

27 Juni 2019

Zoet water in Zeeland



Leendert Bij nagte
AERES HOGESCHOOL DRONTEN

Zoet water in Zeeland

Scriptie over de beschikbaarheid van zoet water in Zeeland (NL)

In opdracht van het Lectoraat Agrarisch Waterbeheer

Aeres Hogeschool Dronten



Auteur: Leendert Bij nagte, 3022343

Opleiding: Tuin- en Akkerbouw

Afstudeerdocent: Paul Ringelberg

Plaats en datum: Scherpenisse, 27 Juni 2019

Voorwoord

Momenteel zit ik in het vierde jaar van de studie van de opleiding Tuin- en Akkerbouw, aan de Aeres Hogeschool in Dronten. Voor deze studie heb ik de opdracht een afstudeerscriptie te schrijven. Onderwerp van deze scriptie is het probleem rondom zoet water en verzilting in de provincie Zeeland.

Van huis uit ben ik, op Tholen, opgegroeid met het boerenleven. Op het thuisbedrijf worden vroege consumptieaardappelen en bloemzaad voor de vermeerdering geteeld. Door mijn achtergrond is een probleem in de agrarische sector mogelijk een interessant onderwerp voor mijn afstudeerwerkstuk.

Het zoetwaterprobleem speelt al enige tijd op Tholen en is ook in andere delen van Zeeland een probleem. Aangezien er niet veel zoet water in Zeeland is, en er afgelopen jaar duidelijk schade is opgetreden in gewassen, is er behoefte aan een oplossing of alternatief om gewassen te telen. Hoe dit in de toekomst, rekening houdend met klimaatverandering en andere invloeden, opgelost moet worden, is een complex verhaal. Hier wil ik graag meer over te weten komen en leren zodat ik dat later, in mijn beroepsleven, als kennis kan gebruiken en delen.

Deze scriptie wordt geschreven in opdracht van Wolter van der Kooij, lector Agrarisch Waterbeheer aan de Aeres Hogeschool in Dronten. Bij deze wil ik Wolter bedanken voor zijn hulp bij het opstellen van dit onderzoek. Daarnaast wil ik ook Paul Ringelberg bedanken voor het ondersteunend werk bij deze scriptie. Ook bedank ik Vincent Klap, Daan Goense en andere mensen, die van nut zijn geweest bij de realisatie van dit rapport.

Veel leesplezier,

Leendert Bijnagte,

Scherpenisse, Juni 2019

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport. Afbeelding voorblad: Neeltje Jans (Overbeek, 2007). Afbeelding titelpagina: Helikopter met meetapparatuur boven de provincie Zeeland. Meet zoet en zout water in de ondergrond (FRESHM).

Inhoudsopgave

1 Inleiding	1
1.1 Hoofd- en deelvragen	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Leeswijzer	5
2 Aanpak	6
2.1 Hoe is de huidige zoet water toevoer nu geregeld?	6
2.2 Wat zijn komende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden?	6
2.3 Hoe kan de agrarische sector op deze veranderingen inspelen?	6
2.4 Zoekplan literatuur	6
3 Hoe is de huidige zoetwatertoevoer nu geregeld?	8
3.1 Rivieren	8
3.2 Regenwater	9
3.3 Grondwater	10
3.4 Waterschap	12
4 Wat zijn komende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden?	13
4.1 Klimaatverandering	13
4.1.1 Zeespiegelstijging	13
4.1.2 Extremer weer	14
4.1.3 Onregelmatige aanvoer van rivierwater	15
4.2 Beleid	16
4.2.1 Rijk	16
4.2.2 Provincie	17
5 Hoe kan de agrarische sector op deze veranderingen inspelen?	18
5.1 Op regionaal niveau	18
5.1.1 Buffers in de bodem aanleggen	18
5.1.2 Het opvangen en hergebruiken van water	21
5.1.3 Natuurcreatie	22
5.2 Op bedrijfsniveau	22
5.2.1 Minder water gebruiken door middel van druppelirrigatie	22
5.2.2 Omgekeerde osmose toepassen	23
5.2.3 Organische stofgehalte verhogen om meer vocht vast te houden	24
5.2.4 Zilte teelten en zouttolerante rassen	25
5.2.5 Peil gestuurde drainage	26
6 Discussie	27
6.1 Resultaten	27

6.2 Methode.....	28
7 Conclusie en Aanbevelingen.....	29
7.2 Aanbevelingen.....	30
8 Bibliografie.....	31
Bijlagen	37
Bijlage 1 Peilgestuurde klimaat adaptieve drainage	37
Bijlage 2 Gespreksverslag	38
Bijlage 3 Interviewvragen	40

Samenvatting

Door toenemende verzilting komt de teelt van akkerbouwgewassen in gevaar, aangezien gewassen zonder zoet water niet goed groeien. In dit rapport is gekeken naar manieren om, als akkerbouwer, aan zoet water te komen. Ook is uitgezocht op welke manier dit water zo efficiënt mogelijk benut kan worden.

Het onderzoek is opgebouwd uit drie deelvragen die samen een hoofdvraag beantwoorden. De eerste deelvraag handelt over de huidige zoetwatertoevoer in Zeeland. De tweede deelvraag gaat over de toekomstige veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden, en de derde deelvraag beschrijft methoden voor de agrarische sector om op deze veranderingen in te spelen. Om op een antwoord te komen op deze vragen is gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur, vooral afkomstig van de WUR, Alterra en andere betrokken partijen zoals het Waterschap Scheldestromen. Na uitgebreid onderzoek is informatie gevraagd van experts op het gebied van waterbeheer. Op deze manier is een sterk, gefundeerd, overzicht gegeven van methoden om zoet water aan te voeren en om verzilting tegen te gaan.

Het grootste deel van Zeeland heeft regen als grootste zoetwaterbron. Daarnaast zorgen rivieren vanuit Duitsland voor een deel van het zoete water. Onder beheer van het Waterschap wordt het water verdeeld en indien nodig afgevoerd.

Na de droogte van 2018 is voor veel mensen duidelijk dat het klimaat wel degelijk verandert. De temperatuur op aarde stijgt, de ijskappen smelten en de zeespiegel stijgt. Ook komen er vaker weersextremen voor. Deze gevolgen van klimaatveranderingen zijn de oorzaak van een grotere zoutwaterdruk vanuit zee. Dit zorgt ervoor dat landbouwgrond verzilt: de bodem wordt te zout. Zeker in de Nederlandse provincie Zeeland speelt verzilting een grote rol. Dit gebied ligt rondom in de zee, terwijl er niet veel zoet water aangevoerd wordt. Ook het beleid speelt hierin een cruciale rol, het zal in de toekomst blijken hoe de overheid de toevoer van zoet water gaat regelen.

Om zoet water aan te voeren en verzilting tegen te gaan zijn er de volgende, gebied gebonden, oplossingen in het rapport uitgewerkt namelijk, het aanleggen van buffers in de bodem, het opvangen en hergebruiken van water en als alternatief voor verzilte grond: het creëren van natuur. Oplossingen die op bedrijfsniveau kunnen worden toegepast, die in het rapport naar voren komen, zijn druppelirrigatie, omgekeerde osmose, het verhogen van het organische stofgehalte, de teelt van zilte gewassen en het gebruiken van peilgestuurde dra7ingage.

Als verzilting en schaarste van zoet water doorzet is het voor de Zeeuwse akkerbouwers een uitdaging om kwalitatief goede gewassen te blijven telen. Dankzij de toepassing van de beschreven methoden om verzilting tegen te gaan is het, nu en in de toekomst, mogelijk om maximaal te blijven produceren. Zeker als dit in samenwerkingsverband met andere agrariërs of de Provincie gebeurt.

Abstract

Increasing salinization endangers the cultivation of crops, since crops without fresh water do not grow well. This report looks at ways in which farmers can obtain fresh water. It has also been investigated how this water can be used as efficiently as possible.

The study consists of three sub questions that together answer a main question. The first sub question concerns the current freshwater supply in Zeeland. The second sub question deals with the future changes in water management in Zeeland regions, and the third sub question describes methods for the agricultural sector to respond to these changes. In order to answer these questions, scientific literature was used, mainly from the WUR, Alterra and other parties involved, such as Waterschap Scheldestromen. After extensive research, information was requested from experts in water management. In this way, a strong, well-founded overview was provided of methods to supply fresh water and to prevent salinization.

Most of Zeeland has rain as its largest freshwater source. In addition, rivers from Germany provide part of the fresh water. Under the management of the Water Board, the water is distributed and, if necessary, discharged.

After the drought of 2018 it is clear to many people that the climate is indeed changing. The global temperature is rising, the ice caps are melting, and the sea level is rising. Weather extremes are also more common. These consequences of climate change are the cause of increased saltwater pressure from the sea. This causes agricultural land to become saline: the soil becomes too saline. Especially in the Dutch province of Zeeland, salinization plays a major role. This area is surrounded by the sea, while not much fresh water is supplied. Policy will also play a crucial role in this, as it will become clear in the future how the government will regulate the supply of fresh water.

In order to supply fresh water and prevent salinization, the following area-specific solutions have been elaborated in the report, namely the creation of buffers in the soil, the collection and reuse of water and as an alternative to saline soil: the creation of nature. Solutions that can be applied at farm level and that are highlighted in the report include drip irrigation, reverse osmosis, increasing the organic matter content, the cultivation of saline crops and the use of level-controlled drainage.

If salinization and the shortage of fresh water continue, it will be a challenge for Zeeland's arable farmers to continue growing high-quality crops. Thanks to the application of the methods described to prevent salinization, it is possible, now and in the future, to continue to produce as much as possible. Certainly, if this is done in collaboration with other farmers or the Provincial government.

1 Inleiding

Na de droge zomer van 2018 is het voor veel mensen duidelijk geworden dat het klimaat aan het veranderen is. Op 3 januari 2018 moeten alle vijf grote stormvloedkeringen tegelijk dicht vanwege een zware storm (Historiek, 2010). Dit is in Nederland niet vreemd, deze waterkeringen zijn voor zware stormen gemaakt. Wat niet normaal is, is het feit dat in de maanden juni, juli en augustus de temperatuur 60 dagen achtereen hoger was dan 20° Celsius (KNMI, 2018). Het klimaat verandert en dit heeft verschillende gevolgen, die gezamenlijk een bedreiging vormen voor de landbouw in Nederland, maar ook wereldwijd (Klap, Provincie Zeeland). Een groot gevolg van deze klimaatverandering is verzilting, het zout worden van de bodem en (grond)water.

Een veranderend klimaat komt tot uiting in een zeespiegeldaling of -stijging, het smelten of groter worden van ijskappen, maar ook extreem natte of droge weersomstandigheden. Oorzaak van deze klimaatverandering is, volgens 97% van de wetenschappers, de mens (Leiserowitz, 2013). Door meer uitstoot van broeikasgassen, zoals CO², wordt het broeikasgaseffect versterkt, waardoor er meer warmte op aarde vastgehouden wordt. Dit heeft tot gevolg dat de temperatuur op aarde stijgt.

Een hogere temperatuur op aarde heeft zeespiegelstijging als gevolg doordat de ijskappen op de Noord- en Zuidpool eerder en sneller zullen smelten (Fothergill, 2019). Als deze ijsmassa's smelten, zal de zeespiegel enkele meters stijgen. Een nog groter gevolg van de temperatuurstijging is het feit dat het zeewater uitzet, naarmate het water opwarmt (Hier.nu, 2017). Door deze zeespiegelstijging zal de druk, met zout water, vanuit zee toenemen. Hierdoor staat een groot deel van de huidige vruchtbare grond op punt om ongeschikt te worden voor akkerbouw (KNMI, 2015).

Daarbij komt dat door overheidsbesluit sommige zoetwatervoorraden weer in open verbinding met de zee moeten worden gebracht. Dit moet ertoe leiden dat sommige vissoorten weer heen en weer kunnen zwemmen tussen de paaigebieden en de foeragegebieden elders (Haas, 1998). Dit heeft tot gevolg dat zout water verder het achterland in kan dringen (Elschot, Tangelder, IJzerloo, Wal, & Ysebaert, 2016).

Een ander gevolg van klimaatverandering zijn de verschillende weersomstandigheden. De weersextremen gaan verder uit elkaar liggen waardoor er vaker periodes van droogte of van wateroverlast voor zullen komen. Door een hogere temperatuur verdampt meer water, dus ook meer zoet water. Dit water vormt regen, maar vaak valt dit niet op dezelfde plaats als waar het verdampt. Dit heeft tot gevolg dat op plaatsen het zoete water op zal raken, terwijl elders hevige regenval voor overlast kan zorgen (Trends in weersextremen in Nederland, 2018).

Door de verschillende weersomstandigheden zijn er veranderingen in het waterpeil van de Rijn en Maas. Momenteel komt het zoet water vooral, via de grote rivieren, uit Duistland. Deze rivieren worden aangevuld met smeltwater uit de Alpen. Veranderingen ontstaan doordat in de warme winters minder sneeuw valt. Als er minder sneeuw ligt, komt er ook niet veel smeltwater uit de bergen. Zodoende komt er in de zomer minder water, via de grote rivieren, naar Nederland. Volgens Harold van Waveren van Rijkswaterstaat stromen elke seconde, dertig zeecontainers zoet water in zee (Heuvel, 2012). Dit kan jaarlijks veel variëren.

Als gevolg van de klimaatverandering komt ook de zoetwatervoorziening voor Nederlandse akkerbouwers in gevaar. Zeker in gebieden die in de kuststreek liggen, of rond zout binnenwater, speelt dit een rol. Door een stijgende zeespiegel dringt het zeewater, via rivieren en waterlopen, dieper Nederland in. Als dit zoute water in het grondwater terecht komt, wordt zoet water verdrongen. Dat zorgt ervoor dat het grondwater zouter is. Op deze manier treedt verzilting op, waardoor landbouwgrond minder vruchtbaar wordt (Helpdeskwater, sd). Hierbij komt het feit dat bij een hogere temperatuur meer water verdampt. Als dit niet aangevuld wordt met regen of rivierwater, zal er sneller verzilting optreden, omdat het zout niet verdampt en dus achterblijft in de bodem (Boer & Radersma, 2011).

Volgens de Universiteit van de Verenigde Naties kost verzilting elke dag 2000 hectare landbouwgrond. Dit speelt vooral rond het Aralmeer in Centraal-Azië, de Gangesvallei in India, de Indusvallei in Pakistan en de Gele rivier in China (Universiteit van de Verenigde Naties, 2014). Doordat het zoetwaterprobleem ook speelt in Zeeland is in deze scriptie gezocht naar oplossingen voor dit probleem. Het kan zijn dat deze oplossingen ook toepasbaar zijn in andere delen van de wereld, maar dit is per situatie afhankelijk. In deze scriptie zal alleen gekeken worden naar de omstandigheden in Zeeland (NL).

Akkerbouwers kunnen in droge jaren hevige schade ondervinden vanwege het gebrek aan zoet water. Zeker in de provincie Zeeland (NL), waar verzilting een grote rol speelt, is het belangrijk om een oplossing te bedenken tegen de aanstaande zoetwatertekorten. Omdat zoet water een primaire levensbehoefte is, speelt dit vraagstuk niet alleen in de landbouw maar ook bij de overheid, burgers en bij milieuorganisaties. De uitvoering van preventieve en curatieve maatregelen is een taak van het waterschap. Bij een vaker voorkomende droge periode is het ook voor de waterschappen een uitdaging om alle partijen van zoet water te voorzien (Leenen, 1993).

Het is dus belangrijk dat er effectieve oplossingen komen. In deze scriptie wordt een overzicht gegeven van toepasbare methodes. Dat betekent dat ook andere partijen een rol kunnen hebben in mogelijke oplossingen voor het zoetwatertekort. Waterschappen, maar ook andere partijen zoals agrariërs kunnen aan de slag met deze oplossingen (Unie van Waterschappen, 2018). De provincie kan hierin ondersteunend werken, bijvoorbeeld in de vorm van subsidies. De LTO (Land- en Tuinbouw Organisatie) kan in samenwerking met akkerbouwers projecten opstarten om zoet water beschikbaar te maken. Agrarische ondernemers kunnen aan de slag om de organische stof in de bodem te verhogen, en om hun percelen optimaal te onderhouden om zoveel mogelijk zoet water vast te houden. Voor veredelingsbedrijven is het de uitdaging om rassen te ontwikkelen die zouttolerant zijn (Rossum, 2017).

De beschikbaarheid van zoet water is voor mensen, dieren en planten belangrijk. Een groot deel, volgens het Nederlands Soortenregister ruim 44.000, van de levende organismen heeft zoet water nodig om te overleven. De meeste akkerbouwgewassen die in Zeeland geteeld worden, kunnen niet lang zonder zoet water. Deze planten gebruiken zoet water voor fotosynthese, de productie van glucose. Suikers zijn nodig om te groeien en te ontwikkelen. Daarnaast heeft zoet water ook een rol in de cel-strekking van de plant. Bij een tekort aan zoet water strekken de cellen niet ver genoeg, waardoor de plant kleine blaadjes heeft, of zelfs omvalt (Heuvelink & Kierkels). Er zijn al voedselgewassen die zouttolerant zijn, maar die worden nog niet op grote schaal geteeld. Zouttolerant wil zeggen dat de planten zout water op kunnen nemen, en daar geen last van hebben.

Zoutschade aan gewassen ontstaat door een te hoge zoutconcentratie. Planten hebben een zoutdrempel, dat is een drempel voor de hoeveelheid zout die de plant kan verdragen. Bij zouttolerante gewassen is deze drempel hoger dan bij zoutgevoelige planten (Zoutgehalte van irrigatiewater). Wanneer water zoet of zout is, hangt af van de hoeveelheid zouten die aanwezig zijn. Dit wordt gemeten in de vorm van *electric conductivity* of ook wel EC-waarde (geleidbaarheid). Dit getal geeft het aandeel zouten, zoals chloride en natrium, in het water aan. Water met een EC-waarde tussen 0,6 en 1,7 dS/m is geschikt voor irrigatie. Water in de Waddenzee heeft een EC-waarde van ongeveer 40 dS/m. Metingen door Rijkswaterstaat, bij de Brienenoordbrug, laten zien dat de geleidbaarheid, van 3 April 2019 tot 3 mei 2019, rond de 16 dS/m schommelt (Rijkswaterstaat, 2019). Deze hoge zoutconcentratie komt doordat het zeewater met vloed, via de waterwegen, Nederland in trekt. Is de EC hoger dan 1,7, dan is de zout aanvoer te hoog en dat geeft schade aan de bodem, plant en de zoetwatervoorraad (Oude Essink & van Baaren, Verzilting van het Nederlandse, 2009). In tabel 1.1 is te zien vanaf welke waarde het water geschikt is voor irrigatie (Stichting Zilt Perspectief, 2015).

