

# Beschikbaarheid van zoet water in Zeeland

---

HZ WATER TECHNOLOGY

Teunike van 't Hof – Buijs - 78346

ONDERZOEKSVERANTWOORDING, MR. WEGGEMANS | SEPT 2022

## Samenvatting

Er is niet genoeg zoet water beschikbaar voor alle boeren in Zeeland om hun gewassen te bevoeien, met als gevolg lagere opbrengsten. De provincie heeft een plan ontwikkeld om Zeeland tegen 2050 weerbaar te maken tegen zoetwatertekorten. Een van de oplossingen is het opwaarderen van brak water tot zoet water. Hiervoor heeft HZ Water Technology (die een project uitvoert voor de provincie) mij aangesteld om te onderzoeken of irrigatie van de gewassen met ontzilt water (elektrische geleidbaarheid  $EC < 1,5 \text{ mS/cm}$ ) haalbaar is. Het doel van deze studie is te onderzoeken onder welke omstandigheden ontzilting haalbaar kan zijn voor irrigatie in Zeeland.

Tijdens het onderzoek moest rekening worden gehouden met de volgende variabelen: de voorwaarden voor ontzilting en de vereiste vergunningen, een vergelijking van de energie-, investerings-, exploitatie- en onderhoudskosten tussen de drie technologieën, de marge voor gewassen tussen het investeringsrendement door irrigatie en de verliezen door droogte, en de waterbehoefte van een gewas, rekening houdend met de irrigatiemethode. De drie geëvalueerde technologieën zijn nanofiltratie (NF), omgekeerde osmose (RO) en elektrolyse (ED).

De elektrische geleidbaarheid (EC) van het water bepaalt voornamelijk *de energiekosten* van ontzilting, terwijl de leveringszekerheid, het debiet en de hoeveelheid geproduceerd water voornamelijk *de investeringskosten* bepalen. *De exploitatie- en onderhoudskosten* worden geacht afhankelijk te zijn van de investeringskosten. Bij een EC van  $10 \text{ mS/cm}$  of meer is alleen omgekeerde osmose haalbaar. Kijkend naar het energieverbruik van de technologieën, is nanofiltratie de goedkoopste, omdat voor de ontzilting van het oppervlaktewater de minste energie nodig is. De energie vormt echter een relatief klein deel van de totale kosten. Het beste scenario is wanneer de EC laag is en het debiet hoog. Hoe meer water er wordt geproduceerd, hoe lager de kosten worden.

In het beste en het slechtste geval is nanofiltratie de goedkoopste manier om te ontzilten zolang de EC niet meer dan  $10 \text{ mS/cm}$  bedraagt. Omdat de investeringskosten tussen de technologieën min of meer gelijk zijn en bij een hoog waterproductievolume en een gemiddeld debiet is de kostprijs minder dan €1,- per  $\text{m}^3$  geproduceerd water. Als we de resultaten op een praktische manier bekijken, kan een landbouwer zijn gewassen bevoeien als hij voldoet aan de vier voorwaarden, namelijk de mogelijkheid om concentraat te lozen, 24/7 stroomvoorziening, wateropslag en debiet in de sloot. Daarnaast heeft de boer vergunningen nodig om een grote hoeveelheid water aan de sloot te mogen onttrekken. De algemene conclusie is dat ontzilting van brak water op sommige locaties en onder bepaalde omstandigheden haalbaar is, maar dat de vereiste vergunningen het praktische gebruik uiteindelijk in de weg kunnen staan. Die resultaten en conclusies zijn in dit document opgenomen en de tool met formules om de economische haalbaarheid te berekenen is gemaakt in Excel.

Helaas waren er online niet zoveel gegevens beschikbaar, of ze waren verouderd en niet representatief voor de realiteit in de landbouwsector, om de functies in de Excel-formules in te vullen, zoals de vereiste mm/week/ha voor elk gewas. Er zijn beperkte gegevens beschikbaar en er is geen platform waar alle landbouwstatistieken kunnen worden gevonden, wat het moeilijk maakt om nauwkeurige conclusies te trekken en in te spelen op de realiteit. Wat we tijdens het proces hebben geleerd en ontdekt, is echter gebruikt om de onderzoeksvragen te beantwoorden. Daarnaast worden de gegevens van de vier bedrijven gebruikt om praktijkvoorbeelden te tonen.

Ik zou vervolgonderzoek willen voorstellen naar de operationele betrouwbaarheid van de installatie en de kosten daarvan. Redundantie en betrouwbaarheid van de installatie bepalen meer de prijs dan de gekozen ontziltingmethode of EC. Vervolgonderzoek zou kunnen gaan over de exacte prijzen van CIPs (cleaning in place; reinigen van het membraan met chemicaliën) en voorfiltratie. Als de installatie goed moet draaien, zal de investering flink oplopen. Het onderzoek naar de economische haalbaarheid van ontzilting voor irrigatie geeft dan een nauwkeuriger inzicht in de kosten. Bovendien zou ik de akkerbouwers willen aanraden zelf meer gegevens te verzamelen. Meet het hele jaar door wat de EC-waarden zijn in de sloten in de buurt van het bedrijf en neem beslissingen op

basis van die feiten. Dat zal nauwkeuriger zijn dan aannames doen en te blijven werken zoals u gewend bent.

Tenslotte past dit onderzoek in het programma van HZ International Business omdat het gericht is op bedrijfsinnovatie. Hoe kan een boer, of provincie, de omstandigheden in de landbouwsector verbeteren zonder aan rendement in te boeten. Het ontwerpen van een rekenmodel is van belang om een gevoel te krijgen bij kosten en opbrengsten. In de sector is behoefte aan verandering en door gebruik te maken van bedrijfsonderzoek (TWM24) kon ik veranderingen in kaart brengen en draagvlak creëren.

## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	1
Voorwoord .....	5
Figuren- en tabellenlijst.....	6
1. Inleiding .....	7
2 Bedrijfsomschrijving .....	8
<b>1.Proefboerderij Rusthoeve - Colijnsplaat, Noord-Beveland</b> .....	8
<b>2. Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder (KMWP) - Zuid-Beveland</b> .....	8
<b>3.Luctor et Emergo - Schouwen Duiveland</b> .....	9
<b>4.Landbouwbedrijf van 't Hof - Stavenisse, Tholen</b> .....	9
3. Betrokken belanghebbenden .....	10
3.1. Waterschap Scheldestromen.....	10
3.2 Nederlandse Voedselautoriteit.....	10
3.3 REDstack.....	11
3.4 Proeftuin Living Lab Schouwen Duiveland .....	11
3.5 Gemeente Noord-Beveland .....	11
3.6 Rijkswaterstaat .....	11
4. Probleemoriëntatie.....	12
4.1 Probleemstelling.....	12
5. Onderzoeksdoelstelling en -vragen .....	13
5.1 Onderzoeksdoelstelling .....	13
5.2 Hoofdvragen en deelvragen.....	13
5.3 Professioneel product .....	13
5.4 Definities .....	13
6. Theoretisch kader .....	15
7. Onderzoeksaanpak.....	18
7.1 Beschrijving van de onderzoeksopzet .....	18
7.1.1 Professioneel product .....	18
7.1.2 Vier gevallen .....	18
7.1.3 Verband tussen EC en debiet.....	18
7.1.4 Technologieën .....	18
7.1.5 Totale kosten .....	19
7.1.6 Voordelen .....	19
7.1.7 Uiterste grenzen.....	19
7.1.8 Wetgeving .....	20

7.1.9 Randvoorwaarden (buiten het toepassingsgebied) .....	20
7.2 Verantwoording.....	20
8. Resultaten.....	22
8.1 Verband tussen EC en debiet.....	22
8.2 Waterbehoefte .....	22
8.3 Technologieën .....	23
8.4 Kosten.....	24
8.5 Voordelen .....	25
8.6 Vergunningen en voorwaarden.....	26
8.7 Discussie.....	26
9. Conclusie .....	28
10. Aanbeveling.....	29
11. Bibliografie.....	30
Bijlage .....	34
Bijlage 1: Zip-map; berekeningen en formules .....	34
Bijlage 2: Document met SAFe-criteria van professioneel product.....	34
Bijlage 3: Script van de interviews met vier cases in het Nederlands .....	34
Bijlage 4: Ervaring Waterschap Scheldestromen - agrarische sector.....	34
Bijlage 5: Grafieken van de EC in sloten in het gebied van vier gevallen .....	34
Bijlage 6: Tabel van de EC in de sloot in het gebied van Capelle .....	35
Bijlage 7: Waterbehoefteoverzicht van LBB, AIKC en Capelle.....	36
Bijlage 8: Tabel met aantallen kWh/m <sup>3</sup> voor RO, ED en NF.....	36
Bijlage 9: Tabel met formule voor de berekening van de investeringskosten.....	37
Bijlage 10: Tabel met formule voor de berekening van de OM-kosten .....	38
Bijlage 11: Tabel met 10 scenario's voor de grenzen van technologieën.....	38
Bijlage 12: Tabel met kosten en baten van Capelle, AIKC en LBB. ....	38

## Voorwoord

Beste lezer,

Na vier jaar International Business te hebben gestudeerd en een minor in Zweden te hebben gedaan, is het einde eindelijk gekomen en sluit ik mijn studententijd af met deze scriptie.

Het onderwerp van dit onderzoek, de haalbaarheid van ontzilting voor beregening, spreekt mij erg aan omdat het voor boeren een mogelijke oplossing biedt voor het zoetwaterprobleem in Zeeland. Als boerin op een akkerbouwbedrijf heb ik de gevolgen van de droge zomers in 2018, 2019 en 2020 aan den lijve ondervonden. Er valt genoeg mm gedurende het jaar, maar niet in de periode dat het nodig is.

De provincie heeft via 'Zeeuws Deltaplan Zoet Water' de opdracht gegeven om een oplossing te vinden voor het bevoeien van de gewassen. Toen ik in het derde jaar marktonderzoek deed naar druppelirrigatie bij fabrikant Netafim, zag ik al de effecten van verzilting en de beperkte hoeveelheid zoet water. Op ons akkerbouwbedrijf proberen we veel projecten te doen om de beschikbaarheid van zoet water te vergroten en ons water efficiënter te gebruiken. Ontzilting zou dus een oplossing kunnen zijn.

Het verbeteren van de zoetwatersituatie in Zeeland door dit onderzoek is dan ook vooral gericht op boeren die hetzelfde probleem ervaren met de beschikbaarheid van zoet water. Door het lezen van dit haalbaarheidsonderzoek naar ontzilting hopen wij u als agrariër van kennis te voorzien en u ervan te kunnen overtuigen dat de eerste stap voor u als agrariër al begint met het in kaart brengen van uw zoetwatersituatie.

Daarnaast is de studie ook gericht op beleidsmedewerkers en de provincie om erop te wijzen dat er mogelijkheden zijn, maar dat beleid en regelgeving ook de mogelijkheid moeten bieden om deze op kleine schaal toe te passen en uit te voeren.

Om te beginnen wil ik mijn bedrijfsbegeleider, Hans Cappon, bedanken. Ik heb je begeleiding positief ervaren; je gaf me goede ideeën als ik vast zat, zinnige kritiek voor mijn rapporten en je was altijd beschikbaar om mijn vragen te beantwoorden. (Zelfs als je al 100 keer had geprobeerd uit te leggen hoe het proces van afvalverwerking en ontzilting werkt). Natuurlijk wil ik ook de collega's van HZ Water Technology bedanken, vooral Iarima, voor hun hulp en tijd. Daarnaast wil ik ook mijn begeleider, Rink Weijs, bedanken. Uw opmerkingen hebben mijn scriptie aangescherpt.

Daarnaast wil ik de agrarische bedrijven, Senny Capelle, Eelco Boot van Rusthoeve en Vincent Coolbergen van KMWP, bedanken voor hun medewerking als casestudy en het verstrekken van hun gegevens.

Verder wil ik ook alle contactpersonen binnen de ZDZW en de mensen werkzaam bij Waterschap Scheldestromen en NVWA bedanken. Ik heb gemerkt dat jullie allemaal enthousiast bezig zijn om Zeeland weerbaarder te maken voor de toekomst en dat jullie ook klaar staan voor studenten zoals ik, door tijd vrij te maken voor interviews.

Tot slot wil ik mijn man bedanken, die niet alleen heeft geholpen door zijn visie en perspectief op het probleem en de land- en tuinbouwsector te geven, maar ook van grote betekenis is geweest door mij af en toe af te leiden van mijn gedachten over ontzilting en zoetwaterproblemen.

Tot slot wens ik u veel plezier bij het lezen van dit onderzoeksrapport!

Teunike van 't Hof - Buijs  
Stavenisse, 21-09-2022

## Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1: EC in een sloot in de omgeving van Capelle .....	22
Figuur 2: Energie die nodig is voor RO .....	23
Figuur 3: Energie die nodig is voor ED.....	23
Figuur 4: Energie die nodig is voor NF.....	23
Figuur 8: Extreme mogelijkheden - 10 scenario's met verschillende technologie, EC en hoeveelheid geproduceerd water .....	24
Figuur 9: Kosten en baten per gewas - Capelle.....	25
Figuur 10: Kosten en baten per gewas - LBB .....	25
Figuur 11: Kosten en baten per gewas - AIKC .....	26
Tabel 1 Economische scenarioanalyse van CSP-ontziltingsinstallatie in Sonora, Mexico .....	16
Tabel 2: Waterbehoefte per jaar van Capelle .....	22
Tabel 3: Aantallen scenario's.....	24

## 1. Inleiding

### 1.1 Zeeuws Deltaplan Zoet Water

In Zeeland zijn er steeds vaker perioden van droogte in het voorjaar en de zomer, waardoor de boeren opbrengstverliezen lijden.<sup>1</sup> Er is voldoende neerslag gedurende het jaar, gemiddeld bijna 850 mm, maar deze is ongelijk verdeeld over het jaar. Hierdoor heeft 75% van de boeren slechts beperkte toegang tot voldoende zoet water om hun gewassen te irrigeren. En dat betekent onvoldoende water voor 90.000 hectare akkerbouw.<sup>2</sup>

De provincie heeft een Zeeuws Deltaplan Zoet Water (ZDZW) opgesteld om Zeeland in 2050 bestand te maken tegen zoetwatertekorten. Om dit doel te bereiken heeft men verschillende oplossingen in gedachten, zoals het importeren van water uit de Maas of België, het vasthouden of opslaan van neerslag boven en onder de grond, het hergebruik van water en het opwaarderen (of ontzilten) van brak water. ZDZW is een plan van provincie, waterschap, bedrijfsleven, land- en tuinbouwsector en natuurorganisaties.

