

# Een toekomstbestendige Noordpolder



Onderzoek naar mogelijkheden voor  
innovatieve landbouw en gebiedsontwikkeling  
ten aanzien van verzilting

José Deelen-ten Ham  
T&L Van Hall Larenstein  
15 januari 2016

# COLOFON

|                     |                                                                      |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Titel               | : Een toekomstbestendige Noordpolder                                 |
| Datum               | : 15 januari 2016                                                    |
| Foto omslag         | : Zeekraal in natuurlijke habitat                                    |
| Bron                | : <a href="http://www.zeekraalwijzer.nl">www.zeekraalwijzer.nl</a>   |
| Auteur              | : José Deelen-ten Ham                                                |
| Studentnr.          | : 641214932                                                          |
| Adres               | : Elisabethdreef 2, 4101 KL Culemborg                                |
| Telefoon            | : +31 648324450                                                      |
| Email               | : <a href="mailto:jose.deelen@telfort.nl">jose.deelen@telfort.nl</a> |
| Opleidingsinstituut | : Van Hall Larenstein                                                |
| Adres               | : Larensteinselaan 26a, 6882 CT Velp                                 |
| Telefoon            | : +31 263695695                                                      |
| Afstudeerrichting   | : Tuin- en Landschapsinrichting, major Realisatie                    |
| Begeleider          | : Laura Tanis, docent Planuitwerking en Realisatie                   |
| Email               | : <a href="mailto:laura.tanis@hvhl.nl">laura.tanis@hvhl.nl</a>       |

# Onderzoek naar mogelijkheden voor innovatieve landbouw en gebiedsontwikkeling ten aanzien van verzilting in de Noordpolder



Afstudeeronderzoek aan de Hogeschool Van Hall Larenstein

José Deelen-ten Ham

Opleiding Tuin- & Landschapsinrichting, major Realisatie



# VOORWOORD

Tijdens een speurtocht op het internet naar een geschikt onderwerp voor mijn afstudeeronderzoek aan de Hogeschool Van Hall Larenstein, major Realisatie, kwam ik via de website van de Wageningen Universiteit het onderwerp verzilting tegen. Dit onderwerp had meteen mijn aandacht. Het bleek een zeer actueel probleem te zijn dat vraagt om onderzoek naar de effecten van verzilting en de maatregelen die hiertegen genomen kunnen worden. Aangezien mij gedurende mijn opleiding duidelijk is geworden dat vooral bodem, water en natuur en de samenhang hiertussen mijn belangstelling heeft, was de keuze snel gemaakt.

Om een start te kunnen maken met mijn onderzoek, heb ik een oriënterend maar vooral inspirerend gesprek gehad met mevrouw dr.ir. Greet Blom-Zandstra, onderzoeker aan de Wageningen Universiteit, onderdeel Agrosysteemkunde. Ik wil haar hartelijk danken voor de tijd die zij genomen heeft om mij enigszins wegwijs te maken in de wereld van de verzilting.

Ook Laura Tanis, docent bij Van Hall Larenstein, wil ik danken voor haar ondersteuning gedurende het onderzoeksproces.

Met heel veel plezier heb ik aan dit onderzoek gewerkt. Het heeft mij veel kennis opgeleverd over een zeer interessant en actueel onderwerp. Ik realiseer mij echter ook dat er nog heel veel te onderzoeken valt omtrent het verziltingsvraagstuk en dat mijn onderzoek eerder gezien moet worden als een start-dan als een eindpunt.

Culemborg, januari 2016  
José Deelen-ten Ham

# SAMENVATTING

Voorliggend rapport is opgesteld naar aanleiding van een afstudeeronderzoek aan de Hogeschool Van Hall Larenstein naar de mogelijkheden die de Noordpolder, een polder in Noord Groningen, biedt voor innovatieve landbouw en gebiedsontwikkeling ten aanzien van verzilting. Verzilting is het zouter worden van de bodem, het grondwater en/of het oppervlaktewater. Door klimaatveranderingen, zeespiegelstijging en bodemdaling is de verwachting dat alleen al in Nederland ruim 125.000 hectare in de nabije toekomst steeds zilter wordt. Zout kan negatieve effecten hebben op de plant zelf, maar ook op bodemstructuur en bodemleven. De mate waarin schade optreedt is enerzijds afhankelijk van de hoogte van het zoutgehalte in het bodemvocht en oppervlaktewater en anderzijds van de zouttolerantie van de verschillende gewassen en natuurdoeltypen.

Landbouw en zoetwaterafhankelijke natuur zijn in gebieden met zout grondwater en/of zoute kwel vaak toch mogelijk door de aanwezigheid van regenwaterlenzen. Uit berekeningen is echter gebleken dat als het klimaat verandert volgens het KNMI W<sup>+</sup> scenario, met langere droge periodes en een gemiddelde temperatuurstijging van 2°C in 2050, het risico bestaat dat deze regenwaterlenzen erg dun worden of zelfs verdwijnen. Daarnaast komt door de verwachte effecten van klimaatverandering de externe zoetwateraanvoer steeds meer onder druk te staan.

Het grondwater in de Noordpolder is zout. Daarnaast vindt zoute kwel vanuit de Waddenzee plaats. Uit analyses blijkt dat in een aantal gebieden binnen de Noordpolder het risico bestaat dat de regenwaterlens zal verdwijnen, terwijl als gevolg van bodemdaling en zeespiegelstijging kwel vanuit het zoute grondwater en de Waddenzee zal toenemen.

Het huidige beleid van het waterschap is gericht op het bestrijden van verzilting van het oppervlaktewater door het zoetspoelen van de watergangen met water afkomstig uit het IJsselmeer. Diverse maatregelen kunnen ervoor zorgen dat de behoefte aan externe zoetwateraanvoer sterk wordt teruggedrongen. Het gaat hierbij zowel om maatregelen die met behulp van technische oplossingen een efficiënter beheer van het beschikbare zoete water bewerkstelligen, als om maatregelen die betrekking hebben op meer specifieke gewaskeuzes in relatie tot bodemgesteldheid en zoutsituatie. Daarnaast zijn maatregelen mogelijk die ingrijpen op alternatief grondgebruik, zoals het aanleggen van brakke natuurgebieden en zilte teelten. Uit referentieonderzoek is gebleken dat alternatief grondgebruik, o.a. door ontwikkeling van brakke natuur, goed mogelijk is. De teelt van gewassen in zilte gronden behoeft opschaling en vervolgonderzoek naar de effecten op langere termijn, zowel ten aanzien van de zouttolerantie van de gewassen als ten aanzien van de bodemprocessen.

De Noordpolder biedt perspectief voor alternatief grondgebruik en innovatieve (zilte) landbouw, waarmee wordt bijgedragen aan de beleidsdoelstellingen van de provincie Groningen en het Waterschap enerzijds, en kennisontwikkeling ten aanzien van de verziltingsproblematiek anderzijds.

In alle gevallen is het van groot belang dat de aandacht niet beperkt blijft tot het zoeken naar oplossingsrichtingen, maar ook uitgaat naar het creëren van maatschappelijke en bestuurlijke draagkracht. Een omslag in de manier van denken is noodzakelijk. Door het planologisch mogelijk te maken landbouw, natuur en recreatie gelijktijdig te ontwikkelen kan op een creatieve manier gezocht worden naar functiecombinaties die elkaar kunnen versterken. Ook is het noodzakelijk draagvlak te creëren bij de agrariërs in het gebied, zij vormen immers de economische basis.

# SUMMARY

The present report was prepared in response to a thesis research at Van Hall Larenstein to examine the possibilities in the Noordpolder, a polder in North Groningen, for innovative agriculture and regional development regarding salinity. Salinization is the increase of the salt content in soil, groundwater and/or surface water. Due to climate change, sea level rise and land subsidence it is expected that in the Netherlands alone more than 125,000 hectares in the near future are becoming increasingly salty. Salt can have negative effects on the plant itself, but also on soil structure and soil life. The extent to which damage occurs is partly dependent on the level of salinity in the soil moisture and surface water and partly on the salt tolerance of different crops and nature types.

In areas with saline groundwater and/or salty seepage the presence of rainwater lenses make it possible for agriculture and freshwater-dependent nature to exist. However, calculations showed that if the climate changes according to the KNMI W<sup>+</sup> scenario, with longer dry periods and an average temperature rise of 2°C in 2050, the risk occurs that the rainwater lenses become very thin and can even disappear. In addition, because of the expected effects of climate change, external freshwater supplies are increasingly under pressure.

The groundwater in the Noordpolder is salty. In addition, there is salty seepage from the Waddenzee. Analyses show that in a number of areas within the Noordpolder the risk occurs that rainwater lenses will disappear, while as a result of subsidence and sea level rise salty seepage from saline groundwater and from the Waddenzee will increase.

The current policy of the Water Board is aimed at combating salinity of surface water by the sweet flush of watercourses with water from the IJsselmeer. Various measures can ensure that the need for external fresh water supply is significantly reduced. It involves both measures that ensure efficient management of the available fresh water using technical solutions, as well as measures related to specific crop choices in relation to soil and salt situation. In addition, measures can be taken to intervene on alternative land uses, such as developing brackish natural areas and saltwater crops. Reference research has shown that alternative land uses, through development of brackish nature, is possible. The cultivation of crops in saline soils requires scale-up and follow-up studies on the effects on the longer term, both in respect of the salt tolerance of the plants and in relation to the soil processes.

The Noordpolder offers prospects for alternative land use and innovative (salty) agriculture, thereby contributing to the policy objectives of the province of Groningen and the Water Board on the one hand, and gaining knowledge with respect to the salinity problem on the other.

In all cases it is important that attention is not limited to the search for solutions, but also goes into creating social and administrative support. A change in mindset is necessary. By making it possible, with the aid of zoning, to develop agriculture, nature and recreation simultaneously, one can find a creative way to combinations of functions that can reinforce each other. It is also necessary to create support among the farmers in the area, they constitute the economic base.