Tabel 1.1 *Globale classificatie van water op basis van het zoutgehalte*

In geleidbaarheid (EC in dS/m), millimolair NaCl (mM NaCl), parts per thousand (ppt), parts per million (ppm) en mg Cl ⁻ per liter						
Classificatie	dS/m	mM NaCl	ppt*	ppm	Mg Cl ⁻ /L	Toepassing
Zoet	0,8	8	0,5	500	280	Drinkwater
Grens landbouw	1,7	17	1	1.000	600	Irrigatie
Licht brak	1,7 – 8	17 – 80	1-5	1.000-5.000	600-2.800	-
Brak	8 – 25	80 – 250	5-15	5.000-15.000	2.800-9.000	-
Sterk brak	25 – 58	250-580	15-35	15.000-35.000	9.000-18.000	-
Zeewater**	58	580	35	35.000	18.000	-
"Pekel"	>58	>580	>35	>35.000	>18.000	-

* 1 ppt ≈ 1 PSU (Practical Salinity Unit), 1 ppt = 0,1%

** Waddenzeewater ≈ 40 dS/m

De toevoer van zoet water is vooral van natuurlijke oorsprong, zoals via rivieren of door neerslag in de vorm van regen of sneeuw. Een andere manier om zoet water te krijgen, is het water aanvoeren van andere plaatsen. Ook is het mogelijk om zout water te ontzouten, zodat dit water geschikt wordt voor irrigatie. Dit water kan de plant opnemen om te groeien. Zonder zoet water kunnen veel planten niet groeien, waardoor er sprake is van misoogst (Zouttolerante gewassen, 2015).

Wereldwijd is er op veel plaatsen een grote vraag naar zoet water. Om een kilo tarwe te telen is 1400 liter water nodig, en voor een kilo rijst zelfs 3400 liter (Syngenta, 2018). Op plaatsen waar mensen gewassen verbouwen, is het van belang dat er voldoende zoet water is (Universiteit van de Verenigde Naties, 2014).

Op veel plaatsen ter wereld hebben grondgebruikers, zoals akkerbouwers en veehouders, te maken met verzilting. Om deze verzilting tegen te gaan zijn er verschillende methodes. Er zijn mitigatie methoden die ervoor zorgen dat er geen verzilting ontstaat, zoals peilgestuurde drainage. Adaptieve methoden maken het mogelijk om op verzilte grond toch gewassen te telen. Dit kan met behulp van technieken om zeewater zoet te maken of het water van de waterzuivering te gebruiken voor irrigatie van gewassen. Ook is het mogelijk om zoet water in de bodem op slaan of in een bassin boven de grond, om later te gebruiken. Welke methode van toepassing is in een bepaalde situatie is afhankelijk van de omstandigheden.

In extreem verzilte landbouwgebieden zal gekeken moeten worden naar alternatieve teelten, zoals zouttolerante gewassen. Een andere mogelijkheid is het creëren van natuur. Op deze manier kan een, voor landbouw ongeschikt, perceel omgevormd worden tot bijvoorbeeld een recreatiepark of natuurgebied. Dit kan dan op een alternatieve wijze geld opleveren. Dit is een oplossing als de andere methoden niet meer werken. Aan deze natuur-oplossing is kort aandacht besteed in de scriptie.

In deze scriptie is een overzicht gemaakt van verschillende methoden om verzilting tegen te gaan en om planten te voorzien van voldoende zoet water. Dit is uitgevoerd in opdracht van het lectoraat Agrarisch Waterbeheer van de Aeres Hogeschool in Dronten. In het onderzoek is hulp en informatie gevraagd worden van o.a. het Waterschap Scheldestromen of de Provincie Zeeland. Ook de ZLTO is benaderd om hierin bij te dragen.

Het is belangrijk om te kijken naar een duurzame oplossing. Dat wil zeggen een oplossing die efficiënt en langdurend werkt. Om tot een goede oplossing te komen wordt de scriptie geschreven aan de hand van hoofd- en deelvragen, zoals die op de volgende bladzijde zijn beschreven. Om tot een antwoord te komen op deze vragen is gebruik gemaakt van wetenschappelijke artikelen, websites en rapporten betreffende het onderwerp. Daarnaast zijn verschillende partijen benaderd voor een interview.

In dit rapport is gekeken naar de aanvoer van zoet water in de provincie Zeeland (NL), en de verzilting van landbouwgronden in die provincie. Dit gebied is te verdelen in twee delen, namelijk het oostelijke deel, waar zoet water aangevoerd wordt vanuit het Volkerak-Zoommeer, en het westelijke deel van de provincie, wat volledig afhankelijk is van zoetwaterbellen in de bodem en opgevangen neerslag. Het oostelijke deel is tot 2031 verzekerd van zoet water (Schipper, et al., 2014). Het besluit om het Volkerak-Zoommeer zout te maken is uitgesteld tot 2031 (Bas, 2018). Dan zal blijken of de minister het ermee eens is dat zoet water belangrijk is, en dat het Volkerak-Zoommeer zoet kan blijven (Klostermann, Veraart, & Cofino, 2013).

Deze scriptie is geschreven voor de hele provincie, hierdoor is het in deze scriptie niet relevant om advies te geven voor een deel van Zeeland, het splitsen van de provincie levert enkel verwarring op. Wel kan vanuit deze scriptie de noodzaak van zoet water onderbouwd worden (Bosboom, 2019). De toepassing van natuurinrichting van verzilte percelen zal kort genoemd worden als alternatieve oplossing. In deze scriptie is geen uitgebreide aandacht voor financiële onderbouwingen. Dit zal, indien nodig, kort worden benoemd, ter onderbouwing van gegronde adviezen en aanbevelingen.

1.1 Hoofd- en deelvragen

Hieronder zijn de hoofd- en deelvragen beschreven. Aan de hand hiervan is onderzoek gedaan. De deelvragen moeten uiteindelijk een antwoord geven op de hoofdvraag, zoals die hieronder is gesteld.

Hoofdvraag: Hoe kunnen Zeeuwse akkerbouwers in de toekomst hun gewassen van voldoende zoet water voorzien?

Deelvragen:

- Hoe is de huidige zoet water toevoer nu geregeld?
- Wat zijn komende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden?
 - Klimaatverandering
 - Zeespiegelstijging
 - Extremer weer
 - Onregelmatige aanvoer van rivierwater
 - Beleid
 - Rijk
 - Provincie
- Hoe kan de agrarische sector op deze veranderingen inspelen?
 - Op regionaal niveau
 - Op bedrijfsniveau

1.2 Doelstelling

Het uiteindelijke doel van deze scriptie is het beantwoorden van de hoofdvraag, en daarmee een overzicht met oplossingen bieden voor Zeeuwse akkerbouwers, met problemen als gevolg van verzilting. Na het uitwerken van diverse oplossingen is een conclusie en een aanbeveling geschreven. Deze oplossingen zullen vooral te maken hebben met op welke manieren de zoetwatervoorraad aangevuld kan worden, en oplossingen hoe de verzilting van landbouwgrond tegen gehouden kan worden. Deze oplossingen moeten voor de doelgroep uitvoerbaar zijn. Deze oplossingen dienen langdurig het verziltingsprobleem tegen te houden. Daarbij moeten huidige zoetwatervoorraden niet in het geding komen. Op deze manier kan dit onderzoek bijdragen aan een voortgang van de huidige landbouw in Zeeland, maar ook in andere gebieden waar verzilting van toepassing is.

Deze scriptie is geschreven voor het lectoraat Agrarisch Waterbeheer van de Aeres Hogeschool in Dronten en zal daardoor in de publiciteit komen. Voor de tuin- en akkerbouw sector is het onderwerp van groot belang, aangezien dit de komende jaren een van de uitdagingen zal zijn. Mede door deze scriptie is een nuttige inbreng geleverd voor dit vraagstuk van de agrariërs in Nederland, en mogelijk de rest van de wereld.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk is de aanpak beschreven, hoe een antwoord is gevonden op de deelvragen en indirect op de hoofdvraag. De deelvragen zijn in de hoofdstukken 3, 4 en 5 uitgewerkt. Hoofdstuk 3 handelt over de huidige zoetwatertoevoer in Zeeland. In hoofdstuk 4 gaat het over de komende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden. In hoofdstuk 5 worden verschillende methoden uitgewerkt om in te spelen op de veranderingen uit hoofdstuk 4. De conclusie staat in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 bevat de discussie, over het verloop van het onderzoek gevolgd door enkele aanbevelingen. Hoofdstuk 8 is de bibliografie met de gebruikte bronnen. Als laatste volgen drie bijlagen.

2 Aanpak

In dit hoofdstuk is beschreven op welke wijze een antwoord geformuleerd is op de deelvragen en dus indirect op de hoofdvraag. Er is een antwoord gezocht door middel van wetenschappelijke rapporten en artikelen vanuit vaktijdschriften. Ter onderbouwing is contact gelegd met specialisten op de betreffende kennisgebieden.

2.1 Hoe is de huidige zoet water toevoer nu geregeld?

Om tot een antwoord te komen op deze vraag is het nodig dat de actuele situatie in beeld komt. Door interviews te houden bij telers en bij mensen van ZLTO is een goed beeld geschetst. Daarbij hebben ook mensen van Delphy en de Provincie Zeeland hun bijdrage geleverd aan dit onderzoek. Door eerst een goed beeld te krijgen van de huidige zoetwatertoevoer en de dingen daaromheen, is het mogelijk om verder te kijken naar eventuele veranderingen. Op deze manier is het ook voor onwetende lezers interessant om dit rapport te lezen en te kijken naar nieuwe ontwikkelingen.

2.2 Wat zijn komende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden?

Door te zoeken naar veranderingen in het beleid is een beeld gemaakt hoe de toekomstige zoetwatervoorziening in Zeeland eruit komt te zien. Dit is gedaan via internet en vakliteratuur, maar ook door personen te vragen om informatie. Deze personen waren medewerkers van het Waterschap Scheldestromen en van de Provincie Zeeland. Daarnaast zijn beleidsmedewerkers van de overheid benaderd om hier ook over te vertellen, aangezien het beleid in Den Haag gemaakt is. Hier is geen reactie op gekomen. De ervaring die de schrijver heeft vanuit huis, en de contacten met telers op Tholen die actief zijn in vergaderingen, betreffende de toekomst van het zoete water in Zeeland en op Tholen, bieden een goede uitgangspositie voor deze deelvraag.

2.3 Hoe kan de agrarische sector op deze veranderingen inspelen?

Onder deze deelvraag zijn verschillende methoden uitgewerkt om zoet water beschikbaar te houden voor de teelt van gewassen, en voor drinkwater. Deze methodes waren al bekend, en zijn opgezocht op internet maar ook met contact met experts op dit gebied. Dit zijn o.a. bedrijven die zich specialiseren in drainage en ondergrondse opslag van zoet water. Door bijeenkomsten over zoet water te bezoeken wordt gewerkt aan een netwerk met experts op het gebied van oplossingen voor het zoetwaterprobleem. Er zijn al verschillende bedrijven bezig met het vergroten van de zoetwaterlenzen in de bodem. Daarnaast speelt ook de teelt van zouttolerante gewassen een rol. Als grond niet meer zoet te krijgen is, is de teelt van zilte gewassen een oplossing.

2.4 Zoekplan literatuur

Voor een literatuuronderzoek is het nodig dat een zoekplan opgesteld wordt. In deze paragraaf is beschreven hoe gezocht is naar informatie, gevolgd door een zoekplan met gebruikte begrippen.

Via de bibliotheek op school kwam het boek 'Zoet en zout water en de Nederlanders' naar voren. Via de websites van Waterschap Scheldestromen en de Provincie Zeeland is gezocht met termen als: 'zoet water' en 'verzilting', om zo in te lezen in het onderwerp. Via deze weg is ook contact gelegd met Vincent Klap, van de Provincie Zeeland. Hij zat in een drukke periode, maar heeft toch tijd vrijgemaakt om te antwoorden op de mail. Uit het inlezen en brainstormen met o.a. de opdrachtgever, Wolter van der Kooij, is de hoofdvraag ontstaan zoals die in hoofdstuk 1.1 staat vermeld.

Na het vinden van de hoofdvraag was het nodig om begrippen te verzamelen waarnaar gezocht kan worden. Onderstaande begrippen zijn gebruikt om te zoeken:

- Zoet water in Zeeland
- Verzilting
- Kwel
- Kreekrug
- Zilte gewassen
- Peilgestuurde drainage
- Volkerak Zoommeer
- Klimaatverandering
- Zeespiegelstijging
- Gletsjers

Dit onderzoek is gedaan naar wetenschappelijke artikelen vanuit de WUR, met behulp van Google Scholar. Op deze manier zoeken levert snel resultaat, met een groot deel peer-reviewed bronnen wat ervoor zorgt dat het rapport betrouwbaar is. Door vooral te zoeken naar rapporten die na 2009 geschreven zijn, blijft het actueel. Ook Engelstalige bronnen zijn gebruikt, vooral voor de vragen rondom het klimaat. Er is gebruik gemaakt van de sneeuwbalmethode. Dat wil zeggen dat een bruikbare bron is bekeken, en de daar bijhorende bron ook is gebruikt voor het rapport. Op deze manier is het mogelijk om relatief snel, veel rapporten te vinden. Door, van een rapport, de samenvatting en de conclusie te lezen is het mogelijk om snel een beeld te krijgen van de bruikbaarheid. Door dit in een apart bestand bij te houden, blijft het overzichtelijk. Bronnen die niet van toepassing waren, bijvoorbeeld vanwege niet peer-reviewed, ouderdom of relevantie, zijn direct verwijderd om zodoende het overzicht te bewaren. Tijdens het onderzoek zijn er bronnen bijgekomen, doordat nieuwe informatie naar voren kwam. Dit is ook te zien aan de uitgebreide literatuurlijst, zie hoofdstuk 8.

Als aanvulling op het literatuuronderzoek is de bijdrage gevraagd aan mensen met ervaring met zoet water. In bijlage 2 is beschreven hoe deze personen gecontacteerd zijn, en in de tekst wordt verwezen naar deze bijlage. Met de volgende personen is contact geweest:

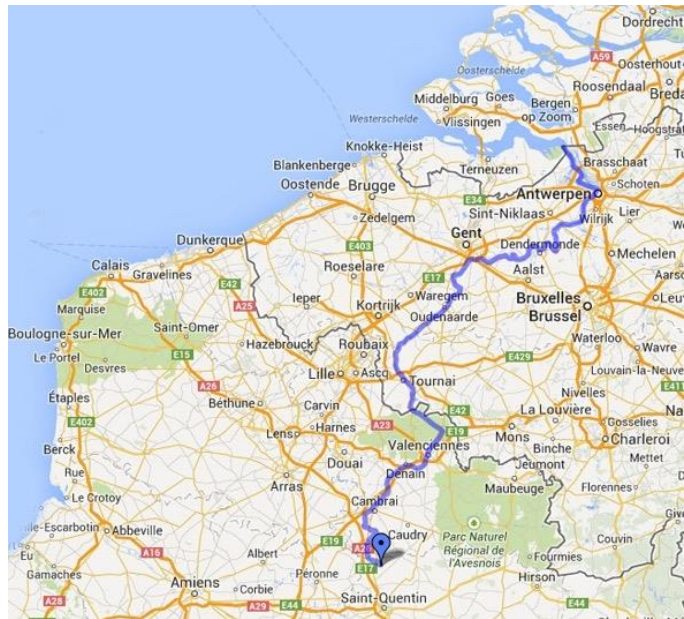
- Daan Goense (Zoet Water Tholen)
- Johan Sanderse (Initiatiefnemer Go-Fresh project)
- Vincent Klap (Provincie Zeeland)
- Maarten en Hubrecht Hanse (zilte gewassenteler)

3 Hoe is de huidige zoetwatertoevoer nu geregeld?

In dit hoofdstuk is beschreven hoe de huidige zoetwatertoevoer geregeld is. Op deze manier is een antwoord gegeven op deelvraag 1. In 4.1 is beschreven hoe het zoete water vanuit Duitsland en Frankrijk in Nederland terecht komt. 4.2 handelt over zoet water in de vorm van neerslag. In 4.3 gaat het over het grondwater in Zeeland, en de metingen die daaraan afgelopen tijd zijn uitgevoerd. Als laatste wordt de rol van het Waterschap, in de toevoer van zoet water, beschreven. Het waterschap is benaderd voor informatie maar gaf geen gehoor, daarom is gezocht naar bestaande documenten waaruit onderstaande gegevens naar voren zijn gekomen.

3.1 Rivieren

De natuurlijke toevoer van zoet water, voor Zeeuwse akkerbouwers, is via de rivieren en vanuit de aanvoer van regenwater. De rivier De Schelde ontspringt in Frankrijk, en komt 360 kilometer verder, via de Westerschelde, Nederland binnen. In de Westerschelde is sprake van een sterke getijdenwisseling, wat ervoor zorgt dat de aanvoer van zoet water naar Nederland, nihil is. Voor Frankrijk en België is De Schelde (figuur 3.1.1) van grote waarde vanwege de zoetwateraanvoer, maar ook voor de scheepvaart.



Figuur 3.1.1 De Schelde (Reizen langs rivieren, 2019)

Ook rivieren uit Duitsland komen Nederland binnen. De grootste rivier is de Rijn, die bij Lobith Nederland binnenkomt (figuur 4.1.3.1). Gemiddeld komt bij Lobith $2.200 \text{ m}^3/\text{s}$ het land binnen. Dit kan jaarlijks variëren van $600 \text{ m}^3/\text{s}$ tot $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Via de Maas komt minder water binnen, gemiddeld $200 \text{ m}^3/\text{s}$ (Rijkswaterstaat, sd). Zes kilometer voorbij Lobith wordt de Rijn gesplitst in de Waal en het Pannerdens-kanaal, richting de Neder-Rijn. De Waal loopt verder richting Gorinchem. Hier gaat de hoofdtak verder richting de Biesbosch, terwijl het resterende water verder stroomt richting Rotterdam, waarna het via de Nieuwe-Waterweg uitmondt in de zee.



Figuur 3.1.2 De Waal (Doormelle, 2018)

Het water vanaf de Biesbosch wordt via de Volkerak-sluizen in het Hollands Diep naar het Volkerak-Zoommeer doorgelaten (Google Maps, sd). Vanuit dit kunstmatige meer wordt zoet water in de Zeeuwse polders van Tholen en Rilland gepompt. Dit water kan gebruikt worden voor irrigatie van akkerbouwpercelen in dat gebied. Het kan ook gebruikt worden voor percelen in Zeeland die verder weg liggen, maar dan moet het water getransporteerd worden met vrachtauto's.

Voor de fruittelers op Zuid-Beveland wordt, via een pijpleiding, water vanaf Brabant aangevoerd. Dit water wordt gebruikt om vorstschade tegen te gaan, en om de bomen te irrigeren met behulp van druppelirrigatie. Deze waterleiding is, volgens Vincent Klap van de Provincie Zeeland (zie bijlage 2), voor akkerbouwers niet rendabel, vanwege de lage capaciteit en de hoge kosten per hectare.