Binnen dit project heeft de Watertechnologiegroep van HZ onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van ontzilting voor irrigatie. De opdrachtgevers zijn de provincie, twee gemeenten en vier landbouwbedrijven. Het haalbaarheidsonderzoek omvat:

- Monitoring van het zoutgehalte op potentiële ontziltingslocaties
- Uitvoering van laboratoriumproeven met twee technologieën: omgekeerde osmose (RO) en elektrolyse (ED).
- Simulaties van het ontziltingsrendement en het energieverbruik van de volledige installatie
- Scenariostudies met variërende gewaskeuze, waterbehoefte en zoutgehalte

Tijdens dit onderzoek was het mijn opdracht om het economische perspectief van deze haalbaarheidsstudie te bestuderen en te onderzoeken.

### 1.2 Onderzoeksopzet

Dit onderzoek dient om boeren in Zeeland aanbevelingen te geven over hoe zij de hoeveelheid en kwaliteit van zoet water kunnen vergroten door een haalbaarheidskader op te stellen waarbij rekening wordt gehouden met verschillende variabelen. Het onderzoek past in het leerdoel van de opleiding Internationaal Ondernemen (International Business) door bedrijfsonderzoek te doen, een complex probleem te analyseren en met een evidence-based, haalbare oplossing te komen. Het kader en de berekeningen in Excel zullen belanghebbenden en boeren laten zien of het financieel haalbaar is om een bepaald gewas te irrigeren met ontzilt water. De hoofdvraag van dit onderzoek is: wat is de haalbaarheid van ontzilting voor irrigatie in de land- en tuinbouwsector?

### 1.3 Leeswijzer

In deze onderzoeksverantwoording wordt de aanpak van het onderzoek besproken. Eerst worden vier cases en de in mijn onderzoek betrokken stakeholders beschreven. Vervolgens worden de probleemstelling en de onderzoeksdoelstellingen en -vragen toegelicht. Daarna

---

<sup>1</sup> van Asseldonk, M. A. P. M. (2018). Schade aan Nederlandse land- en tuinbouwgewassen als gevolg van de droogte in 2018. Wageningen Economic Research, 2018(092), 1-7. <https://edepot.wur.nl/458511>

<sup>2</sup> *Voldoende zoet water in Zeeland*. (n.d.). ZLTO. Op 10 maart 2022 ontleend aan <https://www.zlto.nl/belangenbehartiging/voldoende-zoet-water-in-zeeland#:~:text=Droogte%20en%20watertekorten%20vormen%20in,op%20ongeveer%2090.000%20hectare%20landbouwgrond.>



worden het theoretisch kader en de onderzoeksaanpak besproken. Tot slot worden de resultaten, conclusie en aanbeveling gepresenteerd.

## 2 Bedrijfsomschrijving

Het lectoraat Watertechnologie (WT) van de HZ heeft mij de opdracht gegeven een economisch haalbaarheidskader te maken op basis van vier lokale cases in Zeeland. De WT-groep richt zich op het ontwikkelen van toepasbare technologieën voor duurzaam water(her)gebruik in een gecombineerde zoet/zout delta. De WT-groep richt zich op ontziltingstechnologieën, het hergebruik van water en de toepassing van systemen die de kwaliteit en kwantiteit van water monitoren en controleren. De onderzoeksgroep heeft een omzet van 0,5M Euro per jaar en telt zeven medewerkers.

De vier lokale cases zijn vier land- en tuinbouwbedrijven die in verschillende gebieden van Zeeland liggen waar de watersituatie totaal verschillend is. Wij zullen het zoutgehalte van het water (eigenlijk: het elektrisch geleidingsvermogen) in die gebieden ten minste om de twee weken meten en hun gegevens gebruiken om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

### **1. Proefboerderij Rusthoeve - Colijnsplaat, Noord-Beveland**

Het Agrarisch Innovatie- en Kenniscentrum Rusthoeve (AIKC) heeft als doel kennis te ontwikkelen, te delen en te verspreiden en innovatieve ontwikkelingen in de akkerbouw in Zuidwest-Nederland te stimuleren.<sup>3</sup> Het AIKC is gevestigd op Noord-Beveland in Colijnsplaat, midden in de zuidwestelijke delta. Het bedrijf werkt vooral aan praktijkonderzoek in de akkerbouw. Verder bestaat de klantenkring van AIKC uit agrarische handelsbedrijven, producenten van agrarische hulpstoffen en onderzoeksinstellingen. Overigens is de formele naam van AIKC 'Stichting ter exploitatie van Proefboerderij Rusthoeve' en is het een stichting zonder winstoogmerk. Het bestuur bestaat uit vier personen met Peter de Koeijer als voorzitter en Charlotte Versluijs als algemeen directeur. Contactpersonen voor deze opdracht waren Johan Sanderse en Peter de Koeijer. Wat mijn onderzoek betreft, AIKC heeft bovengrondse wateropslag, namelijk een bassin van 3000 m<sup>3</sup>, en ze hebben ook manieren om zoet water in de grond te infiltreren.

### **2. Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder (KMWP) - Zuid-Beveland**

De KMWP is een groot akkerbouwbedrijf ten noorden van de stad Goes. Het heeft 1460 hectare landbouwgrond en 13 fulltime werknemers. Ze verbouwen suikerbieten, aardappelen, uien, tarwe en luzerne. Hun visie is 'een duurzame bedrijfsvoering in nauwe samenwerking met ketenpartners ten dienste van de winstgevendheid en continuïteit van het samenwerkingsverband'. De bijbehorende missie is duurzame en commercieel verantwoorde exploitatie van productiemiddelen die eigendom zijn van de maatschap.<sup>4</sup> Daarnaast is de juridische structuur van KMWP een maatschap en heeft zij meer dan 400 aandeelhouders. Het College van Afgevaardigden en Management bestaat uit acht personen en Vincent Coolbergen is de directeur en contactpersoon tijdens deze opdracht. Hun idee voor de toekomst is wateropslag onder de grond.

---

<sup>3</sup> Van der Westen ICT. (n.d.). Proefboerderij Rusthoeve. Proefboerderij-Rusthoeve. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.proefboerderij-rusthoeve.nl/p/206/Over-ons>

<sup>4</sup> KMWP. (n.d.). Home. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://kmwp.nl/#!/up>

### **3.Luctor et Emergo - Schouwen Duiveland**

Luctor et Emergo is een fruitteeltbedrijf dat appels en peren teelt. Dit bedrijf heeft ook een waterbassin van 8000 m<sup>3</sup> en wordt gevuld met drainagewater van 5 ha land en regenwater van het bedrijf om in de behoefte van de gewassen te voorzien. De rechtsvorm is een maatschap en de contactpersoon tijdens deze opdracht is Senny Capelle. Cafruso BV, gevestigd op hetzelfde adres en een dochteronderneming van SJ Capelle Holding BV, is verantwoordelijk voor het verpakken van de producten.<sup>5</sup> De heer Capelle is door de gemeente Schouwen-Duiveland aangewezen als contactpersoon.

### **4.Landbouwbedrijf van 't Hof - Stavenisse, Tholen**

Landbouwbedrijf van 't Hof (LBB) is een akkerbouwbedrijf gevestigd in Stavenisse, Tholen. LBB teelt 70 hectare pootaardappelen, 30 hectare uien, suikerbieten en tarwe. Het bedrijf streeft naar een duurzame bedrijfsvoering door verhoging van de organische stof en sortering van de percelen, zodat ze het bedrijf klimaatbestendiger maken en bedrijfsrisico's verminderen. LBB is een eenmanszaak met 2 fulltime werknemers.<sup>6</sup> Voor het water hebben ze een waterbassin van 5000 m<sup>3</sup> en gebruiken ze druppelirrigatie om het zoete water duurzaam te gebruiken. In 2023 start op dit bedrijf een pilot in samenwerking met REDStack en HZ om ontzilting te testen onder de lokale omstandigheden.

---

<sup>5</sup> Facebook - Cafruso. (n.d.). Facebook. Opgehaald 10 januari 2022, van <https://www.facebook.com/cafruso>

<sup>6</sup> Joel van Daalen. (2021, 2 september). Bedrijf - Landbouwbedrijf Van't Hof. Landbouwbedrijf Van't Hof. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://landbouwbedrijfvanthof.nl/bedrijf/>

### 3. Betrokken belanghebbenden

Zeeland heeft slechts een zeer beperkte voorraad zoet water en het water in de sloten en de ondergrond is meestal brak. Om de zoetwatersituatie in Zeeland op peil te houden moest een aparte route worden bewandeld. Provinciale Staten en Gedeputeerde Staten hebben gevraagd om met relevante stakeholders, waaronder HZ Watertechnologie, 'een Zeeuws Deltaplan Zoet Water'<sup>7</sup> (ZDZW) op te stellen.<sup>8</sup>

#### 3.1. Waterschap Scheldestromen

Waterschap Scheldestromen (WS) beheert alle waterwegen in Zeeland, dus alles wat met oppervlaktewater te maken heeft moet via hen geregeld worden. Zij zijn verantwoordelijk voor veilige dijken en duinen, veilige wegen en fietspaden, en schoon en voldoende oppervlaktewater voor samenleving, natuur, industrie en land- en tuinbouw. Dat laatste is het belangrijkste in deze opdracht omdat het watersysteem bestand moet zijn tegen watertekorten en -overschotten. Voor de waterkwantiteit moeten ze het juiste waterpeil regelen en voor de waterkwaliteit moeten ze zorgen voor een goede samenstelling die zorgt voor een goede ecologie.<sup>9</sup> Martijn van Kalmthout en Jordy Schelkens zijn de contactpersonen en zij zijn verantwoordelijk voor de vergunningen voor een tijdelijke ontheffing voor het lozen en onttrekken van oppervlaktewater. Daarnaast moeten zij instemmen met en een vergunning afgeven voor het lozen van het concentraat met een hoger zoutgehalte in sloten en watergangen. Bovendien moet de organisatie ook nadenken over een nieuw beleid inzake wateropslag, omdat je nu geen water mag distribueren naar andere velden dan het veld dicht bij de sloot waaraan je water onttrekt.

ZLTO, Dow Chemical, Staatsbosbeheer, Evides, Natuurmonumenten, Zeeuws Agrarisch Jongeren Kontakt, Vereniging Zeeuwse Milieufederatie, en Zeeuwse Landschap maken ook deel uit van dit onderzoekstraject ZDZW, maar zullen niet nodig zijn om dit onderzoek te voltooien.

Voor dit onderzoek zijn de kennis en het perspectief van vijf andere partijen nodig.

#### 3.2 Nederlandse Voedselautoriteit

Wat de regelgeving betreft, moeten we ook denken aan de Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK), de Nederlandse Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoedgewassen. Deze wettelijke taak wordt uitgevoerd namens en onder toezicht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (NVWA).<sup>10</sup> Dit is belangrijk omdat we nu geen water uit de sloot mogen gebruiken voor pootgoed, maar als we water uit een ontziltingsinstallatie gebruiken, zullen de regels veranderen of kan andere wetgeving van toepassing zijn. Er zijn nog gesprekken met Frans Janssen van de NVWA om te kijken wat de gevolgen zijn van het beregenen met ontzilt water en of dit beleid kan worden aangepast.

<sup>7</sup> Zeeuws Deltaplan Zoet water | Provincie Zeeland. (n.d.). Provincie Zeeland. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.zeeland.nl/water/zeeuws-deltaplan-zoet-water>

<sup>8</sup> H. Cappon. (2021, maart). Kadernotitie Zeeuwse Deltaplan Zoet Water (nr. 1). HZ Watertechnologie.

<sup>9</sup> Schoon en voldoende water. (2021, 3 juni). Scheldestromen. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://scheldestromen.nl/schoon-en-voldoende-water>

<sup>10</sup> Thuis. (2021, juli 22). NAK. Opgehaald 10 januari 2022, van <https://www.nak.nl/>

### 3.3 REDstack

REDstack is ontstaan als een spin-off bedrijf van het watertechnologie-instituut Wetsus. REDstack is een bedrijf met één aandeelhouder: W & F Technologies BV. Het bedrijf richt zich op elektrolyse (ED) en dat is een technologie waarmee zoet water wordt geproduceerd uit zout of brak water. Door een spanningsverschil te creëren - ook in een stack - worden de ionen uit het zoute water gedwongen door de membranen te bewegen, met ontzilting als resultaat.<sup>11</sup> Pepijn Fluks heeft tijdens dit onderzoek meegewerkt aan een rekenmodel om de kosten van geproduceerd water te berekenen.

### 3.4 Proeftuin Living Lab Schouwen Duiveland

De netwerkorganisatie Living Lab Schouwen-Duiveland (LLSD) wil nieuwe, innovatieve oplossingen vinden voor complexe uitdagingen op het gebied van bijvoorbeeld water en veel partijen werken samen door kennis te ontwikkelen en te delen. LLSD heeft Senny Capelle voorgedragen als belanghebbende en de contactpersoon is Kitty Henderson.<sup>12</sup>

### 3.5 Gemeente Noord-Beveland

De gemeente Noord-Beveland (NB) draagt als medefinancier bij aan het onderzoek. NB heeft Rusthoeve als betrokken casus gepresenteerd en de contactpersoon was Tom Vermin.

### 3.6 Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat (RWS) is de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en werkt dagelijks aan een veilig, leefbaar en bereikbaar Nederland.<sup>13</sup> Voor dit onderzoek hebben we contact met Marie Jeanne Schroeve omdat zij werkzaam is op het gebied van vergunningverlening. RWS zou kunnen toestaan dat het concentraatwater over de dijk in de estuaria wordt geloosd en moet daarvoor een vergunning verlenen.