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Voorwoord                                           | III |
| Samenvatting                                        | IV  |
| Summary                                             | V   |
| Inhoudsopgave                                       | VI  |
| <br>                                                |     |
| 1. Inleiding                                        | 9   |
| 1.1 Aanleiding                                      | 9   |
| 1.2 Probleemstelling                                | 9   |
| 1.3 Het plangebied                                  | 10  |
| 1.4 Doel en resultaat van het onderzoek             | 10  |
| 1.5 Onderzoeksvragen                                | 10  |
| 1.6 Afbakening                                      | 11  |
| 1.7 Methode van onderzoek                           | 11  |
| 1.8 Leeswijzer                                      | 11  |
| <br>                                                |     |
| 2. Verzilting                                       | 13  |
| 2.1 Externe verzilting                              | 13  |
| 2.2 Interne verzilting                              | 14  |
| 2.3 Regenwaterlenzen                                | 15  |
| <br>                                                |     |
| 3. Invloed van verzilting                           | 17  |
| 3.1 Bepalen van de zoutklasse                       | 17  |
| 3.2 Invloed van het zoutgehalte op planten en bodem | 18  |
| 3.3 Gevoeligheid van de natuur                      | 19  |
| 3.4 Gevoeligheid van landbouwgewassen               | 20  |
| <br>                                                |     |
| 4. De Noordpolder                                   | 23  |
| 4.1 Fysisch-geografische karakterisering            | 23  |
| 4.2 Grondgebruik en functies                        | 26  |
| 4.3 Huidig watersysteem en drainage                 | 28  |
| 4.4 Verziltingsrisico Noordpolder                   | 29  |
| 4.5 Beleid                                          | 30  |
| 4.5.1 Europees beleid                               | 30  |
| 4.5.2 Rijksbeleid                                   | 31  |
| 4.5.3 Regionaal beleid                              | 32  |
| 4.5.4 Provinciaal beleid                            | 32  |

|       |                                                       |    |
|-------|-------------------------------------------------------|----|
| 5.    | Referentiestudie                                      | 37 |
| 5.1   | Project De Zeeuwse Tong                               | 38 |
| 5.2   | Project Zilt Perspectief                              | 38 |
| 5.3   | Breebaartpolder                                       | 39 |
| 5.4   | Project Waterdunen                                    | 41 |
| 6.    | Maatregelen tegen verzilting                          | 43 |
| 6.1   | Huidige maatregelen                                   | 43 |
| 6.2   | Mitigerende (technische) maatregelen                  | 43 |
| 6.2.1 | Maatregelen gebruiker                                 | 43 |
| 6.2.2 | Maatregelen beheerder                                 | 46 |
| 6.2.3 | Gezamenlijk maatregelen gebruiker en beheerder        | 47 |
| 6.3   | Adaptieve maatregelen                                 | 47 |
| 6.3.1 | Zilte landbouw                                        | 47 |
| 6.3.2 | Zilte natuur                                          | 48 |
| 6.4   | Voor- en nadelen maatregelen                          | 48 |
| 7.    | Gebiedsontwikkeling in de Noordpolder                 | 53 |
| 8.    | Conclusies en aanbevelingen                           | 57 |
| 8.1   | Conclusie - antwoord op de hoofdvraag                 | 57 |
| 8.2   | Conclusies deelvragen                                 | 58 |
| 8.3   | Aanbevelingen                                         | 59 |
| 8.3.1 | Praktijkonderzoek langetermijneffecten                | 59 |
| 8.3.2 | Draagvlak creëren                                     | 60 |
|       | Verklarende woordenlijst                              | 61 |
|       | Literatuurlijst                                       | 62 |
|       | Bijlagen                                              | 65 |
| I     | Tabellen chlorideranges en gevoeligheid van de natuur | 66 |
| II    | Bodemkaart Noordpolder                                | 68 |
| III   | Referentiestudie                                      | 69 |
| III-1 | Project De Zeeuwse Tong                               | 69 |
| III-2 | Project Zilt Perspectief                              | 71 |
| III-3 | Polder Breebaart                                      | 73 |
| III-4 | Project Waterdunen                                    | 75 |



# HOOFDSTUK 1

## INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Mondiaal neemt de verzilting in hoog tempo toe. Verzilting, het zouter worden van de bodem, het oppervlaktewater en het ondiepe grondwater, wordt met name veroorzaakt door klimaatveranderingen, zeespiegelstijging en bodemdaling. Maar ook menselijke factoren, zoals onjuiste irrigatiemethoden, kunnen bijdragen aan verzilting. Verzilting heeft o.a. verminderde bodemvruchtbaarheid en verdichting tot gevolg. Doordat de bodem zouter wordt, zijn er steeds minder gewassen die hiertegen bestand zijn. Wereldwijd zijn grote gebieden al onbruikbaar geworden voor landbouw. Zoals in figuur 1.1 is weergegeven vormt verzilting ook in Nederland, met name in de kustgebieden, meer en meer een probleem. De verwachting is dat ruim 125.000 hectare in Nederland in de nabije toekomst steeds zilter wordt. <sup>[10, 33]</sup>

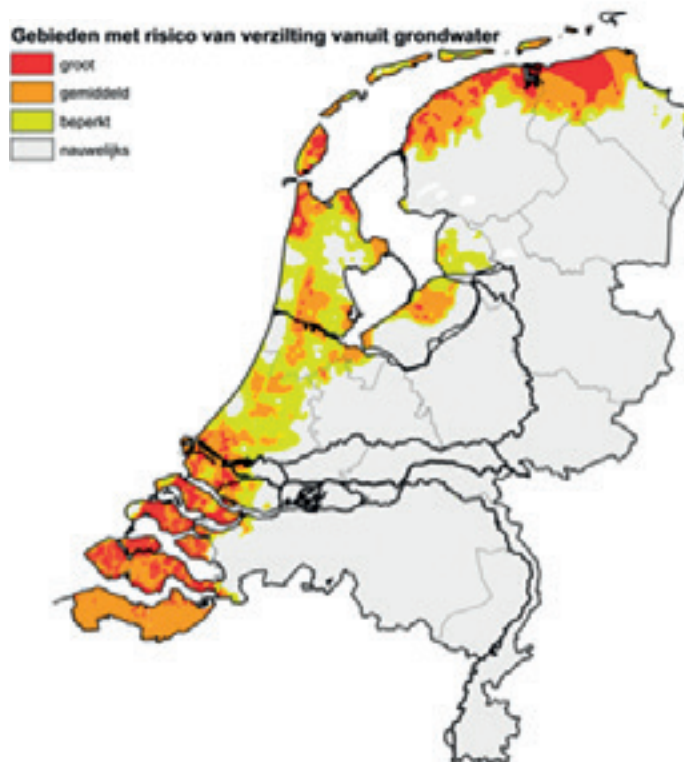


Fig. 1.1 Verziltingsrisico in Nederland. Bron: deltares, 2014

### 1.2 Probleemstelling

Op dit moment worden nog veel landbouwgebieden, met name de lager gelegen polders, doorgepoeld met zoetwater om verzilting tegen te gaan. Als gevolg van klimaatveranderingen wordt zoetwater echter steeds schaarser. Door de langere droge periodes wordt minder zoet water aangevoerd door de rivieren. Daarnaast neemt het opwellen van brak kwelwater toe door zeespiegelstijging en bodemdaling. Hierdoor zijn grote hoeveelheden extra zoetwater nodig om sloten door te spoelen en de kwaliteit van het oppervlaktewater op peil te houden. Met het toenemen van de bevolking en industrie neemt ook van deze zijde de vraag naar zoetwater steeds meer toe. Op termijn is zoetwaterschaarste en zelfs een tekort te verwachten. <sup>[23]</sup> Het is daarom van belang dat er onderzoek gedaan wordt naar (alternatief) grondgebruik en eventuele maatregelen die genomen kunnen worden om de zoetwatervraag terug te dringen.

### 1.3 Het plangebied

Dit onderzoek richt zich op de mogelijkheden voor alternatief grondgebruik enerzijds en innovatieve landbouw, al dan niet met behulp van technische maatregelen, anderzijds ten aanzien van verzilting in de Noordpolder. De Noordpolder ligt in de provincie Groningen en beslaat ruim 2000 hectare (fig. 1.2). Het voormalige kweldergebied is in 1811 met de aanleg van de Noorderdijk ingepolderd en is een van de grootste waddenpolders. Het huidige grondgebruik is hoofdzakelijk landbouw.<sup>[46]</sup>

In Zeeland lopen al een aantal projecten waar wordt geëxperimenteerd met zilte teelt en/of zilte natuurontwikkeling. Ook langs de westelijke rand van Nederland zijn reeds een aantal gebieden in onderzoek. In Noord-Groningen zijn nog weinig initiatieven ontwikkeld, reden waarom voor dit deel van het land gekozen is. De keuze voor de Noordpolder komt voort uit het feit dat dit een gebied is dat door (zomer)dijken wordt omzoomd en zodoende kan functioneren als zelfstandige eenheid. Daarnaast is deze polder voldoende groot om diverse toepassingsmogelijkheden te onderzoeken.



Fig. 1.2 Noordpolder Groningen. Bron: topomania.net

### 1.4 Doel en resultaat van het onderzoek

Doel van het onderzoek is om na te gaan of er in de Noordpolder mogelijkheden zijn het gebied op een zodanige manier in te richten dat de afhankelijkheid van externe zoetwateraanvoer wordt teruggedrongen, waardoor een toekomstbestendige Noordpolder ontstaat.

Het voorliggende rapport biedt handvatten voor het ontwikkelen van beleid aan de provincie Groningen en het Waterschap Noorderzijlvest. In de Herziene Ontwerp Omgevingsvisie 2016-2020<sup>[21]</sup> zijn door de Provincie Groningen speerpunten per gebied benoemd. De speerpunten voor het gebied waarvan de Noordpolder deel uitmaakt zijn o.a. het herstellen van zout-zoutovergangen, ruimte voor innovatieve landbouw, meer gesloten ketens en het versterken van recreatieve ontwikkelingen. De conclusies en aanbevelingen uit dit rapport leveren een bijdrage aan het realiseren van deze speerpunten.

Voor het Waterschap dragen de adviezen uit dit rapport bij aan het realiseren van hun doelstelling het watersysteem zoveel mogelijk natuurlijk te laten functioneren waarbij het systeem klimaatbestendig, veerkrachtig en gezond is.<sup>[30]</sup> Voor de boeren in het onderzoeksgebied dient dit rapport als inspiratiebron ten aanzien van mogelijkheden voor landbouw in een verziltende omgeving.

### 1.5 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag die leidend is voor het onderzoek luidt:

“Welke mogelijkheden biedt de Noordpolder voor innovatieve landbouw en gebiedsontwikkeling ten aanzien van verzilting”

Om een antwoord te vinden op de hoofdvraag zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

- I Wat is verzilting, hoe wordt het veroorzaakt
- II Wat is de invloed van verzilting op landbouw en natuur
- III Welke projecten elders in Nederland kunnen dienen als referentiekader voor ontwikkelingen in de Noordpolder
- IV Welke verziltingsproblematiek speelt er in de Noordpolder
- V Wat zijn gegeven de context geschikte alternatieven voor grondgebruik in de Noordpolder

## 1.6 Afbakening

De resultaten van het onderzoek zijn bedoeld als handvat en inspiratiebron, waarbij de focus ligt op het terugdringen van de afhankelijkheid van externe zoetwateraanvoer. De financiële haalbaarheid wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

## 1.7 Methode van onderzoek

Op basis van literatuurstudie wordt antwoord gezocht op de deelvragen. Allereerst wordt onderzocht wat het verziltingsproces precies inhoudt en wat de gevolgen hiervan zijn voor landbouw en natuur. Het is van belang dit proces goed te doorgronden voordat er een advies voor alternatief grondgebruik gegeven kan worden. Daarnaast wordt er op basis van beschikbare literatuur een referentiestudie verricht. In deze studie worden vier projecten onderzocht die reeds op een ander manier omgaan met de verzilting in Nederland. De ervaringen die bij deze projecten zijn opgedaan dragen bij aan het maken van onderbouwde keuzes. De keuze voor de projecten is gebaseerd op toepassingsmogelijkheden binnen het onderzoeksgebied. Vervolgens wordt onderzocht welk verziltingsproces binnen het onderzoeksgebied speelt en welke alternatieve maatregelen geschikt zijn om toe te passen binnen de Noordpolder. Op basis van de aldus verkregen informatie worden conclusies getrokken die een antwoord geven op de hoofdvraag en leiden tot een advies aan Provincie, Waterschap en boeren in de Noordpolder.

