistregel 6: Zorg voor goede beworteling

- Zorg voor goede ontwatering en voorkom verdichting zodat gewassen diep kunnen wortelen
- Bevorder regenwormen
- Kies voor diep wortelende gewassen

Niet-kerende grondbewerking

Op korte termijn lijkt conventioneel ploegen een efficiënte oplossing voor het opheffen van verdichte lagen in de bodem, maar tegelijkertijd maakt het ploegen zelf vaak deel uit van het probleem. Door de zware machines waarmee de grond bewerkt wordt, neemt de druk lokaal sterk toe en wordt het risico op verdichting groot. Daarnaast, hoe losser de bodem is, des te dieper de bodem verdicht kan worden. Hierdoor is de bodem na intensieve bewerking gevoelig voor nieuwe verdichtingen.

Een maatregel om de bodem te verbeteren is niet-kerende grondbewerking. Niet kerende grondbewerking is een techniek waarbij intensief keren van de grond vermeden wordt. Meer gewasresten blijven achter waardoor de bodem beter beschermd blijft tegen erosie en tegen verdroging in droge periodes. Minder intensieve grondbewerking vermindert het risico op verdichting en stimuleert het bodem leven. In tegenstelling tot ploegen wordt bij niet-kerende grondbewerking de grond losgemaakt en niet gekeerd. De tanden die door de grond worden getrokken verkrumelen de grond zonder dat deze wordt verplaats. Op deze manier blijft de bodemstructuur die gevormd is door levende wortels en bodemdieren zoveel mogelijk gespaard.

Bij niet-kerende grondbewerking accumuleert meer organische stof in de toplaag van de bodem, terwijl er minder bodem organische stof in de diepere bodemlagen aanwezig is dan bij conventioneel ploegen. Vanuit landbouwkundig perspectief is juist stijging van het organische stofgehalte in de toplaag interessant. Organische stof in de toplaag heeft cruciale functies zoals het tegengaan van verslumping, verdroging en erosie en het beschikbaar maken van nutriënten. Verschillende onderzoeken blijkt dat het organische stofgehalte in de toplaag toeneemt als resultaat van niet-kerende grondbewerking (Reubens et al., 2010 & Van Groeningen et al., 2010)

Ook bodemdieren zijn van belang voor het goed functioneren van de bodem. Bodemfauna hebben verschillende functies, waaronder de opbouw van een goede bodemstructuur door afbraak van plantenresten, mest en dode bodemorganismen en het losmaken van een te dichte grond door het graven van gangen. Vooral grote organismen, zoals regenwormen, zijn gevoelig voor intensieve groundbewerking. Bij niet-kerende groundbewerking blijft het bodemleven intact.

Waterberging op bedrijfsniveau (Deltafact Waterreservoirs op bedrijfsniveau)

Een wateropslagvoorziening kan regenwater vasthouden in tijden van neerslagoverschot. De gemiddelde neerslag in Nederland is ongeveer 750 mm per jaar. Gewasverdamping is ongeveer 400 mm per jaar. In de zomermaanden ligt het gemiddelde neerslagtekort rond 120 mm, de jaarlijkse afvoer van water is ongeveer 240 mm. Door het inzamelen en opslaan van regenwater in de winter op het eigen perceel kan in de zomermaanden het neerslagtekort gecompenseerd worden. Het aanleggen van een waterreservoir op het eigen perceel van de agrariër biedt de mogelijkheid minder afhankelijk te zijn van externe aanvoer van zoet water van goede kwaliteit. Een opslagvoorziening kan ook helpen om bij droogte of oppervlaktewater beregeningsverbod toch te kunnen beregenen. Door klimaatverandering neemt de kans op zomers met een groot neerslagtekort toe en daarmee het risico op vermindering van gewasopbrengst. De vraag naar water neemt op specifieke momenten toe, ook in andere sectoren. De lage prioriteit van landbouw in de verdringingsreeks zorgt er voor dat aanvoer van zoet water aan land- en tuinbouw onzeker wordt.

Er zijn ondergrondse en bovengrondse mogelijkheden, bijvoorbeeld een gegraven plas, een stalen bassin, een foliebassin, maar ook opslag onder bestrating (Aquablock) of in een beregeningskelder. Een ander optie om regenwater tijdelijk op te slaan is wateropslag in een diepliggende ondergrondse bodemlaag die water kan vasthouden. Aanleg van waterreservoirs is al normaal bij glastuinbouw, maar wordt in Nederland nog nauwelijks toegepast voor akkerbouw.

Bovengrondse wateropslag

De meest toegepaste bovengrondse systemen zijn een foliebassin en de wateropslagsilo.

Jaarkosten voor waterberging bestaan uit:

- Productieverlies van het areaal dat wordt omgezet naar zoetwateropslag. Uitgaande van grasland bedraagt dat 2000 euro per ha.
- Rente en afschrijving van de aanlegkosten.

Er zijn ook investeringskosten nodig (grondwerkzaamheden, eventueel toegepaste folies en andere benodigde constructies).

Systeem	Capaciteit (m ³)	Investering (€)	Afschrijving (%)	Grondoppervlak (m ²)	Jaarkosten (€)	Jaarkosten (€/m ³)
Foliebassin	1000	9.953	15	850	13.008	13
Silo	1000	14.928	10	450	7.914	8
Waterblock	1000	118.433	5	0	11.843	12
Gegraven bekken	10.000	35.000	10	5.000	4.500	0,45

Tabel 3 Kosten voor aanleg van een foliebassin, wateropslagsilo, waterblock en een gegraven bekken. Bij de kostenopgave van het gegraven bekken is geen rekening gehouden met eventuele maatregelen ter voorkoming van lekverliezen naar de ondergrond.

Een opslagvoorziening moet in elk geval groot genoeg zijn om het bedrijf (of een deel van) te voorzien van 2 tot 3 extra watergiften in een periode van droogte, bijvoorbeeld wanneer beregening

uit oppervlaktewater niet is toegestaan of wanneer geen ander zoet water beschikbaar is zoals in grote delen van Zeeland. Voor een bedrijf van 12 ha dat kan voorzien in 2 tot 3 extra watergiftten (≈ 40 tot 60 mm in totaal) is een opslag van 6000 m^3 nodig. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat de investeringskosten dan ongeveer tussen ca €37.000 en ca €60.000 (Tolk, 2013 & Schipper et al., 2014). Bij duurdere varianten zijn ook de kosten meegerekend voor de aanleg van een verzamel drain om een deel van het beregende water weer op te vangen in het bassin.

De relevantie van een waterreservoir op het eigen perceel wordt vooral bepaald door de mogelijkheid om tegen een lage prijs water aangeleverd te krijgen op het moment dat beregent moet worden in tijden van droogte. Door klimaatverandering wordt externe aanvoer van zoet water schaarser en is er geen zekerheid voor de agrariër (Deltafact Zoetwatervoorziening). Het reserveren van grond voor waterberging op het eigen perceel kan worden aangemerkt als een blauwe dienst (Deltafact Blauwe diensten). Voor vollegrondsgroenteteelt is het rendabel een wateropslagvoorziening aan te leggen als er geen alternatieven voor aanvoer van zoet water zijn. Wateropslag kan ook voor akkerbouw rendabel zijn als droogteschade toeneemt of de prijzen voor landbouwproducten toenemen.

Ondergrondse wateropslag (*Deltafact Ondergrondse waterberging & Effecten van kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater op de grondwaterkwaliteit*)

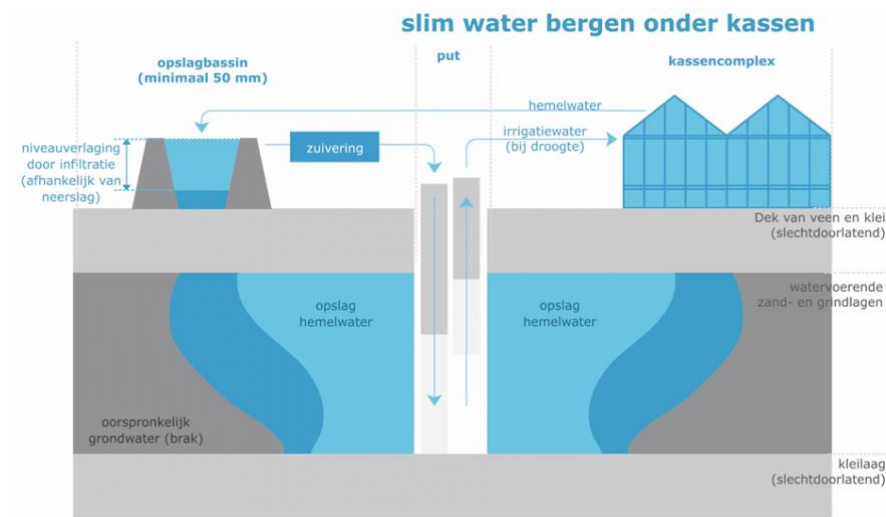
De ondergrond heeft op veel plaatsen een groot bergend vermogen. Door gebruik te maken van ondergrondse berging kan veel water opgeslagen worden als grondwater en zijn de maatregelen op het perceel niet zo ingrijpend voor het landgebruik. Ondergrondse opslag van zoet water kan op de volgende manieren:

- Ondergrondse berging (Aquifer Recharge)
- Kreekkrug Infiltratie Systeem
- Freshmaker
- Ondergrondse opslag van perceel-eigen water

Ondergrondse waterberging wordt gedefinieerd als 'infiltreren van zoet water in ondergrondse watervoerende pakketten in periode van wateroverschot met het doel dit te onttrekking in perioden van droogte'. Er zijn verschillende redenen om voor ondergrondse berging te kiezen:

- Op deze wijze kan zoet water voor langere tijd worden vastgehouden voor uiteindelijk gebruik;
- Ruimte voor bovengrondse opslag is beperkt;
- Het water dat opgeslagen is in de ondergrond wordt goed geconserveerd: dus geen algengroei;
- Het opgeslagen water is beschermd tegen externe factoren: verdamping, temperatuur, vervuiling;
- Er is vaak geen nabehandeling van het water vereist waardoor afvalstromen voorkomen worden;
- Er kan bovengronds ruimte gemaakt worden voor opvang van piekneerslag zodat kostbaar zoet water niet verloren gaat.

De techniek wordt gebruikt wanneer het oorspronkelijke grondwater te zout is of in gebieden waar de kwaliteit van het water wel voldoet maar waar door netto onttrekking schade kan ontstaan door verdroging. Toepassing van ondergrondse waterberging vindt in Nederland met name plaats bij drinkwaterbedrijven en glastuinbouw, waar grote hoeveelheden neerslag opgevangen worden door het kasdek. Ondergrondse waterberging heeft als hoofddoel het overbruggen van perioden tussen wateraanbod en watervraag. De zoetwaterbeschikbaarheid kan dus in perioden van droogte vergroot worden. In het kort: door ondergrondse berging kan het jaarlijkse neerslagoverschot effectief worden ingezet in land- en tuinbouw.

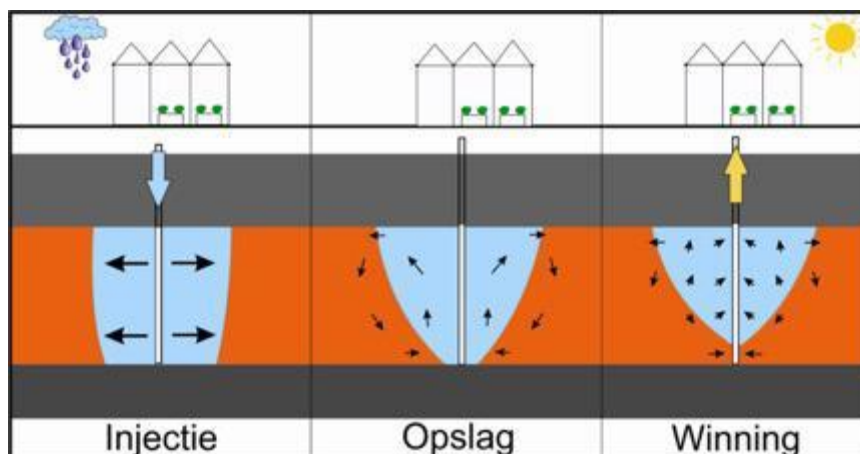


Figuur E.9 Schematische weergave ondergrondse wateropslag

Opgevangen neerslag, ingenomen oppervlaktewater en/of gezuiverd drinkwater wordt in perioden van overschot geïnjecteerd in watervoerende lagen in de bodem. In het geval van neerslag of oppervlaktewater wordt het aanvullend gezuiverd om zwevend stof te verwijderen om zo putverstopping te voorkomen. Het moet voldoen aan de wettelijke eisen om het te mogen infiltreren in de ondergrond. De vraag is dan of de kostprijs in zo'n geval concurrerend blijft ten opzichte van andere zoetwatervoorzieningen. Monitoring van de kwaliteit is belangrijk om te kunnen handhaven. Voor het maken van afwegingen omtrent waterkwaliteit is een handreiking opgesteld door STOWA (Zuurbier et al., 2015)

Het terugwinrendement (het deel van het geïnjecteerd water dat kan worden teruggewonnen met acceptabele kwaliteit) is ook van belang. Als de bodem brakke of zoute watervoerende pakketten bevat kan het terugwinrendement tegenvallen, vooral als er strenge eisen worden gesteld aan het onttrokken water, in het geval van drinkwater en in de glastuinbouw. Verlies van zoetwater in de brakke ondergrond kan gebeuren door verschillende redenen:

1. Het geïnjecteerde zoete water stroomt horizontaal af waardoor snel zouter water van de stroomopwaartse zijde wordt gewonnen.
2. Het geïnjecteerde zoete water drijft opwaarts in het zoute water waardoor aan de onderkant van de put zout water wordt teruggewonnen.
3. Aan de rand van de zoetwaterbel vindt vermenging met het brak tot zoute grondwater plaats.



Figuur E.10 Injectie, opslag en winning van zoetwater in een brakke of zoute aquifer, waarbij verzilting aan de onderzijde van de put het winwater uiteindelijk ongeschikt maakt

Kosten en baten

Kosten van water uit een ondergrondse berging zijn berekend in verschillende studies. Als eerste is gekeken naar de kostprijs per kuub en baten bij opslag van neerslag in de glastuinbouw in het geval van een eenvoudig systeem op een geschikte locatie (lage kostprijs en gebruik van bewezen technieken) en een geavanceerd systeem met een geoptimaliseerd putontwerp op een minder geschikte locatie met een lager rendement. Uit deze studie komt het volgende naar voren:

- De kostprijs van ondergronds opgeslagen water komt uit op 0,20 tot 0,70 euro/m³ voor glastuinbouw. Dit is gunstig ten opzichte van drinkwater (ongeveer 1,20 euro/m³).
- De kwaliteit van het water is beter dan oppervlaktewater of bassinwater.
- Er zijn geen kosten voor afvoer van afvalwaterstromen.

Hieronder zijn in een tabel de kosten voor ondergrondse waterberging vergeleken met andere zoetwatervoorzieningen. Het water wordt hier gebruikt voor hoogwaardige teelten in glastuinbouw en fruitteelt.