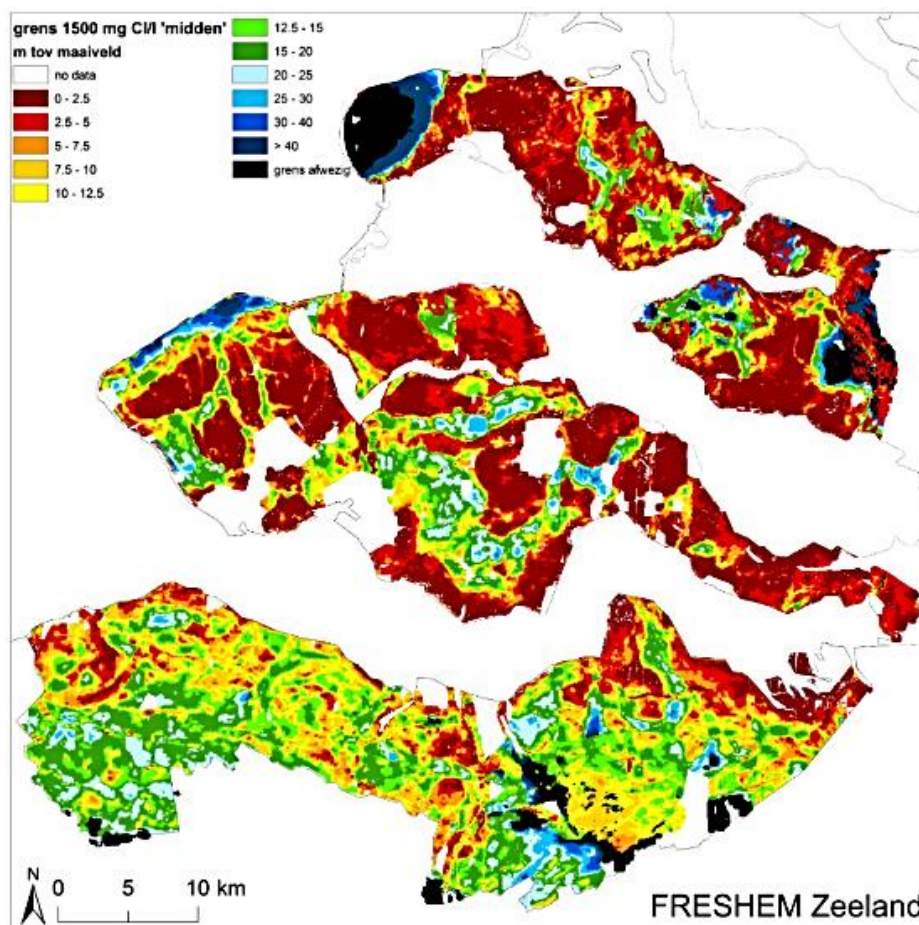
3.2 Regenwater

Regenwater, maar ook sneeuw, komt in de grond terecht, waar het opgenomen kan worden door de gewassen. Het water wat niet opgenomen wordt, komt terecht in het grondwater. Een deel hiervan blijft in de bodem achter, dat is het hangwater. Dit kan opgenomen worden door de wortels van de planten. Het overige water spoelt via de drainage weg, richting de sloot. Deze waterlopen brengen het water richting de zee, waarin het wordt weggepompt (Reader Waterbeheer, 2016).

3.3 Grondwater

Het grondwater in Zeeland is voornamelijk zout. In 2015 is in opdracht van meerdere partijen, waaronder de Provincie en het Rijk, de bodem gescand. De afbeelding op het voorblad laat de meetapparatuur zien, die gebruikt is voor deze scan. Sinds enkele jaren is het mogelijk om het zoutprofiel, vanuit de lucht, te bepalen met behulp van deze ingenieuze techniek. Op basis van de reactie van de ondergrond op elektromagnetische straling wordt de driedimensionale verdeling van het zout in de ondergrond geanalyseerd. Deze metingen zijn in Zeeland met behulp van een helikopter uitgevoerd. Onder de helikopter hing een meetinstrument dat vanaf ongeveer 40 meter boven het grondoppervlak om de vier meter een meting verrichtte. In totaal zijn er op die manier ongeveer tweeëneenhalf miljoen metingen gedaan, waarbij van elk punt vergelijkbare informatie als van een sondering is verkregen. Daarna vond een uitgebreide bewerking van de ruwe meetdata plaats (Uitdewilligen, sd).

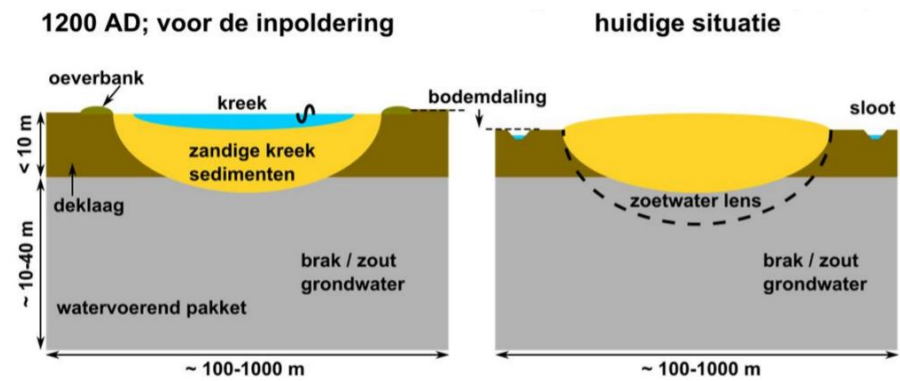
Deze databewerking resulteert in de kaart zoals in figuur 3.3.1 is te zien. In de legenda zijn de verschillende kleuren verklaard. Deze kaart geeft de grens weer van de concentratie chloride per liter grondwater. De grens staat in deze kaart op 1500 mg Cl/l. De verschillende kleuren geven weer hoe diep deze grens zit. Duidelijk is te zien dat onder de duinen de grens heel diep zit, of zelfs afwezig is. Dit betekent dat het water een chlorideconcentratie heeft van lager dan 1500 mg/l. In het duinzand kan het regenwater infiltreren wat als gevolg heeft dat onder de duinen een diepe zoetwaterbel aanwezig is, die zelfs tot onder de zee strekt. Ook is te zien dat het bruine gedeelte de grens aangeeft waar de grens van 1500 mg Cl/l tussen 0 en 2,5 meter onder het maaiveld zit. Dit betekent dat de bouwvoor ook zout kan zijn. In onderstaande afbeelding is dit niet goed af te lezen, dit zal lokaal gemeten moeten worden. Het verschilt heel erg per perceel, en vaak zelfs binnen percelen, hoe het met de grondwatertoestand is. Dit dient met boringen en sonderingen bemonstert te worden.



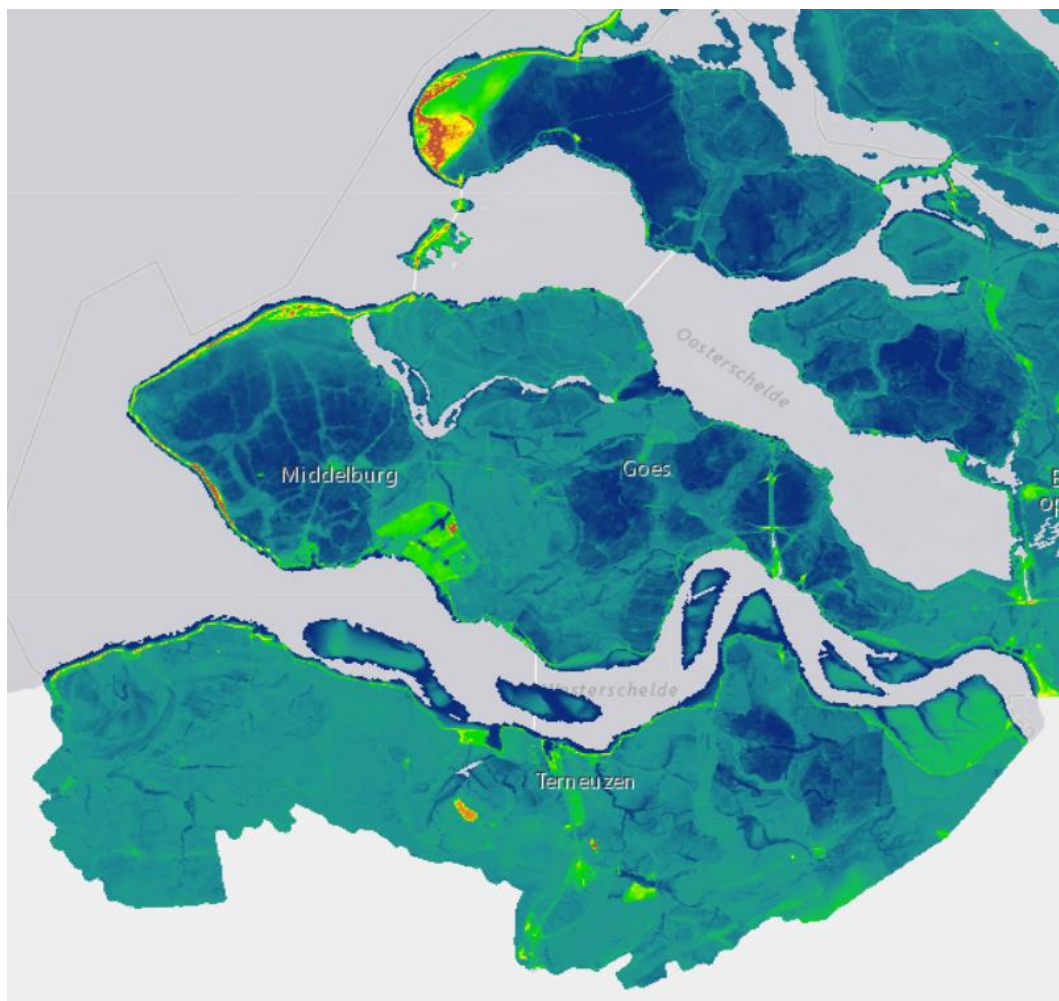
Figuur 3.3.1 Grens 1500 mg Cl/l in meter t.o.v. het maaiveld

Ook op Tholen en in Zeeuws-Vlaanderen zijn plaatsen met een laag chloridegehalte in het grondwater. De hoogte van de chloridegrens varieert veel als gevolg van diverse oorzaken, zoals oude kreekruigen of verschillen in grondsoorten. Oude

kreekruigen zijn ontstaan vanuit oude rivieren van de toenmalige Zeeuwse delta, het water stroomde tussen de hoger gelegen eilanden door (zie figuur 3.3.2). Deze rivieren zorgden voor een afzetting van zanddeeltjes op de bodem. Door inklinking van klei en veen, van de eilanden, bleven de zandlichamen als ruggen in het landschap achter. Deze zandruggen infiltreren regenwater beter dan kleigronden, waardoor het water in deze kreekruigen zoeter is (Oude Essink, et al., 2014). Deze kreken zijn terug te zien in metingen zoals FRESHEM uitgevoerd heeft. Ook kunnen gewassen, door de mindere gewasstand, de oude kreekruigen laten zien in droge perioden (Alterra, sd). Dit komt doordat de capillaire opstijging in het zand van de kreekruigen minder is dan op kleigronden. In de onderstaande figuur zijn de kreekruigen goed te zien (zie figuur 3.3.3).



Figuur 3.3.2 Het ontstaan van een kreekrug (Oude Essink, et al., 2014)

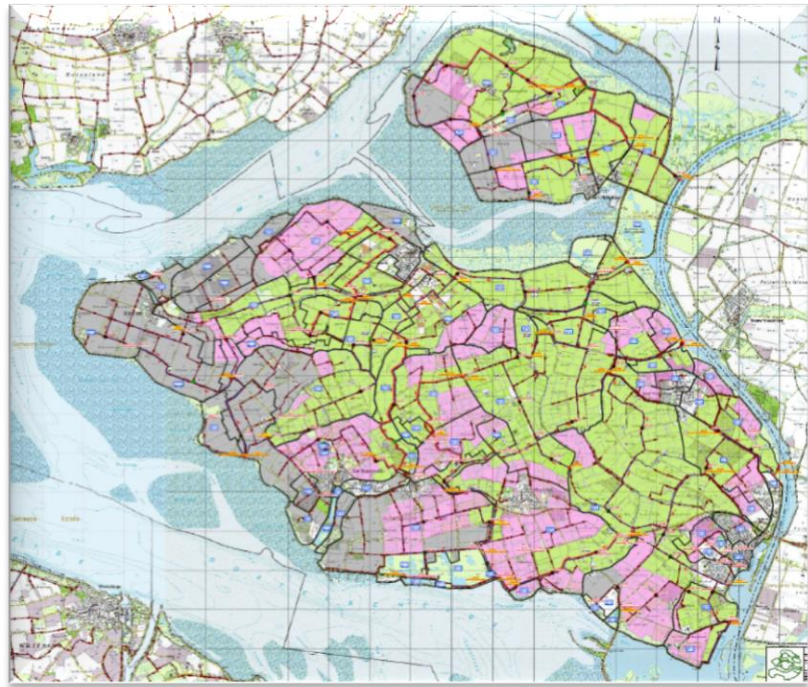


Figuur 3.3.3 Hoogtekaart van Zeeland, de kreekruigen op Walcheren duidelijk te zien (Esri Nederland, sd)

3.4 Waterschap

Waterschap Scheldestromen regelt de toevoer van zoet water in Zeeland. Op verschillende punten wordt zoet water de polders van Tholen, St-Philipsland en Rilland ingelaten. Dagelijks meet het waterschap de EC-waarde van het water. Dit water wordt dan verder verspreid, via de waterlopen, naar het achterland. In figuur 3.4.1 is het eiland Tholen te zien, verdeeld in drie zones. In de groene delen kan zoet water vanuit de dichtstbijzijnde sloot worden gepompt. In de paarse delen zal zoet water van verder weg gehaald moeten worden. In de grijze delen is het niet mogelijk om zoet water uit een, dichtbij zijnde, sloot te halen (Scheldestromen, 2019). De waterschapsbelastingtarieven hangen af van de, volgens de zone-indeling, ligging van het perceel.

Naast het aanbod van zoet water op Tholen, werkt het waterschap aan projecten om ook in andere delen van Zeeland zoet water beschikbaar te houden voor akkerbouwers. Dit wordt onder andere gedaan door een aangepast stuwenbeleid. Bij regenval moet het water afgevoerd worden, en in droge perioden moet het water vastgehouden worden. Dit kan uitgevoerd worden met behulp van bedienbare stuwen en pompen in de sloot. Doordat in de winter vaak sprake is van een neerslagoverschot, zijn in de winter de stuwen omlaag zodat het water versneld wordt afgevoerd. Na de droge zomer van 2018 is het beleid aangepast, de stuwen blijven in het voorjaar langer omhoog zodat water langer vastgehouden wordt. Op deze manier heeft het water langer de tijd om in de bodem te



Figuur 3.4.1 Zoetwaterverdeling Tholen (Scheldestromen, 2019)

filtreren. Zodoende kan de zoetwatervoorraad in het grondwater aangevuld worden. Vanwege de geringe neerslag in de winter van 2018-2019 is het grondwaterpeil nog niet op het oude niveau. Er zal regen moeten vallen voordat er voldoende zoet water aanwezig is om de hoeveelheid zoet water in de bodem weer op peil te brengen (Scheldestromen, sd). Op het moment van schrijven zijn in verschillende delen van Zeeland de gevolgen van droogte al te zien in de gewassen. Er is een grote vraag naar zoet water en als dat niet aangevoerd wordt met regen, zal gekeken moeten worden naar alternatieve manieren. In sommige delen van Zeeland zijn zoetwaterbellen in de bodem aanwezig. Het waterschap werkt, in samenwerking met de provincie en telers, aan manieren om deze natuurlijke zoetwatervoorraden te beheren en te vergroten. Deze projecten worden in hoofdstuk 6 verder onderzocht. Het benutten van deze zoetwaterbellen is een oplossing voor de huidige droogte.

Naast het uitvoeren van o.a. het stuwenbeleid en de zoetwatervoorziening voor agrariërs, meet het waterschap de EC-waarde van het water. Zodoende is het mogelijk om een overzicht te maken van de zoutgehaltes, het jaar door, van het slootwater. Dit kan dienen ter ondersteuning van de beslissing om te gaan beregenen. Ook het monitoren van de aanwezigheid van blauwalg is een taak van het waterschap. Deze algensoort komt voor in, stilstaand, zoet water. Door het water door te spoelen wordt de algengroei tegengegaan, maar in warme perioden kan het voorkomen dat de blauwalgconcentratie te groot wordt, zodat het water niet schoon genoeg is om in de polders in te laten (Riet, Neelemans, & Stanowicki, 2018). Ook de wegen in de polder zijn onder beheer van het waterschap, net als het zuiveren van rioolwater.

4 Wat zijn komende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeuwse gebieden?

In dit hoofdstuk zijn de verschillende veranderingen in de waterhuishouding in Zeeland beschreven. Als eerste komen de veranderingen als gevolg van klimaatverandering naar voren. Daarna is kort stilgestaan bij de mogelijk veranderingen in het beleid van het Rijk en de Provincie.

4.1 Klimaatverandering

Vanwege de hoger wordende broeikasgasconcentraties, zoals CO₂, in de atmosfeer, is de temperatuur op aarde aan het stijgen. Het KNMI heeft verschillende scenario's uitgezocht, en bij allemaal is er sprake van een stijging van de temperatuur, en als gevolg daarvan een stijging van de zeespiegel, met op het hoogtepunt van 75 cm in 2100. De Tweede Deltacommissie, onder leiding van Cees Veerman, kwam tot de conclusie dat het bovengrensscenario uitkomt op 0,6 tot 1,2 meter in 2100. Omdat de klimaatverandering een gevolg is van een grotere uitstoot van broeikasgassen, en deze nog lang achter blijven in de atmosfeer, duurt het jaren voordat de gemiddelde temperatuur op aarde weer stagneert of zelfs gaat dalen (Vellinga, Hoezo klimaatverandering, 2011).

4.1.1 Zeespiegelstijging

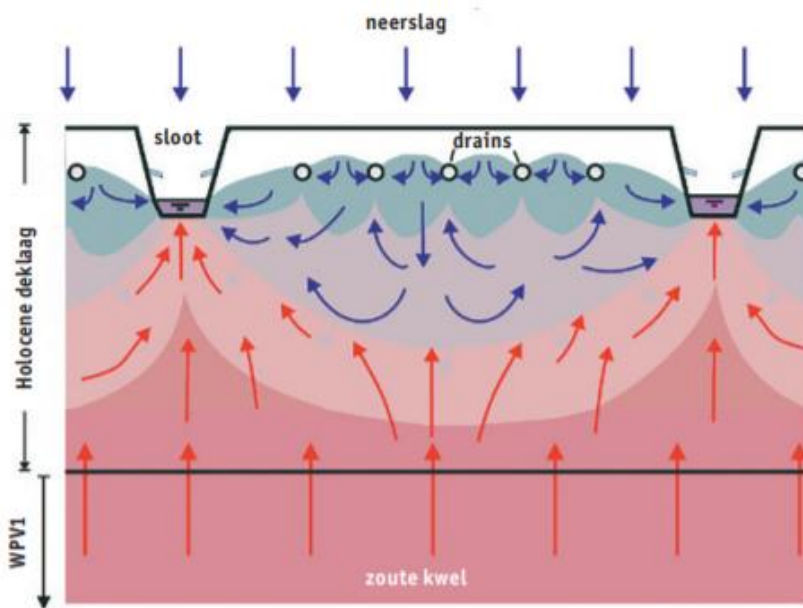
Als gevolg van de klimaatverandering stijgt de temperatuur wereldwijd. Door een hogere temperatuur smelten de ijskappen sneller, waardoor de zeespiegel sneller stijgt. Een hogere zeespiegel betekent, in Zeeland, bij hoog water, dat het water over de dijk kan komen (Historiek, 2010). Hierdoor zullen de dijken hoger moeten zijn, aangezien anders het achterland overstroomt. Een hogere zeespiegel houdt ook in dat, ondergronds, de druk vanuit zee hoger is. Dit zorgt ervoor dat er meer zout water het land in gedrukt wordt. Dit heeft tot gevolg dat het zoet water verdrongen wordt, en mogelijk de bodemvruchtbaarheid daalt als gevolg van verzilting (Boer & Radersma, 2011).