---

<sup>11</sup> REDstack. (n.d.). *REDstack Blue Energy Omgekeerde ElektroDialyse*. Opgehaald 10 maart 2022, van <https://redstack.nl/>

<sup>12</sup> Living Lab Schouwen-Duiveland | Living Lab Schouwen-Duiveland. (n.d.). Living Lab Schouwen-Duiveland. Op 10 maart 2022 ontleend aan <https://livinglabschouwen-duiveland.nl/>

<sup>13</sup> Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021, 14 december). Rijkswaterstaat Zee en Delta, Middelburg. Rijkswaterstaat. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons/onze-organisatie/organisatiestructuur/zee-en-delta/hoofdkantoor-middelburg>

## 4. Probleemoriëntatie

### 4.1 Probleemstelling

In het voorjaar en de zomer is er niet genoeg zoet water beschikbaar voor alle boeren in Zeeland om hun gewassen te irrigeren, wat leidt tot lagere opbrengsten.

Dit resulteert in lagere opbrengsten, instabiliteit van land- en tuinbouwbedrijven en geen geld om te investeren in duurzame activiteiten. Een alternatief zou kunnen zijn om zoet water uit andere bronnen aan te voeren, maar dat kost ongeveer 4 euro per m<sup>3</sup>. Het gebruik van grondwaterbronnen is beperkt omdat je maar een maximale hoeveelheid mag gebruiken en daar ook nog een vergunning voor nodig hebt.

Dit probleem, de beperkte beschikbaarheid van zoet water, doet zich voor in de hele provincie Zeeland en beïnvloedt akkerbouwgewassen zoals aardappelen, suikerbieten, uien en tarwe. Maar ook de appels en peren van de tuinders worden erdoor getroffen.

Het tekort aan zoet water in het voorjaar en de zomer en het daaruit voortvloeiende opbrengstverlies heeft gevolgen voor de hele verwerkende industrie, de exportmarkt, de overheid, de samenleving, de eigenaars van de land- en tuinbouwbedrijven en de werknemers van de landbouwers.

De landbouwsector kent hete zomers en neerslagtekorten tijdens het groeiseizoen, zoals in 1976. De noodzaak van een goede opbrengst is tegenwoordig echter veel groter omdat het verschil tussen een gemiddelde opbrengst en een slechte opbrengst door droogte veel groter is dan vroeger. Bovendien zijn de kostprijzen enorm gestegen en staan landbouwbedrijven onder grote financiële druk. Dus zomers als 2018, 2019 en 2020 hebben geleid tot een lage opbrengst omdat gewassen op het veld niet groeiden of verbrandden door de zon met als gevolg een enorme impact op het financiële resultaat van het bedrijf.

Door de klimaatverandering zullen die lange periodes van droogte in de zomer waarschijnlijk vaker voorkomen. Een tekort aan zoet water kan dus elke zomer een probleem zijn. Daarnaast wordt er voortdurend water uit de polders gepompt om overstromingen in de winter te voorkomen. Dit afgevoerde water wordt aangevuld met zoute en brakke kwel, waardoor verzilting optreedt. Met meer neerslag in de winter en minder in de zomer wordt meer verzilting verwacht.

## 5. Onderzoeksdoelstelling en -vragen

### 5.1 Onderzoeksdoelstelling

Mijn taak is om in vier gevallen een de haalbaarheid van een oplossing te beoordelen voor de ontzilting van brak water als irrigatiewater. Het doel is enerzijds te adviseren wat de ideale situatie is voor boeren om hun gewassen zo goedkoop mogelijk te irrigeren. En anderzijds te onderzoeken wat de grenzen zijn in termen van kosten per ha en kosten per m<sup>3</sup>. Als het zoutgehalte en het debiet veranderen, veranderen ook de kosten. Ten slotte, hoe verhoudt het geteelde gewas zich tot het beschikbare budget voor irrigatiewater?

### 5.2 Hoofdvragen en deelvragen

Wat is de haalbaarheid van ontzilting voor irrigatie in de land- en tuinbouwsector (EC < 1,5 mS/cm)?

1. Wat is de belangrijkste variabele die de haalbaarheid bepaalt?
2. Hoe wordt de waterbehoefte per gewas bepaald voor de haalbaarheid?
3. Welke technologieën maken ontzilting haalbaar?
4. Welke kosten bepalen de productiekosten van zoet water (€/m<sup>3</sup>)?
5. Hoe verhouden de kosten zich tot de baten (€/ha)?
6. Wat zijn de voorwaarden (buiten het toepassingsgebied) die de haalbaarheid bepalen? Vergunningen en randvoorwaarden, voorwaarden buiten het toepassingsgebied?

### 5.3 Professioneel product

Aan het eind van deze afstudeerstage zal ik een haalbaarheidskader presenteren waarbij rekening is gehouden met de volgende variabelen:

- Voorwaarde voor ontzilting
- Omgekeerde osmose (RO), nanofiltratie (NF) en elektrolyse (ED) als technologieën
- Energiekosten, investeringskosten, operationele en onderhoudskosten
- De marge tussen opbrengsten en verliezen
- Waterbehoefte van een gewas, rekening houdend met de irrigatiemethode
- Wet- en regelgeving

Naast het haalbaarheidskader heb ik een rekenmodel ontwikkeld, waarin elke boer zijn gegevens, zoals de gemiddelde opbrengst, kan invullen en toepassen op zijn situatie.

### 5.4 Definities

Ontzilting: het proces van het verwijderen van zout uit oppervlaktewater. Het wordt ook ontzouten genoemd, het verwijderen van opgeloste zouten uit brak (licht zout) water van binnenzeeën, sterk gemineraliseerd grondwater (bijv. geothermische brijn) en gemeentelijk rioolwater.<sup>14</sup>

Elektrische geleidbaarheid: Het elektrisch geleidingsvermogen is de maat voor de hoeveelheid elektrische stroom die een materiaal kan geleiden of het vermogen ervan om een stroom te geleiden. Het elektrisch geleidingsvermogen wordt ook specifieke geleiding genoemd.

Geleidbaarheid is een intrinsieke eigenschap van een materiaal.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Britannica, T. Redactie Encyclopedie (2021, december 21). ontzilting. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/desalination>

<sup>15</sup> Helmenstine, A. M. (2020, januari 29). Elektrische geleidbaarheid begrijpen. ThoughtCo. Op 8 juli 2022 ontleend aan <https://www.thoughtco.com/definition-of-electrical-conductivity-605064>

Debiet / stroom: (in het bijzonder van vloeistoffen of elektriciteit) om in één richting te bewegen, in het bijzonder continu en gemakkelijk. En snelheid in termen van uren om totaal m<sup>3</sup> oppervlaktewater te onttrekken.<sup>16</sup>

Elektrodialyse (ED): onttrekt opgeloste ionen aan brak water, zoet water blijft over  
Elektrodialyse gebruikt een elektrische potentiaal om de positieve en negatieve ionen van opgeloste zouten door afzonderlijke semipermeabele synthetische membraanfilters te drijven. Dit proces laat zoet water achter tussen de membranen.<sup>17</sup>

Omgekeerde osmose (RO): drukt water door een membraan, en laat de ionen achter. Bij omgekeerde osmose wordt zout water onder hoge druk door membranen geperst; er gaat zoet water doorheen, terwijl de geconcentreerde minerale zouten achterblijven.<sup>18</sup>

Nanofiltratie (NF): is een membraan-vloeistofscheidingstechnologie en biedt een hoge retentie van multivalente ionen, zoals calcium.<sup>19</sup> NF vereist minder druk dan RO.

Permeaat: is waterbehandelingsjargon voor het ontzilt productwater van de omgekeerde osmose-eenheid - water dat behandeld is door het membraan, het water dat u wilt gebruiken.

Diluaat: het ontzilt productwater van ED

Concentraat is het zoute restwater, het water dat de door het membraan tegengehouden onzuiverheden meevoert, het water dat uiteindelijk zal worden geloosd.<sup>20</sup>

---

<sup>16</sup> Cambridge Dictionary | English Dictionary, Translations & Thesaurus. (2022, 6 juli). Dictionary.Cambridge.Org. Retrieved 8 July 2022, from <https://dictionary.cambridge.org/>

<sup>17</sup> Britannica, T. Redactie Encyclopedie (2021, december 21). ontzilting. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/desalination>

<sup>18</sup> Britannica, T. Redactie Encyclopedie (2021, december 21). ontzilting. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/desalination>

<sup>19</sup> Nanofiltratie (NF) | Wateroplossingen. (n.d.). Dupont.Com. Op 8 juli 2022 ontleend aan <https://www.dupont.com/water/technologies/nanofiltration-nf.html>

<sup>20</sup> Hoe permeaatpompen werken - Pure Water Products, LLC. (2022). Pure Water Products. Op 8 juli 2022 ontleend aan <https://www.purewaterproducts.com/articles/how-permeate-pumps-work>

## 6. Theoretisch kader

Ik zal een uitgebreide stand van zaken geven over de haalbaarheid van ontzilting. In deze analyse wordt duidelijk welke vergelijkbare studies zijn gedaan naar ontzilting. Hierdoor wordt duidelijk welke positie het onderzoek inneemt ten opzichte van de bestaande kennis.

Er zijn verschillende pogingen gedaan om de kosten van ontzilting van water door RO te analyseren. Het boek "Desalination engineering planning and design" door Nikolay Voutchkov (2012) bevat uitgebreide literatuur met informatie over kosten: "beschrijft de belangrijkste componenten van de kapitaal- en exploitatie- en onderhoudskosten van brak- en zeewaterontziltingsinstallaties en geeft richtlijnen voor de beoordeling ervan op basis van locatie specifieke projectomstandigheden en componenten."<sup>21</sup> Op basis van deze literatuur wist ik met welke variabelen ik rekening moest houden om tot een rekenformule voor productwater te komen.

De meeste voorbeelden waren echter gebaseerd op door de overheid gesubsidieerde ontzilting van zeewater, waarbij veel meer m<sup>3</sup> per jaar nodig was. Dat maakte een vergelijking met de situatie op landbouwbedrijven ingewikkeld.

Allereerst is er een aanzienlijke hoeveelheid literatuur gepubliceerd over de economische haalbaarheidsanalyse van ontziltingsinstallaties. In deze studies worden de kosten voor de productie van een enorme hoeveelheid m<sup>3</sup> drinkwater meegenomen. In een onderzoek naar de haalbaarheid van ontziltingsprojecten in Afrika bezuiden de Sahara wordt rekening gehouden met de economie, het BNI per hoofd van de bevolking, de watervoorraden en -voorziening, de industrialisatie van het land en de toegang tot elektriciteit om te bepalen of ontzilting haalbaar is. Om de kosten te ramen worden de bouwkosten, de exploitatie- en onderhoudskosten en de kosten van de waterproductie meegenomen. Bovendien moeten ze rekening houden met milieu- en sociale regelgeving. JICA (2016) meldt echter ook dat er "sinds 2005 geen enkele effectieve kostenverlagende technologie is ontwikkeld. De waterproductiekosten zijn gestegen door de snelle stijging van de materiaalkosten en de eisen voor milieumaatregelen. Tegenmaatregelen zoals het gebruik van hernieuwbare energie en monitoringtechnologie worden bestudeerd om de stijging van de kosten te verlichten....". Als gevolg daarvan is het exploitatieverlies van TANESCO ernstig geworden door het verschil tussen de lagere elektriciteitsprijzen en de hogere kosten van de stroomvoorziening."<sup>22</sup>

Daarnaast bepaalt NamWater (het bestaande systeem voor bulkwatervoorziening) op basis van de werkelijke uitgaven voor waterzuivering en -transport de waterprijs voor elke verbruiker van bulkwater. Alleen de uraniummijnen kochten het dure water van de zeewaterontziltingsinstallatie.

Bovendien gaf onderzoek van Arriola (2017) aan dat het produceren van water met een kleinschalige geconcentreerde zonne-energie ontziltingsinstallatie (CSP) beheerd moet worden door de lokale autoriteiten. In samenwerking met de gemeenschap is het produceren van drinkwater technisch en economisch haalbaar in vergelijking met het drinkwater dat ze eerst van buiten het gebied kochten. "De uitvoering van de installatie, de juridische verantwoordelijkheid voor de exploitatie ervan, wordt overgedragen aan de lokale autoriteiten die vrijwilligers uit de gemeenschap in dienst nemen om de installatie dagelijks te runnen."<sup>23</sup> Dit maakt duidelijk dat projecten als deze met een enorm bedrag de verantwoordelijkheid moeten zijn van de politiek, de samenleving en de boeren samen. Het onderzoek analyseert de kostenstructuur voor de fabriek als volgt:

<sup>21</sup> Voutchkov, N. (2012). *Desalination Engineering: Planning and Design* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

<sup>22</sup> Japan International Cooperation Agency, Nippon Koei Co. Ltd, & Water Reuse Promotion Center. (2016, juni). *The Survey on Feasibility of Desalination Projects in Sub-Saharan Africa*. [openjicareport.jica.go.jp](https://openjicareport.jica.go.jp/). <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12264560.pdf>

<sup>23</sup> Arriola, P. D. T. (2017, april). *Technical, Economic, and Environmental Feasibility Analysis of a Small Scale CSP Desalination Plant in Sonora, Mexico* (No. 1). Universiteit van Michigan. [https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/136594/Taddei\\_Pablo\\_Thesis.pdf?sequence=1](https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/136594/Taddei_Pablo_Thesis.pdf?sequence=1)



"Kapitaalinvesteringskosten, die hoofdzakelijk de energiebron en de ontziltingscomponent omvatten. Aanvullende kleinere kosten houden verband met de beveiliging van het terrein tijdens de bouw, onvoorziene uitgaven (0,5% van de bouwkosten) en de aankoop van de grond. De belangrijkste operationele kosten omvatten de arbeidskosten voor de exploitatie van de installatie en de beveiliging van het terrein, de kosten van eventuele reserveonderdelen buiten de garantie, de kosten van eventuele belangrijke vervangingen of verbouwingen die tijdens de levensduur van het project nodig zijn, en de kosten van mineralen die aan het gedestilleerde water worden toegevoegd.... Bij de berekening van de gediscoteerde operationele kosten is geen rekening gehouden met eventuele afschrijvingen, omdat dit geen kaspost is en de vergelijkbaarheid tussen de BAU (business as usual) en de CSP-ontziltingsmethoden voor watervoorziening zou verminderen. De veiligheids- en arbeidskosten zullen naar verwachting stijgen met de inflatie."