## 1.8 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beschreven wat verzilting inhoudt en waardoor het veroorzaakt wordt. Hoofdstuk 3 gaat in op de invloed van verzilting op planten en bodem. Ook wordt in dit hoofdstuk de gevoeligheid voor verzilting van natuur en landbouwgewassen onderzocht. Hoofdstuk 4 beschrijft de fysisch-geografische kenmerken, het huidige grondgebruik en watersysteem en het verziltingsrisico binnen de Noordpolder. Daarnaast wordt ingegaan op het vigerende beleid. In hoofdstuk 5 zijn de resultaten samengevat van een literatuurstudie naar vier referentieprojecten, de uitgebreide omschrijving van de resultaten is als bijlage III bij dit rapport gevoegd. In hoofdstuk 6 worden maatregelen onderzocht die de vraag naar externe zoetwateraanvoer terug kunnen dringen. Dit betreft zowel mitigerende als adaptieve maatregelen. In hoofdstuk 7 wordt een korte omschrijving gegeven van mogelijk alternatief grondgebruik in de Noordpolder. Tot slot worden in hoofdstuk 8 conclusies getrokken en wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag. Ook worden in dit hoofdstuk aanbevelingen voor nader onderzoek gedaan, voortkomend uit de resultaten van voorliggend onderzoek. Het rapport wordt afgesloten met een verklarende woordenlijst en een literatuurlijst. In de tekst wordt door middel van cijfers tussen <sup>[1]</sup> naar de bronnen in de literatuurlijst verwezen.

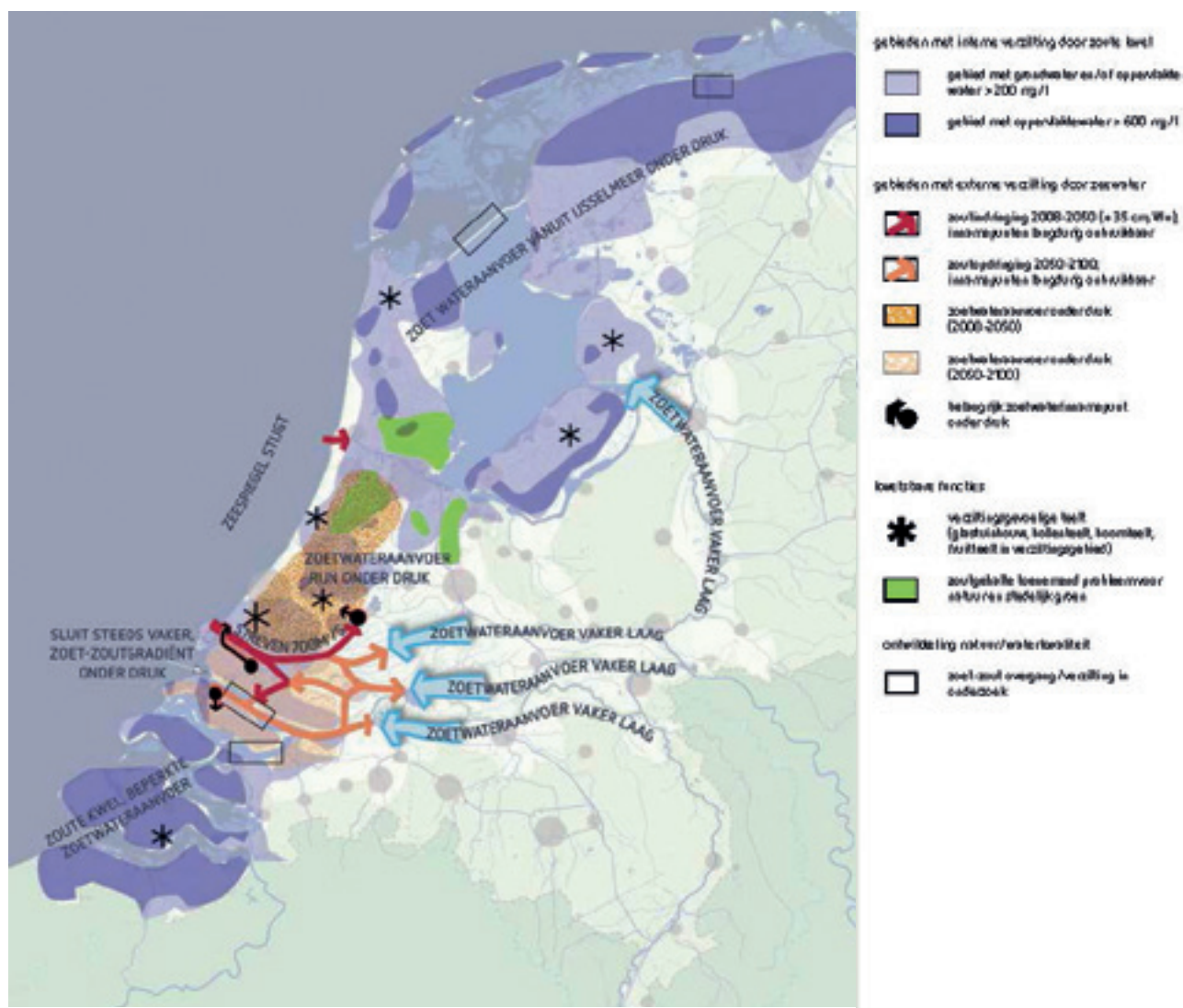


Fig. 2.1 Door een lagere zoetwaterafvoer in combinatie met een hogere zeespiegel stroomt zeewater steeds verder de rivieren binnen.

Bron: Nationaal Waterplan 2009-2015 kaartenatlas - kaartnr. 11

# HOOFDSTUK 2

## VERZILTING

Verziltting is een proces waarbij het zoutgehalte in de bodem, het ondiepe grondwater en/of het oppervlaktewater geleidelijk aan toeneemt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen interne en externe verziltting. De mate van verziltting is o.a. afhankelijk van de aanwezigheid van regenwaterlenzen<sup>[33]</sup>. In dit hoofdstuk worden deze begrippen nader toegelicht.

### 2.1 Externe verziltting

De klimaatscenario's van het KNMI laten een beeld zien van hogere temperaturen, een sneller stijgende zeespiegel, nattere winters, heviger buien en kans op drogere zomers. Het meest extreme KNMI-scenario W<sup>+</sup> gaat uit van een temperatuurstijging op aarde van 2°C in 2050 ten opzichte van 1990 (fig. 2.2).<sup>[39]</sup>

Als gevolg van de klimaatveranderingen zal tijdens drogere zomers de wateraanvoer vanuit de Rijn en de Maas onder druk komen te staan. De waterafvoer naar zee is dan laag, terwijl door zeespiegelstijging het zeewater hoger staat. Doordat zout water zwaarder is dan zoet water, krijgt het zeewater de kans verder de rivieren binnen te dringen in de vorm van een zouttong (fig 2.3). In droge jaren kan deze zouttong de inlaatpunten voor zoet water bereiken. Bij extreme droogte is het met name voor de stabiliteit van waterkeringen soms noodzakelijk water met een hoger zoutgehalte in te laten, met verziltting van het oppervlaktewater tot gevolg.<sup>[47]</sup>

Uit een modelstudie door Schipper et al. (2014)<sup>[24]</sup> is gebleken dat als bij het inlaatpunt bij Gouda water wordt ingelaten met een chloridegehalte van 200 mg Cl/l in plaats van 150 mg Cl/l (zie paragraaf 3.1), er alleen al in de regio Rijnmond een landbouwschade optreedt van ca. 25 miljoen euro.

In figuur 2.1 is weergegeven wat de effecten kunnen zijn op de zoetwateraanvoer als gevolg van klimaatverandering en zeespiegelstijging, waarbij uitgegaan is van het KNMI-scenario W<sup>+</sup>.

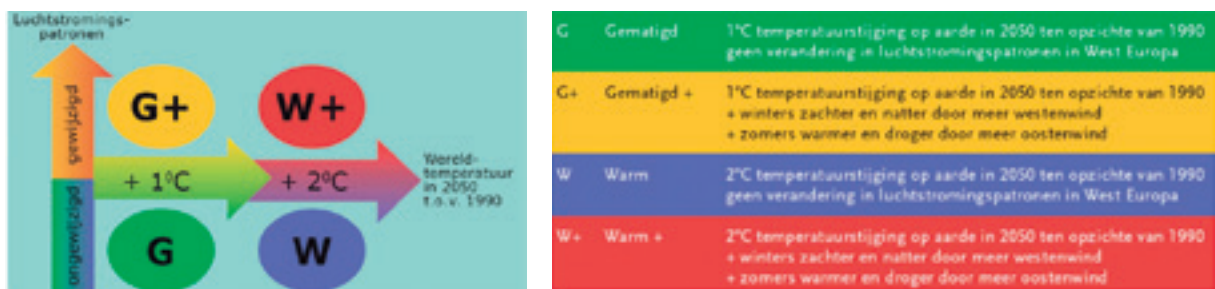


Fig. 2.2 KNMI klimaatscenario's. Bron: KNMI

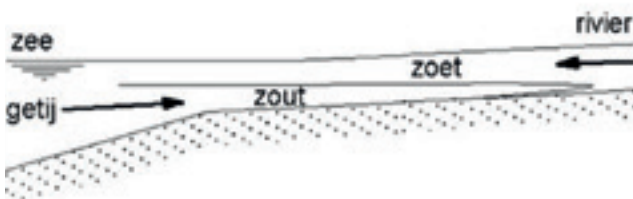


Fig. 2.3 Bij externe verziltting dringt zoutwater ons watersysteem binnen in de vorm van een zouttong. Bron: Helpdeskwater.nl

## 2.2 Interne verzilting

Bij interne verzilting stroomt brak tot zout grondwater omhoog door kwel. Wanneer de invloed van deze zoute kwel niet wordt gecompenseerd door de aanvoer van regenwater of zoet oppervlaktewater, leidt dit tot verzilting van het oppervlaktewater, het ondiepe grondwater en soms de wortelzone en spreken we van interne verzilting.<sup>[19]</sup>

### Zout grondwater

De grootste interne verzilting komt voor langs de kustgebieden van Nederland. Het grondwater is hier op veel plaatsen brak tot zout. De oorzaak hiervan ligt in het verleden. Tijdens de Holocene transgressies stroomde zout zeewater regelmatig de laaggelegen delen van Nederland binnen. Het aanwezige, geïnfiltreerde, regenwater in de diepe ondergrond werd verdrongen door het zoute zeewater. In de zuidwestelijke delta en langs de noordkust zijn deze transgressies nog doorgegaan tot ca. 800 na Chr.<sup>[33]</sup> In fig. 2.4 is goed te zien dat de ondiepe aanwezigheid van zout grondwater nauw samenhangt met deze transgressies.



Fig. 2.4a

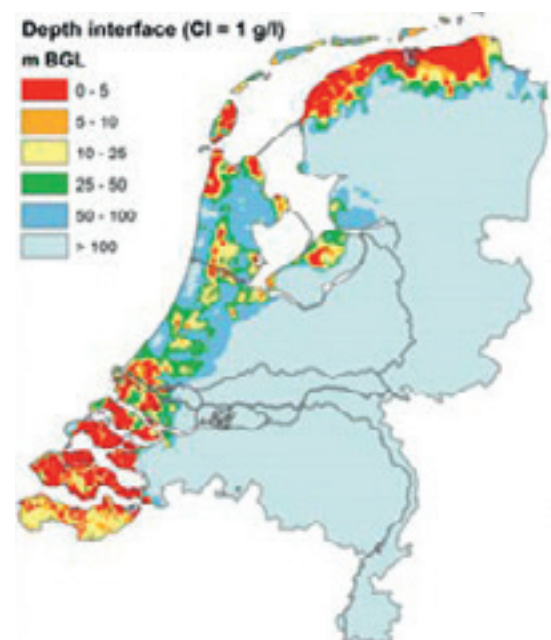


Fig. 2.4b

Fig. 2.4a Transgressies gingen door tot ca. 800 na Chr.

