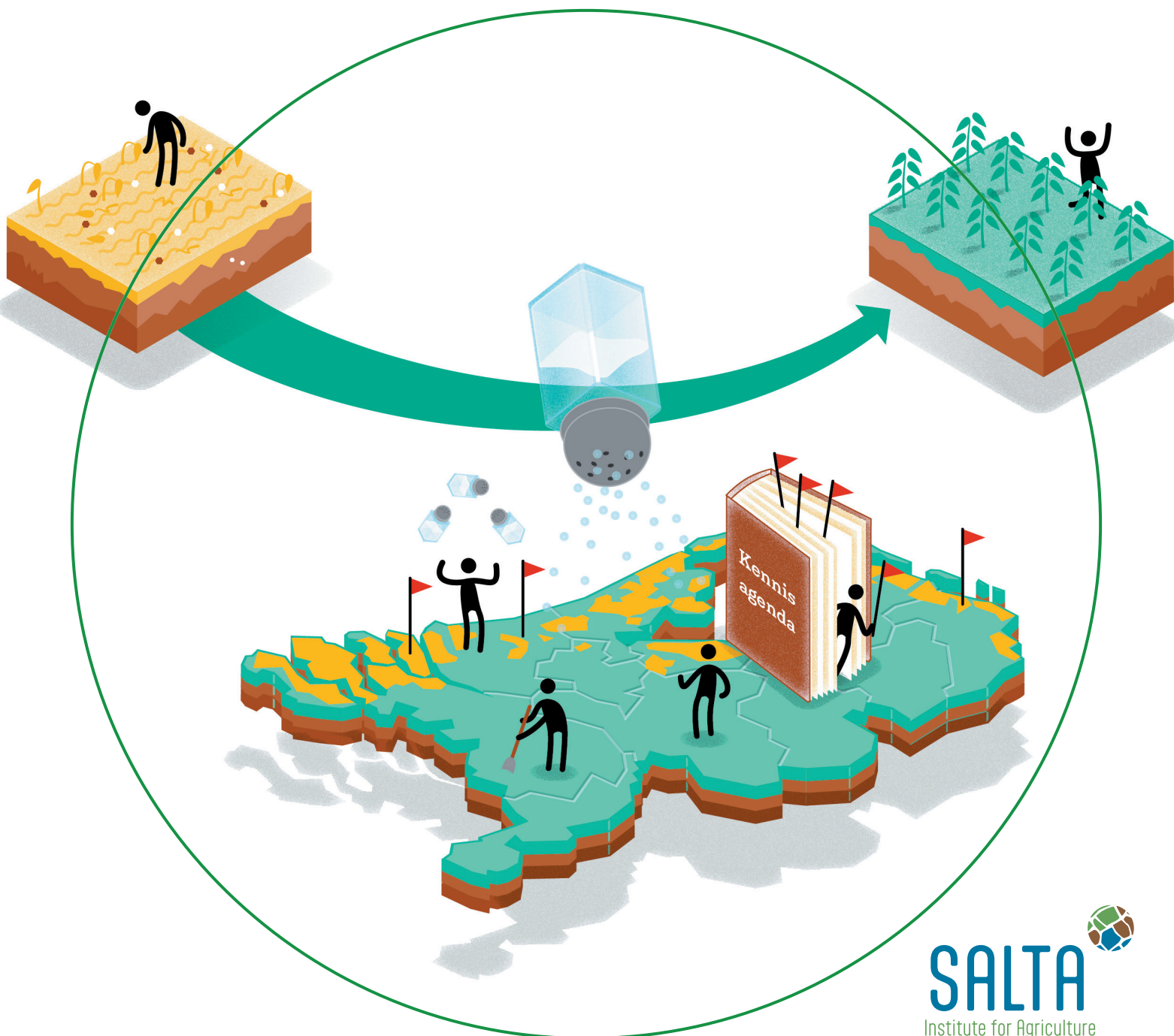




SALTA 
Institute for Agriculture
in Salinizing Deltas

Kennisagenda verzilting & zoute landbouw

Een gedragen kennisagenda voor de korte, middellange en lange termijn



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

WPR-OT-1142

Kennisagenda verzilting & zoute landbouw

Een gedragen kennisagenda voor de korte, middellange en lange termijn

Emma Knol, Ardy Saarloos, Herman Schoorlemmer, Derk van Balen & Marieke de Haas

Wageningen Open Teelten

Dit onderzoek is in opdracht van het ministerie van LNV uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten, in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied (projectnummer BO-43.123-017).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Februari 2025

Rapport WPR-OT-1142

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/694994>

Trefwoorden: Landbouw, verzilting, kennisagenda

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-1142

Tekening omslag: Hjalmar Haagsman



Inhoud

Woord vooraf	6
Samenvatting	8
Summary	11
1 Inleiding	14
2 Probleemanalyse	16
2.1 De oorzaak van verzilting	16
2.1.1 Verzilting en zouten: een definitie	16
2.1.2 Water- en bodemclassificatie	16
2.1.3 Verschillende oorzaken van verzilting	18
2.2 De omvang van verzilting	20
2.2.1 Effecten van verzilting op landbouw	20
2.2.2 Verzilting, gewasopbrengst, gewaskwaliteit en effecten op vee	21
2.2.3 Invloed van omgevingsfactoren op verzilting	25
2.2.4 Een wereldwijd probleem	26
2.2.5 Omvang van verzilting in Nederland	26
2.3 De toekomstige ontwikkeling van verzilting	28
3 Theoretisch kader	32
3.1 Ontwikkelingsstadia voor de landbouw	32
3.2 Sleutelfuncties van innovatiesystemen	33
4 Methode	34
4.1 Toetsing FAO Farmers' guidelines aan Nederlandse praktijk	34
4.2 Vormgeving van de kennisagenda	34
4.2.1 Interviews stakeholders	34
4.2.2 Interviewanalyse	36
4.2.3 Workshops	37
5 Toetsing van de FAO Farmers' guidelines	39
5.1 Wat is de Farmers' guideline – samenvatting uit het rapport	39
5.2 Toetsing van de FAO Farmers' guidelines aan de Nederlandse context	40
5.3 Aanbevelingen voor de Nederlandse context	43
5.3.1 Definities van verschijnselen	43
5.3.2 Beoordelingsmethoden	43
5.3.3 Bodem- en waterbemonstering om het zoutgehalte en nitrificatie te meten	43
5.3.4 Interpretatie van metingen van het zoutgehalte en/of nitrificatie	44
5.3.5 Uitspoeling	44
5.3.6 Drainage	44
5.3.7 Irrigatie	44
5.3.8 Bodembeheer in verzilte gebieden	44
5.3.9 Toepassing van het framework	45
6 Kennisagenda verzilting & zoute landbouw	46
6.1 Kennis ontwikkelen	49
6.1.1 EC-drempelwaarden van gewassen, rassen en groeistadia	49
6.1.2 Huidige stand van zaken van (bodem)verzilting in Nederland	49
6.1.3 Verkenning toekomstig landgebruik	50
6.1.4 Gestandaardiseerde meetmethoden	50

6.1.5	Maatregelen-toolbox	51
6.1.6	Identificatie van verziltings- en droogteschade.	51
6.2	Kennis verspreiden	53
6.2.1	Demobedrijven	53
6.2.2	Trainingsprogramma voor boeren en adviseurs	53
6.2.3	Kennisplatform	54
6.2.4	Beslissingsondersteunend systeem verzilting	54
6.3	Boeren aan de slag	56
6.3.1	Inzicht in economische drijfveren en belemmeringen	56
6.3.2	Tijdslijn voor aanpassing aan verzilting	56
6.3.3	Innovatienetwerken en experimenteergebieden nieuwe verdienmodellen verzilde gebieden	57
6.4	Richting geven aan innovatie	58
6.4.1	Wetgeving voor succesvolle innovatie	58
6.4.2	Kader voor landgebruik	58
6.4.3	Toekomstbeeld landelijk gebied	59
6.4.4	Roadmap	59
6.5	Markt ontwikkelen	61
6.5.1	Verdienmodellen	61
6.5.2	Samenwerkingsverbanden	61
6.5.3	Marktpotentieel toeleveranciers	62
6.6	Beschikbaar maken van middelen	63
6.6.1	Slimme matching Europese, landelijke en regionale middelen	63
6.6.2	Innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie	63
6.7	Bewustwording & urgentie	65
6.7.1	Bewustwordingscampagne voor de korte en lange termijn	65
6.7.2	Onderwijsprogramma (regulier en LLO (Leven Lang Ontwikkelen))	65
7	Discussie en aanbevelingen	66
7.1	Aanpak kennisagenda	66
7.1.1	Geïnterviewde stakeholders	66
7.1.2	Prioritering van producten	67
7.1.3	Methode, analyse en gevormde kennisagenda	67
7.2	Toepassing van de kennisagenda in andere initiatieven	67
7.3	Aanbevelingen	68
7.3.1	Kennisvragen met prioriteit	68
7.3.2	Benodigde programmering en financiering	69
7.3.3	Aanpassing van de FAO Farmers' guidelines	69
	Literatuur	70
	Bijlage 1 – Interview guide	73
	Bijlage 2 – Stakeholderworkshop script	77
	Bijlage 3 – Expertworkshop script	78
	Bijlage 4 – FAO Farmers' guidelines framework - English	79
	Bijlage 5 – Kennisagenda verzilting & zoute landbouw	82

Woord vooraf

De kennisagenda is op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) ontwikkeld. In samenwerking met SALTA (Stichting Kenniscluster voor Verziltingsvraagstukken in Delta's) heeft Wageningen Research de kennis- en onderzoeksvragen binnen het thema verzilting in Nederland samengebracht. De kennisagenda is bedoeld voor beleidsmakers, kennisinstellingen en het bedrijfsleven die zich aan het oriënteren zijn over hoe de landbouw in kan spelen op verzilting en hoe het agrarisch kennis en innovatiesysteem dit kan ondersteunen.

In de kennisagenda worden onderzoeks- en kennisvragen voor de landbouw voor de korte, middellange en lange termijn onderscheiden. De kennisagenda richt zich niet alleen op het in kaart brengen van kennishiaten uit de praktijk, maar ook op het vinden van aanknopingspunten voor systeemverbetering door innovaties om de uitdagingen van verzilting aan te pakken. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan aan het Ministerie van LVVN over de inzet op het verziltingsdossier binnen Nederland.

Naast de kennisagenda is op verzoek van het ministerie van LVVN een verkenning gedaan van de FAO Farmers' guidelines en de toepassing van de guidelines op de Nederlandse context.

Bijdragen voor de kennisagenda verzilting & zoute landbouw zijn geleverd door SALTA en founding partners, waterschap Hunze & Aa's, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Hollandse Delta, Unie van Waterschappen, ZLTO, Aeres Hogeschool, Hogeschool Inholland, ING, ABN Amro, Rabobank, Van Ieperen, Meijer Potato, Agriver, Achmea, provincie Zuid-Holland, HZPC, STOWA, Collectief Poldernatuur Zeeland, een agrariër uit Zeeland en Flevoland.

Samenvatting

Klimaatverandering leidt in Nederland tot toenemende verzilting, vooral in kustgebieden. Dit heeft grote gevolgen voor de landbouw en zoetwaterbeschikbaarheid. De exacte impact van verzilting op de Nederlandse landbouw is onduidelijk en de kennis om hier effectief op te handelen is gefragmenteerd aanwezig bij verschillende partijen uit de praktijk, het onderzoek en het beleid. Het **doel** van dit project was daarom om, in samenwerking met SALTA een, door de Nederlandse landbouwpraktijk gedragen, kennisagenda verzilting & zoute landbouw op te stellen. De kennisagenda brengt behoeften en kennisleemtes uit de praktijk in kaart via deskstudies, interviews en workshops voor korte, middellange en lange termijn. Ook wordt de FAO Farmers' guideline getoetst aan de Nederlandse praktijk.

Probleemanalyse verzilting

Verzilting is de toename van zouten in de bodem, grond- en oppervlaktewater, met oorzaken zoals zeewaterindringing, kwel, verdamping. Zouten beïnvloeden water- en bodemkwaliteit. Water wordt geclassificeerd op basis van natrium- en chloridegehaltes of elektrische geleidbaarheid (EC) en percentage uitwisselbaar natrium (ESP). Verzilting heeft grote gevolgen voor landbouw, zoals bodemverdichting, verminderde irrigatiemogelijkheden en knelpunten in de huidige teelt van gewassen.

Gewassen verschillen in zouttolerantie; gevoelige gewassen lijden snel opbrengstverlies bij een EC van 3, terwijl tolerante gewassen EC-waardes van irrigatiewater tot 10 verdragen. Verzilting versterkt droogtestress, waardoor zowel water- als nutriëntenopname wordt beperkt. Zouttolerante technieken, zoals omgekeerde osmose of druppelirrigatie, zijn toepasbaar, maar duur. Langdurige zoutstress beïnvloedt groeiprofielen en vermindert opbrengst, vooral in zoutgevoelige gewassen.

Verzilting vormt wereldwijd een toenemend risico, vooral in kust- en droogtegevoelige gebieden. In Nederland vormt verzilting met name een probleem in Laag-Nederland, dat historisch en geologisch gevoelig is voor zoutwaterinfiltratie. Verzilting zal in de toekomst toenemen door stijgende zeespiegels en afname van de zoetwaterbeschikbaarheid als gevolg van droogte en een toenemende verdamping. Bovendien kan verzilting toenemen als meer boeren gaan irrigeren met verzilt water.

Theoretisch kader

Om de kennisagenda verzilting & zoute landbouw vorm te kunnen geven is in dit project gewerkt met een theoretisch kader. Allereerst is rekening gehouden met de drie ontwikkelingsstadia van de landbouw: optimalisatie, adaptatie en transformatie. Optimalisatie richt zich op het verbeteren van bestaande landbouwproductiesystemen voor de korte termijn, bijvoorbeeld door efficiënt watergebruik. Adaptatie is gericht op aanpassing aan veranderingen, zoals het integreren van klimaatbestendige gewassen, met een focus op de middellange termijn. Transformatie houdt in dat fundamentele veranderingen in landbouwpraktijken worden doorgevoerd voor de lange termijn, zoals toepassing van nieuwe teelt- en bedrijfsconcepten waarbij verzilting een gegeven is. Daarnaast zijn zeven sleutelfuncties van innovatiesystemen gebruikt voor het vormen van de kennisagenda die cruciaal zijn voor succesvolle innovatie in de landbouw, zoals kennisontwikkeling, ondernemersactiviteit en marktontwikkeling.

Methode

De ontwikkeling van de kennisagenda voor verzilting en zoute landbouw volgde verschillende stappen. Eerst werden de FAO Farmers' Guidelines getoetst aan de Nederlandse praktijk via een deskstudie. Verzilting speelt op internationaal niveau. Het was daarom van belang om verbinding te leggen met de FAO Farmers' guidelines en toepassing hiervan in de Nederlandse situatie. Daarna werd een stakeholderanalyse uitgevoerd om relevante actoren te identificeren die input kunnen leveren aan de kennisagenda. Voor uitvoer van de interviews zijn drie verziltingsscenario's (lage, matige, en grote impact) ontwikkeld om geïnterviewden te stimuleren na te denken over kennisvragen voor zowel de korte, middellange als lange termijn. In totaal werden 21 semigestructureerde interviews gehouden, gevolgd door een kwalitatieve analyse. De resultaten werden in twee workshops met stakeholders en experts getoetst en geprioriteerd.

Toetsing van de FAO Guidelines aan de Nederlandse context

De FAO Farmers' guidelines zijn in deze studie getoetst om te kijken of de guidelines van toepassing zijn in de Nederlandse context. Uit de toetsing blijkt dat de FAO Farmers' guidelines handige inzichten biedt voor het beheer en omgaan met verzilting. Er is in Nederland echter een specifiekere aanpak nodig dan in de guidelines is omschreven voor het meten en beheren van verzilting, aangezien de zoutconcentraties en de aard van verzilting verschillen van de internationale richtlijnen. Het gebruik van metingen zoals de CROSS-, SAR- of ESP-waarde biedt inzicht in de sodiciteit (sodicity) van een bodem, wat een maat is voor de bodemstructuur. Verzilting wordt vaak gemeten als EC en CROSS- SAR- of ESP-waarde, in combinatie met de pH. Voor een effectieve beoordeling van zoutgehalte en sodiciteit (in de praktijk ook wel natrificatie genoemd) zijn verbeterde bemonsteringstechnieken en nauwkeurigere methoden nodig voor Nederland, evenals een betere standaardisatie van de metingen. Er is in Nederland aandacht voor praktische zaken, zoals het monitoren van zoutgehalte bodem en water, het toepassen van drainage en irrigatietechnieken. Bodembeheermaatregelen, zoals het toepassen van mulch en het aanpassen van de vruchtwisseling, kunnen helpen om aangetaste bodems te herstellen. Het aanpassen van de FAO-richtlijnen aan de Nederlandse context kan de toepasbaarheid vergroten, en biedt aanknopingspunten voor het ontwikkelen van gerichte maatregelen tegen verzilting.

De kennisagenda verzilting & zoute landbouw

Onderstaand zijn op zeven sleutelfuncties de kennisvragen, suggesties en acties weergegeven die via interviews en workshops benoemd en geprioriteerd werden.

Kennis ontwikkelen: De interviews en workshops benadrukken de noodzaak van kennisontwikkeling voor verzilting in de landbouw. Prioriteiten zijn het bepalen van EC-drempelwaarden voor gewassen, het onderzoeken van de huidige verziltingsgraad in Nederland, het verkennen van toekomstig landgebruik, het standaardiseren van meetmethoden, het ontwikkelen van een maatregelen-toolbox voor ondernemers en het aantonen van onderscheid tussen verziltings- en droogteschade. Dit helpt bij het ontwikkelen van een toekomstbestendig landbouwsysteem in verziltingsgevoelige gebieden.

Kennis verspreiden: Om kennis zo optimaal mogelijk te verspreiden is er behoefte aan demobedrijven die bedrijfsspecifieke maatregelen testen en laten zien, een trainingsprogramma voor boeren en adviseurs, een kennisplatform, en een beslissingsondersteunend systeem (BOS) voor besluitvorming op bedrijfsniveau. Deze initiatieven helpen boeren en adviseurs kennis over verzilting effectief te verspreiden, inzichten te delen, en praktische oplossingen te implementeren.

Boeren aan de slag: Ondernemersactiviteit speelt een cruciale rol bij het ontwikkelen en implementeren van innovaties in de agrarische sector. Het is van belang om de economische drijfveren voor adaptatie te begrijpen, tijdslijnen voor verziltingsaanpassing te creëren en innovatienetwerken en experimenteergebieden te bevorderen. Samenwerking en kennisdeling vanuit de ondernemer zijn essentieel voor het stimuleren van adaptatie en klimaatbestendigheid van de sector.

Richting geven aan innovatie: Richting geven aan innovatie verwijst naar het sturen van innovatie-inspanningen door overheden via bijvoorbeeld beleidsmaatregelen, wetgeving en subsidies. De praktijk heeft behoefte aan passende maatregelen tegen verzilting, een kader voor landgebruik, toekomstbeelden voor het landelijk gebied en een roadmap die stappen beschrijft die nodig zijn om toe te werken naar een klimaatbestendig landbouwsysteem. Overheden spelen een cruciale rol in het creëren van consistente kaders en het faciliteren van lange termijn investeringen.

Markt ontwikkelen: Marktontwikkeling betreft het creëren of transformeren van markten door innovaties, zoals het aanpassen van teeltmodellen en het ontwikkelen en vermarkten van nieuwe producten. Uit de gesprekken met de stakeholders bleek de behoefte aan verdienmodellen, samenwerkingsverbanden in de keten en inzicht in het marktpotentieel voor toeleveranciers, zoals veredelaars. Het stimuleren van samenwerking in de keten is cruciaal voor het succes van nieuwe markten en aanpassing aan verzilting.

Beschikbaar maken van middelen: Door het beschikbaar maken van middelen, zoals financiering, kennis of menskracht, kan verzilting worden aangepakt. Het is daarbij van belang dat Europese, landelijke en regionale middelen slim worden ingezet op het verziltingsdossier en dat innovatiefondsen en

onderzoeksprogramma's worden opgezet om aanpassing van de landbouw te stimuleren en risico's van verzilting te verminderen.

Bewustwording & urgentie: Om een systeem aan te kunnen passen aan verzilting, is bewustwording en draagvlak vereist. Het is van belang om in te zetten op bewustwordingscampagnes en onderwijsprogramma's die de urgentie van het probleem benadrukken. Het doel is alle betrokkenen, van boeren tot consumenten, bewust te maken van verzilting en hen te betrekken bij oplossingen, zodat draagvlak voor verandering ontstaat.

Discussie en aanbevelingen

De kennisagenda verzilting & zoute landbouw is in samenwerking met stakeholders opgesteld, met aandacht voor zowel korte, middellange als lange termijn. Prioriteiten voor kennisproducten variëren per regio en doelgroep. Aanbevelingen omvatten de integratie van de kennisagenda in de Nationale Adaptatiestrategie (NAS), het vrijmaken van financiering voor aanpassing van de agrarische sector en keten en de aanpassing van de FAO Farmers' guidelines aan de Nederlandse context. Verder zal moeten worden ingezet op verbeterd inzicht in verziltingstypen, innovatieve irrigatiemethoden, het identificeren van zouttolerante rassen en duurzaam bodembeheer.

Summary

Climate change is causing increasing risk for salinisation in the Netherlands, particularly in coastal areas. This has significant implications for agriculture and freshwater availability. However, knowledge on this topic is fragmented, and the impact of salinization on Dutch agriculture remains unclear. The **aim** of this project, therefore, was to develop a salinization & saline agriculture knowledge agenda supported by Dutch stakeholders, in collaboration with SALTA. The knowledge agenda identifies practical needs and knowledge gaps through desk studies, interviews, and workshops, focusing on short-, medium-, and long-term solutions. Additionally, the FAO Farmers' Guideline is evaluated against the Dutch context.

Problem Analysis - Salinization

Salinization refers to the accumulation of salts in soils, groundwater and surface water, caused by factors such as seawater intrusion, groundwater discharge, and evaporation. Salts affect both water and soil quality. Water is classified based on sodium concentrations, chloride concentrations or electrical conductivity (EC) and exchangeable sodium percentage (ESP). Salinization has serious consequences for agriculture, including soil compaction, reduced irrigation options, and challenges to current crop cultivation.

Crops vary in their salt tolerance; sensitive crops suffer yield loss at an EC of 3, while tolerant crops can withstand EC values of up to 10. Salinization also exacerbates drought stress, limiting both water and nutrient uptake. Techniques for dealing with salinity, such as reverse osmosis to desalinate water, or drip irrigation, are available but costly. Prolonged salt stress affects growth patterns and reduces yield, particularly in salt-sensitive crops.

Globally, salinisation is an increasing risk, especially in coastal and drought-prone areas. In the Netherlands, salinisation is particularly problematic in low-lying and coastal areas, which are historically and geologically vulnerable to saltwater infiltration. Salinisation is expected to worsen due to rising sea levels, increasing saline seepage, and reduced freshwater availability caused by drought.

Theoretical Framework

To shape the Knowledge Agenda on Salinization & Salt-Affected Agriculture, this project utilized a theoretical framework. The approach considered the three development stages of agriculture: optimization, adaptation, and transformation. Optimization focuses on improving existing agricultural production systems in the short term, such as through efficient water use. Adaptation emphasizes adjusting to changes, such as integrating climate-resilient crops, with a medium-term perspective. Transformation involves fundamental shifts in agricultural practices over the long term, such as adopting new cultivation and farming concepts that accept salinization as a given condition. In addition, seven key functions of innovation systems were used to shape the knowledge agenda. These functions, which are critical for successful agricultural innovation, include knowledge development, entrepreneurial activity, and market development.

Methodology

The development of the knowledge agenda involved several steps. First, the FAO Farmers' Guidelines were tested against Dutch practices through a desk study. A stakeholder analysis was then conducted to identify relevant actors who could contribute to the agenda. Three salinisation scenarios (low, moderate, and high impact) were developed to guide interviews and stimulate respondents to think about knowledge gaps for the short, medium, and long term. A total of 21 semi-structured interviews were held, followed by qualitative analysis. The results were prioritized in two workshops with stakeholders and experts.

Assessment of the FAO Guidelines in the Dutch Context

The FAO Farmers' Guidelines were evaluated in this study to determine their applicability in the Dutch context. The evaluation revealed that the FAO Farmers' Guidelines provide useful insights for managing and addressing salinization. However, a more tailored approach is required in the Netherlands than what is described in the guidelines, as salt concentrations and the nature of salinization differ from the conditions

covered by international standards. Measurements such as the CROSS, SAR, or ESP values offer insights into soil sodicity, which is an indicator of soil structure. Salinization is often measured using EC (electrical conductivity) alongside CROSS, SAR, or ESP values, in combination with pH.

To effectively assess salt content and sodicity (commonly referred to as "natrification" in practice), improved sampling techniques and more precise measurement methods are needed in the Netherlands, as well as better standardization of these measurements. In the Dutch context, there is significant focus on practical measures, such as monitoring soil and water salinity, applying drainage and irrigation techniques, and implementing soil management practices like mulching and crop rotation to rehabilitate affected soils. Adapting the FAO guidelines to the Dutch context could enhance their relevance and provide a foundation for developing targeted measures against salinization. The FAO Farmers' guidelines assessment framework can be found in appendix 4 of this report.

The salinisation & saline agriculture knowledge agenda

Knowledge Development: The interviews and workshops highlight the critical need for knowledge development on salinization in agriculture. Key priorities include determining EC threshold values for crops, assessing the current degree of salinization in the Netherlands, exploring future land-use scenarios, standardizing measurement methods, developing a toolbox of measures for entrepreneurs, and distinguishing between salinization and drought damage. These efforts contribute to the development of a climate-resilient agricultural system in areas vulnerable to salinization.

Knowledge Dissemination: To optimize knowledge dissemination, there is a need for demonstration farms to test and showcase site-specific solutions, training programs for farmers and advisors, a knowledge platform, and a decision-support system (DSS). These initiatives help effectively spread knowledge about salinisation, share insights, and implement practical solutions.

Entrepreneurial Activity: Entrepreneurial activity plays a crucial role in the development and implementation of innovations in agriculture. Understanding the economic drivers of adaptation, creating timelines for salinisation-related adjustments, and fostering innovation networks and experimental areas are essential. Collaboration and knowledge sharing from entrepreneurs are critical to driving sector adaptation and climate resilience.

Direction for the Search Process: This refers to guiding innovation efforts through government policies, legislation, and subsidies. The practical needs include tailored salinisation measures, land use frameworks, future visions for rural areas, and a roadmap for creating a climate-resilient agricultural system. Governments play a key role in creating consistent frameworks and facilitating long-term investments.

Market Development: Market development focuses on creating or transforming markets through innovations, such as adjusting cultivation models and developing and branding new products. Discussions with stakeholders revealed the need for viable business models, supply chain collaborations, and insights into market potential for suppliers like breeders. Stimulating collaboration across the supply chain is essential for the success of new markets and adaptation to salinisation.

Mobilizing Resources: Mobilizing resources such as funding, knowledge, and workforce is essential for addressing salinisation. It is important to strategically deploy European, national, and regional resources in the salinisation dossier, as well as to set up innovation funds and research programs to support agricultural adaptation and reduce salinisation risks.

Creating Legitimacy: To adapt systems to salinisation, awareness and public support are necessary. Raising awareness through campaigns and education programs that highlight the urgency of the issue is crucial. The goal is to engage all stakeholders—from farmers to consumers—in understanding salinisation and involving them in solutions, fostering public support for change.

Discussion and Recommendations

The salinisation & saline agriculture knowledge agenda was developed with input from stakeholders, focusing on both short- and long-term needs. Knowledge product priorities vary by region and target audience.

Recommendations include integrating the knowledge agenda into the National Adaptation Strategy (NAS), securing funding for the agricultural sector and supply chain adaptation, and adapting the FAO Farmers' Guidelines to the Dutch context. Further efforts should focus on improving the understanding of salinisation types, innovative irrigation methods, and sustainable soil management practices.

1 Inleiding

Klimaattrends geven aan dat Nederland in de toekomst warmere en drogere periodes zal kennen (KNMI-23 klimaatscenario's). Verzilting en de beperkte beschikbaarheid van zoetwater hebben gevolgen voor de landbouwsector. Verzilting ontstaat bij een toename van de aanwezigheid van zouten in de bodem of het grond- of oppervlaktewater (IPLO, z.d.). Hoewel in het dagelijks taalgebruik bij zout vaak over keukenzout (natriumchloride) wordt gesproken, zijn zouten een verzamelnaam voor verschillende samengestelde stoffen. De klimaattrends versterken de verziltingsproblemen met name in de kustgebieden en zullen daarmee de beschikbaarheid van zoetwater beperken voor landbouw en andere sectoren (Kranendonk *et al.*, 2022). Samen met het stijgen van de zeespiegel zal zout water steeds verder landinwaarts doordringen (De Boer & Radersma, 2011).

Nederland is een deltaland, waardoor verzilting een grote invloed heeft op de waterhuishouding, met name wat betreft de beschikbaarheid van zoetwater. Dit is duidelijk geworden in de droge zomers van de afgelopen jaren, waarin het terugdringen van zout en brak water uit het Nederlandse water- en bodemsysteem een uitdaging vormde. Dit had een grote impact op de Nederlandse landbouw, omdat gewassen zoals de ui niet of beperkt tolerant zijn tegen zoutstress (De Boer & Radersma, 2011). Het is daarom noodzakelijk om kennis te vergaren om de landbouwsector voor te bereiden op een toekomstig klimaat, waarin verzilting een regelmatig terugkerend probleem zal zijn. Verzilte gronden beperken de gewasgroei en in extremere vorm zal de grond niet meer geschikt zijn voor landbouw. Reguliere landbouwpraktijken zijn dan niet meer mogelijk zonder enige vorm van aanpassing. De problematiek van verzilting en zoetwaterbeschikbaarheid in de kuststrook wordt onderkend. Initiatieven zijn opgestart om kennis te ontwikkelen, bundelen en delen. Binnen de Stichting Kenniscluster voor Verziltingsvraagstukken in Delta's (SALTA) zijn kennisinstellingen, overheden en bedrijfsleven uit de verziltingsgevoelige regio's in Nederland verbonden met als doel om de praktijk (landbouw, waterbeheerders en terreinbeheerders) van een handelingsperspectief te voorzien, op basis van gedegen onderzoek.

Door innovatie en inspanningen van overheden en het bedrijfsleven kan de uitdaging van het veranderende klimaat doeltreffender worden aangepakt. Dit vereist een gedragen kennisagenda, waarbij in samenwerking met belanghebbenden uit de praktijk wordt bepaald wat de kennisbehoeften en innovatiewensen zijn in gebieden waar verzilting een urgent probleem vormt of zal gaan vormen.

Aanleiding en doel van het project

Naar aanleiding van een recente inventarisatie van de Nederlandse situatie en bestaande kennishiaten, zoals gepubliceerd in het WUR-rapport 3077 (Snethlage *et al.*, 2021), en signalen uit de praktijk, is duidelijk geworden dat er een dringende behoefte bestaat aan een gedragen kennisagenda verzilting voor de landbouw. Deze agenda beschrijft met en voor de praktijk wat de kennisbehoeften zijn in zowel de agrarische als publieke sector. Verschillende lopende activiteiten en projecten richten zich op het verkennen van adaptatiemogelijkheden in reactie op de huidige klimaattrends. Op verzoek van het Ministerie van LNV is Wageningen Research Open Teelten gevraagd om een kennisagenda verzilting & zoute landbouw vorm te geven die als uitgangsbasis dient voor toekomstige prioritering van onderzoek en kennisuitwisseling.

Dit project zorgt voor nauwe interactie met gebiedsstakeholders en hun bijbehorende landbouwperspectieven op het thema verzilting. Via een deskstudie wordt inzicht gegeven in de oorzaak van verzilting, de omvang van verzilting en de toekomstige ontwikkeling van verzilting. Met interviews en workshops met stakeholders worden kennisvragen gearticuleerd, geanalyseerd en bij elkaar gebracht voor de ontwikkeling van een gedragen kennisagenda. De definitieve kennisagenda wordt in nauwe samenwerking met SALTA vormgegeven. SALTA richt zich onder andere op kennisuitwisseling en gezamenlijk agenderen van kennisvraagstukken voor de praktijk.

Opstellen kennisagenda verzilting & zoute landbouw

Het eerste doel van dit project is het opstellen van deze kennisagenda over het thema verzilting, waarbij stakeholders uit de praktijk, zoals boeren, financiële instellingen, waterbeheerders en het onderwijs, essentiële bijdragen leveren via het benoemen van bedrijfs- en gebiedsvraagstukken, kennisleemtes en toekomstige verwachte uitdagingen. De te vormen kennisagenda richt zich op zowel optimalisatie en adaptatie (in relatie tot verzilting) als transformatie (in relatie tot zoute landbouw). **Optimalisatie** richt zich op het verder ontwikkelen van bestaande bedrijfspvormen binnen de heersende (zilte) omstandigheden en heeft de focus op de korte termijn (tussen nu en 25 jaar). **Adaptatie** richt zich op aanpassing van bestaande bedrijfspvormen binnen de heersende (zilte) omstandigheden en heeft focus op de middellange termijn (tussen de 25 en 50 jaar). **Transformatie** richt zich op het loslaten van bestaande uitgangspunten om tot een nieuwe benadering van de bedrijfsvoering te komen. Deze nieuwe benadering wijkt wellicht fundamenteel af van de huidige bedrijfsvoering. Hierbij worden gevolgen van klimaatverandering, kwetsbaarheden en andere sociale, economische en ecologische uitdagingen meegenomen in de afweging voor een transitie (O'Brien *et al.*, 2016). De focus op ligt hierbij op de langere termijn (> 50 jaar). Het onderscheid van korte, middellange en lange termijn is niet helemaal passend voor de verziltingsproblematiek in Nederland. Er is eerder sprake van parallelle sporen. Zo zijn er gebieden waar vergaande verzilting als gegeven beschouwd kan worden en waar de reguliere vorm van landbouw niet meer mogelijk is. Daar is dus geen kansrijke optimalisatie- of adaptatiestrategie meer mogelijk en moet via transformatie gezocht worden naar een perspectief voor bedrijven waarbij geen reguliere landbouw plaats vindt, maar een andere inkomensactiviteit zonder last van verzilting, of een activiteit die verzilting juist nodig heeft.

Toetsing van de FAO Farmers' guideline aan de Nederlandse context

Naast het opstellen van een gedragen kennisagenda, is in dit rapport de FAO Farmers' guideline (FAO & IBCA, 2023) getoetst aan de Nederlandse context. De Saline Agriculture Working Group, FAO, heeft een guideline ontwikkeld voor de agrarische sector in verzilte gebieden. Daarbij zijn de volgende vragen beantwoord: In hoeverre is de guideline nuttig voor boeren in Nederland? Op welke manier kunnen we de guideline in de praktijk toepassen? Daarbij worden aanbevelingen gedaan om de FAO guidelines toepasbaar te maken voor de Nederlandse context.

Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd uit verschillende hoofdstukken die elk een specifiek aspect van het probleem, de oplossing en de implementatie behandelen.

