



ADVIES

Een stap verder met zout in het waterbeheer

Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte

7 maart 2023

HOOFDSTUK 1.

Inleiding

1.1 Aanleiding en achtergrond

Zout in het zoete water is een spannende zaak. Zodra zoetwater zout wordt, komt er actie vanuit degene die ermee te maken heeft, bijvoorbeeld agrariërs of natuurbeheerders. En daarna volgt in veel gevallen een actie van de waterbeheerder. De waterbeheerder, zowel op landelijke als regionale schaal, weet in die gevallen vaak niet goed wat de juiste actie is en loopt tegen verschillende vragen aan. Vragen als: hoeveel zoet doorspoelwater is er nodig? Hoe zout is het dan? Hoeveel zout in het (beregenings)water geeft schade? Welke maatregelen kan ik nemen om de schade te beperken? En wegen deze maatregelen op tegen de kosten? Dit soort vragen spelen op lokale, regionale en landelijke schaal en in vele sectoren zoals drinkwater, industrie, landbouw en natuur. En elke vraag is een deel van de puzzel om het zoutvraagstuk een stap verder te krijgen. Daarvoor wordt in Nederland al veel onderzoek verricht naar zout en zoutschade, zowel in de praktijk als in NWO-verband.

Binnen de sectoren landbouw en natuur blijven in de onderzoeken en de discussie daarover steeds drie vragen terugkomen die nog niet beantwoord zijn:

1. Hoe zout is het bodemvocht en hoe goed presteren onze huidige modellen in het simuleren van zoutconcentraties in het bodemvocht? Tot op heden kan zoutschade niet meegenomen worden bij het bepalen van de zoetwateropgave en de kosteneffectiviteit van zoetwatermaatregelen. Eén van de redenen hiervoor is onduidelijkheid over wat de huidige modelresultaten waard zijn omdat er een gebrek is aan validatiegegevens wat betreft zoutconcentraties in de wortelzone.
2. Wat is de zouttolerantie van landbouwgewassen, oftewel, wanneer treedt er zoutschade op? Hoewel er veel praktijkproeven in het verleden zijn gedaan, is de kennis die beschikbaar is over wanneer schade optreedt aan landbouwgewassen door zout te diffuus en ontoereikend om op te sturen.
3. Hoe gaan we op de korte termijn om met zoutschade? Het zal waarschijnlijk jaren duren voordat er antwoord is op de bovenstaande vragen. Maar ondertussen is zoutschade al wel een probleem in de praktijk. Daarom is de vraag wat er op korte termijn al mogelijk is en hoe je omgaat met bestaande onzekerheden.

Een antwoord op deze drie vragen zou waterbeheerders en het Deltaprogramma Zoetwater helpen om op een goede manier om te gaan met zout.

1.2 Vraagstelling

Het Deltaprogramma Zoetwater, het Hoogheemraadschap van Rijnland en STOWA hebben aan de leden van het Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte (hierna: Expertisenetwerk) gevraagd om vanuit hun wetenschappelijke expertise te reflecteren op de drie steeds terugkerende vragen gericht op landbouw en natuur.

Het Expertisenetwerk is gevraagd zich hierin vooral te richten op een aanpak voor de beantwoording van deze vragen. Hoe kunnen we de beantwoording van de vragen een stap verder brengen? Welke inhoudelijke aanscherping van de vragen is daarvoor nodig? Hoe zou de uitvoering van de onderzoeken er uit kunnen zien? Met welke partijen kan daarin samengewerkt worden? En op welke bestaande (onderzoeks)trajecten kan worden aangesloten?

1.3 Totstandkoming

Het advies is opgesteld op basis van een bijeenkomst op 11 november 2022 met onderstaande deelnemers. In deze bijeenkomst zijn naast leden van het Expertisenetwerk ook andere experts aangesloten om over voldoende diverse kennis en ervaring voor dit vraagstuk te beschikken. In dit advies wordt met de term 'Expertisenetwerk' verwezen naar alle aanwezige experts die een bijdrage hebben geleverd.