Fig. 2.4b Diepte waarop zich de grens bevindt tussen zoet (<1000 mg Cl/L) en zout water (>1000 mg Cl/L). Rood geeft aan dat het grensvlak zich aan het maaiveld bevindt en het grondwater dus zout is, grijs geeft aan dat het grensvlak zich op een diepte ver onder maaiveld bevindt.

Bron: deltaproof.stowa.nl

## Kwel

Bij kwel komt het zoute grondwater door opwaartse stroming naar het oppervlak. Als gevolg van bodemdaling door ontwatering en inklinking wordt deze kweldruk versterkt. Daarnaast kwelt er door het hoogteverschil tussen zeespiegel en polders zeewater onder de dijken en duinen door. Met een toenemende zeespiegelstijging en bodemdaling, neemt ook de kweldruk toe. In fig. 2.5 zijn beide kwel-situaties schematisch weergegeven.

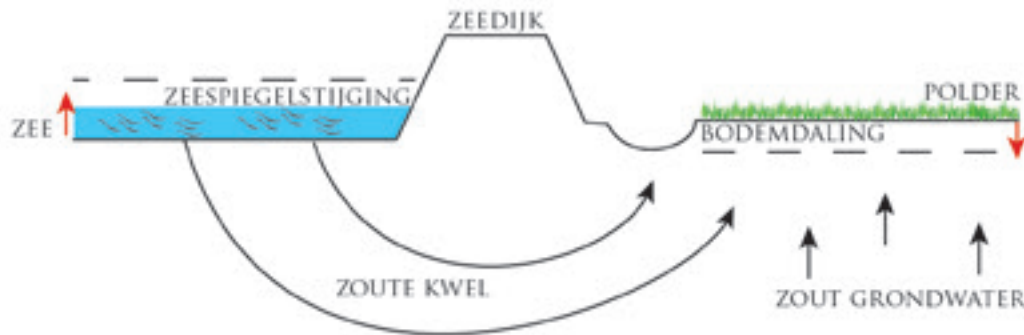


Fig. 2.5 Interne verzilting door zoute kwel

## 2.3 Regenwaterlenzen

Regenwaterlenzen ontwikkelen zich in gebieden waar zoute kwel optreedt. De opwaartse stroming van het zoute water belemmert regenwater te infiltreren in de ondergrond; het zoete regenwater ‘drijft’ op het zoute water. Deze regenwaterlenzen voorkomen dat zout kwelwater de wortelzone bereikt via capillaire opstijging, waardoor landbouw vaak toch mogelijk is.<sup>[33]</sup> In fig. 2.6 (pag.18) is de werking van regenwaterlenzen schematisch weergegeven. In deze figuur is tevens te zien dat de sloten in gebieden met zoute kwel meestal brak water bevatten. Doordat de deklaag onder de sloten dun of zwak is komt het zoute water als kwel in de sloten terecht. In veel landbouwgebieden worden de sloten gedurende de drogere zomermaanden doorgespoeld met zoet water om de kwaliteit van het oppervlaktewater te waarborgen en zodoende het slootwater geschikt te maken voor beregening en veedrenking.

Veldonderzoek door De Louw (2013)<sup>[14]</sup> heeft aangetoond dat regenwaterlenzen in zoute kwelgebieden erg dun zijn (minder dan 2 meter) en zoet grondwater in veel gevallen ontbreekt. De ondiepe ligging van de regenwaterlenzen maakt ze erg kwetsbaar voor klimaatverandering. Drogere zomers zullen leiden tot nog dunnere lenzen met verzilting tot gevolg. Uit onderzoek door Van Staveren et al. (2012)<sup>[25]</sup> blijkt dat er in een normaal jaar in lichte zavelbodems en zavel/kleibodems geen risico is gevonden voor het verdwijnen van de regenwaterlens. In een droog jaar, zoals 2003, is een toename boven het maximaal toelaatbare chloridegehalte in de wortelzone gevonden voor bodems met (lichte) zavel en lichte klei. Als het klimaat verandert volgens het KNMI scenario W<sup>+</sup> voor 2050, volgt uit berekeningen dat in zavelgronden voor de meeste gewassen in een gemiddeld jaar er een risico is dat de wortelzone vanuit het grondwater wordt verzilt tot meer dan 2000 mg Cl/l.

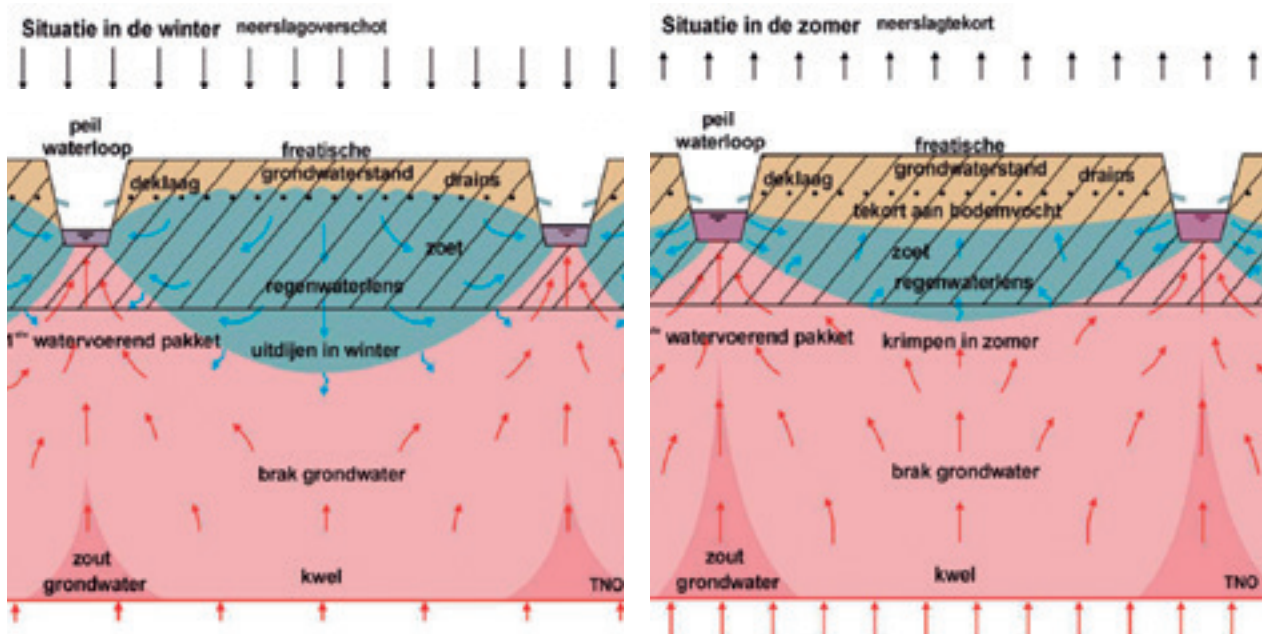


Fig. 2.6 Schematische weergave van de seizoensdynamiek in een regenwaterlens in een gebied met zoute kwel. Bron: Alterra-rapport 2161, p. 13

## Conclusie

Verzilting is het zouter worden van de bodem, het grondwater en/of het oppervlaktewater. Externe verzilting wordt veroorzaakt door het binnendringen van zeewater in ons watersysteem, met het zouter worden van het oppervlaktewater tot gevolg. Interne verzilting wordt veroorzaakt door kwel van zout grondwater en/of zeewater. Regenwaterlenzen voorkomen dat het zoute kwelwater via capillaire opstijging de wortelzone bereikt. Als gevolg van drogere zomers kunnen deze lenzen dunner worden of zelfs verdwijnen.

# HOOFDSTUK 3

## INVLOED VAN VERZILTING

Verziltting kan schade toebrengen aan landbouw en natuur. De mate waarin dat gebeurt is onder meer afhankelijk van de hoogte van het zoutgehalte in het bodemvocht en het oppervlaktewater. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het bepalen van het zoutgehalte en de invloed die het zoutgehalte heeft op planten en bodem. Ook wordt de gevoeligheid voor verziltting van natuur en landbouw onderzocht.

### 3.1 Bepalen van de zoutklasse<sup>[17, 26]</sup>

Zoutgehalten van bodems en oppervlaktewater worden gemeten aan de hand van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV of EC, uitgedrukt in dS/m). Naarmate er meer ionen aanwezig zijn, wordt de geleidbaarheid hoger. De geleidbaarheid zegt echter niets over de soort ionen die aanwezig zijn. In Nederland is het gebruikelijk het risico op zoutschade te bepalen aan de hand van de aanwezige chloride-ionen (mg Cl/l). Om het chloridegehalte te kunnen bepalen wordt een omrekenfactor gehanteerd van EGV/EC naar chloride ( $Cl = 151EC^{1,31}$ ). Als het water hoofdzakelijk uit natriumchloride zou bestaan - zoals meestal het geval is bij zeewater - zou de omrekening eenvoudig zijn, omdat de concentratie chloride in dit geval groter is dan de concentratie van alle overige ionen samen. Aangezien in bijvoorbeeld grondwater, rivieren en meren niet alleen natriumchloride maar ook andere zouten aanwezig zijn door interacties tussen water en sediment, is genoemde omrekenfactor empirisch bepaald. Figuur 3.1 geeft de indeling in zoutklassen weer op basis van het chloridegehalte. De bijbehorende EC-waarden zijn berekend aan de hand van de omrekenfactor.

| Zoutklasse             | Chlorideconcentratie<br>mg/l | Elektrische geleidbaarheid<br>(EC) dS/m |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|
| Zeewater               | 18.000                       | 37,8                                    |
| Zout                   | > 10.000                     | > 24,2                                  |
| Brak - zout            | 5.000 - 10.000               | 14,3 - 24,2                             |
| Brak                   | 1.000 - 5.000                | 4,2 - 14,3                              |
| Licht brak / zwak brak | 300 - 1.000                  | 1,7 - 4,2                               |
| Zoet                   | 150 - 300                    | 1 - 1,7                                 |
| Zeer zoet              | < 150                        | < 1                                     |

Fig. 3.1 Indeling in zoutklassen op basis van het chloridegehalte en de elektrische geleidbaarheid. Bron chloridegehalte: Wikipedia

### 3.2 Invloed van het zoutgehalte op planten en bodem<sup>[5, 34]</sup>

Bij de meeste gewassen is het buitensluiten van zout de voornaamste strategie om schade te beperken. De aanvoer van zout water wordt dan ook schadelijker naarmate die langer duurt. Buitensluiten van zout wordt steeds moeilijker doordat de ionen zich ophopen in het wortelmilieu. Toxiciteit is dan het grootste probleem; de plant wordt vergiftigd. Het gaat hierbij om de concentraties van specifieke ionen, zoals natrium ( $\text{Na}^+$ ) en chloride ( $\text{Cl}^-$ ). In figuur 3.3 is een voorbeeld weergegeven van de ontwikkeling van gerst, waaruit blijkt dat vooral  $\text{Na}^+$  een sterk negatieve invloed heeft op de ontwikkeling van de plant.