In Hoofdstuk 2, de probleemanalyse, wordt dieper ingegaan op de oorzaak en de omvang van verzilting. In dit hoofdstuk worden de verschillende factoren die bijdragen aan verzilting en de specifieke situatie in Nederland besproken. Hoofdstuk 3, het theoretisch kader, beschrijft het kader waarmee de kennisagenda verzilting & zoute landbouw is vormgegeven. Hoofdstuk 4, waarin de methode wordt beschreven, legt uit hoe de kennisagenda is opgesteld. Dit hoofdstuk gaat in op de aanpak van interviews, workshops en de toetsing van de FAO Farmers' guidelines. In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op een toetsing van de FAO Farmers' guidelines. Hier is beoordeeld hoe de internationale richtlijnen voor landbouwers toepasbaar zijn in Nederland en wat er eventueel aangepast moet worden voor onze specifieke context. Het hart van de kennisagenda is te vinden in Hoofdstuk 6, waar de kennisagenda verzilting & zoute landbouw wordt beschreven. Tot slot worden in Hoofdstuk 7, de discussie en aanbevelingen, de resultaten van de kennisagenda besproken. Hierin wordt gereflecteerd op wat er bereikt is, welke verdere stappen er nodig zijn, en worden aanbevelingen gegeven voor implementatie.

2 Probleemanalyse

Om de huidige knelpunten en kansen van verzilting in Nederland in kaart te brengen, wordt een probleemanalyse uitgevoerd. Deze probleemanalyse is driedig: 1) de oorzaak van verzilting, 2) de omvang van het verziltingsprobleem en 3) de toekomstige ontwikkeling van verzilting. Hieronder worden de drie delen van de probleemanalyse verder beschreven.

2.1 De oorzaak van verzilting

In deze paragraaf wordt ingegaan op verzilting, zouten en hun definities, waterclassificaties en de verschillende oorzaken die zorgen voor verzilting.

2.1.1 Verzilting en zouten: een definitie

Verzilting ontstaat bij een toename van de aanwezigheid van zouten in de bodem, of het grond- of oppervlaktewater of in de bodem (IPLO, z.d.). Hoewel in het dagelijks taalgebruik bij zout vaak over keukenzout (natriumchloride) wordt gesproken, zijn zouten een verzamelnaam voor verschillende samengestelde stoffen. In Nederland wordt verzilting met name veroorzaakt door indringing van zout zeewater wat via kwel aan de oppervlakte komt. Natrium (Na^+) veroorzaakt de meeste verziltingsgerelateerde problemen in de landbouw, zoals de impact van natrium op de bodemkwaliteit en op het gewas. Zoute omstandigheden worden voornamelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van natriumchloride (NaCl) en natriumsulfaat (Na_2SO_4). Andere ionen die voor verzilting zorgen zijn calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) en boor (B^{3+}).

Zouten worden gevormd door de binding van positieve en negatieve geladen atomen. Als een atoom een negatieve lading heeft, is het een anion. Bij een positieve lading, is het een kation. Deze kationen zijn in de landbouw welbekend door de cation exchange capacity (CEC). De CEC geeft aan in welke mate een bodem in staat is om positief geladen nutriënten te binden. Nutriënten die veel in de landbouw worden gebruikt, zoals ammoniumnitraat (levert het kation NH_4^+) en kaliumchloride (levert het kation K^+), zijn ook zouten naast natriumchloride (levert het kation Ca^{2+}).

2.1.2 Water- en bodemclassificatie

De mate van verzilting van een wateroppervlak kan worden gebaseerd op het natrium- of chloridegehalte. Water zonder deze zouten wordt als zoet geclassificeerd. Water met een beperkte hoeveelheid zouten wordt als brak en water met relatief veel chloride als zout geclassificeerd. Bijbehorende waarden zijn weergegeven in Tabel 1 (Stuyfzand, 2007). Deze classificatie is echter niet eenduidig en kan per situatie verschillen. Volgens Rijkswaterstaat is water bijvoorbeeld brak vanaf 3000 mg Cl^-/l (Rijkswaterstaat, z.d.), terwijl het STOWA hier een minimumwaarde van 1000 mg Cl^-/l voor heeft (STOWA, z.d.) en Stuyfzand (2007) brak definieert als water tussen de 300-1000 mg Cl^-/l bevat. Het verziltingsniveau is afhankelijk van de context. Waar bijvoorbeeld een agrariër het liefst zo min mogelijk verzilting ziet, kan een natuurbeheerder biodiversiteit nastreven en hier verzilting als onderdeel van zien (Voorde & Velstra, 2009).

Tabel 1 Waterclassificatie met bijbehorende zoutgehaltes (Stuyfzand, 2007).

Classificatie	Chloridegehalte (mg Cl ⁻ /l)
Zoet	<150
Zoet-brak	150 – 300
Brak	300 – 1000
Brak-zout	1000 – 10.000
Zout	10.000 – 20.000
Hyperzout	> 20.000

Een andere manier om een inschatting te geven van de hoeveelheid zouten in het water is door de elektrische conductiviteit (EC) te meten. De EC geeft het vermogen van een stof aan om elektrische stroom te geleiden. Hoe hoger de EC, hoe hoger de concentratie zouten in het water. Opgeloste zouten in het water zorgen voor een betere elektrische geleiding. Door het afgeven van positief en negatief geladen deeltjes kan elektriciteit zich voortbewegen in het water. De EC wordt uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$ of dS/m . Deze zijn rechtstreeks in elkaar om te rekenen.

Metingen die de zoutconcentratie uitdrukken in EC zijn niet te vergelijken met de metingen van chloridegehaltes. Chloride is een vorm van een zout, terwijl een EC-meting cumulatieve aanwezigheid van alle verschillende type zouten weergeeft. Dit komt omdat bijvoorbeeld één calciumion (Ca^{2+}) een grotere elektrische geleiding geeft dan bijvoorbeeld één natrium ion (Na^{+}). Tabel 2 geeft een overzicht van de EC-waarden van verschillende typen water. Echter moet de kanttekening worden gemaakt dat het doen van een EC-meting ook een limitatie met zich meebrengt. Zo geeft een EC-meting geen inzicht in de precieze samenstelling van de aanwezige zouten om de effecten van die zouten op de landbouw te begrijpen. Een alternatief is om een chemische analyse uit te voeren om te bepalen welke ionen aanwezig zijn en in welke concentraties.

Tabel 2 Waterclassificatie met bijbehorende zoutgehaltes (Stuyfzand, 2007)

Type water	EC-waarde ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	EC-waarde (dS/m)
Gedestilleerd water	1	0.001
Regenwater	30-60	0.03 – 0.06
Drinkwater	300-700	0.3 – 0.7
Zeewater	54000	54

Naast de classificatie van water, wordt ook de verzilting van gronden systematisch gecategoriseerd op basis van de mate van verzilting en de invloed hiervan op de bodemstructuur en -kwaliteit. Verzilte bodems vertonen verhoogde concentraties van zouten, dat de water- en nutriëntenopname door planten kan verstoren en de bodemstructuur negatief kan beïnvloeden. In de classificatie wordt vaak gekeken naar de soort zouten die aanwezig zijn (bijvoorbeeld natrium, calcium, of magnesium), de concentratie ervan, en de impact die ze hebben op de bodem en het gewasbeheer. Tabel 3 geeft een overzicht van bodemclassificaties van zout, inclusief de EC-gehaltes, het aantal mg Cl⁻/l. Het effect van bodemverzilting op de gewasgroei wordt verder behandeld in paragraaf 2.2.1.

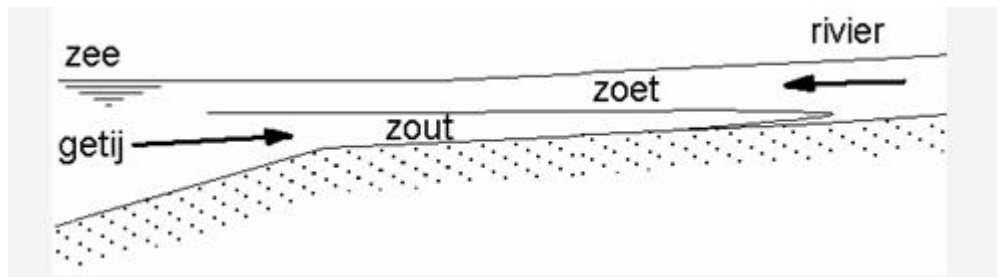
Tabel 3 Bodemclassificatie van zout (Richards, 1954), inclusief de EC en het aantal mg Cl⁻/l.

Classificatie	EC (dS/m)	Mg Cl ⁻ /l
Zoet	<2	< 400
Licht zout	2 – 4	400 – 1100
Matig zout	4 – 8	1100 – 2650
Sterk zout	8 – 12	2650 – 4300
Zeer sterk zout	12 – 16	4300 – 6100

2.1.3 Verschillende oorzaken van verzilting

2.1.3.1 Passieve externe verzilting (horizontale invloed)

Het Informatiepunt Leefomgeving (IPLO) identificeert 4 oorzaken van verzilting (IPLO, z.d.). De eerste oorzaak is externe verzilting. Dit is verzilting die via het oppervlaktewater het watersysteem binnendringt. Hierbij vermengt brak of zout water zich met zoet water via rivieren en sluizen, in de vorm van een zouttong. Doordat zout water zwaarder is dan zoet water, stroomt het zoete water in principe over het zwaardere zoute water naar de zee. Turbulentie kan deze verticale gelaagdheid verstoren. In periodes waarin rivieren laag staan, is de weerstand tegen de indringing van de zouttong beperkt en komt de zouttong verder landinwaarts. Bovendien neemt de druk vanaf zee toe bij een verwachte stijging van de zeespiegel door veranderend klimaat. De vorming van een zouttong is gevisualiseerd in Figuur 1.



Figuur 1 Zouttong die landinwaarts beweegt, tegen de stroming van de rivier in (Helpdesk water, z.d.).

2.1.3.2 Passieve interne verzilting (verticale invloed)

De tweede oorzaak genoemd door het IPLO is interne verzilting. Deze vorm van verzilting ontstaat wanneer zout of brak grondwater via capillaire werking in de bodem omhoogkomt als kwelwater. Het grondwater is op grote dieptes zout, doordat het land tijdens het holocene tijdperk regelmatig overstroomde en zeewater infiltreerde naar diepere bodemlagen. Hier werd het zoete water verdrongen. In kustgebieden vindt interne verzilting plaats door wateronttrekking in periodes van droogte en bodemdaling door onder andere inklinking van veen en gaswinning, waardoor de afstand tussen het zoute grondwater en het oppervlaktewater kleiner wordt en capillaire opstijging een groter effect heeft. Ook de stijging van de zeespiegel zorgt voor meer interne verzilting door onder andere een verstoring van grondwaterstromen en een toename van de grondwaterdruk.

Landinwaarts kan ook interne verzilting plaatsvinden, voornamelijk in laaggelegen gebieden.

2.1.3.3 Passieve verzilting door verdamping en neerslagtekort

Een derde vorm van verzilting ontstaat volgens het IPLO door verdamping en neerslagtekorten. Alle wateren bevatten een bepaalde hoeveelheid zouten. Dit komt onder andere door lozingen vanuit de industrie en slecht irrigatiebeheer, maar ook door natuurlijke processen. De concentratie van deze zouten is afhankelijk van de hoeveelheid water waarin de zouten zijn opgelost. Zodra er minder water beschikbaar is om de zouten te verdunnen, bijvoorbeeld door verdamping of een neerslagtekort, neemt de concentratie van zouten toe. Verdroging en verzilting gaan in die zin hand in hand.

2.1.3.4 Actieve verzilting

Als laatste categorie benoemt het IPLO de actieve verzilting. In tegenstelling tot de eerder benoemde oorzaken (deze worden ook wel passieve verzilting worden genoemd), wordt actieve verzilting bewust aangestuurd met als doel om verzilting te laten plaatsvinden. Dit gebeurt bijvoorbeeld voor ecologische doeleinden, waarbij zilte omstandigheden voor een vergroting van de biodiversiteit kunnen zorgen. Maar ook voor menselijk handelen kan bewust worden verzilt. Bijvoorbeeld bij lozingen van de industrie, het strooien van zout tegen gladheid en het verhogen van rivierstanden bij laagwater met zeewater voor de scheepvaart.

Onder actieve verzilting valt ook verzilting door landbouwkundige activiteiten. Zouten zijn gebonden positief en negatief geladen ionen, die ook veel voorkomen als nutriënten voor gewassen. Door bemesting of continue irrigatie worden ook zouten aan het land toegevoegd (De Boer & Radersma, 2011).

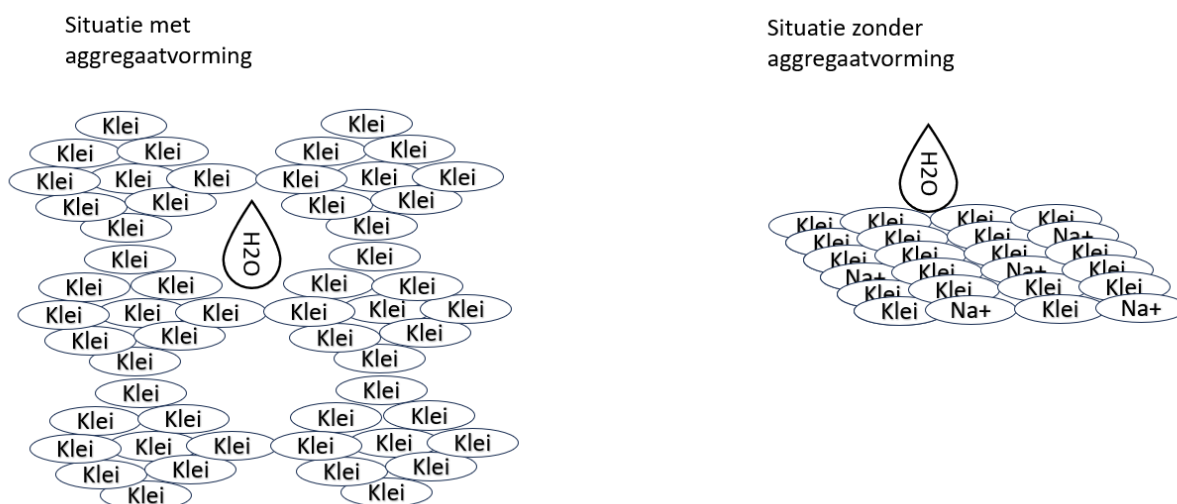
2.2 De omvang van verzilting

In deze paragraaf wordt ingegaan op de omvang van verzilting. Dit heeft betrekking op de effecten van verzilting op landbouwgronden en -gewassen, de invloed van omgevingsfactoren op verzilting en de omvang van het verziltingsprobleem wereldwijd en specifiek in Nederland.

2.2.1 Effecten van verzilting op landbouw

2.2.1.1 Bodemkwaliteit

Verzilting kan een direct effect hebben op de bodemkwaliteit. Een toename van eenwaardige kationen in zouten zoals Na^+ of K^+ of H^+ ionen kan leiden tot het uiteenvallen van de bodemstructuur waardoor deze ondoorlatend wordt. Dit is vooral het geval in kleibodems onder de aanwezigheid van geladen kleideeltjes. In een situatie zonder eenwaardige ionen, bijvoorbeeld als er voldoende Ca^{2+} ionen aanwezig zijn, hebben kleideeltjes de neiging om zich te binden en clusters te vormen. Deze clusters worden aggregaten genoemd. Tussen deze aggregaten ontstaan legen ruimtes of poriën waartussen water, lucht en wortels zich kunnen voortbewegen. Eenwaardige kationen verminderen, in tegenstelling tot tweewaardige kationen, de aantrekkingskracht tussen kleideeltjes. Hierdoor worden de aggregaten minder stabiel en kunnen deze uit elkaar vallen. Kleideeltjes die voorheen als clusters op elkaar lagen met poriën ertussen, liggen nu individueel op elkaar met weinig ruimte voor water en lucht. Het proces van structuurbederf door een verminderde aggregaatvorming is gevisualiseerd in Figuur 2. Daarnaast zorgt structuurbederf voor een verminderde gewasdoorworteling. Dit vergroot de vatbaarheid voor droogtestress en verlaagt de algehele gewasvitaliteit.



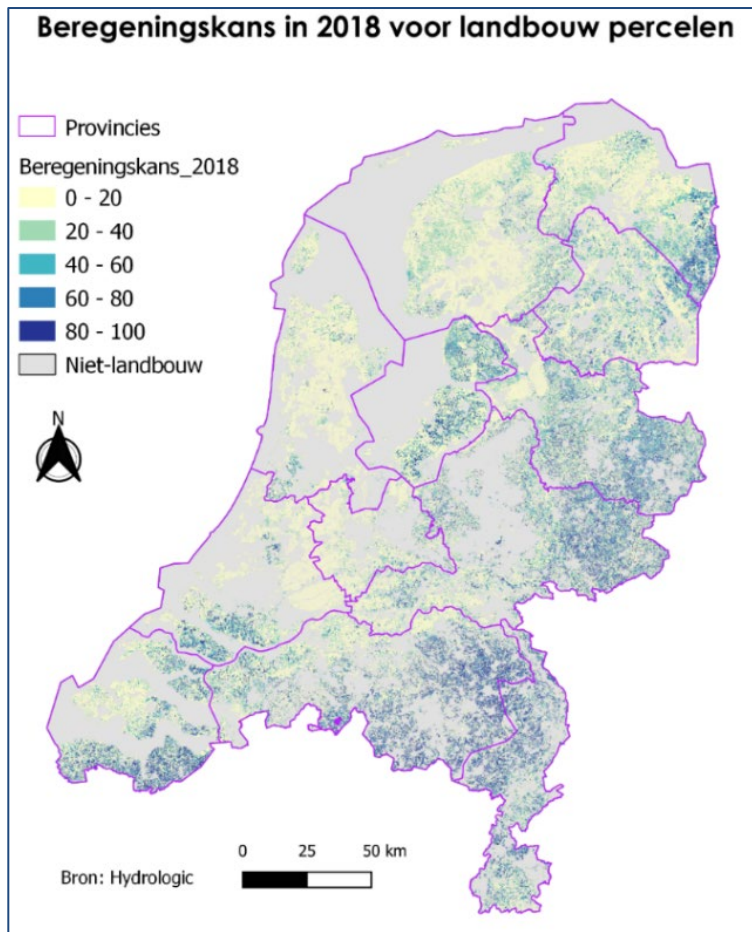
Figuur 2 Situatie met aggregaatvorming (links) en zonder aggregaatvorming (rechts) in kleibodems (eigen werk, 2024).

Naast de fysische gevolgen kan verzilting een negatief effect hebben op bodemorganismen (Yan *et al.*, 2015). Bodemorganismen dragen bij aan de bodemstructuur, zorgen voor de afbraak van organisch materiaal, recycling van nutriënten en bevorderen daardoor de plantengroei (Doran & Zeiss, 2000; Lee & Pankhurst, 1992). Zout kan zorgen voor een toxische omgeving, waardoor organismen kunnen sterven. Een afname van bodemorganismen heeft daardoor een negatief effect op de bodemkwaliteit van landbouwgronden.

2.2.1.2 Irrigatie

Verzilting kan daarnaast een limiterende factor zijn voor de beschikbaarheid van zoet water voor irrigatie. Bij zilt oppervlakte- of bodemwater kunnen gewassen niet of beperkt beregend worden, omdat gewassen over het algemeen negatief op te veel zouten reageren. Door te irrigeren worden externe zouten aan het landbouwsysteem toegevoegd. Figuur 3 geeft de beregeningskans voor landbouw percelen in 2018 weer (Saarloos *et al.*, 2024). De beregeningskans verwijst naar de waarschijnlijkheid of kans dat een perceel binnen een bepaalde periode wordt beregend of besproeid met water. Deze kans kan worden beïnvloed door verschillende factoren, waaronder het klimaat, de beschikbaarheid van waterbronnen, het irrigatiesysteem

en de waterbehoeften van gewassen. Met name in het zuiden en oosten van Nederland was de beregeningskans in 2018 het grootste. Desalniettemin kan toenemende irrigatie in delen van Flevoland, Zeeland en Noordoost Nederland kunnen voor een verhoogd risico op verzilting zorgen. Gezien de toenemende droogte als gevolg van klimaatverandering is de behoefte aan irrigatiewater steeds groter, wat de kans op irrigatie met zout water doet toenemen in de kustregio's.



Figuur 3 Beregeningskans in 2018 voor de landbouw (Saarloos et al., 2024).

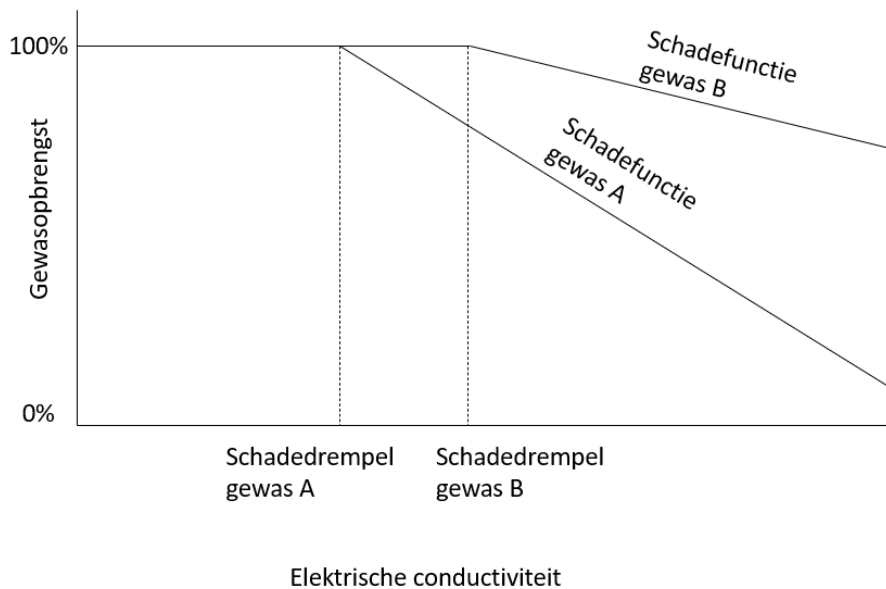
Bovendien komen de zouten bij irrigatie van bovenaf op het blad terecht. Het blad van de plant is kwetsbaar voor irrigatie. Zoals omschreven in De Boer & Radersma (2011) is de schadedrempel voor irrigatiewater 2 tot 4 keer lager dan voor bodemvocht. De opname van zout via het blad vindt alleen plaats als het blad nat is. Doordat het blad na iedere beregeningsgift enige tijd nat blijft, is het in het geval van zout beregeningswater beter om enkele grote giften toe te dienen dan meerdere kleine. Bij een kortere bladnatperiode is de tijdsspanne waarop het blad de zouten opneemt korter en is de schade van verzilting minder groot (Van Dam et al., 2007). Een ander alternatief is een irrigatiemethode waarbij het water direct bij de wortels wordt aangebracht, zoals bij druppelirrigatie.

De mate waarin verschillende takken van de landbouwsector zich kunnen aanpassen aan verzilting verschilt sterk. Hoewel de glastuinbouwsector gevoelig is voor verzilting, is het mogelijk om hierop aan te passen met behulp van omgekeerde osmose (een waterzuiveringstechniek waarmee van brak water weer zoet water wordt gemaakt). Vanwege de hoge kosten voor dit proces is dit momenteel echter niet rendabel voor de open teelten, waardoor open teelten verziltingsgevoeliger zijn (Van Cleef & Laro, 2008).

2.2.2 Verzilting, gewasopbrengst, gewaskwaliteit en effecten op vee

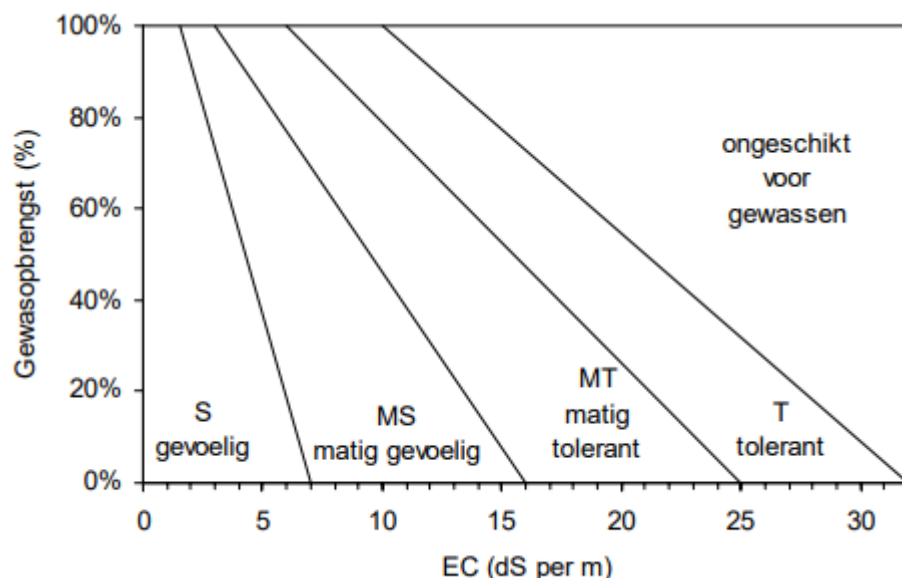
De effecten van verzilting op de gewasontwikkeling kunnen sterk verschillen. Ieder gewas heeft een zekere tolerantie tegen zoute omstandigheden. Het moment waarop een gewas schade ondervindt, oftewel groeiachterstand vertoont, verschilt daarom sterk per gewas. Het moment waarop schade optreedt, wordt gedefinieerd als de schadedrempel; zodra de zoutconcentratie hoger is dan de schadedrempel ondervindt

een gewas stress en neemt de gewasopbrengst af. Nadat de schadedrempel is bereikt, verschilt ook de impact van de schade bij toename van de zoutconcentratie. Waar sommige gewassen bij een hogere zoutconcentratie veel meer schade ondervinden, is de impact van een hogere zoutconcentratie bij andere gewassen beperkt (Van Dam *et al.*, 2007). Het verschil in schadedrempel en schadefunctie tussen gewassen is gevisualiseerd in Figuur 4. De schadedrempels die in de literatuur en hieronder worden weergegeven hebben betrekking op een geheel groeiseizoen, dus de groeiachterstand die optreedt gedurende het gehele groeiseizoen van het gewas. Er zijn aanwijzingen dat zout niet op elk moment van het groeiseizoen evenveel schade veroorzaakt. Het is daarom van belang om voor Nederlandse gewassen onderzoek te doen naar de zouttolerantie van gewassen afhankelijk van het groeistadium waarin de plant zich bevindt.



Figuur 4 Verschillende schadedrempels en schadefuncties voor verschillende gewassen (van Dam *et al.*, 2007).

Op basis van de schadedrempel en schadefunctie kunnen gewassen worden ingedeeld op de zoutgevoeligheid gedurende een geheel groeiseizoen. Dit is gedaan door Maas (1986) die Figuur 5 heeft opgesteld. De figuur plot de gewasopbrengst van gevoelig tot tolerante gewassen bij verschillende EC-waarden. Hierin is te zien dat gevoelige gewassen bij een EC van 3 al gewasopbrengst verliezen, terwijl tolerante gewassen geen gewasverlies hebben bij een EC hoger dan 8. Ook de schadefunctie verschilt hierbij: gevoelige gewassen hebben al geen opbrengst meer bij een EC van 7, terwijl dit punt bij tolerante gewassen boven de 30 ligt. Tabel 4, uit Van Orshoven *et al.* (2012), geeft daarnaast ook een overzicht van het effect van bodemverzilting op de gewasopbrengst. Een vergelijkbare trend is zichtbaar als in Maas (1986). Verzilting van de bodem zorgt bij een EC tussen de 4 en 8 dat veel gewassen beperkt worden in hun groei en opbrengst. Boven de 8 zijn alleen tolerante of zeer tolerante gewassen nog geschikt voor het behalen van een goede opbrengst.



Figuur 5 Klassen van zouttolerantie van landbouwgewassen (Maas, 1986).

Tabel 4 Bodemverziltingsklassen en het effect op gewasopbrengst (Van Orshoven et al., 2012).

Bodemverziltingsklasse	Verziltig (EC-waarde in dS/m)	Effect op de plant
Niet verzilt	0-2	Geen tot weinig effect
Licht verzilt	2-4	Opbrengsten van gevoelige gewassen kunnen last krijgen
Matig verzilt	4-8	Opbrengsten van veel gewassen zijn beperkt
Sterk verzilt	8-16	Alleen tolerante gewassen zijn geschikt
Heel sterk verzilt	>16	Alleen zeer tolerante gewassen geven een opbrengst

Verziltig treedt vaak op tijdens droge perioden en versterkt de negatieve effecten van droogte. Droogte leidt tot een verminderde wateropname in gewassen, beperkte groei en verlaagde opbrengst. Door verziltig raken zouten meer geconcentreerd in het resterende bodemvocht, waardoor de wateropname door planten wordt bemoeilijkt.

Bij de wortels veroorzaakt zout water twee problemen voor planten:

- 1) Verhoogd osmotisch potentiaal: De osmotische potentiaal van het bodemvocht neemt toe. Osmotisch potentiaal is het drukverschil tussen twee oplossingen, in dit geval tussen het vocht in de wortels en de bodem. Water kan hierdoor minder makkelijk worden opgenomen door de wortels. Dit is vergelijkbaar met het effect van droogte of verdroging (Van Bakel et al., 2018).
- 2) Toxiciteit door ionen: Het bodemvocht kan schadelijke ionen bevatten, zoals Na^+ en Cl^- , of ongunstige ionenverhoudingen, bijvoorbeeld een hoge $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -verhouding. Sommige planten kunnen zout gedeeltelijk buitensluiten om de toxiciteit van ionen in de plant te beperken, maar dit vergroot het risico op watertekort in het gewas (Van Dam et al., 2007).

Als planten kortdurend aan hoge zoutconcentraties worden blootgesteld, is watergebrek door een verhoogd osmotisch potentiaal doorgaans de belangrijkste beperkende factor. Bij langdurige blootstelling aan zout, wat vaker voorkomt, hoopt zout zich op in de plant. Hierdoor wordt toxiciteit door natriumphoping het voornaamste probleem. In deze situatie worden verschillen in zouttolerantie zichtbaar: gevoelige planten accumuleren schadelijke ionen sneller dan tolerante planten.

Naast de osmotische stress en de mogelijke toxische werking van zout, kan ook de beschikbaarheid en opname van nutriënten worden verstoord door verziltig. Hierdoor kan een nutriëntengebrek optreden in de plant, en daarmee groeireductie. Daarnaast kan zilt spatwater bladcellen uitdrogen, wat schadelijk is voor de plant (Hop, 2010). Figuur 6 geeft inzicht in het visuele effect van zout op de plant *magnolia kobus*, veroorzaakt door verziltig van bodem ofwel bladverbranding door zout irrigatiewater.



Figuur 6 Bladschade aan bladranden van *magnolia kobus* (Hop, 2010).

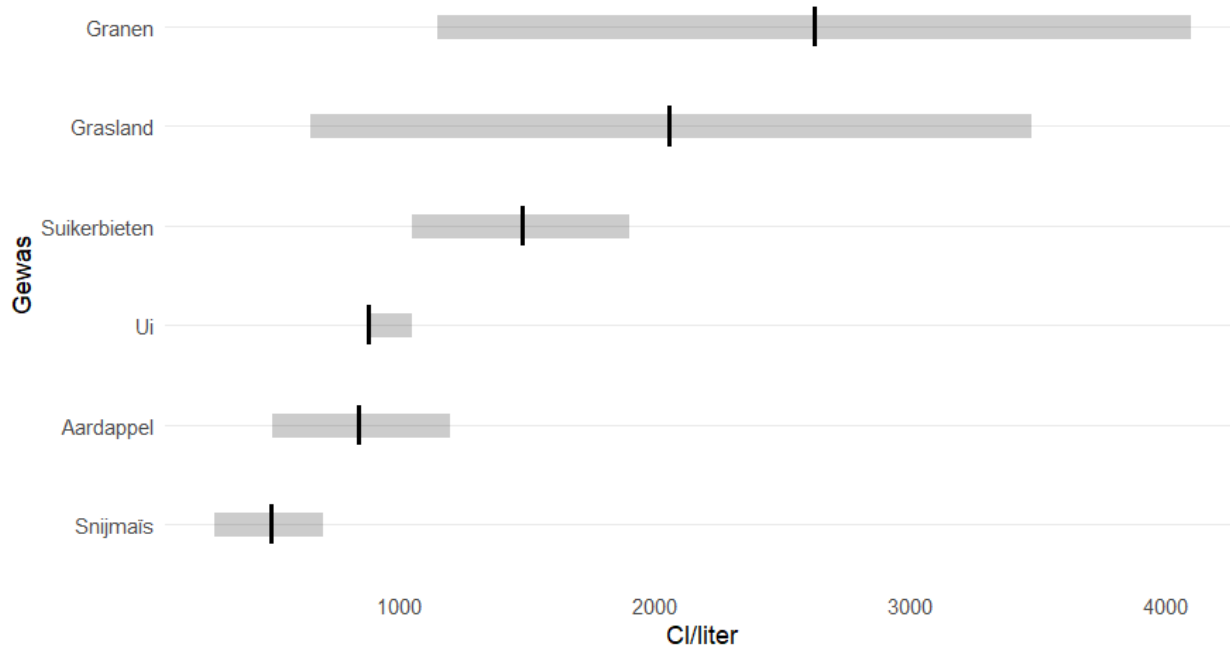
Het binnendringen van zout in gewassen leidt tot de aanmaak van stresshormonen en een afname van celdeling en -groei. In een later stadium worden zoutionen naar het wateropslagweefsel van de plant getransporteerd, waardoor de groei enigszins herstelt, maar zelden terugkeert naar het normale niveau (Julkowska & Testerink, 2015). Uit studies blijkt dat planten met zoutstress, in vergelijking met normaal gegroeide planten, een andere bouw vertonen en dat relatieve veranderingen in de groeiomfologie een belangrijke rol spelen bij zouttolerantie (Ibid.).

Van Dam *et al.* (2007) hebben een overzicht gepubliceerd van de schadedrempel en schadefunctie van alle in Nederland geteelde gewassen, (fruit)bomen, bloemen en planten. Deze schadedrempels zijn vastgesteld op basis van potproeven, waarbij de gewassen werden blootgesteld aan verschillende zoutconcentraties. Hierbij is de zoutgift gedurende het groeiseizoen constant en is er vrijwel geen rekening gehouden met verschillende rassen. De schadedrempel en schadefunctie van de meest geteelde gewassen in Nederland zijn gepresenteerd in Tabel 5. Overige gewassen zijn te vinden in Van Dam *et al.* (2007). De brondata in Tabel 5 is echter verouderd; het betreft gegevens van het US Salinity Lab uit de jaren '50. Dit kennishiaat in de literatuur bestaat al geruime tijd en is dringend aan herziening toe.

Tabel 5 Schadedrempel en schadefunctie van de meest geteelde gewassen in Nederland (Van Dam *et al.*, 2007). Schadedrempel en schadefunctie (EC) is gegeven voor de bodemzoutconcentratie (ECe).