Aanwezige experts:

- Dr.ir. Mirjam Hack-ten Broeke, voorzitter (Wageningen Environmental Research, lid ENZD)
- Ir. Gerben Bakker (Wageningen Environmental Research)
- Martin Mulder, MSc (Wageningen Environmental Research)
- Dr. Joost Delsman (Deltares, lid ENZD)
- Dr. Gualbert Oude Essink (Deltares, lid ENZD)
- Dr. Sija Stofberg (KWR Water Research Institute)
- Dr. Michelle van Vliet (Universiteit Utrecht, lid ENZD)

Vanuit de initiatiefnemers, coördinatoren en secretariaat waren aanwezig:

- Drs. Sharon Muurling-van Geffen (Rijkswaterstaat; initiatiefnemer namens het DPZW)
- Drs. Michelle Talsma (STOWA; initiatiefnemer)
- Ir. Rob Ruijtenberg (STOWA; initiatiefnemer)
- Emiel Spanier, Msc. (Rijkswaterstaat; coördinator ENZD)
- Ir. Milan Rikhof (Berenschot; secretaris ENZD)

Afwezig:

- Drs. Mark Kramer (HRR; initiatiefnemer)

De voorzitter heeft na de bijeenkomst een gesprek gevoerd met Dr. Hannah Schneider (Wageningen University), die niet bij de bijeenkomst kon aansluiten.

HOOFDSTUK 2.

Advies

Samenvatting advies

- Het Expertisenetwerk vindt het zinvol om de drie gestelde hoofdvragen de komende jaren te onderzoeken zodat er beter met zout kan worden omgegaan in het waterbeheer. Het is daarbij van belang dat de vragen in samenhang worden onderzocht.
- Voor een verdere ontwikkeling van modellen om de zoutconcentraties in de wortelzone te simuleren zijn vooral meer metingen nodig van de werkelijke situatie om de modellen te valideren. Het betreft niet alleen metingen in de wortelzone, maar in het hele bodem-watersysteem. Het Expertisenetwerk adviseert hiervoor een meetcampagne op te zetten, met oog voor de ruimtelijke variatie in Nederland en de onzekerheden die dat met zich mee brengt.
- Over de effecten van zout -al dan niet in combinatie met droogte- op landbouwgewassen of natuurlijke vegetatie is er met name in de Nederlandse context onvoldoende kennis. Het ontwikkelen van deze kennis in een praktijksituatie is lastig omdat het effect dan wordt bepaald door vele variabelen. Er is daarom uitgebreid laboratoriumonderzoek gecombineerd met veldonderzoek nodig om alle variabelen te kunnen duiden. Het Expertisenetwerk pleit ervoor hierin breder te kijken dan de landbouw, en ook de schade voor natuur te bezien.
- Zowel voor inzicht in de zoutconcentraties als de effecten daarvan op planten ziet het Expertisenetwerk een noodzaak voor een aanpak op lange termijn. Met een langjarig onderzoeksprogramma kan structuur, samenhang en continuïteit gegeven worden aan de uit te voeren onderzoeken. In dit onderzoeksprogramma is een goede samenwerking met waterbeheerders essentieel zodat de onderzoeken kennis ontwikkelen die in de praktijk toepasbaar is.
- Op de korte termijn kan aangesloten worden op lopende onderzoeken of projecten. Het Expertisenetwerk noemt in het advies enkele voorbeelden hiervan. Daarmee kunnen echter slechts onderdelen van de hoofdvragen al beantwoord worden. Een langjarig onderzoeksprogramma blijft belangrijk.

2.1 Inleiding

Het Expertisenetwerk ziet de drie gestelde hoofdvragen als nuttig om de komende jaren te onderzoeken. Omgaan met zout in het waterbeheer is een vraagstuk waar nog veel kennisontwikkeling nodig is. Zeker vanwege de verwachte toename van verzilting door klimaatverandering. De drie hoofdvragen die steeds terugkomen leggen de nadruk op de twee belangrijkste onderwerpen waar behoefte is aan meer kennis:

- Vanuit hydrologisch perspectief de behoefte aan inzicht in zoutconcentraties in wortelzone en de relatie met grond- en oppervlaktewater en eventuele beregening (hoofdvraag 1).
- Vanuit perspectief van landbouw en natuur de behoefte aan inzicht in het effect van zoutconcentraties(schade) op planten (hoofdvraag 2).