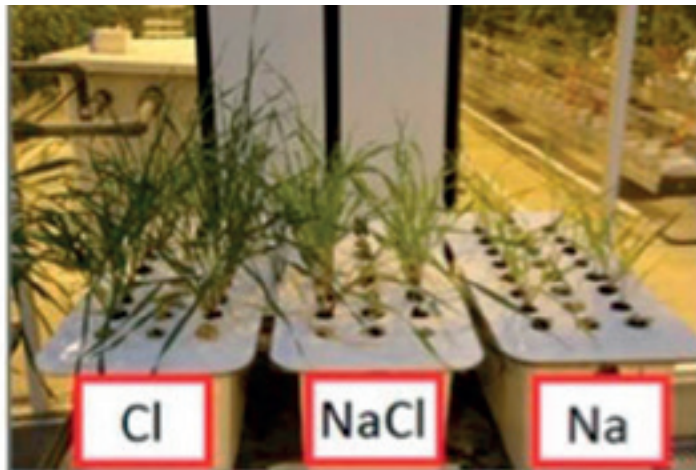


Fig. 3.3 Momentopname van de gewasontwikkeling bij drie behandelingen met eenzelfde zoutniveau maar afwezigheid van mogelijk giftig natrium (behandeling Cl) of chloride (behandeling Na), of als het zout bijna volledig bepaald wordt door keukenzout ( $\text{NaCl}$ )  
Bron: deltaproof.nl

Bij zoutpieken moet een plant zich eerst aanpassen aan het osmotisch potentiaal door osmoregulatie: met door de plant zelf aangemaakte moleculen of opgenomen ionen kan de totale concentratie in het celsap verhoogd worden, en daarmee het osmotische potentiaal worden verlaagd. Zolang dat niet gebeurt zal het water, door de lagere zoutconcentratie in de cel, de cel verlaten en treedt watergebrek op. De groei wordt dan sterk vertraagd of de plant kan uitdrogen. Fig. 3.4 geeft schematisch de osmotische druk weer die wordt veroorzaakt door de verschillende zoutconcentraties.

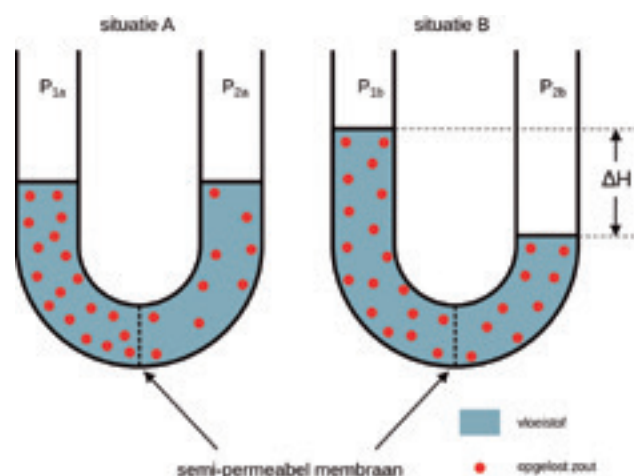


Fig. 3.4 Werking van de osmotische druk. In sitatie A heeft de rechterhelft minder opgelost zout in het water en is dus zoeter dan de linkerhelft. Sitatie B geeft het gevolg daarvan weer: Het water verplaatst zich naar het zoutere deel, waardoor er uiteindelijk een gelijke zoutconcentratie zal ontstaan. Het zoutere water onttrekt dus zoet water aan de plant. Bron: Wikipedia/Osmotische druk

Zoute en brakke wateren bevatten naast natriumchloride ook hoge sulfaatconcentraties. Sulfaat kan grote problemen veroorzaken door o.a. fosfaatmobilisatie, sulfidetoxiciteit en het risico op verzuring bij droogval<sup>[19]</sup>. Bij fosfaatmobilisatie treedt eutrofiëring op; sulfaat en het aanwezige ijzer worden gereduceerd waarbij fosfaat en stikstof vrijkomen. Sulfidetoxiciteit ontstaat door de vorming van (giftig) sulfide als alle ijzer in de bodem wordt uitgeput door pyrietvorming. De oxidatie van pyriet kan in zwakgebufferde milieus leiden tot verzuring.<sup>[6]</sup>

Teveel natrium ( $\text{Na}^+$ ) kan behalve op de plant zelf ook op de bodem een nadelig effect hebben. Dit is vooral bij kleigronden het geval. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ionen worden uitgewisseld tegen natrium (fig. 3.5).  $\text{Na}^+$  is beweeglijker en heeft een kleinere elektrische lading dan  $\text{Ca}^{2+}$  of  $\text{Mg}^{2+}$  waardoor de bodem verdicht als gevolg van zwel- en krimpverschijnselen. Hierdoor verminderen de doorlatendheid en het bergingsvermogen van de grond en daardoor de waterbeschikbaarheid.<sup>[45]</sup>

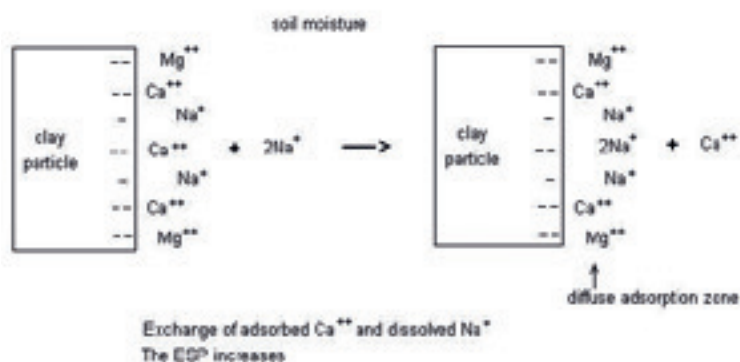


Fig. 3.5 Schematische weergave van het uitwisselingsproces tussen ionen van het kleimineraal en die in het bodemvocht. Bron: Wikipedia/Alkaligrond

### 3.3 Gevoeligheid van de natuur

Er zijn niet veel gegevens over de zouttolerantie van de levensgemeenschappen beschikbaar. Door Paulissen et al. (2007)<sup>[18]</sup> is een studie uitgevoerd met als doel chloridenormen per natuurdoeltype vast te stellen. Hierbij is uitgegaan van beschikbare chlorideranges van de verschillende soorten. Vervolgens zijn op basis van gegevens over het voorkomen van de verschillende soorten binnen de natuurdoeltypen de gemiddelde chlorideconcentraties per natuurdoeltype berekend. De resultaten van deze studie zijn samengevat in tabellen. Deze tabellen zijn als bijlage I opgenomen in dit rapport.

In de studie zijn 53 natuurdoeltypen gedefinieerd. Uit de tabellen blijkt dat, met uitzondering van zeven natuurdoeltypen uit voornamelijk brakke milieus, de gemiddelde chlorideconcentratie voor het grootste deel van de natuurdoeltypen in Nederland in het zeer zoete bereik ( $<150 \text{ mg Cl/l}$ ) valt.

Uit de chloridenorm, de grenswaarde van de chlorideconcentraties, blijkt dat veel zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen wel in staat zijn tot enige aanpassing aan verhoogde zoutconcentraties in hun milieu. Op drie uitzonderingen na ('binnendijks zilt grasland', 'kwelder, slufte en groen strand', 'brak getijdenwater') ligt de chloridenorm in het licht brakke bereik of lager ( $<1000 \text{ mg Cl/l}$ ).

In deze studie is tevens de gevoeligheid van natuurdoeltypen voor verzilting geanalyseerd. Een lage gevoeligheid voor verzilting betekent niet automatisch dat de hersteltijd na het optreden van zoutschade door extreme piekbelasting kort is. Deze piekbelasting kan optreden door de inlaat van verzilt water in ons watersysteem. Hoewel aquatische natuurdoeltypen vooral voorkomen bij relatief hoge gemiddelde en maximum chlorideconcentraties lijken juist deze doeltypen gevoelig voor externe verzilting. Weinig gevoelige natuurdoeltypen als 'binnendijks zilt grasland' en 'akker van basenrijke gronden' hebben soms lange hersteltijden nodig na piekbelasting.

Bosdoeltypen verschillen sterk in gevoeligheid voor verzilting, ondanks dat voor alle bosdoeltypen relatief lage chloridegemiddelden en normen gelden. Deze verschillen zijn te verklaren door de grote verschillen in zouttolerantie tussen boomsoorten.

Zoals hierboven is aangegeven zijn de chlorideranges vastgesteld op basis van de verschillende soorten binnen de levensgemeenschappen. Kennis over de feitelijke gevoeligheid van de levensgemeenschappen als geheel ontbreekt nog grotendeels. Onderzoek naar de gevoeligheid voor zout in de diverse ontwikkelingsstadia en seizoenen is gewenst, evenals onderbouwing en waar nodig herziening van bestaande chloridenormen voor de diverse natuurtypen.<sup>[19]</sup>



*Fig. 3.6 Binnendijs zilt grasland. Zilte graslanden komen voor in polders met zout grondwater of zoute kwel. Bron: ecopedia.be*

### 3.4 Gevoeligheid van landbouwgewassen

De schade die landbouwgewassen ondervinden van verzilting wordt hoofdzakelijk bepaald door de afname van de gewichtsopbrengst. In het algemeen zorgen het neerslagoverschot en de goed gedraineerde gronden voor voldoende doorspoeling en hopen zouten zich niet op. Voor de meeste gewassen is beregening met zout water momenteel de belangrijkste bron van zoutschade.<sup>[34]</sup> Daarnaast kan ook visuele schade bij bijvoorbeeld boomkwekerijen meespelen. Door beregening met zout water kan schade aan het blad ontstaan waardoor het product (de boom) onverkoopbaar wordt.

Bij een aantal gewassen verandert de zouttolerantie tijdens de ontwikkeling van de plant. Suikerbieten zijn bijvoorbeeld tijdens het grootste deel van de levenscyclus zouttolerant, maar erg gevoelig tijdens de kieming. Door een positief (osmotisch) effect neemt bij verzilting het suikergehalte van suikerbieten toe. Bij bijvoorbeeld tomaat, tarwe en gerst neemt de zouttolerantie juist af na kieming.<sup>[5]</sup>

Recent veldonderzoek door o.a. Stuyt et al. (2014)<sup>[27]</sup> en Vos et al. (2015)<sup>[29]</sup> toont aan dat de zouttolerantie van veel gewassen (o.a. aardappel, gras) groter is dan tot nu toe werd aangenomen. Wel zijn er (grote) verschillen tussen de verschillende rassen waar te nemen. De huidige zouttolerantietabellen zijn veelal gebaseerd op buitenlands onderzoek uit de jaren 50 van de vorige eeuw en zijn niet altijd één op één toepasbaar op het Nederlandse klimaat. Verder veldonderzoek onder Nederlandse klimatologische omstandigheden is noodzakelijk om de juiste zouttolerantie te kunnen vaststellen. De berekende zoutschade - ten gevolge van het chloridegehalte van het oppervlaktewater - kan bij beregende gewassen bij een grotere zouttolerantie aanzienlijk afnemen.

| Zoutgevoeligheidsklasse | Zoutschadedrempel            |                                            | Zoutschadegevoeligheid<br>(opbrengstdaling (%) bij toename<br>chloridegehalte met 100 mg/l) |
|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Chloridegehalte<br>(mg Cl/l) | Elektrisch<br>geleidingsvermogen<br>(dS/m) |                                                                                             |
| Gevoelig                | 300                          | 1,69                                       | 8                                                                                           |
| Matig gevoelig          | 600                          | 2,87                                       | 4                                                                                           |
| Matig tolerant          | 1200                         | 4,87                                       | 2                                                                                           |
| Tolerant                | 2400                         | 8,26                                       | 1                                                                                           |

Fig. 3.7 Zoutgevoeligheidsklasse landbouwgewassen, uitgedrukt in chloridegehalte en elektrisch geleidingsvermogen. Bij een toename in tolerantie is een duidelijke afname te zien van de zoutschadegevoeligheid. Bron: Alterra-rapport 2439, p. 18

In figuur 3.7 is een indeling in zoutgevoeligheidsklasse van landbouwgewassen weergegeven. Ook de gevoeligheid voor zoutschade in relatie tot een toename van het chloridegehalte is hierin opgenomen.