Gewas	Schadedrempel (EC)	Schadefunctie (% opbrengstderving per EC)
Aardappelen	1.1	18.0
Grasland	3.7	11.4
Suikerbieten	4.7	8.9
Snijmaïs	1.2	11.1
Tarwe, winter	4.0	10.7
Zaaiuien	0.7	12

De vastgestelde schadedrempel kan echter sterk verschillen, afhankelijk van o.a. het geteelde ras, ontwikkelingsfase van het gewas en de overige groeiomstandigheden. Figuur 7 toont de bandbreedte van vastgestelde schadedrempels per gewas in Cl^-/l , met de gemiddelde schadedrempel aangegeven met de zwarte streep. Het laat zien dat de bandbreedte in granen en grasland erg groot is, maar dat ook voor aardappelen de schadedrempel in het meest gunstige geval twee keer hoger ligt dan in het ongunstigste geval (STOWA, z.d.). Deze grote bandbreedte is ook vastgesteld door Stuyt *et al.* (2016) voor de in Nederland beschikbare gegevens over zouttolerantie van gewassen. In meer recent onderzoek in Nederland is aangetoond dat deze bandbreedte altijd bestaat, maar wel veel verder verfijnd kan worden (Van Straten *et al.*, 2021). Maar de kennis die beschikbaar is over wanneer schade optreedt aan landbouwgewassen door zout te diffuus en ontoereikend om op te sturen (ENZD, 2023).



Figuur 7 Bandbreedte van vastgestelde schadedrempel van gietwater in akkerbouwgewassen (gebaseerd op STOWA, n.d.).

Daarnaast heeft verzilting een groot effect op de kwaliteit van gewassen. Verzilting heeft effect op onder andere de morfologie, anatomie, opname van water, fotosynthese en hormoonhuishouding van planten (El Sabagh *et al.*, 2020; Ashraf & Harris 2013; Acosta-Motos *et al.*, 2015). Impact van verzilting op bijvoorbeeld de morfologie van gewassen kan ervoor zorgen dat gewassen een ander morfologisch uiterlijk krijgen, waardoor deze gewassen niet meer kunnen worden afgezet op de markt.

De veehouderij ondervindt ook negatieve gevolgen van verzilting. Niet alleen gewassen en bodems, maar ook vee kan lijden onder zoutstress. Studies tonen aan dat hoge zoutconcentraties in het dieet van vee (zowel voer als drinkwater) schadelijke effecten kunnen hebben op de gezondheid, fysiologie en prestaties van dieren, met name die schapen en koeien. Zo nam de voederopname van de dieren af, wat leidde tot negatieve effecten op de voortplanting en productie. De zouttolerantie varieert afhankelijk van de diersoort, zoutconcentratie en het type zout in het voer of water (Abdelsattar *et al.*, 2020; Thomas *et al.*, 2007). Bij zeer productief melkvee kan drinkwater met meer dan 1.600 mg/l tot productieverlies leiden (De Boer & Radersma, 2011).

2.2.3 Invloed van omgevingsfactoren op verzilting

De schadedrempel en functie van een gewas, zoals besproken in paragraaf 2.2.2, kan verschillen afhankelijk van de omgevingsfactoren. Hierbij speelt het weer een belangrijke rol. Bij hoge temperaturen, een lage luchtvochtigheid en/of een hoge radiatie neemt de verdamping van het gewas toe. Hierdoor is de totale wateropname van het gewas hoger. Bij een hoge verdamping wordt meer water opgenomen door het gewas, waardoor bij eenzelfde EC meer zouten in de plant worden opgenomen.

Naast het weer vormen de bodemomstandigheden een belangrijke rol op de schadedrempel. Het weren van de zoutopname vergt energie van de gewaswortels. Indien de bodem verdicht is en er niet voldoende zuurstof aanwezig is, kunnen de wortels niet genoeg energie verkrijgen om de zouten te weren. Dit is met name problematisch aangezien verzilting zorgt voor bodemverdichting en zodoende de zuurstofbeschikbaarheid vermindert.

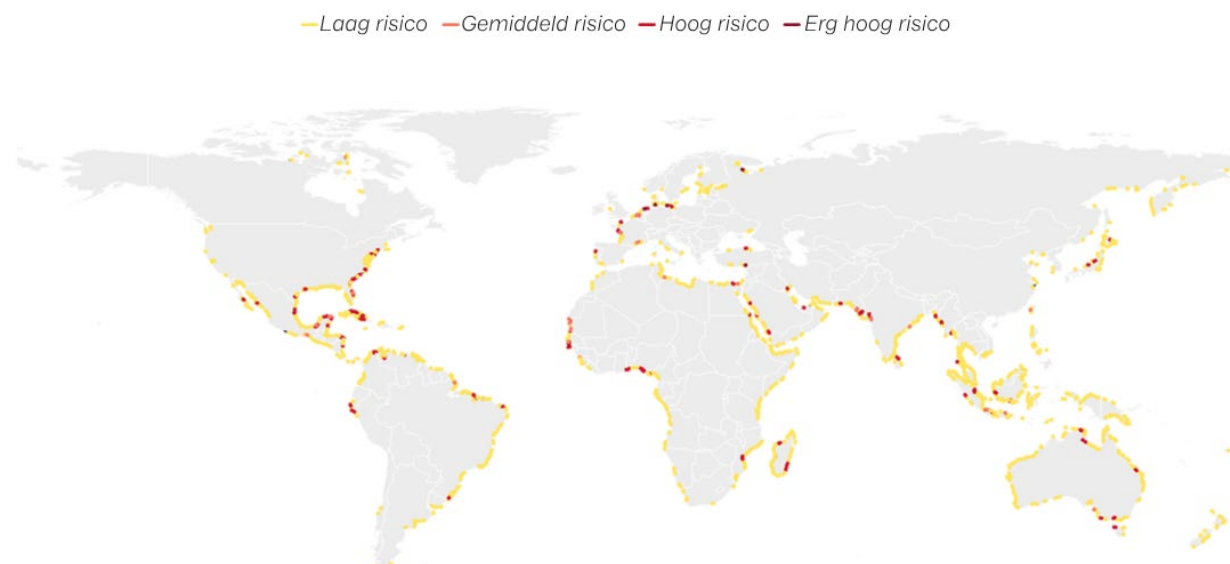
Bovendien bestaat er een verschil tussen de mate van vatbaarheid voor zoutstress en het bodemtype. Niu & Rodriguez (2010) behandelden potten met lemig zand en ziltig leem, waarin peperplanten groeiden die werden blootgesteld aan dezelfde hoeveelheden zouten. In de leembodems was de accumulatie van zouten groter in de toplaag in vergelijking tot zandbodems. Dit heeft te maken met de permeabiliteit van de bodem:

doordat het water minder goed wegstroomt in leembodems blijft het zout in de toplaag hangen. Als het water vervolgens evaporeert, blijft het zout achter. Deze bevindingen zijn in lijn met die van Miyamoto *et al.* (2010). Er zijn echter geen studies uitgevoerd waarin de effecten van verzilting van een kleibodem zijn vergeleken met een zandbodem.

2.2.4 Een wereldwijd probleem

Wereldwijd is verzilting een probleem. De Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) heeft voor het eerst in 50 jaar een uitgebreide wereldwijde evaluatie van verzilte bodems gepubliceerd. Uit het rapport blijkt dat bijna 1,4 miljard hectare land – meer dan 10 procent van het totale wereldwijde landoppervlak – al te maken heeft met verzilting. Daarnaast loopt nog eens één miljard hectare risico als gevolg van de klimaatcrisis en menselijk misbeheer (FAO, 2024; FAO, 2021).

Onderstaand Figuur 8 toont het risico op de afname van zoet grondwater door zeespiegelstijging (Deltares, 2022; Zamrsky *et al.*, 2022). In het meest extreme klimaatscenario (RCP 8.5) zorgt zeespiegelstijging ervoor dat 35 miljoen mensen meer dan 10% van het beschikbare zoete water verliezen in het jaar 2100. In landen als Italië, Spanje, de VS, Brazilië, Marokko, Egypte, Tanzania, Australië, China, Bangladesh, India, Israël, Iran, Indonesië, België, Denemarken, Turkije, Colombia, Ghana, Duitsland, Senegal en Nederland vindt verzilting al plaats in de kustregio's. Daarbij is zoet water essentieel voor de productie van drinkwater, wordt 38% van het landbouwareaal berekend met zoet water en is de bevolkingsdichtheid en intensief landgebruik voor voedselproductie juist groter in de kustgebieden (Van Engelen *et al.*, 2021). De voedselproductie staat dus wereldwijd door verzilting onder druk en zal in de toekomst nog verder onder druk komen te staan (FAO, 2021).



Figuur 8 Het wereldwijde risico op verzilting van zoet grondwater in kustregio's (Deltares, 2022).

2.2.5 Omvang van verzilting in Nederland

In Nederland is met name Laag-Nederland gevoelig voor verzilting. De verzilting in Laag-Nederland is nauw verbonden met de geologische en historische ontwikkelingen van Nederland. De oorsprong van verzilting ligt in zowel de natuurlijke kustvorming sinds zowel de laatste ijstijd als het menselijke proces van inpoldering sinds de middeleeuwen. De kustontwikkeling na de laatste ijstijd, zo'n 10.000 jaar geleden, leidde tot het binnendringen van de zee en de vorming van zoutwaterbronnen onder Laag-Nederland, vooral in de kustprovincies. Gedurende de middeleeuwen, met name na de 13e eeuw, werd actief land gewonnen door inpoldering, waarbij het zoute water uit diepere lagen omhoogkwam.

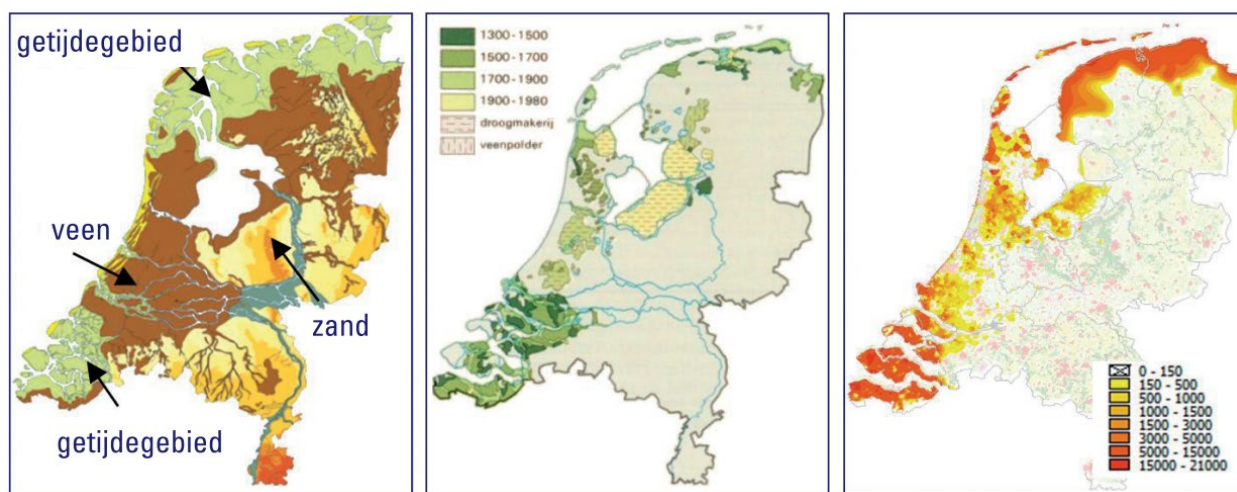
Het proces van inpoldering bracht een complex grondwatersysteem met zich mee, gekenmerkt door infiltratie in hoger gelegen polders en kwel van zoet en zout water in lageregelegen droogmakerijen. De verzilting is vooral merkbaar in gebieden die voorheen getijdgebieden waren, zoals Zeeland, Friesland,

Groningen en de kop van Noord-Holland, evenals in oude polders zoals de Schermer, Beemster, Haarlemmermeer, Mijldrecht, Flevoland en Wieringermeerpolder (Figuur 9) (Ter Voorde & Velstra, 2009).

Jaar 800 (1150 jaar geleden)

Inpolderingen vanaf 1300

Zoutgehalte in het grondwater in 2000

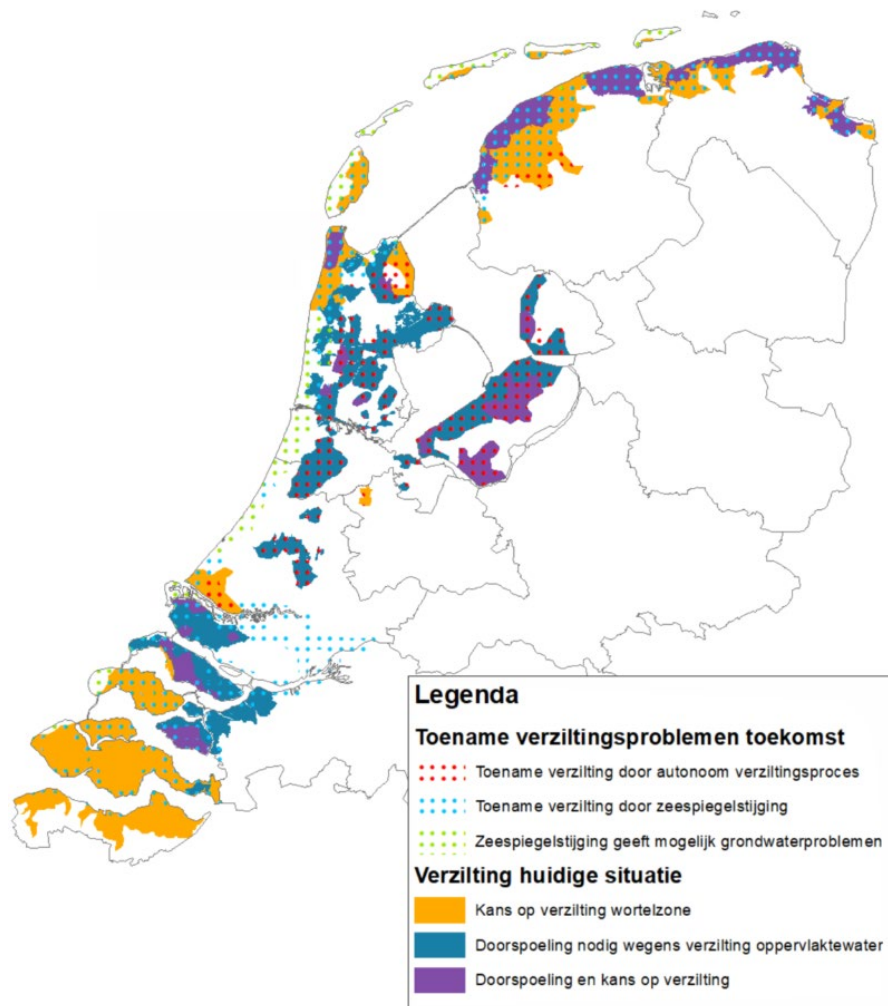


Figuur 9 De wordingsgeschiedenis van Nederland. Links: Nederland in het jaar 800. Midden: De inpolderingen sinds 1300. Rechts: het zoutgehalte van het grondwater tot ca. 20 meter diepte (Ter Voorde & Velstra, 2009).

Onderstaand Figuur 10 geeft de chloridegehalten van het oppervlaktewater in Nederland weer in de huidige situatie en de verwachte zoutindringing voor de lange termijn (De Boer & Radersma, 2011). Hierin is te zien dat verzilt oppervlaktewater via rivieren Nederland binnenkomt. Gebieden met grondwater en/of oppervlaktewater met meer dan 200 mg Cl⁻/l en oppervlaktewateren met meer dan 600 mg Cl⁻/l zijn weergegeven in het paars en liggen vooral langs de kust. Ook kampt Flevoland met de gevolgen van verzilting. In Noord-Holland, Flevoland en Zuid-Holland zorgt verzilting voor knelpunten in de teelt van bollen, bomen en fruit en voor de tuinbouw. De geschatte economische impact van verzilting binnen Europa ligt rond de half miljard euro per jaar (Ruto *et al.*, 2021). De economische impact en omvang van verzilting in Nederland is nog onduidelijk.

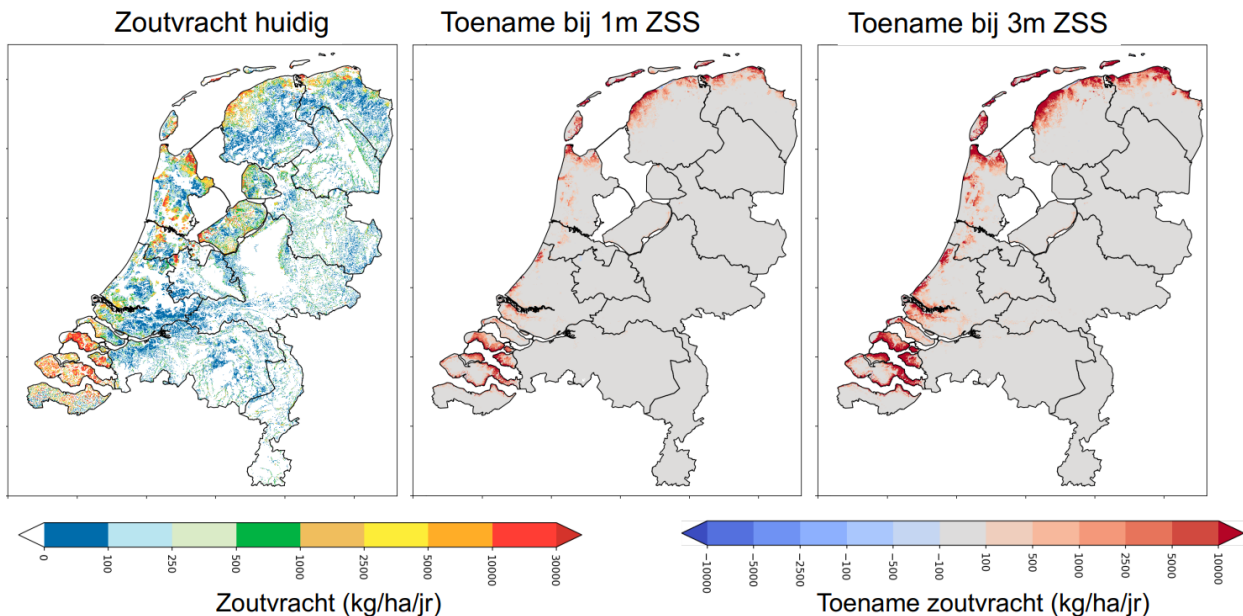
van de kust neemt deze kweldruk exponentieel af. De kwel zorgt daarbij ook voor verzilting van het oppervlaktewater door de instroom van brak grondwater.

In onderstaand Figuur 11 is de zoutvracht (kg/ha/jaar) weergegeven voor de huidige situatie en een toekomstscenario waarin de zeespiegel met 3 meter stijgt (Delsman *et al.*, 2022). Hierin is te zien dat met name Zeeland, de kuststroken, Noord-Holland, de Waddeneilanden en delen van Flevoland te maken kunnen krijgen met (versterkte) verzilting.



Figuur 11 Huidige en toekomstige verzilting in Nederland (Deltares, 2021).

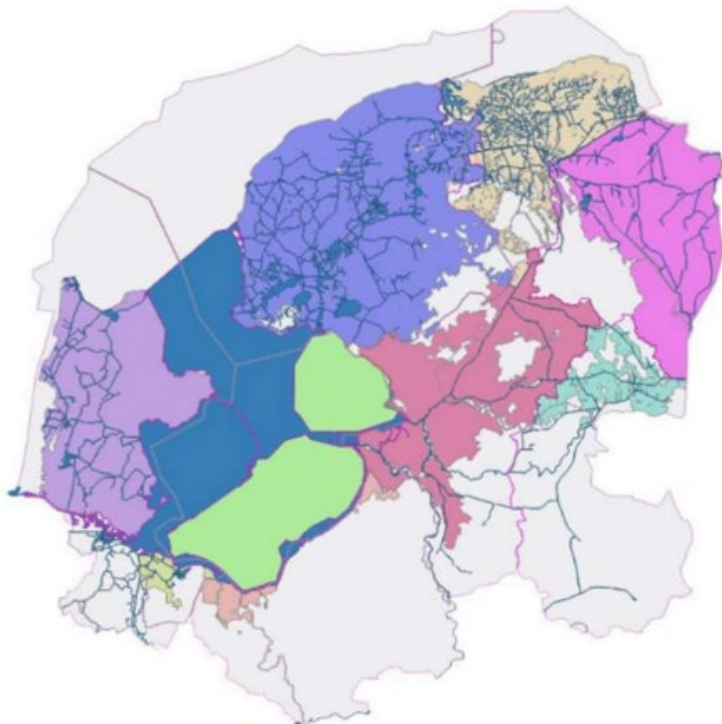
In Figuur 12 is de zoutvracht naar het oppervlaktewater weergegeven voor de huidige situatie en bij een zeespiegelstijging van 1 en 3 meter (Delsman *et al.*, 2022). Opnieuw is te zien dat kustgebieden, de Waddeneilanden, delen van Flevoland en Zeeland de grootste invloed ondervinden van verzilting van het oppervlaktewater door zeespiegelstijging. Ook bodemdaling, een autonoom proces zoals in het veenweidegebied, kan zorgen voor toenemende verzilting. De verandering in zoutvracht wordt echter in veel gebieden op termijn voornamelijk beïnvloed door een stijgende zeespiegel. Bij een zeespiegelstijging van 3 meter spelen autonome processen en bodemdaling een minder grote rol in vergelijking met de impact van de stijgende zeespiegel. Bij een stijging van 0,5 meter zijn de bijdragen van bodemdaling, autonome processen en zeespiegelstijging nog vergelijkbaar van omvang (Delsman *et al.*, 2022).



Figuur 12 De zoutvracht naar het oppervlaktewater in kg/ha/jaar voor de huidige situatie (links), bij een zeespiegelstijging van 1 meter (midden) en 3 meter (rechts) (Delsman et al., 2022).

2.3.1.1 Verzilting IJsselmeer

De zoetwatervoorraad in het IJsselmeer is van belang voor een groot deel van de noordelijke provincies. Figuur 13 geeft een overzicht van de gebieden in Noord-Nederland die gevoed worden met zoet water vanuit het IJsselmeer. Door toekomstige extreme klimaatscenario's te modelleren, blijkt dat piekchloridegehaltes in het IJsselmeer in een droog jaar tot 108 mg/l kunnen toenemen (Bonte & Zwolsman, 2010). Dit zou ervoor kunnen zorgen dat landbouwgebieden die afhankelijk zijn van het zoete water uit het IJsselmeer in de toekomst zouter water tot hun beschikking krijgen. Regio's die afhankelijk zijn van externe aanvoer van zoet water, kunnen daarom in de toekomst ook met verzilting te maken krijgen. Directe zoutvracht uit grondwater door 3 meter zeespiegelstijging is berekend toe te nemen van de huidige 7 tot 125 kton per jaar (Delsman et al., 2022). Dit benadrukt nogmaals de impact die verzilting van het IJsselmeer in de toekomst kan hebben op regio's die van het IJsselmeerwater afhankelijk zijn.



Figuur 13 Regio IJsselmeergebied - gebieden in Nederland die gevoed kunnen worden met zoet water uit het IJsselmeer, weergegeven in kleur (Bestuursovereenkomst Waterverdeling regio IJsselmeergebied, 2022).

2.3.1.2 Halofyten als inspiratiebron voor zouttolerantie

Halofyten of zoutplanten zijn 'halofiele', 'halotolerante' of zoutminnende planten kunnen groeien bij een hoog zoutgehalte in de bodem. Een paar voorbeelden hiervan zijn: lamsoor, zeekraal, melkkruid en schorrenkruid. Halofyten groeien in een breed scala aan zoute habitats, van kustgebieden, slikken, schorren, en moddervlaktes, tot binnenlandse woestijnen, zoutvlaktes en steppen (Flowers & Colmer, 2008). Halofyten hebben een scala aan aanpassingen geëvolueerd om zeewater en hogere concentraties zout te verdragen (Flowers *et al.*, 1986; Colmer *et al.*, 2005; Flowers & Colmer, 2008; Shabala & MacKay, 2011).

Shabala (2013) onderzocht de belangrijkste fysiologische mechanismen die bijdragen aan zouttolerantie bij halofyten, met als doel deze eigenschappen mogelijk over te dragen naar niet-halofyte gewassen. Naast echte halofyten, die gespecialiseerd zijn in het verdragen van hoge zoutconcentraties, zijn er ook plantensoorten die zoutstress kunnen vermijden. Deze worden aangeduid als 'facultatieve halofyten'. Facultatieve halofyten groeien bijvoorbeeld alleen in het regenseizoen, wanneer de zoutconcentraties in de bodem relatief laag zijn. Daarnaast kunnen ze het zoutgehalte in hun weefsels laag houden door verschillende strategieën, zoals via zoutopslag, waar zouten worden opgeslagen in bladeren die later van de plant vallen, en zoutuitscheiding, waarbij overtollig zout via zoutklieren of blaasharen actief wordt uitgescheiden. Gezien de verwachte wereldwijde toename van verzilting, biedt het bestuderen van de mechanismen van halofyten een veelbelovende aanpak om oplossingen te ontwikkelen.

3 Theoretisch kader

3.1 Ontwikkelingsstadia voor de landbouw

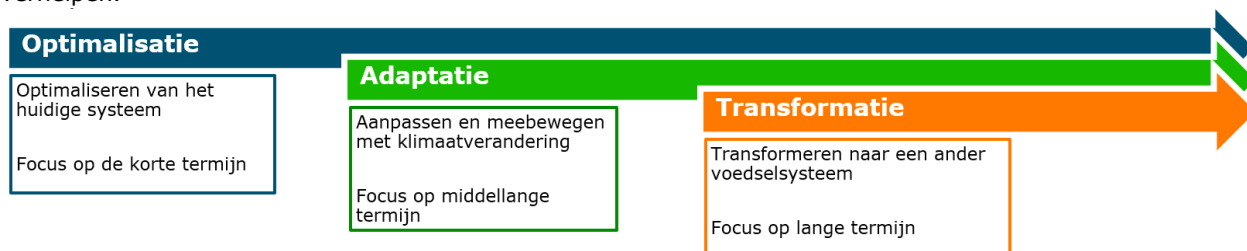
Voor de ontwikkeling van een gedragen kennisagenda verzilting & zoute landbouw is samengewerkt met SALTA. Vanuit SALTA is er behoefte aan antwoorden op vragen waar landbouwers al op korte termijn mee aan de slag kunnen, passend binnen de huidige bedrijfsvoering en met focus op de korte termijn. Maar er is ook behoefte aan antwoorden op vragen voor de middellange en langere termijn, waarbij ruimte ontstaat om (nieuwe) innovatieve en klimaatadaptieve systemen te verkennen. Om zowel voor de korte, middellange als lange termijn kennis te halen uit de praktijk, is ervoor gekozen om een raamwerk te gebruiken die deze drie ontwikkelingsstadia benadrukt.

Hill & MacRae (1996) ontwikkelden een raamwerk waarmee transitie in drie verschillende stappen wordt toegelicht: 1) efficiëntie: het aanpassen van huidige systemen om daarmee beter aan te sluiten op beginnende beleidstrends, onderzoek, doelen of klimaatverandering, 2) substitutie: het introduceren van nieuwe procedures binnen een bestaande bedrijfsstructuur en 3) herontwerp: een nieuw ontwerp voor een bedrijfsstructuur of landbouwsysteem. In de huidige beleidstermen worden voorgenoemde transitiefasen ook wel respectievelijk optimalisatie, adaptatie en transformatie genoemd (Figuur 14).

Optimalisatie omvat het gebruik van geavanceerde technologieën en praktijken om de productiviteit te verhogen of te behouden. Een voorbeeld hiervan is het verbeteren van het irrigatiesysteem, zodat efficiënter gebruik wordt gemaakt van zoet water. Er ligt dus focus op het optimaliseren van het huidige landbouwsysteem op de korte termijn (0 – 25 jaar). Adaptatie houdt in dat landbouwers zich aanpassen aan veranderende omgevings- en marktomstandigheden, zoals het integreren van klimaatbestendige gewassen of het implementeren van veerkrachtige landbouwmethoden om de impact van klimaatverandering te minimaliseren. Denk hierbij aan een verandering in de gewaskeuze of het implementeren van ontziltingsmaatregelen of wateropslag. Door middel van adaptatie past het landbouwsysteem zich aan of beweegt mee met klimaatverandering en worden oplossingen gevonden voor de middellange termijn ($\pm$ tussen de 25 en 50 jaar). Transformatie omvat een meer fundamentele verschuiving in de manier waarop landbouw wordt bedreven, zoals toepassing van nieuwe teelt- en bedrijfsconcepten waarbij verzilting een gegeven is. Denk hierbij bijvoorbeeld ook aan het implementeren van aquaponics als manier om voedsel te produceren. Transformatie omvat dus het transformeren van de huidige landbouwpraktijk naar een andere praktijk en heeft daarom focus op lange termijn (> 50 jaar).

Gedurende het gehele transitieproces van de landbouw zal optimalisatie en adaptatie parallel aan de transformatie blijven plaatsvinden. In een regio waar momenteel knelpunten door verzilting ontstaan, zal de sector bezig zijn met adaptatie en/of transformatie van het systeem, terwijl regio's die pas in toekomstige scenario's knelpunten zullen ondervinden bezig zijn met het nadenken over een optimalisatiestrategie.

Aan de hand van de drie stadia van transitie (optimalisatie, adaptatie en transformatie) kan een inschatting worden gedaan welk stadium ingezet moet worden om de verziltingsproblematiek in de landbouw te verhelpen.



Figuur 14 Transitiestadia in de landbouw: van optimalisatie naar transformatie (gebaseerd op de theorie van Hill & MacRae, 1996).

3.2 Sleutelfuncties van innovatiesystemen

Het huidige landbouwsysteem is genooddaakt om zich aan te passen aan de, door klimaatverandering gedreven, toenemende verziltingsproblematiek in Nederland. Het gaat hierbij niet alleen om het proces van technologische verandering, maar ook om de sociale, politieke, organisatorische en institutionele factoren die de ontwikkeling, verspreiding en het gebruik van innovaties beïnvloeden. Bij elkaar is dit het innovatiesysteem.

Functions of Innovation Systems (Hekkert *et al.*, 2007) geeft een raamwerk met zeven indicatoren die zich richten op processen die van belang zijn voor een goed presterend innovatiesysteem. De benadering van Hekkert *et al.* (2007) richt zich op het identificeren van de belangrijkste functies en/of processen die nodig zijn voor een succesvolle innovatie van systemen. In de context van verzilting in de landbouw geven deze indicatoren aan wat in het innovatiesysteem geborgd of geregeld moet zijn om bruikbare innovaties te kunnen ontwikkelen en te verspreiden op locaties of in regio's waar verzilting nu of in de toekomst een knelpunt vormt.

Deze zeven functies die nodig zijn voor een goed presterend innovatie-systeem van de landbouwsector zijn:

1. Kennisontwikkeling: Deze functie richt zich op het proces van het genereren en vergroten van kennis binnen het innovatiesysteem. Dit omvat onderzoek, ontwikkeling en het delen van kennis tussen verschillende actoren zoals onderzoeksinstituten, universiteiten, bedrijven en overheden.
2. Kennisverspreiding: Hierbij gaat het om het verspreiden van kennis binnen het innovatiesysteem via netwerken en samenwerkingsverbanden tussen verschillende actoren. Door het delen van kennis kunnen innovaties sneller worden verspreid en geadopteerd, wat bijdraagt aan de ontwikkeling van het gehele systeem.
3. Ondernemersactiviteit: Dit verwijst naar de rol van ondernemers bij het initiëren, ontwikkelen en implementeren van innovaties. Ondernemers nemen risico's, verkennen nieuwe ideeën en zetten zich in voor het commercialiseren van innovaties. Ze kunnen nieuwe markten creëren en bestaande markten verstoren door middel van hun innovaties.
4. Richting aan het zoekproces: Deze functie verwijst naar het proces van het richten en sturen van innovatie-inspanningen naar specifieke doelen, markten of technologieën. Begeleiding kan worden geboden door middel van beleidsmaatregelen, subsidies, onderzoeksprogramma's en andere instrumenten die de richting van innovatie beïnvloeden.
5. Marktentwikkeling: Dit omvat het creëren van nieuwe markten of het transformeren van bestaande markten door middel van innovaties. Innovaties kunnen de vraag veranderen, nieuwe behoeften creëren en concurrentievoordelen bieden die leiden tot marktgroei en ontwikkeling.
6. Mobiliseren van middelen: Deze functie verwijst naar het aantrekken en mobiliseren van middelen zoals financiering, menselijk kapitaal, infrastructuur en technologieën om innovatie-inspanningen te ondersteunen. Het succes van innovaties hangt vaak af van de beschikbaarheid en effectieve inzet van middelen.
7. Creëren van legitimiteit: Dit houdt in dat inspanningen worden geleverd om de legitimiteit van innovaties te versterken en weerstand tegen verandering te overwinnen. Dit kan worden bereikt door bewustwording te creëren, stakeholders te betrekken, maatschappelijke acceptatie te bevorderen en eventuele weerstand te adresseren.

Om de theorie van Hekkert *et al.* (2007) beter leesbaar te maken, zijn de namen van de functies aangepast naar meer toegankelijke en begrijpelijke termen, respectievelijk: 1) Kennis ontwikkelen, 2) Kennis verspreiden, 3) Boeren aan de slag, 4) Richting geven aan innovatie, 5) Markt ontwikkelen, 6) Beschikbaar maken van middelen, 7) Bewustwording & urgentie.

4 Methode

Het ontwikkelen van de kennisagenda verliep in een aantal verschillende stappen, aansluitend op het theoretisch kader. Deze worden hieronder toegelicht.

4.1 Toetsing FAO Farmers' guidelines aan Nederlandse praktijk

In de internationale context is verzilting een urgent thema, zoals eerder besproken in paragraaf 2.2.4. Daarom heeft de Saline Agriculture Working Group, FAO, een guideline ontwikkeld voor de agrarische sector in verzilte gebieden (FAO & IBCA, 2023). Binnen dit project zijn de guidelines getoetst aan de Nederlandse praktijk. Daarbij zijn de volgende vragen beantwoord: In hoeverre is de guideline nuttig voor boeren in Nederland? Op welke manier kunnen we de guideline in de praktijk toepassen? De toetsing is aan de hand van een deskstudie uitgevoerd door experts van Wageningen Research met kennis van agronomie, de praktijk en het thema verzilting.

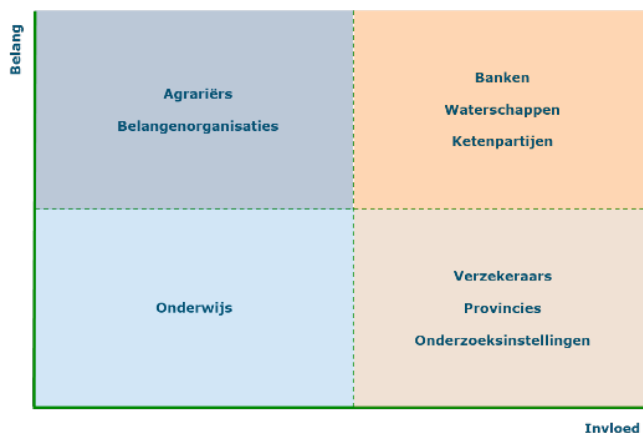
4.2 Vormgeving van de kennisagenda

4.2.1 Interviews stakeholders

4.2.1.1 Stakeholderanalyse

Om input voor de kennisagenda uit de praktijk op te halen is eerst een stakeholderanalyse uitgevoerd om alle betrokken partijen binnen het thema verzilting te identificeren. Hierbij is rekening gehouden met het Agrarisch Kennis- en Innovatie Systeem (AKIS). Een AKIS verwijst naar het netwerk van actoren, organisaties, instellingen en processen die betrokken zijn bij de creatie, uitwisseling, toepassing en benutting van kennis en innovatie in de landbouw. Het doel van een AKIS is om bij te dragen aan de ontwikkeling van een duurzame, concurrerende en veerkrachtige landbouwsector.