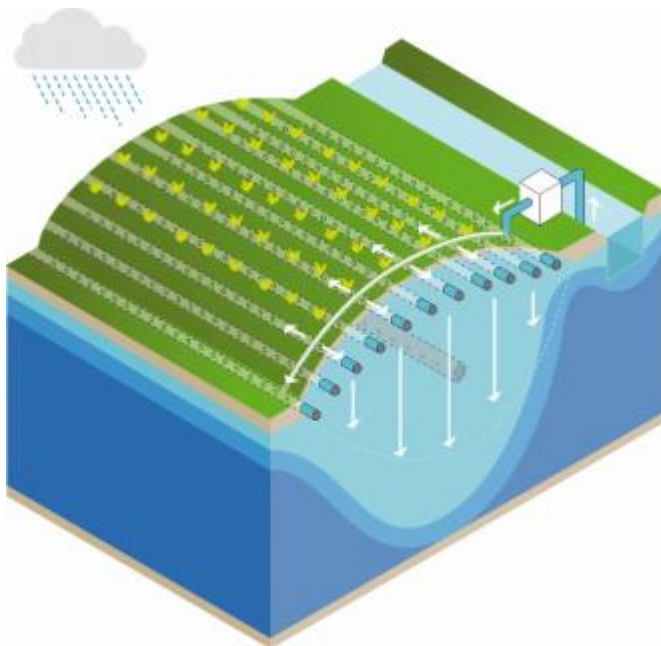
Locatie	Kosten OWO (€/m ³)	Kosten BWO 15 jaar (€/m ³)	Kosten BWO 20 jaar (€/m ³)	Kosten leidingwater	Kosten RO (€/m ³)
Nootdorp	0,58	1,08	1,02	1,00	Niet beschouwd
Westland	0,84	1,63	1,46	0,69	0,96
Dinteloord (bassin in plangebied)	0,51	3,09	2,88	0,43-0,90*	Niet toegestaan
Dinteloord (bassin naast plangebied)	0,51	1,26	1,06	0,43-0,90*	Niet toegestaan
Ovezande	0,54	1,00	0,78	0,58	Niet mogelijk

Tabel 4 Relatie tussen kosten ondergrondse wateropslag, bovengrondse wateropslag, leidingwater en RO-water (kosten bij zelfde systematiek, uitgaande van brakwater als voeding voor RO: omgekeerde osmose).

Kreekrug infiltratie Systeem (KIS)

Kreekrug Infiltratie Systeem richt zich op toename van de zoetwatervoorraad in een kreekrug door infiltratie van oppervlaktewater. Er is binnen het project GO-FRESH een proef uitgevoerd in Serooskerke (Walcheren). Onder een kreekrug worden grondwaterpeilen opgezet met behulp van peilgestuurde drainage (figuur 9). In tijden van neerslagoverschot wordt zoet oppervlaktewater

geïnfiltreerd in het drainagesysteem. De toename van de grondwaterstand zorgt voor een uitbreiding van de zoetwaterbel onder de kreekrug. Uit deze zoetwaterbel kan meer grondwater onttrokken worden voor beregening van gewassen (Oude Essink et al., 2018).



Figuur E.11 Concept Kreekrug Infiltratie Systeem

Na 6 jaar onderzoek naar het systeem ligt de uitdaging bij het verder opschalen van kunstmatige infiltratie in de regio. Belangrijke voorwaarden voor een werkend systeem zijn:

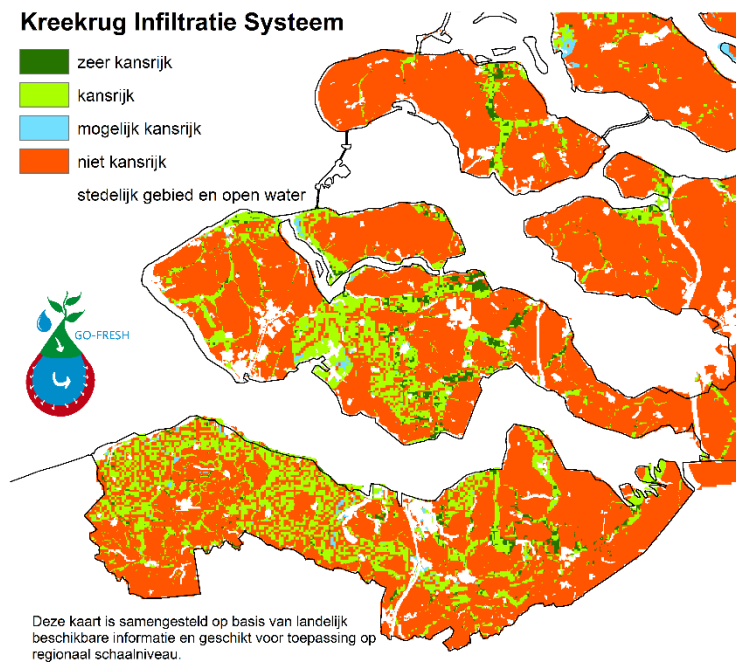
1. Een zoetwaterbel in een watervoerend pakket in de bodem
2. De ondergrond bestaat uit doorlatend materiaal op de plaats van de zoetwaterlens
3. Afwezigheid van storende kleilagen onder de basis van de huidige zoetwaterlens
4. Mogelijkheid om grondwaterstanden te verhogen
5. Een zoetwaterbron van waaruit geïnfiltreerd kan worden

Naast deze voorwaarden moet rekening gehouden worden met:

1. De huidige wet- en regelgeving
2. De kwaliteit van het te infiltreren water in het grondwater
3. Andere gebruikersfuncties rondom het perceel
4. Verhoogde grondwaterstanden in de omgeving van het perceel
5. Inschakelen van peilgestuurde drainage vraagt advies op maat

Er zijn een aantal aspecten aan het Kreekrug Infiltratie Systeem die nog aandacht vragen voor grootschalige toepassing:

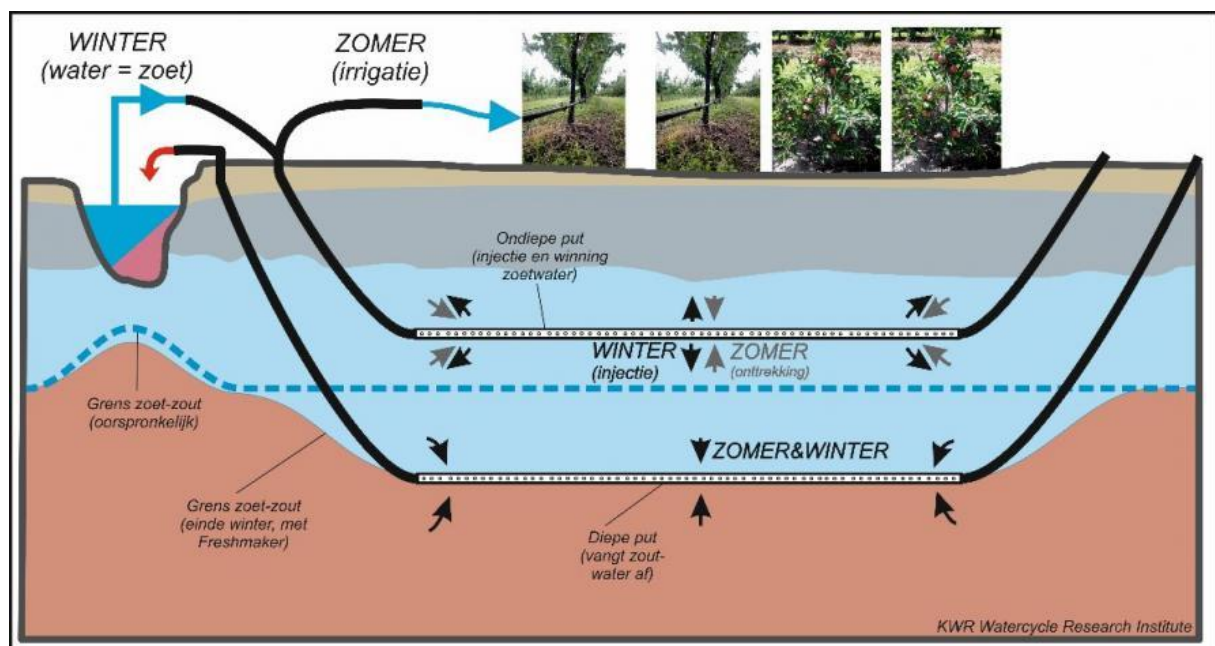
- De pomp, er moet nagedacht worden over een type pomp om het systeem minder arbeidsintensief te maken.
- Continuering rondom monitoren van onttrekken en infiltreren is nodig om een schatting te kunnen maken van de hoeveelheid water die onttrokken kan worden.
- De vergunning die nu verleend was is een pilot vergunning. Voor grootschalige toepassingen moet er ook ruimte komen in wet- en regelgeving van het waterschap en de provincie.



Figuur E.12 Kansrijke locaties voor toepassing van het Kreekrug Infiltratie Systeem (Oude Essink et al., 2018)

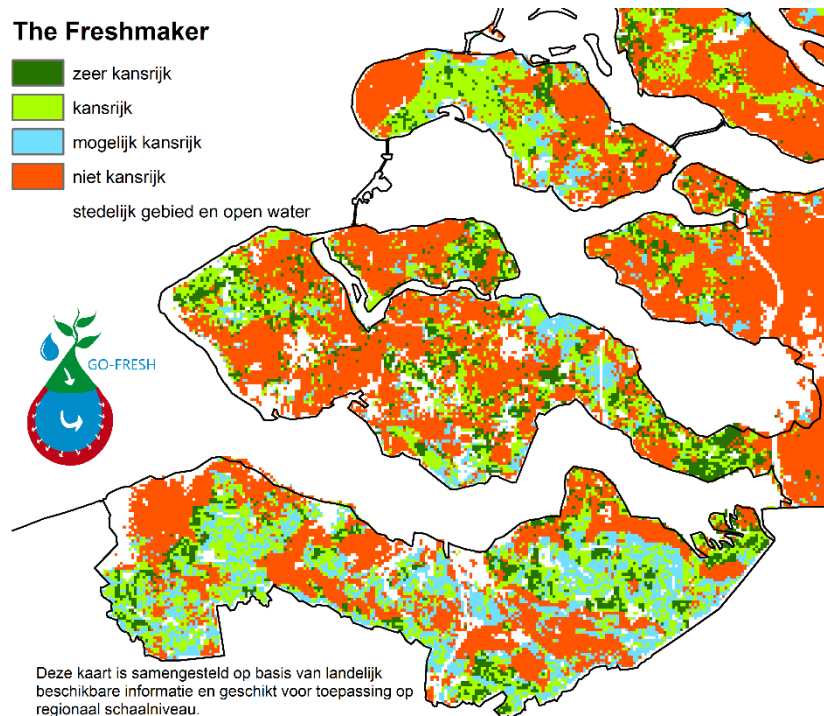
Freshmaker

De Freshmaker, proef uitgevoerd in Ovezande (Zuid-Beveland) binnen het project GO-FRESH, focust op de toename van de zoetwatervoorraad in een zoetwaterbel onder een kreekrug door de injectie van zoet water én de onttrekking van zout grondwater om het opkegelen van zout grondwater te beperken. De zoetwatervoorraad in de bodem maakt het mogelijk om het risico op droogteschade in de fruitteelt te minimaliseren. Freshmaker maakt gebruik van twee horizontale putten voor zowel infiltratie als voor onttrekking van zout grondwater door de diepere horizontale put. Op deze manier kan de zoetwaterbel sneller groeien (figuur 11).



Figuur E.13 Concept van de Freshmaker

Gebruikmakend van de twee horizontale putten wordt gedoeld op infiltratie uit oppervlaktewater in tijden van neerslagoverschot, vooral in de winter en zout grondwater ongeveer 15 meter onder het maaiveld af te vangen en af te voeren naar het oppervlaktewater of te injecteren in een zout grondwaterpakket. In de eindrapportage van het project GO-FRESH (Oude Essink et al., 2018) staat beschreven dat de Freshmaker in de periode 2013-2017 ongeveer 5000 m³ per jaar op kan slaan met een maximale opslag- en terugwincapaciteit van ca. 6000 m³.



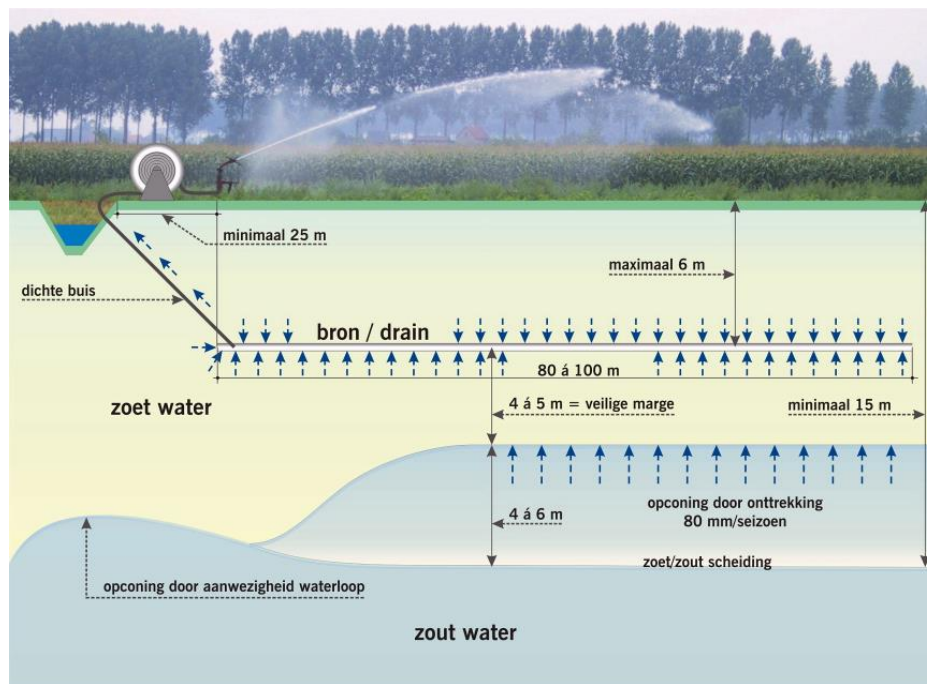
Figuur E.14 Kansrijke locaties voor toepassing van de Freshmaker (Oude Essink et al., 2018)

Factoren die het succes van de Freshmaker bepalen zijn:

- Geschikte watervoerende laag in de bodem waar het water opgeslagen kan worden
- Voorkomen van storende klei- en veenlagen die de groei van de zoetwaterbel kunnen beperken
- Aanwezigheid van een zoetwaterlens van 3 tot 15 meter dik
- Ligging in zout gebied
- Een zoetwaterbron in de omgeving, waarvan uit geïnfiltreerd kan worden in de bodem.

Ervaringen met ondergrondse waterberging

- Ondergrondse waterberging kan een oplossing bieden voor allerlei situaties waarin overschotten en tekorten van zoet water optreden, bijvoorbeeld overschot aan neerslag. De techniek wordt al vaker toegepast in tuinbouw, industrie en stedelijke gebieden
- In glastuinbouwregio's Oostland en Aalsmeer zijn al ca. 100 systemen gerealiseerd.
- Rendementen in zoutere gebieden zijn lager dan in gebieden met zoet grondwater, maar kan makkelijk tegengegaan worden door opschaling en verbeterde putconfiguraties (slim pompen).



Figuur E.15 Slim gebruik maken van pompen en opkegeling van zout grondwater voorkomen (Visser & van Tuinen, 2012)

- Reactiviteit van de ondergrond kan het water ongeschikt maken voor drinkwater, maar dit kan ook tegengegaan worden door verschillende methodes
- Vooral bij gebruik van water dat rijk is aan nutriënten, is verstopping van de infiltratiesystemen een risico, uitgebreide zuivering is dan vereist om biologische groei te stoppen. Hierdoor worden kosten wel weer hoger en maakt dat het systeem meer geschikt is in combinatie met kapitaalintensieve teelten om de kosten terug te verdienen.

Kwelvoorziening ter bescherming van de zoetwaterbel

Om zoetwatervoorraden in de ondergrond te beschermen tegen zoute kwel kan een kwelscherm geïnstalleerd worden. Een voorbeeld hiervan is SEEPCAT in Perkpolder. In opdracht van Rijkswaterstaat werd in 2015 een opening gemaakt in de bestaande zeedijk bij Perkpolder, door deze ingreep zou de zoetwaterbel onder landbouwpercelen kunnen krimpen. Ter bescherming van de zoetwaterbel is een kwelscherm aangelegd zodat het zoute water de zoetwaterbel niet kan verdringen.