Hieronder vindt u een tabel met scenario's uit dit onderzoek. Het toont de waarden die voor de berekeningen in aanmerking zijn genomen en de verkregen resultaten.

Concept	Scenario's		
	<i>Heliostats</i>	<i>Lineaire Fresnel</i>	<i>Lineaire Fresnel in de Gemeenschap</i>
Zonne-energiesystemen CSP:			
Kosten van land (\$)	50	50	0
Bouwkosten (\$)	86.370	85.521	85.521
Eerste jaar beveiligingskosten \$/jaar	3000	3000	0
Onvoorziene uitgaven (\$)	432	428	428
Eerste jaar Arbeidskosten \$/jaar	7.202	7.202	0
Gedisconteerde totale uitvoeringskosten (\$)	269.511	268.657	85.948
De totale hoeveelheid ontzilt water (m <sup>3</sup> )	21.900	21.900	21.900
<b>LWC (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>12,31</b>	<b>12,27</b>	<b>3,92</b>

Tabel 1 Economische scenarioanalyse van CSP-ontziltingsinstallatie in Sonora, Mexico

Voorts blijkt uit verschillende studies dat het onderzoek naar de economische haalbaarheidsanalyse van ontzilting in het verleden vooral gericht was op de productie van drinkwater uit zeewater. Andere voorbeelden hiervan zijn:

- Economische haalbaarheid van ontzilting in Californië<sup>24</sup>
- Haalbaarheidsstudie en beoordeling van de technische, administratieve en financiële levensvatbaarheid van de ontziltingsinstallatie van Volcano <sup>25</sup>
- Haalbaarheidsstudie naar ontzilting van zeewater uit de oceaan, waarbij het brijn geloosd wordt in de Stille Oceaan. J. Dafforn (2013): "het primaire doel van de pilotstudie was het ontwikkelen van ontwerpparameters voor een behandelingsproces dat de implementatie van een zeewaterontziltingsproject op volledige schaal ondersteunt."<sup>26</sup>
- Een haalbaarheidsstudie voor de bouw van een ontziltingsinstallatie van de volgende generatie in New South Wales, Australië<sup>27</sup>

<sup>24</sup> Gellerman, K. (2013, september). *Economic Feasibility of Desalination in California* (MS Plan II paper). Universiteit van Californië, Davis. <https://watershed.ucdavis.edu/shed/lund/students/Gellerman2013.pdf>

<sup>25</sup> Agrigento, & Sicilië. (2002). *Haalbaarheidsstudie en beoordeling van de technische, administratieve en financiële levensvatbaarheid van de Voltano-ontziltingsinstallatie*. Lenntech. Op 4 juli 2022 ontleend aan <https://www.lenntech.com/abstracts/1024/feasibility-study-and-assessment-of-the-technical-administrative-and-financial-viability-of.html>.

<sup>26</sup> Dafforn, J. (2013). *Oceanside Seawater Desalination Feasibility Study* [Slides]. Watereuse.Org. <https://watereuse.org/wp-content/uploads/2015/09/Presentation-Oceanside-Seawater-Desalination-Feasibility-Study-October-2013>

<sup>27</sup> Bell, K., & Budd, P. (n.d.). *A Feasibility Study for the Construction of a Next Generation Desalination Plant in New South Wales, Australia*. Universiteit van Surrey. [http://personal.ee.surrey.ac.uk/Personal/R.Webb/MDDP/2010/Desalination\\_3.pdf](http://personal.ee.surrey.ac.uk/Personal/R.Webb/MDDP/2010/Desalination_3.pdf)

Daarnaast is onlangs een overzichtsrappport gepubliceerd over het gebruik van brak grondwater voor drinkwater wereldwijd.<sup>28</sup> De bronnen van het voedingswater zijn dus vergelijkbaar met ons onderzoek, maar dan voor het gebruik als drinkwater.

Afgezien van economische haalbaarheidsanalyses voor de productie van drinkwater zijn er nog geen haalbaarheidsstudies gedaan naar ontzilting voor irrigatie in de agrarische sector. Hoewel ontzilting van brak grondwater in de glastuinbouw in Nederland al minstens 20 jaar of meer op grote schaal wordt toegepast als aanvullende bron voor irrigatiewater wanneer de regenwaterbassins leeg zijn. K.J. Raat, medewerker van KWR Water, stelt dat er verschillende redenen zijn waarom ontzilting interessant is voor de glastuinbouw:

- "De glastuinbouw heeft (afhankelijk van de teelt) irrigatiewater nodig met een zeer laag natriumgehalte. Dat water kan meerdere malen gerecirculeerd worden in de kas. Daarom is naast regenwater ook RO-water interessant voor glastuinders
- De glastuinbouw is een kapitaalintensieve sector en kan ook meer betalen voor water dan bijvoorbeeld de reguliere akkerbouw. Ook: één dag zonder beregeningswater zorgt meteen voor grote schade aan gewassen en bedrijven. Dat is anders dan in de vollegrondsteelt."

KWR heeft zelf geen specifiek onderzoek gedaan naar ontzilting voor de glastuinbouw, maar wel naar aanverwante zaken, zoals regenwateropslag in de ondergrond, als alternatief voor verzilting. Want de overheid wil stoppen met het gebruik van brak grondwater, vooral in Zuid-Holland. De belangrijkste reden is dat er geen goede routes zijn voor de afvoer van het concentraat. En er is ook onderzoek gedaan naar de gevolgen van het lozen van concentraat in de ondergrond. Een diepe injectie wordt nu veel gebruikt voor het lozen van concentraat. Voor de akkerbouw is dit echter geen optie vanwege het welzijn van de bodem voor de teelt van de gewassen. Daarnaast wordt binnen de haalbaarheidsstudie voor de provincie gekeken naar het terug lozen van het concentraat in de sloot.

De algemene conclusie is dat er veel onderzoek is gedaan, maar dat niets van toepassing is op de situatie van ons onderzoek, waarbij we brak water uit de sloot halen en ontzilten om irrigatiewater te produceren voor de akkerbouw. Wel kunnen variabelen en formules worden gebruikt om de kosten van de productie van irrigatiewater te berekenen. Laten we verder gaan met de aanpak van het onderzoek.

---

<sup>28</sup> KWR Water. (2020, april). Brak grondwater als drinkwaterbron. KWR.  
<http://api.kwrwater.nl/uploads/2020/04/KWR-2020.039-Brackish-groundwater-as-drinking-water-source.-A-literature-review-for-a-proposed-water-resource-for-Dunea.pdf>

## 7. Onderzoeksaanpak

In dit hoofdstuk zal ik uitleggen hoe ik mijn onderzoek heb aangepakt en wat ik nodig had om de onderzoeksvragen te beantwoorden. Daarnaast zal ik ingaan op de validiteit en betrouwbaarheid van mijn onderzoek.

### 7.1 Beschrijving van de onderzoeksopzet

#### 7.1.1 Professioneel product

Het professionele product is een spreadsheet waarin alle kosten in aanmerking worden genomen in vergelijking met de marge van de opbrengst tussen irrigatie van gewassen en verliezen door droogte. We moeten echter eerst definiëren wat haalbaarheid is. RVO geeft de volgende definitie: "Een haalbaarheidsstudie is het onderzoek en de analyse van het potentieel van een project, ter ondersteuning van de besluitvorming door objectieve en rationele vaststelling van de sterke en zwakke punten, de mogelijkheden en de risico's van een project. Tevens wordt aangegeven welke middelen nodig zijn om het project te kunnen uitvoeren en wat de uiteindelijke kans van slagen is." <sup>29</sup>

#### 7.1.2 Vier gevallen

De vragen worden beantwoord door vier boeren te interviewen die bepalen wat voor hen haalbaar is, zodat ik weet binnen welk kader ik kan werken. De volgende boeren zijn geïnterviewd omdat ze deel uitmaken van dit ZDZW project en het probleem met beperkt zoet water hebben ervaren. Hun gegevens zullen worden gebruikt als voorbeeld om te laten zien wat de grenzen en mogelijkheden zijn voor ontzilting en het heeft me geholpen om mijn onderzoeksvraag te beantwoorden.

- LBB: Filip van 't Hof
- KMWP: Vincent van Coolbergen
- AIKC: Johan Sanderse en Eelco Boot
- Luctor et Emergo: Senny Capelle

#### 7.1.3 Verband tussen EC en debiet

Het onderzoek begon met elektrische geleidbaarheid en debiet als variabelen en hoe dat de prijs van geproduceerd water en de efficiëntie ervan heeft beïnvloed, want dat zijn de belangrijkste variabelen die de haalbaarheid bepalen. Ik moet een energieprijs en een investeringsprijs in €/m<sup>3</sup> bepalen. De energieprijs per kWh is variabel en ik ben uitgegaan van een standaarddebiet, namelijk een voedingsdebiet van 2, 4, 10 en 20 m<sup>3</sup>/h. Het productdebiet is 50% hiervan met behulp van de gestelde 50% terugwinning. De standaard EC's die het ontziltingssysteem ingaan zijn 4, 8, 10, 15 en 20 mS/cm. Om tot een berekening te komen moeten we rekening houden met de EC van de waterbron en de hoeveelheid water die per gewas nodig is om het benodigde debiet te berekenen.

#### 7.1.4 Technologieën

Voor deelvraag 3 (kosten van de technologie) werden gegevens over technologieën verzameld en werden deskundigen geïnterviewd. Nadat we de gegevens over EC hadden, konden we de beste technologie voor ontzilting overwegen, rekening houdend met NF, ED en RO en hun technische randvoorwaarden. Hoe minder de EC moet dalen, hoe lager de energiekosten van de productie.

<sup>29</sup> Definities bij haalbaarheidsproject | RVO.nl | Rijksdienst. (n.d.). RVO.nl. Opgehaald 10 maart 2022, van <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/mit-regeling/aanvragen/haalbaarheidsprojecten/definities>

Activiteiten om deze vraag te beantwoorden:

- Vraag REDStack om gegevens om de energiekosten voor ED te berekenen
- Vraag Evides naar het verband tussen debiet en EC van RO
- Gebruik database van WT van HZ om gegevens over NF te verkrijgen.
- Interview Pepijn Fluks van REDStack over elektrolyse rondom de relatie tussen debiet, EC en investeringskosten
- Literatuur om de technologische methoden en de geraamde prijzen uit te werken
- Ontwerp/creëer een rekenmodel om de kosten te relateren aan andere variabelen
- Gevoeligheidsstudie om de variabiliteit van de prijzen te bepalen

#### 7.1.5 Totale kosten

Voor deelvraag 4 moet ik weten wat de totale kosten zijn. Als ik de energieprijzen heb, afhankelijk van de technologie, bereken ik de investeringskosten. Het debiet is afhankelijk van de benodigde mm per jaar van het gewas en dat bepaalt de investeringskosten voor de installatie. De exploitatie- en onderhoudskosten zijn gebaseerd op de investeringskosten.

- Vraag Evides naar de relatie tussen debiet en investeringskosten van RO en NF
- Interview Pepijn Fluks van REDStack over elektrolyse voor de relatie tussen debiet, EC en investeringskosten

#### 7.1.6 Voordelen

Voor deelvraag 5 is rekening gehouden met de prijzen en kosten van verschillende gewassen, omdat deze de grens bepalen voor de kosten van het geproduceerde water. Ik moet weten wat de kostprijs is van de meest voorkomende gewassen en wat hun totale opbrengst is met en zonder irrigatie. Er komt een marge van €/ha op basis van gewas en die vergelijk je met de waterprijs per hectare. Landbouwers kunnen de variabelen invullen, benodigde mm per week per hectare voor elk gewas, en de weken per groeiseizoen, en het rekenmodel zal de waterprijs per hectare berekenen. Er wordt rekening gehouden met de irrigatiemethode, omdat bv. druppelirrigatie en irrigatiehaspels verschillende methoden zijn en je rekening moet houden met de verliesfactor van water bij het sproeien met haspels. Je berekent het verlies in m<sup>3</sup>/ha en daarvoor zijn verschillende hoeveelheden water nodig, wat ook van invloed is op de kostprijs. Om de rekentool toe te passen zal aan de vier casussen worden gevraagd hun eigen gegevens in te vullen, zodat er sprake is van praktijkvoorbeelden. Uiteindelijk kan daaruit dan worden geconcludeerd of voor sommige gewassen ontzilt water aantrekkelijk is of niet.

- Zoek literatuur over de kostprijs van gewassen
- Zoek naar statistieken over de gemiddelde opbrengst per gewas en de vereiste mm tijdens het groeiseizoen;
- Vraag de landbouwers naar hun gemiddelde opbrengst
- Gegevens over de gemiddelde prijzen per gewas
- Zoek naar de meest voorkomende irrigatiemethoden
- Vraag de landbouwers om een vergelijking van de opbrengst met en zonder irrigatie
- Deskresearch naar rapportages van Wageningen Universiteit en Research (WUR)
- Gebruik van eigen gegevens en netwerk van FT Equipment en Irrigation

#### 7.1.7 Uiterste grenzen

Tenslotte is een spreadsheet gemaakt met de onderlinge afhankelijkheden tussen alle bovengenoemde variabelen. Binnen de rekenformules zijn een aantal aannames gemaakt, dus vaste functies, terwijl andere variabelen zijn, afhankelijk van de situatie.

- Ontwerp een haalbaarheidskader, rekening houdend met alle variabelen, berekeningen en hun statistieken van energie, investeringen, operationele kosten, de opbrengstmarge en de waterprijs per hectare
- Verantwoording van het onderzoek met toegelichte resultaten en aanbevelingen
- Dossier in Word met uitleg over de SAFE-criteria

#### 7.1.8 Wetgeving

Voor deelvraag 6 worden vergunningen en (rand)voorwaarden uitgewerkt om de haalbaarheid van ontzilting te bepalen. We moeten rekening houden met het beleid en de wetgeving van het waterschap (WS) en de provincie, want dat bepaalt ook de haalbaarheid. Ik heb WS geïnterviewd en gevraagd voor welke activiteiten een vergunning nodig is. Voordat ik naar hen toe ging, heb ik een kleine vragenlijst opgesteld voor boeren in Zeeland om hun ervaringen met WS met betrekking tot vergunningen te weten en dit hielp mij om de juiste vragen aan WS te stellen. En we moesten ook met de NVWA praten vanwege de bacteriën in het oppervlaktewater en of een aanpassing van het beleid mogelijk is om ontzilt water uit de sloot te gebruiken. Als dit niet is toegestaan, kunnen pootaardappelen niet met ontzilt water worden beregend.