Voor het doen van de stakeholderanalyse is rekening gehouden met de reeds betrokken partijen bij SALTA. Om overlap tussen betrokken stakeholders te voorkomen, is de stakeholderanalyse in samenspraak met SALTA uitgevoerd. Binnen het frame, zoals weergegeven in Figuur 15, zijn stakeholders geplaatst op een schaal van hun belang binnen het thema verzilting en de invloed die zij op dit thema uitoefenen. Er is voor gekozen om partijen uit alle vier de kwadranten met verschillend belang en invloed mee te nemen in de interviews.



Figuur 15 Stakeholderanalyse voor het ontwikkelen van een kennisagenda verzilting & zoute landbouw.

4.2.1.2 Verziltingsscenario's

Om de geïnterviewde partijen te stimuleren kennishiaten en onderzoeksvragen voor zowel de korte, middellange als lange termijn te benoemen, zijn drie verziltingsscenario's ontwikkeld. Deze scenario's representeren een lage, matige en grote impact van verzilting op de landbouw. Ze zijn opgesteld op basis van de klimaatscenario's van het KNMI (KNMI, 2023), waarin onder andere wordt benadrukt dat langere droge perioden vaker zullen voorkomen en neerslagtekorten zullen toenemen. Samen met een stijgende zeespiegel, vergroot de kans op verzilting.

Om de urgentie van langetermijndenken te benadrukken, zijn de scenario's bewust uitvergroot en ingezet als hulpmiddel tijdens de interviews. Daarbij zijn, met behulp van AI, beelden gegenereerd om toenemende impacts van verzilting tijdens de interviews te kunnen visualiseren. Deze aanpak daagt de geïnterviewden uit om verder vooruit te kijken en kennishiaten te benoemen voor toekomstige uitdagingen met betrekking tot verzilting.

Lage impact (focus op optimalisatie)

Een scenario waarin verzilting een lage impact heeft op de open teelten kan er als volgt uitzien: In droge zomers komt lichte verzilting van grond- en oppervlaktewater voor. Dit heeft met name effect op de open teelten langs de kust. Deze droge zomers komen niet elk jaar voor, waardoor verzilting niet elk jaar een impact geeft op de open teelt. Hierdoor blijft de teelt van gevoelige gewassen voor verzilting nog mogelijk. Op plaatsen waar droogte sneller voor verzilting zorgt, zoals langs de kust, focussen boeren op de optimalisatie van teeltsystemen. Dit kan bijvoorbeeld door het telen van zouttolerantere rassen. In het binnenland zijn de effecten van verzilting minimaal. In de winter zorgt voldoende aanvoer van zoet water vanuit oppervlaktewatersystemen en regenval ervoor dat de verzilting die in de kustregio's optrad weer teruggedrongen wordt (Figuur 16).



Figuur 16 Praatplaat; impressie van verzilting in een scenario van lage impact van verzilting op de landbouw. Afbeelding gegenereerd door AI (dezgo.com).

Matige impact (focus op adaptatie)

Het scenario waarin verzilting een matige impact heeft op de open teelt kan als volgt worden voorgesteld: Droge zomers zorgen voor verzilting van het grond- en oppervlaktewater, met name in de kustregio's. Ook wat verder landinwaarts komt verzilting in de zomer voor, doordat de wateraanvoer vanuit het IJsselmeergebied beperkter wordt en het water dat aangevoerd wordt licht verzilt is. Dit wordt veroorzaakt door een neerslagtekort in de zomer. Door dit neerslagtekort heeft het gewas al vroeger in het seizoen te kampen met verzilting. Daarnaast neemt de strijd om zoet water in Nederland toe, waardoor de verdringingsreeks wordt ingeschakeld en er later in het seizoen een beregeningsverbod voor de landbouw wordt ingesteld. Hierdoor zijn enkel matig gevoelige tot matig tolerante gewassen mogelijk. Dit betekent dat gewassen als zaaiui, aardappel en snijmais niet meer mogelijk zijn om te telen in gebieden die een matige impact van verzilting ondervinden.

Om als sector met matige verzilting om te gaan moet er adaptatie plaatsvinden. Voorbeelden van adaptatie in het matige scenario zijn de aanleg van een waterberging (boven- of ondergronds) voor behoud van zoet water voor beregening, het verhogen van het grondwaterpeil met actieve drainage of het toepassen van nieuwe gewassen in het bouwplan die een hogere zouttolerantie hebben.

Grote impact (focus op transformatie)

Een grote impact van verzilting op de open teelten komt voornamelijk voor in de kustgebieden. Bijna alle zomers zijn droog, waardoor grond- en oppervlaktewater permanent verzilt is. Er is dus geen zoet water meer beschikbaar om gewassen te beregenen of om verzilt oppervlaktewater door te spoelen met zoet water (Figuur 17). Om als agrarische sector in dit scenario te kunnen blijven voortbestaan is een grote verandering van het systeem nodig. Enkel zouttolerante gewassen kunnen op de verzilte grond worden geteeld, of nieuwe vormen van landbouw en landgebruik zijn essentieel. Denk hierbij bijvoorbeeld aan zeebouw. Zeebouw is het op relatief grote schaal in de kustzone of op volle zee gaan produceren van gewassen. Grootschalige, maar ook duurzame kweek van wieren zou een alternatieve bron van biomaterialen kunnen zijn. De markt voor wier en wiergerelateerde producten is groot en groeit (Kempenaer *et al.*, 2007). Ook zou het zelf zuiveren van zout water tot zoet water kunnen worden geïmplementeerd op bedrijfsniveau om gewassen toch te kunnen blijven beregenen of kan ecotoerisme bij de boer als nieuw verdienmodel worden uitgewerkt.



Figuur 17 Praatplaat impressie van verzilting in een scenario van grote impact van verzilting op de landbouw. Afbeelding gegenereerd door AI (pxlr.com). Links) Detailafbeelding verzilting en droogte. Midden) Overzichtsafbeelding verzilting. Rechts) Zichtbaar effect van verzilting in de huidige Nederlandse praktijk, Haarlemmermeerpolder (SaltFarmFoundation).

4.2.1.3 Uitgevoerde interviews

De stakeholderanalyse is leidend geweest voor de in te plannen gesprekken met partners in het verziltingsveld. In totaal zijn 21 interviews uitgevoerd. Deze werden voor het overgrote deel digitaal gehouden via Microsoft Teams en duurden ongeveer een uur. De interviews zijn door het projectteam van Wageningen Research gehouden. Voor het uitvoeren en opnemen van het interview is goedkeuring gegeven door de geïnterviewde partijen.

Tijdens het interview werden de 3 scenario's gepresenteerd, werd gevraagd wat er nodig was om succesvol te zijn in het betreffende scenario en tot welke innovatievragen en thema's dat zou leiden. Een overzicht van het semigestructureerde interviewtemplate is te vinden in bijlage 1.

4.2.2 Interviewanalyse

Na het afnemen van de interviews zijn de gesprekken getranscribeerd om een volledige en gedetailleerde tekstuele weergave van de gesprekken te verkrijgen. Vervolgens is een kwalitatieve analyse uitgevoerd door middel van codering. Hierbij zijn de gegevens gestructureerd en geïnterpreteerd met behulp van een thematische benadering.

Voor de codering is gebruik gemaakt van twee hoofdcategorieën. De eerste categorie richtte zich op de mate en aard van kennisvraag of -haat, waarbij onderscheid werd gemaakt tussen optimalisatie, adaptatie en transformatie (Hill & MacRae, 1996). De tweede categorie is gebaseerd op de Functions of Innovation Systems-theorie van Hekkert *et al.* (2007). Hierbij zijn de specifieke functies van innovatie, zoals kennisontwikkeling, marktontwikkeling en richting aan het zoekproces, als codes toegepast. Zo kreeg een,

tijdens het interview besproken, kennishiaat dus de code 'optimalisatie', 'adaptatie' en/of 'transformatie', en een code gerelateerd aan de sleutelfunctie(s) van innovatiesystemen waaronder dit kennishiaat viel. Deze theoretische lens maakte het mogelijk om te begrijpen binnen welke categorieën de meeste kennishiaten bestaan.

Om de betrouwbaarheid van de analyse te vergroten, is het coderen uitgevoerd door minimaal twee onderzoekers. De uiteindelijke coderingen zijn geclusterd per sleutelfuncties van innovatiesystemen met daarbij de coderingen voor zowel optimalisatie, adaptatie als transformatie. De coderingen zijn vervolgens individueel of in een cluster overeenkomstige uitkomsten omgezet naar bijpassende onderzoeksvragen voor de korte, middellange en lange termijn. Daarnaast heeft SALTA kennisvragen opgehaald in verschillende bijeenkomsten. Deze kennisvragen zijn in de analyse en synthese van de kennisagenda verzilting & zoute landbouw meegenomen.

Een nadeel van het opnemen van specifieke onderzoeksvragen in de agenda is dat deze vragen vaak als afgerond worden beschouwd zodra ze beantwoord zijn. Dit staat haaks op de behoefte aan een blijvende focus op onderzoek naar verzilting, dat vraagt om een langdurige en flexibele benadering. Door klimaatverandering en een veranderend landbouwsysteem blijven de omstandigheden immers in beweging. Daarnaast evolueren de onderzoeksfaciliteiten, met nieuwe netwerken en locaties die gerelateerd zijn aan verzilting. Het is cruciaal dat stakeholders in de Nederlandse praktijk de resultaten van analyses kunnen toetsen en prioriteren, zoals is gebleken uit de workshops (zie paragraaf 4.2.3). Daarom is ervoor gekozen om de onderzoeksvragen te vertalen naar concrete eindproducten. Deze eindproducten bieden ruimte voor interpretatie en aanpassing, waardoor ze inspelen op veranderende omstandigheden en continuïteit in het onderzoek gewaarborgd blijft.

4.2.3 Workshops

De opgehaalde input vanuit de interviews is in een tweetal workshops samengebracht, getoetst en geprioriteerd. Het betrof een workshop met interviewde stakeholders en een workshop met experts.

4.2.3.1 Stakeholderworkshop

Een eerste workshop werd gehouden met 8 stakeholders die ook input hebben gegeven in de interviews. Om input bij de stakeholders op te halen zijn de geformuleerde onderzoeksvragen uit de analyse omgevormd naar zogenoemde eindproducten per onderdeel van de theorie van Hekkert *et al.* (2007). Hiervoor is gekozen, omdat de stakeholders op deze manier beter prioriteiten kunnen stellen door te beoordelen: 'wat heb ik in mijn praktijk nu het hardste nodig?', dan om na te denken over: 'welke specifieke onderzoeksvragen zijn nu van belang?'. Denk bij een eindproduct aan: toekomstvisies van de landbouw, handboek met maatregelen, EC-drempelwaarden per ras en gewas, etc.

Tijdens de workshop is allereerst de opgehaalde input vanuit de interviews getoetst (herken je je in de geformuleerde producten? Wat mist er nog?). Missende onderwerpen en/of suggesties zijn in een groepsdiscussie opgehaald en op post-its toegevoegd aan flip-overs. Vervolgens werden prioriteiten gesteld per functie van het innovatiesysteem conform de theorie van Hekkert *et al.* (2007). Dit gebeurde op 2 manieren. Als eerste werd iedere deelnemer gevraagd om bij elk van deze 7 functies 1 eindproduct te prioriteren door een rode sticker plakken bij het betreffende eindproduct. Daarna konden 6 gele stickers worden verdeeld over alle eindproducten en functies om daarmee extra prioriteiten aan te kunnen geven. Het script van de workshop en een voorbeeld van een flip-over is te vinden in bijlage 2.

4.2.3.2 Expertworkshop

Tijdens een tweede workshop, waaraan 7 onderzoekers met expertise op het gebied van verzilting deelnamen, zijn de uitkomsten van de interviews en de eerste workshop op een vergelijkbare manier geprioriteerd als tijdens de stakeholderworkshop, aangevuld en verder genuanceerd.

In de eerste fase van de workshop hebben de onderzoekers, aan de hand van de theorie van Hekkert *et al.* (2007), op een flip-over hun belangrijkste prioriteiten aangegeven met een rode sticker. Vervolgens konden zij zes extra stickers verdelen over andere onderdelen van het theoretisch kader om aanvullende prioriteiten te markeren. Na deze individuele prioritering werden de prioriteiten van de stakeholdergroep, afkomstig uit

de eerste workshop, toegevoegd aan de flip-overs. Door de stemmen (prioriteiten) van beide groepen samen te brengen, ontstond een overzicht van de algehele prioritering van de onderwerpen.

Vervolgens werd de inhoud van de flip-overs verder aangevuld en genuanceerd door middel van groepsdiscussies. De gecombineerde input van zowel de stakeholder- als de expertworkshop vormde de uiteindelijke kennisagenda verzilting & zoute landbouw. Het script van deze workshop is te vinden in bijlage 3.

5 Toetsing van de FAO Farmers' guidelines

De FAO Farmers' Guidelines on Soil and Water Management in Salt-Affected Areas geeft praktische richtlijnen die zijn ontwikkeld door de Global Framework on Water Scarcity in Agriculture (WASAG) van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) (FAO & IBCA, 2023). Deze richtlijnen zijn specifiek opgesteld om boeren en landbouwkundigen te ondersteunen bij het effectief beheren van bodems en water in gebieden die getroffen zijn door verzilting. De guidelines, oftewel richtlijnen, bieden praktische adviezen voor het verbeteren van de bodemstructuur, het optimaliseren van irrigatiepraktijken en het minimaliseren van zoutophoping, met als doel de landbouwproductiviteit te verhogen en de duurzaamheid van landbouwsystemen in verzilte regio's te waarborgen. Ze zijn toepasbaar in diverse klimatologische omstandigheden en zijn bedoeld om boeren in staat te stellen hun landbouwpraktijken aan te passen aan lokale omstandigheden, waardoor de impact van verzilting wordt verminderd en de voedselzekerheid wordt verbeterd.

5.1 Wat is de Farmers' guideline – samenvatting uit het rapport

De bedreigingen die de door zout aangetaste bodems vormen voor de mondiale voedselzekerheid zijn ernstig. Volgens de recente bodemkaart, van wereldwijd door zout aangetaste bodems van de FAO, is ruim 424 miljoen hectare bovengrond (0–30 cm) en 833 miljoen hectare ondergrond (30–100 cm) momenteel door zout aangetast. Deze farmers' guideline gids voor bodem- en waterbeheer in zoutgebieden biedt informatie voor boeren die te maken hebben met problemen met het zout- en zoutgehalte op hun bedrijven en helpt hen bij het volgen van voorgestelde praktijken om deze te verzachten en/of aan te passen aan ongunstige omstandigheden zonder verdere opbrengstverliezen in gevaar te brengen. Het rapport bestaat uit vijf verschillende secties die hieronder kort worden toegelicht:

1. Inleiding

Waarom is het beheer van door zout aangetaste bodems en water zo belangrijk?

In dit gedeelte wordt de gebruiker geïntroduceerd in de mondiale uitdaging van het zoutgehalte en de sodiciteit. Benadrukt wordt waarom er veel moeite moet worden gedaan aan het beheer ervan om het levensonderhoud en welzijn van boeren met marginale hulpbronnen te verbeteren.

2. Definities van verschijnselen

Het verenigen van het begrip van zoutgehalte en natriumophoping, inclusief hun toepasselijke terminologie, onder één gemeenschappelijke definitie, is van het grootste belang. In dit gedeelte wordt uitgelegd hoe primaire en secundaire verzilting optreden, samen met andere gerelateerde verschijnselen. Bovendien werpt het licht op de effecten van zoutgehalte en natriumophoping op planten.

3. Beoordelingsmethoden, bodem- en waterbemonstering en meetinterpretatie van zoutgehalte en natriumophoping

In dit deel worden eenvoudige richtlijnen gepresenteerd voor observatie in het veld (veld- en gewasinspectie) en voor op metingen gebaseerde beoordelingsmethoden voor bodem en gewas, inclusief uitgebreide laboratorium metingen. In dit gedeelte worden ook draagbare apparaten beschreven en hulpmiddelen voor testen ter plaatse en elders. Verder worden er aanbevelingen gegeven voor representatieve en betrouwbare bodem- en waterbemonstering voor de beoordeling van het zoutgehalte/natriumophoping. Ten slotte worden richtlijnen gegeven voor het interpreteren van de meetresultaten van het zoutgehalte en de natriumophoping.

4. Beheer van watervoorraden in door zout aangetaste gebieden

Irrigatieaanbevelingen voor door zout aangetaste bodems en/of met water met een hoog zoutgehalte worden gepresenteerd. De verschillende soorten irrigatie worden besproken, waaronder druppel, sprinkler, ondergronds, enz. Strategieën en methoden voor succesvol waterbeheer van waterbronnen met beperkingen door het zoutgehalte worden grondig uitgelegd. Deze omvatten uitloging (behoefte, frequentie), drainage (systeem, diepte, afstand), irrigatie (systeem, planning) en gebruik van meerdere waterbronnen (afwisselend, mengen).

5. Bodembeheer in door zout aangetaste gebieden

Aanbevelingen voor bodem gerelateerde beheerstrategieën onder zoute/natte omstandigheden zijn gepresenteerd. Deze omvatten het egaliseren van land, grondbewerking en ondergrond, het vormgeven van zaaibedden en zout schrapen. Door zout aangetaste bodems kunnen worden verbeterd voor gewassen door toevoegingen (groenbemesters, compost, meststoffen etc.). Andere strategieën en methoden, zoals de selectie van geschikte gewassen voor het beheer van door zout aangetaste bodems wordt benadrukt.

5.2 Toetsing van de FAO Farmers' guidelines aan de Nederlandse context

De FAO-richtlijnen zijn in principe in de internationale context toepasbaar. In hoeverre de richtlijnen uit de FAO farmers' guidelines van toepassing zijn op Nederlandse omstandigheden wordt hieronder in Tabel 6 weergegeven. De legenda met uitleg van de afzonderlijke waarden is in Tabel 7 weergegeven. In Tabel 6 is per onderdeel van de FAO guidelines gekeken in hoeverre de richtlijnen, acceptatie van de richtlijnen onder boeren, schaalgrootte waarop de richtlijn van toepassing is, beschikbare kennis over deze richtlijn en kosten per onderdeel in Nederland toepasbaar is. Uit de toetsing valt op te maken dat met name de richtlijnen rond de onderwerpen 'drainage' en 'irrigatie' aandacht vergen om de richtlijnen toepasbaar te maken voor Nederland.

In de volgende paragraaf wordt per onderdeel toegelicht hoe de richtlijnen beter toepasbaar kunnen worden gemaakt voor de Nederlandse context. De Engelse vertaling van het framework is terug te vinden in bijlage 4.

Tabel 6 Toetsing van de FAO Farmers' guidelines voor bodem- en watermanagement in verziltingsgebieden en match met de Nederlandse landbouw. Toetsing voor de toepasbaarheid, acceptatie onder boeren, schaalgrootte, beschikbare kennis en kosten.

Definitie van verschijnselen	Toepasbaarheid	Acceptatie	Schaalgrootte	Kennis	Kosten
Zoutgehalte	4	NA	Perceel	4	NA
Oorzaak zoutgehalte in binnenland	4	NA	Regio	3	NA
Oorzaak zoutgehalte kustgebieden	4	NA	Regio	3	NA
Aangetast zout	4	NA	Perceel	4	NA
Sodiciteit/alkaliteit	4	NA	Perceel	3	NA
Kenmerken van <i>saline</i> , <i>sodic</i> en <i>saline-sodic</i> bodems?	4	4	Perceel	3	NA
Belangrijkste effecten van het zoutgehalte op planten	4	NA	Perceel	3	NA
Effecten van sodiciteit op planten	4	NA	Perceel	3	NA
Beoordelingsmethoden, bodem- en waterbemonstering en meting					
Interpretatie van zoutgehalte en sodiciteit					
Beoordelingsmethoden van zoutgehalte en sodiciteit					
Beoordelingsmethoden in het veld					
Visuele symptomen van zoutgehalte en sodiciteit in de bodem	4	4	Perceel	3	NA
Visuele symptomen van verzilting en sodiciteit in het gewas	4	4	Perceel	4	NA

Snelle en eenvoudige test om de aanwezigheid van bodemsodiciteit in het veld te beoordelen	4	4	Perceel	4	4
Metten en kwantificeren van het zoutgehalte/sodiciteit in het veld	4	4	Perceel	4	4
Gebruik van draagbare salinometer (EC-meter) voor meten zoutgehalte van bodem en water in het veld	4	3	Bedrijf	3	4
Metten zoutgehalte in het laboratorium	4	4	Perceel	4	4
Elektrische geleidbaarheid (EC)	4	4	Perceel	4	NA
Totaal opgeloste vaste stoffen (TDS)	4	4	Perceel	4	NA
Omzetting eenheden van zoutgehaltemetingen	4	4	Perceel	3	NA
Metten sodiciteit in laboratorium	4	4	Perceel	3	4
Voor- en nadelen van elke methode	4	4	Bedrijf	3	NA
Bodem- en waterbemonstering om het zoutgehalte en de sodiciteit te meten					
Metten zoutgehalte en/of de sodiciteit in een bodem	4	3	Perceel	3	4
Metten zoutgehalte en/of de sodiciteit in water	4	4	Bedrijf	4	4
Frequentie bemonstering watermonsters voor meten zoutgehalte en/of sodiciteit	4	3	Bedrijf	4	3
Interpretatie van metingen van het zoutgehalte en/of sodiciteit					
Interpretatie metingen van het zoutgehalte en de sodiciteit van bodemonsters	4	4	Perceel	3	4
Interpretatie metingen van het gecombineerde effect van zoutgehalte en sodiciteit in bodemonsters	4	4	Perceel	3	4
Beïnvloeding van het zoutgehalte en de sodiciteit van het toegepaste water op waterinfiltratie in de bodem	4	4	Perceel	3	NA
Interpretatie van de elektrische geleidbaarheid (EC) waarden van watermonsters	4	4	Bedrijf	3	NA
Waterbeheer in door zout aangetaste gebieden					
Aandachtspunten bij het beheer van irrigatie in door zout getroffen gebieden	4	4	Regio	4	NA
Drie belangrijke niveaus van grondwatergehalte bij het irrigatiebeheer in door zout aangetaste gebieden	4	4	Regio	4	NA
Verzadigde bodem	4	4	Perceel	4	NA
Veldcapaciteit	4	4	Perceel	4	NA
Permanent Verwelkingspunt (EN:PWP)	4	4	Perceel	4	NA
Maximaal toelaatbare uitputting (Management Allowable Depletion (MAD)) - percentage van het beschikbare bodemvocht dat een gewas kan gebruiken voordat irrigatie of andere maatregelen nodig zijn om schade aan het gewas te voorkomen.	4	4	Perceel	4	NA
Overige aanbevelingen voor waterbeheer voor door zout aangetaste gebieden	4	4	Regio	4	NA
Uitspoeling					
Belang van doorspoelen voor het waterbeheer in verzilte gebieden	4	4	Regio	4	NA
Berekening van gegeneraliseerde Uitloogvereiste (LR) of fractie - de hoeveelheid water die nodig is om overtollige zouten uit de wortelzone van planten te spoelen, zodat de zoutconcentratie in de bodem onder een schadelijk niveau blijft voor gewasgroei.	4	4	Perceel	4	NA
Drainage					
Opties voor het beheer van zout drainwater	4	4	Bedrijf	4	NA
Extern beheer van zout drainagewater en opties voor toepassing ervan	3	2	Bedrijf	3	2
Hergebruik zout drainagewater	2	2	Bedrijf	3	1
Biodrainage	2	2	Bedrijf	3	4
Irrigatie					
Druppelirrigatie	4	4	Perceel	3	1
Bovengrondse beregening - Sprinklerirrigatie	4	4	Perceel	4	2

Ondergrondse druppelirrigatie	3	3	Perceel	2	1
Voor- en nadelen van andere irrigatiesystemen	4	4	Bedrijf	4	NA
Beslissingsondersteunende systemen voor irrigatie	4	4	Bedrijf	3	4
Afwisselen en mengen zoet en zout water - strategieën om water van verschillende kwaliteiten (bijvoorbeeld zoet en zout water) af te wisselen of te mengen	3	2	Regio	2	2
Bodembeheer in verzilte gebieden					
Belang van egalisatie in verzilte gebieden	4	4	Perceel	4	3
Overwegingen bij grondbewerking en diepwoelen in zoutgebieden	4	4	Perceel	4	4
Do's en don'ts bij grondbewerking in zoute/natte omstandigheden	4	4	Perceel	4	NA
Invloed van zaaibed op zoutophoping in de bodem	3	3	Perceel	3	NA
Toepassing van zoutschrappen in het veld	3	1	Perceel	2	1
Bodemverbeteraars voor zoutrijke bodems	4	4	Perceel	4	4
Berekening bekalking lichtzure bodems	4	4	Perceel	4	4
Berekening gipshoeveelheid voor alkalische bodems	4	4	Perceel	4	4
Aandachtspunten bij toepassen kunstmest op zout aangetaste bodems	4	4	Perceel	4	NA
Toepassen anorganische meststoffen op door zout aangetaste bodems	4	4	Perceel	4	NA
Compost als bodemverbeteraar	4	4	Perceel	4	4
Groenbemesters als bodemverbeteraar	4	4	Perceel	4	4
Mulch als bodemverbeteraar	3	3	Perceel	2	4
Verbetering door zout aangetaste bodems middels vruchtwisseling en teeltmaatregelen	4	3	Bedrijf	3	3
Geschikte gewassen voor door zout aangetaste gebieden	4	2	Bedrijf	3	3

Tabel 7 Legenda bij Tabel 6.

		4	3	2	1	NA
Toepasbaarheid	Hiermee wordt aangegeven in hoeverre de voorgestelde richtlijnen technisch en/of landbouwkundig van toepassing zijn voor de Nederlandse akkerbouw	Direct toepasbaar	Toepasbaar met enige aanpassing	Toepasbaar met veel aanpassing	Niet toepasbaar	Niet van toepassing
Acceptatie	In hoeverre Nederlandse akkerbouwers de richtlijnen al toepassen of gaan toepassen wordt hierin weergegeven	Wordt al toegepast	Grote kans dat dit toegepast wordt	Kleine kans dat dit toegepast wordt	Zal niet toegepast worden	Niet van toepassing
Schaalgrootte	Mogelijkheid tot opschaling van de maatregel tot een bepaald niveau	Perceel	Bedrijf	Regio	Nationaal	Niet van toepassing
Kennis	Is er kennis aanwezig bij de boer en in hoeverre is er nog aanvullende kennis nodig	Veel kennis aanwezig	Enige kennis ontbreekt	Enige kennis aanwezig	Geen kennis aanwezig	Niet van toepassing
Kosten	Een inschatting van de kosten per hectare wanneer een richtlijn wordt toegepast	€0-500 euro/ha	€500-1000/ha euro	€1000-5000/ha euro	> €5000 euro	Niet van toepassing

5.3 Aanbevelingen voor de Nederlandse context

De scores in de bovenstaande Tabel 6 spreken in veel gevallen voor zich. Per hoofdonderwerp zal worden toegelicht wat er nodig is om de maatregelen voor de Nederlandse context geschikt te maken.

5.3.1 Definities van verschijnselen

In Nederland is op veel plekken sprake van verhoogde zoutconcentraties in het (grond)water. De bodem zelf heeft meestal geen verhoogde pH-waarde. Verhoogde waardes van SAR/ESP/CROSS worden meestal niet bepaald, maar er lijkt nog weinig sprake te zijn van schade aan de bodemstructuur door verzilting (o.b.v. ervaringen binnen SALTA). Door gebruik te maken van zowel de EC als de CROSS-, SAR- of ESP-waarde is er een beter inzicht te krijgen met welk soort en welke mate van verzilting men te maken heeft. Door gebruik te maken van bodemanalyses, zoals deze op grote schaal in de landbouw worden toegepast, is het wellicht mogelijk om de mate van verzilting te meten. Hiervoor zal onderzocht moeten worden of de set van metingen voldoende dekking geeft en hoe de data geïnterpreteerd moeten worden. Om te kunnen inschatten of gewassen in Nederland op de gevonden mate van verzilting reageren, is kennis nodig over de mate van zouttolerantie van gewassen en rassen. Ook zal er een goede Nederlandse vertaling gevonden moeten worden voor de Engelse term 'sodiciteit'. Hiervoor kan wellicht de term sodiciteit als natrificatie gebruikt worden. Sodiciteit of natrificatie is het proces dat de eerste vrij opgeloste natrium gebonden wordt aan de bodemstructuur (het CEC-complex), waardoor er structuurschade kan ontstaan. De term verzilting in Nederland kan worden gebruikt voor een toename van de zoutconcentratie.

5.3.2 Beoordelingsmethoden

De beoordelingsmethoden omvatten bodem- en waterbemonstering, metingen van zoutgehalte en sodiciteit, en de interpretatie van deze gegevens. Deze methoden worden toegepast om verzilting (zoutgehalte) en natrificatie zowel in het laboratorium als in het veld te beoordelen. De zoutconcentraties in de bodem zoals die in de FAO guidelines beschreven worden, zijn in theorie hoger dan die in Nederland gevonden worden. Al is er weinig data beschikbaar over de verzilting van de bodem in Nederland. Bovendien is er in Nederland vaak sprake van korte periodes waarin sprake is van verzilting. Schade door verzilting zal zich in Nederland vooral uiten in een lagere groeisnelheid en daarmee opbrengst. Om snel verzilting in de bodem te kunnen meten is een simpele methode nodig om een eerste indruk te krijgen. Voor een nauwkeuriger meting is een laboratoriumanalyse nodig. Voor wateranalyse zijn er technieken (handheld EC meters) beschikbaar. Voor meten aan de bodem is dit veel lastiger en is bovendien een goede kalibratie nodig. Helaas is er geen standaard richtlijn voor het type zoutbepaling dat een lab zou moeten uitvoeren. Nu wordt er vaak gebruik gemaakt van de 1:5 (verdunding) methode. De omrekening naar ECe is essentieel en gebeurt nog te weinig en een onderverdeling naar grondsoorten (klei, zavel, zand) is nodig. Voor het meten van natrificatie (ENG sodicity) wordt nu standaard alleen gekeken naar de CEC (cation exchange capacity/ klei-humus complex) en de bezetting van calcium, magnesium, kalium en natrium. Dit is niet in lijn met internationale standaard en standaardisatie is gewenst. Ook zal er internationaal overeenstemming moeten komen over indicatoren die mate van verzilting weergeven zoals de ESP waarde.

5.3.3 Bodem- en waterbemonstering om het zoutgehalte en natrificatie te meten

Het FAO-advies is om max 0,5 ha te bemonsteren, maar in Nederland is het advies om dertig stekken van maximaal twee ha te bemonsteren. Voor het bemonsteren van water zijn wordt het in Nederland aangeraden om altijd voor gebruik te meten aangezien er vaak oppervlaktewater gebruikt wordt. Het zoutgehalte hiervan kan sterk variëren door regenval en doorspoelen van watergangen door het Waterschap). Bij gebruik van grondwater wordt geadviseerd om dit één keer per maand te doen voor nieuwe bron en twee keer per jaar voor een bestaande bron. SALTA heeft een protocol opgesteld voor het nemen van grindmonsters en het doormeten van de bodem ten aanzien van de EC.

5.3.4 Interpretatie van metingen van het zoutgehalte en/of nitrificatie

In de FAO guidelines is een tabel opgenomen (Tabel 8 in de FAO farmers' guidelines) met verschillende classificaties voor waterkwaliteit en bijbehorend EC en zoutconcentraties voor: niet zout, licht zout, matig zout, sterk zout, zeer sterk zout, pekel. Deze waterclassificaties worden nu met een te grote spreiding van de EC en zoutconcentratie weergegeven en zal in meer subklassen opgedeeld moeten worden voor specifiekere toepassing in de Nederlandse omstandigheden.

5.3.5 Uitspoeling

Wanneer er sprake is van ernstige verzilting kan er gekozen worden om gronden door te spoelen om zo de zoutconcentratie te verminderen. Er is in Nederland meer aandacht en kennis nodig voor de mogelijkheden om dit toe te passen. Ook is het nog onbekend in welke mate het neerslagoverschot in de herfst en winter voor uitspoelen van zouten zorgt in Nederland. Daarbij zal er extra aandacht besteedt moeten worden aan de vraag of dit ook voor zware zavelgronden toepasbaar is.

5.3.6 Drainage

Het beheer van drainwater is in Nederland goed geregeld. Wel zal er gekeken moeten worden naar het beheer van zout drainwater en het hergebruik van drainwater. Hiervoor wordt verwezen naar <https://edepot.wur.nl/458979>. Voor het toepassen van biodrainage kan het planten van bomen en struiken (agroforestry) een uitkomst bieden. Daarbij moet in ogenschouw genomen worden dat de kosten van aanleg hoog zijn en dat er de eerste jaren na aanleg geen opbrengsten te verwachten zijn.

5.3.7 Irrigatie

Er is kennis beschikbaar over de kosten van irrigatiesystemen voor de Nederlandse landbouw (<https://edepot.wur.nl/555260>). Bij gebruik van beregeningsinstallaties (kanon, sprinkler) en irrigatiewater met een te hoog EC-gehalte is er het gevaar van bladverbranding. Dit is afhankelijk van gewas en omstandigheden bij en na toepassing. Irrigeren met bovengrondse druppelslangen wordt al vrij veel toegepast in Nederlands geteelde akker- en tuinbouwgewassen. Het ondergronds aanbrengen van druppelslangen is vooral voor meerjarige gewassen van toepassing. Het toepassen van het afwisselen van zoet en zout water (waterwissel- en mengtechnieken) zal vooral voor grote bedrijven van toepassing zijn. Om dit goed te kunnen toepassen is kennis over het tolerantieniveau van gewassen nodig.

5.3.8 Bodembeheer in verzilte gebieden

In de guidelines wordt de ophoping van zout in de bodem genoemd. Dit zal vooral bij irrigatie met zogenaamde furrow irrigation optreden. Toch is er ook bij het gebruik van druppelslangen met zout water risico van plaatselijke ophoping van zouten mogelijk. Hiervoor is aandacht nodig. Het wegschrappen van de toplaag van een met zout verzadigde bodem is alleen voor irrigatiewater met zeer hoge zoutconcentraties van toepassing. Om aangetaste bodems te verbeteren wordt mulchen van de bodem als maatregel genoemd. In Nederland wordt er gewerkt met deze methode waarbij vooral het behoud van bodemvocht als belangrijk effect naar voren komt. Door aanpassing van vruchtwisseling en teeltmaatregelen is het mogelijk om aangetaste bodems te blijven betelen. Wel zal er rekening gehouden moeten worden met andere teeltmethoden. De zoutconcentraties in Nederlandse bodems zijn (nog) niet zodanig hoog dat er naar alternatieve gewassen gekeken moet worden (Van den Burg *et al.*, 2024).