### Zouttolerante gewassen

Bepaalde gewassen zijn van nature zouttolerant. Zouttolerante gewassen zijn normale landbouwgewassen die ook in zilte omstandigheden een goede productie kunnen leveren. Hierbij moet gedacht worden aan soorten als spelt, biet en quinoa. Ook gewassen als groene asperge en selderij hebben een hoge zouttolerantie. Tolerante soorten kunnen nog een normale opbrengst hebben bij een zoutgehalte van 5.000 tot 10.000 mg Cl/l. Bij een hoger zoutgehalte neemt de opbrengst iets af.<sup>[8]</sup>

### Zoutminnende gewassen

Zoutminnende gewassen, ook wel halofyten genoemd, zijn planten die aangepast zijn aan een zoute omgeving. Voorbeelden van halofyten zijn zeekraal en lamsoren (zeeaster). Er bestaan verschillende manieren waarop een halofyt aangepast is aan zijn zoute omgeving. Er zijn bijvoorbeeld halofyten die zout nodig hebben om te overleven, zoals zeekraal. Andere halofyten, zoals lamsoren, kunnen ook in zoet water leven maar hebben zout nodig voor de typische zilte smaak.<sup>[8]</sup>

## Conclusie

De mate van verzilting wordt gemeten aan de hand van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV of EC). In Nederland wordt het risico op zoutschade bepaald aan de hand van de aanwezige chlorideconcentratie (mg Cl/l). De chlorideconcentratie is een afgeleide van het elektrisch geleidingsvermogen.

Zout in de wortelzone kan op verschillende manieren schade veroorzaken: vergiftiging als gevolg van het ophopen van ionen in de wortelzone en droogteschade als gevolg van verschil in osmotisch potentiaal. De sulfaatconcentraties in zout water veroorzaken o.a. fosfaatmobilisatie en sulfidetoxiciteit. Hoewel het zoutgehalte wordt bepaald door de aanwezige chlorideconcentratie, blijkt uit de proefopstelling in figuur 3.3 dat vooral natrium een negatieve invloed heeft op de groeiontwikkeling van de plant. Daarnaast veroorzaakt teveel natrium, vooral bij kleigronden, bodemverdichting als gevolg van zwel- en krimpverschijnselen.

Aquatische natuurdoeltypen met een hoge chloridetolerantie lijken extra gevoelig voor verhoging van het chloridegehalte; bij landbouwgewassen neemt de gevoeligheid bij een toenemende tolerantie juist af. Om de zouttolerantie van zowel natuurdoeltypen als landbouwgewassen onder Nederlandse klimatologische omstandigheden vast te kunnen stellen is nader onderzoek noodzakelijk.



# HOOFDSTUK 4

## DE NOORDPOLDER

Dit hoofdstuk gaat in op de fysisch-geografische kenmerken en het huidige grondgebruik en functies binnen de Noordpolder. Ook het huidige watersysteem en het verziltingsrisico worden onderzocht. Daarnaast is het voor gebiedsontwikkeling van belang inzicht te hebben in het vigerende beleid en de beleidsdoelstellingen van dat gebied. Deze punten worden eveneens in dit hoofdstuk onderzocht.



Fig. 4.1 De Noordpolder

Bron: topkaart 1:25.000

### 4.1 Fysisch-geografische karakterisering

De Noordpolder ligt in de provincie Groningen en is één van de meest noordelijk gelegen polders van Nederland. Met de aanleg van de Noorderdijk, een zeedijk ter bescherming tegen de Waddenzee, werd de toenmalige kwelder in 1811 ingepolderd. Deze Noorderdijk vormt aan de noordzijde de begrenzing van de Noordpolder. Aan de zuidzijde wordt de polder begrensd door de Middendijk, een oude zomer-kade die in 1718 werd opgehoogd om het achterliggende land te beschermen. Het totale oppervlak van de Noordpolder bedraagt ruim 2000 hectare en wordt gekenmerkt door het grootschalige open landschap. Het verkavelingspatroon is een langgerekte strokenverkaveling, kenmerkend voor oude kwelders.<sup>[4]</sup> In fig. 4.1 is het verkavelingspatroon duidelijk te zien.

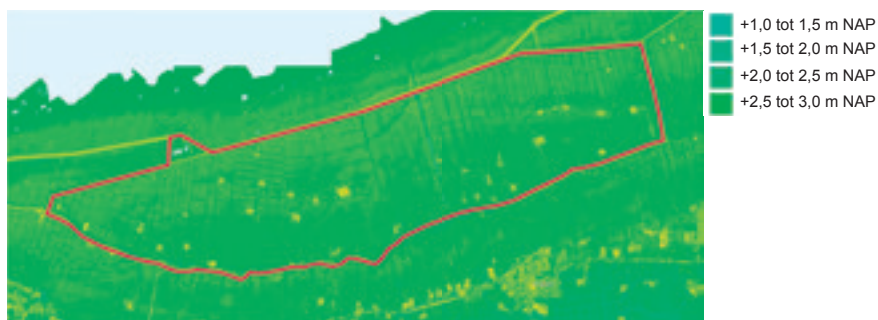


Fig. 4.2 Hoogtekaart Noordpolder  
Bron: AHN2

### Maaiveld

In fig. 4.2 wordt de hoogtekaart van het gebied weergegeven. De maaiveldhoogte in de polder varieert grofweg tussen NAP +1,90 m langs de Noorderdijk en NAP +1,10 m langs de Middendijk; het gebied langs de Noorderdijk is hoger dan het gebied langs de Middendijk. Dit hoogteverschil is te verklaren door het feit dat het gebied verder landinwaarts eerder werd bewerkt en ontwaterd, waardoor inklinking plaatsvond en de bodem daalde. Het gebied langs de noordrand stond langer onder invloed van de Waddenzee, waarbij het getij ervoor zorgde dat het land hier vaker onder water kwam te staan. De periode van aanslibbing langs de noordrand duurde daardoor langer dan richting de Middendijk. <sup>[1]</sup>

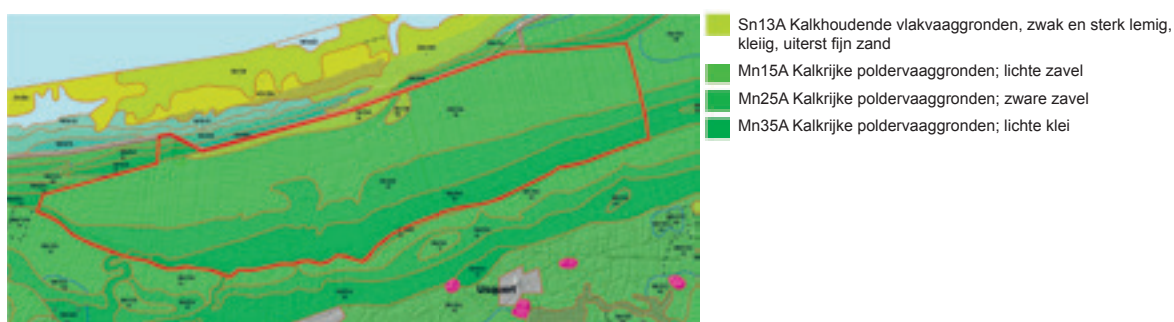


Fig. 4.3 Bodemkaart Noordpolder  
Bron: Bodemkaart van Nederland - Blad 03West

### Bodem

De polder ligt in het zeekleigebied, de bodem bestaat hoofdzakelijk uit kalkrijke zavel- en lichte kleigronden (fig. 4.3, de bodemkaart is leesbaar opgenomen als bijlage II van dit rapport). In het overgrote deel van het gebied geldt een grondwatertrap VI, met een Gemiddeld Hoogst Gemeten (GHG) waterstand tussen de 40 en 80 cm –maaiveld. De Gemiddeld Laagst Gemeten (GLG) grondwaterstand ligt dieper dan 120 cm –maaiveld.

### Grondwater en kwel

Het grondwater in Noord Groningen op een diepte tussen de 1,5 tot 4 meter is zout met een chlorideconcentratie tussen de 2000 en 6500 mg/l. <sup>[13]</sup> De mix-zone, de overgang tussen zoet en zout, wordt op minder dan één meter beneden maaiveld aangetroffen (fig. 4.4). Zoals in het Peilbesluit Noordpolder (2012) <sup>[1]</sup> staat omschreven vindt er langs de noordrand van het gebied lichte kwel vanuit de Waddenzee plaats, maar deze is minder dan 0,25 mm per dag. In het midden van het gebied is sprake van wegzijging, de kwel vanuit het grondwater voor het overige gebied bedraagt eveneens minder dan 0,25 mm per dag; de kwelintensiteit in het gebied is laag.

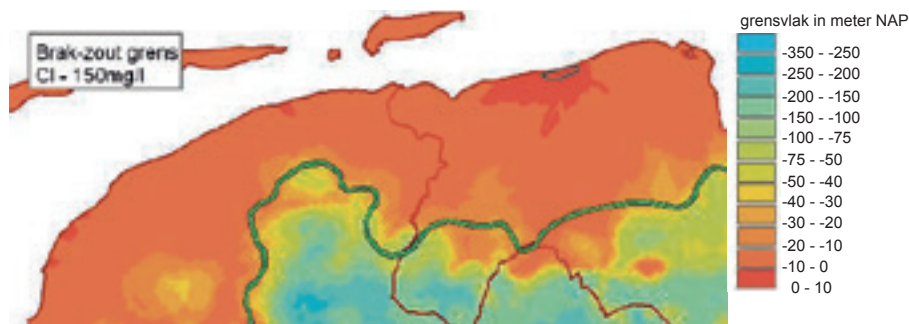


Fig. 4.4 De diepteligging van het zoet-brak grensvlak in Noord-Nederland  
Bron: TNO-rapport GW4005, p.16

### Drooglegging

De gemiddelde drooglegging in de gehele Noordpolder is groter dan 1,20 m -maaiveld. Langs de noordrand is de drooglegging gemiddeld groter dan 2,0 m -maaiveld. De drooglegging in de polder is groter dan voor landbouwkundig gebruik nodig is, maar door de goede capillaire werking van de ondergrond is de droogteschade in droge tijden gering.<sup>[1]</sup>

### Bodemdaling

Als gevolg van gaswinningen is de bodemdaling in Groningen groter dan elders in het land. De NAM<sup>[16]</sup> verwacht tot 2070 een bodemdaling van ca. 10 cm in het westelijke deel van de Noordpolder, in het noordelijke deel tussen de 26 en 30 cm (fig. 4.5).

Door bodemdaling stijgen het oppervlaktewaterpeil en het grondwaterpeil ten opzichte van het maaiveld. In combinatie met zeespiegelstijging kan dit grotere zoute kwel vanuit de Waddenzee veroorzaken. Ook kwel vanuit het grondwater zal door bodemdaling toenemen.