Inzicht in beide onderwerpen is nodig om in het waterbeheer om te gaan met zout. Alleen samen geven ze waterbeheerders een handelingsperspectief om in de dagelijkse praktijk maatregelen te nemen. Immers, een helder beeld van de zoutconcentratie in de wortelzone is nog geen aanleiding tot handelen. En andersom is een beeld van de effecten op planten zinloos als er geen helderheid is over de zoutconcentraties. Het Expertisenetwerk adviseert dan ook om op beide thema's zowel op de korte termijn als op de lange termijn onderzoek te verrichten.

In dit advies reflecteert het Expertisenetwerk eerst inhoudelijk op de twee hierboven geschetste onderwerpen (zie 2.2 en 2.3). Deze reflecties kunnen gebruikt worden om de vragen over zout in het waterbeheer inhoudelijk aan te scherpen. Ook wordt per onderwerp ingegaan op hoe die onderzoeken uitgevoerd kunnen worden. Tot slot wordt stilgestaan bij een overkoepelende korte én lange termijn aanpak voor het omgaan met zoutschade (zie 2.4). Daarin wordt toegelicht welke korte termijn inzet (hoofdvraag 3) het Expertisenetwerk kansrijk acht.

Verzilting in breder perspectief

In lijn met de vraagstelling is de scope van dit advies verzilting. Verzilting staat echter voor waterbeheerders niet op zichzelf, maar is onderdeel van een bredere afweging. Een waterbeheerder moet soms keuzes maken tussen verzilting (verzilt rivierwater inlaten) en verdroging (niet inlaten) of tussen verzilting (niet inlaten) en risico op ongewenste stoffen in het water (wel inlaten). Op deze afwegingen en hoe die te maken gaat het Expertisenetwerk in dit advies niet in. Maar het is goed te beseffen dat kennis over zoutconcentraties en de effecten daarvan gebruikt moet worden in deze complexe praktijk.

2.2 Zoutconcentraties in de wortelzone

Het Expertisenetwerk onderschrijft de stelling van de adviesvragers dat onbekend is of de huidige beschikbare modellen de zoutconcentraties in de wortelzone goed simuleren. Dat heeft twee redenen:

- Ten eerste omdat er onvoldoende gegevens zijn om een betrouwbaar beeld van de werkelijke zoutconcentraties in de wortelzone te genereren waarmee de modellen gevalideerd kunnen worden. Om dit te verhelpen zijn meer metingen nodig van zoutconcentraties in het bodemvocht.
- Ten tweede zijn de modellen nog onvoldoende geschikt om te berekenen wanneer het zout vanuit het grond- en oppervlaktewater (mede via beregening) de wortelzone bereikt. Daarvoor is meer kennis nodig over de dynamiek van het integrale bodem-watersysteem in relatie tot zout. Dit vraagt om gelijktijdige metingen in het gehele bodem-watersysteem. Dat betekent niet alleen metingen van de zoutconcentraties in de wortelzone, maar ook in grondwater, oppervlaktewater en beregeningswater.

Voor de verdere ontwikkeling van de modellen ziet het Expertisenetwerk dat de beoogde schaal van de modellen een belangrijk aspect is om rekening mee te houden. De huidige (grond)watermodellen werken vaak op een te grote schaal voor waterbeheerders en de modellen voor de onverzadigde zone (zoals SWAP) werken op puntschaal. Waterbeheerders zijn met name geïnteresseerd in informatie op regionale of stroomgebied-schaal over de watervraag en de beschikbare hoeveelheid water en de waterkwaliteit, waaronder verzilting, in een gebied. Dit hoeft niet op perceelniveau te zijn, maar wel gedetailleerder dan de meeste grondwatermodellen. Daar zijn nog stappen in te zetten.

Het Expertisenetwerk wil op voorhand meegeven dat er altijd onzekerheid zal zijn bij verdere ontwikkeling en toepassing van modellen. Dat betekent niet dat er geen inzet nodig is om de modellen te verbeteren. Er moeten nog flinke stappen gezet worden. Bovendien zijn er voorbeelden waar het modelleren van zouttransport aardig gelukt is, bijvoorbeeld voor zoute kwel, beregening met zout water of de uitspoeling naar sloten. Onzekerheden zullen echter altijd blijven bestaan. Het is belangrijk om te onderzoeken hoe waterbeheerders meer bewust van onzekerheden kunnen zijn, hoe modelonzekerheid kan worden gekwantificeerd en op welke wijze men daarmee om kan gaan. Het Expertisenetwerk ziet bijvoorbeeld dat waterbeheerders in de praktijk geholpen zijn met onderzoeken die bandbreedtes van onzekerheden in beeld brengen. Denk aan het aangeven dat er in een situatie 80% kans is op een zoutconcentratie in de wortelzone van boven de 600 mg Cl-/l. Met deze gegevens kunnen waterbeheerders een risico-inschatting maken en besluiten nemen.