5.3.9 Toepassing van het framework

Het toetsingsframework voor de FAO-richtlijnen kan flexibel worden ingezet in andere landen of binnen verschillende contexten. Tabel 6 biedt een nuttig uitgangspunt om samen met gebiedspartijen een dialoog te starten over verzilting en mogelijke maatregelen. Door de FAO-richtlijnen aan te passen aan specifieke lokale omstandigheden, wordt de toepasbaarheid vergroot en kunnen de richtlijnen breder worden ingezet.

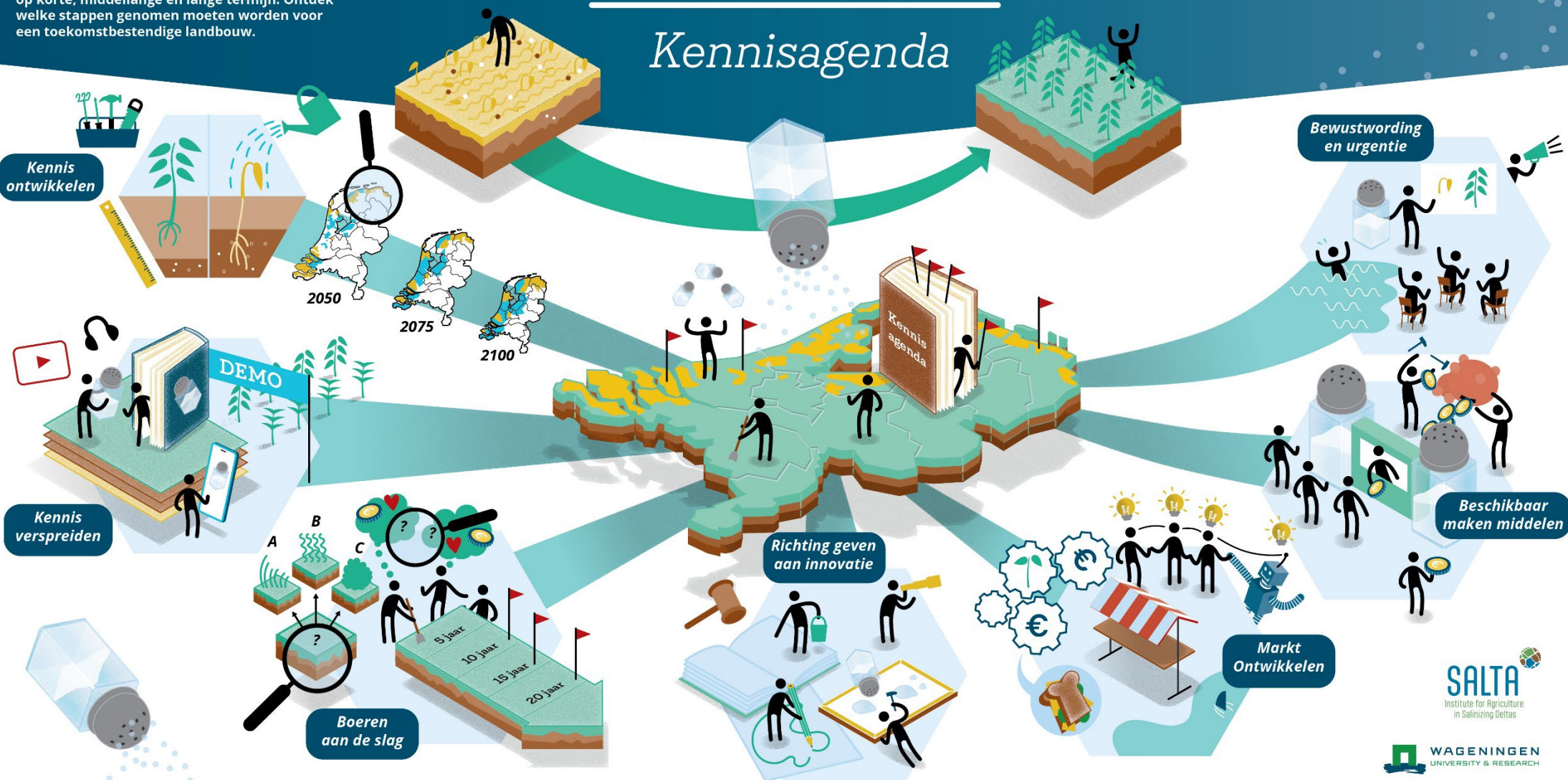
Daarnaast helpt het framework bij het identificeren van knelpunten, zoals kennishiaten, kosten of toepasbaarheidsproblemen. Dit biedt waardevolle inzichten voor het ontwikkelen van gerichte vervolgacties, waarmee effectieve oplossingen kunnen worden gerealiseerd. Een voorbeeld van een dergelijke toetsing van de FAO-richtlijnen in de internationale context is uitgevoerd in een studie van Snethlage *et al.*, 2024. In deze studie is het toetsingsframework doorlopen in Argentinië door het voeren van dialoog met lokale stakeholderpartijen.

6 Kennisagenda verzilting & zoute landbouw

Verziltig bedreigt de landbouw wereldwijd, ook in Nederland. Deze kennisagenda biedt inzicht in de kennisleemtes binnen het thema verziltig op korte, middellange en lange termijn. Ontdek welke stappen genomen moeten worden voor een toekomstbestendige landbouw.

VERZILTING & ZOUTE LANDBOUW

Kennisagenda



Kennis ontwikkelen

EC drempelwaarden
Actuele situatie bodemverziltig
Toekomstig landgebruik
Standaard meetmethoden
Maatregelentoolbox
Verziltings- & droogteschade

Kennis verspreiden

Demobedrijven
Trainingsprogramma voor boeren en adviseurs
Kennisplatform
Beslissingsondersteunend systeem verziltig

Boeren aan de slag

Inzicht in economische drijfveren en belemmeringen
Tijdslijn voor aanpassing aan verziltig
Innovatienetwerken en experimentergebieden nieuwe verdienmodellen

Richting geven aan innovatie

Wetgeving voor succesvolle innovatie
Kader voor landgebruik
Toekomstbeeld landelijk gebied
Roadmap

Markt Ontwikkelen

Verdienmodellen
Samenwerkingsverbanden
Marktpotentieel toeleveranciers

Beschikbaar maken middelen

Slimme matching Europese, landelijke en regionale middelen
Innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie

Bewustwording & urgentie

Bewustwordingscampagne
Onderwijsprogramma

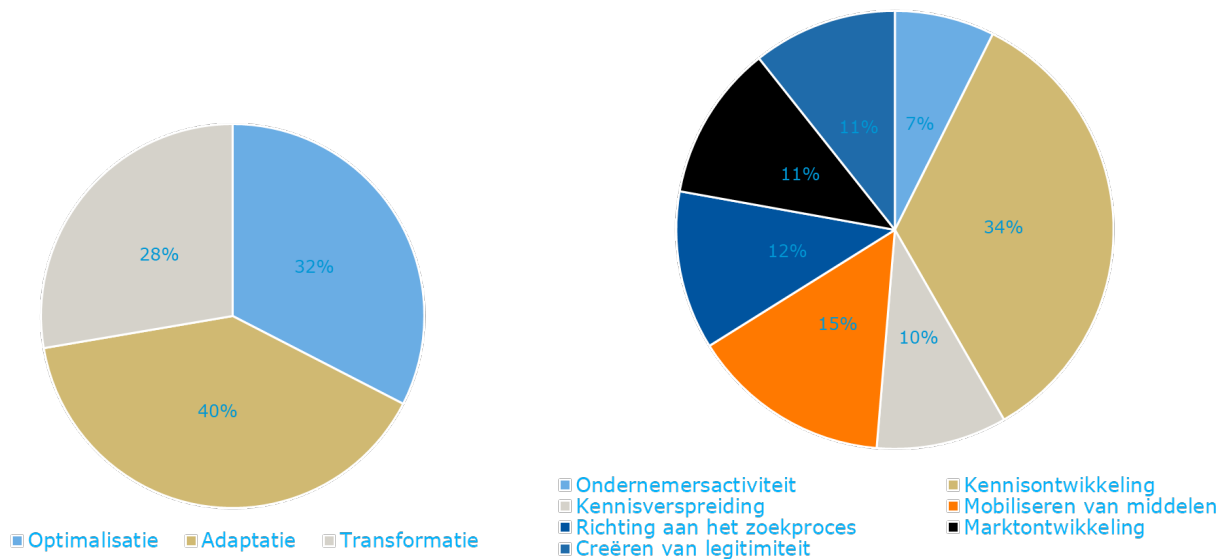
WAGeningen
UNIVERSITY & RESEARCH

SALTA
Institute for Agriculture
in Salinizing Deltas

Op basis van de gehouden interviews met stakeholders en de workshops zijn kennishiaten per sleutelfunctie van innovatiesystemen (Hekkert *et al.*, 2007) geprioriteerd. Dit hoofdstuk beschrijft de geprioriteerde producten van de kennisagenda verzilting & zoute landbouw (Figuur 18). Het gehele overzicht van de kennisagenda verzilting & zoute landbouw is te vinden in bijlage 5. De kennisagenda is een samenvoeging van de kennisvragen opgehaald door SALTA en Wageningen Research en vormt daardoor een breed gedragen landelijke kennisagenda.

Uitkomsten interviewanalyse

Uit de analyse van de interviews met stakeholders blijkt dat de code 'adaptatie' het vaakst is toegekend (Figuur 19, links). Dit betreft coderingen gelinkt aan kennisvragen en -hiaten voor de middellange termijn. Globaal gezien kan worden gesteld dat er zowel vragen en hiaten bestaan voor de korte termijn (optimalisatie), middellange termijn (adaptatie) als lange termijn (transformatie). Daarnaast is de code 'kennisontwikkeling' veelvuldig toegepast (Figuur 19, rechts). Dit betreft hiaten en -vragen gerelateerd aan het ontwikkelen van kennis op het thema verzilting in Nederland.

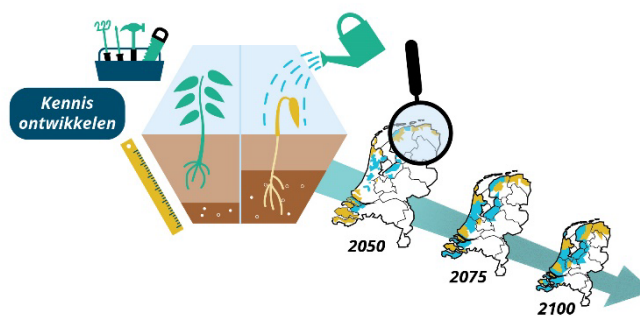


Figuur 18 Interviewanalyse kennisagenda verzilting & zoute landbouw. Uitkomsten van de coderingen, toegepast in de analyse van de interviews. Coderingen gebaseerd op Hill & MacRae (1996) (links); van optimalisatie naar transformatie, en Hekkert *et al.* (2007) (rechts); sleutelfuncties van innovatiesystemen.

In de volgende paragrafen worden de prioriteiten van de kennisagenda verzilting & zoute landbouw uiteengezet. De ondergenoemde citaten zijn afkomstig uit de gehouden interviews met stakeholderpartijen en de interviewanalyse.

6.1 Kennis ontwikkelen

Om het huidige Nederlandse landbouwsysteem te kunnen innoveren naar een weerbaar systeem in verziltingsgevoelig gebied, is het van belang om kennis te ontwikkelen. Kennisontwikkeling richt zich op het proces van het genereren en vergroten van kennis. De verantwoordelijkheid van het ontwikkelen van relevante kennis ligt zowel bij overheid, bedrijfsleven als kennisinstellingen. De overheid stuurt aan op doelen voor kennisontwikkeling. In samenspraak met kennisinstellingen kan passend onderzoek worden vormgegeven.



Kennisontwikkeling voor de korte, middellange en lange termijn moet worden afgestemd op de specifieke omstandigheden, zoals de aard van de probleemsituatie, de grondsoort, de regio en de geteelde gewassen. Op deze manier sluit de ontwikkeling optimaal aan bij de behoeften van de praktijk.

In de volgende paragrafen zullen de geprioriteerde kennisproducten worden toegelicht voor het thema 'kennis ontwikkelen'. Omdat kennisontwikkeling in de interviews frequent naar voren is gekomen, is ervoor gekozen om 3 extra prioriteiten te beschrijven in vergelijking met de overige sleutelfuncties van innovatie.

6.1.1 EC-drempelwaarden van gewassen, rassen en groeistadia

Inzicht is nodig in de EC-drempelwaarden en brandbreedtes voor verschillende gewassen, rassen en groeistadia. Tijdens de interviews en de gesprekken met SALTA is gebleken dat de huidige EC-drempelwaarden van gewassen, rassen en groeistadia, zoals vermeld in de literatuur, niet volledig en/of niet meer actueel zijn. Dit kan ook belangrijke inzichten geven in de financiële overwegingen van een agrariër. Door inzicht te hebben in de drempelwaardes van gewassen, kan de keuze om te investeren in maatregelen tegen verzilting beter onderbouwd worden. Bovendien rees de vraag tot welke EC-waarde gewassen veilig berekend kunnen worden.

Bijpassende onderzoeksvragen die zijn geïnventariseerd zijn:

"Tot welke EC-waarden kunnen verschillende gewassen worden berekend zonder schade te ondervinden, en hoe verschilt dit per gewastype en bodemvochtcondities?"

"Wat zijn de exacte grenswaarden van de zouttoleranties van gewassen (belangrijkste open teelt gewassen, inclusief bollen- en fruitteelt) en welke verschillen in tolerantie bestaan er in verschillende groeistadia?"

Inzicht in de EC-drempelwaarden van gewassen, rassen en groeistadia is noodzakelijk om de directe risico's van verzilting op de huidige geteelde gewassen, rassen te kunnen bepalen.

6.1.2 Huidige stand van zaken van (bodem)verzilting in Nederland

Het onderzoeken van de huidige mate van verzilting in Nederland in agrarische, natuurlijke en bebouwde gebieden, op een uniforme manier gemeten, is als tweede prioriteit vastgesteld. Tijdens de interviews werd benadrukt dat het voor de Nederlandse sector essentieel is om inzicht te verkrijgen in de actuele situatie rondom verzilting.

"Waar in het systeem zitten nu de verziltingsknelpunten, wanneer krijgen we daarmee te maken en kunnen we daar nog iets operationeels mee?"

"Hoe ziet de verzilting in dit gebied er dan uit?"

Ook is tijdens de interviews aangegeven dat de huidige stand van verzilting van de Nederlandse bodem nog onduidelijk is. Het verkrijgen van inzicht in de huidige verziltingsproblematiek maakt het mogelijk om risicovolle gebieden te identificeren en gerichte vervolgstappen te ontwikkelen. Dit inzicht vormt niet alleen de basis voor lange termijn acties in gebieden waar verzilting optreedt, maar ook voor de verdere uitwerking van de kennisagenda op korte termijn. Het ontwikkelen van systeemkennis is daarbij ook belangrijk: 'welke invloed heeft zout in het oppervlakte- en grondwater op het zout in de wortelzone van verschillende grondsoorten en op de plantontwikkeling?' Met deze kennis kunnen betere inschattingen worden gedaan ten aanzien van risicogebieden en risicoperioden. Systeemkennis maakt het daarnaast mogelijk om toekomstscenario's beter te kunnen doorrekenen en de effecten voor boeren te voorspellen. Zodoende kunnen financiële afwegingen om maatregelen tegen verzilting te nemen beter onderbouwd worden.

Daarnaast sluit dit kennisproduct aan op de EC-drempelwaarden van gewassen, rassen en groeistadia. Door duidelijk te maken onder welke verziltingsomstandigheden huidige gewassen groeien, kan een beter beeld worden verkregen van de risico's waaraan deze gewassen onder de huidige omstandigheden worden blootgesteld.

6.1.3 Verkenning toekomstig landgebruik

Dit eindresultaat bestaat uit een verkenning naar de juiste functie op de juiste plek, inclusief strategieën en samenwerkingsmogelijkheden voor de realisatie. Het wordt vooral als relevant gezien voor de lange termijn, waarbij het nauw samenhangt met de transformatie van het huidige landbouwsysteem. Tijdens de interviews werd benadrukt dat het voor ondernemers, marktpartijen en andere gebiedspartijen essentieel is om in kaart te brengen welke locaties in Nederland geschikt blijven voor de huidige wijze van landbouw en welke zich mogelijk beter lenen voor alternatieve functies of aangepaste landbouwpraktijken. Hierbij is het van belang om ook te kijken naar de kosten en baten van investeringen in maatregelen om verzilting tegen te gaan.

"Hoe ziet ons systeem er op de lange termijn uit?"

Deze vraag duidt op de behoefte aan een visie voor een toekomstbestendig landbouwsysteem dat rekening houdt met de toenemende effecten van verzilting. Voor ondernemers is deze lange-termijnnoriëntatie cruciaal, aangezien zij zich afvragen:

"Heeft een bedrijf voldoende bestaansrecht in de toekomstige situatie?"

Dit benadrukt de noodzaak om kennis te vergaren voor inrichtingsmogelijkheden voor verschillende functies van landgebruik op de lange termijn. Het vraagstuk reikt verder dan individuele oplossingen; er is een gezamenlijke strategie nodig met gebiedspartijen voor gebiedsinrichting en samenwerking.

Ook de complexiteit van verzilting kwam nadrukkelijk naar voren. Verzilting doet zich immers in verschillende gradaties voor, wat vraagt om systeemgerichte en daarmee flexibele en gebiedsspecifieke benaderingen. Om de juiste functie op de juiste plek te realiseren en te ondersteunen, is het noodzakelijk om niet alleen een strategie te ontwikkelen, maar ook om samenwerkingsverbanden tussen gebiedspartijen te bewerkstelligen en gezamenlijke ambities te formuleren.

6.1.4 Gestandaardiseerde meetmethoden

Het ontwikkelen van gestandaardiseerde meetmethoden is cruciaal om verzilting in Nederland uniform in kaart te brengen. Een dergelijke uniforme aanpak maakt het mogelijk om gegevens uit verschillende regio's en systemen op een consistente manier te vergelijken en te interpreteren. Tijdens de interviews werd benadrukt dat standaardisatie de betrouwbaarheid van metingen vergroot.

"Wat is de beste manier om ervoor te zorgen dat er uniform wordt gemeten in Nederland?"

Deze vraag onderstreept de noodzaak van een duidelijk en breed gedragen protocol voor zowel de monsternamen als de analyse van zoutconcentraties. Zonder standaardisatie blijft het lastig om een landelijk

overzicht te verkrijgen van de verziltingsproblematiek en de onderlinge verschillen tussen gebieden goed te duiden.

Het ontwikkelen van gestandaardiseerde meetmethoden biedt daarnaast voordelen voor toekomstig onderzoek en beleidsvorming. Door uniforme gegevens te verzamelen, kunnen trends en risicogebieden beter worden geïdentificeerd. Dit vormt de basis voor verdere kennisontwikkeling, zoals het modelleren van verziltingsscenario's en het voorspellen van de impact op landbouwgewassen. Met deze aanpak wordt niet alleen de huidige situatie inzichtelijk gemaakt, maar kan ook beter worden gewerkt aan gerichte oplossingen en maatregelen tegen verzilting. Deze prioriteit hangt daarnaast samen met 6.1.1 EC-drempelwaarden. Ook hierbij is het van belang dat er op een uniforme manier gemeten wordt.

6.1.5 Maatregelen-toolbox

Om de agrarische sector beter te laten omgaan met verziltende omstandigheden, is het van belang om inzicht te verkrijgen in een breed scala aan mogelijke maatregelen. Deze maatregelen kunnen worden ingedeeld in optimalisatie-, adaptatie- en transformatiemaatregelen, variërend van het verbeteren van waterbeheer tot de teelt van zouttolerante gewassen. Het ontwikkelen van een maatregelen-toolbox biedt boeren en andere stakeholders praktische handvatten om verzilting proactief te benaderen en toekomstbestendig te blijven opereren.

"Hoe ga je droogte tegen? Welke maatregelen kan je nemen?"

Deze vraag illustreert de behoefte aan concrete en toepasbare maatregelen die boeren direct kunnen implementeren. Tegelijkertijd werd tijdens de interviews benadrukt dat het onduidelijk is wat de effecten van verschillende maatregelen zijn en wat deze daadwerkelijk opleveren. Het in kaart brengen van de impact van maatregelen is essentieel om de effectiviteit ervan te kunnen inschatten en de agrarische sector gericht te ondersteunen.

Met een maatregelen-toolbox kan niet alleen worden gereageerd op acute verziltingsproblemen, maar kunnen ook langetermijnstrategieën worden ontwikkeld. Het is ook van belang dat er wordt gezocht naar maatregelen die verzilte bodems kunnen herstellen, waarbij inzicht nodig is in de effecten van zout op verschillende grondsoorten (klei, veen, zand, etc.). Dit biedt boeren de mogelijkheid om weloverwogen keuzes te maken en het risico van verzilting te minimaliseren, terwijl tegelijkertijd de productiviteit en duurzaamheid van hun bedrijfsvoering worden gewaarborgd.

6.1.6 Identificatie van verziltings- en droogteschade.

In de praktijk blijkt het een grote uitdaging om schade door droogte en verzilting van elkaar te onderscheiden. Hoewel beide problemen aanzienlijke gevolgen hebben voor de landbouw, wordt in het veld vaak opgemerkt dat zoutschade soms te verkiezen is boven droogteschade. Er is echter nog veel onduidelijkheid over hoe deze vormen van schade met elkaar samenhangen, hoe ze moeten worden vergeleken en wat de impact ervan is op de opbrengst en kwaliteit van gewassen. De oorsprong van schade is echter een belangrijk aspect van de financiële overwegingen van een teler. Door inzicht te hebben in de oorsprong van de schade, kan een agrariër beter inschatten welke kosten en baten gebonden zijn aan investeringen om verzilting tegen te gaan.

"Droogteschade en verziltingschade zijn in die zin moeilijk van elkaar te onderscheiden. Welke van de twee veroorzaakt wat?"

Tijdens de interviews werd de behoefte geuit aan meer inzicht in de interactie tussen droogte en verzilting. Een van de belangrijkste vragen daarbij is:

"Wat is de afweging tussen zoutschade en droogteschade? Hoe hangen deze samen? Wat is erger en waar zit het omslagpunt?"

Het onderscheiden van droogte- en zoutschade is cruciaal om effectief te kunnen reageren op de oorzaken van opbrengstverlies en kwaliteitsvermindering. Zonder deze kennis blijft het lastig om gerichte maatregelen te ontwikkelen en prioriteiten te stellen. Het identificeren en kwantificeren van de effecten van beide typen schade vormt daarom een belangrijke basis voor het ondersteunen van boeren bij hun aanpassingsstrategieën.

6.2 Kennis verspreiden

Nadat kennis van en over verzilting binnen Nederland en de Nederlandse landbouw is vergaard, zal deze kennis naar de praktijk moeten worden gebracht. Kennisverspreiding richt zich op de uitwisseling en verspreiding van kennis via informele en formele netwerken en samenwerkingsverbanden tussen verschillende actoren. Verziltingskennis moet over een brede doelgroep worden verspreid en zal die brede groep in zijn geheel moeten aanspreken om te kunnen leren in onderlinge interactie over geleerde lessen en ervaringen.



In de volgende paragrafen worden de drie geprioriteerde kennisproducten (EC-drempelwaarden, Huidige toestand van verzilting in Nederland en Verkenning toekomstig landgebruik) toegelicht voor het thema 'kennis verspreiden'.

6.2.1 Demobedrijven

Kennis en ervaringen worden, naast de ontwikkeling van fundamentele systeemkennis, het meest effectief gedeeld in tastbare, praktijkgerichte situaties. Om dit te faciliteren, kunnen demobedrijven worden benaderd en ondersteund. Dit zijn reguliere akkerbouwbedrijven die regelmatig gasten ontvangen en via demonstraties en peer-to-peer learning laten zien hoe zij omgaan met verzilting. Op deze manier leren niet alleen boeren van boeren, maar krijgt ook de AKIS inzicht in de impact van verzilting op de akkerbouwpraktijk. Bovendien bieden dergelijke uitwisselmomenten de mogelijkheid om zien hoe maatregelen tegen verzilting het bedrijfsrendement direct beïnvloeden. Er is uitgebreide ervaring opgebouwd voor het succesvol organiseren van demo's op agrarische bedrijven en het faciliteren van leerprocessen die benut kan worden op het thema verzilting ([Climate Farm Demo Training Kit](#)). Demobedrijven kunnen een belangrijke rol spelen bij het beantwoorden van onderzoeksvragen, zoals:

"Hoe kan het kennishiaat bij boeren met betrekking tot verzilting worden verkleind?"

"Hoe kan communicatie tussen onderzoek, boeren, stakeholders en studenten worden verbeterd om complexe thema's toegankelijker te maken?"

"Hoe kan bestaande kennis over verzilting beter ontsloten worden naar boeren en adviseurs?"

Daarnaast kwam tijdens één van de interviews naar voren dat de juiste vorm van kennisverspreiding nog niet op orde is. Demobedrijven kunnen daar een oplossing in bieden. De zorg van het niet aansluiten van communicatie naar de doelgroep uitte de geïnterviewde door te stellen:

"Wat komt er op mij af? Welke informatie is hierbij belangrijk en waar haal ik dat? Wat is betrouwbaar en wat niet? Hoe weet ik of het bij mij past?"

Door te zien hoe collega-agrariërs omgaan met verzilting, krijgen boeren en de AKIS inzicht in mogelijke oplossingen, wat werkt in de praktijk en waar nog uitdagingen liggen. Op demobedrijven kunnen oplossingen worden geïmplementeerd die gericht zijn op optimalisatie, adaptatie én transformatie.

6.2.2 Trainingsprogramma voor boeren en adviseurs

Ten opzichte van de demobedrijven is een trainingsprogramma een gestructureerde variant van kennisoverdracht. Bij een trainingsprogramma worden boeren en adviseurs opgeleid over uitdagingen en

oplossingen met betrekking tot verzilting op de lange termijn. Het programma helpt om kwetsbaarheden van de eigen agrarisch onderneming in kaart te brengen en handelingsperspectieven te verkennen. Het combineert praktijkgericht onderzoek uit Nederland met bewezen kennis uit het buitenland. Dit was een punt dat meermaals gedurende de interviews naar voren kwam; bij het vergroten van de kennis over verzilting moet niet alleen naar de Nederlandse situatie gekeken worden, maar moet de blik ook op het buitenland gericht zijn.

Uiteindelijk beantwoordt een trainingsprogramma onderzoeksvragen zoals:

"Hoe kan kennis over transitiepaden en toekomstscenario's worden gecommuniceerd naar de agrarische sector?"

Aansluitend op voorgenoemde onderzoeksvraag moet worden vastgesteld welke doelgroepen moeten worden aangesproken, in welke volgorde en welke middelen relevant zijn bij disseminatie van kennis over verzilting.

Het vormgeven van trainingsprogramma's voor boeren en adviseurs kan in samenwerking met onderwijsinstellingen. Geïnterviewden stelden dat er te weinig gebeurt in het onderwijs met betrekking tot verzilting. En als de zorgen gedeeld worden landt dit niet genoeg bij studenten. Dit leidt tot onderzoeksvragen als:

"Hoe kan het onderwijs de kennis over verzilting en zoutresistentie beter integreren in het curriculum?"

Door een trainingsprogramma op te zetten kan de relevante kennis gebundeld worden tot één trainingsprogramma waaruit zowel boeren, adviseurs als onderwijsinstellingen kunnen putten. Eventueel zouden ook beleidsmedewerkers kunnen profiteren van het trainingsprogramma.

6.2.3 Kennisplatform

Een alternatieve manier waarop de gewonnen kennis met betrekking tot verzilting gedeeld kan worden is via een kennisplatform voor boeren, adviseurs, experts en gebiedsdeskundigen. Een dergelijk kennisplatform zou een gedeeltelijke digitale omgeving kunnen zijn, waarin de resultaten van proeven, inzichten en ervaringen gedeeld kunnen worden. Het is hierbij met name belangrijk dat deze goed toegankelijk is. Dit kennisplatform wordt geschreven in de taal van de doelgroep waarbij de omschrijvingen kort en bondig zijn en vooral praktijkgericht. Dit is een (deel)antwoord op onderzoeksvragen, zoals:

"Hoe kan het kennishiaat bij boeren met betrekking tot verzilting worden verkleind?"

"Hoe kan communicatie tussen onderzoek, boeren, stakeholders en studenten worden verbeterd om complexe thema's toegankelijker te maken?"

"Hoe kan bestaande kennis over verzilting beter ontsloten worden naar boeren en adviseurs?"

"Hoe kan kennis over transitiepaden en toekomstscenario's worden gecommuniceerd naar de agrarische sector?"

SALTA heeft het initiatief genomen om met hun aangesloten partijen kennis op te halen, bundelen en verspreiden. Het kennisplatform zou de verantwoordelijkheid kunnen hebben om kennisverspreiding voor het thema verzilting te faciliteren.

6.2.4 Beslissingsondersteunend systeem verzilting

Een beslissingsondersteunend systeem (BOS) is een tool die boeren en adviseurs helpt om keuzes te maken over landbouwkundige situaties op hun bedrijf. Door advies te geven op basis van theoretische kennis in context specifieke situaties kan een BOS een brug vormen tussen het onderzoek en de praktijk. Dit draagt er uiteindelijk aan bij dat boeren en adviseurs de impact van verzilting op hun bedrijfsvoering beter begrijpen en gepaste maatregelen kunnen nemen.

In de problematiek rondom verzilting kan een BOS advies geven bij irrigatie met licht verzilt water, waarbij de afweging gemaakt moet worden of de zoutschade niet erger is dan de voorkomen droogtestress. Hierbij moet rekening worden gehouden met factoren als het gewas, bij voorkeur ras, de hoeveelheid beregeningswater, manier van irrigeren, bodemtype of het EC van beregeningswater.

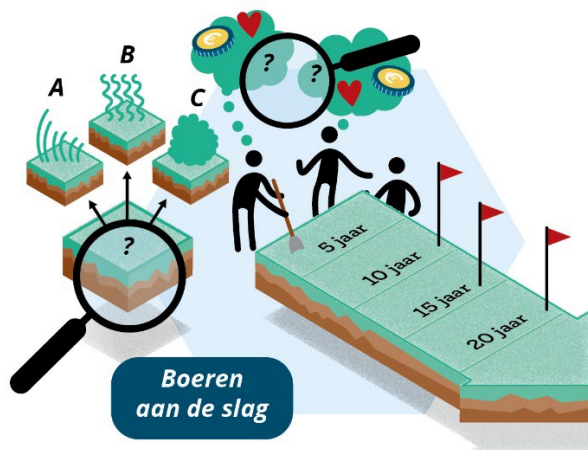
De behoefte naar een goed BOS in verzilting blijkt ook uit de praktijk. Een onderzoeksvraag geformuleerd door SALTA stelt:

"Onderzoek naar zouttolerantie moet ook een duidelijke, bruikbare tool opleveren. Wat voor tool is daarvoor nodig, wat werkt voor de praktijk?"

6.3 Boeren aan de slag

Opgedane en verspreide kennis kan in de praktijk worden getoetst of doorontwikkeld naar praktische maatregelen door agrarische ondernemers. Ondernemersactiviteit (boeren aan de slag) verwijst naar de rol van ondernemers bij het initiëren, ontwikkelen en implementeren van innovaties. Ondernemers nemen risico's, verkennen nieuwe ideeën en zetten zich in voor het commercialiseren van innovaties.

In de volgende paragrafen zullen de drie geprioriteerde kennisproducten (EC-drempelwaarden, Huidige toestand van verzilting in Nederland en Verkenning toekomstig landgebruik) worden toegelicht voor het thema 'boeren aan de slag'.



6.3.1 Inzicht in economische drijfveren en belemmeringen

Inzicht in de economische drijfveren en belemmeringen voor adaptatie houdt in dat inzicht wordt gegeven in de financiële consequenties van het wel of niet nemen van adaptatiemaatregelen voor agrarische bedrijven.

Tijdens de interviews is naar voren gekomen dat de mate van ondernemersactiviteit afhangt van de risico's die boeren lopen of zullen lopen op bedrijfsniveau. Een ondernemer past de bedrijfsvoering aan, afhankelijk van de risico's die met deze aanpassing gepaard gaan en de inschatting van de ondernemer of hij/zij die risico's kan beheersen. Daarbij werd ook de psychologische impact van verzilting op ondernemers als kennishiaat en aandachtspunt benoemd.

"Je gaat als teler pas echt stappen zetten als je weet hoeveel schade je daadwerkelijk kan verwachten."

"Wat doet verzilting met de ondernemer zelf? Vaak zie je dat meerdere generaties op die plek hun bedrijf hebben. Op een gegeven moment word je geconfronteerd met die verzilting. Hoe pas je je aan? Maar ook: wat doet het psychologisch met zo'n ondernemer?"

Economische impact van maatregelen wordt gezien als een van de eerste prikkels om aan te passen aan verzilting. Het is daarom noodzakelijk om inzicht in de economische drijfveren en belemmeringen te verkrijgen om adaptatie in de praktijk door te kunnen voeren en bedrijven klimaatbestendig te maken op het thema verzilting.

6.3.2 Tijdslijn voor aanpassing aan verzilting

Er moet gebiedsgericht worden nagedacht over het stimuleren van aanpassing aan verzilting in de agrarische sector, zodat boeren kunnen experimenteren met maatregelen op bedrijfsniveau en daarnaast kunnen leren van elkaar. Daarbij is een gebiedsgericht en teeltafhankelijk inzicht nodig in de voortschrijdende ontwikkeling van verzilting en de betekenis daarvan op de huidige productiewijze van boeren en tuinders. Ook werd het belang van betrokkenheid van andere AKIS-actoren genoemd.

"Hoe ziet de wereld er in de toekomst uit en waar is dan behoefte aan? Kun je gewassen in dit gebied telen, wie is waar verantwoordelijk voor en waar zie je samenwerkingen?"

Een bijbehorende onderzoeksvraag luidt:

"Hoe lang hebben boeren de tijd om zich aan veranderende omstandigheden aan te passen en welke stappen kunnen zij ondernemen?"

Door boeren inzicht te geven in de tijdslijn waarin verzilting zal plaatsvinden, kan door de sector tijdig worden geëxperimenteerd met maatregelen. De tijdslijn maakt voor ondernemers inzichtelijk in hoeverre

maatregelen getroffen moeten worden, welke maatregelen passend zijn en hoe deze in de bedrijfsvoering kunnen worden opgenomen. Ook hierbij is de financiële overweging van groot belang. Een tijdlijn kan inzicht geven in de terugverdientermin van maatregelen die genomen worden om verzilting tegen te gaan.

6.3.3 Innovatienetwerken en experimenteelgebieden nieuwe verdienmodellen verzilte gebieden

Om ondernemersactiviteit te stimuleren is het belangrijk dat AKIS partijen samenwerken om innovatienetwerken en experimenteelgebieden te faciliteren. Binnen het innovatienetwerk wordt samengewerkt aan innovatieve oplossingen op bedrijfsniveau. Het netwerk stimuleert daarnaast kennisdeling met de praktijk en het vormen van gezamenlijke projecten. Uit de interviews bleek dat samenwerking, sturing en stimulans uit een netwerk en ruimte voor experimenten nodig is om ondernemers in verziltingsgevoelig gebied verder te helpen.