Kunstmatige infiltratie in de bodem (Deltafact Effecten van kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater op de grondwaterkwaliteit)

Kunstmatige infiltratie van water in de bodem wordt toegepast om het grondwater actief aan te vullen. In Nederland wordt bijvoorbeeld zoet water geïnfiltreerd in duingebieden om later te gebruiken voor drinkwater. Het grondwater wordt actief aangevuld met gezuiverd rivierwater om te compenseren voor de onttrekkingen die gedaan worden. Bodempassage zorgt voor een extra zuiveringsstap. Zoals eerder genoemd wordt in Zeeland water (proefsgewijs) in kreekruggen geïnfiltreerd om regenwaterlenzen te vergroten zodat deze duurzaam gebruikt kunnen worden voor beregening van gewassen. Door infiltratie verandert het water van samenstelling door de geo-hydrochemische reacties tussen het water en de bodem. Per situatie verschilt welke reacties optreden, afhankelijk van nutriëntenconcentraties, ionensamenstelling en zuurgraad van het water en de mineraalsamenstelling van de grond.

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is maatgevend voor het beheer van grondwater en vormt ook de basis voor het beoordelen van kunstmatige infiltratiesystemen en de effecten op de grondwaterkwaliteit.

Samengevat moet aan de volgende doelstellingen voor grondwaterlichamen worden voldaan:

- Ze moeten in goede chemische toestand worden behouden
- Er mogen geen of beperkt verontreinigende stoffen worden ingebracht
- Er moet een evenwicht bestaan tussen onttrekken en aanvullen van het grondwater

Er mogen geen negatieve effecten voor grondwaterafhankelijke systemen optreden (bijvoorbeeld nabijgelegen natuurgebieden)

De Waterwet vereist dat er sprake moet zijn van aanvulling en latere onttrekkingen van grondwater. Het gaat erom dat bij de aanvraag voor een infiltratievergunning de bedoeling bestaat om het water later te gebruiken voor bijvoorbeeld irrigatie van gewassen. Om waterwinning en natuur optimaal te combineren is het concept Open Infiltratie Nieuwe Stijl (OINS) geïntroduceerd. Er wordt daarbij gestreefd naar de optimale inpassing van het infiltratiesysteem in combinatie met bij passende natuurdoelen in een gebied. Maatregelen die bijdrage aan de ecologische functie zijn:

- Voorzuivering van het infiltratiewater
- Natuurlijk ogende infiltratie systemen met uitgestrekte natuurvriendelijke oevers

Peilbeheer (Deltafact Dynamisch peilbeheer)

Bij dynamische peilbeheer gaat het om het anticiperen op omstandigheden op basis van vooraf ingestelde randvoorwaarden. Er wordt continue ingespeeld op het huidige en verwachte grondwaterpeil. In plaats van een vast peil wordt het peil gevarieerd en kan beter ingespeeld worden op veranderende weersomstandigheden en het bodemvochtgehalte. Het waterbeheer kan zo beter worden afgestemd op de agrarische bedrijfsvoering. In tijden van wateroverschot kan water langer vastgehouden worden in grond- en oppervlaktewater. Het kan worden toegepast in tijden van droogte om droogteschade te voorkomen.

Vorm	Begunstigde/functie	Peil
Regulier peilbeheer	Landbouw, bebouwing	Een vast hoger peil in de zomer en vast lager peil in de winter
Vast peilbeheer	Bebouwing, natuur	Een gelijkblijvend peil het gehele jaar
Flexibel/natuurlijk peilbeheer	Natuur, waterbeheer (minder inlaat en uitslag van water)	Vrij binnen vastgestelde boven- en ondergrens, waardoor in polders minder water hoeft te worden ingelaten en uitgeslagen (meer zelfvoorzienendheid). (passief/volgend/extensief)
Dynamisch peilbeheer	Landbouw	Continue afstemming aan de hand van weersomstandigheden, gewas groeiomstandigheden en de agrarische bedrijfsvoering. Het is een spel binnen de ruimte die een peilbesluit toestaat. Er wordt gestuurd op grondwaterstanden. Leidt in polders tot gemiddeld meer inlaat en uitslag (actief/ anticiperend/ intensief)

Figuur E.16 Soorten peilbeheer

Werking

Met dynamische peilbeheer kan de grondwaterstand beïnvloed worden door het aanpassen van het oppervlaktewaterpeil. De snelheid waarmee de peilaanpassingen doorwerken is afhankelijk van verschillende factoren waaronder grondsoort, afstand tot de sloot, actuele grondwaterstand, aanwezigheid van drainage, infiltratieweerstand, vochtbergend vermogen van de bodem.

Het proces van dynamisch peilbeheer is als volgt:

- Meten van de actuele grondwaterstand en het oppervlaktewaterpeil, kan ook geautomatiseerd en met bodemvochtsensoren
- Weersverwachtingen van KNMI verzamelen
- Sturing naar gemalen of stuwen om het peil aan te passen

Praktijkervaring

De Waterhouderij Walcheren is een stichting bestaande uit een groep van 8 agrarische ondernemers die het water in hun gebied beter willen beheren om droogteschade en zoutschade te voorkomen. Een van de maatregelen die ze gestart hebben is het gebruik van dynamisch peilbeheer. Tussen begin maart en begin oktober varieert het peil met ongeveer 25 cm. Het uitgangspunt van de Waterhouderij is om het peil zo hoog mogelijk te houden. De agrarische ondernemers kijken naar het vochtgehalte in de bodem en de verwachte weersomstandigheden op basis daarvan wordt een besluit gemaakt voor het peil. Het waterschap is eindverantwoordelijk voor het peilbeheer en weegt de wens van de Waterhouderij af tegen andere belangen. Ervaringen van de Waterhouderij zijn minder droogteschade, dus hogere opbrengsten, oppervlaktewater is minder zout, er is meer water beschikbaar voor de ondergrondse infiltratie in de zoetwaterlenzen (Kreekrug Infiltratie Systeem) en de er is minder watervraag doordat de vochtvoorziening in de wortelzone beter op peil gehouden wordt.

Blauwe diensten (Deltafact Blauwe Diensten)

Voor het samenwerken met andere partijen in een gebied kan het concept Blauwe Diensten gebruikt worden. Blauwe diensten kunnen een bijdrage leveren aan een gezond watersysteem en kunnen helpen om uitdagingen met betrekking tot water aan te gaan. Blauwe diensten gaan vooral over de zoetwatervoorziening (verminderen van verdrogingseffecten voor landbouw en natuur), het verminderen van wateroverlast en waterkwaliteitsverbetering.

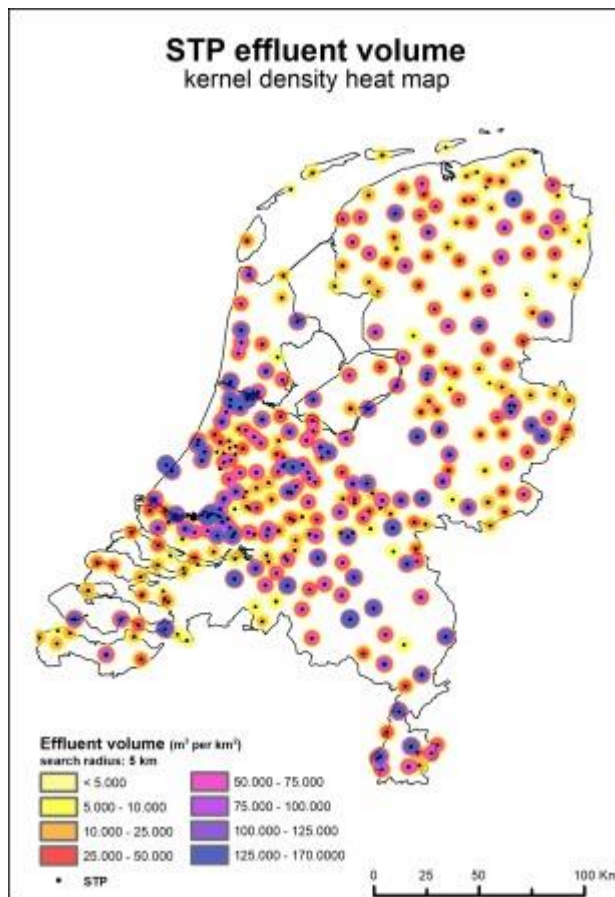
Voorbeelden van blauwe diensten zijn:

- Water vasthouden, bijvoorbeeld aanleg natuurvriendelijke oevers, peilverhoging in oppervlaktewater, regelbare drainage, herinrichting van waterlopen en aanleg van extra bovengrondse waterberging
- Verbeteren van de waterkwaliteit door vermindering van afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, bijvoorbeeld door spuitvrije zones langs oevers of aanleg van zuiveringsmoerassen.

Er is nog niet veel kennis over het economisch waarderen van zulke diensten. Het principe lijkt in ieder geval kosteneffectief doordat vaak win-win situaties ontstaan voor de waterbeheerder, de natuurorganisaties en de agrarische ondernemers. In gevallen van wateroverschot hoeft de waterbeheerder geen extra grond te kopen en kan de agrariër of de natuurorganisatie helpen om water te bergen. Dit water kan later ook gebruikt worden voor beregening van gewassen.

Hergebruik van effluent

Effluent van rioolwaterzuiveringen bevat vaak te hoge concentraties aan nutriënten en andere stoffen om direct te worden gebruikt. Daarom wordt het vaak geloosd op oppervlaktewater. Na een extra zuivering van dit afvalwater kan het wel worden gebruikt. De totale watervraag in een gebied neemt op deze manier af omdat het water 'meerdere' keren gebruikt kan worden. De totale hoeveelheid effluent in Nederland is sinds 2000 rond 2 miljard m³ per jaar.



Zuivering van rioolwater bestaat uit verschillende stappen. In de meeste gevallen worden mechanische zuivering en biologische zuivering toegepast. Bij mechanische zuivering worden door roosters en bezinking grove deeltjes in het water verwijderd en bij biologische zuivering worden stoffen met behulp van bacteriën afgebroken. Na deze stappen wordt het water geloosd op het oppervlaktewater. In sommige gevallen wordt het water nog extra gezuiverd, bijvoorbeeld door waterharmonica's (www.waterharmonica.nl).

Hergebruik van effluent als zoetwatervoorziening kan om verschillende redenen overwogen worden:

- Het watergebruik door land- en tuinbouw bedraagt per jaar gemiddeld 100 tot 150 miljoen m³, met pieken tijdens droge jaren. Grond- en oppervlaktewater worden beide gebruikt voor het beregenen van gewassen tijdens droge perioden. Verwacht wordt dat de druk op de zoetwaterbeschikbaarheid de komende jaren toeneemt voor verschillende sectoren. RWZI-effluent is lokaal altijd beschikbaar en kan gebruikt worden voor beregeningswater.
- Hergebruik van effluent kan goedkoper zijn dan het ontzouten van zeewater, afhankelijk van de kwaliteit van het water: water moet van goede kwaliteit zijn, anders is een extra zuivering nodig, wat extra kosten oplevert.
- Effluent kan ook ingezet worden als proceswater voor industrie. De druk op de zoetwatervoorziening neemt dan ook af.
- Effluent van RWZI's is een constante stroom.

Toepassing	Kwaliteit	Periode van watervraag	Locatie
Landbouw, tuinbouw	Afhankelijk van type verontreinigingen en wijze van toepassing	Seizoensgebonden	Agrarisch gebied, tuinbouwgebieden
Drinkwater (mens en/of dier)	Zeer hoge kwaliteit	Relatief constant	Bebouwd gebied
Industrie	Afhankelijk van proces	Afhankelijk van proces	Nabij industrie

Tabel 5 Mogelijke toepassingen voor hergebruik van effluent

Knelpunt	Maatregel	Voorbeelden
Kwaliteit	(Aanvullende) zuivering	Zandfilter, omgekeerde osmose (RO), bodempassage, actieve kool, ozonisatie, chlorering
Moment van beschikbaarheid	Tijdelijke berging	Buffertanks, bassins, ondergrondse waterberging
Locatie	Transport	Via leidingen, via oppervlaktewater

Tabel 6 Verschillende knelpunten en oplossingen bij hergebruik van effluent

Door wetgeving is onderscheid gemaakt tussen het gebruik van oppervlaktewater en effluent dat direct afkomstig is uit de RWZI. Het effluent voldoet aan de eisen voor oppervlaktewater, maar nog niet alle medicijnresten zijn eruit gezuiverd zodat het gebruikt kan worden voor het beregenen van gewassen. De kwaliteit van het effluent is in de afgelopen jaren sterk verbeterd. Toch kunnen in het effluent in wisselende concentraties zware metalen en organische microverontreinigingen aanwezig zijn en een bedreiging vormen voor het grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Vooral pathogenen zijn een risico bij gebruik van effluent. Afhankelijk van de manier van irrigatie is er meer of minder risico voor de gewaskwaliteit. Risico's kunnen sterk worden gereduceerd door ondergronds te irrigeren. Bodempassage lijkt een effectieve methode om pathogenen te verwijderen.

De investeringskosten van extra wateraanvoer worden geschat op €1500 tot € 5000 per hectare landbouwgrond, waar arbeidskosten voor het waterschap nog bij komen. Verwacht wordt dat deze maatregel 5 tot 20% extra gewasopbrengst kan opleveren. In gebieden waar zoet water schaars is of noodzakelijke voorzieningen (bijvoorbeeld ondergrondse berging) relatief goedkoop zijn kan het rendabel zijn om effluent te hergebruiken. Per situatie moet wel uitgezocht worden welke kosten en baten van toepassing zijn.

Per situatie zal echter uitgezocht moeten worden welke kosten en baten van toepassing zijn. Meer informatie over het hergebruik van effluent kan gevonden worden in het rapport van Cirkel et al. (2017)

Voorbeeld Haaksbergen

Door Waterschap Vechtstromen is in Haaksbergen een praktijkproef opgezet om de effecten van subirrigatie met effluent te onderzoeken. Bij de RWZI Haaksbergen wordt een deel van de effluentstroom ingebracht in de drainagebuizen (Klimaat Adaptieve Drainagesysteem, KAD) van een dichtbijgelegen perceel. Het vochtgehalte in de bodem kan zo gestuurd worden dat aanvullende beregening niet nodig is. Ongeveer 3% van het totaal beschikbare effluent van RWZI Haaksbergen werd in de proef hergebruikt. In de proef was speciale aandacht voor verspreiding van medicijnresten in de bodem. Uit de eerste resultaten blijkt dat een groot aantal medicijnresten verwijderd is door het grondwater boven de drains.

Eigen afvalwaterzuivering met helofytenfilter

Ook afvalwater op het eigen perceel (bijvoorbeeld huishoudelijk afvalwater, restaurant of camping) kan na zuivering met een helofytenfilter hergebruikt worden voor bijvoorbeeld beregening. Helofytenfilters zijn rietvelden waar het afvalwater doorheen stroomt. De bacteriën die bij de wortels van het riet leven, breken verontreinigingen, zoals meststoffen en resten van gewasbeschermingsmiddelen, effectief af. De kosten van een helofytenfilter zijn afhankelijk van locatie en grootte van het filter. Voor een bedrijf dat jaarlijks tussen de 1500 en 2500 m³ afvalwater heeft kost een helofytenfilter ongeveer 13.000 euro. Onderhoudskosten bedragen ongeveer 2400 euro per jaar. Kwaliteit van het water moet gemonitord worden en het riet moet in het najaar gemaaid worden. De kosten kunnen terugverdiend worden doordat de kosten voor afvoer van afvalwater via het riool afneemt en het water kan hergebruikt worden voor gewasberegening. Het afvoeren van afvalwater kost ongeveer €1,10 per m³. De terugverdientijd is 4 tot 5 jaar (Stimular, z.d.).