Figuur 4.1.1.1 Zoute kwel in de Zeeuwse bodem (FRESHEM)

Een tegenhanger in dit verhaal is de constatering dat de tweede gletsjer ter wereld, de Jakobshavn-gletsjer, niet smelt maar groeit (RTL Nieuws, 2019). Dit is niet wetenschappelijk onderzocht, in The Journal of Glaciology zijn in 2018 nog rapporten gepubliceerd waarin naar voren komt dat de gletsjer weldegelijk smelt en kleiner wordt. Dit gebeurt, volgens de NASA, wel in een lager tempo dan voorheen. Oorzaak hiervan kan zijn dat zeestromingen, langs de gletsjer, koeler zijn (Sonntag, 2019). De gletsjer speelt, aangezien deze nog steeds smelt, nog wel een rol in de stijging van de zeespiegel.

Een ander gevolg van een hogere temperatuur op Aarde, is het uitzetten van zeewater. Doordat water uitzet naarmate het opwarmt, is veel meer ruimte nodig om al het water te bergen. Dit heeft vooralsnog een groter effect op de zeespiegelstijging dan het smelten van ijskappen (Hier.nu, 2017).



Figuur 4.1.1.2 Zoute kwel in ondergrond (Oude Essink & van Baaren, *Verziltiging van het Nederlandse*, 2009)

Een stijgende zeespiegel heeft als gevolg dat de druk, met zout water vanuit zee, groter is waardoor de zoute kwel toeneemt. In figuur 4.1.1.2 is te zien hoe kwel in de bodem in zijn werk gaat. Vanuit de zoute ondergrond drukt het zoute water naar boven. Vanaf boven wordt de zoute kwel tegengegaan door zoet water vanuit neerslag en zo ontstaan zoetwaterbellen (Oude Essink & van Baaren, *Verziltiging van het Nederlandse*, 2009). In figuur 4.1.1.1 is de, huidige, zoute kwel in de bodem te zien. De

lichtroze delen laten zien waar zich zout water bevindt, wat ervoor zorgt dat zoet water verdrongen wordt. Als de druk vanuit zee hoger wordt, neemt de zoute kwel toe. Dit heeft als gevolg dat de huidige kwelgebieden groter worden. Hierdoor neemt de bodemvruchtbaarheid in die gebieden af. In figuur 4.1.1.2 is ook te zien dat slootwater vaak brak is, vanwege zoutwaterdruk van onderaf. In sloten is de zoetwaterlaag vaak dunner, omdat het water hier afgevoerd wordt (Prevo, 2007). In gebieden waar zoet water beschikbaar is, zoals op Tholen, is het daarom van cruciaal belang dat het slotenstelsel doorgespoeld wordt. Op deze manier blijft het water in de sloten zoet, zodat agrariërs dit water kunnen gebruiken om te beregenen. Als het doorspoelen stopt is, binnen een korte tijd, het water te zout om te gebruiken als irrigatiewater (Zoutgehalte van irrigatiewater).

4.1.2 Extremer weer

Als gevolg van de klimaatverandering vinden er ook veranderingen plaats in het weer, lokaal of zelfs wereldwijd. Vanwege hogere of lagere temperaturen van het zeewater, volgt er meer of minder neerslag. Bij grote steden, zoals Tokyo, is al te zien dat bij een hogere temperatuur, meer regen valt in de stad dan op het platteland. Dit komt doordat de stad niet ver afkoelt 's nachts, hierdoor worden er meer wolken gevormd. Dit is voor Nederland nog niet van toepassing, maar er is wel steeds meer sprake van extreme weersomstandigheden. Als gelet wordt op de droge zomer van 2018, en de gevolgen voor 2019, is te zien dat er iets verandert. Dit komt ook duidelijk naar voren uit meerdere onderzoeken van o.a. het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Dit is een organisatie van de Verenigde Naties om de risico's van klimaatverandering te evalueren (ipcc.ch, sd). Volgens verschillende onderzoeken zijn deze gevolgen weerextremen in de vorm van extreme neerslag of lange perioden van droogte. Daarnaast neemt de hevigheid van (tropische) stormen toe, en valt er bijvoorbeeld op plaatsen sneeuw waar dat al eeuwen niet meer was gevallen. Deze gevolgen komen doordat de aarde opwarmt, en dat daardoor de zeestromen opwarmen, of anders gaan stromen. Op die manier komen andere luchtstromen op gang, die ervoor zorgen dat op de ene plek wel sneeuw valt terwijl op de andere plek droogte heerst (Vellinga, Hoezo klimaatverandering, 2011).

4.1.3 Onregelmatige aanvoer van rivierwater

In droge periodes neemt de aanvoer van zoet water uit Duitsland af waardoor de concentratie zouten hoger wordt. Hierdoor kan het gebeuren dat een akkerbouwer zijn gewassen irrigeert met zout water en op deze manier ongewenste nutriënten zoals natrium toedient.

Daartegenover komt het feit dat, als gevolg van klimaatverandering, er meer sneeuw kan vallen in het Alpengebied. Daardoor stijgt, in de zomer, de gemiddelde aanvoer van zoet water via de rivieren. Dit blijkt uit onderzoek van de WUR, dat onderzocht heeft dat in 2050 de maximale invoer van zoet water via de Rijn bij Lobith gemeten wordt op 18.000 m³ per seconde. In 2018 is dat nog maximaal 16.000 m³ per seconde (Helpdeskwater, sd). Dat laat zien dat er meer zoet water beschikbaar komt voor Nederland. Dit is niet helemaal waar, aangezien vanaf 16.000 m³ per seconde de Rijn in Duitsland buiten zijn oevers treedt, waardoor de afvoer naar Nederland afneemt.

Als gevolg van een hogere temperatuur is het anderzijds ook mogelijk dat er minder sneeuw valt, en dat de aanwezige sneeuw eerder smelt. Hierdoor is de aanvoer van zoet water via de rivieren in het voorjaar eerder aanwezig, en is er in het najaar, eerder, een lagere aanvoer vanuit Duitsland (Wit, Buiteveld, & Deursen, 2007). De aanvoer van de rivieren kan erg fluctueren, wat ervoor zorgt dat de rivier een onzekere factor is in de aanvoer van zoet water.



Figuur 4.1.3.1 Luchtopname van de Rijn, daar waar de Rijn zich splitst in de Waal (links) en het Pannerdens-Kanaal (verderop Rijn). (De Gelderlander, 2017)

4.2 Beleid

Naast de veranderingen in het klimaat spelen ook veranderingen in het overheidsbeleid een rol. Het maken van een beleid kan gedaan worden door het Rijk, maar ook door de Provincie of het Waterschap. Het Rijk bepaalt wat voor beleid de Provincies moeten volgen, maar de Provincie krijgt hier vaak de mogelijkheid om het beleid verder in te richten.

4.2.1 Rijk

Afgelopen jaren zijn er meerdere besluiten genomen om vroegere zoet-zoutovergangen weer te herstellen. Door dit soort besluiten wordt de zoet water aanvoer voor o.a. de akkerbouw afgesneden. Hier is gekeken naar de huidige ecologische toestand in een bepaald gebied, en naar de gevolgen van het zout maken van zoetwatermeren. Dit is bijvoorbeeld bij het Rammegors het geval. Een natuurgebied wat van de zee was afgesneden is weer in contact gebracht met de Oosterschelde. Op deze manier wordt het herstel van slikken- en schorregebieden gestimuleerd.

Ook het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen is een gevolg van een overheidsbesluit, om de trektocht van vissen van en naar de paaigebieden te stimuleren. Met de komst van de Haringvlietsluizen is de route van zalm en schieraal, naar zoet water om eitjes te leggen, onderbroken. Er is onderzocht wat de invloed is op de trektocht van vissen, van en naar zoet water. Hieruit is gebleken dat de vissen de route via het Spui, richting de Nieuwewaterweg, ook kunnen vinden waardoor kierregime van de Haringvlietsluizen niet nodig is (Winter & Bierman, 2010). Aangezien het besluit al in 2000 gevormd was staan de sluizen nu, met afgaand en opkomend tij, op een kier. Een groot gevolg voor de akkerbouw in de omgeving is het feit dat zout water binnenkomt in het zoete Haringvliet. Dit heeft tot gevolg dat het water, wat wordt ingelaten voor irrigatie, brakker is. Op deze manier wordt het, vooral voor de akkerbouwers op Goeree-Overflakkee, een uitdaging om voldoende zoet water beschikbaar te hebben. Er is op het Zuid-Hollandse eiland een alternatief aangebracht in de vorm van een zoetwaterinlaat stroomopwaarts (Rijkswaterstaat, 2019). Op deze manier wordt geprobeerd om toch nog voldoende zoet water voor de akkerbouwers beschikbaar te houden. Zulk soort besluiten zorgen ervoor dat, zeker in de delen van Zeeland waar nog zoet water beschikbaar is, het voor akkerbouwers een uitdaging wordt om voldoende zoet water beschikbaar te krijgen.



Figuur 4.2.1.1 De Haringvlietsluizen (Rijkswaterstaat, 2019)

4.2.2 Provincie

Ook voor de gemeente Tholen en St-Philipsland en de Reigersbergsepolders in Rilland speelt het overheidsbeleid een grote rol. Het besluit om de voorraad zoet water, aanwezig in het Volkerak-Zoommeer, in open verbinding te stellen met de Oosterschelde wordt door de Provincie Zeeland, samen met de verschillende partijen hieronder, besproken (Klostermann, Veraart, & Cofino, 2013).

- Ministerie I&M
- Rijkswaterstaat Zeeland
- Programmabureau Zuidwestelijke Delta
- Provincies (Noord-Brabant, Zuid-Holland, Zeeland)
- Drie waterschappen (Scheldestromen, Hollandse Delta, Brabantse Delta)
- ZLTO en individuele boeren in het gebied
- Natuurorganisaties, vooral Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en WNF
- Evides waterbedrijf
- De Belgische overheid

Het Volkerak-Zoommeer is een stilstaand zoetwatermeer. Dit levert, vooral in warme zomers, de vorming van blauwalg op. Dit wordt, door de overheid, als belangrijkste reden aangedragen om het Volkerak-Zoommeer zout te maken. Gevolg van een zout Volkerak-Zoommeer is een afsluiting van zoet water voor akkerbouwers op Tholen en Rilland. Het besluit om het Volkerak-Zoommeer zout te maken is uitgesteld tot 2031 maar volgens dhr. D. Goense van ZLTO-Tholen is het nog maar de vraag of er dan duidelijkheid komt in deze situatie (zie bijlage 2).

Een ander zoetwaterproject in Zeeland is de waterleiding voor fruitteilers op Zuid-Beveland. Dit is een oude drinkwaterleiding vanuit Brabant die nu gebruikt wordt als aanvoer voor de, relatief schadegevoelige, fruitteelt om vorstschade te beperken. Vanwege klimaatverandering, wat tot uiting komt in droge perioden, zijn agrarische ondernemers opzoek naar alternatieve aanvoer van zoet water (Gerritsen & Koopmans, 2012). Het beleid van de Provincie is gericht op het stimuleren van zoet water voor akkerbouwers, maar ook het verhogen van recreatiemogelijkheden. Volgens Vincent Klap van de Provincie Zeeland zijn er genoeg manieren om gewassen te telen, en is het voor akkerbouwers niet de bedoeling om bij de pakken neer te gaan zitten. Voorheen werd ook niet berekend en teelden de Zeeuwse boeren ook gewassen, met goede opbrengsten. Dat kan nu nog steeds, onder aan de streep heeft Nederland nog een neerslagoverschot van ongeveer 300 mm per jaar (Grondwaterformules.nl, 2019). Dat is voldoende om ook in Zeeland, zonder aanvoer van rivierwater, goede gewassen te telen.



Figuur 4.2.2.1 Het Volkerak-Zoommeer (Vries, 2011)

5 Hoe kan de agrarische sector op deze veranderingen inspelen?

Hieronder zijn verschillende oplossingsmethoden om gezonde gewassen te telen, met of zonder de aanvoer van water, weergegeven. Met regionale, maar ook bedrijfsmatige, methoden kan de aanvoer van zoet water voor gewassen verbeterd worden. Ook komt de teelt van zilte gewassen naar voren. Er zijn al verschillende projecten in werking, deze zijn hieronder benoemd en kort uitgewerkt.

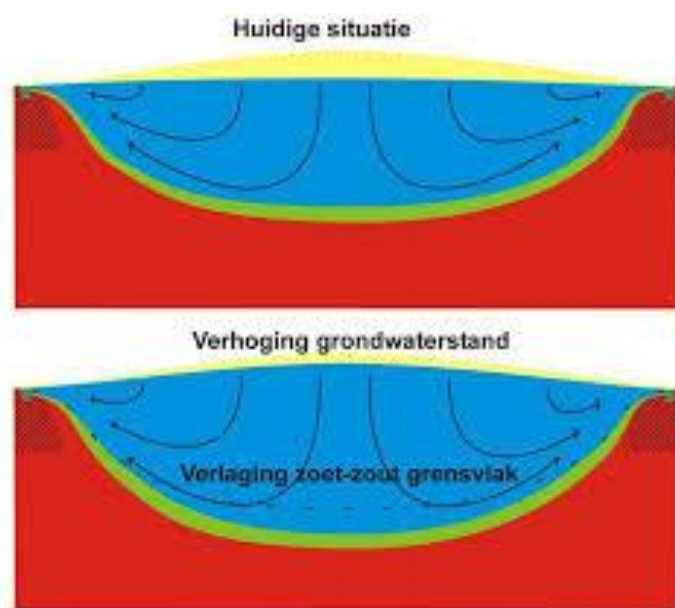
5.1 Op regionaal niveau

Hieronder staan methoden die uitgevoerd kunnen worden op regionaal niveau. Dit kan worden als gebied gebonden worden uitgevoerd, dus bijvoorbeeld door de Provincie Zeeland. Deze oplossingen kunnen eventueel in samenwerking met het waterschap worden opgepakt (Vellinga, 2009).

5.1.1 Buffers in de bodem aanleggen

Om voldoende zoet water beschikbaar te hebben voor mensen, dieren en planten is het mogelijk om zoetwaterbuffers aan te leggen in de bodem (Prevo, 2007). Dit is niet overal mogelijk aangezien de ondergrond kan variëren. Hiervoor dient eerst te worden onderzocht hoe de ondergrond ingedeeld is, en op welke manier de bodem gaat veranderen als daar water in wordt gepompt. Het kan namelijk zijn dat, wanneer er water in de bodem gepompt wordt, de ondergrond wegspoelt (S.Pauw, 2015). Als de bodem geschikt is om zoetwaterbuffers aan te leggen, is het mogelijk om bijvoorbeeld overtollige regenval op te slaan in de bodem. Een geschikte bodem is vaak een ondergrond met grof zand, waarin het water opgeslagen kan worden. Omringt met kleipakketten blijft het water op de plek, zonder dat het uitspoelt. Door dit water niet weg te laten lopen, maar juist op te slaan in de bodem is het mogelijk om dit later op te pompen (Bal, 2019). Dit kan zijn in droge perioden, of op andere tijdstippen dat er behoefte is aan zoet water, bijvoorbeeld met het wassen van producten bij levering (Stallen, 2019).

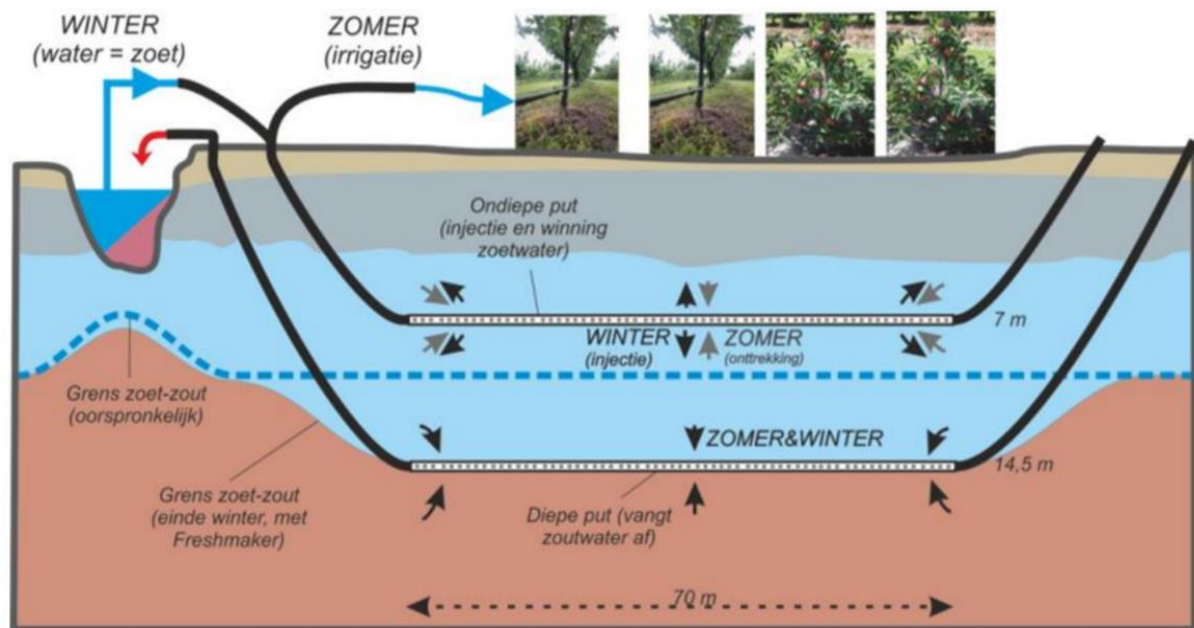
Door zoet water ondergronds op te slaan is het mogelijk om deze voorraad langere tijd te bewaren (Klap, Proeftuin Zoet water, 2019). Zodoende kan, tijdens een droge periode, het water opgepompt en gebruikt worden. Daarnaast kan deze zoetwaterbel ervoor zorgen dat zout water verdrongen wordt. Bij verzilting is het geval dat, zoals in hoofdstuk 4 is beschreven, het zoute water vanaf onder richting de wortels beweegt (Helpdeskwater, sd). Bij de afwezigheid van zoet water komen de planten in zout water te staan, wat als direct gevolg heeft dat het gewas slecht groeit. Een indirect gevolg van verzilting is het lager worden van de potentiële opbrengst, maar ook de achteruitgang van de bodemstructuur. Door een zoetwaterbel boven het zoute water te creëren is het mogelijk om deze zoute kwel tegen te gaan. Dit kan uitgevoerd worden door het Waterschap, aangezien de oppervlakte van deze zoetwaterbellen wel groter moeten zijn dan het onderliggende zoute water (zie figuur 4.1.1.2). Als het zoute water aan de zijken voorbij het zoet water dringt, is het effect van de bel 'drijvend' zoet water weg, waardoor het zoute water in de bovenlaag kan komen (S.Pauw, 2015).