"Er is een generieke aanpak nodig. Marktpartijen zijn nodig om gezamenlijke oplossingen te vinden."

"Er zijn meer innovatievere samenwerkingen nodig om als sector toch in de benen te kunnen blijven."

Een bijpassende onderzoeksvraag hierbij is:

"Hoe kunnen gebiedspartijen samenwerken om een toekomstbestendige sector te stimuleren?"

De vormgeving van innovatienetwerken en experimenteelgebieden kan in samenhang met de tijdlijn voor aanpassing aan verzilting van belang zijn. Door ondernemers stapsgewijs inzicht te geven in mogelijke maatregelen en verdienmodellen die in innovatienetwerken en experimenteelgebieden zijn getest, kunnen stappen richting een klimaatbestendig systeem worden gezet.

6.4 Richting geven aan innovatie

Richting geven aan innovatie verwijst naar het proces van het richten en sturen van innovatie-inspanningen naar specifieke doelen, markten of technologieën. Begeleiding kan worden geboden door middel van beleidsmaatregelen, subsidies, onderzoeksprogramma's en andere instrumenten die de richting van innovatie beïnvloeden. Uit de gesprekken en workshops blijkt dat stakeholderpartijen een rol bij de overheid zien voor het geven van richting aan het zoekproces op nationaal en internationaal niveau.



In de volgende paragrafen zullen de geprioriteerde kennisproducten worden toegelicht voor het thema 'richting geven aan innovatie'.

6.4.1 Wetgeving voor succesvolle innovatie

Hoewel verzilting steeds grotere gevolgen heeft voor landbouw, natuur en de kwaliteit van drinkwater, krijgt dit thema in de huidige wet- en regelgeving nog maar beperkte aandacht. Voor innoverende ondernemers is het van belang dat wetten en regels consistent zijn, aansluiten bij hun dagelijkse praktijk en ruimte bieden voor investeringen. Daarbij zou het behalen van het gestelde doel centraal moeten staan, in plaats van de wijze waarop dat doel wordt bereikt. Tijdens de gesprekken met AKIS-actoren kwamen hierover de volgende dingen ter sprake:

"Consistentie in wetgeving en beleid is nodig om investeringen veilig te kunnen maken."

"De overheid zal een kader moeten schetsen waarbinnen je kunt zoeken naar individuele/regionale oplossingen."

Passende onderzoeksvragen hierbij zijn:

"Is het huidige beleid beperkend? En hoe zorg je voor toekomstig beleid dat 'in lijn is' met droogte en verzilting?"

"Hoe kan de overheid consistentie waarborgen in beleid en regelgeving om langetermijninvesteringen van boeren en waterbeheerders in verziltingsaanpak te bevorderen?"

Het is belangrijk dat de agrarische sector en de keten erachter de mogelijkheid krijgen om het huidige landbouwsysteem verder te verbeteren. Wetgeving kan hierin een ondersteunende rol spelen door niet alleen structuur te bieden, maar ook ruimte te scheppen voor maatregelen die in de praktijk echt werken.

6.4.2 Kader voor landgebruik

Om doelen te kunnen formuleren rond optimalisatie, adaptatie en transformatie voor gebieden en betrokken gebieds- en ketenpartijen die in meer of mindere mate met verzilting te maken krijgen, is het essentieel om inzicht te hebben in welke gebieden wanneer worden beïnvloed door verzilting. Daarnaast is het belangrijk om de prioriteiten van landgebruik en waterallocatie binnen deze gebieden duidelijk in kaart te brengen.

De partijen die input hebben geleverd voor de ontwikkeling van de kennisagenda gaven aan dat het voor gebieden, ondernemers en ketenpartijen van belang is om zicht te krijgen op de kaders die per gebied worden gesteld. Zo werden de volgende zaken tijdens de interviews benoemd:

"Een afwegingskader (voor de landbouw) op de korte termijn is nodig."

"Het is belangrijk om de kaders helder te hebben waarbinnen de landbouw moet functioneren. Hierin moeten ook o.a. de Rijksoverheid duidelijkheid geven aan de sector wat ze kunnen verwachten."

Uit de gevoerde discussies kwam naar voren dat stakeholders de overheid verantwoordelijk stellen voor het opstellen van de kaders waarbinnen de landbouw in verzilte gebieden kan blijven functioneren. De overheid kan aansturen op het landgebruik en daarbij kaders, beleid en wetten formuleren. Dit kader voor landgebruik heeft daarom een sterke connectie met 'maatregelen tegen verzilting & mogelijke maatregelen'.

6.4.3 Toekomstbeeld landelijk gebied

Om een kader voor de landbouw in de huidige situatie te kunnen geven is het van belang om een schets van de toekomstige inrichting van een gebied op de middellange termijn te ontwikkelen, rekening houdend met waterbeschikbaarheid en verzilting. Toekomstbeelden maken de toekomst van het gebied tastbaar. Het geeft inzicht in de onzekerheden en onduidelijkheden voor de landbouw en andere regionale stakeholders en helpen daarmee om nu de juiste keuzes te maken.

In de interviews werden de volgende zaken aangekaart:

"Is er hier wel toekomst voor de landbouw? Er is een integrale benadering nodig."

"We moeten op een brede schaal kijken naar wat (welke gewassen) waar (op welke locaties) geteeld worden."

"Wat betekent verzilting voor het verplaatsen van functies in het landelijk gebied?"

Door te werken aan een toekomstbeeld voor het landelijk gebied kan de volgende onderzoeksvraag worden beantwoord:

"Welke ruimtelijke keuzes moeten worden gemaakt en wat betekent dit voor de ruimtelijke inrichting van Nederland?"

Door het ontwikkelen van toekomstbeelden voor het landelijk gebied, wordt direct een stip op de horizon gezet waar gebiedspartijen gezamenlijk naartoe kunnen werken.

6.4.4 Roadmap

De roadmap heeft als doel om samen met het bedrijfsleven, de overheid en kennisinstellingen een route uit te stippelen naar een landelijk landbouwsysteem dat rekening houdt met verzilting. Het gaat om het ontwikkelen van een gedeelde visie, met concrete doelen en maatregelen die nodig zijn om deze ambitie te verwezenlijken. Daarnaast beschrijft de roadmap welke acties nodig zijn om de implementatie van deze maatregelen te stimuleren. De richting en het tempo van de uitvoering kunnen daarbij verschillen per gebied, afhankelijk van de specifieke omstandigheden en behoeften. De stakeholderpartijen kaartten hieromtrent het volgende aan:

"Hoe kan je de ruimtelijke ordeningsvoorwaarde voor de inrichting van gebieden vormgeven? Zodat je meer kaders schept en voorwaarden geeft, waarmee een gebied aan de slag kan."

"Het is belangrijk om nu al over de ruimtelijke puzzel van Nederland na te denken."

Door gezamenlijk een roadmap te formuleren, wordt direct nagedacht over de benoemde 'ruimtelijke puzzel' die in verzilt gebied gelegd moet worden. Daarbij moet worden besproken welke vorm van landgebruik passend is op welke locatie en welke stappen, kaders en voorwaarden nodig zijn om de roadmap te kunnen volgen. De eerder beschreven toekomstbeelden voor het landelijk gebied kunnen als uitgangspunt benut worden om de roadmap vorm te geven.

6.5 Markt ontwikkelen

Om innovaties toe te kunnen passen in de praktijk moet er een markt gecreëerd worden.

Marktontwikkeling is het creëren van nieuwe markten of het transformeren van bestaande markten door middel van innovaties. Innovaties kunnen de vraag veranderen, nieuwe behoeften creëren en concurrentievoordelen bieden die leiden tot marktgroei en ontwikkeling.

In de volgende paragrafen worden de geprioriteerde kennisproducten toegelicht voor het thema 'markt ontwikkelen'.



6.5.1 Verdienmodellen

Uit de interviews bleek het belang van ontwikkeling van verdienmodellen op de middellange en lange termijn, waarin integraal wordt samengewerkt aan agrarische verdienmodellen op ketenniveau in verzilt gebied. Het aanpassen (adaptatie) aan zilte omstandigheden kan leiden tot een verandering in het aangeboden product. De productkwaliteit kan veranderen, of er wordt een geheel nieuw product geproduceerd. Bij het verdienmodel gaat het niet alleen over de betaling voor het leveren van landbouwproducten onder verzilte omstandigheden. Het kan ook gaan over het ontwikkelen van een niche in de markt waarbij specifieke producteigenschappen worden vermarkt van het onder verzilte omstandigheden geteelde product of aan een combinatie met ecosysteemdiensten voor bijvoorbeeld landschapsbeheer, waterberging of meer biodiversiteit.

De vraag blijft of er een inkomen mee te verdienen valt. Een teler past zijn bedrijfsvoering niet aan naar een nieuwe teelt als het onzeker is of deze rendabel is. Door inzicht te verkrijgen in de kosten en opbrengsten of marktmogelijkheden die gerelateerd zijn aan de nieuwe of aangepaste teelt kan de ondernemer een weloverwogen beslissing maken of de teelt interessant is voor zijn bedrijfsvoering. Hiermee kunnen onderzoeksvragen beantwoord worden als:

"Welke nieuwe markten of verdienmodellen ontstaan voor gebieden en bedrijven die te maken hebben met verzilting?"

Dit is belangrijk omdat er veel scepticisme rondom nieuwe teelten met nieuwe verdienmodellen bestaat. Zo stelde één van de geïnterviewden dat "een ander bouwplan nog niet haalbaar is. Financieel kan je nog niet uit."

6.5.2 Samenwerkingsverbanden

Om tot verdienmodellen te komen zijn integrale samenwerkingsverbanden binnen de afzetketens nodig voor de middellange en lange termijn. Handelspartijen en verwerkers van agrarisch producten zijn afhankelijk van een stabiele toelevering. Klimaatverandering verstoort de oogstzekerheid. Hierdoor lopen ook de partijen die later in de keten zitten risico's en is er bij hen een belang om samen met agrariërs een samenwerking vorm te geven om wederzijdse risico's te mitigeren. Dat kan bijvoorbeeld gaan over aangepaste rassenkeuzes, productontwikkeling, en een gegarandeerde vraag en een gegarandeerd aanbod van een product en het vermarkten van een product, waardoor de investeringsonzekerheid van agrariërs wordt verkleind. Het eindproduct 'Samenwerkingsverbanden' draagt bij aan beantwoording van de onderzoeksvraag:

"Hoe kunnen markten in de keten worden aangepast, zodat adaptatie in de agrarische sector wordt gestimuleerd?"

De vraag vanuit de markt is veelvuldig aangegeven tijdens de interviews. Hierbij werden uitspraken gedaan als:

"Afnemer wil niet andere producten hebben. Niet alleen de boer moet veranderen, maar alle delen van de keten moeten veranderen."

Dit is belangrijk, omdat kansrijke initiatieven niet door kunnen groeien als aanbieder en afnemer elkaar niet weten te vinden. Hierbij kunnen lessen geleerd worden van andere teelten waarbij ook nieuwe ketens worden ontwikkeld. Een voorbeeld is de teelt van biobased bouwmaterialen.

6.5.3 Marktpotentieel toeleveranciers

Tot slot is inzicht nodig in kansen en/of belemmeringen voor technologie, veredelaars, handelsmarkten en andere derde partijen in relatie tot verzilting. Om als sector aan te kunnen passen aan verzilte omstandigheden, zijn de juiste inputmiddelen nodig. Een belangrijk voorbeeld van een inputmiddel is een veredeld ras dat beter om kan gaan met zilte omstandigheden. Ook de toeleveranciers van deze inputmiddelen moeten een rendabel verdienmodel hebben om tot aanpassing te kunnen komen. Tijdens veel interviews kwam het belang van veredeling ter sprake; vanuit alle geïnterviewde partijen werd veredeling gezien als een belangrijk aspect aan de aanpassing bij verzilting. Voor veredeling moet het marktpotentieel helder zijn en moet de gehele sector zekerheid hebben dat deze rassen er komen. Deze zorg kwam ook tot uiting gedurende interviews, bijvoorbeeld met de volgende quote:

"Hoe kunnen we voorkomen dat gewassen als zaaiui en snijmais niet meer geteeld kunnen worden in verziltingsgevoelige gebieden? Dat kun je met name doen door andere rassen te gaan ontwikkelen die wel bestand zijn tegen verzilting. Dan is de vraag of dat voor veredelaars interessant genoeg is en of dat überhaupt mogelijk is?"

Dit is belangrijk omdat de agrarische sector niet enkel uit boeren bestaat, maar een netwerk is van onderzoekers, toeleveranciers, afnemers en adviseurs. Deze gehele AKIS moet meebewegen indien een verandering in de productiemethode plaatsvindt. Het verschil tussen dit eindproduct en de hiervoor benoemde inputproducten is dat dit inputproduct betrekking heeft op partijen die niet direct voedsel produceren, maar wel een onmisbare schakel zijn in de sector.

6.6 Beschikbaar maken van middelen

Het beschikbaar maken van middelen is het aantrekken en mobiliseren van financiering, menselijk kapitaal, infrastructuur en technologieën om innovatie-inspanningen te ondersteunen. Volgens de geïnterviewden ligt de verantwoordelijkheid voor het beschikbaar maken van middelen bij verschillende partijen, elk op hun eigen niveau. Ze zien de nationale overheden als verantwoordelijk voor het coördineren en aanjagen van de financiering, bijvoorbeeld door fondsen te mobiliseren. De private sector wordt vooral gezien als beheerder van de middelen. Op lokaal niveau verwachten ze dat lokale actoren – zoals provincies, waterschappen, gemeenten, drinkwaterbedrijven en banken – een actieve rol spelen in de uitvoering en toewijzing van de middelen. Dit kan zich in de verziltingsproblematiek uiten in het beschikbaar maken van budgetten voor fundamenteel procesonderzoek, het verstrekken van subsidies om maatregelen te nemen die verzilting tegen gaan, maar ook het reserveren van budgetten. In tegenstelling tot de marktontwikkeling gaat het hierbij niet om het creëren van een gunstig ondernemersklimaat, maar voornamelijk om middelen die direct ingezet kunnen worden.



In de volgende paragrafen worden de geprioriteerde kennisproducten 'slimme matching Europese, landelijke en regionale middelen' en 'innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie' toegelicht voor het thema 'beschikbaar maken van middelen'.

6.6.1 Slimme matching Europese, landelijke en regionale middelen

Dit eindproduct van deze paragraaf gaat over het vormen van samenwerkingsverbanden tussen overheden om middelen op een laagdrempelige manier te mobiliseren. Dit is van belang omdat beschikbare middelen voor innovatie vaak gefragmenteerd of niet duidelijk te vinden zijn voor partijen die daar aanspraak op willen maken.

Dit kwam ook naar voren in de interviews. In Nederland kunnen we gebruikmaken van verschillende subsidies. Maar wellicht zijn er meer subsidiemogelijkheden beschikbaar op een bredere schaal.

"Vanuit welke partijen zouden de middelen dan gefaciliteerd moeten worden? Ik denk met name echt aan innovatiefondsen. Of het zou moeten komen van Europese subsidies? Dat zijn de enige potjes die je kunt aanspreken. Wij zijn als Nederland natuurlijk niet de enige die met verzilting te maken hebben."

Het eindproduct "Slimme matching Europese, landelijke en regionale middelen" is belangrijk omdat samenwerkingsverbanden op nationaal en internationaal niveau ervoor kunnen zorgen dat middelen op een slimmere en makkelijker vindbare manier samenkomen in de praktijk. Een randvoorwaarde om de gestelde doelen te bereiken is een goede samenwerking tussen de verschillende, zoals in 6.5.2. (waarbij het in 6.5.2 voornamelijk ging om samenwerkingen tussen private partijen, gaat het in dit geval om overheidsinstanties).

6.6.2 Innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie

Dit eindproduct "Innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie" gaat over middelen die het mogelijk maken om transformatiemaatregelen en -paden op bedrijfs- en gebiedsniveau 1) te testen, 2) te implementeren en 3) makkelijk toegankelijk te maken voor ondernemers. Het aanpassen aan veranderende omstandigheden vergt investeringen en een transitie in de bedrijfsvoering. Bij iedere transitie bestaan er koplopers die een belangrijk deel van het investeringsrisico voor hun rekening nemen. Door middelen beschikbaar te stellen uit bijvoorbeeld innovatiefondsen worden de risico's voor koplopers (deels) gedekt en

zijn andere ondernemers eerder geneigd om zich aan te sluiten en zich aan te passen aan de ziltte omstandigheden. Dit stimuleert het innovatievermogen van de sector en zorgt bij een goed verloop voor een versnelde transitie naar een systeem waarbij de landbouwsector beter is aangepast aan verzilting en waarbij het aantal ondernemers dat ingrijpende en foute beslissingen maakt beperkt blijft.

Tijdens de workshop gaven verschillende actoren in de AKIS aan dat ondernemers en koplopers de problematiek met verzilting erkennen en ook beseffen welke bedreiging het vormt, maar ze handelen nog niet vanwege de hoge investeringskosten. Hierbij gaat het uiteindelijk om het beschikbaar hebben van de middelen om aangepaste landbouwwormen te ontdekken, waarmee onderzoeksvragen beantwoord kunnen worden als:

Hoe moet het watersysteem in verzilte gebieden op lange termijn worden heringericht om duurzaam te blijven functioneren, en welke innovaties zijn daarvoor nodig?

Dit product "Innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie" is belangrijk om ondernemers in staat te stellen de verschillende oplossingen tegen verzilting uit te proberen, zonder hier alleen de risico's voor te dragen. Dit product heeft een sterke link met 'samenwerkingsvormen' dat gericht is op samenwerking tussen overheden onderling. Daarentegen is het product 'Innovatiefonds en onderzoeksprogramma transformatie' vooral gericht op de samenwerking tussen overheden en ondernemers.

6.7 Bewustwording & urgentie

Om de uiteindelijke verandering van een systeem te bevorderen is het nodig om rond het verziltingsprobleem bewustwording en urgentie (legitimiteit) te creëren. Dit houdt in dat inspanningen worden geleverd om de legitimiteit van innovaties te versterken en weerstand tegen verandering te overwinnen. In relatie tot verzilting is het belangrijk dat de urgentie van het verziltingsprobleem en bijkomende knelpunten worden ingezien, zodat stappen naar een weerbaar landbouwsysteem kunnen worden gezet. Verantwoordelijkheid voor het creëren van legitimiteit ligt bij verschillende partijen. Legitimiteit in relatie tot verzilting ontstaat als beleid, maatregelen en kennis recht doen aan de belangen van alle betrokkenen. Dit vraagt om transparantie, dialoog en maatwerk, zodat iedere partij of individu vertrouwen heeft in zowel het proces als de oplossingen.



In de volgende paragrafen worden de geprioriteerde kennisproducten toegelicht voor het thema 'bewustwording & urgentie'.

6.7.1 Bewustwordingscampagne voor de korte en lange termijn

Om legitimiteit te creëren over het verziltingsonderwerp kan een bewustwordingscampagne worden opgezet, waarmee de gehele agrarische keten, van boer tot consument, bewust wordt gemaakt van toekomstige klimaatverandering en bijkomende verziltingsproblemen. In de interviews is aangegeven dat de bewustwording over verzilting en de bijkomende knelpunten in de praktijk achterloopt.

"Hoe krijgen we de boer, keten, beleid en consument mee in de urgentie van verzilting?"

Uiteindelijk kan een bewustwordingsprogramma ervoor zorgen dat partijen de noodzaak zien van het beschikbaar maken van middelen voor bijvoorbeeld onderzoek, het geven van experimenteerruimte of het investeren in aanpassingen in de keten.

6.7.2 Onderwijsprogramma (regulier en LLO (Leven Lang Ontwikkelen))

Om meer bewustwording en draagvlak te creëren rondom het verziltingsprobleem, zowel bij jonge boeren als bij de huidige generatie, is het belangrijk om onderwijs en studiegroepen van boeren snel te betrekken bij de gevolgen van klimaatverandering in relatie tot toenemende verzilting. Uit interviews blijkt dat verzilting op dit moment nauwelijks wordt behandeld in lesprogramma's. Vanuit het onderwijs is de wens uitgesproken om eerder betrokken te worden bij projecten, zodat studenten en studiegroepen al in een vroeg stadium toegang krijgen tot nieuwe kennis omtrent verzilting.

"Het zou een leuke uitdaging zijn om op dit onderwerp (verzilting) met het onderwijs aan de slag te gaan. Pas als de kennis er is wordt het onderwijs erbij gehaald. Het zou fijn zijn als onderwijs eerder wordt betrokken."

Groen onderwijs, zoals op verschillende hogescholen en Mbo's, lijkt een logische plek om dit thema op te nemen. Tegelijk mag er ook aandacht zijn voor onderwijs dat specifiek is gericht op de huidige generatie agrariërs, zodat ook zij kunnen blijven inspelen op de uitdagingen die verzilting met zich meebrengt.

7 Discussie en aanbevelingen

De kennisagenda verzilting & zoute landbouw is met betrokken stakeholderpartijen samengesteld, zodat deze sector breed inzetbaar is. Door de kennisagenda in samenspraak en bottom-up vorm te geven, is een breed gedragen kennisagenda het eindresultaat.

In de kennisagenda is onderscheid gemaakt tussen de korte, middellange en lange termijn. Zo zijn de kennisproducten in de kennisagenda toegekend aan een van deze tijdschalen. De kennisagenda gaat, naast het benoemen van kennishiaten uit de praktijk, ook over aanknopingspunten voor verbetering van het systeem door innovaties om de verziltingsuitdaging aan te gaan. De opmerking die hierbij moet worden gemaakt is dat sommige producten die onder de lange termijn vallen direct van toepassing zijn voor regio's waar verzilting momenteel een zeer groot knelpunt vormt en vice versa. Prioritering van kennisproducten zal daarom regiospecifiek blijven, afhankelijk van de status en ontwikkeling van de verziltingsproblematiek.

Bij toekomstig onderzoek naar verzilting in de agrarische sector en de schade die het kan aanrichten, is het van belang om altijd de kosten-baten afweging van de problematiek en eventuele maatregelen in acht te nemen. Hoewel verzilting tot grote problemen tijdens de gewasontwikkeling kan zorgen en daarmee ook het bedrijfsrendement kan verlagen, zijn maatregelen om verzilting te bestrijden, zoals het opslaan van water, ook kostbaar. Om een weloverwogen beslissing te nemen welke maatregel het meest geschikt is om verziltingsproblematiek tegen te gaan, moet niet alleen de effectiviteit en het kennisniveau dat van de maatregel beschikbaar is worden overwogen, maar ook de rendabiliteit die de maatregel met zich meebrengt.

7.1 Aanpak kennisagenda

7.1.1 Geïnterviewde stakeholders

Om de kennisbehoefte op het gebied van verzilting te achterhalen zijn ruim 20 stakeholders geïnterviewd. Hierbij is getracht om stakeholders uit de gehele sector te interviewen, van praktiserende boeren tot aan dienstverlenende sectoren die ondersteunend zijn aan de agrarische sector, zoals verzekeraars en banken. Door een brede variatie aan stakeholders te interviewen is geprobeerd om de verschillende perspectieven op de kennis- en innovatiebehoefte te verwoorden. Na het coderen van deze interviews is een uitgebreide dataset ontstaan waarop de onderzoeksvragen en eindproducten gebaseerd zijn. Daarnaast zijn de door SALTA gevormde kennishiaten meegenomen in de analyse.

Een risico van het uitvoeren van interviews is het feit dat de geleverde input deels afhankelijk van de overtuigingen en specifieke ervaringen van het individu dat geïnterviewd wordt. Om dit te voorkomen is geprobeerd om meerdere stakeholders per belangengroep te interviewen. Zo zijn meerdere waterschappen geïnterviewd om verschillende perspectieven van een prominente belangengroep mee te nemen. Niet iedereen kon echter aanwezig zijn bij de toetsing en prioritering door stakeholders, waardoor de prioritering is uitgevoerd door een selecte groep.

Desalniettemin is het aannemelijk dat de kennisagenda een relatief compleet beeld geeft van de kennisbehoeftes rondom verzilting, inclusief aanknopingspunten voor verbetering van het systeem van innovaties om de verziltingsuitdaging aan te gaan. Door experts te betrekken is geprobeerd een extra objectieve blik op de eindresultaten te werpen. Hieruit bleek dat de aangedragen kennishiaten werden herkend en als relevant worden gezien.

7.1.2 Prioritering van producten

Om tot een prioritering te komen van de eindproducten, zijn experts en stakeholders in de gelegenheid gebracht om te stemmen op de meest relevante eindproducten. Wat opviel tijdens het prioriteren van de producten binnen de kennisagenda, is dat de stakeholderpartijen vaker stemden op producten die binnen optimalisatie (korte termijn) vielen. Onderzoekers zijn over het algemeen gericht op de ontwikkeling van fundamentele kennis en fundamentele oplossingen die voortkomen uit kennishiaten, wat zich vooral manifesteert op de langere termijn. Door de prioriteiten van beide groepen te combineren, is rekening gehouden met het belang van zowel de kennishiaten en -vragen op de korte als lange termijn. Het is dus essentieel om meerdere doelgroepen te betrekken in de vorming van een kennisagenda.

7.1.3 Methode, analyse en gevormde kennisagenda

De totstandkoming van de kennisagenda over verzilting en zoute landbouw is gerealiseerd in nauwe samenwerking met diverse stakeholders. Door middel van meerdere interviews met verschillende betrokken partijen is waardevolle input vanuit uiteenlopende perspectieven verzameld. Daarnaast hebben de samenwerking tussen SALTA en de founding partners en hun gezamenlijke betrokkenheid een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van de kennisagenda.

Workshops bleken een effectieve methode om de opgehaalde input te toetsen en te prioriteren. Tijdens het proces kwam echter naar voren dat het formuleren van daadwerkelijke onderzoeksvragen uitdagend was, omdat de betrokken stakeholders in hun dagelijkse praktijk niet gewend zijn te reflecteren op deze vragen. Bovendien maakte de variatie in mogelijke formuleringen van onderzoeksvragen het moeilijk om tot consensus te komen. Om deze uitdagingen te overbruggen, is besloten de onderzoeksvragen om te zetten in zogenoemde wenselijke 'producten' waar de stakeholders beschikking over zouden willen hebben om een vraagstuk op te kunnen pakken. Deze aanpak vergemakkelijkte de reflectie en prioritering door alle betrokken partijen en voorkomt een tunnelvisie bij het interpreteren van de resultaten.

7.2 Toepassing van de kennisagenda in andere initiatieven

In projecten, zoals Klimaat- en waterrobuuste land- en tuinbouw in 2050: van optimalisatie naar transformatie en het op te stellen meerjarenprogramma verzilting (ENZD, 2023; Hack-ten Broeke *et al.*, 2025), kan de kennisagenda als uitgangspunt dienen. In het project Klimaat- en waterrobuuste land- en tuinbouw in 2050 kan de kennisagenda bijdragen aan de te vormen toekomstscenario's door de huidige en toekomstige kennishiaten mee te nemen in deze scenariovorming. Het meerjarenprogramma verzilting kan de resultaten van de kennisagenda als input gebruiken om het meerjarenprogramma vorm te geven.

Daarnaast is momenteel een nieuwe Nationale Adaptatiestrategie (NAS) voor Nederland in ontwikkeling. Het is van belang dat verzilting & zoute landbouw wordt geïmplementeerd in de NAS om de kennisagenda in de praktijk verder uit te werken en het verziltingsdossier op de kaart te zetten.

In de kennisagenda Verzilting & Zoute Landbouw zijn de FAO Farmers' Guidelines geëvalueerd op hun bruikbaarheid in de Nederlandse context. Voor deze validatie is een framework ontwikkeld (Tabel 6, Hoofdstuk 5), waarmee de verschillende onderdelen van de guidelines gestructureerd beoordeeld kunnen worden. Deze aanpak is eveneens toegepast in Argentinië binnen het project Leren van Argentijnse ervaring in bestuur en zoutbeheerpraktijken (Snethlage *et al.*, 2024). In dit project zijn de FAO-richtlijnen getoetst door middel van dialogen met diverse stakeholders, waarbij het framework als leidraad diende. Het gebruik van het framework maakte het mogelijk om stapsgewijs feedback te verzamelen op de richtlijnen en inzicht te verkrijgen in verbeterpunten. Het biedt daarmee een gestructureerde en heldere aanpak om te beoordelen of de FAO Farmers' Guidelines geschikt zijn voor toepassing in een specifieke context. Het in de kennisagenda ontwikkelde framework heeft dan ook potentie voor bredere toepassing en kan gebruikt worden om de FAO Farmers' Guidelines verder te verfijnen en af te stemmen op specifieke landen of regio's.

In een rapport door Van den Burg *et al.* (2024) zijn kennishiaten beschreven voor het thema verzilting in Nederland. Kennishiaten die in dit rapport zijn beschreven zijn onder andere door het toepassen van de People, Planet, Profit analyse naar voren gekomen. Zo blijkt onder anderen dat het verbeteren van de zouttolerantie in gewassen door veredeling succesvol is geweest, maar de opbrengsten van deze variëteiten vaak achterblijft bij gangbare rassen. Er is behoefte aan gewassen die zowel productief als bestand zijn tegen biotische en abiotische stress. Daarnaast is er een gebrek aan aandacht voor de veredeling van halofyten, die nuttig kunnen zijn voor voedselproductie en bodemsanering. Ook in deze kennisagenda is het belang van veredeling naar voren gekomen in de verschillende interviews die zijn gehouden. Veredeling kan met name in een scenario van optimalisatie van pas komen om de huidige teelten in verziltingsgevoelig gebied te kunnen blijven waarborgen. Voor adaptatie en transformatie van een systeem zullen verdergaande maatregelen getroffen en onderzocht moeten worden die in deze kennisagenda zijn benoemd.

Uit het rapport van Van den Burg *et al.* (2024) blijkt ook dat agronomische strategieën een herziening van de huidige classificaties van gewastolerantie vereisen, waarbij rekening wordt gehouden met verschillende bodemsoorten. Dit komt ook naar voren in een van de geprioriteerde producten uit de kennisagenda, de bepaling van de EC-drempelwaarden van gewassen, rassen en gewasstadia. Ook moeten gecombineerde maatregelen tegen verzilting verder worden onderzocht. Omdat gewassen vaak meerdere stressfactoren ondervinden, is een systeemaanpak nodig. Deze systeemaanpak komt op meerdere fronten terug in de kennisagenda, zoals in het co-creëren van een roadmap of het onderzoeken van samenwerkingsverbanden in verziltingsgevoelige gebieden.

Binnen de milieuwetenschappen is volgens Van den Burg *et al.* (2024) meer onderzoek nodig naar bodemorganismen, de rol van biostimulanten en de effecten van innovatieve irrigatiemethoden. Ook deze kennisleemten komen terug in de kennisagenda die in dit project is opgesteld. Over het algemeen komen de kennisagenda verzilting & zoute landbouw overeen met de kennishiaten benoemd in Van den Burg *et al.* (2024). De kennisagenda verzilting & zoute landbouw richt zich op kennis- en innovatievragen die door praktijkbetrokkenen zijn benoemd en ervaren. Deze vragen omvatten ook hun ideeën voor het verbeteren van het systeem voor de ontwikkeling en doorwerking van innovaties om de verziltingsuitdaging aan te pakken. De focus ligt daarbij op concrete toepassingen, met oog voor de belangen en dynamiek binnen de sector. Het onderzoek van Van den Burg *et al.* (2024) richt zich daarentegen meer op het begrijpen van de problematiek vanuit een onderzoeksperspectief, als basis voor mogelijke toepassingen.

7.3 Aanbevelingen

Uit de praktijk van SALTA en uit de gesprekken die zijn gevoerd voor het opstellen van de kennisagenda verzilting & zoute landbouw blijkt dat de kennisagenda hard nodig is. SALTA komt in hun dagelijkse praktijk al op plekken waar het behoorlijk zout is. In een aantal gevallen zelfs zo zout dat delen van percelen nu al buiten gebruik zijn. Ook gebruiken boeren irrigatiewater met aanzienlijke EC-waardes, wat hun teeltmogelijkheden verder onder druk zet.

Om deze uitdagingen effectief aan te pakken en de kennisagenda rond verzilting en zoute landbouw optimaal toe te passen, kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan.

7.3.1 Kennisvragen met prioriteit

Uit de interviews en workshops met verschillende stakeholderpartijen is gebleken dat er prioriteit ligt bij de volgende kennisvragen, passend binnen de zeven sleutelfuncties:

- Kennis ontwikkelen: De interviews en workshops benadrukken de noodzaak van kennisontwikkeling voor verzilting in de landbouw. Prioriteiten zijn het bepalen van EC-drempelwaarden voor gewassen, het onderzoeken van de huidige verziltingsgraad in Nederland, het verkennen van toekomstig landgebruik, het standaardiseren van meetmethoden, het ontwikkelen van een maatregelentoolbox voor ondernemers en het aantonen van onderscheid tussen verziltings- en droogteschade. Dit helpt bij het ontwikkelen van een toekomstbestendig landbouwsysteem in verziltingsgevoelige gebieden.
- Kennis verspreiden: Om kennis zo optimaal mogelijk te verspreiden is er behoefte aan demobedrijven die bedrijfsspecifieke maatregelen testen en laten zien, een trainingsprogramma voor

boeren en adviseurs, een kennisplatform, en een beslissingsondersteunend systeem (BOS) voor besluitvorming op bedrijfsniveau. Deze initiatieven helpen boeren en adviseurs kennis over verzilting effectief te verspreiden, inzichten te delen, en praktische oplossingen te implementeren.

- Boeren aan de slag: Ondernemersactiviteit speelt een cruciale rol bij het ontwikkelen en implementeren van innovaties in de agrarische sector. Het is van belang om de economische drijfveren voor adaptatie te begrijpen, tijdslijnen voor verziltingsaanpassing te creëren en innovatienetwerken en experimenteergebieden te bevorderen. Samenwerking en kennisdeling vanuit de ondernemer zijn essentieel voor het stimuleren van adaptatie en klimaatbestendigheid van de sector.
- Richting geven aan innovatie: Richting geven aan innovatie verwijst naar het sturen van innovatie-inspanningen door overheden via bijvoorbeeld beleidsmaatregelen, wetgeving en subsidies. De praktijk heeft behoefte aan passende maatregelen tegen verzilting, een kader voor landgebruik, toekomstbeelden voor het landelijk gebied en een roadmap die stappen beschrijft die nodig zijn om toe te werken naar een klimaatbestendig landbouwsysteem. Overheden spelen een cruciale rol in het creëren van consistente kaders en het faciliteren van lange termijn investeringen.
- Markt ontwikkelen: Marktontwikkeling betreft het creëren of transformeren van markten door innovaties, zoals het aanpassen van teeltmodellen en het ontwikkelen en vermarkten van nieuwe producten. Uit de gesprekken met de stakeholders bleek de behoefte aan verdienmodellen, samenwerkingsverbanden in de keten en inzicht in het marktpotentieel voor toeleveranciers, zoals veredelaars. Het stimuleren van samenwerking in de keten is cruciaal voor het succes van nieuwe markten en aanpassing aan verzilting.
- Beschikbaar maken van middelen: Door het beschikbaar maken van middelen, zoals financiering, kennis of menskracht, kan verzilting worden aangepakt. Het is daarbij van belang dat Europese, landelijke en regionale middelen slim worden ingezet op het verziltingsdossier en dat innovatiefondsen en onderzoeksprogramma's worden opgezet om aanpassing van de landbouw te stimuleren en risico's van verzilting te verminderen.
- Bewustwording & urgentie: Om een systeem aan te kunnen passen aan verzilting, is bewustwording en draagvlak vereist. Het is van belang om in te zetten op bewustwordingscampagnes en onderwijsprogramma's die de urgentie van het probleem benadrukken. Het doel is alle betrokkenen, van boeren tot consumenten, bewust te maken van verzilting en hen te betrekken bij oplossingen, zodat draagvlak voor verandering ontstaat.