Fig. 4.5 Prognoses NAM bodemdaling tot 2070  
Bron: feitenencijfer.namplatform.nl/geotool

## 4.2 Grondgebruik en functies

### Landbouw

Het grondgebruik in de Noordpolder is hoofdzakelijk akkerbouw, de meest voorkomende teelten zijn (poot)aardappelen, bieten en granen (CBS, 2014). Een klein gedeelte van het gebied is in gebruik als grasland. In de Omgevingsvisie 2016-2020<sup>[21]</sup> is de Noordpolder aangemerkt als gebied waar schaalvergroting in de landbouw is toegestaan (fig. 4.6).



*Fig. 4.6 Schaalvergroting landbouw*  
Bron: Concept Herzien Ontwerp - Kaart 2;  
Beleidskaart schaalvergroting agrarische bedrijven

### Natuur

Voor bepaalde gedeelten in de Noordpolder gelden natuurbeleidsdoelen. Deze doelen zijn vastgelegd in het Natuurbeheerplan 2016<sup>[22]</sup>. Op de Natuurbeheerplankaart (fig. 4.7) zijn de doelen in de vorm van natuurtypen vastgelegd. De volgende (agrarische) natuurtypen komen voor binnen de Noordpolder. De omschrijving van de natuurtypen is ontleend aan [www.portaalnatuurenlanschap.nl](http://www.portaalnatuurenlanschap.nl).



*Fig. 4.7 Natuurbeheerplankaart 2015*  
Bron: [kaarten.provinciegroningen.nl/viewer](http://kaarten.provinciegroningen.nl/viewer)

#### A01.02 – Akkerfaunagebied

Dit gebied behoort tot het door de provincie gestelde natuurdoel Akkervogelkerngebied. Afhankelijk van de wijze van beheer ontstaan broed- en/of fourageergebieden voor vogels. Voor de diverse vormen van beheer zijn subsidies beschikbaar. De akkerfaunagebieden liggen verspreid over de Noordpolder. Akkerfaunagebieden herbergen broedvogels als gele kwikstaart, patrijs en grauwe kiekendief en bieden fourageer- en overwinteringsmogelijkheden voor trekvogels als gorzen, leeuweriken en vinken.

#### A02.01 – Botanisch waardevol grasland

Botanisch waardevol grasland bevindt zich langs de randen van de Noordpolder. Het betreft graslanden met een natuurpotentie, waar zich (bloeiende) kruiden en grassen kunnen ontwikkelen

#### N00.01 – Nog om te vormen naar natuur

Langs de zeedijk is een rond 2000 aangekocht perceel bestemd om omgevormd te worden naar natuur. Doelstelling is om hier natuurwaarden met brakke condities te ontwikkelen, waarbij de Klutenplas als referentiebeeld dient. Stichting Het Groninger Landschap zal het gebied gaan beheren.<sup>[3]</sup>

#### N04.03 – Brak stilstaand water

Dit gebied binnen de Noordpolder heeft de naam Klutenplas. De Klutenplas is een brakwatergebied dat allerlei vogels aantrekt zoals steltlopers, eenden, ganzen, lepelaars en kluten. Voor de aanvoer van brak water wordt brak kwelwater opgepompt, met peilbeheer wordt aan- en afvoer via de dijksloot geregeld.<sup>[3]</sup> Dit gebied is eveneens in beheer bij het Groninger Landschap.

#### N12.01 – Bloemdijk

Bloemdijken zijn oude dijken die bestaan uit kalkhoudende, zandige klei. De bloemdijk in de Noordpolder omzoomt de Klutenplas.

#### N12.02 – Kruiden- en faunairijk grasland

Dit gebied ligt langs de zuidrand van de Noordpolder, evenwijdig aan het Noordpolderkanaal. Kruiden- en faunairijk grasland omvat graslanden die voorkomen onder matig droge tot vochtige omstandigheden, kruidenrijk zijn, maar niet tot de schraallanden, vochtig hooiland, zilt grasland en overstromingsgrasland behoren. De vegetatie kan behoren tot allerlei verbonden van graslandvegetaties.

#### N12.04 – Zilt- en overstromingsgrasland

Het zilt- en overstromingsgrasland bevindt zich rond de Klutenplas. De vegetatie bestaat uit grassen, russen en kruiden. Overstromingsgrasland kent in de winter en voorjaar vrijwel jaarlijks een periode dat het overstroomd is door water.



Fig. 4.8 Functiekaart Water

Bron: provinciegroningen.nl - POP kaart 1

### Waterlichamen

Binnen de Noordpolder zijn waterlichamen te vinden met de functie 'Water voor landbouw', 'Water voor natuur' en 'Water voor landbouw en natuur'.<sup>[9]</sup> Daarnaast is in het gebied een waterloop aanwezig die is aangemerkt als 'karakteristieke waterloop'. Deze functies zijn weergegeven op de functiekaart water, fig. 4.8. De doelstellingen van de verschillende functies worden in het Herzien Ontwerp Omgevingsvisie<sup>[21]</sup> als volgt omschreven.

**Water voor landbouw:** Het grond- en oppervlaktewaterregime is zodanig, dat de vochttoestand van de bodem optimaal is voor het gewenste agrarisch gebruik.

**Water voor natuur:** Het grond- en oppervlaktewaterregime is zodanig, dat wordt voldaan aan de eisen van de verschillende natuurdoeltypen.

**Karakteristieke waterloop:** Behoud van het natuurlijk beloop van de watergangen, die essentieel zijn voor het karakter van het landschap, en ontwikkeling van een natuurlijke oeverbegroeiing.

De functie 'water voor landbouw' is binnen de Noordpolder het grootst. Voor deze watergangen geldt een vast streefpeil, met afwijkende peilen voor de zomer- en winterperiode.

De functie ‘water voor natuur’ geldt voor het westelijke deel van het Noordpolderkanaal, de Klutenplas en het gebied ten oosten van de Klutenplas. Voor de Klutenplas geldt een apart peilregime. Brak water kan worden ingelaten zonder dat de aangrenzende landbouwgebieden negatief beïnvloed worden.<sup>[1]</sup>

*Water voor landbouw en natuur:* Naast bovengenoemde functies geldt voor het Noordpolderkanaal en voor het Zijlriet de gecombineerde functie ‘water voor landbouw en natuur’. Deze waterlichamen zijn door het waterschap aangewezen als KRW-waterlichamen<sup>[9]</sup> (zie ook paragraaf 4.5.1).

## Recreatie

Aan de zeedijk, ongeveer halverwege de Noordpolder ligt Noordpolderzijl met het kleinste open zeehaventje van Nederland. Dit haventje is alleen bij hoogwater te bereiken via een smalle ondiepe geul. Bij laagwater valt de haven geheel droog. Vroeger werd de haven gebruikt als thuishaven voor de garnalenvissers uit Usquert. Schaalvergroting dwong de vissers uit te wijken naar Lauwersoog en Eemshaven. Het haventje dient nu voornamelijk als aanlegplaats voor passerende schepen en jachten en als vertrek- en aankomstplaats voor wadlooptochten en rondvaarten op het wad. Noordpolderzijl is een van de weinige plekken in het noorden van Groningen waar men makkelijk bij de zeedijk kan komen om een blik op de Waddenzee te werpen.<sup>[41]</sup>

## 4.3 Huidig watersysteem en drainage

Zoals reeds is aangegeven is het grondwater in de Noordpolder zout waardoor de meeste sloten en kanalen in het gebied zwak tot matig brak zijn. Daarnaast treedt langs de noordrand zoute kwel op vanuit de Waddenzee. Ondanks het feit dat er in de rest van het gebied nauwelijks kwel optreedt, zal er zonder maatregelen toch verzilting optreden door de aanwezigheid van het zoute grondwater. Het gebied wordt dan te zout voor regulier agrarisch grondgebruik.

Het waterschap Noorderzijlvest is verantwoordelijk voor het waterbeheer in de Noordpolder. Het waterschap heeft een zoetwateraanvoersysteem aangelegd dat er in het groeiseizoen voor zorgt dat sloten en kanalen kunnen worden doorgespoeld met zoetwater. In fig. 4.9 is het zoetwateraanvoersysteem weergegeven in de Noordpolder, onderdeel van bemalinggebied Noordpolderzijl. Informatie in deze paragraaf is ontleend aan het Peilbesluit Noordpolder (2012).<sup>[1]</sup>

Doorspoeling van de watergangen in de Noordpolder vindt plaats met zoet water afkomstig uit de Electraboezem. Het zoetspoelen geschiedt van ca. half maart tot ca. half september. Het streefpeil in de zomer is NAP -0,33 m, in de winter NAP -0,44 m. Doordat het maaiveld aan de noordkant van het gebied hoger ligt dan aan de zuidkant, zijn er gemalen nodig om het zoete water door de Noordpolder te laten stromen en om het waterbezwaar te lozen. Waterbezwaar in de Noordpolder wordt rechtstreeks geloosd op de Waddenzee via het gemaal bij Noordpolderzijl.

Gemaal Maurice en Gemaal Verhorn pompen zoet water direct in het bemalinggebied Noordpolderzijl. Gemaal Oudendijk, net buiten de Noordpolder, voorziet het grootste deel van de Noordpolder van zoet water. Het gemaal De Kluten moet ervoor zorgen dat zout kwelwater langs de zeedijk niet in het zoetwatersysteem stroomt maar via een aantal stuwen naar het gemaal Noordpolderzijl wordt afgevoerd. In de praktijk blijkt het zoetwateraanvoersysteem niet optimaal te werken. Het zoute/brakke water achter de zeedijk stroomt in zuidelijke richting het zoetwatersysteem in. Het Waterschap zoekt momenteel naar oplossingen.

Een belangrijk deel van de landbouwpercelen is voorzien van drainage om te hoge grondwaterstanden te voorkomen en voldoende drooglegging te realiseren. De meeste drainagesystemen in de Noordpolder liggen op een diepte net boven het bestaande (zomer)waterpeil en wateren af op de aanwezige sloten.



Fig. 4.9 Watersysteem Noordpolder. Zoet water wordt aangevoerd vanuit de Electraboezem, waterbe-  
zwaar wordt geloosd op de Waddenzee. Als het waterpeil in de boezem te hoog wordt, wordt waterbe-  
zwaar vanuit de boezem op de Noordpolder geloosd. Bron: geo.noorderzijlvest.nl/viewer

#### 4.4 Verziltingsrisico Noordpolder

Zoals uit figuur 4.10 blijkt is er anno 2015 nog geen groot verziltingsprobleem in de Noordpolder. On-  
danks het zoute grondwater is er voldoende zoetwater beschikbaar door de aanwezige regenwater-  
lenzen onder de percelen. Wel is er met het huidige agrarische grondgebruik altijd zoetwateraanvoer  
via de sloten noodzakelijk voor het beregenen van de gewassen. Uitgaande van het KNMI W<sup>+</sup> scenario  
is in 2050 de regenwaterlens in een beperkt aantal gebieden binnen de Noordpolder verdwenen, met  
name langs de randen. De in de figuur geschetste risico's zijn alleen gebaseerd op het verdwijnen van  
de regenwaterlens. De toename van verzilting door zeespiegelstijging en bodemdaling is bij deze risi-  
coanalyse niet meegenomen.<sup>[25]</sup> Als deze gegevens in de berekeningen meegenomen worden, zal het  
verzilde oppervlak hoogstwaarschijnlijk groter zijn.