Richtingen voor uitvoering ter validatie van zout-stromingsmodellen

Zoals hierboven beschreven is het verbeteren van de modellen om zoutconcentraties te simuleren gebaat bij meer gegevens van de werkelijke zoutconcentraties. Het Expertisenetwerk adviseert daarom om hiervoor een meetcampagne op te zetten. In de uitvoering daarvan moet oog zijn voor de ruimtelijke variatie in Nederland en de onzekerheden die dat met zich meebrengt.

Op hoofdlijnen zijn er twee typen onderzoek mogelijk om de benodigde metingen uit te voeren. Ten eerste kan met een grootschalige aanpak in korte tijd voor een groot gebied metingen worden uitgevoerd in het bodem-watersysteem. Hiervoor kan *remote sensing* uitkomst bieden. Het project [FRESHEM](#) geeft een beeld van de mogelijkheden van *remote sensing* technologieën, al is verder onderzoek nodig om te bepalen hoe goed deze technieken werken. Een dergelijke aanpak biedt bijvoorbeeld alleen resultaten als er ook voldoende plekken zijn waar verzilting daadwerkelijk plaatsvindt. Dit soort technologieën moeten daarom gebruikt worden in aanvulling op metingen van de werkelijke zoutconcentraties.

Ten tweede kan langjarig op enkele locaties onderzoek worden gedaan, bijvoorbeeld door een paar gebieden te selecteren in één provincie. Een overweging daarbij is om in deze gebieden simpele veldproeven te starten waarin op een snelle en goedkope manier inzicht wordt verkregen in zout in het bodemvocht. Dit geeft nog geen uitsluitsel over de doorwerking van grond- en oppervlaktewater op de zoutconcentraties in de bodem. Daarvoor is verdiepend onderzoek nodig op basis van metingen in het gehele bodem-watersysteem (oppervlaktewater, de wortelzone en het grondwater), bij voorkeur binnen dezelfde tijdsspanne gemeten. En er dient rekening gehouden te worden met de (sterke) interacties met andere variabelen zoals bodemtype, gewassoorten (via de eigenschappen van de wortels), weersomstandigheden, etc. Deze variabelen kunnen veel invloed hebben op de verspreiding van zout. Extrapolatie van de resultaten is alleen mogelijk wanneer het onderzoek gericht is op de onderliggende mechanismen, en niet alleen op empirische relaties.

Naast deze aandachtspunten wil het Expertisenetwerk benadrukken dat het uitvoeren van de benodigde metingen vanuit praktisch oogpunt ook geen sinecure is. Een aantal uitdagingen zijn:

- Zoutconcentraties kunnen lokaal sterk kunnen verschillen. In zoverre dat de zoutconcentratie een paar centimeter verderop al heel anders zijn.
- Zoutconcentraties kunnen ook per jaar zeer sterk verschillen door de weersomstandigheden.
- Door de enorme mogelijke variatie is een goede dekking nodig met metingen op veel plekken.
- Het is lastig goede plekken te vinden om metingen uit te voeren omdat we de meeste plekken niet zout willen laten worden.

2.3 Effect van zoutconcentraties

Er is met name in de Nederlandse context onvoldoende kennis over de effecten van zout op landbouwgewassen of natuurlijke vegetatie. Onderzoek op dit punt is daarom volgens het Expertisenetwerk zeker nodig. Het ontwikkelen van deze kennis is lastig omdat er naast de zoutconcentratie vele variabelen in het veld het effect bepalen. Het stadium van groei van het gewas, de duur van blootstelling, weersomstandigheden, andere mineralen dan NaCl in het water en de bodemgesteldheid, uitspoeling door regen, variabele grondwaterstanden en kiemkracht zijn slechts enkelen daarvan. Bovendien kan er sprake zijn van een heterogene verdeling van zout in de bodem, beïnvloed door beregening, bodemopbouw, (macro)poriën, preferente stroombanen, vochtgehalte etc. Dit kan een van de oorzaken zijn voor de grote spreiding in zouttolerantie van planten in gedane

veldproeven.¹ Een beter beeld krijgen van de effecten van zout op planten vraagt daarom om laboratoriumonderzoek om zoveel mogelijk variabelen te kunnen uitsluiten of te duiden, en om een uitgebreid veldonderzoek waarbij alle relevante omstandigheden worden gemeten, niet alleen de zoutconcentratie en gewasopbrengst.