#### 7.1.9 Randvoorwaarden (buiten het toepassingsgebied)

Ontzilting is alleen haalbaar als de bedrijven aan de randvoorwaarden voldoen. Er zijn echter ook enkele voorwaarden die buiten de scope vallen omdat we geen rekening hebben gehouden met de kosten van de bouw van bijvoorbeeld een waterbassin om het haalbaar te maken.

Activiteiten om deze vraag te beantwoorden:

- Veldonderzoek door interviews met het waterschap en vier boeren om een casus te krijgen.
- Interview met waterschap en RWS om kennis te vergaren over het watersysteem en hun beleid

Na deze informatie zullen de gegevens van de vier lokale gevallen worden toegevoegd en besproken of irrigatie met ontzilt water een haalbare oplossing is in hun specifieke situaties en wat de grenzen zijn.

- Interview boeren
- Gegevens toepassen in de haalbaarheidstool

#### 7.2 Verantwoording

Verder zijn de validiteit en de betrouwbaarheid van dit onderzoek besproken. Voor de formule moesten enkele aannames worden gedaan, maar de situatie op elk bedrijf is anders, wat het ingewikkeld maakt om te bepalen met welke vaste functies van debiet en EC je gaat werken. Daarnaast waren de gemiddelde opbrengst per gewas en de gegevens moeilijk te vinden.

Tijdens het onderzoek zijn getallen uit 2018 gebruikt, echter de situatie met prijzen en opbrengst is tegenwoordig erg veranderd. Kennis van mijn eigen bedrijf LBB, met betrekking tot akkerbouw zijn gebruikt en ook de ervaringen van mijn stage in mijn derde jaar met betrekking tot druppelirrigatie voor akkerbouw. Dit gaf me een gevoel of de cijfers kloppen of niet. Maar het blijft moeilijk om te bepalen hoe precies het resultaat is als je met deze getallen werkt.

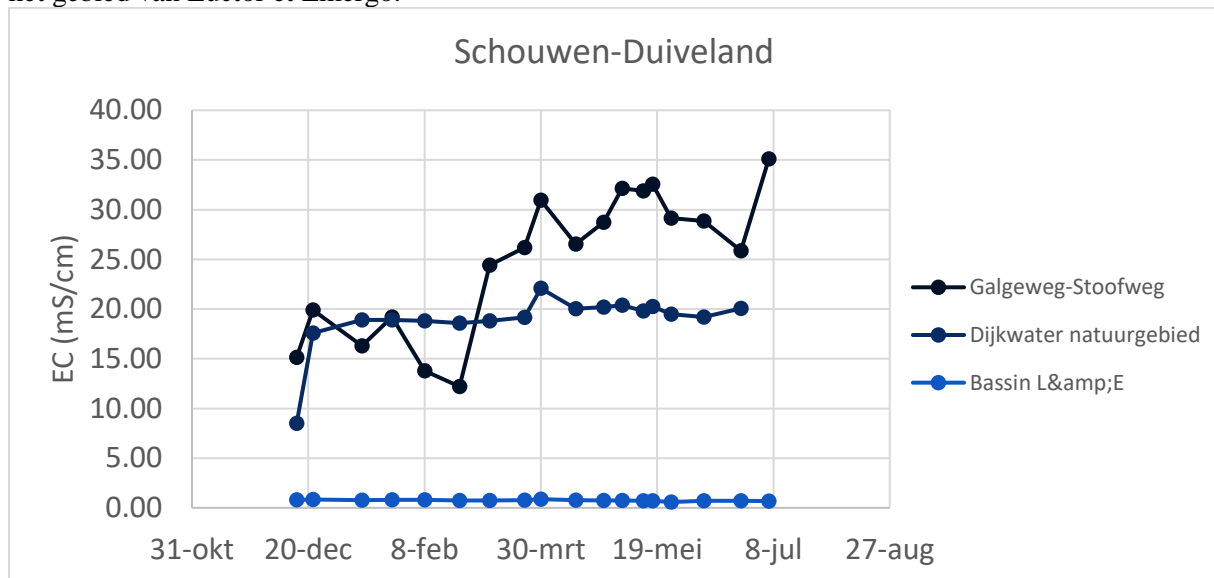
Bij de gegevensanalyse is gebruik gemaakt van statistieken van deskundigen en rekentools, maar dit is gecombineerd met de inhoud van de interviews. Vanaf het begin hebben we heel nauwkeurig gerekend en gezocht naar de juiste getallen. Tijdens het onderzoek werd echter duidelijk dat de kosten meer afhangen van de verwachtingen van de klant: Hoeveel redundantie of betrouwbaarheid is vereist? Accepteert u het dat er af en toe een storing optreedt? Ontziltingsinstallaties voor drinkwater moeten een hoge redundantie hebben omdat ze constant grote volumes moeten produceren, met grote leveringszekerheid, dus de prijs is ook erg hoog. Maar wat we te weten kwamen, is ook gebruikt om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

## 8. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen gepresenteerd. Een toelichting op de resultaten staat in de bijlagen.

### 8.1 Verband tussen EC en debiet

Om de berekeningen te beginnen moeten we bepalen wat de EC in een bepaalde situatie is. Dat zet de toon voor de andere variabelen. De vier cases hebben van december tot juli de EC gemeten in de sloot waar ze oppervlaktewater aan willen onttrekken. Hieronder staat een voorbeeld van de EC in sloten in het gebied van Luctor et Emergo.<sup>30</sup>



Figuur 1: EC in een sloot in de omgeving van Capelle<sup>31</sup>

### 8.2 Waterbehoefte

Alvorens de kosten te berekenen moet een landbouwer weten wat zijn totale waterbehoefte per jaar is voor al zijn gewassen. Hieronder staat een voorbeeld van Capelle met zijn gewassen en de groene cellen zijn gegevens, die de boer zelf heeft ingevoerd.<sup>32</sup>

Tabel 2: Waterbehoefte per jaar van Capelle

Gewas	Behoefte mm/week/ha	Methode	Verlies-factor	m <sup>3</sup> /week	Weken/groei-seizoen	Totaal m <sup>3</sup> /jaar/ha	Aantal ha	Totaal m <sup>3</sup> /jaar
Appel	15	DI	1	150	15	2250	7	15750
Peer	15	DI	1	150	15	2250	12	27000
<b>Totaal</b>	<b>30</b>						<b>19</b>	<b>42750</b>

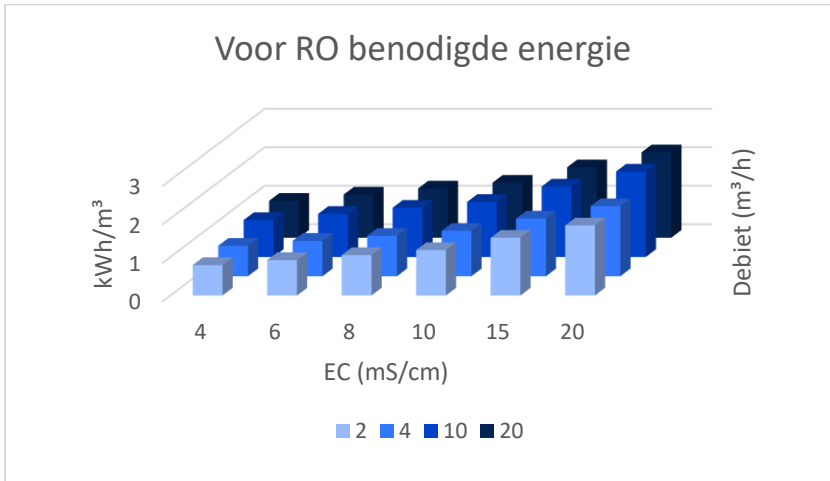
<sup>30</sup> Bijlage 5: Grafieken van de EC in sloten in het gebied van vier gevallen

<sup>31</sup> Bijlage 6: Tabel van de EC in de sloot in het gebied van Capelle

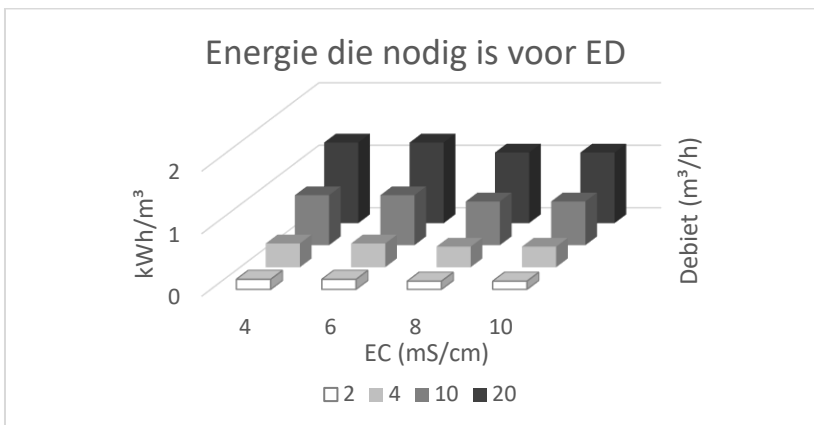
<sup>32</sup> Bijlage 7: Waterbehoefteoverzicht van LBB, AIKC en Capelle

### 8.3 Technologieën

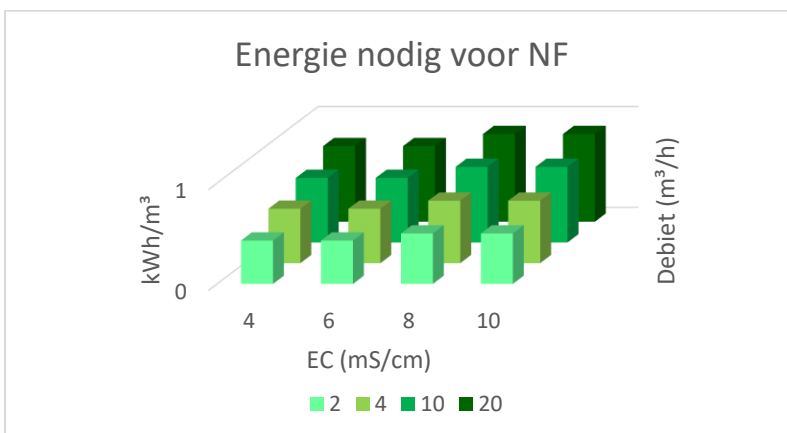
Als de EC bekend is, kunnen we beslissen welke technologie het beste past in de situatie van de boer en het meest haalbaar is voor ontzilting. Als de EC hoger is dan 10, is qua technologie alleen RO mogelijk. En bij een EC onder de 10 is ED het goedkoopst omdat deze technologie minder energie vergt. Dit is te zien in de grafieken 2, 3, en, 4 hieronder.



Figuur 2: Energie die nodig is voor RO als functie van debiet en EC<sup>33</sup>



Figuur 3: Energie die nodig is voor ED als functie van debiet en EC



Figuur 4: Energie die nodig is voor NF als functie van debiet en EC

<sup>33</sup> Bijlage 8: Tabel met aantallen kWh/m<sup>3</sup> voor RO, ED en NF.



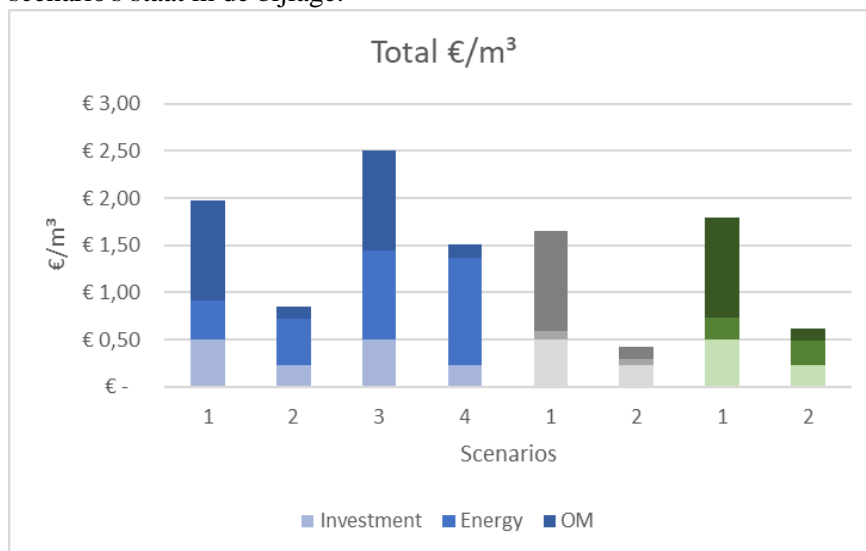
## 8.4 Kosten

Wanneer we een bepaalde technologie hebben gekozen, kunnen we de kosten berekenen. De EC bepaalt de *energiekosten*. Wij kennen uit de tabellen de kWh/m<sup>3</sup> en door deze te vermenigvuldigen met de energieprijz van het bedrijf, krijgt men de €/m<sup>3</sup> energie.

Nu het totale aantal m<sup>3</sup>/jaar bekend is, kunnen we berekenen hoeveel debiet er nodig is en wat de *investeringskosten* zullen zijn. We gaan er vanuit dat de installatie 10 maanden per jaar zal draaien. Op basis van de waterproductie, het debiet en de productieperiode wordt de investering berekend. Vervolgens worden deze kosten gedeeld door de waterproductie en ontstaat er een kostprijs per m<sup>3</sup> water.<sup>34</sup>

Bovendien zijn de *OM-kosten* afhankelijk van de investeringskosten. Als de investeringen veranderen, veranderen dus ook de OM-kosten en deze worden berekend als een vaste prijs per jaar.<sup>35</sup> Deel het bedrag door de totale m<sup>3</sup>/jaar en we hebben ook €/m<sup>3</sup> OM-kosten.