Slim regionaal watermanagement

- Scheiden van zoete en zoute stromen

Een manier om (zoet) inlaatwater beter te benutten is het zo lang mogelijk voorkomen van menging met zout grondwater. Door deze bijmenging is het water in de sloot op den duur niet meer geschikt voor beregening. Door het scheiden van zoete en zoute stromen blijven sloten langer beschikbaar als bron voor beregening.

- Slimmer doorspoelen

Bij slimmer doorspoelen van het regionaal watersysteem wordt water ingelaten op basis van continue gemeten zoutgehaltes. Wanneer de zoutconcentratie van het inlaatwater te hoog is wordt inlaat stopgezet. Ook wordt alleen het daadwerkelijk benodigde water voor beregening ingelaten. Een pilot met het sturen van inlaatwater op zoutconcentraties heeft plaatsgevonden de Haarlemmermeer.

F. Zouttolerantie van gewassen

Ruim 125.000 hectare grond in Nederland wordt in de nabije toekomst steeds zilter. Wereldwijd zijn er al grote gebieden onbruikbaar geworden voor traditionele landbouw. Voor de gebruikelijke landbouwgewassen is te veel zout water in de wortelzone schadelijk. In onderzoeken door Van Dam et al. (2007) en Van Bakel et al. (2011) is de kennis over de effecten van verzilting op landbouw overzichtelijk gemaakt. Hieronder zijn de bevindingen van beide studies samengevat.

Water met een te hoog zoutgehalte schaadt gewassen op de volgende manieren:

- Een plant kan bij hoge zoutconcentraties moeilijker water en voedingsstoffen opnemen. Hierdoor kan ook droogteschade ontstaan;
- Sommige zouten zijn giftig voor gewassen;
- Zout in de wortelzone van het gewas kan beworteling beperken;
- Verzilting kan leiden tot structuurbederf van de bodem.

De afweging van droogteschade versus zoutschade is voor de praktijk lastig. Uit proeven, onder andere proeven door Zilt Proefboerdij op Texel, is gebleken dat de zouttoleranties van verschillende variëteiten in gewassen sterk kunnen verschillen. Zoutgevoeligheid is vaak een combinatie van hittestress en zoutstress.

In het kader van toenemende verzilting kan het een strategie zijn om 'mee te bewegen' met deze toenemende risico's en op bedrijfsniveau ook gewassen te overwegen die minder gevoelig zijn voor zout. Er is wel verschil tussen zoutminnende en zouttolerante gewassen. Zoutminnende gewassen (halofyten) hebben juist baat bij toenemende zoutconcentraties. Zilte teelten bieden vooral op lokaal niveau kansen. Op kleine schaal wordt bijvoorbeeld zeekraal geteeld en commercieel toegepast. Dit is nog een nichemarkt. Veredeling van gangbare gewassen naar zouttolerante variëteiten kan een optie zijn in economische termen belangrijker.

Planten hebben een verschillende zouttolerantie, die ook door het groeiseizoen kan verschillen. Maas en Hoffman (1976) hebben een systeem ontwikkeld waarbij gewassen zijn ingedeeld in verschillende gevoeligheidsklassen. Het gaat hier om de gevoeligheid voor zout in de wortelzone. Het recentere onderzoek van Stuyt et al. (2011) bevestigt deze indeling.

Gevoelig	Matig gevoelig	Matig tolerant	Tolerant
Aardbei	Aardappel	Anjer	Asperge
Abrikoos	Aubergine	Andijvie	Courgette
Amandel	Bloemkool	Broccoli	Geranium
Amaryllis	Druiven	Chrysant	Grasland
Appel	Gladiol	Croton	Lavendel
Augurk	Klaver	Knolselderij	Oleander
Avocado	Koolrabi	Mosterd	Petunia
Bollen	Komkommer	Prei	Quinoa
Boomkwekerij	Kool	Raaigras	Statice
Boon	Lucerne	Radijs	Strandbiet
Fruitbomen	Mais	Sorghum	Suikerbiet
Paprika	Pepers	Sojaboon	Zonnebloem
Perzik	Sla	Spruiten	
Pruimen	Spinazie	Tarwe	
Uien	Watermeloen	Tomaat	
Wortel		Witlof	

Zoutgevoeligheidsklasse	Zoutschadedrempel (mg Cl/l)	Zoutschadegevoeligheid (% opbrengstdaling/100 mg Cl/l)
Gevoelig	300	8
Matig gevoelig	600	4
Matig tolerant	1200	2
Tolerant	2400	1

Figuur F.1 Zoutgevoeligheidsklassen en indeling van gewassen (Van Bakel & Stuyt, 2011)

De traditionele landbouw is er op gericht verzilting zo veel mogelijk tegen te gaan. Dit wordt steeds duurder, áls er al voldoende zoet water beschikbaar is. Er wordt al jaren onderzoek gedaan naar het veredelen van gewassen om ze zouttoleranter te maken. Zo ook Zilt Proefbedrijf op Texel (Zilt Proefbedrijf, z.d.). Hier wordt gezocht naar mogelijkheden voor de landbouw om verzilting te benutten. Het Proefbedrijf onderzoekt welke gangbare landbouwgewassen én nieuwe gewassen geschikt zijn voor zilte teelt.

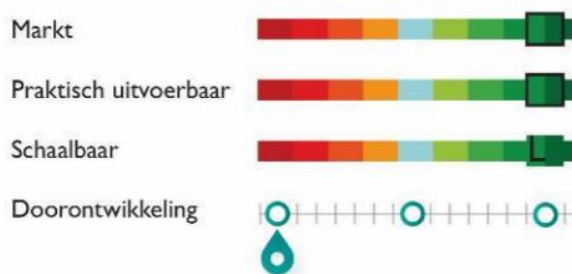
Zilte kansen in de waddenregio

In de afgelopen jaren zijn verschillende projecten opgezet rondom de teelt van zouttolerante aardappelrassen (o.a. Nieuwe Zeeuwse Zilte Kansen, Zilt Perspectief). Naast agrarische ondernemers houden ook veredelaars en coöperaties, zoals Zilt Proefbedrijf en Meijer Potato, zich hiermee bezig. Uit proeven op het Zilt Proefbedrijf zijn de afgelopen jaren proeven uitgevoerd met ongeveer 200 aardappelrassen onder zilte omstandigheden. Uit deze proeven blijkt het volgende:

1. Irrigatie met brak tot zout water uit het oppervlaktewater en bemesting van zeewier resulteert in een goede opbrengst
2. Zoet water blijft wel nodig in het kiemstadium van de aardappel, maar in andere perioden van groei zijn de aardappels tolerant voor brak water.
3. De proeven op Texel richtten zich vooral op tafelaardappelen en chips aardappelen.

Zouttolerante aardappelen hebben een grote marktpotentie. Deze marktpotentie benutten kan door afspraken te maken met grote afnemers in de regio. In het rapport van Te Winkel et al. (2020) zijn voor verschillende gewassen grafiekjes gemaakt zoals voor de aardappel hieronder.

Zouttolerante aardappelen



Figuur F.2 Potentie zouttolerante aardappel (Te Winkel et al., 2020)

Stuyt et al. (2015) stellen de zouttolerantienormen die nu gehanteerd worden ter discussie. Volgens het onderzoek worden de effecten van zout op gewassen te pessimistisch ingeschat. Er komen al jarenlang meer aanwijzingen dat een aantal vollegrondsteelten zoals aardappelen, tarwe, gerst en suikerbieten in bepaalde groeistadia beter tegen brak tot zout water kunnen dan tot nu toe aangenomen wordt.

G. Verslagen gebiedsproces Zuid-Beveland

Gesprek met een akkerbouwer in de Reigersbergsche polder

Waar: te gast op de boerderij van Wim van Gorsel, Rilland

Wanneer: 7 januari 2021

Aanwezig:

- Wim van Gorsel, voorzitter ZLTO-afdeling Oost Zuid-Beveland, agrarisch ondernemer Rilland (bezig met uitbreiding zoetwater aanvoer Reigersbergsche polder), fractievoorzitter ongebouwd Waterschap Scheldestromen;
- Steven Visser, projectleider 'Zoetwater voor Zeeland';
- Hannelore Lukasse, stagiaire HZ 'Zoetwater voor Zeeland'.

We hebben kennisgemaakt en met elkaar de lopende initiatieven in de ZLTO-afdeling (tussen de grens met Brabant en de gemeente Goes) Reigersbergsche polder / Reimerswaal / Kapelle-Biezeling besproken. Steven introduceerde het initiatief van de agribusiness partners. Doel van het gesprek is verbinding maken en kijken waar we elkaar kunnen helpen.

Reigersbergsche polder en Eerste Bathpolder ontvangen zoetwater uit het spuikanaal VZM (onder vrij verval over een stuw), daarnaast loopt de Evides landbouwwaterleiding door het gebied, waar ook verschillende ondernemers op aangesloten zijn. De zoetwatervoorziening is goed georganiseerd. Wim is hier al sinds begin jaren negentig bij betrokken. Destijds is de zoetwatervoorziening geregeld (1994) in overleg met het waterschap en betalen de agrarische ondernemers 35 euro/ ha/jaar als extra ruilverkavelingsbijdrage voor de zoetwatervoorziening aan het waterschap. Het gebied omvat 1000-1200 ha; ongeveer 15 ondernemers.

Er gebeurt veel in dit gebied, lopende projecten zijn:

- Uitbreiding zoetwatergebied Reigersbergsche polder;
- Landbouwwaterleiding Evides;
- Onderzoek naar kwaliteitsverbetering effluent RWZI en het inzetten van effluent waterzuivering;
- Hergebruik van spoelwater van Coroos in Kapelle;
- Project met waterconservering met LWM en Wiskerke Onions;
- Waterconservering in de bodem (Drainstore, Kruiningen).

Achtergrondinformatie bij de lopende projecten staat in het PZC-artikel van Joeri Wisse (*zie onderaan*).

De zoetwater aanvoer naar het gebied Reigersbergsche polder is niet voor iedereen beschikbaar. Aantal agrarische bedrijven net buiten het gebied krijgen geen water en is enkel afhankelijk van neerslag. Deze bedrijven hebben destijds in de beginfase niet meegedaan met het waterschap Noord en Zuid-Beveland voor de zoetwatervoorziening. De meeste bedrijven zouden nu echter weldegelijk mee willen doen en ook extra willen betalen voor zoetwater.

Verschillende veredelaars uit de omgeving pachten land binnen het gebied met zoetwater aanvoer, waardoor ze de zekerheid van zoetwater hebben zodat onderzoek niet verloren gaat als gevolg van misoogsten. Er is een onderzoek gedaan/bezig, om te bekijken als er water 'over is', of dat kan worden gebruikt door agrariërs buiten het gebied. Uit deze proef blijkt dat er vaak maar net voldoende water beschikbaar is in het gebied zelf en er dus weinig beschikbaar is voor de ondernemers meer benedenstrooms.

De enige oplossing om meer ondernemers van zoetwater te voorzien is om te werken aan een uitbreiding van het zoetwatergebied Reigersbergsche polder. Er is onderzoek gedaan door de ZLTO in samenwerking met het waterschap naar het draagvlak in de hele Reigersbergsche polder / Reimerswaal. Er is een vragenlijst opgesteld en er zijn 3 bijeenkomsten georganiseerd. De geïnventariseerde gegevens zijn door het waterschap op kaart gezet. De conclusie is dat meer dan 90% van de ondernemers geïnteresseerd is in een externe aanvoer van zoetwater en dat de meeste ook voor dit extra water willen betalen. Momenteel wordt er gewerkt aan een pre-haalbaarheidsstudie door het waterschap, hiervoor is mankracht en middelen beschikbaar gesteld om een extern bureau in te huren. Contact bij waterschap: Chantal Raas en Wouter Quist.

De uitbreiding van de watervoorziening Reigersbergsche polder / Reimerswaal wordt wel opgenomen in het ZDPZ, maar staat niet op het lijstje van het Deltaprogramma Zoetwater voor de ZWD. Dit is opvallend.

Ideeën die op dit moment leven t.a.v. de landbouwleiding of mogelijke combinaties:

Is het mogelijk om bovenstrooms van de pijpleiding (o.a. kasgebied in de Reigersbergsche polder) meer gebruik te maken van retentie en andere vormen van zoetwateraanvoer, zodat er meer druk op de leiding blijft en er meer ondernemers in Zuid-Beveland kunnen worden bediend ?

Een ander idee dat speelt is een tweede landbouwwaterleiding vanuit de Biesbosch. Er moet een nieuwe gasleiding aangelegd worden voor laag calorisch gas uit Rusland, echter op dit moment wordt er gekeken of een loze leiding hiervoor gebruikt kan worden. Wanneer dit niet het geval is moet de leidingstraat weer open en kan er misschien gecombineerd worden met Evides voor een tweede leiding, of misschien zijn er mogelijkheden voor de loze leiding die niet wordt gebruikt en dan mogelijk wel gebruikt kan worden.

Volkerak-Zoommeer kan ook zout worden, moet nu actief zoet gehouden worden. Nu is iedereen ervan doordrongen dat De Brabantse Wal als alternatieve zoetwatervoorziening geen reële en duurzame oplossing is. Bij droogte komt er nauwelijks zoetwater vanuit de wal (zie ook situatie in 2018). Wim van Gorsel heeft namens de grondgebruikers in het zoetwatergebied Reigerbergsche polder en Eerste Bathpolder vanaf het allereerste begin gepleit voor het behoud van een zoet Volkerak-Zoommeer, omdat het alternatief “Water uit De Brabantse Wal” niet toereikend zou zijn voor het zoetwatergebied rondom Rilland en dat is later ook gebleken.

In 2018 was er geen zoetwater aanvoer vanuit de Brabantse Wal naar de polders ten oosten van het spuikanaal. Er is toen met een pomp en een pijp over de weg zoetwater gepompt naar dit gebied. Dit heeft de pers gehaald: Zeeland stuurt zoetwater naar Brabant ! (zie verschillende bijgevoegde links + foto):



Figuur G.1 Water pompen vanuit het Spuikanaal bij Bath in de sifon richting Brabant (Foto: Wim van Gorsel)

Artikel in de PZC, Joeri Wisse 02-07-20



Figuur G.2 Bathse spuisluis; binnendijkse en buitendijkse; zoetwater naar de Westerschelde; Hier loopt een zwembad zoet water per minuut in zee, terwijl boeren even verderop gebukt gaan onder de droogte (Foto: Marcelle Davids, 2020).