Het Expertisenetwerk pleit ervoor om in de kennisontwikkeling breder te kijken dan de landbouw, en ook de schade voor natuur te bezien. Over de zouttolerantie van de natuur in Nederland weten we nog minder dan van landbouwgewassen. Dat komt voor een deel omdat sommige natuurgebieden, zoals laagveen, onder normale omstandigheden nooit zout zijn en goed beschermd worden tegen mogelijke brakke invloeden.² Daardoor is er geen kennis over de gevolgen als daar wél verzilting optreedt. Ook hier geldt dat meer kennis over de mogelijke effecten nodig is om als waterbeheerder de juiste maatregelen te kunnen nemen.

Effecten van zout op planten

Er zijn drie mechanismen waarop zout effect heeft op planten:

- Osmotisch potentiaal: het wordt moeilijker voor de plant om vocht op te nemen.
- Toxiciteit: opgenomen zouten veroorzaken schade aan het plantweefsel.
- Interactie met voedingsstoffen: moeilijkere opname van bijvoorbeeld nitraat, door concurrentie met Cl-ionen.

Hierbij is het belangrijk op te merken dat de effecten van zout niet altijd negatief hoeven te zijn. Zo worden tomaten zoeter bij lichte zoutconcentraties, maar vanwege praktische aspecten gebruiken ze in kassen alleen zoetwater.

Voor de verdere kennisontwikkeling op dit onderwerp belicht het Expertisenetwerk de volgende aandachtspunten:

- Als eerste stap is laboratoriumonderzoek naar de effecten van zout in verschillende groeistadia van planten nodig.³ Daarbij gaat het niet alleen om de effecten op de mate van verzilting en het moment van blootstelling, maar ook om de invloed op de eindopbrengst van een gewas.
- Het is zinvol om te onderzoeken hoe bepalend de wortelgroei is voor de tolerantie van gewassen. Wortels groeien namelijk naar het meest gunstige plekje in de wortelzone. Als er zoute kwel in de wortelzone komt zullen de wortels vooral water onttrekken in het bovenste deel van de wortelzone en dus ondiep wortels ontwikkelen. Bij berekening met zout water mogelijk juist andersom. Dit roept de vraag op in hoeverre planten onder omstandigheden waar wortels ruimte hebben om in een goede richting te groeien minder last hebben van zout?
- Naast onderzoek naar de effecten op conventionele gewassen, is ook kennis nodig over andere, nieuwe typen gewassen. Dat betreft vooral gewassen met een hogere zouttolerantie. Kennis over deze gewassen verbreedt het handelingsperspectief voor boeren omdat er naast maatregelen in het waterbeheer ook maatregelen in de landbouw kunnen worden genomen door het telen van andere gewassen. Hiervoor kan inspiratie worden opgedaan uit experimenten met andere gewassen in het buitenland.⁴

¹ In Stuyt et al., 2016 komt deze grote spreiding naar voren.

² Zie: Stofberg et al., 2014 en Stofberg et al., 2015.

³ Er is al veel (genetisch) onderzoek gedaan bij de Zandraket (*Arabidopsis*) omdat deze plant een eenvoudige genetische opbouw heeft. Daar bleek dat vooral zaailingen veel last hebben van zoute omstandigheden. Het is echter erg de vraag of de resultaten vertaalbaar zijn naar landbouwgewassen.

⁴ Zie: bijvoorbeeld <https://northsearegion.eu/salfar>

- Het is interessant om ook te kijken naar de effecten van zoutconcentraties in water waarmee gewassen worden beregend. Welke effecten heeft dat op de zoutconcentraties in de wortelzone en de groei van planten? En levert het beregenen bladschade op?