7.3.2 Benodigde programmering en financiering

Om antwoorden op de kennishiaten en -vragen te geven, is het aan te bevelen om programmeringen en bijbehorende financiering vrij te maken om de kennisagenda verzilting & zoute landbouw uit te werken. Aanbevolen wordt ook om de invulling van de kennisagenda in samenspraak met SALTA en kennisinstituten af te stemmen, om de kennisagenda in zijn volle breedte en zo gestroomlijnd mogelijk invulling te kunnen geven.

7.3.3 Aanpassing van de FAO Farmers' guidelines

Om gebruik te kunnen maken van de door de FAO en IBCA opgestelde Farmers' guidelines, is het van belang dat de guidelines worden aangepast aan de Nederlandse context. Ook uit de studie van Snethlage *et al.* (2024) en in overleg met de hoofdauteur blijkt dat de FAO Farmers' guidelines goed toepasbaar zijn in veel verschillende contexten, maar verfijning nodig hebben om deze goed te laten aansluiten in de context van een specifiek land of regio.

Aanbevelingen die op basis van Hoofdstuk 5 kunnen worden gedaan zijn samengevat: 1) het verbeteren van inzicht in verziltingstypen en bijpassende meetmethoden, 2) het bieden van gerichte kennis en tools voor bodem- en watermonitoring, 3) het aanpassen van de internationale richtlijnen aan Nederlandse omstandigheden, 4) het stimuleren van innovatieve drainage- en irrigatiemethoden, 5) het versterken van duurzaam bodembeheer in verzilte gebieden en 6) het toepassen van het toetsingsframework in de praktijk om de guidelines aan te laten sluiten bij lokale behoeften.

Literatuur

- Abdelsattar, M. M., Hussein, A. M., El-Ati, A., & Saleem, A. M. (2020). Impacts of saline water stress on livestock production: A review. *SVU-international journal of agricultural sciences*, 2(1), 1-12.
- Acosta-Motos JR, Díaz-Vivancos P, Álvarez S, Fernández-García N, Sánchez-Blanco MJ, Hernández JA (2015) Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. *Planta* 242:829–846.
- Ashraf M, Athar HR, Harris PJC, Kwon TR (2008). Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Adv Agron* 97:45–110.
- Bestuursvereenkomst Watervredeling regio IJsselmeergebied (2022). Afspraken over de regionale uitwerking van de landelijke verdringsreeks.
- Bonte, M., & Zwolsman, J. J. (2010). Climate change induced salinisation of artificial lakes in the Netherlands and consequences for drinking water production. *Water research*, 44(15), 4411-4424.
- De Boer, H. C., & Radersma, S. (2011). *Verzilting in Nederland: oorzaken en perspectieven* (No. 531). Wageningen UR Livestock Research.
- Delsman, J., America, I. & Mulder, T. (2022). Grondwaterverziltting en watervraag bij een stijgende zeespiegel. Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II.
- Deltares (2021). Persoonlijke communicatie, kaart verziltting nu en toekomst.
- Deltares (2022). Verziltting – de trage ramp. Beschikbaar via de website: https://deltalife.deltares.nl/september_2022/verziltting_de_trage_ramp
- Doran, J. W., & Zeiss, M. R. (2000). Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied soil ecology*, 15(1), 3-11.
- El Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Iqbal, M. A., Islam, M. S., Fahad, S., ... & Erman, M. (2020). Consequences of salinity stress on the quality of crops and its mitigation strategies for sustainable crop production: an outlook of arid and semi-arid regions. *Environment, climate, plant and vegetation growth*, 503-533.
- ENZD (2023). Een stap verder met zout in het waterbeheer. Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte. <https://iplo.nl/thema/water/water-ruimte/expertise-netwerk-zoetwater-droogte/adviezen-expertise-netwerk-zoetwater-droogte/>
- Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte (ENZD) (2023). "Een stap verder met zout in het waterbeheer".
- FAO & ICBA (2023). Thematic 1: Farmers' guidelines on soil and water management in salt-affected areas. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc4200en>
- FAO (Food and Agricultural Organisation of the United Nations) (2021). Excess salt in soils puts food security at risk: FAO. United Nations. Via de website: <https://news.un.org/en/story/2021/12/1107172#:~:text=Soil>
- FAO (Food and Agricultural Organisation of the United Nations) (2024). The Global Status of Salt-Affected Soils. Via de website: <https://openknowledge.fao.org/items/b17f6ad2-348b-41e7-8e4c-629fdc3c675c>
- Hack-ten Broeke, M., Bakker, G., Verdonshot, R., America, I., Delsman, J., Oude Essink, G., Bartholomeus, R., Geurts, J., Raat, K., Geest, G. van (2025). *Programmaplan; omgaan met zout in landbouw, natuur en waterbeheer*. Wageningen Environmental Research. <http://doi.org/10.18174/685404>
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
- Helpdesk Water. (z.d.). Verziltting. Geraadpleegd op 29 februari 2024, van <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/verziltting/>
- Hill, S. B., & MacRae, R. J. (1996). Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of sustainable agriculture*, 7(1), 81-87.
- Hop, M. E. C. M. (2010). Zouttolerantie van planten. *Dendroflora*, 2010(47), 43-72.
- IPLO. (z.d.). Verziltting: oorzaken, gevolgen & maatregelen. Geraadpleegd op 27 februari 2024, van <https://iplo.nl/thema/water/beheer-watersysteem/verziltting-oorzaken-gevolgen->

maatregelen/#:~:text=Verzilting%20is%20de%20toename%20van,heeft%20negatieve%20en%20positieve%20gevolgen.

- KNMI (2023). KNMI'23-klimaatscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.
- Kranendonk, R., Verstand, D., & de Boer, T. (2022). *Inventarisatie Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw: risico's, knelpunten en kansen: de stand van zaken* (No. 3175). Wageningen Environmental Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/2316195>
- Lee, K. E., & Pankhurst, C. E. (1992). Soil organisms and sustainable productivity. *Soil Research*, 30(6), 855-892.
- Maas, E.V., 1986. Salt tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research* 1, p. 12-26.
- Magdalena M. Julkowska, Christa Testerink: *Tuning plant signaling and growth to survive salt*. Trends in Plant Science (Volume 20, Issue 9, p586–594, september 2015).
- Miyamoto, S., Niu, G., & Martinez, I. (2010). Salinity and specific ion effects on onion establishment in relation to disposal of desalting concentrates. *Desalination and Water Treatment*, 16(1-3), 381-392.
- Niu, G., Rodriguez, D. S., Cabrera, R., Jifon, J., Leskovar, D., & Crosby, K. (2010). Salinity and soil type effects on emergence and growth of pepper seedlings. *HortScience*, 45(8), 1265-1269.
- O'Brien, K., Eriksen, S., Inderberg, T.H. & Synga, L. (2016). Climate change and development: adaptation through transformation.
- Richards, L. A. (ed.) (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S. Department Agriculture Handbook 60. U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC.
- Rijkswaterstaat. (z.d.). Zoutgegevens. Geraadpleegd op 27 februari 2024, van <https://waterinfo.rws.nl/#/publiek/zouten/info>
- Ruto, E., Tzemi, D., Gould, I., & Bosworth, G. (2021). Economic impact of soil salinization and the potential for saline agriculture. In *Future of sustainable agriculture in saline environments* (pp. 93-114). CRC Press.
- Sergey Shabala, Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops, *Annals of Botany*, Volume 112, Issue 7, November 2013, Pages 1209–1221, <https://doi.org/10.1093/aob/mct205hal>
- Snethlage, J., Negacz, K., Smaoui, J., & Heesmans, H. (2024). *Salinisation strategies: Learning from the Argentina context*. Wageningen Environmental Research.
- Snethlage, J., Wilbers, G. J., & de Miguel-Garcia, A. (2021). *Saline food systems: reflecting on capacity and knowledge within the Netherlands* (No. 3077). Wageningen Environmental Research.
- STOWA. (z.d.) Zouttolerantie van teelten. Geraadpleegd op 21 maart 2024, van <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/zouttolerantie-van-teelten>
- STOWA. (z.d.). Brakke kwel. Geraadpleegd op 27 februari 2024, van <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/brakke-kwel>
- Stuurgroep Management Watercrises en Overstromingen (SMWO) (2022). Handleiding verdringingsreeks. Informatie voor waterbeheerders bij toepassing van de verdringingsreeks oppervlaktewateren volgens artikel 2.1 Waterbesluit. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Stuyfzand, P.J. 2007. Oorzaken van verzilting, hun herkenning en de risicofactoren voor de drinkwatervoorziening. In: *Verzilting in Nederland* (Ed. P. de Louw), p. 1-26. Nederlandse Hydrologische Vereniging (NHV), Utrecht.
- Thomas, D., Blache, D., Revell, D., Norman, H., Vercoe, P., Durmic, Z., ... & Masters, D. (2007). The impact of high dietary salt and its implications for the management of livestock grazing saline land.
- Van Bakel, P. J. T., & Stuyt, L. C. P. M. (2011). *Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen* (No. 2201). Alterra.
- Van Bakel, P. J. T., Blom-Zandstra, M., & Stuyt, L. C. P. M. (2018). *Zouttolerantie van gewassen afhankelijk van het groeistadium?: Resultaten van een literatuuronderzoek* (No. 2897). Wageningen Environmental Research.
- Van Dam, A. M., Clevering, O. A., Voogt, W., Aendekerk, T. G., & Van der Maas, M. P. (2007). *Zouttolerantie van landbouwgewassen: deelrapport Leven met zout water* (No. 3234019400). PPO Bloembollen en Bomen.
- Van den Burg, S., Deolu-Ajayi, A. O., Nauta, R., Cervi, W. R., van der Werf, A., Poelman, M., ... & van der Meer, I. M. (2024). Knowledge gaps on how to adapt crop production under changing saline circumstances in the Netherlands. *Science of The Total Environment*, 170118.

-
- Van Engelen, J., Bierkens, M. F., Delsman, J. R., & Oude Essink, G. H. (2021). Factors determining the natural fresh-salt groundwater distribution in deltas. *Water Resources Research*, 57(1), e2020WR027290.
- Van Orshoven, J., Terres, J., and Tóth, T. (2012). Updated Common Bio-physical Criteria to Define Natural Constraints for Agriculture in Europe. EUR - Scientific and Technical Research series. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Van Straten G, Bruning B, De Vos AC, Parra Gonzales A, Rozema J, van Bodegom PM. (2021). Estimating cultivar-specific salt tolerance model parameters from multi-annual field tests for identification of salt-tolerant potato cultivars. *Agricultural Water management*, vol. 252, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106902>
- Voorde, M. ter, Velstra, J. 2009. Leven met zout water: overzicht huidige kennis omtrent interne verzilting. Gezamenlijk uitgave van Acacia Water, Leven met Water en STOWA.
- Warren, J., & Taylor, R. (2017). Beheer van bodemverdichting. Oklahoma State University. Geraadpleegd op <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/managing-soil-compaction.html>.
- Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., & Qin, W. (2015). Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International soil and water conservation Research*, 3(4), 316-323.
- Zamrsky, D., Essink, G. H. O., Sutanudjaja, E. H., Van Beek, L. P. H., & Bierkens, M. F. (2022). Offshore fresh groundwater in coastal unconsolidated sediment systems as a potential fresh water source in the 21st century. *Environmental Research Letters*, 17(1), 014021.

Bijlage 1 – Interview guide

Interview guide

Vooraf aan elk interview moet een introductie worden gegeven over het project en hoe met de gegevens van het interview zal worden omgegaan (zie p1). De vragen uit de interview guide mogen naar eigen inzicht in een andere volgorde worden behandeld.

Naam interviewer:
Naam geïnterviewde:
Datum:
Locatie:
Tijd:

Introductie

Verzilting is een steeds urgenter onderwerp in Nederland door toenemende droogte en verminderde zoetwaterbeschikbaarheid. Ook toekomstige zeespiegelstijging zal zorgen voor extra verzilting. Het ministerie van LVN heeft ons gevraagd om vragen uit de praktijk op te halen rond het thema verzilting. Waar loopt de praktijk nu tegen aan en hoe zien zij de toekomst voor zich en wat is daar voor nodig? Wij werken in deze inventarisatie samen met SALTA, om tot een gedragen kennisagenda te komen. Het project loopt heel 2024.

Toestemming vragen voor akkoord opname gesprek

- Voor de uitwerking en analyse maken we gebruik van een (digitale) opname. Met het verslag en de opname wordt vertrouwelijk omgegaan.
- Het interview zal maximaal een uur in beslag nemen.

Vragen	Antwoorden
1: Wat is jouw functie/ werkveld/ expertise/ bedrijf?	
2: Wat is jouw eigen situatie met betrekking tot verzilting?	
<i>Toelichting van scenario 1</i>	
Een scenario waarin verzilting een lage impact heeft op de open teelten kan er als volgt uitzien:	

In droge zomers komt lichte verzilting van grond- en oppervlaktewater voor. Dit heeft met name effect op de open teelten langs de kust. Deze droge zomers komen niet elk jaar voor, waardoor verzilting niet elk jaar een impact heeft op de open teelt. Hierdoor blijft de teelt van gevoelige gewassen voor verzilting nog mogelijk. Op plaatsen waar droogte sneller voor verzilting zorgt, zoals langs de kust, focussen boeren op de optimalisatie van teeltsystemen. Dit kan bijvoorbeeld door het telen van zouttolerantere rassen. In het binnenland zijn de effecten van verzilting minimaal. In de winter zorgt voldoende aanvoer van zoet water vanuit oppervlaktewatersystemen en regenval ervoor dat de verzilting die in de kustregio's optrad weer teruggedrongen wordt.



Praatplaat; lage impact van verzilting op de open teelten. Akkers zijn nog steeds groen in de zomer, maar er is lichte verzilting langs de kustgebieden.

3: Stel je voor, je bevindt je in dit scenario. Wat komt er als eerste in je op? (Je kan hier over doorvragen; hoe is dat in de eigen situatie? Wat werkt wel en wat werkt niet?)

4: Wat moet er gebeuren om succesvol te kunnen blijven in dit scenario? Welke hordes moeten genomen worden om succesvol te kunnen blijven in dit scenario?

5: Vraag sector: Wat zou de landbouwsector stimuleren om zich aan te passen aan de verzilting in dit scenario?

Vraag overheid/financiële

instellingen/onderwijs: Hoe faciliteer je dat de landbouwsector zich aanpast aan verzilting in dit scenario?

6: Vraag sector: Wat zijn belemmeringen voor de landbouw in dit scenario? (Eventueel voorbeeld noemen van optimalisatie)

Vraag overheid/ financiële

instellingen/onderwijs: Wat zijn de knelpunten die door verzilting in dit lage impactscenario ontstaan?

7: Wat zijn de drie belangrijkste thema's/onderzoeksvragen

Toelichting van scenario 2

Het scenario waarin verzilting een matige impact heeft op de open teelt kan als volgt worden voorgesteld: Droge zomers zorgen voor verzilting van het grond- en oppervlaktewater, met name in de kustregio's. Ook wat verder landinwaarts komt verzilting in de zomer voor, doordat de wateraanvoer vanuit het IJsselmeergebied beperkter wordt en het water dat aangevoerd wordt licht verzilt is. Dit wordt veroorzaakt door een neerslagtekort in de zomer. Door dit neerslagtekort heeft het gewas al vroeger in het seizoen te kampen met verzilting. Daarnaast neemt de strijd om zoet water in Nederland toe, waardoor de verdringingsreeks wordt ingeschakeld en er later in het seizoen een beregeningsverbod voor de landbouw wordt ingesteld. Hierdoor zijn enkel matig gevoelige tot matig tolerante gewassen mogelijk. Dit betekent dat

gewassen als zaaiui, aardappel en snijmais zijn niet meer mogelijk zijn om te telen in gebieden die een matige impact van verzilting ondervinden.

8: Stel je voor, je bevindt je in dit scenario. Wat komt er als eerste in je op? (Je kan hier over doorvragen; hoe is dat in de eigen situatie? Wat werkt wel en wat werkt niet? Hoe zou jij je hierop aanpassen?)

9: Wat moet er gebeuren om succesvol te kunnen blijven in dit scenario? Welke hordes moeten genomen worden om succesvol te kunnen blijven in dit scenario?

10: Vraag sector: Wat zou de landbouwsector stimuleren om zich aan te passen aan de verzilting in dit scenario?

Vraag overheid: Hoe faciliteer je dat de landbouwsector zich aanpast aan verzilting in dit scenario?

11: Vraag sector: Wat zijn belemmeringen voor de landbouw in dit scenario? (Eventueel voorbeeld noemen van adaptatie)

Vraag overheid/financiële instellingen/onderwijs: Wat zijn de (verwachte) knelpunten die door verzilting in dit matige impactscenario ontstaan?

12: Wat zijn de drie belangrijkste thema's/onderzoeksvragen

Toelichting van scenario 3

Een grote impact van verzilting op de open teelten komt voornamelijk voor in de kustgebieden. Bijna alle zomers zijn droog, waardoor grond- en oppervlaktewater permanent verzilt is. Er is dus geen zoet water meer beschikbaar om gewassen te beregenen of om verzilt oppervlaktewater door te spoelen met zoet water. Om als agrarische sector in dit scenario te kunnen blijven voortbestaan is een transitie nodig. Enkel zouttolerante gewassen kunnen op de verzilte grond worden geteeld, of nieuwe vormen van landbouw zijn essentieel. (Eventueel voorbeeld geven van zeewier)



Praatplaat; grote impact van verzilting op de open teelten. Uitgedroogde verzilte grond zorgt ervoor dat het huidige landbouwsysteem niet meer werkt. Grote piekbui in de zomer geeft enigszins water, maar alleen zoutminnende planten kunnen hiermee overweg (links). Sommige gewassen zijn nog groen, maar er ontstaan verzilte plekken waar teelten en het huidige teeltsysteem niet meer mogelijk is (rechts).

13: Stel je voor, je bevindt je in dit scenario. Wat komt er als eerste in je op? (Je kan hier over doorvragen; hoe

is dat in de eigen situatie? Wat werkt wel en wat werkt niet? Hoe zou jij je hierop aanpassen?)

14: Wat moet er gebeuren om succesvol te kunnen blijven in dit scenario? Welke hordes moeten genomen worden om succesvol te kunnen blijven in dit scenario?

15: Vraag sector: Wat zou de landbouwsector stimuleren om zich aan te passen aan de verzilting in dit scenario?

Vraag overheid/ financiële instellingen/onderwijs: Hoe faciliteer je dat de landbouwsector zich aanpast aan verzilting in dit scenario?

16: Vraag sector: Wat zijn belemmeringen voor de landbouw in dit scenario? (Eventueel voorbeeld noemen van transformatie)

Vraag overheid/financiële instellingen/onderwijs: Wat zijn de knelpunten die door verzilting in dit grote impactscenario ontstaan?

17: Wat zijn de drie belangrijkste thema's/onderzoeksvragen

Afsluiting

15: Zijn er nog dingen waar we niet over gesproken hebben, maar die je toch graag zou willen meegeven?

16: Welke partij moeten we niet vergeten mee te nemen in de inventarisatie?

17: Heeft u belangstelling om in een workshop verder mee te denken in het vormen van de kennisagenda?
(Workshop na de zomer)

Hartelijk dank voor uw tijd. Wij gaan de input verwerken in het project.
Zijn er nog vragen vanuit uw kant?

Mocht u interesse hebben in het eindrapport (eind 2024), dan kan ik uw email noteren.

Bijlage 2 – Stakeholderworkshop script

Doelen

- Checken en toetsen van de interviewresultaten en analyse
- Het bepalen van prioriteiten per thema

Voorbereiding

7 flip-overs met op iedere flip-over 1 van de 7 onderdelen van Hekkert, inclusief de opgehaalde input per onderdeel van Hekkert

Stickervel met kleine ronde stickertjes in rood en geel

Tijd	Activiteit
12.30 h	Lunch en kennismaking
13.00 h	Opening en klassikale kennismaking
13.10 h	Presentatie project en interviewanalyse
13.20 h	Discussie
13.30 h	Plenaire sessie; • Langslopen 7 onderdelen Hekkert op Flip-overs met de groep. • Uitleg bij de flip-over • Herken je dit? /Wat mist er nog? /Wat is er al?
14.45 h	Drankje doen en prioritering van onderwerpen; • Stickers uitdelen aan de deelnemers en uitleg van de opdracht: • Plak maximaal 1 rode sticker per flip-over om jouw prioriteit aan te geven per onderdeel van de theorie van Hekkert. • Plak 6 gele stickers bij jouw overige prioriteiten. Deze mogen overal worden geplakt.
14.55 h	Wrap-up: • 1 of 2 uitspringers uit de prioriteitenlijst • Afronding/rondvraag

Voorbeeld van een flip-over voor het onderwerp 'kennisontwikkeling' vanuit de theorie van Hekkert:

Kennisontwikkeling



Definitie: Deze functie richt zich op het proces van het genereren en vergroten van kennis binnen het innovatiesysteem. Dit omvat onderzoek, ontwikkeling en het delen van kennis tussen verschillende actoren zoals onderzoeksinstituten, universiteiten, bedrijven en overheden.

Optimalisatie:

- 1. EC-drempelwaarden:** inzicht in de EC-drempelwaarden voor verschillende gewassen, rassen en momenten in het groeiseizoen.
- 2. Identificatie van verziltings- vs. droogteschade:** Toolkit met diagnostische methoden en richtlijnen voor het identificeren van droogteschade versus verziltingsschade in gewassen.
- 3. Getoetste irrigatiemethoden:** verschillende irrigatiemethoden in relatie tot verzilting, hun voor- en nadelen en aanbevelingen voor specifieke gewassen en omstandigheden.
- 4. Zoetwaterstrategie:** een zoetwaterstrategie voor waterbeheerders en boeren met aanbevelingen voor het duurzaam beheer of gebruik van zoet oppervlaktewater.
- 5. Verziltingsintensiteit en -frequenties:** Onderzoek naar of een onderzoeksmodel die de effecten van klimaatverandering op de frequentie en intensiteit van verzilting in verschillende regio's van Nederland in beeld brengt.
- 6. Economische kosten- en batenanalyse:** analyse van de impact van verzilting op de agrarische sector.

Bijlage 3 – Expertworkshop script

Doelen

- Checken en toetsen van de interviewanalyse en resultaten uit de stakeholderworkshop
- Het bepalen van prioriteiten per thema

Voorbereiding

Printen van flip-overs, pennen en stiften, post-its, stickers in 2 kleuren, tape, zaal voorbereiden

Tijd	Activiteit
9.30 h	Opening en klassikale kennismaking
9.40 h	Presentatie van het project en de analyse
10.00 h	Discussie
10.15 h	Uitleg van de plenaire sessie; prioriteren • Stickers uitdelen • Vrij rondlopen langs de 7 onderdelen Hekkert op Flip-overs met de groep. Plak een sticker bij jouw prioriteit (1 sticker bij prioriteit per onderdeel van Hekkert, 6 vrij in te vullen)
11.00 h	Pauze • Toevoegen van de prioriteiten van de eerste workshop aan de flip-overs • Verdeling van de groep in deelgroepen voor discussie in het volgende onderdeel Nalopen van de prioriteiten; Welke onderwerpen hebben de meeste stemmen gekregen? • Zijn de beschrijvingen helder van de geprioriteerde onderwerpen? / Hoe kunnen we de beschrijving/het product aanscherpen? • Passen de vragen uit jouw eigen werkveld binnen de onderwerpen? Sluit de kennisagenda aan bij jouw werkveld? Zo nee, wat mist er nog? • Op welk schaalniveau (plant, perceel, bedrijf, regio) speelt dit? • Wie pakt dit op/wie zorgt voor verwezenlijking van het product?
11.55 h	Recap: • 1 of 2 uitspringers uit de prioriteitenlijst • Afronding/rondvraag

Bijlage 4 – FAO Farmers’ guidelines framework - English

Definition of phenomena	Applicability	Acceptance	Scale	Knowledge	Costs
Salinity			Parcel		
Causes of salinity in inland regions			Region		
Causes of salinity in coastal regions			Region		
Affected salt sodicity/alkalinity			Parcel		
Characteristics of saline, sodic and saline-sodic soils			Parcel		
Belangrijkste effecten van het zoutgehalte op planten			Parcel		
Main effect of sodicity on plants			Parcel		
Assessment methods, soil and water sampling, and measurement Interpretation of saline and sodicity, Assessment methods of salinity and sodicity In-field assessment methods					
Visual symptoms of salinity and sodicity in the soil			Parcel		
Visual symptoms of salinity and sodicity in the crop			Parcel		
A quick and easy test to assess the presence of soil sodicity in the field			Parcel		
Measuring and quantifying salinity/sodicity in the field			Parcel		
Use of a portable salinometer (EC meter) to measure soil and water salinity in the field			Farm		
Measurement of salinity in the lab			Parcel		
Electrical conductivity (EC)			Parcel		
Total dissolved solids (TDS)			Parcel		
Converting salinity measurements 'units			Parcel		
Measurement of sodicity in the lab			Parcel		
The pros and cons of each method			Farm		
Soil and water sampling to measure salinity and sodicity					
Soil sampling to measure salinity or/and sodicity			Parcel		
Water sampling tot measure salinity or/and sodicity			Farm		
Frequency of water sampling to measure salinity or/and sodicity			Farm		
Salinity and sodicity measurement interpretation					

Interpretation of salinity and sodicity measurements of soil			Parcel		
Interpretation of the measurements of the combined effect of salinity and sodicity in soil samples			Parcel		
Influence of salinity and sodicity on infiltration of the applied water in the surface soil			Parcel		
Interpretation of the electrical conductivity (EC) values of water samples			Farm		
Water management in salt-affected areas					
Factors that need to be considered when managing irrigation in salt-affected areas			Region		
Three soil water content levels that need to be considered for irrigation management in salt-affected areas			Region		
Soil saturation			Parcel		
Field capacity			Parcel		
Permanent wilting point (PWP)			Parcel		
Management allowable depletion (MAD)			Parcel		
Other water management recommendations for salt-affected areas			Region		
Leaching					
Importance of leaching for water management in salt-affected areas			Region		
Calculation of generalized leaching requirement (LR) or fraction			Region		
Drainage					
Different option for managing saline drainage waters			Farm		
Off site management of saline drainage water and options for its application			Farm		
Re-use of saline drainage water and what conditions need to be considered for its application.			Farm		
Bio-drainage and how it can be applied			Farm		
Irrigation					
Key features of drip irrigation			Parcel		
Key features of sprinkler irrigation			Parcel		
Key features of sub-surface drip irrigation			Parcel		
Pros and cons of other irrigation systems			Farm		
Precision tools to support irrigation scheduling			Farm		
Water alternating and blending techniques			Region		
Soil management in salt-affected areas					
Land levelling and its importance in salt-affected areas			Parcel		

Considerations for tillage and subsoiling in salt-affected areas			Parcel		
Do's and don'ts of tillage in saline/sodic conditions			Parcel		
Influence of shape of the seedbed on salt accumulation in the soil			Parcel		
Application of salt scrapping in the field			Parcel		
Soil amendments that can be applied in salt-affected soils			Parcel		
Calculation of the lime quantity to be added to slightly acidic soils			Parcel		
Calculation of the gypsum quantity to be added to alkaline soils			Parcel		
P.O.I. for farmers when applying inorganic fertilizer in Sali-affected soils			Parcel		
Application inorganic fertilizers in salt-affected soils			Parcel		
Improvement of salt-affected soils with compost			Parcel		
Improvement of salt-affected soils with green manure			Parcel		
Improvement of salt-affected soils with mulch			Parcel		
Improvement of salt-affected soils with crop rotation and cropping patterns			Farm		
Crops to be introduced in salt-affected areas			Farm		

Legend

Explanation Farmers guidelines scores						
Applicability	This indicates to what extent the proposed guidelines are technically and/or agriculturally applicable to Dutch arable farming	Directly applicable	Applicable with some adjustment	Applicable with a lot of adjustment	Not suitable for application	Not applicable
Acceptance	The extent to which Dutch arable farmers already apply or will apply the guidelines is shown here	Already applied	There is a good chance that this will be applied	Small chance that this will be applied	Will not be applied	Not applicable
Scale	Possibility to scale up the measure to a certain level	Parcel	Farm	Region	National	Not applicable
Knowledge	Is there knowledge present at the farmer and to what extent is additional knowledge required?	Much knowledge present	Some knowledge is lacking	Some knowledge present	No knowledge present	Not applicable
Costs	An estimation of the costs per hectare when a guideline is applied	0-500 euro/ha	not	1000-5000/ha euro	> 5000 euro/ha	Not applicable
Remark	Remark associated with the relevant guideline to ensure its proper application					
Explanation	Supplementation and clarification regarding the score of the guideline as background information when completing the table (not directly intended for publication)					

Bijlage 5 – Kennisagenda verzilting & zoute landbouw

Weergegeven zijn de kennishiaten (kennisvragen) en bijbehorende producten voor verschillende onderdelen die nodig zijn voor innovatie van het landbouwsysteem in verziltingsgevoelige gebieden (Hekkert *et al.*, 2007). Prioritering van de producten is aangegeven in kleur en tussen haakjes: hoe donkerder de kleur, hoe hoger de prioriteit. Sommige producten zijn geëindigd op een gedeelde eerste, tweede of derde plek.

Kennis ontwikkelen



Optimalisatie

Kennisvragen

Producten

Tot welke EC-waarde kunnen verschillende gewassen worden berekend zonder schade te ondervinden, en hoe verschilt dit per gewastype en bodemvochtcondities? /heldere EC-drempelwaarden voor verschillende gewassen

(1) EC-drempelwaarden: inzicht in de EC-drempelwaarden voor verschillende gewassen, rassen en groeistadia.

Hoe kunnen droogteschade en verziltingsschade effectief van elkaar worden onderscheiden in gewassen, en welke methoden zijn hiervoor beschikbaar?

(4) Identificatie van verziltings- vs. droogteschade: Toolkit met diagnostische methoden en richtlijnen voor het identificeren van droogteschade versus verziltingsschade in gewassen

Wat zijn de meest effectieve irrigatietechnieken voor het optimaliseren van watergebruik en het minimaliseren van verziltingsschade?

Getoetste irrigatiemethoden: verschillende irrigatiemethoden in relatie tot verzilting, hun voor- en nadelen en aanbevelingen voor specifieke gewassen en omstandigheden.

Wat is de rol van oppervlaktewater in de beschikbaarheid van zoet water voor beregning in gebieden met verzilting, en hoe kan dit effectief worden beheerd?

Zoetwaterstrategie: een zoetwaterstrategie voor waterbeheerders en boeren met aanbevelingen voor het duurzaam beheer of gebruik van zoet oppervlaktewater (vasthouden, doorspoelen, optimaliseren irrigatie, ...) afhankelijk van de oorzaak van verzilting.

Welke maatregelen kunnen worden genomen om verzilting te voorkomen en de kwaliteit van zoet water te garanderen?

Verziltingsintensiteit en -frequenties: Onderzoek naar of een onderzoeksmodel die de effecten van klimaatverandering op de frequentie en intensiteit van verzilting in verschillende regio's van Nederland in beeld brengt voor de korte termijn.

Hoe kan verziltingsschade aan gewassen worden voorspeld?

Economische kosten- en batenanalyse: analyse van de impact van verzilting op de AKIS en doorrekening van adaptatiemaatregelen op de korte termijn.

Hoe kan het onderwijs beter worden geïntegreerd in het proces van kennisontwikkeling over verzilting en waterbeheer?

Impactanalyse van verzilting: Onderzoek naar en modellering van de impact van verzilting op bodem, bodemleven, ecosysteem, landbouw en natuur.

In hoeverre beïnvloedt verzilting het bodemleven en het ecosysteem, en wat zijn de gevolgen voor de landbouw en natuur?

Maatschappelijke kosten- en batenanalyse: analyse van de impact van verzilting op de maatschappij (kosten voor behoud waterkwaliteit, biodiversiteit, ecosysteemdiensten, etc.) voor de korte termijn

Hoe kan overtollig zoet water worden opgevangen en efficiënt worden ingezet om de watervoorraad op peil te houden?

(2) Huidige stand van zaken van verzilting: onderzoek naar de huidige mate van verzilting in Nederland in agrarisch, natuurlijk en bebouwd gebied, gemeten op een uniforme manier.

Wat zijn de langetermijneffecten van verzilting op de bodem, de grondwaarde, en hoe kunnen boeren zich hierop voorbereiden?	(4) Gestandaardiseerde meetmethoden: uniforme meetmethoden voor het bepalen van de verziltingsgraad in Nederland.
Wat zijn de economische gevolgen van verzilting voor de agrarische sector op regionaal en nationaal niveau op de korte termijn?	Maatregelenlijst optimalisatie: lijst van maatregelen of combinaties van optimalisatiemaatregelen op bedrijfs- en regioniveau.
Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de frequentie en intensiteit van verzilting in verschillende regio's van Nederland?	(4) Maatregelen-toolbox: (bodem)maatregelen die passend zijn onder verzilte omstandigheden, maatregelen waarmee verzilte bodems hersteld kunnen worden, inzicht in de effecten van zout op verschillende grondsoorten (klei, veen, zand, etc.).
Hoe kan er efficiënter omgegaan worden met zoet water (vasthouden, doorspoelen, optimaliseren irrigatie, ...)?	Natuur en biodiversiteit: inzicht in de effecten van verzilting op Nederlandse natuurdoeltypen en biodiversiteit.
Hoe kan je beter in kaart brengen wat de noodzaak is om een bepaalde hoeveelheid (en kwaliteit van) water naar een bepaald gebied te brengen?	
Hoe kunnen we de relatie tussen de zoutconcentratie van grondwater en oppervlaktewater t.o.v. de bodemzoutconcentratie beter modelleren?	
Wat zijn de grenswaarden t.a.v. de zoutconcentratie van water?	
Wat is het verschil tussen diverse irrigatietechnieken en het effect van verzilting op bodem en gewas.	
Welke irrigatietechnieken/-apparatuur zijn het meest geschikt voor droogte en verzilting?	
Welke data t.a.v. zoutconcentraties van oppervlaktewater en grondwater zijn openbaar/beschikbaar? Hoe frequent wordt er gemeten (in het seizoen)? Real-time data beschikbaar?	
Vaststellen van verbanden tussen een verhoogd zoutgehalte in perceelssloten met wateraanvoer enerzijds, en zoutschade aan gewassen op hieraan grenzende percelen anderzijds, te constateren door boeren/telers/SALTA als rapporteurs?	
Hoe zout is de bodem in Nederland en hoe wordt dat gemeten?	
Wat is de beste manier om ervoor te zorgen dat er uniform wordt gemeten in Nederland (protocol monsternamen en analyse zout)?	
Hoe kan je de verschillende bodemparameters (chemisch, fysisch, biologisch) het beste meten en rapporteren, en welke adviezen voor de teelt horen daarbij?	
Wat is het effect van zout op de bodem (chemisch, fysisch, biologisch), waarbij er ook wordt gekeken naar verschillende bodemtypes (zand, leem, klei).	
Wat zijn de beste, meest duurzame manieren om de bodem (verschillende bodemtypes) te bufferen en te herstellen (toevoegen kalk/gips, organische stof, ...)?	
Welke bodemadditieven, meststoffen en biostimulanten werken het beste om de zoutstress te verminderen en opbrengsten te verhogen?	
Welke rassen van bepaald gewas kunnen beter tegen zout?	
Wat zijn de exacte grenswaarden van de zouttoleranties van gewassen (belangrijkste open teelt gewassen, inclusief bollen en fruitteelt) en welke verschillen in tolerantie bestaan er in verschillende groeistadia? Welke meetgegevens zijn er nodig om dit te onderzoeken?	