Deze drie kosten bepalen de kosten van zoetwaterproductie. Om de grenzen aan te geven van wat haalbaar is, hebben we gewerkt met verschillende scenario's van de drie technologieën. Zo wordt duidelijk wat de goedkoopste technologie is en welk deel van de kosten het meest bepalend is voor de totale kosten. Om tot een kader te komen moest ik werken met de uiterste waarden van de mogelijkheden, oftewel de beste en de slechtste situatie. Het uitgangspunt is dat er lage en hoge EC zijn en een lage en hoge flow. In elke situatie willen we het water ontzouten tot een permeaat met een EC van 1,5 mS/cm. De toelichting bij tabel 5 met het debiet, de EC en het totaal m<sup>3</sup>/jaar van 10 scenario's staat in de bijlage.<sup>36</sup>



Figuur 5: De uitersten - 10 scenario's met verschillende technologie, EC en hoeveelheid geproduceerd water

Tabel 3: Aantal scenario's

Scenario 1	4	2	13200
Scenario 2	4	20	132000
Scenario 3	20	2	13200
Scenario 4	20	20	132000
<b>ED</b>			
Scenario 1	4	2	13200
Scenario 2	4	20	132000
<b>NF</b>			
Scenario 1	4	2	13200
Scenario 2	4	20	132000

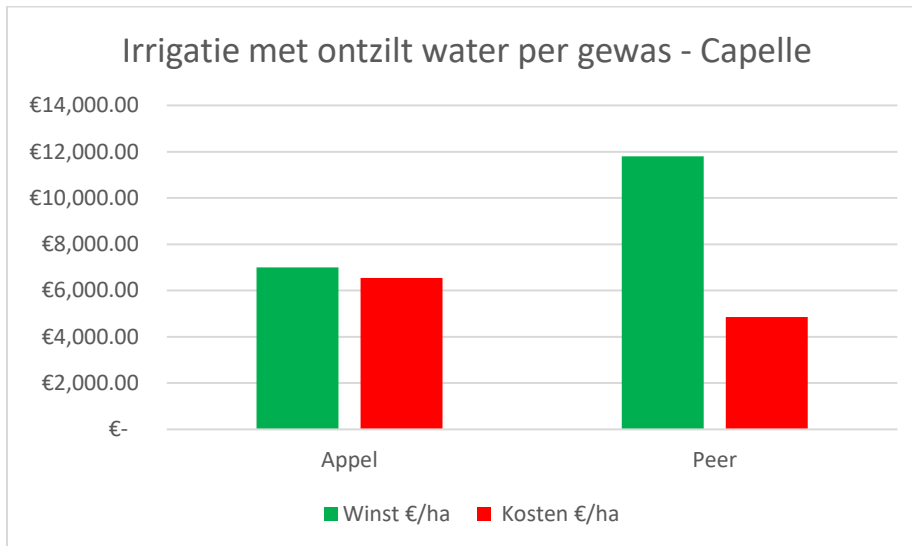
<sup>34</sup> Bijlage 9: Tabel met formule voor de berekening van de investeringskosten

<sup>35</sup> Bijlage 10: Tabel met formule voor de berekening van de OM-kosten

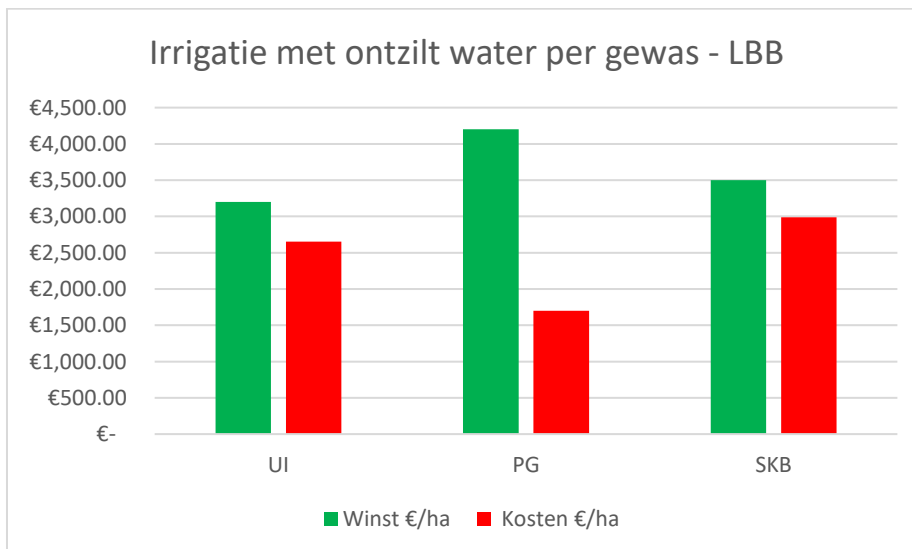
<sup>36</sup> Bijlage 11: Tabel met 10 scenario's voor de grenzen van technologieën

## 8.5 Voordelen

Om te bepalen of irrigatie met ontzilt water haalbaar is, moet een landbouwer echter ook weten wat zijn meeropbrengst is in vergelijking met geen irrigatie en opbrengstverlies door droogte. Dus gegeven de kosten, wat zijn de baten per gewas? Met de gegevens van Capelle, LBB en AIKC kunnen we hun ROI per gewas voor hun situatie laten zien. (KMWP had geen tijd om hun gegevens te verzamelen) Tabellen van de grafieken en cijfers zijn te vinden in de bijlage.<sup>37</sup> Uiteindelijk bepaalt het totaal m<sup>3</sup>/jaar de €/m<sup>3</sup>, en als we dat vergelijken met de baten, wordt duidelijk voor welke gewassen berekening met ontzilt water haalbaar is. Uit de figuren 9 - 11 blijkt dat ontzilting voor de meeste gewassen haalbaar is, behalve voor wortelen. In sommige gevallen (appels, uien en suikerbieten) zijn de marges echter vrij klein.

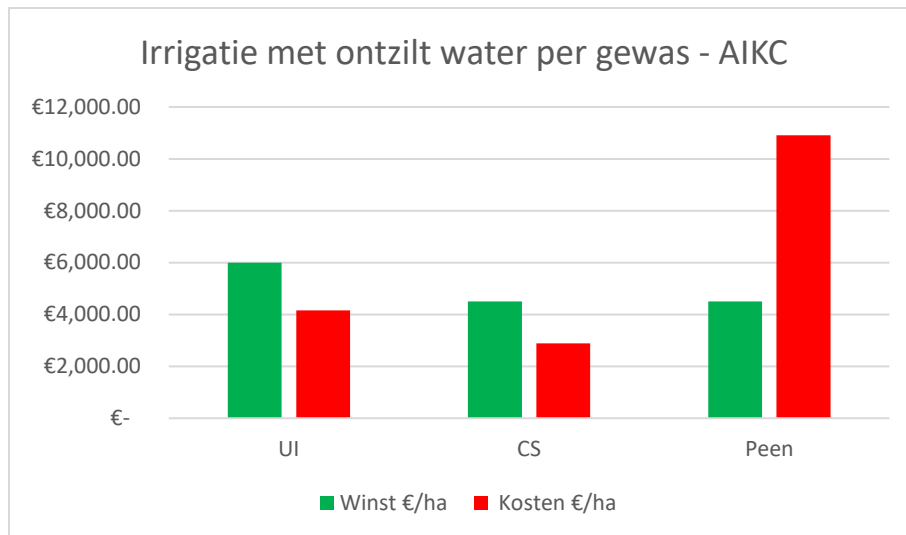


Figuur 6: Kosten en baten per gewas voor appel en peer - Capelle



Figuur 7: Kosten en baten per gewas voor ui, pootgoed en suikerbieten - LBB

<sup>37</sup> Bijlage 12: Tabel met kosten en baten van Capelle, AIKC en LBB.



Figuur 8: Kosten en baten per gewas voor ui, consumptieaardappelen en peen - AIKC

## 8.6 Vergunningen en voorwaarden

Zoals vermeld in de onderzoeksrapportage, is ontzilting alleen haalbaar wanneer bedrijven voldoen aan de randvoorwaarden, te weten: voldoende toevoer van oppervlaktewater, vergunning voor het lozen van concentraat, de mogelijkheid om water op te slaan en een stroomvoorziening voor elk uur van de dag. Opslag is nodig omdat de ontzilting continu water produceert, terwijl irrigatie niet continu is. En er is voldoende debiet nodig om te voorkomen dat het waterniveau in de sloten onder het toegestane minimumniveau zakt. Er zijn echter ook enkele voorwaarden die buiten het toepassingsgebied vallen, omdat we geen rekening hebben gehouden met de kosten van de bouw van bijvoorbeeld een waterbassin om het haalbaar te maken. Of de installatie van zonnepanelen om de energiekosten te verlagen.

Het lozen van concentraat is volgens het beleid van WS alleen mogelijk wanneer de EC van concentraat gelijk is aan (of lager is dan) de EC van oppervlaktewater. En voor het onttrekken van oppervlaktewater is een vergunning van WS nodig.

Tijdens het onderzoek hebben we contact opgenomen met RWS om te zien of het lozen van concentraatwater in de Oosterschelde een mogelijkheid zou kunnen zijn. Daarnaast staat de NVWA open voor aanpassing van haar beleid ten aanzien van bruinrot en het toestaan van ontzilt water als bron voor beregening naast drinkwater.

## 8.7 Discussie

In mijn onderzoeksrapportage heb ik het al gehad over de validiteit van het onderzoek en nu wil ik ingaan op mijn verwachtingen en eindresultaten.

Reflecterend op mijn onderzoek en resultaten wil ik mijn verwachting koppelen aan de uiteindelijke resultaten en mogelijke verklaringen geven voor deze uitkomst.

Het doel van de technologieleveranciers was de prijs voor het gebruik van kraanwater te halen en die zou ongeveer 0,80 - 1,00 € bedragen. Het is interessant om te zien dat, rekening houdend met alle verschillende variabelen die bijdragen aan de kosten, de voedings-EC geen grote rol speelt bij het bepalen van de kostprijs.

Bovendien heeft dit onderzoek veel opgeleverd rondom het onderwerp ontzilting, omdat er geen kennis was over het ontzilten van oppervlaktewater voor irrigatieactiviteiten en er geen kennis was over de exacte getallen en kosten van de investering, enz.

En uiteindelijk werd duidelijk dat de kosten meer afhangen van de betrouwbaarheid (leveringszekerheid). En we gingen er vanuit dat we liever meer onderhoud hadden om de kosten laag te houden, dan een redundantie van 100% met hoge investeringskosten. Want het punt is, dat een boer zijn bassin vol wil houden en als hij daarna 1 mm minder kan beregenen omdat de installatie een dag heeft stilgestaan, maakt dat niet zoveel uit. Boeren zijn gewend aan allerlei variaties en leven met grote onzekerheid, dus dat weerhoudt hen er niet van om te ontzilten. En door deze instelling konden de investeringskosten laag worden gehouden.

Bovendien was de focus van de studie breed genoeg om alle onderwerpen te bestrijken die moesten worden opgenomen om de haalbaarheid van ontzilting te onderzoeken. Tijdens het proces hebben we de kostprijs van het verbouwen van een gewas onderzocht, maar die kosten zijn al gemaakt door een boer dus die konden we buiten dit onderzoek houden. Dat geldt ook voor de kosten van de irrigatiemethode, als je de gewassen wilt irrigeren, neem ik aan dat een boer daar al de machines voor heeft. Daarnaast hebben we de kosten van voorfiltratie van slootwater (vóór het ontziltingsproces) niet onderzocht, omdat dat te complex zou zijn.

Naast deze studie zou vervolgonderzoek kunnen plaatsvinden. Productie gedurende het (bijna) hele jaar zou qua kosten haalbaar zijn, maar dan is er nog de vraag hoe het al die tijd moet draaien als er maar een korte periode, namelijk april-augustus, om gevraagd wordt. Vervolgonderzoek zou een praktische proef zijn die op meerdere bedrijven voor de lange termijn loopt. Daarnaast zou praktisch onderzoek ook een mobiele installatie kunnen zijn, die bijvoorbeeld met zonnepanelen werkt, want nu moet de installatie rond de boerderij staan om aan energie te komen. En de akkers van een boer liggen meestal niet rond gebouwen met stroomvoorziening. Voor vervolgonderzoek zouden we bovendien meer onderzoek kunnen doen naar de gevolgen van reiniging ter plaatse (chemische membraanreiniging, CIPs), voorfiltratie en het gebruik van chemicaliën om de installatie draaiende te houden. Hier komt de grootste CAPEX-booster om de hoek kijken. Met een goedkope installatie zul je niet 22 uur draaien en 2 uur per dag stilstaan. De gevolgen van het niet ter plaatse kunnen reinigen zijn ook enorm, omdat de afvoer van de chemische reiniging moet worden afgevoerd. Het leveringspatroon moet dus goed worden afgestemd op de behoefte. Als een boer niet een dag/week zonder water wil zitten, schiet de investering omhoog. Aangezien dit dus meer de prijs bepaalt, zou vervolgonderzoek naar OM nauwkeuriger zijn voor de kostprijs.

Tot slot, nadenkend over mijn handelen, had ik anders kunnen reageren tijdens het gesprek met WS, omdat ik de situatie bekeek vanuit het perspectief van een boer. Ze volgen gewoon het beleid, maar soms ontbreekt de logica van dat beleid. Je moet beleefd zijn en zorgen dat de communicatie toch soepel verloopt, want je hebt ze nodig om het project en de pilot te laten slagen.

## 9. Conclusie

Ontzilting is voor de meeste gewassen haalbaar als alleen naar de kosten wordt gekeken. Toch is ontzilting alleen te doen als je de vergunningen hebt van waterschap en/of Rijkswaterstaat voor het onttrekken van oppervlaktewater en het lozen van concentraat in de sloot of de zee. Uit het interview en de gesprekken bleek dat dit moeilijk te regelen is. Daarnaast moet er een aanpassing komen op het beleid voor bacteriën m.n. "bruinrot" anders kun je geen pootgoed bevoeien met ontzilt water. Bovendien moet een landbouwer aan vier voorwaarden voldoen om te kunnen ontzilten, namelijk voldoende stroomvoorziening, voldoende oppervlaktewaterdebiet om uit te putten, de mogelijkheid om concentraat te lozen en opslag om het productwater op te slaan. De aanleg van bijvoorbeeld een waterbassin is niet meegenomen in de kostprijsberekeningen. Als een boer wil ontzilten en opslaan in een waterbassin, kost dat ongeveer €5000 per 1000 m<sup>3</sup>.