Richtingen voor uitvoering

Om meer inzicht te krijgen in de effecten van zout op planten zijn allereerst onderzoeken nodig met een gecontroleerde opzet in een laboratorium of in kassen. Onder gecontroleerde omstandigheden kan zouttolerantie van planten in verschillende situaties in beeld worden gebracht. Zo kan onderzocht worden hoe planten reageren op zout in verschillende groeistadia van de plant. Daarnaast is het raadzaam de effecten van zout op de bodemstructuur en organische stof in de bodem (sodificatie) onder gecontroleerde omstandigheden te onderzoeken. Ook dit heeft immers effect op planten. Het zou voor waterbeheerders handig zijn als de onderzoeken - in combinatie met zouttransportmodellen - leiden tot concrete handvatten, zoals 'kengetallen'. Dit geeft houvast om beslissingen te nemen in de praktijk. Het Expertisenetwerk adviseert hiervoor te starten met het onderzoeken van de meest gangbare teelten (bulkgewassen). Dit biedt de meeste meerwaarde voor de praktijk.

Aanvullend zijn er praktijkproeven nodig om de effecten van zout op planten vanuit het laboratorium door te vertalen naar de praktijk in de Nederlandse context te onderzoeken. Dit kan met verschillende proefpercelen verspreid over het land om rekening te houden met de ruimtelijke variatie in Nederland. Deze onderzoeken richten zich minder op het uiteenrafelen van alle variabelen die de effecten van zout op planten bepalen, maar op de doorwerking ervan naar de praktijk. Er kan daarnaast gekeken worden naar de relatie tussen het handelen van een boer en het beperken van zoutschade. Wanneer moet je bijvoorbeeld zaaien om zoutschade te vermijden? Ook het werken met onconventionele gewassen met een hogere zouttolerantie kan in de praktijk onderzocht worden. In de uitvoering van dergelijke praktijkproeven is het van belang de agrarische sector goed te betrekken. De kennis en ervaring van boeren helpt om een goede vertaling naar de praktijk te maken en resultaten te boeken die kunnen rekenen op draagvlak.

2.4 Een aanpak op de lange én korte termijn

Een lange termijn aanpak is noodzakelijk

Zowel voor beter inzicht in de zoutconcentraties als de effecten daarvan op planten ziet het Expertisenetwerk een noodzaak voor een samenhangende aanpak op lange termijn. Dit zijn namelijk geen onderwerpen waar met één of twee onderzoeken de juiste kennis verzameld is. Er zijn meerdere onderzoeken nodig vanuit verschillende disciplines onder verschillende meteorologische en hydrologische omstandigheden. Samenhang creëren daarin is de sleutel. Eén groot en samenhangend onderzoekstraject beter dan vele kleine op zich zelf staande onderzoeken. Het Expertisenetwerk constateert dat een dergelijk samenhangende aanpak nu nog mist in de kennisontwikkeling over omgaan met zout in het waterbeheer. De tot nu toe uitgevoerde onderzoeken zijn veelal klein en hebben ad hoc plaats gevonden omdat de urgentie niet voldoende groot was.

In dit licht adviseert het Expertisenetwerk een langjarig onderzoeksprogramma op te zetten. Dit programma dient te bestaan uit zowel onderzoeken in laboratoria en kassen onder gecontroleerde omstandigheden, veldmetingen in de praktijk en het inbouwen van de opgedane kennis in modellen. Daarin is samenwerking nodig tussen vele betrokkenen, zoals waterbeheerders, landbouwsector, het Deltaprogramma Zoetwater en natuurlijk de wetenschap. Met een dergelijke langjarige onderzoeksprogrammering kunnen onderzoeken op elkaar voortbouwen en iedere partij een stukje van de puzzel kan aanleveren. Voor het succes van een programma moet een goed kader worden opgesteld met doelen en moet er tussentijds veelvuldig worden teruggekoppeld richting waterbeheerders en het

DPZW om kennis te delen en nieuwe kennisvragen op te halen. Ook in de uitvoering van de onderzoeken is een goede samenwerking tussen onderzoekers en waterbeheerders essentieel om met onderzoeken handvatten te ontwikkelen die in de praktijk toepasbaar zijn.