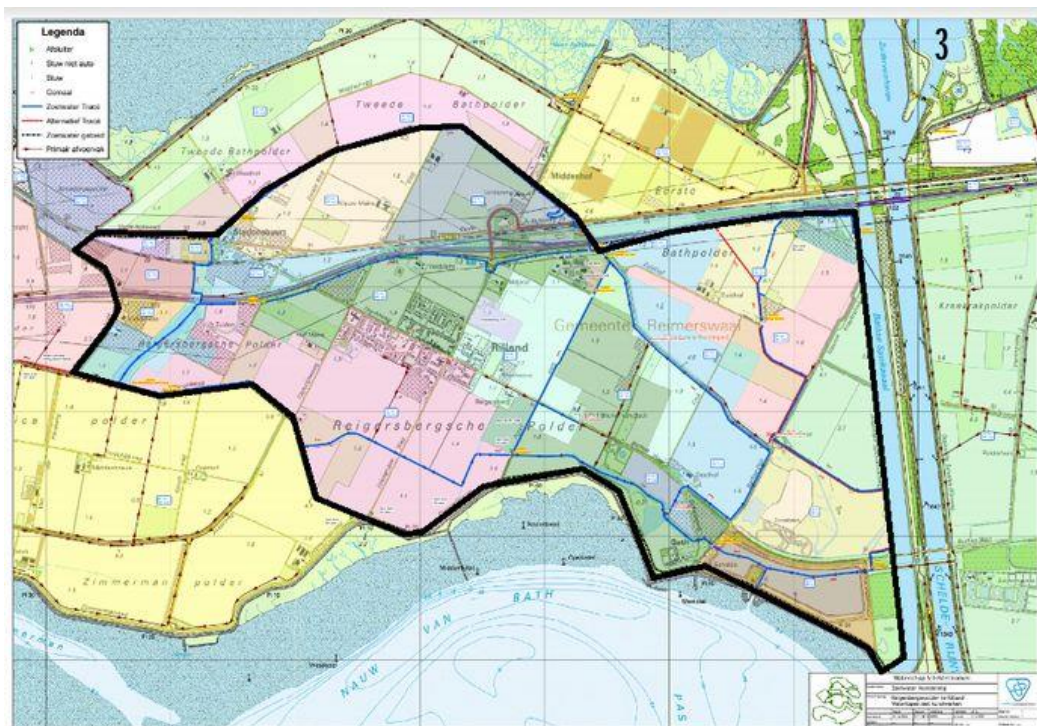
Afgunst is misschien een te groot woord, maar pijnlijk is het wel voor boeren aan de rand van de Reigerbergsche polder in Rilland. Terwijl bij de burens het zoete water tegen de akkers klotst, zagen zij de afgelopen maanden hun jonge plantjes verpieteren door de ongekende droogte.

En dat terwijl een paar kilometer verderop dagelijks miljoenen liters rivierwater op de Westerschelde wordt geloosd. Bij laag water gaat het om zo'n 45.000 liter per seconde. Genoeg om binnen een minuut een zwembad met olympische afmetingen te vullen.

Om dit kostbare water niet langer allemaal verloren te laten gaan, hebben leden van de ZLTO Oost-Zuid-Beveland woensdagavond het waterschap en de provincie een opdracht gegeven. Ze willen dat het in 1995 aangelegde zoetwatergebied rond Rilland zo ver mogelijk uitgebreid wordt naar het westen, zodat ook daar zoet in plaats van brak water door de sloten loopt en akkers makkelijk beregend kunnen worden.

Volkerak-Zoommeer blijft zoet

Volgens voorzitter Wim van Gorsel is de tijd nu rijp voor uitbreiding. Niet alleen omdat dit het derde kurkdrege voorjaar op rij is, maar ook omdat Den Haag besloten heeft voorlopig het Volkerak-Zoommeer zoet te houden. Lange tijd dreigde het meer verzilt te worden, waardoor investeringen in uitbreiding van het zoetwatergebied zinloos zouden zijn. Dat boeren die net buiten het 25 jaar geleden aangelegde systeem⁴¹ vallen meer dan ooit staan te springen om uitbreiding, werd wel duidelijk op de avond in Rilland waar de opdracht officieel is verstrekt. Johan Boone en Huib Sinke, beiden akkerbouwer in Waarde, zien het met lede ogen aan hoe veel water nu nog dicht bij hun bedrijven in zee loopt. „Dat doet zeer.”



Figuur G.3 Het huidige zoetwatersysteem valt binnen de zwarte rand. De ZLTO wil het gebied fors uitbreiden naar het westen (Waterschap Scheldestromen, z.d.)

‘Dit blijft niet goed gaan’

De ondernemers zaten niet bij de pakken neer en lieten onder meer mestwagens aanrukken die zoet water vanuit het kanaal naar de akkers brachten. Daar zit een fors kostenplaatje van zo'n 75 euro per uur aan. Op den duur besloot Boone zelfs zelf een vrachtwagen te huren. „Dit blijft niet goed gaan”, voorspelt hij. Sinke zag zich zelfs genoodzaakt om jonge plantjes om te ploegen en een ander gewas in te zaaien. „We zijn dus nu al aan onze tweede teelt bezig.”

⁴¹ Artikel 'Zonder zoet water hebben we een gigantisch probleem' <https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/zonder-zoet-water-hebben-we-een-gigantisch-probleem~acd3cc5f/>



Figuur G.4 Wim van Gorsel van de ZLTO (rechts) overhandigt de opdracht om het zoetwatersysteem op Oost-Zuid-Beveland uit te breiden aan gedeputeerde Jo-Annes de Bat (midden) en waterschapsbestuurder Luc Mangnus (links) (Foto: Joeri Wisse, 2020)

Gedeputeerde Jo-Annes de Bat en waterschapsbestuurder Luc Mangnus erkennen het probleem. Voor de lange termijn werken ze aan een Deltaplan zoetwater. Volgens De Bat valt jaarrond genoeg regen en is het de kunst om dat water vast te houden. Evenwel vindt hij dat ook op de kortere termijn iets moet gebeuren. „En daar hebben we ook geld voor, kom dus maar met ideeën.”

Rampjaar voorkomen

De overheden willen meewerken aan uitbreiding van het zoetwatergebied, maar leggen daarvoor ook de bal bij de boeren zelf. Die moeten immers bereid zijn om samen te werken. Mangnus: „We aanvaarden de opdracht graag maar we moeten ook weten of er draagvlak is, zodat we weten waar we onderzoek naar doen.”

Op een oproep van de Krabbendijkse fruitteiler Martijn Vogelaar⁴² om een ‘rampjaar’ te voorkomen door nu alvast water uit het bestaande zoetwatergebied naar de polders eromheen te pompen, werd terughoudend gereageerd. Het waterschap wil voorkomen dat door het onttrekken van extra zoet water de Reigerbergsche polder verzilt.

‘Afvalwater’ niet zomaar weggooien

Niet alleen bij Bath stroomt dagelijks vele liters zoet water in de Westerschelde. Ook bij de industrie op Zuid-Beveland gaat veel water verloren. Op verschillende plekken in de gemeentes Kapelle en Reimerswaal zijn initiatieven om dit ‘afvalwater’ geschikt te maken voor het beregenen van akkers.

Bij conservenfabriek Coroos⁴³ is de afgelopen maanden het water dat achterblijft bij het maken van potjes appelmoes, rode kool en erwten en peentjes uitgebreid onderzocht. Het gaat in totaal om 600.000 kuub per jaar dat nu nog in de Westerschelde verdwijnt. Een enorme hoeveelheid die voor vele boeren hét verschil tussen een top- of rampjaar kan maken. Wanneer het gebruikt kan worden, is nog onduidelijk.

Een stukje verderop is het waterschap al verder. In de Willem-Annapolder is schoon water uit de waterzuivering in de sloten in plaats van in de Westerschelde gepompt. Onderneemster Linda de Regt: „Voor het eerst in jaren konden we de bieten beregenen.”

⁴² Artikel ‘Bevelandse boeren willen rampjaar voorkomen: laat ons zoet water gebruiken!’ <https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/bevelandse-boeren-willen-rampjaar-voorkomen-laat-ons-zoet-water-gebruiken~abb2c2b52/>

⁴³ Artikel ‘Gaat Coroos de Kapelse fruitteilers beschermen tegen droogte en nachtvorst?’ <https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/gaat-coroos-de-kapelse-fruittelers-beschermen-tegen-droogte-en-nachtvorst-br~adf25775/>

Aan de andere kant van het Kanaal door Zuid-Beveland hebben akkerbouwer Tonis Boot en frietfabriek LambWeston/Meijer de handen ineengeslagen. Boot zit op een kreekkrug met zoet water, maar dat raakt in droge tijden snel op. En dat terwijl de frietgigant 200 kuub liter water per uur loost. Het idee is om het water, via het toekomstige zonnepark van LambWeston/Meijer en Wiskerke Onions⁴⁴ in de kreekkrug te laten infiltreren. Uitvoering is nog onzeker. Boot: „Het onderzoek is vertraagd door de coronacrisis.” Ook kan de verbreding van de Zanddijk negatieve gevolgen hebben voor het project.

Gesprek met een fruitteiler in de zak van Zuid-Beveland

Waar: Te gast op het bedrijf van Rinus van 't Westeinde, Nisse

Wanneer: 21 januari 2021

Aanwezig:

- Rinus van 't Westeinde, vicevoorzitter kring Zeeland/Brabant NFO, lang actief geweest binnen ZLTO, statenlid CDA, vicevoorzitter Boer & Natuur landelijk, fruitteiler
- Steven Visser, projectleider 'Masterplan Zoetwater voor Zeeland'
- Hannelore Lukasse, stagiaire HZ 'Masterplan Zoetwater voor Zeeland'.

We hebben kennisgemaakt en de huidige zoetwatersituatie op Zuid-Beveland uitvoerig besproken. Steven introduceerde het initiatief van de agribusiness partners. Doel van het gesprek is verbinding maken en kijken waar we elkaar kunnen helpen.

Rinus is fruitteiler in Zuid-Beveland, heeft zijn bedrijf met totaal 28 hectare fruit op 5 locaties. Rinus teelt 50% peer en 50% appels. Zuid-Beveland is een belangrijk fruitteeltgebied, ongeveer 10% van het landelijk areaal peren. Borsele is de fruitteelt gemeente van Nederland. Het is van belang dat de goede concurrentiepositie van fruitteilers in de regio ten opzichte van de Betuwe gewaarborgd blijft. Voor fruit is het belangrijk dat er water is op droge en warme momenten, juist op momenten dat er vaak weinig neerslag valt. Fruitteelt zonder zoetwater kan niet. In augustus moet er water zijn om een goede kwaliteit appel / peer te krijgen. Verder is zoetwater noodzakelijk op het moment van planten. Een jonge aanplant moet geïrrigeerd kunnen worden. Water is nodig voor:

- Voorjaar: nachtvorst beregenen;
- Heel het groeiseizoen: irrigatie/fertigatie en bovenover beregenen voor gewaskoeling bij hoge temperaturen en intensieve zoninstraling ter voorkoming van zonnebrand (met name bij dagen boven de 30 graden en geen wind);
- Pas geplante jonge bomen hebben veel water nodig.

Zoetwatervoorziening: neerslag, kreekkruggen en zoetwaterlenzen en aanvoer landbouwwaterleiding.

Er ligt een landbouwwaterleiding vanuit de Biesbosch (voorheen werd uit het spuikanaal gepompt) naar Zuid-Beveland.

Omdat er druk op de zoetwaterleiding staat is geen pomp nodig. Wel per aansluiting een verdeler om de tijd in en uit te schakelen. Alle fruitteilers werken met een rotatiesysteem en maken gebruik van druppelirrigatie.

⁴⁴ Artikel 'Rechter veegt bezwaren tegen zonnepark bij Kruiningen van tafel'

<https://www.pzc.nl/bevelanden/rechter-veegt-bezwaren-tegen-zonnepark-bij-kruiningen-van-tafel~a0cd10cb/>

- De zoetwaterleiding is begin jaren '90 aangelegd door Evides. De leiding werd toen gesubsidieerd uit de herstructurering akkerbouw gelden. Het water komt nu uit de Biesbosch, het is 'onbewerkt' water van uitstekende kwaliteit (60 – 80 mg Cl per liter).
- De maximale capaciteit van de landbouwwaterleiding is 19.000 m³ per dag.
- De aansluitkosten bedragen eenmalig € 2.000,- en vervolgens € 0,70/m³. In een droog jaar kunnen de kosten oplopen tot € 20.000,- per ondernemer.
- Er zijn aansluitingen voor 3, 6, 12 of 30 m³/uur. Aansluitingen van 30 m³/uur worden gebruikt om de bassins te vullen, maar de aansluitingen worden verzegeld op 1 mei, mogen dan niet meer gebruikt worden.
- Aanvoer via de landbouwleiding niet geschikt voor grootschalige onttrekkingen door akkerbouw (tot 40 m³/uur). Fruitteelt maakt vooral gebruik van druppelirrigatie: 6 – 10 m³/uur.

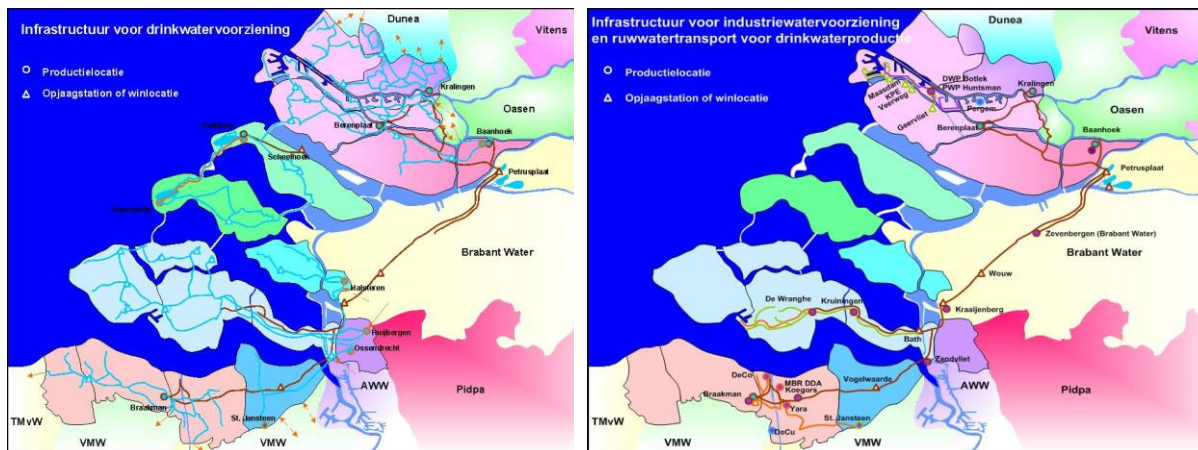
Voordeel van druppelirrigatie is dat de bemesting via het water kan worden gedaan (fertigeren) wat ook efficiëntiewinst betekent. De meeste fruittelers hebben vochtsensoren staan waarop kan worden afgelezen hoeveel water er moet worden toegediend. Hoeveelheid wordt ook afgestemd op de groei / bloeifase / vruchtzettingfase.

Een groot aantal fruittelers hebben een foliebassin (zie linker foto) dat in het voorjaar wordt gevuld met water via de zoetwaterleiding. Bij vorst wordt het gebruikt voor beregening.



Het grondwater is brak op ongeveer 4 meter diepte en het slootwater is brak. Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van het zoete water in de kreekruigen. Voorbeeld: kreekrugbassin bij Kapelle (zie rechter foto). In de kreekrug is een afgraving voor zandwinning. Daar ligt nu een grote plas van ongeveer 7 meter diep. De zoetwaterbel onder de plas gaat tot 40 meter diep. Vanuit de plas kan ongeveer 40 hectare worden beregend om nachtvorstschade te voorkomen. Het water dat uit de plas wordt onttrokken wordt aangevuld uit de zoetwaterleiding.

Naast de landbouwleiding naar Zuid-Beveland, beheert het waterbedrijf Evides een uitgebreid netwerk van ledigingen in de zuidwestelijke delta ten behoeve van de drinkwater- en industriewater distributie. Onderstaande kaartjes geven dit netwerk weer. We hebben nog een aanvullend gesprek met Evides en Dow gepland.



Uitdagingen op Zuid-Beveland m.b.t. zoet water:

- Er kunnen geen nieuwe aansluitingen meer aangevraagd worden bij Evides.
- Er is geen leveringsplicht door Evides. De druk kan soms wegvallen, zodat er geen water meer is, met name een probleem bij de ondernemers aan het einde van de leiding. Soms al wel m³'s afgenomen en hiervoor betaald, op een cruciaal moment geen water meer betekent alsnog geen optimale oogst.
- Watergebruik uit de leiding is vaak op piekmomenten, iedereen wil het gebruiken, wat zorgt voor het wegvallen van de druk benedenstrooms.
- Effluent van de RWZI Willem Annapolder wordt nu soms door boeren en fruitteelers net na de zuivering uit de sloot gepompt en met tankwagens naar de percelen gebracht. Dit water voldoet niet aan de eisen voor irrigatiewater, wordt wel vaak gebruikt in noodgevallen.
- Uienteelt in het gebied staat voor de vraag of het zo nog verder kan. Grote uienverwerkingsbedrijven zitten wel in het gebied. Die zullen ook vertrekken als de uien minder worden.