Als het debiet toeneemt, heeft dat bovendien weinig/geen invloed op de energiekosten per m<sup>3</sup> maar heb je wel een grotere installatie nodig. Als de EC hoog is, heb je een dichter membraan (RO) of meer stacks (ED) nodig, maar de investeringskosten zijn niet afhankelijk van de technologie of het zoutgehalte, maar de kwaliteit van de installatie bepaalt de prijs. De investeringskosten worden dus niet zozeer bepaald door het zoutgehalte en de debieten, maar veel meer door de betrouwbaarheid (leveringszekerheid). Als u bijvoorbeeld een systeem 24/7 continu en volledig betrouwbaar wilt laten draaien, wordt het systeem veel duurder. Zodra je het risico neemt dat er soms geen water is (storing en onderhoud), dan wordt het veel goedkoper. En de investeringskosten van RO, NF en ED zullen niet veel verschillen, binnen bepaalde marges kunnen we aannemen dat ze vergelijkbaar zijn: de investering is niet bepalend voor de keuze van de technologie.

Concluderend kan worden gesteld dat de investerings- en OM-kosten relatief constant zijn omdat dit meer afhangt van de eisen voor onderhoud dan van de omvang van de installatie zelf. EC bepaalt welke technologie haalbaar is en zolang het zoutgehalte lager is dan 10 mS/cm maakt dat niet al te veel verschil in investering.

Het debiet (omvang) en de waterproductie bepalen de investering en een hoger debiet verlaagt de investeringskosten per m<sup>3</sup>, maar de EC bepaalt de energieprijzen. De energieprijzen zijn een variabele, dus als een boer zonnepanelen heeft, geeft dat hem een voordeel en is het aantrekkelijker om water te ontzilten. Als de EC hoger is dan 10 moet men altijd kiezen voor RO als technologie omdat ED niet haalbaar is wat de technologie betreft en NF niet haalbaar is wat de kwaliteit van het productwater betreft.

Als we de technologieën met elkaar vergelijken en de uitersten van de mogelijkheden bekijken, zijn de kosten het laagst in het ED-scenario met een hoog debiet en een lage EC.

Als we echter kijken naar een praktische situatie voor een landbouwer met een traditioneel akkerbouwbedrijf, is de waterproductie per jaar afhankelijk van het gewas en de periode van droogte tijdens het groeiseizoen. Marges tussen verliezen en ROI bepalen of irrigatie met ontzilt water haalbaar is. Maar een landbouwer moet rekening houden met het soort irrigatiemethode, want bij druppelirrigatie (DI) is er geen waterverlies als je het vergelijkt met een haspel, waarbij er een waterverlies is van 50%. Met ontzilt water moet je heel efficiënt met je water omgaan. Uiteindelijk is het resultaat van elke situatie anders omdat de verliezen door droogte, de ROI door irrigatie en de prijs verschillend zijn en dat bepaalt de haalbaarheid van ontzilting op een bedrijf. Dit alles leidt tot een algemene conclusie: ontzilting van brak water is haalbaar op sommige locaties en in bepaalde omstandigheden, maar de vereiste vergunningen zullen uiteindelijk het praktische gebruik bepalen.

## 10. Aanbeveling

In dit hoofdstuk zijn op basis van de resultaten en de conclusie aanbevelingen geformuleerd. Deze zijn zowel gericht aan de beleidsmakers als aan de landbouwers zelf.

Boeren moeten beter weten, en het hele jaar door meten, wat de EC-waarden zijn in de sloten bij hun percelen. Dit geeft een beter beeld van het probleem en op basis van deze gegevens kunnen in overleg met WS betere maatregelen worden genomen.

Bovendien is het moeilijk om op basis van de beperkte beschikbare gegevens conclusies te trekken. Zoals het vinden van gemiddelde opbrengsten met irrigatie vergeleken met verliezen in droge periodes. Het zou mooi zijn als er een agrarisch CBS was waar deze gegevens vandaan gehaald kunnen worden, zodat de conclusies in de toekomst nauwkeuriger zijn en overeenkomen met de werkelijkheid. De overheid zou de verantwoordelijkheid moeten nemen om dit te regelen of organisaties moeten financieren, zoals ZLTO of Deltares, die dit kunnen invullen. Zo heb je gegevens en cijfers die regelmatig worden bijgewerkt.

Bovendien lijkt het er vaak op dat het beleid na een innovatie komt. Dus als er iets nieuws wordt ontwikkeld, is er nog geen regelgeving. En als er al beleid is, is dat gebaseerd op data en niet op omstandigheden per gebied. Bijvoorbeeld het waterpeil in de sloot verandert als het lente is. Soms zou dat eerder of later moeten gebeuren gezien het klimaat en de situatie in die bepaalde regio en voor dat bepaalde jaar. Nieuw beleid moet gebaseerd zijn op omstandigheden en niet op data.

## 11. Bibliografie

- Agrigento, & Sicilië. (2002). *Haalbaarheidsstudie en beoordeling van de technische, administratieve en financiële levensvatbaarheid van de Voltano-ontziltingsinstallatie*. Lenntech. Op 4 juli 2022 ontleend aan <https://www.lenntech.com/abstracts/1024/feasibility-study-and-assessment-of-the-technical-administrative-and-financial-viability-of.html>.
- Arriola, P. D. T. (2017, april). Technical, Economic, and Environmental Feasibility Analysis of a Small Scale CSP Desalination Plant in Sonora, Mexico (No. 1). Universiteit van Michigan. [https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/136594/Taddei\\_Pablo\\_Thesis.pdf?sequence=1](https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/136594/Taddei_Pablo_Thesis.pdf?sequence=1)
- Belang van schone bronnen*. (n.d.). [www.evides.nl](http://www.evides.nl). Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.evides.nl/drinkwater/waterkwaliteit-en-hardheid/belang-van-schone-bronnen>.
- Bell, K., & Budd, P. (n.d.). *A Feasibility Study for the Construction of a Next Generation Desalination Plant in New South Wales, Australia*. Universiteit van Surrey. [http://personal.ee.surrey.ac.uk/Personal/R.Webb/MDDP/2010/Desalination\\_3.pdf](http://personal.ee.surrey.ac.uk/Personal/R.Webb/MDDP/2010/Desalination_3.pdf)
- Britannica, T. Redactie Encyclopedie (2021, 21 december). ontzilting. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/desalination>
- Dafforn, J. (2013). *Oceanside Seawater Desalination Feasibility Study [Slides]*. Watereuse.Org. <https://watereuse.org/wp-content/uploads/2015/09/Presentation-Oceanside-Seawater-Desalination-Feasibility-Study-October-2013>
- Definities bij haalbaarheidsproject | RVO.nl | Rijksdienst. (n.d.). RVO.nl. Opgehaald 10 maart 2022, van <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/mit-regeling/aanvragen/haalbaarheidsprojecten/definities>

*Facebook - Cafruso*. (n.d.). Facebook. Opgehaald 10 januari 2022, van

<https://www.facebook.com/cafruso>

*Filmtec*. (n.d.). Lenntech. Op 4 juli 2022 ontleend aan

<https://www.lenntech.nl/producten/membranen/filmtec.htm>

Gellerman, K. (2013, september). Economic Feasibility of Desalination in California (MS Plan II paper). Universiteit van Californië, Davis.

<https://watershed.ucdavis.edu/shed/lund/students/Gellerman2013.pdf>

H. Cappon. (2021, maart). *Kadernotitie Zeeuwse Deltaplan Zoet Water* (nr. 1). HZ Watertechnologie.

Helmenstine, A. M. (2020, januari 29). Elektrische geleidbaarheid begrijpen. ThoughtCo. Op 8 juli 2022 ontleend aan <https://www.thoughtco.com/definition-of-electrical-conductivity-605064>

*Thuis*. (2021, juli 22). NAK. Opgehaald 10 januari 2022, van <https://www.nak.nl/>

Hoe permeaatpompen werken - Pure Water Products, LLC. (2022). Pure Water Products. Op 8 juli 2022 ontleend aan <https://www.purewaterproducts.com/articles/how-permeate-pumps-work>

HZ University of Applied Sciences. (2021, 15 december). *Watertechnologie*. Opgehaald 10 januari 2022, van <https://hz.nl/lectoraten/water-technology>

Japan International Cooperation Agency, Nippon Koei Co. Ltd, & Water Reuse Promotion Center. (2016, juni). The Survey on Feasibility of Desalination Projects in Sub-Saharan Africa. [openjicareport.jica.go.jp](https://openjicareport.jica.go.jp).

<https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12264560.pdf>

Joel van Daalen. (2021, 2 september). *Bedrijf - Landbouwbedrijf Van't Hof*. Landbouwbedrijf Van't Hof. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://landbouwbedrijfvanthof.nl/bedrijf/>

KMWP. (n.d.). *Home*. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://kmwp.nl/#!/up>



KWR Water. (2020, april). *Brak grondwater als drinkwaterbron*. KWR.

<http://api.kwrwater.nl/uploads/2020/04/KWR-2020.039-Brackish-groundwater-as-drinking-water-source.-A-literature-review-for-a-proposed-water-resource-for-Dunea.pdf>

Living Lab Schouwen-Duiveland | Living Lab Schouwen-Duiveland. (n.d.). Living Lab Schouwen-Duiveland. Op 10 maart 2022 ontleend aan <https://livinglabschouwen-duiveland.nl/>

McCombes, S. (2021, 20 oktober). *Hoe maak je een onderzoeksopzet*. Scribbr. Opgehaald 11 januari 2022, van <https://www.scribbr.com/methodology/research-design/>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021, 14 december). *Rijkswaterstaat Zee en Delta, Middelburg*. Rijkswaterstaat. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons/onze-organisatie/organisatiestructuur/zee-en-delta/hoofdkantoor-middelburg>

*Nanofiltratie (NF) | Wateroplossingen*. (n.d.). Dupont.Com. Op 8 juli 2022 ontleend aan <https://www.dupont.com/water/technologies/nanofiltration-nf.html>

*Onze vereniging*. (n.d.). ZLTO. Opgehaald 10 januari 2022, van <https://www.zlto.nl/over-ons>  
*Over ons*. (2022, februari 15). Deltares. Op 10 maart 2022 ontleend aan <https://www.deltares.nl/nl/over-ons/>

*Over ZAJK | Zeeuws Agrarisch Jongeren Kontakt*. (n.d.). Zajk. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.zajk.nl/over-zajk>

*Over ZMf*. (2021, 28 januari). ZMF Zeeland. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://zmf.nl/over-zmf/over-zmf/>

REDstack. (n.d.). REDstack Blue Energy Omgekeerde ElektroDialyse. Opgehaald 10 maart 2022, van <https://redstack.nl/>

*Schoon en voldoende water.* (2021, 3 juni). Scheldestromen. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://scheldestromen.nl/schoon-en-voldoende-water>

Oplossingen - PureBlue. (n.d.). PureBlue. Opgehaald 10 maart 2022, van

<https://pureblue.nl/en/solutions>

*TORAY DS / Design Tool / Toray Membrane / TORAY.* (2022). Water.Toray. Opgehaald 4 juli 2022, van <https://www.water.toray/knowledge/tool/ds/>

Van der Westen ICT. (n.d.). *Proefboerderij Rusthoeve.* Proefboerderij-Rusthoeve. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.proefboerderij-rusthoeve.nl/p/206/Over-ons>

Voldoende zoet water in Zeeland. (n.d.). ZLTO. Op 10 maart 2022 ontleend aan

[https://www.zlto.nl/belangenbehartiging/voldoende-zoet-water-in-](https://www.zlto.nl/belangenbehartiging/voldoende-zoet-water-in-zeeland#:~:text=Droogte%20en%20watertekorten%20vormen%20in,op%20ongeveer%2090.000%20hectare%20landbouwgrond.)

[zeeland#:~:text=Droogte%20en%20watertekorten%20vormen%20in,op%20ongeveer%2090.000%20hectare%20landbouwgrond.](https://www.zlto.nl/belangenbehartiging/voldoende-zoet-water-in-zeeland#:~:text=Droogte%20en%20watertekorten%20vormen%20in,op%20ongeveer%2090.000%20hectare%20landbouwgrond.)