De meerwaarde van het onderzoeksprogramma kan worden vergroot als het aansluit op het internationale speelveld. Onderzoeken in Nederland kunnen dan voortbouwen op internationaal opgedane kennis en andersom. Als eerste stap hiervoor kan alvorens begonnen wordt met onderzoeken in laboratoria en kassen een inventarisatie gemaakt worden van vergelijkbare onderzoeken in andere landen. Ook kan in het programma internationaal de samenwerking worden gezocht met partijen als de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) of de EU.

Er liggen enkele kansen op de korte termijn

Het Expertisenetwerk is gevraagd te adviseren over een korte termijn aanpak om met zout in het waterbeheer om te gaan. De inschatting is namelijk dat het jaren kost voordat er (eerste) antwoorden zijn op de hierboven gestelde vragen. Die inschatting wordt gedeeld door het Expertisenetwerk. Maar het Expertisenetwerk ziet wel een aantal onderwerpen of lopende trajecten die op de korte termijn al een bijdrage kunnen leveren aan het beantwoorden van de vraagstukken. Deze zijn hieronder toegelicht.

- Deltares is gestart met een traject om zoutschade op de korte termijn in beeld te brengen. In dit onderzoek is het streven om het niet te complex te maken. Met een simpele scheiding tussen beregende en niet-beregende percelen wordt gezocht naar de relatie tussen chlorideconcentratie en zoutschade voor gewassen. Hoe vaak worden de grenzen van bepaalde gewassen overschreden? Wordt de regenwaterlens uitgeput of niet? Dit kan best goed bepaald worden met de lineair hydrologische methoden, maar dit geeft geen uitputtende antwoorden over de risico's in termen van zoutschade.
- Het Centre for Crop Systems Analysis van Wageningen Universiteit gaat al onderzoek doen naar de effecten van zout op verschillende aardappelrassen. Hiervoor wordt een experimentele opzet ontworpen bij Unifarm. Het onderzoek zal plaats vinden in het veld en in kassen. Het start in 2023 en zal enkele jaren doorlopen. De aandacht gaat uit naar wortelgroei en -ontwikkeling, maar ook ontwikkeling van andere delen van de planten worden meegenomen. Aansluiting hierbij met de in dit document genoemde onderzoeksvragen is zeer kansrijk.
- Om zoutschade bij beregening voor de meest gangbare teelten in beeld te brengen, kan worden voortgebouwd op eerder uitgevoerd onderzoek binnen de Waterwijzer Landbouw.⁵ Ook kan gerekend worden met zoute kwel.
- Door als waterbeheerders in gesprek te gaan met boeren en natuurbeheerders kan inzichtelijk worden gemaakt hoe zij in de praktijk omgaan met zoutschade en met welke maatregelen van waterbeheerders zij geholpen zijn. Dit biedt op de korte termijn wellicht inzichten die direct toepasbaar zijn in de praktijk. Wellicht zijn er al initiatieven of ervaringen met boeren of natuurbeheerders die dit doen. Het is waardevol om dit te verkennen en daar op aan te sluiten.
- In het Friese bestuursakkoord 2019-2023 is de oprichting van een Kenniscentrum Zilte Teelt opgenomen. Dit kenniscentrum is eind 2022 opgericht onder de naam Kenniscluster verziltingsvraagstukken. Het gaat zich richten op het effect van verzilting op de belangrijkste gewassen in agrarische sector en op de maatregelen om nadelige effecten te voorkomen of te beperken. Daarnaast moet het initiatief leiden tot een betere benutting van schaars zoetwater in de kustzone. Het is zinvol om dit initiatief in de gaten te houden en waar mogelijk er op aan te sluiten.

⁵ Zie: [Mulder et al., 2018](#) en [Mulder et al., 2019](#).

HOOFDSTUK 3.