Er zijn ook wat uitdagingen specifiek voor de fruitteeltsector. Fruitteeltsector is aan het veranderen. Er is meer concurrentie vanuit andere gebieden. Fruittelers in sommige andere gebieden in Nederland kunnen direct water uit de sloot halen op het moment dat het nodig is. In droge zomers hebben ze dus een voorsprong -> hoge prijzen en goede oogst, terwijl in Zeeland de oogst dan achterblijft door droogte. Er komen ook nieuwe rassen. Voorbeeld: concept ras Sprank in samenwerking met Vogelaar (een grote afnemer/sorteerbedrijf in Zeeland) en Albert Heijn. Er komen hogere eisen, dus zijn meer investeringen nodig, dat betekent ook meer risico.

Er is niet 1 oplossing. De aanpak zou moeten bestaan uit een combinatie van oplossingen en ideeën voor Zuid-Beveland:

- Breder uitrollen van de Freshmaker proef in Ovezande (geforceerd zout grondwater vervangen door zoet water). Vanuit regionaal perspectief is het interessant op te schalen tot gebiedsfreshmakers. Rinus is hier niet zo enthousiast over.
- Kreekrug infiltratie: zoetwaterinfiltratie op geringe diepte onder het maaiveld door een peilgestuurd ondiep infiltratiesysteem.
- Meer bassins aanleggen per ondernemer dat kan worden gevuld met water uit de sloot, water uit de diepdrain en aangevuld worden met water uit de landbouwwaterleiding. Rinus denkt aan een bassin van 7.000 m³. Er zijn ook mogelijkheden voor een extra bassin naast de opslaglocatie van Evides bij Kapelle.
- Meer sturen met water in het oppervlaktewater, scheiden van zoete en zoute sloten. Niet direct afvoeren van neerslag, maar goed verspreiden als het nodig is.
- Pompstations om druk van de landbouwwaterleiding hoog te houden.

- Aanleggen van tussenbassins die gebruikt kunnen worden op piekmomenten, zodat niet alles op de landbouwwaterleiding aan komt.
- Waterberging in natuurgebieden, bijvoorbeeld de grote kreken van de Zwaakse Weel kunnen gebruikt worden als opslag.
- Effluent hergebruiken van de RWZI Willem Annapolder. Effluent gaat nu meteen de dijk over naar de Westerschelde. Wel met een investering in aanvullende zuivering (helofytenfilter of vierde trap zuivering). Water wat goed gezuiverd is kan opgeslagen worden in een groot bassin. Hiervoor zou een perceel gebruikt kunnen worden dat niet meer geschikt is voor akkerbouw (bijvoorbeeld door verzilting). Van daaruit kan het water via de sloten / tankwagens verspreid worden door het gebied.
- Ook bovenstrooms (van de landbouwwaterleiding) zou er gekeken kunnen worden naar andere oplossingen zoals het afkoppelen van gebruikers, zodat er meer water overblijft voor benedenstrooms.

Er is geen subsidie beschikbaar voor het aanleggen van een bassin. Een kleine tegemoetkoming zou al voldoende zijn. Bassin kan ook in voordeel zijn van collega-ondernemers omdat er meer druk op de landbouwwaterleiding overblijft. Graag zouden we in het gebied sneller naar uitvoering willen. Wat houdt de uitbreiding van de landbouwwaterleiding precies in? Een haalbaarheidsstudie zou gedaan kunnen worden naar het uitbreiden van deze leiding. Nodig: toegepaste regeling voor innovatief / klimaat robuust agrarisch waterbeheer, om de transitie die nodig is aan te jagen.



Figuur G.5 Druppelirrigatie bij jonge fruitbomen

Wat de slangen betreft, gaan we er steeds meer naar toe om ze op te hangen, de reden is, chemische onkruidbestrijding wordt steeds moeilijker, als ze op de grond liggen kun je bijna nooit mechanisch iets doen (machine) want dan verbrijzel je de slangen. Een ander punt is als je de bomen een keer wil aanaarden komen de slangen onder de grond te liggen.

Gesprek Evides – Landbouwwaterleiding

Waar: Online via Teams

Wanneer: 11 februari 2021

Aanwezig:

- Ron Biemans, accountmanager Evides Industriewater
- Steven Visser, projectleider Masterplan Zoetwater voor Zeeland

- Hannelore Lukasse, ondersteuning project Masterplan Zoetwater voor Zeeland
-

De landbouwwaterleiding levert ruw Biesbosch water, dus geen drinkwater. Waterleiding takt af van de grote waterleidingen die vanuit de Biesbosch naar het zuiden lopen (t.b.v. industrie Terneuzen, deels naar BASF Antwerpen en drinkwaterproductielocatie Braakman voor Zeeuws-Vlaanderen). Evides wint grondwater vanuit de Brabantse Wal en zuivert dit in drie productielocaties aldaar. Daarnaast koopt Evides drinkwater – uit grondwater – in van Brabant Water t.b.v. de drinkwatervoorziening van Noord- en Zuid-Beveland en Walcheren, inclusief de industrie op Walcheren (havengebied Vlissingen). Overigens wordt de industrie waar mogelijk beleverd door industriewater (productielocatie de Wranghe), gezuiverd Biesboschwater.

Evides industriewater investeert vanuit een commercieel belang (meer dan Evides drinkwater, dat toch wordt gezien als een maatschappelijke verantwoordelijkheid). Businesscases dienen een positieve waarde te hebben. De opbrengsten van de landbouwwaterleiding zijn 100% variabel, de kosten grotendeels vast

In verhouding zijn de kosten voor beheer en onderhoud om het water naar Zeeland te transporteren duurder door de lange afstanden en niet optimaal gebruik van de landbouwwaterleiding (80% weinig gebruik / 20% intensief gebruik). Maandenlang wordt er nauwelijks gebruik van gemaakt (omdat water niet nodig is op die momenten), bij droge periode is er een piekwatervraagbehoefte en is er niet genoeg voor iedereen en is de druk op de leiding laag voor de gebruikers benedenstrooms.

Mogelijke oplossingen hiervoor zijn:

- Het gebruik van de landbouwwaterleiding verder optimaliseren, zodat er een constant debiet kan worden geleverd, wat ook nog eens kan tegen een aantrekkelijkere prijs. Dit zou kunnen worden gerealiseerd door meer buffercapaciteit langs de leiding aan te leggen, dus lokale opslag. ‘
- Grootschaligere buffering zou helpen om de piekmomenten van gebruik van de waterleiding te verminderen.
- Wanneer grotere bergingen beschikbaar zijn zouden we weer kunnen gaan denken aan eventuele uitbreiding van het systeem en het leveringsgebied.

Gesprek zeekraalteler/akkerbouwer in Wolphaartsdijk

Waar: Te gast op het bedrijf van Hubrecht Janse in Wolphaartsdijk

Wanneer: 24 maart 2021

Aanwezig:

- Hubrecht Janse, zeekraalteler en akkerbouwer in Wolphaartsdijk, voorzitter ZLTO-afdeling Goes
 - Steven Visser, projectleider ‘Masterplan Zoetwater voor Zeeland’
 - Hannelore Lukasse, stagiaire HZ ‘Masterplan Zoetwater voor Zeeland’
-

We zijn te gast geweest op de boerderij van Hubrecht Janse in Wolphaartsdijk (de Heerlijkheid van Wolphaartsdijk). Het bedrijf ligt buiten de oude zeedijk (tot voorkort nog primaire waterkering genoemd). Een groot deel van het land ligt op de oude schorren en de ondergrond is dus zout. De bodem bestaat vooral uit klei. Er is geen zoet water beschikbaar. Voor de meeste gewassen is de zoetwaterlaag boven in de bodem voldoende. Een eind verder liggen oude kreekruggen met zoetwaterbellen. Hij is niet bekend met de mogelijke proef in de buurt van Wolphaartsdijk.

Hubrecht heeft een bedrijf met zijn broer. Ze telen voornamelijk traditionele akkerbouwgewassen zoals suikerbieten, aardappels, suikermais en wintertarwe. Deze gewassen groeien prima in een zoute omgeving. 1 hectare wordt gebruikt voor de teelt van zeekraal. Dat doet hij al enkele jaren. Zeekraal heeft (zoals veel zilte teelten) zoet water nodig om te ontkiemen. In de winter is het water in de sloot brak, dit gebruikt hij om een bassin te vullen. Dit water kan gebruikt worden voor beregening om zeekraal te laten ontkiemen.

Zeekraal wordt geleverd aan supermarkten, gebruikt voor directe verkoop in hun eigen winkel en voor zeekraalzaad. Het is nog een nichemarkt, maar dat zal veranderen als het ook gebruikt wordt voor meer massale toepassing (eiwittransitie, vezelrijke zoutvervanger).

Al een aantal jaren werken ze niet-kerend (niet-kerende grondbewerking), dat betekent dat er niet geploegd wordt. Groenbemesters worden gezaaid in de winter en voordat het nieuwe gewas erin komt, vermalen en vermengd met de bovenste laag grond. Dit zorgt voor een verhoogd gehalte bodemorganische stof zodat het zoet water in de bovenste laag van de bodem en de bouwvoor beter vastgehouden wordt.

Uitdagingen:

- Zoet water op het juiste moment vooral voor de zilte teelten (voor het ontkiemen in voorjaar);
- Toenemende droge perioden in voorjaar met droge oostenwind en een hoge verdamping zorgt vooral voor problemen. Door hitte droogt de bodem snel uit in april/mei, waardoor pas gezaaide gewassen niet ontkiemen. Op dit moment is zoet water nodig.

RWS Zee en Delta – Volkerak Zoommeer

Tijdens de 3^e bijeenkomst van de stuurgroep op 16 december 2020 gaf RWS een heldere presentatie over de complexiteit van het operationeel waterbeheer van het Volkerak-Zoommeer en de eerste resultaten van de praktijkproef droogte. Het zoet en op peil houden van het meer vraagt maatwerk en landelijke afstemming.

Eerste resultaten van de praktijkproef droogte VZM: bij sluiten van de Volkerak inlaatsluizen duurt het 6-7 dagen totdat het minimumpeil van NAP -10 cm wordt bereikt na het opzetten van het peil tot NAP +15 cm. Doordat hierbij nog wel wordt doorgespoeld via de Bathse Spuisluis blijft het zoutgehalte binnen de norm. Wanneer niet meer wordt doorgespoeld duurt het ca. 23 dagen voordat 450 mg Cl/l wordt gemeten in het Bathse Spuikanaal bij de onderste sensor. Bij de bovenste sensor (die maatgevend is voor de norm in het Waterakkoord) wordt deze concentratie niet overschreden. Bij het hervatten van het doorspoelen loopt de zoutconcentratie eerst op door menging en het wegspoelen van extra zout vanuit de diepe put bij de Krammersluizen; waarschijnlijk zullen de zoutgehaltes beter beheersbaar worden na voltooiing van innovatief zoet-zout scheidingssysteem bij de Krammersluizen (IZZS) (na 2024).

Door de afsluiting in 1987 van het Volkerak-Zoommeer van de zoute getijdewateren is het mogelijk geworden om zoet rivierwater aan te voeren door het meer t.b.v. de omliggende gebieden. Wel blijven met name de diepe delen van dit voormalige getijdewater het hele jaar door gevuld met zout water. Dit vraagt een beheerinspanning van RWS: operationeel (gemiddeld jaarrond doorspoeldebiet met 40 m³/s), maar ook wat betreft het beheer en onderhoud van de kunstwerken (spuisluizen en scheepvaartsluizen). Na realisatie van het Innovatieve Zoet-/Zout Scheidingssysteem in de Krammersluizen, waarbij zoet water wordt geloosd op de Oosterschelde, is de hoeveelheid zoetwater die via de Krammersluizen op de Oosterschelde mag worden geloosd gemaximeerd tot 20 m³/s i.v.m. het mosselgroei seizoen. Op dit moment wordt nog een doorspoelregiem gehanteerd via enkel de Bathse Spuisluis in de Westerschelde, waarbij in de wintermaanden niet wordt gespoeld en

op 1 februari gestart wordt met het spoelen om een gunstige uitgangssituatie t.b.v. de landbouw zoetwatervoorziening per 15 maart te realiseren.

Vraag: is het vergroten van de externe aanvoer naar S-D mogelijk vanuit VZM?

Antwoord: ja is mogelijk, maar of het een duurzame keuze is, is de vraag. Dan beter kijken naar aanvoer vanuit echt zoete gebieden (zoals beheergebied Waterschap Hollandse Delta –Haringvliet- of Brabantse Delta –Hollands Diep via Roode Vaart-). Rijkswaterstaat heeft als waterbeheerder de wettelijke plicht om de waterkwaliteit te verbeteren (KRW-normering) en waterkwaliteit kan op gespannen voet staan met de functie zoetwatervoorziening.

Vraag: kunnen de zoutputten bij de Krammersluizen worden opgevuld?

Antwoord: is een optie, maar of dit haalbaar is? Vraagt om een enorme hoeveelheid sediment en zou enkel aan te raden zijn als het onderdeel is van een plan dat het natuurlijk evenwicht en de ecologie van het nieuwe zoetwatersysteem versterkt. Anders is de kans groot dat de waterkwaliteit er niet op vooruit gaat.

Vraag: kan er (proefsgewijs) gestuurd worden op lagere chloridegehalten in het VZM?

Antwoord: is zeker bespreekbaar met RWS om een soort 'zoetspoelproef' te formuleren om te bekijken hoe dat het beste zou kunnen. Met name een lager Cl-gehalte dan de afgesproken 450 mg/l aan het begin van het groeiseizoen (april-mei) zou zeer welkom zijn. RWS kan zich niet binden aan lagere zoutgehalten met een waterakkoord, omdat niet zeker is wat het effect is van een ander doorspoelregiem onder verschillende omstandigheden. Maar het operationeel streven, vanuit het huidige waterbeheer, naar lagere zoutgehalten binnen de afgesproken kaders is bespreekbaar, helemaal als die gepaard gaat met een gezamenlijke aanpak voor het verbeteren van de waterkwaliteit in het meer (ook andere parameters zoals nutriëntenconcentraties en stratificatie, die zorgen voor blauwalgenoverlast).

Een dergelijke proef zou overigens het meest zinvol zijn na realisatie van het Innovatieve Zoet-Zoutscheidingssysteem in de Krammersluizen, omdat dan meteen kan worden geëxperimenteerd met het nieuwe spuumiddel naar de Oosterschelde.

Gesprek Gasunie

Op aanwijzing van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat moeten een aantal grootverbruikers van Groningengas overschakelen op een alternatieve energiebron. Een van die partijen is Zeeland refinery in Vlissingen. Gasunie bereid zich erop voor dat het bedrijf wil overstappen van Groningengas op hoogcalorisch gas. Wanneer dit het geval is, zal een nieuwe leiding nodig zijn van de Brabantse Wal (Leidingenstraat Rotterdam-Antwerpen) naar het havengebied Vlissingen.

Op dit moment staat het project on-hold en wacht Gasunie op de beslissing welk alternatief er gekozen gaat worden. Gasunie staat ervoor open te spreken over het koppelen van het werk aan de gasleiding en de landbouwleiding.