Voutchkov, N. (2012). *Desalination Engineering: Planning and Design* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

*Zeeuws Deltaplan Zoet water / Provincie Zeeland.* (n.d.). Provincie Zeeland. Op 10 januari 2022 ontleend aan <https://www.zeeland.nl/water/zeeuws-deltaplan-zoet-water>

## Bijlage

### Bijlage 1: Zip-map; berekeningen en formules

Inclusief:

- THB Rekentool ontzilting; binnen dit bestand is het mogelijk gegevens toe te voegen en de kosten te berekenen. Op basis van de spreadsheet START, Standard en Crop zal het product worden ontworpen als een hulpmiddel voor landbouwers.
- THB Energiekosten - ontzilting: een instrument om de energiekosten van drie technologieën te berekenen (ED wordt later toegevoegd)
- THB - Haalbaarheid ontzilting van 4 gevallen; gegevens van drie bedrijven moeten nog worden ontvangen om te berekenen of ontzilt water in hun situatie haalbaar is.
- THB Investeringskosten - inclusief gereedschap en formule uit grafieken
- THB - membraan x EC - test; grafiek en formule uit testverslagen om te komen tot een instrument om de energiekosten te berekenen

Bijlage 2: Document met SAFE-criteria van professioneel product

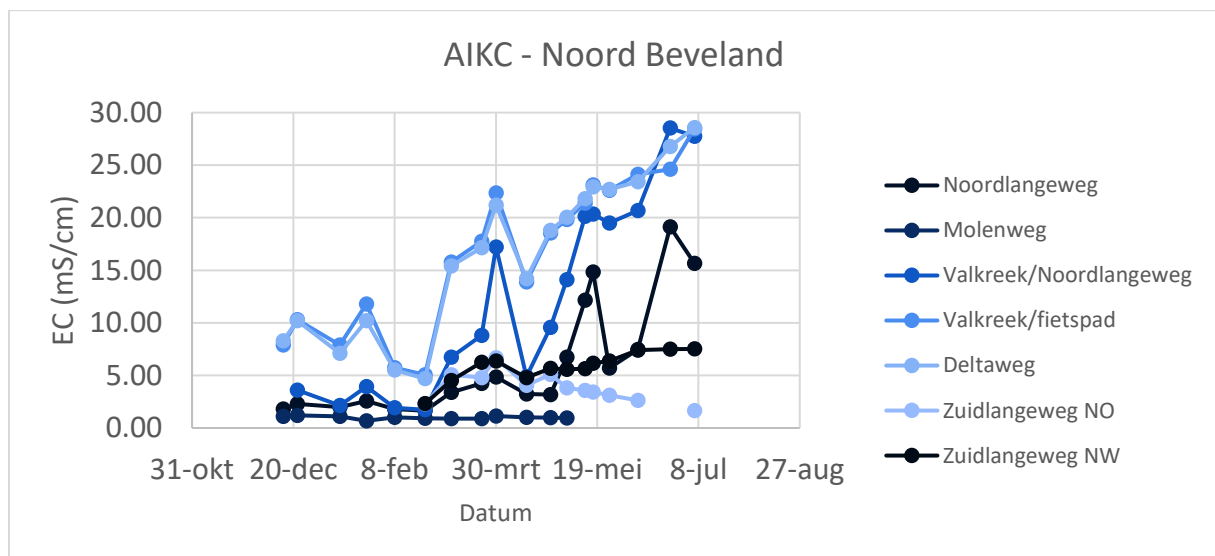
Bijlage 3: Script van de interviews met vier cases in het Nederlands

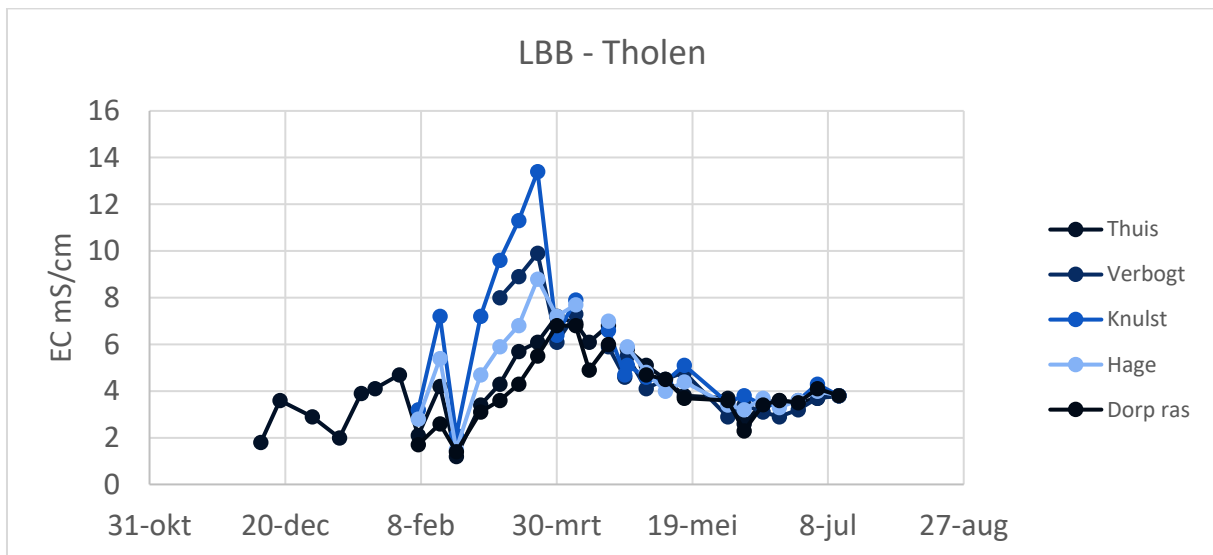
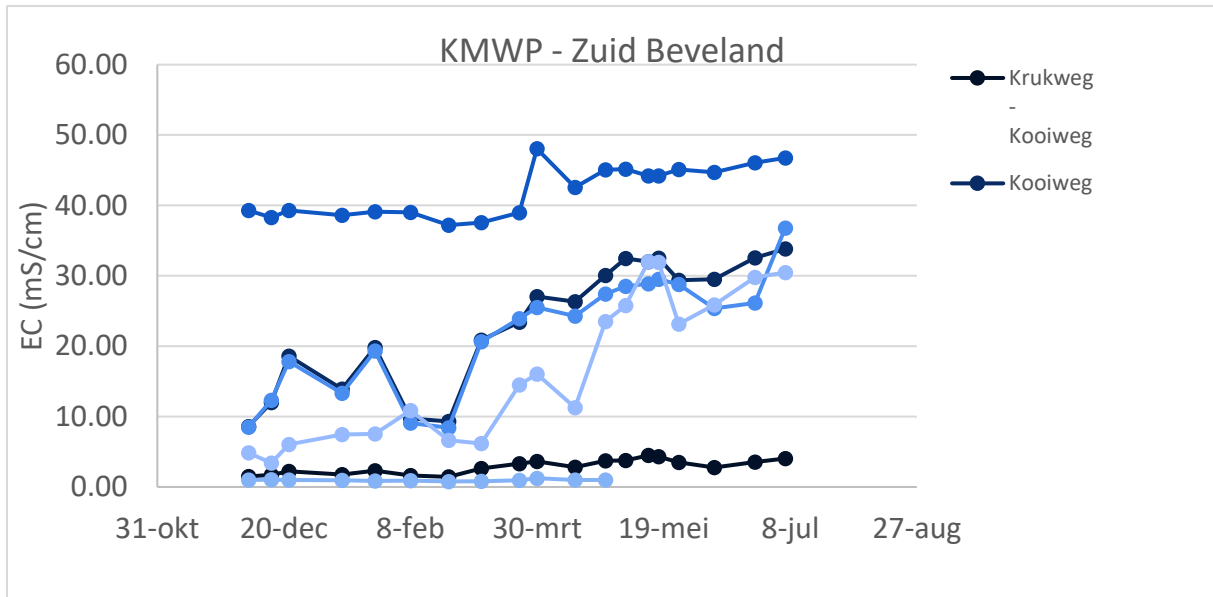
Bijlage 4: Ervaring Waterschap Scheldestromen - agrarische sector

Vragenlijst voor Nederlandse landbouwers over hun ervaringen met WS

Bijlage 5: Grafieken van de EC in sloten in het gebied van vier gevallen

De grafiek van Schouwen-Duiveland staat in hoofdstuk 8.1.





Bijlage 6: Tabel van de EC in de sloot in het gebied van Capelle

Datum	Galgeweg- Stoofweg	Bassin L&E	Dijkwater natuurgebied
15-dec	15,15	0,80	8,50
22-dec	19,90	0,83	17,60
12-jan	16,30	0,78	18,90
25-jan	19,20	0,82	18,90
8-feb	13,80	0,80	18,82
23-feb	12,20	0,74	18,60
8-mrt	24,42	0,75	18,82
23-mrt	26,20	0,76	19,15
30-mrt	30,95	0,87	22,08
14-apr	26,55	0,77	20,03
26-apr	28,72	0,74	20,19
4-mei	32,15	0,74	20,4
13-mei	31,9	0,71	19,8
17-mei	32,56	0,72	20,25

<b>25-mei</b>	29,15	0,58	19,5
<b>8-jun</b>	28,85	0,70	19,20
<b>24-jun</b>	25,88	0,72	20,08
<b>6-jul</b>	35,1	0,67	

Bijlage 7: Waterbehoefteoverzicht van LBB, AIKC en Capelle

<b>Waterbehoefte Capelle</b>									
Gewas	Behoeft mm/week/ha	Methode	Verliesfactor	m <sup>3</sup> /week	Weken/groei seizoen	Totaal m <sup>3</sup> /jaar/ha	Aantal ha	Totaal m <sup>3</sup> /jaar	
Appel	15	DI	1	150	15	2250	7	15750	
Peer	15	DI	1	150	15	2250	12	27000	
<b>Total</b>	<b>30</b>						<b>19</b>	<b>42750</b>	

<b>Waterbehoefte LBB</b>									
Gewas	Behoeft mm/week/ha	Methode	Verliesfactor	m <sup>3</sup> /week	Weken/groei eizoen	Totaal m <sup>3</sup> /jaar/ha	Aantal ha	Totaal m <sup>3</sup> /jaar	
UI	12	DI	1	120	11	1320	30	39600	
PG	10	DI	1	100	10	1000	70	70000	
GerstW	0	RH	1,5	0	0	0	30	0	
SKB	6	RH	1,5	90	3	270	10	2700	
							<b>140</b>	<b>112300</b>	

<b>Waterbehoefte AIKC</b>									
Gewas	Behoeft mm/week/ ha	Methode	Verliesfactor	m <sup>3</sup> /week	Weken/groei iseizoen	Totaal m <sup>3</sup> /jaar/ ha	Aantal ha	Totaal m <sup>3</sup> /jaar	
UI	10	DI	1	100	12	1200	10	12000	
Tarwe	0	RH	1	0	0	0	30	0	
CS	5	RH	1,5	75	12	900	15	13500	
Peen	15	RH	1,5	225	6	1350	3	4050	
							<b>58</b>	<b>29550</b>	

Bijlage 8: Tabel met aantallen kWh/m<sup>3</sup> voor RO, ED en NF.

<b>RO kWh/m<sup>3</sup></b>				
Flow	2	4	10	20
EC				
<b>4</b>	0,79	0,79	0,96	0,96
<b>6</b>	0,92	0,92	1,12	1,12
<b>8</b>	1,05	1,05	1,28	1,28
<b>10</b>	1,18	1,18	1,43	1,43
<b>15</b>	1,5	1,5	1,83	1,83
<b>20</b>	1,82	1,82	2,22	2,22

NF kWh/m <sup>3</sup>				
Flow	2	4	10	20
EC				
4	0,43	0,43	0,5	0,5
6	0,54	0,54	0,62	0,62
8	0,64	0,64	0,75	0,75
10	0,75	0,75	0,87	0,87
15				
20				

ED kWh/m <sup>3</sup>				
Flow	2	4	10	20
EC				
4	0,16	0,16	0,13	0,13
6	0,38	0,38	0,33	0,33
8	0,8	0,8	0,7	0,7
10	1,29	1,29	1,13	1,13
15				
20				

Bijlage 9: Tabel met formule voor de berekening van de investeringskosten

Mobiele, containerized ED/RO installatie		
<b>Specificaties</b>		
Voedingswater capaciteit	13	m3/h - max.
Productwater capaciteit	6,477272727	m3/h - max.
Voedingswater geleidbaarheid	6,0	mS/cm - max.
Productwater geleidbaarheid	1,5	mS/cm - min.
Inzetbaarheid	22	uren / dag
Energie verbruik	1,8	kWh/m3
<b>Kosten</b>		
Investering containerinstallatie eenmalig	324.488	€
Levensduur cq. afschrijvingstermijn	15	jaar
Productwater capaciteit (gemiddeld)	6	m3/h
Productieve periode	10	maanden
Water productie over periode	42.750	m3
Vaste kosten per jaar	21.633	€
<b>Kostprijs productwater</b>	<b>0,51</b>	<b>€ / m3</b>

Bijlage 10: Tabel met formule voor de berekening van de OM-kosten

ED, RO or NF		
Onderhoud per jaar (3% investering)	9.735	€
Operator inzet (indien nodig)	2	uur / week
Tarif operator	50	€/ uur
Productive period	10	maanden
Operational costs	4250	€
maintenance costs	9.735	€
<b>Total O&amp;M costs</b>	<b>13984,6393</b>	<b>€</b>

Bijlage 11: Tabel met 10 scenario's voor de grenzen van technologieën

RO	EG	kW/h/m <sup>3</sup>	Totaal m <sup>3</sup> /jaar
<b>Scenario 1</b>	4	2	13200
<b>Scenario 2</b>	4	20	132000
<b>Scenario 3</b>	20	2	13200
<b>Scenario 4</b>	20	20	132000
<b>ED</b>			
<b>Scenario 1</b>	4	2	13200
<b>Scenario 2</b>	4	20	132000
<b>NF</b>			
<b>Scenario 1</b>	4	2	13200
<b>Scenario 2</b>	4	20	132000

Eerst zullen de scenario's voor de RO-technologie worden toegelicht. Scenario 1 heeft een lage EC en een laag debiet, hetgeen betekent dat er minder energie nodig is maar zeer hoge investeringskosten vanwege de lage m<sup>3</sup> water. Het tweede scenario is het beste omdat er bij een lage EC en een hoog debiet minder energie nodig is en de investeringskosten zeer laag zijn vanwege de grote hoeveelheid water. Scenario 3 is het slechtste omdat de EC zeer hoog is en er dus veel energie nodig is om water te produceren en het debiet zeer laag is, waardoor de investeringskosten relatief zeer hoog zijn. Het laatste scenario is bijna het beste omdat er veel energie nodig is vanwege de hoge EC, maar het debiet is hoog zodat de investeringskosten relatief laag zijn.

Bovendien zijn er voor de ED-technologie slechts twee scenario's omdat ED alleen mogelijk en haalbaar is als de EC lager is dan 10 mS/cm. Deze technologie kan geen water produceren als de EC hoger is dan 10, dus daarvoor hoefden we de kosten niet te berekenen.

En voor de laatste technologie zijn er ook maar twee scenario's, omdat NF geen water tot een EC van 1,5 mS/cm kan produceren als het voedingswater hoger is dan 10 mS/cm. Dat is gewoon niet haalbaar voor deze technologie.

Bijlage 12: Tabel met kosten en baten van Capelle, AIKC en LBB.

AIKC	Winst €/ha	Kosten €/ha	LBB	Winst €/ha	Kosten €/ha
UI	€ 6.000,00	€ 4.162,82	UI	€ 3.200,00	€ 2.651,73
CS	€ 4.500,00	€ 2.880,67	PG	€ 4.200,00	€ 1.700,64
Peen	€ 4.500,00	€ 10.910,58	SKB	€ 3.500,00	€ 2.987,46

Capelle	Appel	Peer
Winst €/ha	€ 7.000,00	€ 11.800,00
Kosten €/ha	€ 6.540,74	€ 4.854,67