Figuur 5.1.1.1 Gevolg van het verhogen van de grondwaterstand (Nikkels, 2013)

Dankzij een regenwaterlens is het in Zeeland, maar ook in andere gebieden met een zoute ondergrond, mogelijk om gewassen te telen. Door deze lenzen te onderhouden, en mogelijk uit te breiden door zoet water in de bodem te brengen, is het mogelijk om voor de toekomst een oplossing te hebben voor eventuele veranderingen. Een relatief simpele methode om meer zoet water op te slaan, is door het grondwaterpeil, in de winter, te verhogen (zie figuur 5.1.1.1). Dat houdt in dat er minder snel water wordt afgevoerd door het waterschap. Dit heeft tot gevolg dat in de winter het land vaker nat zal zijn, en in het voorjaar later toegankelijk (Jonkhof & Vos, 1991). Dit laatste zorgt ervoor dat, op de Zeeuwse kleigronden, deze oplossing niet van toepassing is. Dit omdat de akkerbouwer, als het droog genoeg is in het voorjaar, wil beginnen met voorjaarsbewerkingen zoals zaaien en poten.

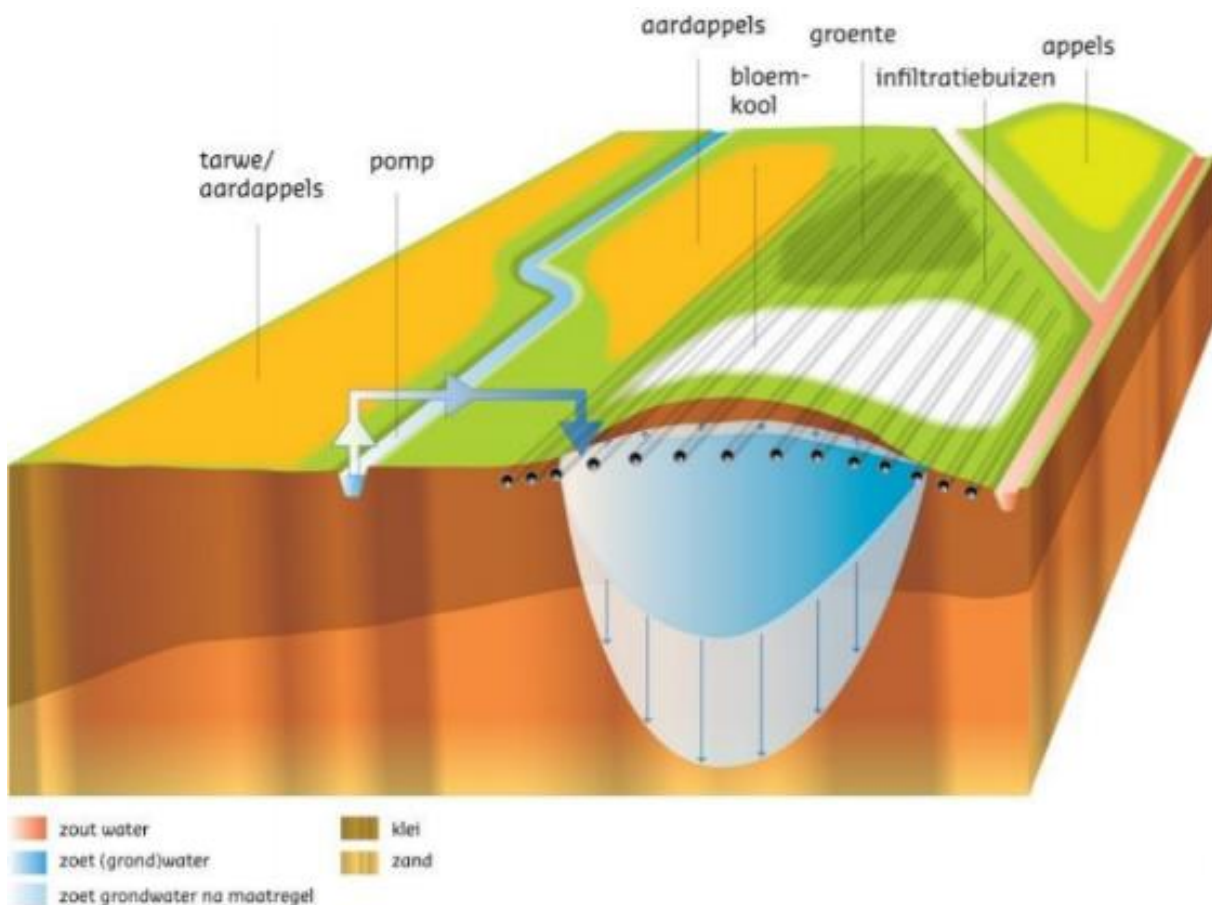
Een andere methode om water in de bodem op te slaan is door middel van het project Freshmaker. Dit is een project waarbij zoet water in de grond wordt gepompt, en tegelijkertijd op een diepere laag het zoute water wordt weggepompt. Op deze manier blijft het zoet water altijd boven het zout water, waardoor de voorraad zoet water behouden blijft. Doordat De Freshmaker zout water wegpompt, en zoet water inpompt, kan zelfs in een zoute ondergrond zoet water opgeslagen worden. In onderstaande afbeelding is een schema te zien van de werking van De Freshmaker (zie figuur 5.1.1.2). Het rode gedeelte is zout water, en het blauwe deel is zoet water.



Figuur 5.1.1.2 Schema van de werking van De Freshmaker (Oude Essink, et al., 2014)

Naast De Freshmaker zijn in Zeeland ook projecten gaande met kreekruuginfiltratie en met diepe peilgestuurde drainage. Drains2Buffer is de naam van het project in Kerkwerve, op Schouwen-Duiveland, waarbij met behulp van diepe peilgestuurde drainage zout grondwater afgevoerd wordt. Door het zoute grondwater af te voeren is het mogelijk dat de zoetwaterlens groter wordt. Dit komt doordat het zoute water, wat weggepompt wordt, plaats maakt voor zoet water. Op deze manier wordt de zoetwaterbel dieper, waardoor er meer water gebufferd kan worden. Om diepe drainage aan te leggen is een andere denkwijze nodig dan bij gangbare drainage. De buizen moeten dieper gelegd worden, rond de 1,20 m beneden maaiveld. Ook komen de buizen dichter op elkaar te liggen, ongeveer 4 meter onderling. Door het zoute water weg te pompen, en zoet water daarvoor in de plaats laten komen, blijft het grondwaterpeil op dezelfde stand. Hierdoor is geen sprake van gevolgen van een te lage grondwaterstand zoals bodemdaling of verdroging (Oude Essink, et al., 2014).

Bij het project met kreekruginfiltratie wordt gebruik gemaakt van, van nature aanwezige, kreekruggen. In hoofdstuk 3.3 is beschreven hoe deze kreekruggen ontstaan zijn. De diepte van deze kreekruggen varieert van 6 meter tot 30 meter onder het maaiveld. In deze kreekruggen is zoet water aanwezig, wat aangevuld wordt met regenwater. Doordat zout water zwaarder is dan zoet water blijft de zoetwaterbel intact. Doordat de kreekrug bestaat uit grof zand, en rond de kreekrug vaak klei of fijn zand zit, blijft het water in de kreekrug. Doordat klei weinig water doorlaat blijft de zoetwaterbel op zijn plaats. In tijden van wateroverschot, vanwege regenval, wordt zoet water via een peilgestuurde infiltratiesysteem in de kreekrug gebracht. Hierdoor wordt de grondwaterstand verhoogd, zodat het zoute water dieper wordt weggedrukt. Volgens Johan Sanderse, initiatiefnemer van de Kreekrug Infiltratie Proef, is het bij kans op wateroverlast mogelijk om het systeem binnen afzienbare tijd leeg te laten lopen. Zodoende is er geen risico op schade doordat er te veel water in de bodem is. De buffer zoet water in de kreekrug kan in drogere perioden, met behulp van een diepdrain, gebruikt worden om gewassen van zoet water te voorzien. Naast deze ondergrondse zoetwateropslag levert dit systeem, vanwege een hogere grondwaterstand, ook voldoende vocht voor plantenwortels (Oude Essink, et al., 2014).



Figuur 5.1.1.3 Schema Kreekruginfiltratie (Oude Essink, et al., 2014)

5.1.2 Het opvangen en hergebruiken van water

Als het aanleggen van een ondergrondse buffer niet mogelijk is, is het mogelijk om water bovengronds op te slaan. Dit kan gedaan worden door een bassin aan te leggen. Van hieruit kan dan met slangen of buizen water naar de percelen gebracht worden, en vanaf daar via een haspel of met behulp van druppelslangen. Het bassin kan gevuld zijn met regenwater wat van daken opgevangen is, dit wordt ook toegepast op de Proefboerderij Rusthoeve in Colijnsplaat (Donkers, 2010). Een bassin kan ook gevuld worden met leidingwater of met hulp van een bron. Hier is wel een geschikte bron, met zoet water in de ondergrond, voor nodig. Vullen met een bron, of via de waterleiding, is vaak langzamer dan met behulp van regen (Bal, 2019). In gebieden waar in de zomerse periode de sloten, met zoet water, doorgespoeld worden is het mogelijk om vanuit de sloot het bassin te vullen.

Ook daken van grote bedrijven of fabrieken zijn een goede manier om water op te vangen en te gebruiken voor irrigatie, of als buffer. Vaak hebben deze gebouwen een grote dakoppervlakte, waardoor er, bij regen, een grote hoeveelheid water opgevangen wordt. Daarnaast is het mogelijk om met behulp van stuwen in de sloot het zoete water langer vast te houden (Boeters, 2012). Na regenval stroomt het meeste water gelijk weg, maar door een schut te plaatsen kan het water langer vastgehouden worden (Stallen, 2019). Bij de teelt van vollegrondsgroente is het al snel rendabel om een bassin aan te leggen. Dit omdat deze saldo's hoger liggen dan gangbare gewassenteelt, mede door de kleinere oppervlakte (Bakel, Poelman, Kielen, & Hoogewoud, 2009).

Een andere methode, van bovengrondse zoet water opslag, is in de vorm van een wadi of, bij rivieren, een retentiebekken. Een wadi zorgt ervoor dat, bij hevige regenval, het regenwater niet kan zorgen voor overbelasting van het riool. Als het riool de afvoer van het water niet aankan, wordt overtollig regenwater richting een wadi geleid. Dat is een, natuurlijke of door de mens, aangelegde waterberging. Door het water via een wadi weg te laten zakken, wordt het zoet water geïnfiltreerd in het grondwater (Boogaard, 2018). Daar waar rivieren buiten de oevers treden is het mogelijk om een retentiebekken aan te leggen. Dat zijn grote gebieden, die beschikbaar gesteld zijn om, bij hoog water, onder te lopen. Om zoet water op te slaan is het mogelijk om gebruik te maken van zulke bekkens. Door op verschillende plaatsen in Zeeland retentiebekkens aan te leggen, kan er meer zoet water opgeslagen worden. Door deze voorzieningen zoveel mogelijk in het centrum van een eiland aan te leggen, kan de toenemende zoetwaterdruk vanaf boven ervoor zorgen dat de ondergrondse zoetwaterlens vergroot wordt. In de gebieden, aangrenzend aan deze retentiebekkens, is de kans op zoetwaterkwel, vanuit de zoetwaterlens, groot (Jonkhof & Vos, 1991). Deze oplossingen kosten veel oppervlakte, maar leveren daarvoor, mits de zoetwatervoorraad groot genoeg is, een stabiele aanvoer van zoet water. Ook wordt de zoute kwel verder verdrongen.

Een andere manier om aan zoet water te komen is via de plaatselijke rioolwaterzuivering. Er dient wel gekeken moeten worden of daar water vandaan mag komen in verband met giftige stoffen, of verontreinigd water. Vaak wordt een groot deel van het water van de zuivering niet hergebruikt maar via een afvoer de zee in gepompt. Het is niet geschikt voor drinkwater, vaak bevat rioolwater ziektekiemen en medicijnresten. Als water vanuit een rioolwaterzuivering naar een afvalwaterzuivering wordt gebracht, kan het beter gefilterd worden. Hier komt ook water uit bijvoorbeeld een frietfabriek, om hier gefilterd te worden. Water uit een afvalwaterzuivering is vaak schoner en kan wel worden gebruikt voor beregening van gewassen (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2015).

5.1.3 Natuurcreatie

Als landbouwgrond dusdanig verzilt is geraakt, is het vaak niet rendabel om dit effect om te keren. Er zal dan gekeken worden naar alternatieve manieren om opbrengsten te halen. Een mogelijke oplossing is het telen van zilte gewassen. Hier zal in 5.2.4 aandacht aan worden besteed, de teelt van zilte gewassen is namelijk een bedrijfsgerichte oplossing voor het verziltingsprobleem. Een alternatief voor het telen van akkerbouwgewassen is het creëren van natuur. Veel gebieden die te maken hebben met verziltingsproblemen liggen dichtbij de zee. De combinatie van zee en natuur is voor veel mensen, met name toeristen, een goede trekpleister. Door de verzilte gebieden zo in te richten, dat het voor mensen toegankelijk is, is het mogelijk om er een attractie van te maken. Op deze manier kan op een andere manier dan het telen van gewassen geld verdiend worden. Wat de rol van deze natuurgebieden is, in de situatie rondom verzilting, is onbekend. Het kan zijn dat deze gebieden ervoor zorgen dat er minder druk is vanuit de zee. Aangezien de verzilte gebieden vaak langs de zee aanwezig zijn betekent dat vaak dat de percelen, verder landinwaarts, minder zout zijn. Op deze manier draagt de aanwezigheid van natuurgebieden bij aan het tegengaan van verzilting, in de vorm van een bufferzone.

5.2 Op bedrijfsniveau

Hieronder staan enkele oplossingen voor het verziltingsprobleem die uitgevoerd kunnen worden op het bedrijf zelf. Dus de ondernemer kan er zelf voor kiezen om deze oplossingen toe te passen, en om op deze manier gewassen te telen. Wanneer een akkerbouwer alleen de toegang heeft tot zout of brak water, is het niet aanbevolen om dat water te gebruiken om te irrigeren. Beregenen met zout water heeft slechte gevolgen, op korte termijn, voor de plant, en op lange termijn, op de bodem.

5.2.1 Minder water gebruiken door middel van druppelirrigatie

Het principe van druppelirrigatie is dat de velden bevoeid worden met behulp van slangen, met op een vaste afstand een gaatje. Hierdoor komt het grootste deel van het water op de gewenste plek, dus zo dicht mogelijk bij de plant. Hierdoor is er minder water nodig, wat ervoor zorgt dat er per jaar minder water nodig is (Alblas & Floot, 2002). Ook kan kunstmest meegegeven worden via de druppelslangen. Bedrijven, waaronder Van Iperen en Delphy, zijn bezig met onderzoek naar de toepassing van druppelbevloeiing in vollegrondsgewassenteelt. Beregenen met een haspel, in combinatie met een kanon of beregeningsboom, kost veel water terwijl niet al het water op de goede plek terecht komt. Zeker op warme dagen, met een lage luchtvochtigheid, verdampt veel water voordat het op de grond of op het gewas valt.

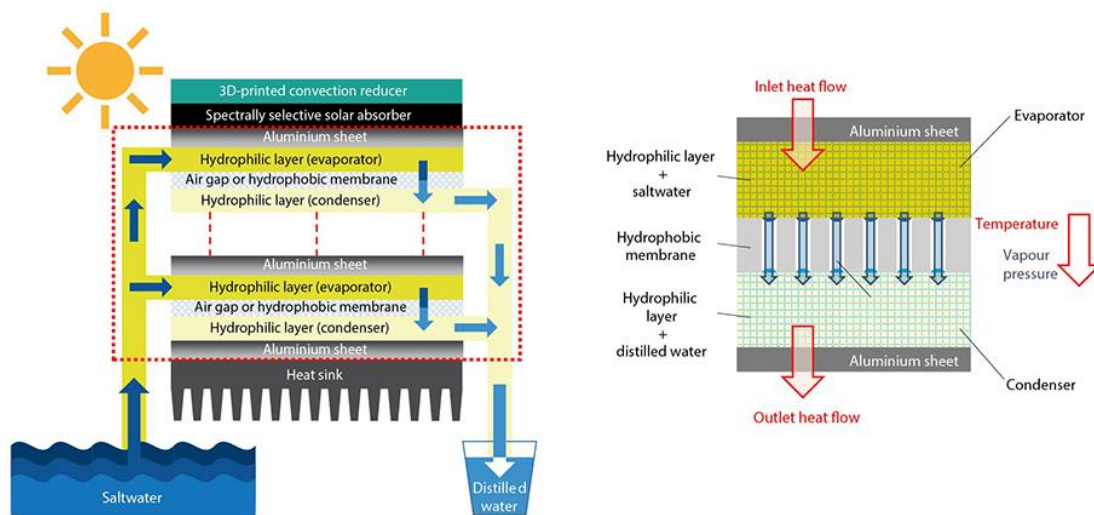
Bij de toepassing van druppelirrigatie komt al het water binnen het bereik van de plantenwortels (Klap, Proeftuin Zoet water, 2019). Op deze manier kan veel water worden bespaard. Er zijn al meerdere proeven uitgevoerd met de aanleg van druppelslangen, in de teelt van gewassen zoals (zoete) aardappelen en uien, zoals in figuur 5.2.1.1 is te zien.



Figuur 5.2.1.1 Druppelirrigatie in zoete aardappelen (Arends, 2018).

5.2.2 Omgekeerde osmose toepassen

De methode om omgekeerde osmose toe te passen zorgt ervoor dat het zout uit het water wordt gefilterd, waardoor er zoet water overblijft. Dit ontzouten werkt dankzij een methode waarbij het zoute water ingedampt wordt. Op deze manier blijft het zout achter, terwijl het water verdampt. Als deze damp wordt opgevangen, en afgekoeld, blijft er gedestilleerd water over. Een andere manier om zoet water te maken is via een systeem met verschillende membranen. De waterstroom door de membranen wordt veroorzaakt door een temperatuurverschil tussen de verschillende compartimenten. Het zeewater wordt omhoog gebracht door de capillaire werking in strips die zijn gemaakt van wateraantrekkend materiaal, vergelijkbaar met een katoenen veter die water uit een bak kan opzuigen. De module heeft bovenop een laag speciaal materiaal, zwartkleurig, wat heel efficiënt zonnestraling omzet in warmte (Almecogroup, 2019). Vanaf het bovenste deel, de verdamper met behulp van zonlicht, zakt de waterdamp naar beneden naar de condensor. Hier ontstaan weer waterdruppels die vanwege de zwaartekracht verder dalen naar een verzamelreservoir.