H. Kansrijke oplossingen Zuid-Beveland

Vergroten bergingscapaciteit in het gebied (o.a. aanleg bassins en berging in oppervlaktewater)	Initiatief	ZLTO / NFO	Meer bassins aanleggen per ondernemer dat kan worden gevuld met water uit de sloot, water uit de diepdrain en aangevuld worden met water uit de landbouwwaterleiding. Er zijn ook kansen / mogelijkheden voor een extra bassin naast de opslaglocatie van Evides bij Kapelle. Waterberging in natuurgebieden, bijvoorbeeld de grote kreken van de Zwaakse Weel kunnen gebruikt worden als opslag.
Capaciteit landbouwwaterleiding optimaliseren	Initiatief	ZLTO / NFO	Afkoppelen gebruikers bovenstrooms zodat er meer druk overblijft benedenstrooms; pompstations om druk van de landbouwwaterleiding hoog te houden; aanleggen van tussenbassins die gebruikt kunnen worden op piekmomenten, zodat niet alles op de landbouwwaterleiding aan komt. Meekoppelen met initiatief van Dow Terneuzen om in 2025 onafhankelijk te zijn van water uit de Biesbosch (4 Mm ³ /jr. capaciteit op de Evides pijpleiding komt daarmee vrij).
Meekoppelkans met eventuele aanleg nieuwe gasleiding	Initiatief	GasUnie / ZLTO	GasUnie besluit binnenkort of ze een nieuwe leiding willen gaan aanleggen van de Brabantse Wal (leidingenstraat Rotterdam-Antwerpen) naar havengebied Vlissingen (Zeeland Refinery). Deze klant gaat over van gas uit Groningen naar hoogcalorisch gas. Hiervoor moet een extra leiding komen (de oude G-gas leiding blijft in gebruik voor alle andere gebruikers).
Hergebruik effluent RWZI Willem Annapolder	Initiatief	ZLTO / NFO	Effluent hergebruiken van de RWZI Willem Annapolder. Effluent gaat nu meteen de dijk over naar de Westerschelde. Wel met een investering in aanvullende zuivering (helofytenfilter of vierde trap zuivering). Water wat goed gezuiverd is kan opgeslagen worden in een groot bassin. Hiervoor zou een perceel gebruikt kunnen worden dat niet meer geschikt is voor akkerbouw (bijvoorbeeld door verzilting). Van daaruit kan het water via de sloten / tankwagens verspreid worden door het gebied.

Bodemmaatregelen	Initiatief	LNV i.s.m. ZLTO	Verbeteren van waterdoorlaatbaarheid en het water vasthoudend vermogen in de bodem en onder het maaiveld, Bijvoorbeeld door het verhogen van het organische stofgehalte, door middel van het toepassen van groenbemesters en niet kerende grondbewerking. Benodigde partners: LNV, provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, ZLTO, ZAJK, Delphy, proefboerderij Rusthoeve, CZAV, Van Iperen, ...
Opvangen van zoetwater van verhard oppervlak (bedrijfsdaken of daken van woningen) voor opslag en hergebruik	Initiatief	ZLTO	Hier zijn lokaal in Zeeland voorbeelden van, o.a. in Zeeuws-Vlaanderen.
Omzetten van zoutwater naar zoetwater met behulp van ontziltingsinstallaties	Initiatief	ZLTO	Onderzoek naar haalbaarheid en mogelijkheden ontziltingsinstallaties en de toepassing van ontzilt water in de agrarische sector.
Verminderen van het watergebruik door middel van waterbesparende technieken, teelten en teelttechnieken.	Initiatief	ZLTO	Kennisoverdracht over waterbesparende technieken (o.a. druppelirrigatie), waterbesparende technieken in de fruitteelt en gebruik van vochtsensoren. Proeven met en kennisoverdracht over nieuwe teelten die beter tegen droogte kunnen of beter bestand zijn tegen zout water. Partners: ZLTO, ZAJK, Delphy, proefboerderij Rusthoeve, Meeuwse, acaciawater, Deltares, WUR, HZ.
Voorlichtingscampagne robuuste zoetwatervoorziening Zeeland	Initiatief	ZLTO	Bewustwordingscampagne over duurzaam (waterbesparend) watergebruik in de sector + goed omgaan met beschikbare waterbellen. Partners: Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, gemeenten, ZAJK, ZLTO.
Input enquête ZLTO - Oost Zuid-Beveland	Initiatief	ZLTO	1. Geen zout water door een zoet gebied afvoeren. Water uit Schore via Kattendijke de Oosterschelde in pompen. Op dit moment stroomt er brak water door het gebied Kapelle en Wemeldinge, wat de sloten deels zout maakt. In het gebied tussen Kapelle en Wemeldinge (kreekrug) kan zoet water gebufferd worden, als zoet en zout gescheiden kan worden

			2. Slimmer met peilbesluiten omgaan is ook wenselijk. Een hoger peil zodat regenwater niet direct afgevoerd wordt, maar de tijd krijgt om te infiltreren.
Input enquête ZLTO - Goes	Initiatief	ZLTO	1. Verder gaan met Freshmaker in samenwerking met Waterschap Scheldestromen en Proeftuin Zoet Water. 2. Interesse in ontziltingsinstallatie, onderzoek loopt door een bedrijf in Scheveningen
Input enquête ZLTO - Borsele	Initiatief	ZLTO	1. Drainagewater bij de Calandweg stroomt Veerse meer in. Dit kan langer vastgehouden worden met stuwen. 2. Natuurmonumenten ziet mogelijkheid om het peil van Zwaakse Weel 1 meter op te zetten. Onderzoek naar haalbaarheid is nodig. 3. Kerncentrale heeft diepe waterboringen (60 m). Dit kan gebruikt worden in noodsituaties voor koeling. Systeem wordt regelmatig getest en zoet water wordt geloosd in de Westerschelde. Water kan gebruikt worden door ondernemers in het gebied. 4. (gezuiverd) industriewater kan worden geloosd in Paardegatse watergang zodat deze zoeter wordt. 5. Aanpassen van peilbesluiten om zoet regenwater langer vast te houden in de bodem.

I. Duurzaam waterbeheer in internationaal perspectief

Benjamin Franklin: 'Let us not wait until the well is dry to understand the worth of water.'

Welke lessen kunnen we leren van oplossingen die elders in de wereld toegepast worden?

Volgens een nieuw rapport van de Food en Agriculture Organization (FAO) hebben naar schatting ruim 3 miljard mensen in landbouwgebieden wereldwijd te maken met watertekorten en waterschaarste. Van deze 3 miljard mensen hebben 1,2 miljard mensen – ongeveer een zesde van de wereldpopulatie – te maken met zeer extreme watertekorten. Het overgrote deel van deze mensen woont in Zuid-Azië, waar, in landen zoals Pakistan en Sri Lanka, ongeveer 80 procent van de populatie in getroffen landbouwgebieden woont. Verder zijn beschikbare zoetwater voorraden per persoon in de afgelopen 20 jaar met 20 procent afgenomen. Dit benadrukt het belang van het meer produceren met minder, zeker in de agrarische sector, de grootste water gebruiker wereldwijd (FAO, 2020).

Waterschaarste refereert naar de negatieve balans tussen waterbeschikbaarheid en de vraag naar zoet water – er is dan meer vraag dan aanbod. Waterschaarste wordt veroorzaakt door een complex aan fluctuerende menselijke en fysische factoren: de groeiende wereldbevolking, verbeterde levensstandaarden, toenemende irrigatie van landbouwgronden en veranderende consumptiepatronen zorgen voor een stijgende vraag naar zoet water. Toenemende kans op droogte, ontbossing, waterverspilling en watervervuiling zorgen aan de andere kant voor een dalende beschikbaarheid van water (Hoekstra & Mekonnen, 2016). Volgens Gosling & Arnell (2016) zullen er naar schatting in 2050 3,9 miljard mensen in landbouwgebieden met grote waterschaarste leven.

Ook in Europa, waar 40 procent van de grond gebruikt wordt voor agrarische doeleinden zal de economische waarde veranderen dankzij een aaneenschakeling van effecten van klimaatverandering. Veranderingen in temperatuur en neerslag, alsook het vaker voorkomen van klimaatextremen zorgen al voor veranderingen in gewasopbrengst. De impact van klimaatverandering op de Europese landbouwsector kan naar schatting zorgen voor verlies tot 16 procent aan landbouwinkomsten in 2050. Het verlies aan inkomsten kan regionaal sterk verschillen, afhankelijk van klimatologische- en sociaaleconomische ontwikkelingen. Ondanks langere groeiseizoenen en geschiktere gewasomstandigheden in het noorden van Europa, zullen naar verwachting de negatieve effecten harder toenemen. De landbouw is goed voor 70 procent van het watergebruik wereldwijd, in Europa is dat 59 procent van het totale watergebruik. Regionaal zijn er grote verschillen, waar irrigatie in Zuid-Europa tijdens het groeiseizoen oploopt tot 80 procent van het totale watergebruik in de regio. Ondanks dat 7-8 procent van het totale agrarische land in Europa geïrrigeerd is – oplopend tot 15 % in Zuid-Europa, is de sector een van de grootste watergebruikers (FAO, 2020 & EEA, 2019).

De agrarische sector staat centraal in de uitdaging van waterschaarste wereldwijd, niet alleen vanwege de grote impact van watertekort op de sector, maar ook omdat het meeste water wereldwijd door landbouw gebruikt wordt. Dit betekent dat het watergebruik van de agrarische sector cruciaal is voor een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid voor andere gebruikers en water gerelateerde ecosystemen. Bovendien is er wereldwijd een transitie naar gezonde diëten, die vaak samengaan met kapitaalintensieve gewassen die veel water vragen. Om zeker te zijn van een gezonde voedselvoorziening duurzaam watergebruik centraal staan (FAO, 2020)

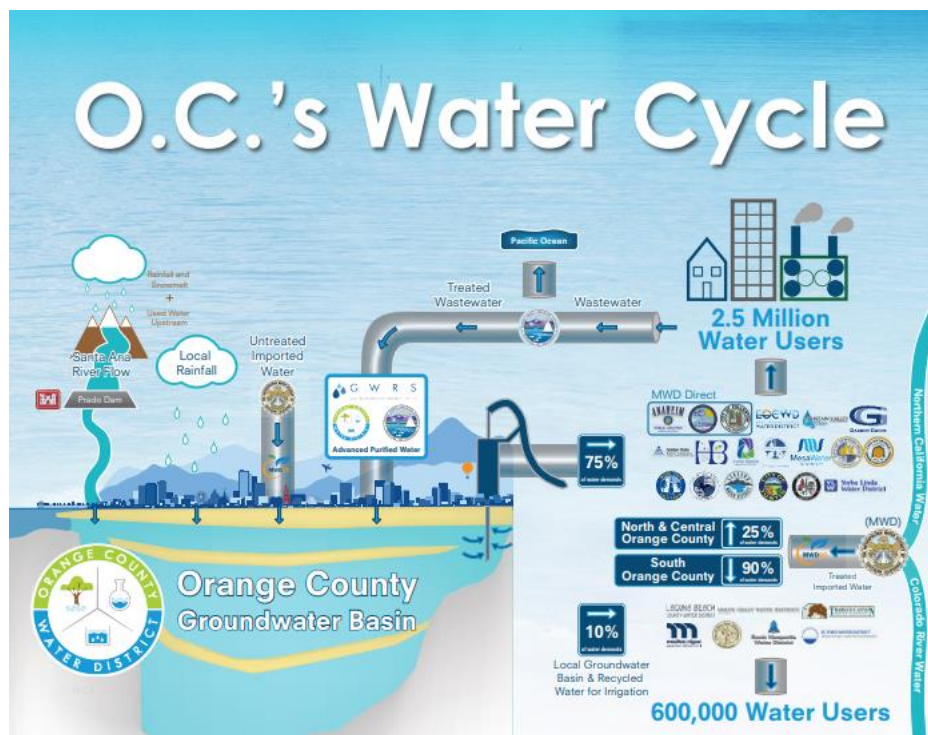
Verzilting van landbouwgrond is een van de grote bedreigingen voor de agrarische sector wereldwijd. Grofweg 20% van alle geïrrigeerde landbouwgrond kampt met verzilting. Samen met verzilting leiden lange periodes van droogte, die vaker voorkomen door klimaatverandering, voor veel agrarische ondernemers tot teruglopende oogsten en inkomensverlies. Economische schade in termen van teruglopende oogsten door verzilting wordt geschat op 27,3 miljard dollar per jaar. De

meeste agrarische ondernemers wereldwijd zijn niet bekend met zilte landbouw. De algemene overtuiging onder landbouwers is dat zilte grond niet geschikt is voor landbouw. Als gevolg voelen veel ondernemers zich geforceerd om te vertrekken of te leven met armoede en honger (Saline Agriculture Worldwide, z.d.).

Er is geen 'one-size-fits-all' aanpak voor de uitdaging waterschaarste. Verschillende landen en zelfs regio's binnen landen hebben te maken met andere uitdagingen. In een onderzoek van Wageningen University (Duku et al., 2020) worden al verschillende duurzame oplossingsrichtingen genoemd:

- Het hergebruiken van afvalwater en het gebruik van nutriënten uit het afvalwater voor gewasproductie, dit helpt ook voorkomen dat nutriënten in de zee of rivier geloosd worden.
- Ontzilting van oppervlaktewater of zeewater.
- Het bergen van regenwater in de bodem.
- Overgaan op teelt van zouttolerante gewassen

Het Orange County Water District in Californië is verantwoordelijk voor de zoetwatervoorziening van ruim 3 miljoen mensen. Het afvalwater van 2,5 miljoen mensen wordt gezuiverd in het Orange County Sanitation District. Een deel van dit gezuiverde water wordt afgevoerd naar de Pacifische Oceaan en een ander deel – ongeveer 492.000 m³ – gaat naar het Ground Water Replenishment System, waar het gezuiverd wordt tot drinkwater en teruggepompt in het Orange County Groundwater Basin, een ondergrondse waterberging met een capaciteit van ongeveer 616,7 miljoen m³. Dankzij deze manier van waterbeheer krijgt 75 procent – 1.9 miljoen – van de inwoners van noord en centraal Orange County water zonder dat de capaciteit van het ondergrondse reservoir aangetast wordt. De overige 25 procent water wordt geleverd door andere waterbedrijven. Het gezuiverde water wordt ook gebruikt om zoetwaterbellen langs de kust aan te vullen en zo zoute kwel tegen te houden.



Figuur I.1 Orange County Water District – Water cyclus

Naast het hergebruiken van afvalwater om ofwel direct te gebruiken als drinkwater of het op te slaan in de bodem is ook het ontzilten van zeewater een nieuwe techniek die vooral veel in het Midden-Oosten verder ontwikkeld is.

In 2008 was er een langdurig droge periode in Israël, waar ook Israëls grootste bron van zoet water, het meer van Galilea, daalde tot een bijna onomkeerbaar punt. Het gebruik van water werd gelimiteerd en veel Israëlische landbouwers verloren dat jaar hun gewassen. Ook in buurland Syrië was er sprake van een grote droogte en de grondwaterstand steeds verder daalde. De Syrische landbouwers boorden diepe waterputten om toch zoet grondwater te verkrijgen. Uiteindelijk droogden deze waterputten op en het Syrische akkerland degradeerde tot droge woestijngrond. Als gevolg trokken meer dan een miljoen boeren richting grotere steden tevergeefs op zoek naar een beter leven.

Israël was in 2007 al begonnen met het installeren van waterbesparende toiletten en douchekoppen in het hele land, dit bleek niet genoeg om aan de 1,9 miljard m³ totale watervraag te voldoen. Als gevolg bleef het waterniveau van het Meer van Galilea dalen. Ontzilten van zeewater bleef nog over als een mogelijke oplossing. Inmiddels kunnen ontziltingsinstallaties in Israël nu samen 600 miljoen kubieke meter water per jaar aanleveren. Het Israëlische bedrijf dat ontziltingsinstallaties in Israël bouwde, voltooide onlangs ook een ontziltingsinstallatie in Zuid-Californië. Kosten voor het ontzilten van zeewater zijn de laatste jaren flink afgenomen. Ontzilten van zeewater kan nu al vanaf 0,5 dollar per m³.