Relevante projecten en literatuur

3.1 Projecten

- Bij de VU wordt binnen [Waternexus](#) onderzoek gedaan naar de zoutschade aan natuur. Hierin wordt gekeken naar verzilting van oppervlaktewater en de impact op zoetwater afhankelijke beschermde plantgemeenschappen in waterrijke Nederlandse Natura2000 gebieden. Het onderzoek wordt uitgevoerd door Milou Huizinga met Flip Witte als promotor.
- De TU Delft, de WUR en Acacia Water werken samen met bedrijven en maatschappelijke partners samen aan [AGRICOAST](#). Het doel van AGRICOAST is om zowel de beschikbaarheid van zoet water te vergroten als het efficiënt gebruik ervan te bevorderen door een combinatie van technologische innovaties, innovaties op het gebied van waterbeheer en vernieuwende beleidspakketten. Hiervoor wordt gewerkt met *fieldlabs* en mogelijkheden tot opschaling daarvan met een *serious game*.
- In het [SalFar-project](#) werkt de provincie Groningen samen met verschillende partijen aan het vinden van oplossingen voor verzilting van de landbouwgrond. Dit wordt gedaan door onderzoek te doen naar gewassen die tegen zout kunnen, door ontwikkeling van nieuwe innovatieve landbouwmethodes en door nieuwe zilte producten te ontwikkelen.
- In het NWO-onderzoeksprogramma [SALTISolutions](#) werken verschillende onderzoekers samen met partners als Rijkswaterstaat, waterschappen, havenbedrijven, en baggeraars aan een virtueel model (digital twin) van de Rijnmaasdelta. Hiermee willen ze voorspellen hoe, waar, wanneer en hoe lang zout uit zeewater zal indringen en hoe maatregelen zoals het implementeren van nature-based solutions de zoetwatervoorziening beïnvloeden.

3.2 Literatuur

- Bakel, P.J.T. van, M. Blom-Zandstra en L.C.P.M. Stuyt (2018). *Zouttolerantie van gewassen afhankelijk van het groeistadium?; Resultaten van een literatuuronderzoek*. Wageningen, Wageningen Environmental Research
- Deltafact Zouttolerantie van teelten:
<https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/zouttolerantie-van-teelten>
- Delsman, J., Van Baaren, E.S., Siemon, B., Dabekaussen, W., Karaoulis, M.C., Pauw, P., Vermaas, T., Bootsma, H., De Louw, P.G.B., Gunnink, J.L., Dubelaar, W., Menkovic, A., Steuer, A., Meyer, U., Revil, A., Oude Essink, G.H.P. (2018). Large-scale, probabilistic salinity mapping using airborne electromagnetics for groundwater management in Zeeland, the Netherlands. *Environ. Res. Lett.* 13. doi:10.1088/1748-9326/aad19e.
- Mulder, H.M., Van Bakel, P.J.T., Vos, A. de, Van Straten, G., Heinen, M., Kroes, J.G. (2018) Zouttolerantie aardappelen: SWAP-WOFOST toepassing op zilt proefbedrijf texel. STOWA.
<https://waterwijzer.nl/images/publicaties/STOWA%202018-01%20SWAP-WOFOST.pdf>

- Mulder, H.M., Van Huijgevoort, M., Bartholomeus, R., Hack-ten Broeke, M., (2019). Pilottoepassingen van waterwijzer landbouw in laag Nederland. STOWA.
<https://waterwijzer.nl/images/publicaties/STOWA%202019-31%20WWL%20defversie.pdf>
- Stofberg, S. F., et al. "Effects of salinity on growth of plant species from terrestrializing fens." *Aquatic Botany* 121 (2015): 83-90
- Stofberg, S. F., et al. *Potential sensitivity of fen plant species to salinity*. Knowledge for Climate Programme Office, 2014.
- Stuyt, L.C.P.M., Blom-Zandstra en R.A.L. Kselik (2016). Inventarisatie en analyse zouttolerantie van landbouwgewassen op basis van bestaande gegevens. Wageningen University & Research, ESG-rapport 2739. Wageningen.
- Van Baaren, E.S., Delsman, J.R., Karaoulis, M., Pauw, P.S., Vermaas, T., Bootsma, H., De Louw, P.G.B., Oude Essink, G.H.P., Dabekaussen, W., Gunnink, J.L., Dubelaar, W., Menkovic, A., Siemon, B., Steuer, A., Meyer, U. (2018). FRESHM Zeeland - FRESH Salt groundwater distribution by Helicopter ElectroMagnetic survey in the Province of Zeeland. Deltares report 1209220. Utrecht.
- Wen, W., Timmermans, J., Chen, Q., and van Bodegom, P. M. (2022). Monitoring the combined effects of drought and salinity stress on crops using remote sensing in the Netherlands. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 26, 4537–4552, <https://doi.org/10.5194/hess-26-4537-2022>.