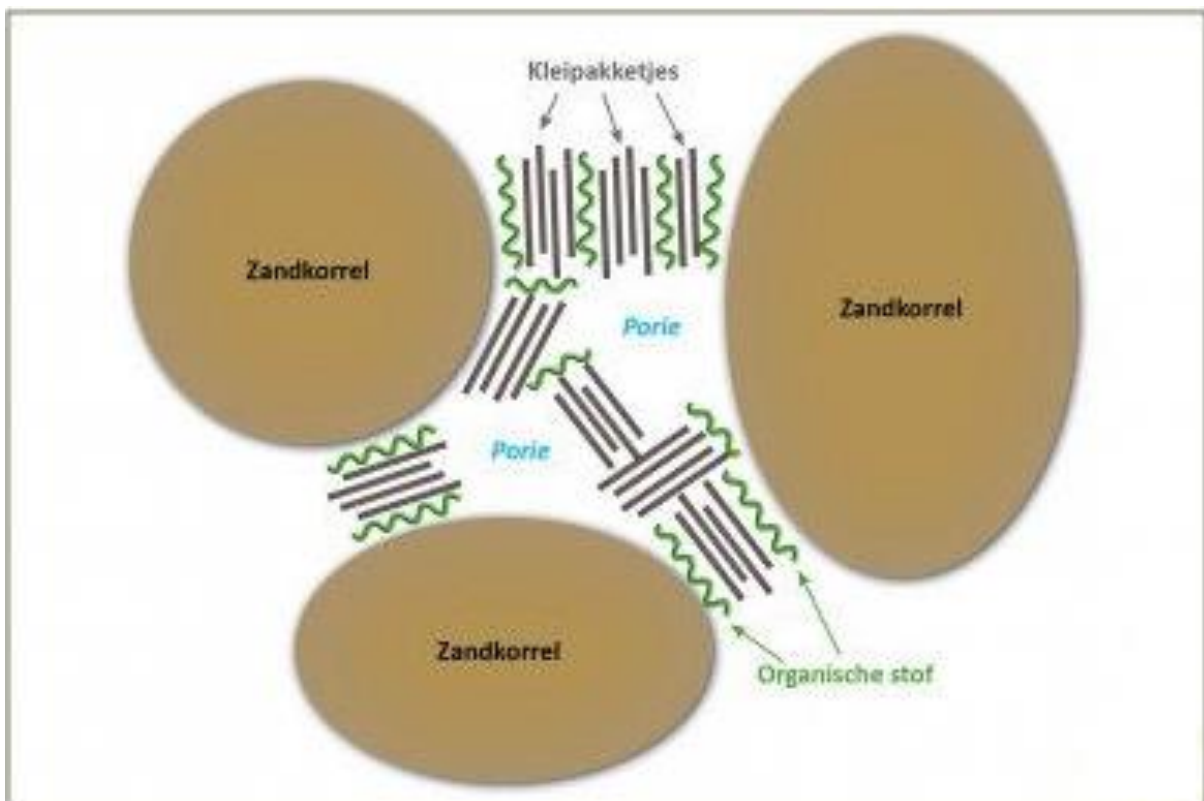
Figuur 5.2.2.1 Opbouw van de destillatiecel, met rechts de waterdampstroom tussen verdamper en condensator.

Doordat het water verdampt blijven de zoutkristallen achter in de verdamper. Door 's nachts, wanneer het systeem niet kan werken vanwege een gebrek aan zonlicht, het systeem door te spoelen met zeewater worden de verdampers schoongespoeld. Op deze manier kan het proces de volgende dag weer opnieuw plaatsvinden (De ingenieur, 2018).

Een andere manier om zout water te ontzouten is het toepassen van een nieuwe techniek, namelijk het water ontzilten met behulp van elektriciteit. Deze methode werkt met behulp van twee geladen, elektrische, polen. Hierdoor ontstaat een elektrisch veld, tussen de polen. Dit spanningsveld zorgt ervoor dat zouten in het water uiteenvallen in positieve en negatieve ionen. Deze zouten trekken naar de tegengestelde kant, waardoor de zouten daar opgevangen worden. Als de kant vol zit wordt de stroom omgedraaid zodat de polen weer schoonspoelen. Dit gaat in een heel korte tijd omdat het oppervlak de stoffen afstoot. Zodoende kan water bespaard worden met het schoonmaken. Daarna kan het ontzilten weer beginnen. Als dit in een systeem plaatsvindt, ter grootte van vier modules zo groot als een koelkast, kan 4 m³ water per uur gezuiverd worden (Wetenschap.infonu.nl, 2012). Dit systeem levert zelf 80% van de benodigde energie, doordat de batterij weer opgeladen wordt als de elektronen heen en weer gaan wanneer de polen omgekeerd worden.

5.2.3 Organische stofgehalte verhogen om meer vocht vast te houden

Water wat in de bodem aanwezig is, hangt vooral tussen de zand en kleideeltjes in. Dit is het hangwaterprofiel. Daarnaast blijft water hangen aan het organische stof, alle deeltjes van plantenresten en dode dieren in de bodem. Om meer vocht vast te houden, is het mogelijk om het organische stofgehalte in de bodem te verhogen. Op deze manier wordt meer water vastgehouden in de bodem, aan het organische stof (zie figuur 5.2.3.1). Door de aanwezigheid van organische stof wordt de ruimte tussen de zandkorrels beter opgevuld dan met alleen kleiplaatjes. Hierdoor blijft meer water tussen de zandkorrels hangen. De plant kan, als het nodig is, dit vocht opnemen via de wortels. Het organische stofgehalte verhogen is een lastige taak, aangezien de afgelopen jaren de organische stof in de bodem daalt (Maljaars, November 2016). Om toch genoeg organische stof aan te voeren is een andere strategie van de agrariër nodig. Het is mogelijk om compost aan te voeren, om tarwestro te hakselen tijdens het oogsten en om groenbemesters te telen. Desondanks blijft het, door afbraak en door het nauwe mestbeleid, een uitdaging om de organische stof te verhogen (Reijneveld, 2013). Mede door de afbraak van organische stof, maar ook door inklinking van klei en bodemdaling neemt de hoeveelheid ruimte voor water en lucht in de bodem af. Door organische stof aan te blijven voeren kan het vochthoudend vermogen op peil gehouden worden. Hiervoor is het ook belangrijk dat een teler een goede strategie handhaaft in het bodembeheer, dus met betrekking tot bijvoorbeeld grondbewerking, bandendruk en oogsttijdstip. (Wösten & Groenendijk, 2019).



Figuur 5.2.3.1 Organische stof in de bodem (Nutrinorm, sd).

5.2.4 Zilte teelten en zouttolerante rassen

De verwachting is dat in Zuid-Europa de opbrengsten, als gevolg van klimaatverandering, dalen met 30%. Dit deel wordt opgevangen door een hogere opbrengstpotentie in Noord-Europa. Door een groeiende wereldbevolking stijgt de vraag naar voedsel, waardoor ook de prijs meestijgt. Door de klimaatverandering neemt het risico op misoogsten door droogte of regen toe. Ook verzilting speelt een rol in het risico op misoogsten. Dit is voor Nederland nog geen bedreiging, mits er genoeg zoet water aanwezig blijft. Ook kan het zijn dat telers de bedrijfsstrategie wijzigen om zo te blijven ondernemen in veranderende omstandigheden. Dit kan zijn in de vorm van een ander bouwplan, om zo met andere, zilte of zouttolerante, gewassen toch geld te blijven verdienen (Craats, Nikkels, & Stuyt, 2016).

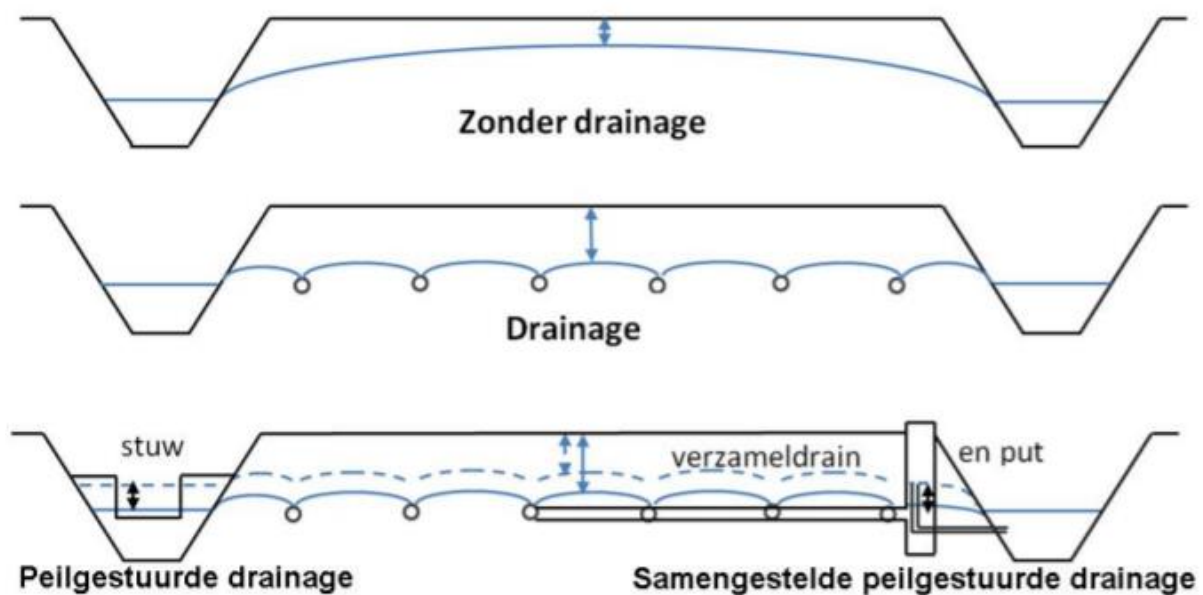
Uit proeven van de proefboerderij op Texel, Zilt Perspectief, is gebleken dat veel gewassen beter tegen zout kunnen dan gedacht werd. Dit effect is vermoedelijk het gevolg van het feit dat het zout niet in de knol of vrucht van een plant opgeslagen wordt, maar juist in het blad. Diana Katschnig promoveerde in 2015 aan de Vrije Universiteit in Amsterdam op 'planten die wel tegen zoute grond kunnen', en volgens haar is zeekraal in staat om het zout op te slaan in vacuolen in de cel. Hierdoor blijft de concentratie zouten in de cel lager, waardoor de cellen blijven functioneren en er nog wel water wordt opgenomen (Martens, 2015). Zodoende wordt een aardbei zelfs zoeter van smaak, als deze op een zoute grond wordt geteeld. Dit is ook het geval bij de teelt van peen (Stichting Zilt Perspectief, 2015). Ook de teelt van suikerbieten slaagt op zoute grond. Marc van Rijselberghe heeft op Texel, in samenwerking met proefboerderij Zilt Perspectief, onderzoek gedaan naar de teelt van zilte gewassen. Hieruit zijn positieve uitslagen gekomen, en daar is Van Rijselberghe mee verder gegaan. Van Rijselberghe verbouwt nu zilte aardappels en groenten op Texel (Marcfoods.nl, sd).

De uitdaging is nu om de kiemplant ook zouttolerant te maken. Dit is nu nog niet het geval, waardoor veel plantjes in een vroeg stadium wegvallen. De planten die wel overleven, hebben een hoge opbrengst potentie (Zouttolerante gewassen, 2015). Volgens Maarten en Hubrecht Janse, akkerbouwers met zilte gewassen uit Wolphaartsdijk, is zoet water wel nodig om de groei op gang te brengen. Na een cruciale fase, de kiemplanten, kan de plant ook groeien met zout water. Wel blijft het nodig om zoet water aan te voeren om de watervoorraad aan te vullen. Ook stijgt de concentratie zout dusdanig, doordat het water verdampt en het zout achterblijft, waardoor het zelfs voor o.a. zeekraal moeilijk wordt om te groeien. Ook voor het behoud van kwaliteit is het, volgens Janse, nodig dat de planten zoet water ter beschikking hebben. 'Het mooiste werkt het met twee watersystemen naast elkaar, om zo zoet en zout water te kunnen toedienen. Op deze manier wordt de groei gestimuleerd, terwijl het onkruid onderdrukt wordt.'

Alterra is in 2014 begonnen met onderzoek naar de aanleg van filterende moerassen om zo het zoute water zoet te maken. Dit onderzoek is gedaan in een laboratorium, waar verschillende zeegroenten zoals zee-asters en zeebies getest werden hoeveel nutriënten ze kunnen opnemen. Op deze manier kan een moeras aangeplant worden, waar zout water doorheen stroomt en waar de planten dan het zout uithalen. Op deze manier is het water aan het eind van deze filter relatief zoet (Lange & Paulissen, 2014).

5.2.5 Peil gestuurde drainage

Een nieuwe manier om de verzilting tegen te gaan en tegelijkertijd zoet water aan te voeren is door middel van peilgestuurde drainage. Dit is een systeem wat vergelijkbaar is met conventionele drainage. De verschillen zijn zichtbaar in figuur 5.2.5.1. Bij gangbare drainage wordt de diepte en onderlinge afstand van de drains bepaald op basis van de grondsoort en hoe vochtig de bodem maximaal mag zijn (Talsma, Enthousiasme over samengestelde peilgestuurde, 2010). Bij peilgestuurde drainage liggen de drains onderling vaak dichterbij elkaar, om er zo voor te zorgen dat de opbolling van de drains niet te hoog te laten worden. Op deze manier worden te natte bodemcondities tegengegaan. De stuw zorgt ervoor dat, bij peilgestuurde drainage, het grondwaterpeil op hetzelfde niveau als het peil in de sloot blijft. Door het peil in de sloot te verhogen, door de stuw omhoog te zetten, blijft het water langer in de drains. Hierdoor stijgt de grondwaterstand waardoor de planten langer toegang hebben tot het water in de bodem (Staarink, Schipper, Straat, & Dik, 2015).



Figuur 5.2.5.1 Verschillende drainagemethoden (Rozemeijer, et al., 2012)

Bij samengestelde peilgestuurde drainage wordt het water, bij overtollige neerslag afgevoerd richting een verzameldrain (zie figuur 5.2.5.1). Hierop komen de drainagebuizen binnen, en deze loopt richting een put die dient als waterbuffer. Door hier het water vast te houden, wordt het nog niet geloosd in de sloot. Op deze manier wordt zoet water opgeslagen tot het droog wordt. Als het perceel opdroogt, wordt het water de andere kant op gebracht namelijk naar het perceel toe, tot de buffer leeg is. Dit wordt gedaan om de zoute kwel te onderdrukken en om de planten van zoet water te voorzien. Als de buffer vol zit en er nog meer regen wordt verwacht, of de akkerbouwer wil het perceel gaan bewerken, kan het water weggepompt worden door het peil in de put omlaag te zetten, zodat het overtollige water richting de sloot gaat (Talsma, 2010).

Naast peilgestuurde drainage en samengestelde peilgestuurde drainage, is er ook klimaat adaptieve peilgestuurde drainage. Dit bestaat uit een samengesteld, peilgestuurd, drainagesysteem en een op afstand regelbare drainageput in combinatie met de volledige infrastructuur voor telemetrie en dataopslag. Een groot voordeel van dit systeem is dat het peil op afstand, via internet, is te regelen. Ook is het mogelijk dat meerdere partijen mee kunnen kijken met het waterpeil in de bodem maar ook in de sloot. Voor waterschappen is dit een manier om eventuele grote wateraanvoer, vanuit regenval, te verwerken door tijdig de buffers leeg te laten lopen (Eertwegh, et al., 2013). In bijlage 1 staat een overzicht van samengestelde drainage.

6 Discussie

In dit rapport is de situatie rondom de zoetwaterhuishouding in Zeeland beschreven. Door veranderingen in het klimaat, en in het overheidsbeleid, komt de zoetwatervoorraad in gevaar. Daarom is het van belang dat er toepasbare oplossingen komen. In dit rapport is een overzicht gegeven van mogelijke oplossingen van de komende problemen in de zoetwaterhuishouding in Zeeland. Met deze methoden hebben agrariërs en waterschappen een oplossing voor het zoetwaterprobleem. Hieronder zijn de resultaten van de verschillende deelvragen kort behandeld.

6.1 Resultaten

De huidige zoetwatervoorziening is voor het grootste deel van Zeeland afhankelijk van regenval. Naast deze natuurlijke aanvoer van zoet water is, voor die delen van Zeeland, geen andere aanvoer. Hier zijn de gewassen in 2018 ernstig verdroogd, en ook in 2019 is de droogte nog merkbaar in de stand van de gewassen. In de oostelijke delen, waar water uit het Volkerak-Zoommeer ingelaten kan worden zoals in hoofdstuk 3.1 beschreven staat, is er naast regenval een aanvoerlijn vanuit de rivieren. Hier heeft het waterschap een taak om dit water goed te verdelen, en te zorgen dat het zoet blijft.

De uitkomst op de eerste deelvraag is duidelijk onderzocht op basis van gegevens van het Waterschap, de Provincie en literatuur. Op deze deelvraag kunnen geen andere antwoorden gegeven worden, het is de uitgang- en huidige situatie voor de volgende deelvraag.

In de tweede deelvraag is aandacht voor de komende veranderingen in de zoetwatervoorraad. In dit antwoord komen de verschillende gevolgen van klimaatverandering naar voren. Hier dient opgemerkt te worden dat deze veranderingen verwacht worden op basis van huidige trend en verschillende onderzoeken. Hoe dit over 50 jaar is, kan met een zodanige zekerheid onderbouwd worden dat we ons zorgen moeten maken maar hoe het er werkelijk uit komt te zien is nog niet 100% zeker. Klimaatverandering zorgt er ook voor dat er lokaal grote verschillen op kunnen gaan treden.

Daarom is een onderzoek naar opwarming van de aarde vaak te globaal, en wordt er niet gekeken naar de verandering in Zeeland, wat wel in dit rapport is gedaan. Daarom kan hier nog veel in veranderen. In het rapport is beschreven dat de rivieren, als gevolg van klimaatverandering meer water aan zullen voeren. Dit is discutabel, met een hogere temperatuur valt er minder neerslag en smelt er meer sneeuw, maar er zijn ook onderzoeken waarin staat dat dankzij de klimaatverandering in de winter meer sneeuw valt. Dit is een situatie die in de praktijk zal moeten blijken, het zal van allebei de kanten waarheid kunnen zijn maar dit is per situatie verschillend en zeer onzeker. Het weer heeft de mens niet in de hand. In het rapport is gekeken naar de meest actuele verwachtingen en trends.

De beleidsveranderingen, die wel beïnvloedbaar zijn door mensen, zullen vanuit de belangenorganisatie van de landbouw bestreden moeten worden, aangezien deze nu vooral zijn gericht op het herstellen van oorspronkelijke zoet-zout overgangen. Als voorbeeld het kierbesluit van de Haringvlietssluis, bewezen is dat de vis een andere route neemt en dat een zoetwatermeer zoals het Haringvliet voor de akkerbouw een grote bijdrage levert. Desondanks staat de sluis nu, met eb én vloed, open om twee soorten vis heen en weer te laten zwemmen. Het verlies van grote geldbedragen en het risico op verzilting, van Goeree-Overflakkee maar ook Voorne Putten, kan niet op tegen het belang van twee vissen die nu minder ver hoeven te zwemmen. Deze manier van beleid maken dient tegengesproken te worden, en dit is zeker een gevaar voor de landbouw in Zeeland.