De zouttolerantiedrempel wordt gekenmerkt door een waardeninterval ("bandbreedte") en het is nodig om de genoemde variabele factoren te koppelen aan deze waardeninterval. Welke factoren zorgen voor een hogere of lagere zouttolerantie en in welke mate? Hoe implementeren we deze nieuwe informatie in het operationele zoetwaterbeheer?

Hoe ontwikkelt de zouttolerantie van landbouwgewassen zich gedurende het groeiseizoen? Kunnen gewassen schade herstellen en zo ja, ten koste van wat?

Welke interacties treden op tussen teelt-technische aspecten, het klimaat en het niveau van zouttolerantie? Kunnen we dit kwantificeren en hierin sturen? Meer inzicht in de diverse processen ((interactie tussen) water, bodem, gewas) en hoe je daar vervolgens over kan adviseren richting telers.

In het veld wordt geregeld opgemerkt dat zoutschade te verkiezen is boven droogteschade. Er is echter nog weinig bekend over hoe droogte- en zoutschade vergeleken en afgewogen moeten worden en wat de gevolgen zijn voor de opbrengst en kwaliteit.

Geven fluorescentiemetingen (non-invasieve zoutstress metingen m.b.v. hyperspectraal beeldinformatie, zoals Hanzehogeschool Groningen dat nu uitvoert) aan gewassen een goed beeld van de zoutstress? Deze metingen kunnen mogelijk tegelijkertijd worden uitgevoerd met nemen van de grondmonsters (zoals benoemd in "actiepunten korte termijn" aan het begin van dit document).

Kunnen veenweidegebieden wat zouter water ontvangen/verdragen?

Wat is het effect van zout op diverse natuurdoeltypen en de individuele soorten? Hoe beïnvloedt verzilting de biodiversiteit van ecosystemen (aquatisch en terrestrisch)?

In hoeverre kan met behulp van eDNA de veranderingen in biodiversiteit van het oppervlaktewater en bodem o.i.v. verzilting gemonitord worden en kunnen cruciale indicatoren voor stabiliteit/behoud specifieke natuurdoeltypen geïdentificeerd worden?

Wat zijn de kosten, de baten en de effecten van verschillende maatregelen rondom de kennisvragen? Hoe integreer je de sociaaleconomische factoren?

Wat is de opbrengstreductie als gevolg van een suboptimale watervoorziening van het gewas?

Wat is de Return on Investment van verschillende maatregelen?

Welke sensoren en meetmethodes zijn het meest geschikt om droogte en verzilting te monitoren?

Is een niet-kerende grondbewerking beter onder zilte omstandigheden?

Welke machines kan je het beste gebruiken voor grondbewerking onder zilte omstandigheden?

Adaptatie

Kennisvragen

Wat zijn de effecten van veranderingen in waterbeheermaatregelen op zoutgehaltes in verschillende gebieden in Nederland?

Hoe kan zoetwater zo optimaal mogelijk worden gebruikt in verziltingsgevoelige gebieden?

Welke gewassen kunnen succesvol worden geteeld in verzilte gebieden?

Welke rol speelt het onderwijs /kan het onderwijs spelen in het verbeteren van landbouwpraktijken in verziltingsgevoelige gebieden?

Wat zijn mogelijkheden om zoutwaterkwel te beheersen en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te behouden of verbeteren?

Hoe ziet het effect van zeespiegelstijging op verzilting eruit voor Nederland op de middellange termijn?

Hoe ziet het effect van droogte op verzilting eruit voor Nederland op de middellange termijn?

In welke mate kan de invoer van water worden gekwantificeerd (regionaal en nationaal) en wat zijn de implicaties voor watermanagement op de middellange termijn?

Wat zijn mogelijkheden voor het optimaal benutten en uitwisselen van zoetwater tussen regio's?

Wat zijn de economische gevolgen (kosten en baten) van verzilting voor de agrarische sector op regionaal en nationaal niveau op de middellange termijn?

Wat zijn alternatieve gewassen en teeltsystemen voor de agrarische sector voor de middellange termijn?

Hoe kan het watermanagement en -systeem worden aangepast aan klimaatverandering en de urgentie van verzilting?

Hoe kunnen zouttolerante gewassen worden geïdentificeerd en ontwikkeld voor consumptie en verwerking?

Aan de hand van metarelaties (t.a.v. zouttolerantie) kunnen langjarig gemiddelde opbrengstdervingen als wel opbrengstdervingen voor afzonderlijke jaren worden bepaald. Het is aan te raden om gecontroleerde veldproeven voor een langere tijd te handhaven.

Hoe kan technologie bijdragen aan het bevorderen van het hergebruik van effluent?

Producten

Zoetwaterstrategie: een gebiedsspecifieke zoetwaterstrategie voor waterbeheerders en boeren met aanbevelingen voor het duurzaam beheer of gebruik van zoet oppervlaktewater voor de middellange termijn.

Bovengrondse en ondergrondse wateropslag: haalbaarheid van het creëren van een wateropslag op bedrijfs-/gebieds-/regioniveau en uitwisseling van zoet water tussen regio's, inclusief financiële haalbaarheid en geschikte locaties in Nederland.

Gewassenlijst verzilte gebieden: lijst van mogelijke gewassen en rassen die kunnen worden geteeld of bouwplannen die in verzilte gebieden kunnen worden ingezet.

Kennisontwikkelingsprogramma: Lesprogramma en effectieve leeromgevingen dat de AKIS betreft in de kennisontwikkeling over verzilting

Adaptatiemaatregelen: (in de praktijk) onderzochte maatregelen voor waterbeheerders en agrariërs om zoutwaterkwel te beheersen en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te behouden of verbeteren.

Verziltingsintensiteiten en -frequenties: Onderzoek naar, of een onderzoeksmodel die, de effecten van klimaatverandering op de frequentie en intensiteit van verzilting in verschillende regio's van Nederland in beeld brengt voor de middellange termijn.

Economische kosten- en batenanalyse: analyse van de impact van verzilting op de AKIS en doorrekening van adaptatiemaatregelen op de middellange termijn.

Maatschappelijke kosten- en batenanalyse: analyse van de impact van verzilting op de maatschappij (kosten voor behoud waterkwaliteit, biodiversiteit, ecosysteemdiensten, etc.) voor de middellange termijn

Voedselkwaliteit: inzicht in de effecten van verzilting op de kwaliteit, houdbaarheid, gezondheid, smaak, etc. van voedsel.

Hergebruik reststromen: haalbaarheid van het benutten van reststromen vanuit industrie van zoet water op bedrijfs-/gebieds-/regioniveau, inclusief financiële haalbaarheid en geschikte locaties in Nederland.

Welke restwaterstromen zijn geschikt voor het sluiten van lokale waterkringlopen, in termen van kwaliteit en kwantiteit?

Hoe ontwikkelt vraag en aanbod, kwantiteit en kwaliteit van water op korte en lange termijn?

Wat zijn de effecten van zout op de kwaliteit (houdbaarheid, inhoudsstoffen zoals bv zetmeel, vitamines, antioxidanten, ...) en/of smaak (verbetering?) en voedingswaarde van geteelde producten?

Transformatie

Kennisvragen

Hoe kan ons watersysteem zich, lokaal, regionaal en nationaal, ontwikkelen (transformeren) naar een systeem wat bestand is tegen klimaatverandering?

Wat zijn de gevolgen van het stoppen met doorspoelen op lange termijn voor zoutgehaltes en natuurwaarden?

Hoe kunnen we op lange termijn zoute gewassen ontwikkelen en integreren in landbouwsystemen in verzilte gebieden?

Welke lessen kunnen we trekken uit buitenlandse landbouwsystemen op het gebied van verzilting?

Wat zijn technische en financiële mogelijkheden van grootschalige ontzilting van water voor landbouw en andere sectoren op de lange termijn?

Hoe kan circulair en regionaal watergebruik worden ontwikkeld?

Wat is de impact van langdurige verzilting op de sociale cohesie en economie van plattelandsgebieden?

Hoe ziet het toekomstige bouwplan op de lange termijn eruit?

In hoeverre kan droogte- en zouttolerantie gecombineerd worden in gewasveredeling, en wat zijn genetische mogelijkheden?

Hoe beïnvloedt verzilting op de lange termijn de bodemkwaliteit en hoe kan deze worden hersteld?

Wat zijn de sociale en economische gevolgen (kosten en baten) van verzilting voor de maatschappij op regionaal en nationaal niveau op de middellange termijn?

Welke kansen liggen er voor teelt in kassen/teelt uit de grond in verzilte gebieden?

Welke toekomstbestendige verdienmodellen kunnen worden ontwikkeld voor landbouwers in verzilte gebieden, rekening houdend met de beperkingen van water- en bodembeheer, en hoe kunnen deze ondersteund worden door beleid en Europese samenwerking?

Wat kunnen we leren van halofyten (zouttolerante planten) in brakwater en zoute getijdensystemen (kwelders/schorren) qua interacties met micro-organismen en schimmels in het wortelmilieu en in hoeverre kan deze kennis ingezet worden om landbouwgewassen/rassen zouttoleranter te maken.

Producten

(3) Toekomstscenario's verzilting: geschetste toekomstscenario's verzilting voor de lange termijn.

Optimaal landgebruik: Verkenningen voor de juiste functie op de juiste plek, strategieën en samenwerkingsmogelijkheden voor realisatie.

Veredelingsstrategie verzilting: plan voor de ontwikkeling van zouttolerante (en droogteresistente) gewassen.

Internationale kennis en aanpakken: Inventarisatie van internationale methoden voor het beheeren van verzilting, met toepasbare lessen voor Nederland.

Sociaaleconomische impact: studie naar de maatschappelijke gevolgen van verzilting voor gemeenschappen (werkgelegenheid, cohesie, voedselzekerheid).

Lange termijn bouwplan- en teeltscenario's: praktische doorkijk naar getoetste toekomstbestendige teelten en -systemen

Maatregelenlijst transformatie: lijst van maatregelen of combinaties van transformatiemaatregelen op bedrijfsniveau.

Nature-based solutions: identificeren van nature-based oplossingen voor zoutadaptatie bij planten

(Identificeren van nature-based oplossingen voor zoutadaptatie bij planten).

Is het (selectief) ontzilten van water een rendabel alternatief voor bepaalde teelten?

Kennis verspreiden



Optimalisatie

Kennisvragen

Producten

Hoe kan de beschikbaarheid van zoet water beter gecommuniceerd worden aan boeren?

(Gezamenlijke) communicatiestrategie: strategie die de kennis over de zoetwaterbeschikbaarheid helder uitlegt, met speciale aandacht voor onzekerheden en praktische handvatten voor de AKIS.

Hoe kan het onderwijs de kennis over verzilting en zoutresistentie beter integreren in het curriculum?

Onderwijsprogramma verzilting: onderwijsprogramma gericht op het onderwijzen van verzilting (aan studenten en jonge boeren), met praktijkvoorbeelden van boeren

Hoe kan het kennishiaat bij boeren met betrekking tot verzilting worden verkleind?

(1) Demobedrijven: inzet op boeren leren van boeren en AKIS leert van boeren. De demobedrijven voorzien de AKIS van praktische, toegankelijke informatie over nieuwe teelten gericht op verzilte gebieden.

Hoe kan communicatie tussen onderzoek, boeren, stakeholders en studenten worden verbeterd om complexe thema's toegankelijker te maken?

(2) Beslissingsondersteunend systeem verzilting: tool waarmee bestaande kennis over verzilting en gerelateerde maatregelen gedeeld kan worden met boeren en adviseurs.

Hoe kan bestaande kennis over verzilting beter ontsloten worden naar boeren en adviseurs?

Inventarisatie communicatiebehoeften: geïnventariseerde kennis(verspreidings)behoeften van de AKIS over het thema verzilting.

Onderzoek naar zouttolerantie moet ook een duidelijke, bruikbare tool opleveren. Wat voor tool is daarvoor nodig, wat werkt voor de praktijk?

Welke onderdelen moeten er opgenomen worden in educatie t.a.v. droogte en verzilting?

Hoe zorg je ervoor dat er nieuwe modules worden ontwikkeld voor de diverse opleidingsniveaus in het onderwijs met toepassing van vernieuwende methoden?

Hoe is informatie geschikt te maken voor nascholing en korte trainingen?

Hoe kan je (nieuwe) onderzoeksprogramma's ontwikkelen die voldoen aan het te ontwikkelen toetsingskader?

Hoe zorgen we ervoor dat het toetsingskader van SALTA ook breed wordt toegepast?

Hoe voer je het gesprek met "de praktijk"?

Adaptatie

Kennisvragen

Producten

Hoe kunnen boeren geïnformeerd en gestimuleerd worden om maatregelen te treffen/verkennen in verziltingsgevoelige gebieden?

Communicatiestrategie: strategie die de grenzen van het huidige waterbeheer duidelijk maakt en de AKIS voorbereidt op aanpassingen aan verzilting

Hoe kunnen boeren bewust worden gemaakt van de complexiteit van het verziltingsproblemen en de noodzaak van een langetermijnvisie?

Voorlichtingscampagne: educatief materiaal, ervaringskennis (goede voorbeelden) gericht op de AKIS, die de voor- en nadelen en mogelijkheden van verziltingsmaatregelen voor de middellange termijn benadrukt.

Hoe kan kennis over klimaatverandering door middel van maatwerk worden gecommuniceerd aan lokale ondernemingen?

Praatplaat: laagdrempelige manier om de AKIS te helpen om de impact van verzilting op de middellange termijn op teelt en waterbeheer te begrijpen.

Studiegroepen & demobedrijven: het ophalen en delen van kennis over verzilting en maatregelen met de AKIS.

Transformatie

Kennisvragen

Hoe kunnen we kennis over verzilting vanuit het buitenland halen en in de Nederlandse context plaatsen?

Producten

(2) Kennisplatform: platform waarop kennis vanuit het buitenland over verzilting wordt gedeeld en in de Nederlandse context geplaatst wordt.

Hoe kunnen we internationale samenwerkingsverbanden opzetten om kennisuitwisseling over verzilting en waterbeheer te versterken?

Langetermijnprogramma voor kennisuitwisseling: programma om kennis tussen landen met vergelijkbare verziltingsproblemen uit te wisselen, gericht op het gezamenlijk ontwikkelen van innovatieve oplossingen.

Hoe kan bewustwording over de impact van verzilting vergroot worden, zowel onder boer, ketenpartijen als consumenten?

Bewustwordingsprogramma: gericht op de AKIS, met uitleg over de effecten van verzilting en de noodzaak van aanpassing/transitie

Hoe kan kennis over transitiepaden en toekomstscenario's worden gecommuniceerd naar de agrarische sector?

(1) Trainingsprogramma: het trainen en opleiden van boeren en adviseurs op het gebied van verzilting op de lange termijn.

Welke strategieën zijn het meeste effectief om boeren mee te krijgen in de implementatie van duurzame oplossingen voor verzilting en waterbeheer?

Boeren aan de slag



Optimalisatie

Kennisvragen

Wat beïnvloedt de urgentie om als boer aan te passen aan verzilting?

Producten

Inzicht in de drijfveren en belemmeringen voor optimalisatie: Een studie over de urgentie van de AKIS om zich aan te passen aan verzilting.

Wat zijn knelpunten voor opschaling van deze optimalisatiemaatregelen op het niveau van bedrijf, keten en regio?

(2) Tijdslijn voor aanpassing aan verzilting: Gebiedsgericht en teeltafhankelijk inzicht voor de AKIS in de voortschrijdende ontwikkeling van verzilting en de betekenis daarvan op de huidige productiewijze van boeren en tuinders.

Hoe lang hebben boeren de tijd om zich aan veranderende omstandigheden aan te passen (beleidstechnisch en teelt technisch)?

Knelpuntenanalyse voor opschaling van optimalisatiemaatregelen: risico's, risicopercepties, knelpunten in keten, regio, perceel waarbij ook naar tussenmaatregelen wordt gekeken, en niet enkel naar extremen (zoals teelt halofyten)

Wat voor optimalisatiemaatregelen zien we bij voorlopers in de landbouwpraktijk?

Aanpak versterking ondernemersactiviteit: vormgeven van leer- en innovatienetwerken (o.a. praktische tools, voorbeelden & combinaties van maatregelen op bedrijfsniveau). Hierbij wordt ook naar andere regio's gekeken.

Hoe kan je lokale, succesvolle pilot opschalen tot gebiedseigen oplossingen?

Hoe kan je het beste verschillende maatregelen combineren?

Wat is het werkelijke rendement van maatregelen op perceelsniveau?

Aandacht nodig voor alle stappen die van belang zijn voor het opschalen van succesvolle pilots (genoeg voorbeelden van succesvolle pilots, maar die worden zelden opgeschaald...). Vaak

nog wel een paar koplopers die meedoen, maar de grote groep daarachter moet je ook meekrijgen, hoe doe je dat?

Welke maatregelen kan je nemen en hoe zijn die op te schalen?

Adaptatie

Kennisvragen

Welke opvattingen, normen en intenties beïnvloeden het vermogen van agrarische ondernemers om zich aan te passen aan verzilting?

Met welke teelten of teeltsystemen kunnen agrariërs al experimenteren?

Hoe kunnen boeren worden ondersteund in bedrijfsspecifieke keuzes om verzilting te beperken/verminderen?

Welke verzekeringsmogelijkheden zijn er op middellange termijn beschikbaar voor boeren in verziltingsgevoelige gebieden?

Op welke manier kan ontzilting van water een rol spelen op bedrijfsniveau?

Wat is de rolverdeling van gebiedspartijen in verziltingsgevoelige gebieden?

Welke samenwerkingen op gebiedsniveau zijn nodig om aan te passen aan verzilting?

Hoe kan vraag en aanbod (boer en waterschap) elkaar beter vinden?

Producten

Inzicht in de drijfveren en belemmeringen voor adaptatie: inzicht in de opvattingen, normen en intenties die het vermogen van de AKIS om zich aan te passen aan verzilting beïnvloeden

Integrale gebiedsaanpak verzilting: effectieve voorbeelden van aanpakken van samenwerkingen en rolverdelingen van de AKIS in verziltingsgevoelig gebied

Adaptatiemaatregelen op regionaal en bedrijfsniveau: een strategie of set aan maatregelen (gewas, teelt en bedrijf) om een gebied of bedrijf op de middellange termijn aan te kunnen passen aan verzilde omstandigheden waarbij ook de mogelijkheid tot investeren wordt gestimuleerd.

(1) Inzicht in economische drijfveren en belemmeringen voor adaptatie: inzicht in financiële consequenties en KPI's van adaptatiemaatregelen.

Transformatie

Kennisvragen

Hoe zien de samenwerkingen tussen gebiedspartijen eruit op de lange termijn rond het thema verzilting? Wat zijn daarbij opschalingsvraagstukken en noodzakelijke samenwerkingen?

Wat zijn kansrijke verdienmodellen en bedrijfs- en ketenconcepten in sterk verzilde gebieden?

Hoe kunnen gebiedspartijen samenwerken om een toekomstbestendige sector te stimuleren?

Wat is het effect van verzilting op de grondmarkt, op financierbaarheid van bedrijfsontwikkeling en daarbij de betekenis voor de rol van overheid en financiële dienstverleners?

Producten

(3) Innovatienetwerken en experimenteergebieden nieuwe verdienmodellen verzilde gebieden: Een platform of netwerk waarin boeren, waterschappen, marktpartijen, en andere stakeholders samenwerken om innovatieve oplossingen te vinden. Dit netwerk zou kennisdeling stimuleren en gezamenlijke projecten opzetten, zoals waterbeheer of agrarische aanpassingen.

Studentenprogramma voor verzilting-innovatieprojecten: Een programma dat studenten betreft bij het verbinden van partijen en het ontwikkelen van innovatieve oplossingen voor verziltingsproblematiek. Studenten kunnen onderzoek doen en pilots uitvoeren samen met boeren, marktpartijen en waterschappen.

Lange termijn economische analyse: inzicht in de effecten van verzilting op de grondmarkt, financierbaarheid van bedrijven en daarbij de betekenis voor de rol van overheid en financiële dienstverleners

Ondernemersstrategieën: een uitgebreid framework die boeren of andere gebiedspartijen helpt bij het kiezen van de meest geschikte ondernemingen voor de toekomst.

Richting geven aan innovatie

Optimalisatie



Kennisvragen	Producten
Welke kaders moeten worden gesteld voor landbouwbedrijven om duurzaam te kunnen functioneren binnen verziltingsproblematiek op te korte termijn?	(2) Kader voor landgebruik: inzicht in welke gebieden te maken krijgen met verzilting en kaders waar de prioriteiten van landgebruik en waterallocaties binnen deze gebieden liggen.
Wie is verantwoordelijk voor de kosten en de uitvoering van verziltingsmaatregelen?	Optimalisatiedoelen: geformuleerde optimalisatiedoelen (korte termijn) voor gebiedspartijen in verziltingsgevoelig gebied en ketenpartijen.
Welke kaders moeten worden gesteld om innovaties in adaptatiemaatregelen te stimuleren?	(1) Maatregelen tegen verzilting & benodigde wetgeving: inzicht in de benodigde verandering in wetgeving die nodig zijn om optimalisatiemaatregelen toe te kunnen passen. Deze zijn niet landelijk generiek, maar wel consistent voor iedereen.
Hoe kan de overheid consistentie waarborgen in beleid en regelgeving om langetermijninvesteringen van boeren en waterbeheerders in verziltingsaanpak te bevorderen?	
Welke gebieden krijgen prioriteit bij droogte en verzilting voor zoetwater en wat zijn de afwegingscriteria hiervoor?	
Is het huidige beleid beperkend, hoe zorg je voor toekomstig beleid dat "in lijn is" met droogte en verzilting?	
Hoe zorg je ervoor dat goed onderzoek ook doordringt/bijdraagt aan (nieuw) beleid	

Adaptatie

Kennisvragen	Producten
Hoe kan beleid op het gebied van milieu en klimaat worden geïntegreerd met het landbouwbeleid, zodat alle sectoren duurzaam kunnen blijven functioneren?	Adaptatiedoelen: geformuleerde adaptatiedoelen (middellange termijn) voor gebieden, gebiedspartijen en ketenpartijen die te maken hebben met verzilting.
Wie neemt de verantwoordelijkheid voor het stellen van prioriteiten in het waterbeheer en verziltingsproblematiek?	(2) Toekomstbeeld landelijk gebied: een schets van de toekomstige inrichting van een gebied op de middellange termijn, rekening houdend met waterbeschikbaarheid en verzilting.
Welke handvatten kunnen centrale organisaties geven over de toekomst van boeren in verziltende omstandigheden?	
Welke ruimtelijke keuzes worden gemaakt en wat betekent dit voor de ruimtelijke inrichting van Nederland?	
Waar ligt de grens wat je als waterschap kan faciliteren?	

Transformatie

Kennisvragen	Producten
Hoe kan het landelijk gebied worden ingericht om voorbereid te zijn op de gevolgen van verzilting?	Transformatiedoelen: geformuleerde transformatiedoelen (lange termijn) voor gebieden, gebiedspartijen en ketenpartijen die te maken hebben met verzilting.
Hoe kan de sector worden ondersteund om zich aan te passen aan verzilting?	Toekomstbeeld landelijk gebied: een schets van de toekomstige inrichting van een gebied op de lange termijn, rekening houdend met waterbeschikbaarheid en verzilting.
Welke elementen uit het huidige Nederlandse landschap worden behouden op de lange termijn?	(2) Roadmap: Een door AKIS gecocreëerde roadmap met doelen, acties en beleidsvisies om bedrijven en hun omgeving stapsgewijs voor te bereiden op toenemende verzilting in gevoelige gebieden op de korte, middellange en lange termijn.

Markt ontwikkelen

Optimalisatie

Kennisvragen	Producten
--------------	-----------



Welke maatregelen om de waterbeschikbaarheid te verhogen zijn financieel rendabel op gebieds- en bedrijfsniveau?

SWOT-analyse: kwetsbaarheid en concurrentiekracht van de Nederlandse sector i.r.t. verzilting in Europese en internationale context

Welke innovatieve irrigatiemethoden, zoals druppelirrigatie, kunnen de winstgevendheid en efficiëntie verbeteren in verzilte gebieden, en wat zijn de financiële en praktische haalbaarheden hiervan?

(3) Marktpotentieel toeleveranciers: Inzicht in kansen en/of belemmeringen voor technologie, veredelaars, handelsmarkten, etc. in relatie tot verzilting

Wat zijn de kosten-batenafwegingen van aanpassingen in teelt- en waterbeheer?

Keteninitiatieven: ontwikkeling initiatieven waarin integraal wordt samengewerkt aan optimalisatie van de agrarische keten.

Welke (financiële) verantwoordelijkheden moeten door de overheid worden gedragen bij het implementeren van wateropslag- en beheerstrategieën om verzilting te bestrijden?

Geleerde lessen: leren van andere transformatiemarkten, zoals biobased materialen, voor een transformatiemarkt verzilting en zoute landbouw.

Adaptatie

Kennisvragen

Producten

Wat is de markt voor alternatieve, zouttolerante rassen en gewassen?

(1) Verdienmodellen: ontwikkeling van verdienenmodellen op de middellange termijn waarin integraal wordt samengewerkt aan agrarische verdienenmodellen op ketenniveau in verzilt gebied.

Welke nieuwe markten of verdienenmodellen ontstaan voor gebieden en bedrijven die te maken hebben met verzilting?

(1) Samenwerkingsverbanden: integrale samenwerkingsverbanden binnen de AKIS rond de ontwikkeling van verdienenmodellen op de middellange termijn in verzilt gebied.

Hoe kunnen markten in de keten worden aangepast, zodat adaptatie in de agrarische sector wordt gestimuleerd?

Toolkit verdienenmodellen adaptatie: inzicht in nieuwe of aangepaste bestaande agrarische verdienenmodellen in een adaptatiescenario.

Hoe verhoudt de Nederlandse landbouwsector in verzilte gebieden zichzelf ten opzichte van de binnenlandse en Europese markt?

Transformatie

Kennisvragen

Producten

Zijn er in dit scenario gewassen die in onze voedselbehoefte kunnen voorzien?

Verdeenmodellen: ontwikkeling van verdienenmodellen op de lange termijn waarin integraal wordt samengewerkt aan agrarische verdienenmodellen op ketenniveau in verzilt gebied.

Hoe kan de ontwikkeling van zouttolerante gewassen en innovatieve teeltsystemen, zoals teeltbakken of glastuinbouw, bijdragen aan de voedselzekerheid in een verziltende wereld?

Samenwerkingsverbanden: integrale samenwerkingsverbanden binnen de AKIS rond de ontwikkeling van verdienenmodellen op de lange termijn in verzilt gebied.

Wat zijn de economische en ecologische gevolgen van de grootschalige transitie naar zilte teelten, en hoe kan marktontwikkeling worden gestimuleerd om deze gewassen commercieel levensvatbaar te maken?

Opschalingsstrategie: Het vormgeven van een bevorderende omgeving om transformatie initiatieven te ondersteunen en op te schalen.

Welke beleidsmaatregelen zijn nodig om de transitie naar duurzame landbouw te ondersteunen in verzilte gebieden?

Wat is de afzetmarkt voor zilte gewassen?

Beschikbaar maken van middelen



Optimalisatie

Kennisvragen

Producten

Waar is ruimte voor het bufferen van water om gebieden door te spoelen?

Optimalisatieplan waterlopen: plan voor het optimaliseren van het huidige watersysteem.

Hoe kunnen watersystemen op korte termijn geoptimaliseerd worden om zoetwatervoorziening te waarborgen en de verziltingseffecten in kwetsbare gebieden te minimaliseren?

Investeringsmogelijkheden: inzicht in de beschikbare investeringsmiddelen (subsidie, verdienenmodellen, etc.) voor het

	optimaliseren van gebieden, watersystemen en de AKIS aan verziltende omstandigheden.
Hoe kunnen de kosten en baten van waterbeheerstrategieën worden afgewogen, en welke rol spelen overheid en private partijen bij het financieren van de zoetwatervoorziening in verzilte gebieden?	Subsidieverkenning: verkennen van de inpasbaarheid van onderzoek, kennis en marktontwikkelingsvragen in het huidige subsidiekader op provinciaal, nationaal en Europees verband of optuigen van nieuwe (laagdrempelige) subsidieregeling.
Hoe kan de beschikbaarheid van water bij droogteperiodes effectief worden geregeld, en welke aanpassingen zijn nodig in het watersysteem om de zoet/zout dynamiek beter te beheersen?	(1) Samenwerkingsvormen: vormen voor samenwerking tussen overheden om middelen op een laagdrempelige manier te mobiliseren.
Wat is de economische haalbaarheid op bedrijfsniveau, polder niveau, regio? Wat is er nodig om benodigde investering op bedrijfsniveau ("de boer") en regionaal niveau ("waterbeheerder") te onderbouwen en van de grond te krijgen?	
Adaptatie	
Kennisvragen	Producten
Bij wie ligt de verantwoordelijkheid van het faciliteren van waterbeschikbaarheid?	Infrastructurele aanpassing: infrastructurele aanpassingen en bijbehorende publiek/private financieringsopties die nodig zijn in verzilt gebied om de beschikbaarheid van zoet water te waarborgen.
Welke infrastructuur- en waterbeheeroplossingen zijn nodig om de beschikbaarheid van zoet water in verzilte gebieden te waarborgen, en wat is de rol van innovatie zoals druppelirrigatie, wateropslag en ontziltingstechnieken?	(1) Innovatiefonds/adaptatievouchers: beschikbare middelen voor kennisontwikkeling en implementatie van adaptatiemaatregelen op bedrijfs- en gebiedsniveau.
Hoe kunnen risico's die ontstaan door verzilting voor individuele bedrijven worden ingeperkt?	Risicobeheersing: Inzicht in verzekerbare risico's die door verzilting ontstaan.
Transformatie	
Kennisvragen	Producten
Hoe moet het watersysteem in verzilte gebieden op lange termijn worden heringericht om duurzaam te blijven functioneren, en welke innovaties zijn daarvoor nodig?	Transformatieplan waterbeschikbaarheid: plan voor het aanpassen van het huidige watersysteem voor de lange termijn, inclusief inzicht in beperkingen en wanneer deze beperkingen optreden.
Welke landbouwmethodes zijn haalbaar in permanent verzilte gebieden, en hoe kunnen nieuwe teeltsystemen bijdragen aan de voedselproductie?	Innovatiefonds en onderzoeksprogrammering transformatie: beschikbare middelen om transformatiemaatregelen en -paden op bedrijfs- en gebiedsniveau te testen en implementeren moeten gemakkelijk beschikbaar zijn voor ondernemers, waarbij het risico beperkt wordt zodat de drempel tot transformatie verlaagd wordt.
Bewustwording & urgentie	
Optimalisatie	
Kennisvragen	Producten
Hoe kunnen boeren worden ondersteund in hun kennisontwikkeling omtrent nieuwe gewassen en waterbeheerstrategieën, en welke rol kan het onderwijs spelen in het versnellen van deze transitie?	(2) Bewustwordingscampagne: campagne in samenwerking met gebiedspartijen om de AKIS bewust te maken van klimaatverandering en bijkomende verziltingsproblemen, wat ook zorgt voor het mobiliseren van middelen.
Hoe kunnen burgers en boeren beter worden betrokken bij het waterbeheer in verzilte gebieden, en wat is de rol van waterschappen in het bevorderen van bewustwording en samenwerking tussen deze groepen?	(3) Onderwijsprogramma: gevolgen van klimaatverandering en bijkomende verziltingsproblematiek onderdeel maken van het onderwijs en voor studiegroepen (boeren)
Hoe creëer je collectiviteit tussen gebiedspartijen?	Visualisaties van toekomstscenario's: beelden die de urgentie schetsen van nodige adaptatie en transformatie.



Hoe vergroot je de bewustwording van de uitdagingen van droogte en verzilting?

Persoonlijke verhalen: het verzamelen en delen van persoonlijke situaties (zowel positief als negatief) in verzilt gebied met de AKIS in de vorm van story telling.

Adaptatie

Kennisvragen

Hoe kunnen boeren, burgers, en de bredere landbouwsector effectief worden geïnformeerd over de noodzaak van een transitie naar zouttolerante teeltsystemen, en welke rol speelt communicatie in het bevorderen van deze mindsetverandering?

Hoe betrek je de burger bij beslissingen met betrekking tot verzilting?

Producten

Bewustwordingscampagne: campagne waarmee de gehele AKIS bewust wordt gemaakt van toekomstige klimaatverandering en bijkomende verziltingsproblemen.

Gecocreëerde visualisaties van toekomstscenario's: een beeld die de urgentie schetst van nodige adaptatie en transformatie die is vormgegeven in samenwerking met de AKIS dat gekoppeld is met algemene ruimtelijke vraagstukken, zoals het eerdere NPLG.

Reflectie boer aan het roer: Reflectie op situaties waarin boeren zelf verantwoordelijkheid hadden voor inpassing van klimaatmaatregelen (o.a. peilsturing); betrokkenheid door verantwoordelijkheid

Transformatie

Kennisvragen

Hoe krijgen we de boer, keten, beleid en consument mee in de urgentie van verzilting?

Hoe dragen wet- en regelgeving bij aan de urgentie rondom verzilting?

Hoe staat de politiek en de maatschappij tegenover de nieuwe type bedrijfsvoering en welke knelpunten veroorzaakt het?

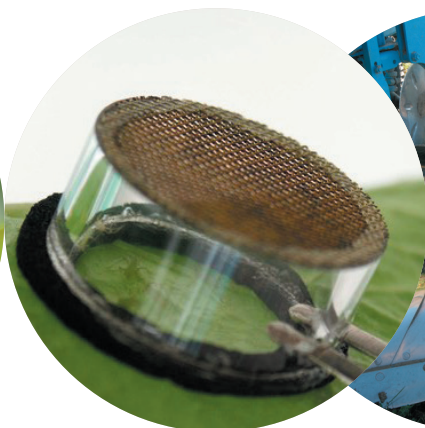
Wat wil de consument eten?

Producten

(1) Bewustwordingscampagne: campagne waarmee de gehele AKIS bewust wordt gemaakt van toekomstige klimaatverandering en bijkomende verziltingsproblemen.

Gecocreëerde visualisaties van toekomstscenario's: een beeld die de urgentie schetst van nodige adaptatie en transformatie die is vormgegeven in samenwerking met de AKIS.

Marktonderzoek: onderzoek naar behoeften van consumenten en markten in relatie tot voedselproductie en verzilte gebieden.



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31) 320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-OT 1142

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