Naast grootschalige oplossingen zijn er grotere inspanningen nodig om toepassing van maatregelen op boerderij-niveau te vergroten. In een rapport van de European Environment Agency worden adaptatie maatregelen op nationaal/regionaal en boerderijniveau verder toegelicht. Aanpassingen op boerderij niveau focussen op technische maatregelen die productiemethoden, boerderij structuren en strategieën veranderen. Deze technische maatregelen zijn gerelateerd aan klimatologische veranderingen zoals toename van klimaatextremen en verandering in temperatuur. Deze aanpassingen moeten ingaan op de specifieke behoeften per boerderij, afhankelijk van locatie, economische situatie, culturele achtergrond en het kennisniveau van de agrarisch ondernemer. Een aantal maatregelen genoemd in het EEA-rapport worden hier verder toegelicht (EEA, 2020):

- Verbetering efficiëntie van irrigatie

Op een boerderij in de regio Alentejo in Portugal wordt onder andere druppelirrigatie gebruikt om irrigatiewater zo efficiënt mogelijk te gebruiken. De regio Alentejo in Portugal is kwetsbaar voor klimaatverandering. Neerslag neemt af en er is een toename van langdurige droge perioden. De volgende maatregelen om water langer vast te houden en het watergebruik te verminderen zijn toegepast op de boerderij van Herdade do Freixo do Meio:

- druppelirrigatie;
- de techniek 'mulching', het bedekken van land met hakselhout wordt toegepast om verdamping te verminderen
- er wordt weinig geploegd om zo bodemerosie tegen te gaan en de waterhoudende capaciteit van de bodem te behouden.
- Er zijn bomen geplant om infiltratie van water in de bodem te verbeteren, de retentiecapaciteit van de bodem te vergroten en bodemerosie tegen te gaan.

- Precisie landbouw

Precisielandbouw maakt gebruik van nieuwe technologieën, zoals drones om bijvoorbeeld pesticiden aan te brengen. Ook het gebruik van minder kunstmest.

- Het gebruik van dekgewassen

Dekgewassen worden voornamelijk verbouwd om de grond te beschermen tegen erosie. Ook helpen de gewassen om de infiltratie en retentie capaciteit van de bodem te vergroten. In het kader van precisie landbouw zijn de dekgewassen ook voordelig omdat er minder kunstmest nodig is.

- Niet of weinig ploegen

Door niet te ploegen blijven er restanten van het vorige gewas, inclusief de wortels, in de grond. Dit beschermt bodem-ecosystemen en bodemstructuren, hierdoor kan de bodem beter water vasthouden. Ook is er minder bodemerosie. Het nieuwe gewas kan dieper wortelen en de biodiversiteit in de bodem wordt verbeterd.

- Toepassing van aangepaste gewassen, zoals droogte-tolerante gewassen

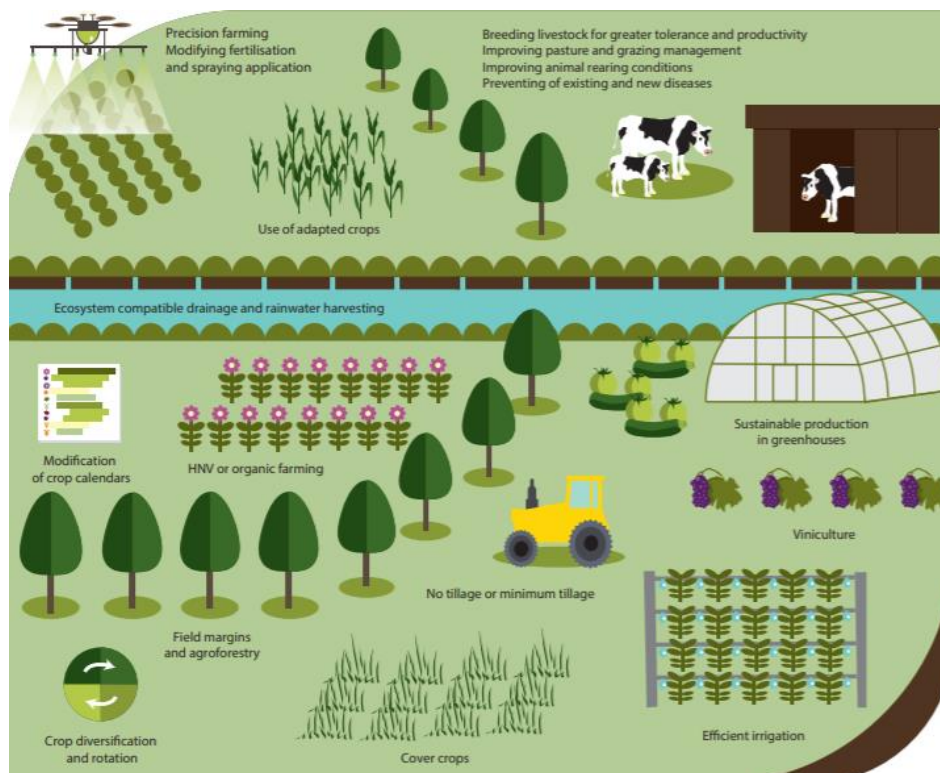
Droogte-tolerante gewassen kunnen helpen om in gebieden met een grote kans op langere droge perioden toch zeker te zijn van een goede oogst. Een studie in Zimbabwe wijst uit dat boeren die droogte-tolerante mais verbouwden 600 kg per hectare meer opbrengst hadden dan andere boeren die dat niet deden. Deze verbeterde soorten mais groeien nu al op 2,5 miljoen hectare.

- Akkerranden

Akkerranden met bomen en bloemen kunnen afstroom van water afremmen en bodemerosie tegengaan. Biodiversiteit kan toenemen en de akkerranden kunnen dienen als biologische ongedierte- en ziektebestrijding.

- Bufferen van neerslag

Naast ontziltling en hergebruik van afvalwater kan er in landelijke gebieden met veel kleine agrarische ondernemers veel winst gemaakt worden op het bufferen van regenwater dat vaak in een korte periode valt. Ongeveer 80 procent landbouwgrond wereldwijd is afhankelijk van regenwater. 11 procent daarvan (128 miljoen hectare) kan met het bufferen van regenwater en toepassing daarvan voor irrigatie de productie laten toenemen met wel 40 procent (FAO, 2020).



Figuur 1.2 Adaptatie maatregelen op boerderij niveau (EEA, 2019).

Om concrete acties in gang te zetten in de agrarische sector is het programma 'KLAR' in Oostenrijk gelanceerd. Als onderdeel van de pilot om bewustzijn van klimaatverandering binnen de agrarische sector, maar ook daarbuiten, te vergroten zijn de volgende maatregelen in de Pulkautal regio geïmplementeerd (EEA, 2019):

- Er worden rondleidingen door wijngaarden gegeven om informatie te geven over het effect van klimaatverandering op de productie van wijn
- Agrarische ondernemers worden getraind. Tijdens deze trainingen wordt gefocust op het toepassen van adaptatiemaatregelen op boerderij-niveau, gericht op bodembescherming, juiste toepassing van irrigatie en ontwikkeling van nieuwe oplossingen om klimaat gerelateerde uitdagingen aan te gaan.
- Water retentie mogelijkheden worden ook getoond in de wijngaard.
- Er worden ook informatie dagen voor kinderen georganiseerd.

In sommige gebieden is verzilting al verder doorgedrongen en worden zouttolerante gewassen ingezet. Teelt van nieuwe zilte gewassen begint als niche-teelt, die is kleinschalig en geschikt voor een regionale markt. Recente onderzoeken wijzen uit dat er bij aardappels, wortels en suikerbieten veel ruimere marges in zouttolerantie zijn dan tot voor kort werd genomen. Naar schatting is er wereldwijd 1,5 miljard hectare verzilte grond. In het kader van voedselproductie biedt zilte teelt kansen voor de wereldmarkt. Hier liggen exportkansen voor pootgoed, zaden, teeltkennis en watermanagement. Zilte landbouw maakt mogelijk om:

- Jaarrond gewassen te verbouwen, in droog en nat seizoen.
- Brak- of zelfs zeewater te gebruiken voor irrigatie
- Productie en inkomen te verhogen na confrontatie met afnemende oogsten door verzilting

In Kenia is een plan opgesteld om gebruik te gaan maken van zilte teelttechnieken, ook in gebieden die voorheen niet geschikt waren voor landbouw. Voor de middellange termijn wordt daar gewerkt aan een waterbuffer, zoals ondergrondse wateropslag. Met moderne teeltkennis en agroforestry worden gewassen gecombineerd met bomen. De verschillende partijen betrokken bij het plan worden geholpen door een Keniaanse gewasadviseur die de boeren helpt tijdens de overgangsfases met advies en training. Twee vrijwillige boeren in Kenia die veel last hadden van zilt water en een zilte bodem hebben werden 3 wortel variëteiten gezaaid – één lokale wortel variëteit en twee zouttolerante wortel variëteiten. Het gebruik van irrigatiewater werd met 20 tot 40 procent verminderd en de opbrengst van de wortelen verdubbelde.

Naast efficiënter watergebruik en de toepassing van zouttolerante gewassen worden ook bomen geplant. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat agroforestry systemen effectiever gebruik maken van zonlicht, water en voedingsstoffen en ook minder last hebben van ziekten en plagen. Naast voedsel kan hier ook hout geproduceerd worden (Salt Farm Texel, 2020). Ook in Zuid-Amerika, Afrika, Azië en Zuid-Europa is het normaal om rijen bomen tussen landbouwgewassen te planen. Bomen gaan erosie en verdroging tegen en vergroten ook de biodiversiteit.



Figuur 1.3 Agroforestry: Mais en bomen gecombineerd (Kumar et al., 2019)

Bangladesh staat bekend als een van de meest kwetsbare landen op het gebied van klimaatverandering en verzilting van landbouwgrond. 30 procent van de landbouwgrond bevindt zich hier in kustgebieden. Productie van gewassen loopt steeds verder terug, daarom startte Saline Farming met de bouw van een trainingscentrum voor de ontwikkeling van zilte teelt in Bangladesh. Het centrum wordt gebruikt om gewassen te testen op zouttolerantie en om landbouwtechnieken te ontwikkelen en te tonen. Bij dit project 'Salt Solution' zijn 5.000 boeren direct betrokken en indirect 25.000 kleine boeren. Bij het project wordt samengewerkt met de grootste zaadleverancier in Bangladesh. Saline Farming wil binnen tien jaar op ieder continent één trainingscentrum bouwen, dit om de kennis over zilte landbouw voor iedereen beschikbaar te maken (Nieuwe Oogst, 2019).

Om de voedselvraag van de groeiende wereldbevolking aan te kunnen kan verticale landbouw mogelijkheden bieden. Bij verticale landbouw worden gewassen in meerdere lagen boven elkaar geteeld, bijvoorbeeld in leegstaande kantoorpanden. Op deze manier kan er duurzaam, efficiënt en volledig gecontroleerd geteeld worden. Dat kan betekenen:

- Geen gebruik van pesticiden
- Geen emissie van voedingsstoffen
- 2-4 liter water per kg groente
- 10-20 keer minder landgebruik

Het energieverbruik is nu nog hoog, maar er zijn verschillende onderzoeken gaande om producten te kunnen telen met minder energie dan in een kas. Ook is het bij verticale landbouw mogelijk om het hele jaar door onder gecontroleerde omstandigheden dezelfde hoeveelheid en dezelfde kwaliteit van een bepaald gewas te leveren.



Figuur 1.4 Verticale landbouw installaties (WUR, z.d.)

J. Eindadvies Masterplan Zoetwater voor Zeeland

In dit hoofdstuk zijn de kansrijke oplossingen weergegeven waar de stuurgroep zelf proactief aan moet gaan werken of waar een actieve rol voor de agrarische sector ligt om mee te denken. Deze oplossingen zijn verzameld tijdens de gesprekken die gevoerd zijn in heel Zeeland met agrariërs en andere belanghebbenden. Casestudy Zuid-Beveland werkt het eindadvies voor Zuid-Beveland verder uit.

	Kansrijke oplossingen waar we mee aan de slag willen	Voorstel inzet vanuit Samenwerkingsverband		
		Trekker nieuw project	Trekker lopend project	Extra inzet
1	Programma Innovatieve Watervoorziening in Zeeland	Van Iperen, CZAV, Delphy		
2	Integratie van watersysteem en waterketen rondom Terneuzen en daarbij samen werken met het lopende initiatief 'Robuust Zoetwatersysteem Zeeuws-Vlaanderen'	ZLTO (voorstel inzet Steven)		
3	Regioscan Zoetwatermaatregelen	ZLTO (voorstel inzet Steven)		
4	Proeftuin Zoetwater Zeeland - fase 2 / actieve bijdrage in opzetten van de proeftuin fase 2		Provincie Zeeland	ZLTO (Ko, ondersteuning Steven)
5	Monitoring en modellering zoet-zout overgangen en zoetwater voorraden / strategie slimmer onttrekken / verruiming beleidsregels voor ontrekkingen bij voldoende buffer		Provincie Zeeland	ZLTO (Ko, ondersteuning Steven)
6	Onderzoek naar hergebruik effluent RWZI's (alle RWZI's in Zeeland betrekken)		Waterschap Scheldestromen	ZLTO (Ko)
7	Omzetten van zoutwater naar zoetwater met behulp van (decentrale) ontziltingsinstallaties.		Provincie Zeeland & Living Lab S-D	ZLTO (Ko, ondersteuning Steven)
8	Samenwerken aan zoetwater op Walcheren	Initiatiefgroep Zoetwater Walcheren met ondersteuning van extern		
9	Robuuster regionaal watersysteem op Noord-Beveland.	Gemeente Noord-Beveland met ondersteuning van extern projectleider		
10	Flexibiliteit voor de agrarische ondernemers voor opslag in bassins en lokaal peilopzetten.	ZLTO (Merijn)		
11	Slimmer Regionaal Waterbeheer (SRW) / actualisatie en afronding Planvorming Wateropgave (PWO) waar nodig		Waterschap Scheldestromen	ZLTO (Johan)
12	KLIMAR/GROEIWATER – watervoorziening met nieuw type ondergrondse opslag buiten kreekkruggen		Rusthoeve AIKC, Delphy en Acacia Water	
13	Verbeteren van de zoetwatervoorziening op Tholen en St. Philipsland		ZLTO (gebruikersgroep Tholen)	
14	Versterkte Kennisverspreiding Duurzaam Bodembeheer en Klimaatadaptatie		ZLTO (Johan)	
15	Bewustwording en kennisoverdracht duurzaam zoetwaterbeheer.		ZLTO / NFO (John & Siep)	
16	Zoetspoeloptimalisatieproef VZM	ZLTO (gebruikersgroep Tholen)		
17	Uitbreiding zoetwatervoorziening Reigerbergsche Polder / Reimerswaal & Optimaliseren capaciteit landbouwwaterleiding.	ZLTO / NFO (John, Merijn & Siep)		
18	Onderzoek en aanleg grootschalige berging West Zeeuws-Vlaanderen.	ZLTO WZV met ondersteuning van extern projectleider (voorstel inzet Steven)		
19	Zeeuws Dellaplan Zoet Water (ZDZW) / actieve bijdrage in de lopende onderzoeken en nadere uitwerking in uitvoeringsprogramma		Provincie Zeeland	ZLTO (Ko)
20	Robuuste zoetwatervoorziening voor Schouwen-Duiveland: Broedplaats S-D & Aanvoer S-D		Broedplaats Zoetwater S-D & Provincie Zeeland	ZLTO (Ko)
21	Optimaliseren zoetwateraanvoer vanuit Vlaanderen		Waterschap Scheldestromen	ZLTO (Ko, ondersteuning Steven)