Hiertegenover staan de resultaten van de derde deelvraag. Hierin is onderzocht wat de akkerbouw als sector tegen deze veranderingen kan doen. Akkerbouwers kunnen individueel aan de slag, maar het is beter om samen te werken. Hier komt ook de Provincie Zeeland bij kijken, met financiële steun en samenwerking in projecten, om zoet water langer vast te houden of om zoetwaterbuffers te vergroten.

Het nadeel van deze projecten is dat het heel plaats afhankelijk is of een methode daadwerkelijk toegepast kan worden. Het vergroten van een zoetwaterbel in een kreekruig vereist de aanwezigheid van een kreekruig. Ook de kosten kunnen een bezwaar zijn, maar als aanspraak gemaakt wordt op de huidige subsidiegelden is het financiële al een stuk geregeld. Daarbij komt dat het nooit erg is om in de bodem te investeren, dit is een investering in de toekomst. Daarbij komt dat de stabiele aanvoer van zoet water ervoor zorgt dat de gewassen beter groeien, wat vaak zorgt voor een hogere opbrengst in tonnen maar ook een hogere kwaliteit.

6.2 Methode

Door per deelvraag te zoeken naar wetenschappelijke artikelen is een sterk onderbouwd antwoord gegeven op de verschillende deelvragen. Dit is gedaan met wetenschappelijke rapporten van onder andere onderzoeken van de WUR. Via de speciale zoekmachine van Google, GoogleScholar is gezocht naar wetenschappelijke rapporten en bronnen.

In het vooronderzoek van dit rapport was de aandacht meer gelegd op het interviewen van experts in het vakgebied. Gedurende het schrijven van het rapport is hier verandering in gekomen. Door eerst literatuur te zoeken en daarna bij meerdere personen een toelichting of advies te vragen, is het rapport van twee kanten goed opgebouwd, vanuit zowel literatuur als vanuit specialisten op dit gebied. Dit is in hoofdstuk 2.4 duidelijk omschreven. De literatuurlijst in de bijlage laat zien dat er een ruime hoeveelheid bronnen geraadpleegd is voor het rapport. Dat laat zien dat er een goed literatuuronderzoek is uitgevoerd. Als er meer tijd beschikbaar was geweest, had het een goede optie geweest om het rapport naar meerdere mensen op te sturen om kritisch doorgelezen te worden.

Gedurende het onderzoek is advies en feedback gevraagd aan meerdere personen om zo een zo compleet mogelijk beeld te maken van de situaties, van de veranderingen en van de oplossingen rondom de zoetwatersituatie in Zeeland. Van meerdere mensen is er respons geweest, maar van een deel van de mensen of instanties is niet of maar beperkt een antwoord gekomen. Dit heeft er niet toe geleid dat het rapport niet af gemaakt kon worden, maar met deze, nu ontbrekende, bijdragen had het rapport zo mogelijk nog beter onderbouwd kunnen zijn. De namen van de personen waar geen contact mee is geweest zijn niet genoemd in dit rapport.

7 Conclusie en Aanbevelingen

In dit rapport is een onderzoek beschreven naar de manieren waarop Zeeuwse akkerbouwers aan zoet water kunnen komen voor hun gewassen. In dit hoofdstuk is de conclusie beschreven, dus het antwoord op de deelvragen en vervolgens ook het antwoord op de hoofdvraag. Er is alleen gekeken naar de situatie in de provincie Zeeland (NL). De hoofdvraag is: *Hoe kunnen Zeeuwse akkerbouwers in de toekomst hun gewassen van voldoende zoet water voorzien?*

Deze vraag komt naar voren vanuit de actualiteiten, zoals de droge zomer van 2018, en de vorderende klimaatverandering. Als onderbouwing voor het antwoord op de hoofdvraag zijn de volgende vragen behandeld, namelijk hoe de huidige zoetwatertoevoer is geregeld, wat er daarmee gaat veranderen in de toekomst en hoe agrariërs op deze veranderingen kunnen inspelen.

Door in kaart te brengen hoe de huidige zoetwatertoevoer geregeld is, kan een goed beeld geschetst worden hoe en waar eventuele veranderingen plaats gaan vinden. Zoet water komt op verschillende manieren Nederland binnen zoals via de grote rivieren, maar ook in de vorm van neerslag. De gewassen kunnen dit water gebruiken om te groeien. Het waterschap speelt een grote rol in het beschikbaar maken van zoet water in Zeeland. Op Tholen en St-Philipsland is het mogelijk om de polders met zoet water door te spoelen zodat het water uit de sloten geschikt is voor irrigatie. In dat opzicht loopt Tholen voor op de rest van Zeeland, waar minder zoet water beschikbaar is en waar de boeren afhankelijk zijn van de, steeds vaker, wisselende neerslag.

De komende veranderingen in de zoetwatertoevoer naar Zeeland komen door klimaatverandering. Een hogere temperatuur zorgt voor een zeespiegelstijging, wat als gevolg heeft dat verzilting van Zeeuwse bodems toeneemt. Op deze manier komt de teelt van gewassen in gevaar. Ook het overheidsbeleid kan ervoor gaan zorgen, door te veel te kijken naar natuurherstel, dat huidige zoetwatervoorraden niet meer geschikt of toegankelijk zijn voor agrariërs.

De, in het rapport, beschreven methodes om als agrariërs toch zoet water ter beschikking te hebben, zijn uit literatuuronderzoek naar voren gekomen. Dit zijn veelal projecten in samenwerking met meerdere partijen zoals het waterschap, in combinatie met akkerbouwers. Deze projecten zijn erop gericht om in, natuurlijke, zoetwaterbuffers meer zoet water op te slaan. Op deze manier kan dit water langere tijd bewaard worden, en in droge tijden gebruikt worden om het gewas te irrigeren. Ook het aanleggen van een bassin behoort tot de opties, dit is per hectare vaak een te grote investering. De ondernemer kan kijken naar de toepassing van druppelirrigatie, om zo de benodigde hoeveelheid zoet water te minimaliseren. Een andere methode is een andere denkwijze van de ondernemer: een ander bouwplan met meer zouttolerante gewassen, of het gebruik van bijvoorbeeld peilgestuurde drainage om zo het grondwaterpeil per perceel te beheren.

De Zeeuwse akkerbouwer staat, als antwoord op de hoofdvraag, voor een grote uitdaging: klimaatverandering, wat blijkt uit een stijgende zeespiegel en een groter verziltingsvaar, en daarbij een steeds heviger weerpatroon met extreme droge of natte perioden. Daarnaast is bij de overheid het belang van voldoende zoet water nog niet volledig doorgedrongen. Door goed ondernemerschap en een lang uithoudingsvermogen, is het voor een Zeeuwse akkerbouwer uit te houden. Op de beschreven manieren blijft het mogelijk om zoet water beschikbaar te houden voor de plant, verzilting tegen te gaan en zodoende een positief resultaat te behalen met het telen van hoogkwalitatieve gewassen.

7.2 Aanbevelingen

Tenslotte zijn hier enkele aanbevelingen beschreven voor toepassing van de methoden zoals die in de conclusie naar voren komen, maar ook voor vervolgonderzoek naar de problemen rond zoet water en verzilting.

Door als akkerbouwsector gebruik te maken van de hierboven genoemde resultaten en methoden om zoet water beschikbaar te maken is het mogelijk dat Zeeland een akkerbouwgebied blijft. Hoe deze oplossingen toegepast moeten worden is afhankelijk van de locatie, het areaal en het type ondernemer. Daarnaast zijn de methoden, om zoet water te bufferen, zoals die in hoofdstuk 5 beschreven zijn niet voor heel Zeeland van toepassing. Het is per methode verschillend op welke grondsoort er wel of juist niet gewerkt kan worden met die oplossing. Niet op elke locatie kan gebruik gemaakt worden van peilgestuurde drainage of kreekruginfiltratie door ongewenste eigenschappen van de bodem. Hiervoor is verder, lokaal, onderzoek nodig. Daarnaast is het mogelijk dat deze methoden in het buitenland wel uitvoerbaar zijn.

Wel kan gebruik gemaakt worden van een bassin, hierbij is de grootte van het areaal belangrijk aangezien een bassin aanleggen voor 100 hectare een grote investering is en eigenlijk in de praktijk nooit uit kan. Voor kleine arealen kan een bassin sneller uit, zeker als er dan hoog salderende gewassen verbouwd worden. Als de grond al zodanig verzilt is, dat gangbare gewassen telen niet meer mogelijk is, kan gekeken worden naar de teelt van zilte gewassen. Door op deze manier in te spelen op de veranderingen, is het mogelijk om positief resultaat te behalen.

Ook kan het, voor geïnteresseerde partijen, een optie zijn om te kijken naar een project uit de buurt waarbij aangesloten kan worden. Doordat de oplossingen voor het zoetwaterprobleem vaak regionaal zijn, is het meestal niet van toepassing dat een teler hier individueel mee aan de slag kan. Daarom is het belangrijk dat de Zeeuwse, vaak wat stugge, boeren met elkaar in overleg gaan over de toekomst met of zonder zoet water. Het is dan mogelijk om samenwerking te zoeken met mensen, bij voorkeur met kennis en ervaring, om zo deze methoden toe te gaan passen. Mogelijke partners in deze projecten kunnen het Waterschap, telers maar ook de ZLTO of de Provincie Zeeland zijn.

Als het lectoraat Agrarisch Waterbeheer verder gaat met het onderzoek naar methoden om zoet water beschikbaar te maken of te houden, is het aangeraden om dit niet te gaan doen door middel van interviews, maar met behulp van wetenschappelijke artikelen en resultaten van beproefde methoden uit de praktijk, zoals dat op Proefboerderij Rusthoeve of op Texel nu al gebeurt.

8 Bibliografie

- (sd). Opgehaald van ipcc.ch: <https://www.ipcc.ch/>
- (2018, November 28). Opgehaald van Unie van Waterschappen: <https://www.uvw.nl/nog-steeds-problemen-met-de-droogte-in-nederland/>
- Aeres Hogeschool. (2016). Reader Waterbeheer. *nr 74007*.
- Alblas, J., & Floot, H. (2002). *Druppelirrigatie met brak water voor*. WUR. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV. Opgeroepen op 2019, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/96836>
- Almecogroup. (2019). *TINOX energy*. Opgehaald van Almecogroup.com: <http://www.almecogroup.com/en/pagina/53-tinox-energy-cu>
- Alterra. (sd). *Sporen van getijdewerking*. Opgeroepen op 2019, van Geologie van Nederland: <http://www.geologievannederland.nl/landschap/landschapsvormen/sporen-van-getijdewerking>
- Arends, S. (2018, Juni 13). *Delphy en Luth te Wedde aan de slag met druppelirrigatie in zoete bataat*. Opgehaald van Delphy.nl: <https://delphy.nl/news/delphy-en-luth-te-wedde-aan-de-slag-met-druppelirrigatie-in-zoete-bataat/>
- Bakel, J. v., Poelman, A., Kielen, N., & Hoogewoud, J. (2009). *Waterreservoirs op bedrijfsniveau*. WUR.
- Bal, J. (2019). *Naar een klimaatbestendige akkerbouw 20125*. Colijnsplaat: Delphy.
- Bas, J. (2018, oktober 27). Volkerak wordt nog niet zout. *BnDeStem*, p. 2.
- Boer, H. d., & Radersma, S. (2011). *Verziltning in Nederland: oorzaken en perspectieven*. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research.
- Boeters, B. (2012, Mei 18). Strijd tegen het zoute water. *De Ingenieur*(8). Opgeroepen op 2019, van [file:///D:/Downloads/235343%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/235343%20(1).pdf)
- Boogaard, F. &. (2018, Augustus/ September). Wat doet Wadi na extreme droogte? *Vakblad Riolering: onafhankelijk maandblad voor beleidsmakers en-beslissers in de rioleringsector*, 24, 12-15. Opgeroepen op Mei 21, 2019, van https://research.hanze.nl/ws/portalfiles/portal/25517758/2018_09_Boogaard_Klomp_wadis_en_droogte_riolering_sept_2018_waterCoG.pdf
- Bosboom, R. (2019, Maart 8). Akkoord over zoet water op Tholen. *PZC*.
- Craats, D. v., Nikkels, M., & Stuyt, L. (2016). *Ontziltning; een oplossing voor verziltning in de vollegronds landbouw?* Soil Physics and Land Management Water Resources Management Alterra. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/509039>
- De Gelderlander. (2017, Februari 6). Opgehaald van <https://www.gelderlander.nl/tiel/tv-hit-als-de-dijken-breken-realistischer-in-rivierenland~ac7e8c8a/>
- De ingenieur. (2018, December 18). *Efficiënt en goedkoop water ontziltten met zonlicht*. Opgehaald van Deingenieur.nl: <https://www.deingenieur.nl/artikel/efficient-en-goedkoop-water-ontziltten-met-zonlicht>

- Donkers, H. (2010, September). Drinkwater uit brak grondwater. *Nieuw in Nederland*. Nijmegen: Radboud Universiteit. Opgehaald van <https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/87008/87008.pdf>
- Doormelle. (2018, Juni 3). *Rivieren Nederland Kaart*. Opgehaald van Doormelle.nl: <http://www.doormelle.nl/rivieren-nederland-kaart.html>
- Eertwegh, G. v., Bakel, P. v., Stuyt, L., Kuipers, A. v., Talsma, M., & Droogers, P. (2013). *KlimaatAdaptieve Drainage*. Wageningen: FutureWater. Opgehaald van https://www.futurewater.nl/kad/wp-content/uploads/2013/02/KAD_Final_openbaar.pdf
- Elschot, K., Tangelder, M., IJzerloo, L. v., Wal, J. T., & Ysebaert, T. (2016). *Getijherstel in het Rammegors*. Yerseke: Wageningen Marine Research. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/401508>
- Esri Nederland. (sd). *Community Maps Contributors*. Opgehaald van Actueel Hoogtebestand Nederland: <http://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>
- Fothergill, A. (Regisseur). (2019). *Our Planet* [Film].
- FRESHEM. (sd). *Afbeelding titelpagina*. Zuidwestelijke Delta. Opgeroepen op 2019, van <https://www.zwdelta.nl/nieuws/zeeuws-zoet-en-zout-grondwater-in-kaart>
- Gerritsen, M., & Koopmans, C. (2012). *Zoetwater in de toekomst*. Amsterdam: Ministerie van Infrastructuur en Milieu. doi:ISBN 978-90-6733-656-7
- Google Maps. (sd). Opgehaald van www.maps.google.nl
- Grondwaterformules.nl. (2019). *Neerslagoverschot*. Opgehaald van <http://grondwaterformules.nl/>: <http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/neerslag-en-verdamping/langjarige-grondwateraanvulling>
- Haas, H. (1998). *Zoet water naar de Oosterschelde: een verkenning naar de effecten op natuur en visserij*. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat.
- Helpdeskwater. (sd). *Afvoer Rivierwater*. (Rijkswaterstaat) Opgehaald van Helpdeskwater.nl: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/afvoer/>
- Helpdeskwater. (sd). *Verziltig*. Opgeroepen op 2019, van Verziltig: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/verziltig/>
- Heuvel, T. M. (2012). *Zoet & zout water en de Nederlanders*. Rotterdam : NAI Uitgevers.
- Heuvelink, E., & Kierkels, T. (sd). *Plantkunde Onder Glas*. Onder Glas.
- Hier.nu. (2017, Mei 15). *Zeespiegelstijging: water zet uit en ijs smelt*. Opgehaald van Hier.nu: <https://www.hier.nu/themas/klimaatwoordenboek/zeespiegelstijging-water-zet-uit-en-ijs-smelt>
- Historiek. (2010, Augustus 25). *Deltawerken eindelijk afgerond*. Opgehaald van Historiek.nl: <https://historiek.net/deltawerken-eindelijk-afgerond/8815/>
- Hoogheemraadschap van Rijnland. (2015, Maart 18). *Zo werkt een AWZI*. Opgehaald van Rijnland.net: <https://www.rijnland.net/over-rijnland/wat-doet-rijnland/afvalwaterketen/zo-werkt-een-awzi>

- Jonkhof, J., & Vos, C. K. (1991). *Water in balans*. Wageningen: Pudoc, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie. doi:90-220-1041-4
- Klap, V. (2019). *Proeftuin Zoet water*. Opgehaald van Zuidwestelijke Delta: <https://www.zwdelta.nl/projecten/proeftuin-zoet-water>
- Klap, V. (sd). Provincie Zeeland. *zoet water*. Opgeroepen op 2019, van Zoet Water: <https://www.zeeland.nl/water/zoet-water>
- Klostermann, J., Veraart, J., & Cofino, W. (2013). *Zoutwatervrees. Zekerheden en onzekerheden rond het zout maken van het Volkerak-Zoommeer*. Alterra - Climate change and adaptive land and water management. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/reports/439218>
- KNMI. (2015). *zeespiegelstijging*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/zeespiegelstijging>
- KNMI. (2018, September 3). Zomer 2018 (juni, juli, augustus). *Extreem warm, zeer zonnig en zeer droog*. Nederland: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- Lange, H. d., & Paulissen, M. (2014). Zilte zuiverende moerassen in Nederland : verkenning toepassingsmogelijkheden zouttolerante planten. *Landschap : tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, 3(31), 161-163. doi:ISSN 0169-6300
- Leenen, J. (1993). *De effecten van het inlaten van gebiedsvreemd zoetwater op de waterbodem in een brakwater milieu*. Tholen: WUR.
- Leiserowitz. (2013). *Climate change in the American mind: Americans' global warming beliefs*. Opgehaald van <http://environment.yale.edu/climate-communication/files/Climate-Beliefs-April-2013.pdf>
- Maljaars, C. (November 2016). *Invloed van het mineralenbeleid op de bodemvruchtbaarheid*. Wemeldinge: CZAV.
- Marcfoods.nl*. (sd). Opgehaald van <https://www.marcfoods.nl/>
- Martens, A. (2015, Juni 5). *Verzilte landbouwgrond weer bruikbaar dankzij zeekraal*. Opgehaald van De Kennis van NU: <https://dekennisvannu.nl/site/artikel/Verzilte-landbouwgrond-weer-bruikbaar-dankzij-zeekraal/7024>
- Nikkels, M. (2013). *Kennismontage omtrent decentrale zoetwater buffering in een zoute ondergrond*. Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam.
- Nutrinorm. (sd). *Achtergrond bodemstructuur*. Opgeroepen op 2019, van Nutrinorm.nl: https://www.nutrinorm.nl/nl-nl/_layouts/15/Nutrinorm.Internet.Branding/Print.aspx?listId=c6921504-7e12-4c67-9c02-d9c446ec94f1&itemId=370
- Oldenborgh, Geert Jan van. (2018, Januari 17). *Trends in weerextremen in Nederland*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/trends-in-weerextremen-in-nederland>
- Oude Essink, G., & van Baaren, E. (2009). *Verzilting van het Nederlandse*. Deltares.
- Oude Essink, G., van Baaren, E., Zuurbier, K., Velstra, J., Veraart, J., Brouwer, W., . . . Schoevers, M. (2014). *GO-FRESH: Valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening*.

- Alterra Climate change and adaptive land and water management. Utrecht: Kennis voor Klimaat. doi:ISBN EAN 978-94-92100-12-2
- Overbeek, K. (2007). De stormvloedkering. *Titel voorblad*. Neeltje Jans. Opgehaald van <https://nl.freeimages.com/photo/the-oosterschelde-storm-surge-barrier-1-1216382>
- Prevo, C. (2007). *Regenwaterlenzen binnen de Provincie Zeeland*. Utrecht: Provincie Zeeland.
- Reijneveld, A. (2013). *Unravelling changes in soil fertility of agricultural land in The Netherlands*. Wageningen: Wageningen UR Depot.
- Reizen langs rivieren . (2019). Opgehaald van <http://www.reizen-langs-rivieren.nl/de-schelde-van-bron-tot.html>
- Riet, A. V., Neelemans, M., & Stanowicki, T. (2018). *Omgevingsplan Zeeland*. Middelburg: Provincie Zeeland. Opgehaald van <https://www.zeeland.nl/digitaalarchief/zee1800160>
- Rijkswaterstaat. (2019). Opgehaald van Kierharingvliet.nl: <https://www.kierharingvliet.nl/index.html>
- Rijkswaterstaat. (2019, Mei 3). *waterinfo.rws.nl*. Opgehaald van [http://waterinfo.rws.nl/#!/details/expert/Zouten/Brienoordbrug-NAP-65-m\(BRB65\)/\(massa\)Concentratie___20chloride___20in___20Oppervlaktewater___20mg___20Fl,Geleidendheid___20Oppervlaktewater___20S___20Fm](http://waterinfo.rws.nl/#!/details/expert/Zouten/Brienoordbrug-NAP-65-m(BRB65)/(massa)Concentratie___20chloride___20in___20Oppervlaktewater___20mg___20Fl,Geleidendheid___20Oppervlaktewater___20S___20Fm)
- Rijkswaterstaat. (sd). *Kaartinfo*. Opgehaald van Waterinfo.rws.nl: <https://waterinfo.rws.nl/#!/kaart/waterafvoer/info/>
- Rossum, M. v. (2017, September 23). *Nieuwe Oogst* . Opgehaald van <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2017/09/23/verzilting-prominenter-op-veredelingsagenda>
- Rozemeijer, J., Broers, H. P., Visser, A., Winegram, M., Borren, W., Gerner, L., . . . Kramer, A. (2012). *Veldonderzoek naar de effecten van peilgestuurde drainage op grondwaterstanden, drainafvoeren en waterkwaliteit op het Oost-Nederlands Plateau*. Waterschap Rijn en IJssel. Deltares. Opgehaald van http://publications.deltares.nl/1201979_000.pdf
- RTLNieuws. (2019, maart 26). *Snel krimpende gletsjer groeit weer iets, maar niet snel genoeg*. Opgehaald van Rtlnieuws.nl: <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/buitenland/artikel/4654796/jakobshavn-gletsjer-groeit-nasa-klimaatverandering>
- S.Pauw, P. (2015). *Field And Model Investigations of Freshwater Lenses in Coastal Aquifers*. Wageningen.
- Scheldestromen. (sd). *Waterkwantiteit*. Opgehaald van Scheldestromen.nl: <https://scheldestromen.nl/waterkwantiteit>
- Scheldestromen, W. (2019). *Tariefgroepen zoetwatervoorziening Tholen en Sint Philipsland*.
- Schipper, P., Janssen, G., Polman, N., Linderhof, V., Bakel, P. v., Massop, H., . . . Stuyt, L. (2014). *Effect zout Volkerak-Zoommeer op de zoetwatervoorziening van de landbouw : berekening droogte- en zoutschade met Eureka 2.1 voor Tholen, St. Philipsland, Oostflakke, Reigersbergsche en PAN-polders*. Wageningen: Alterra - Integrated water and catchment management. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/reports/453533>

- Sonntag, J. (2019, Maart 25). *Cold Water Currently Slowing Fastest Greenland Glacier*. Opgehaald van [www.nasa.gov](https://www.nasa.gov/feature/jpl/cold-water-currently-slowng-fastest-greenland-glacier/): <https://www.nasa.gov/feature/jpl/cold-water-currently-slowng-fastest-greenland-glacier/>
- Staarink, H., Schipper, P., Straat, A. v., & Dik, P. (2015). *Waterconservering door peilgestuurde drainage in Zeeland*. Alterra, Integrated water and catchment management. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/347976>
- Stallen, J. (2019). Bijna €1,5 miljoen voor Zeeuws zoet water. *gfactueel*.
- Stichting Zilt Perspectief. (2015). *Zilt Perspectief*. Adviescommissie Waddenfons en de Regiocommissie. Opgehaald van https://www.ziltperspectief.nl/zelf-perspectief_brochure_A4_2015_lr.pdf
- Syngenta. (2018, Maart 22). *World Water Day*. Akkerwijzer. Opgehaald van <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/134305-world-water-day/>
- Talsma, M. (2010). *Enthousiasme over samengestelde peilgestuurde*. Wageningen: STOWA. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/340126>
- Talsma, M. (2010). Enthousiasme over samengestelde peilgestuurde. *H2O*, 6. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/340126>
- Uitdewilligen, D. (sd). Opgeroepen op Mei 8, 2019, van <https://scheldestromen.nl/zoetzout>
- Universiteit van de Verenigde Naties. (2014, Oktober 29). Opgehaald van <https://www.duurzaamnieuws.nl/verzilting-kost-elke-dag-2000-hectare-landbouwgrond/>
- Vellinga, P. (2009). *Vraag en aanbod van zoetwater in de Zuidwestelijke Delta – een verkenning*. Universiteit Utrecht; Alterra, Wageningen UR; . Raad van Bestuur Kennis voor Klimaat. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/133512>
- Vellinga, P. (2011). Hoezo klimaatverandering. In P. Vellinga, *Hoezo klimaatverandering* (p. 159). Amsterdam: Uitgeverij Balans.
- Vries, I. d. (2011). *Waterkwaliteit en water- en nutriëntenbalansen Volkerak-Zoommeer 1996-2009*. Rijkswaterstaat Zeeland. Deltares. Opgehaald van https://www.deltaexpertise.nl/images/8/89/Waterkwaliteit_en_water-_en_nutriëntenbalansen_Volkerak-Zoommeer1996-2009.pdf
- Wetenschap.infonu.nl. (2012, Juli 28). *Zoet water uit zeewater onder handbereik*. Opgehaald van Wetenschap.infonu.nl: <https://wetenschap.infonu.nl/techniek/94148-zoet-water-uit-zeewater-onder-handbereik.html>
- Winter, H., & Bierman, S. (2010). *De uittrekmogelijkheden*. Wageningen: Ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie; Wageningen UR. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/158814>
- Wit, M. d., Buiteveld, H., & Deursen, W. d. (2007). *Klimaatverandering en de afvoer van Rijn en Maas*. Arnhem: Rijkswaterstaat RIZA. Opgehaald van <https://library.wur.nl/ebooks/hydrotheek/1880402.pdf>
- Wösten, H., & Groenendijk, P. (2019). *Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer*. Wageningen: Wageningen Environmental Research. Opgehaald van <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20NL%20PDF%20n>

ieuw%20format/Belang%20van%20bodemorganische%20stof%20voor%20het%20waterbeheer_28_02_2019.pdf

Zoutgehalte van irrigatiewater. (sd). lenntech.nl. Opgeroepen op 2019, van Lenntech:
<https://www.lenntech.nl/toepassingen/irrigatie/zoutgehalte/irrigatiewater-zoutgehalte.htm>

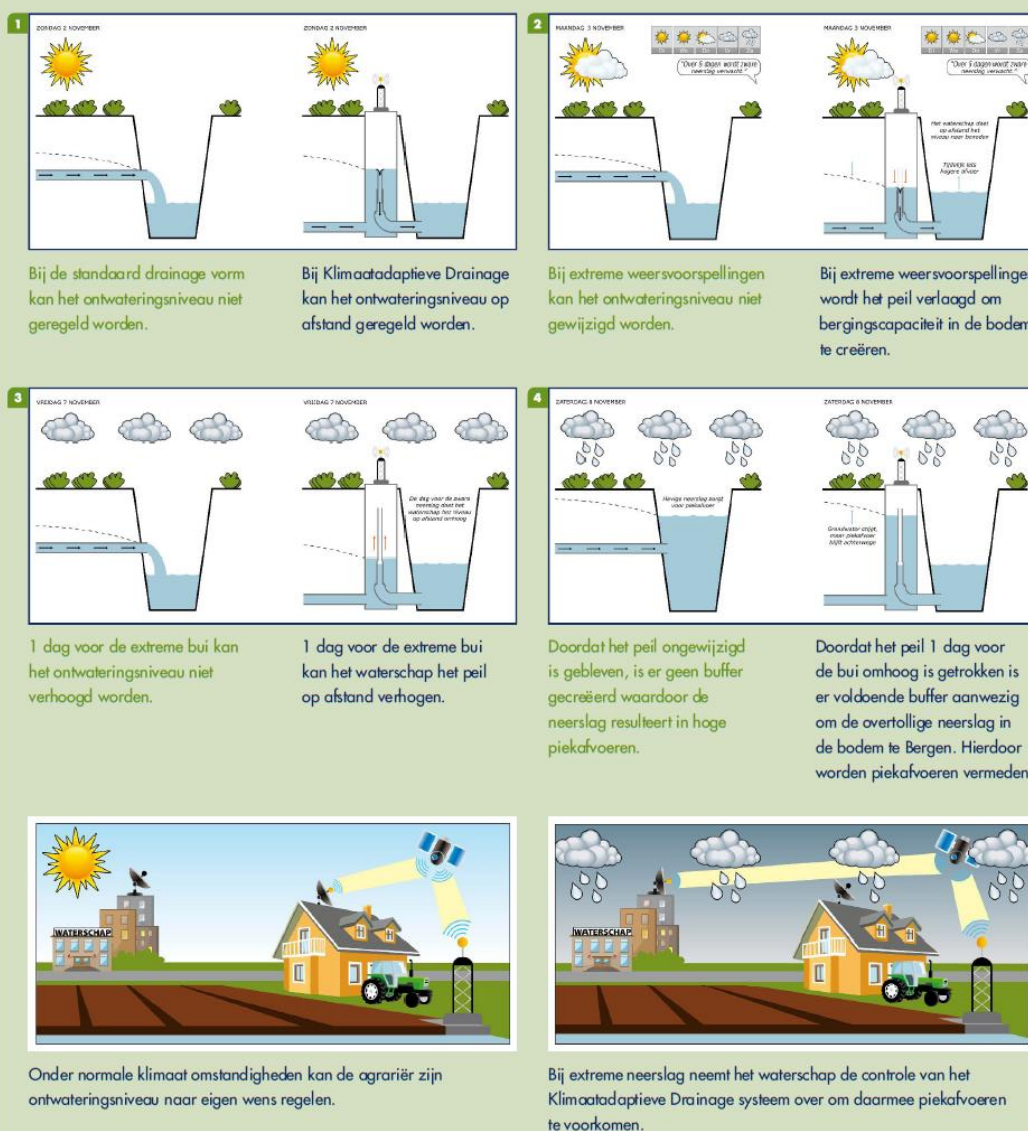
Zouttolerante gewassen. (2015, April 7). Opgehaald van De kennis van nu:
<https://dekennisvanu.nl/site/media/Zouttolerante-gewassen/239>

Bijlagen

Bijlage 1 Peilgestuurde klimaat adaptieve drainage

Klimaatadaptieve Drainage

Een innovatieve methode om piekafvoeren en watertekorten te verminderen



FutureWater

in samenwerking met Kuipers Electronic Engineering B.V., De Bakelse Stroom, Van Iersel, STOWA, Alterra

FutureWater
Costerweg 1V
6702 AA Wageningen

Bijlage 2 Gespreksverslag

Korte situatieschets van de gesprekken met de diverse deskundigen zoals die in hoofdstuk 2.4 benoemd staan.

In bijlage 3 staat een lijst met vragen die gebruikt kunnen worden voor een interview. In hoofdstuk 2 staat de aanpak beschreven, en daar is genoemd dat er meerdere personen benaderd zijn om aanvulling te geven voor het rapport. Hieronder is kort geschetst hoe dat contact is verlopen, en wat belangrijke aandachtspunten waren, die naar voren kwamen tijdens het contact.

- Johan Sanderse (Initiatiefnemer Go-Fresh project)

Op 22 mei 2019 was er op Proefboerderij Rusthoeve een bijeenkomst over zoet water, georganiseerd door UIKC (Uien Innovatie en Kenniscentrum). Hier werden verschillende innovaties gepresenteerd, welke door de Rusthoeve in gebruik zijn genomen. Na het officiële gedeelte was er ruimte voor een borrel, waarbij Johan Sanders zich bij het groepje voegde. Hierdoor ging het gesprek al snel richting zijn innovaties. Sanderse is bezig met het toepassen van kreekruginfiltratie, onderdeel van het GO-Fresh Project, op zijn akkerbouwbedrijf. Hij gaf daarover verschillende meningen en tips voor het onderzoek. Het Go-Fresh Project heeft een grote rol in de informatievoorziening voor het schrijven van hoofdstuk 5.

- Daan Goense (Zoet Water Tholen)

Op advies van externe partijen is contact gelegd met Daan Goense. Goense is actief binnen een groep akkerbouwers om zoet water beschikbaar te houden voor Tholen. Dit als bestuurslid van de ZLTO-afdeling Tholen. Hierdoor is Goense voldoende op de hoogte van de actualiteiten en de haken en ogen aan de zoetwaterproblemen. Er is telefonisch contact geweest over actuele zaken rondom het zoete water. Daarin kwam ook duidelijk de onrust rondom het zout maken van het Volkerak Zoommeer naar voren. Goense gaf aan dat er tot 2031 een akkoord is, maar dat het na die tijd onzeker is wat er gaat gebeuren. Dit is voornamelijk in handen van de, dan actieve, minister. Goense gaf aan dat hij ook voor verdere vragen of informatie open staat.

- Vincent Klap (Provincie Zeeland)

Via de website van de Provincie Zeeland ben ik in contact gekomen met Vincent Klap. Deze deskundige is betrokken bij veel projecten in de provincie, aangaande zoet water. Ik heb hem gemaïld over een eventuele bijdrage aan het rapport. Klap bracht naar voren dat er een waterleiding is voor fruittelers op Zuid-Beveland. Hij gaf ook duidelijk aan dat het niet extreem erg is dat er niet beregent kan worden, vroeger kon dat ook niet. Elders ter wereld zijn de problemen zelfs veel groter. Hieronder een screenshot van zijn e-mail.

Beste Leendert,

De LBW is inderdaad voor fruittelers en bovendien prijzig. Zelfs als de capaciteit hoger zou zijn, zou het voor akkerbouw te duur zijn.

Terloops merk je op dat het niet zo mooi is dat er niet overal voldoende water beschikbaar is om te kunnen beregenen. Ik wil daar een kanttekening bij plaatsen, want hoewel je altijd meer en beter kunt wensen, is de situatie in Zeeland nog niet zo verkeerd vergeleken met best veel andere delen van de wereld. We hebben hier op jaarbasis een neerslagoverschot, wat de kans biedt om met doelmatig gebruik meer dan wel eens wordt gedacht in onze behoefte te kunnen voorzien. Besef ook dat beregenen van tamelijk recente datum is. Vroeger kon er nergens beregend worden en op plaatsen waar dat ook nu nog niet kan, is het niet louter kommer en kwel. Besef wat dat aangaat ook dat beregenen vaak een slecht effect op de bodemstructuur heeft, terwijl die bodemstructuur van cruciale betekenis is voor een goede landbouw. Kortom, staar je niet teveel blind op externe watervoorziening.

Dag,

Vincent

- Maarten en Hubrecht Hanse (zilte gewassenteler)

Via Twitter heb ik kort contact gehad met Maarten Hanse. Hanse teelt, samen met Hubrecht Hanse, gangbare gewassen op grond rondom het Veerse Meer, waar verzilting al duidelijk aanwezig is. Hieronder een foto van de antwoorden op een tweet over klimaatverandering als gevolg van de ontpoldering van de Hedwigepolder


Tweet


Maarten Janse
 @HeerlijkheidvW

Replying to @sheestermans1

En zelfs zilte landbouw heeft behoefte aan zoet water!

[Translate Tweet](#)
 8:06 PM · Apr 25, 2019 from Goes, Nederland · Twitter for iPhone

1 Like







Leendert Bij nagte @leendertjuh · Apr 26
 Replying to @HeerlijkheidvW and @sheestermans1
 Waarvoor dan als k vragen mag? Wat zijn dan zilte gewassen, dat ze toch zoet water nodig hebben? Of bedoel je alleen de kiemplantjes?

 1
 
 1
 



Maarten Janse @HeerlijkheidvW · Apr 26
 In ieder geval om te kiemen en tijdens het groeiseizoen om de boel aan gang te houden. Kwaliteit met enkel zout water blijft ook niet op peil. In 2018 wel gezien met de zee kraal, helft aan productie tov normaal.

 1
 




Leendert Bij nagte @leendertjuh · Apr 26
 Ik heb laatste tijd best wat onderzoeken gezien hierover maar nergens staat dat zilte gewassen (met normale regenval) niet zonder zoet water kunnen. Ik probeer het te verwoorden in een scriptie dus info hierover is meer dan welkom 👍

 2
 
 1
 



Maarten Janse @HeerlijkheidvW · Apr 26
 Het mooiste is bovenop je zaaibed zaaien, dus gelijk na zaai zoet water er op voor de kieming. Vervolgens aan de gang met zoet en zout voor combinatie van groei en onkruidonderdrukking. Het mooiste is 2 watersystemen naast elkaar.

Bijlage 3 Interviewvragen

1. Wat is uw naam?
2. Welke functie heeft u binnen (het bedrijf)?
3. Hoe denkt u over klimaatverandering?
4. Wat weet u over de zoetwatervoorraad in Zeeland?
5. Kunt u iets meer vertellen over de huidige beschikbaarheid van zoet water in Zeeland?
6. Welke factoren spelen daarbij een rol?
7. Wie is de probleemeigenaar? Waarom?
8. Wie is belanghebbend? Waarom?
9. Speelt verzilting van landbouwgrond een rol in Zeeland, zo ja welke?
10. Wat vindt u van het overheidsbeleid wat gevoerd wordt? En waarom?
11. Zijn er grote veranderingen in het beleid nodig in de toekomst? En waarom?
12. Komen er veranderingen in de toekomst? Waarom?
13. Hoe kunnen agrarische ondernemers daarmee omgaan?
14. Welke vraagstukken spelen er (nog meer) op het gebied van verzilting?
15. En op gebied van zoetwatervoorraad voor mensen, planten en dieren?
16. Wat is de gewenste uitkomst daarvan voor u? En voor de samenleving?
17. Kunnen agrariërs hier een akkoord over krijgen met burgers en overheden? Wat moet er dan gebeuren? Waarom moet dat eerst gebeuren?