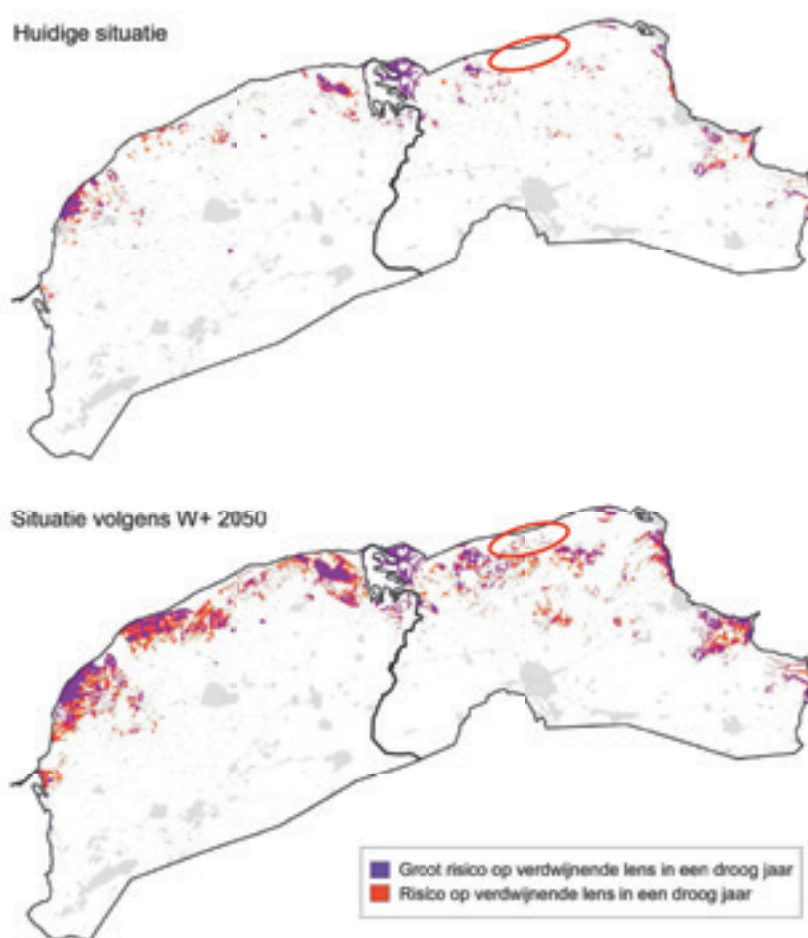


Fig. 4.10 Verziltingsrisico Noordpolder. Bron: KvR rapport 058/12, p. 13

## 4.5 Beleid

### 4.5.1 Europees beleid

#### Natura 2000

Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. Natura 2000 draagt, naast bescherming van gebieden, ook bij aan soortenbescherming. De kwelders en de Waddenzee in het buitendijkse gebied van de Noordpolder behoren tot een Natura-2000 gebied met internationaal erkende bijzondere natuurwaarden. Dit houdt in dat voor activiteiten/projecten in of nabij een Natura 2000-gebied die mogelijk conflicteren met de bescherming van natuurwaarden een vergunningplicht geldt.<sup>[21]</sup> Hoewel binnen de Noordpolder geen Natura 2000-gebieden aanwezig zijn, grenst de Noordpolder wel direct aan een Natura 2000-gebied. Mogelijk zijn dus vergunningen noodzakelijk voor ruimtelijke ingrepen binnen de Noordpolder.

#### Kaderrichtlijn Water (KRW)

De KRW is een Europese richtlijn die ernaar streeft emissies naar oppervlakte- en grondwater terug te dringen en een goede ecologische toestand voor alle oppervlaktewateren te bereiken. Deze algemene eis is door de provincie en het waterschap vertaald in doelen en maatregelen voor (deel)stroomgebieden<sup>[30]</sup>. De Noordpolder hoort bij het KRW-waterlichaam Noordoostelijke Kustpolders, deelstroomgebied Nedereems. De doelstelling van het waterschap is in de Noordoostelijke Kustpolders 7,4 km natuurvriendelijke oevers aan te leggen, gekoppeld aan de realisatie van paaiplaatsen en migratieroutes voor vis. Het Zijlriet en het Noordpolderkanaal worden als kansrijke locatie gezien om in totaal bijna 4,5 km te realiseren (fig. 4.10). Er zijn nog geen concreet uitgewerkte ontwerpen.<sup>[1]</sup>



Fig. 4.10 KRW-waterlichamen en vispassages  
Bron: KRW Waterschap Noorderzijlvest 2016-2021

#### Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB)

Het GLB is gericht op het stimuleren van rendabele voedselproductie, duurzaam beheer van natuurlijke hulpbronnen, klimaatactie en evenwichtige territoriale ontwikkeling waarin iedereen meetelt en meedoet.<sup>[20]</sup> Lange tijd is de GLB gericht geweest op voldoende en betaalbare voedselproductie en inkomenssteun voor boeren. De trend is dat de inkomenssteun geleidelijk vermindert. De inkomenssteun voor boeren wordt meer en meer gekoppeld aan vergroeningsmaatregelen met meer aandacht voor biodiversiteit op agrarisch land, gewasdiversificatie en ecologisch beheer van landbouwgrond. Door de sterke koppeling tussen inkomenssteun en vergroening wordt de verbinding tussen landbouw en natuur sterker. De provincie Groningen zet in op duurzame landbouw met meer gesloten ketens en herstel van de bodemrijkdom.

#### 4.5.2 Rijksbeleid

##### **Nationaal waterplan**

Het Nationaal waterplan (NWP)<sup>[23]</sup> is een structuurvisie op basis van de Waterwet en de Wet ruimtelijke ordening. Een goede bescherming tegen overstromingen, het zoveel mogelijk voorkomen van wateroverlast en droogte en het bereiken van een goede waterkwaliteit zijn hierin basisvoorwaarden. Het NWP wordt opgesteld voor een periode van telkens zes jaar, het huidige plan beslaat de periode 2009-2015. Het NWP geeft een eerste uitwerking van het Deltaprogramma.

##### **Deltaprogramma**

Het Deltaprogramma heeft als doel een duurzame waterveiligheid en zoetwatervoorziening te realiseren. Om dit doel te bereiken zijn er deelprogramma's uitgewerkt waaronder Waterveiligheid en Zoetwatervoorziening. Voor het voorliggende onderzoek is met name het Deltaplan Zoetwater van belang. Het huidige plan beslaat de periode 2015-2028<sup>[15]</sup>. Het Deltaplan Zoetwater bevat initiatieven en maatregelen om de zoetwaterdoelen te bereiken, de zoetwatervoorziening in Nederland robuuster te maken voor toekomstige effecten van klimaatverandering en om knelpunten die er nu al zijn aan te pakken. Deze initiatieven en maatregelen zijn samengevat in het Advies Deltaplan Zoetwater.

De provincie Groningen valt in het Deltaplan onder de zoetwaterregio 'IJsselmeergebied'. Te nemen maatregelen staan omschreven in een factsheet<sup>[32]</sup>. De opgave voor het IJsselmeergebied, en dus ook de Noordpolder, is het bestrijden van verzilting en het zekerstellen van de beschikbaarheid van voldoende schoon zoetwater. In dit kader is het project Spaarwater geïnitieerd, een samenwerkingsverband tussen waterschappen en provincies in Noord Nederland.

Binnen dit project worden drie typen maatregelen onderzocht in een aantal pilots:

- Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid door aanleg van systemen voor waterberging (ondergrondse opslag), gecombineerd met beperken van de vraag door optimalisatie van watertoe-diening door middel van druppelirrigatie;
- bestrijding van verzilting en vergroten van het waterbergend vermogen door aanpassingen aan drainage
- vergroten van het waterbergend vermogen van de bodem en tegengaan van bodemdaling door aanleg van alternatieve drainagesystemen.

De doelstelling is in de periode 2015-2018 de pilots door te vertalen naar aanbevelingen voor regionaal waterbeheer.

##### **Waddenbeleid en Waddenfonds**

Het Waddenfonds wil stevig investeren in natuur in en om de Wadden. Hierbij valt te denken aan verduurzaming van de Waddenvisserij, herstel van zoet-zoutovergangen en vismigratie. Het accent ligt hierbij op samenhang tussen projecten door het hele Waddengebied heen.<sup>[20]</sup>

Bij gebiedsontwikkeling in de Noordpolder zou dit kansen kunnen bieden voor wat betreft mogelijke subsidies. Ontwikkelingen waar het Waddenfonds bijvoorbeeld al aan bijdraagt is het hierboven beschreven project Spaarwater.

##### **Nationaal Natuurnetwerk Nederland**

Het Nationaal Natuurnetwerk Nederland (NNN) werd vroeger de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) genoemd. Het NNN is een wettelijk voorgeschreven Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. De provincies zijn verantwoordelijk voor ontwikkeling en begrenzing van de natuurgebieden. Zoals in fig. 4.11 is te zien valt de Klutenplas onder het NNN. Het gebied ten oosten daarvan is binnen de Omgevingsvisie aangewezen als bos- en natuurgebied. Voor dit gebied is de gemeente verantwoordelijk.



Fig. 4.11 Natuurdoelen in de Noordpolder

Bron: Herzien Ontwerp Omgevingsvisie 2016-2020, kaart 1 - Natuur

#### 4.5.3 Regionaal beleid

##### Waterbeheerprogramma 2016-2021<sup>[30]</sup>

De Waterwet verplicht het waterschap als regionale waterbeheerder eens per zes jaar een beheerprogramma op te stellen waarin de beleidsvoornemens zijn opgenomen. Het beheerprogramma geeft uitvoering aan de doelstelling opgenomen in het Nationaal Waterplan en de regionale waterplannen van de provincies.

Het waterschap Noorderzijlvest is verantwoordelijk voor het waterbeheer in de Noordpolder.

De kernwaarden voor het waterschap zijn veilig, voldoende en schoon water. Doelstelling van het waterschap is het watersysteem zoveel mogelijk natuurlijk te laten functioneren waarbij het systeem klimaatbestendig, veerkrachtig en gezond is.

Veilig betekent dat de dijken uitzonderlijke stormen en een (extreme) hoogwatersituatie op zee kunnen trotseren. In het nationale Deltaprogramma zijn veiligheidsnormen opgenomen waaraan de waterkeringen dienen te voldoen. Elke zes jaar vindt een verplichte toetsing plaats. Uit de toetsing van 2011 blijkt dat de zeedijk langs de noordoostelijke kust, en dus ook langs de Noordpolder, voldoet aan de norm.

Voldoende en schoon betekent dat de gewenste gebruiksfuncties mogelijk zijn; voor mens en dier, voor natuur en landbouw, maar wel op de plaatsen die daar het meest geschikt voor zijn. Dat houdt in dat de waterpeilen vooral afgestemd zijn op de gebruiksfuncties. Waar noodzakelijk wordt het natuurlijke watersysteem meer sturend voor de gebruiksfuncties. Voldoende betekent ook dat het waterschap het overtollige water (in de winter) afvoert of bij een tekort aan water (in de zomer) het water langer vasthoudt of aanvoert vanuit het IJsselmeer. De na te streven waterpeilen worden vastgelegd in een peilbesluit. De gebruiksfuncties van het water in de Noordpolder zijn reeds omschreven in paragraaf 4.2, het peilbesluit Noordpolder is in april 2012 vastgesteld.

#### 4.5.4 Provinciaal beleid

##### Natuurbeheerplan Groningen 2016<sup>[22]</sup>

Het natuurbeheerplan is een beleidskader voor de gemeente Groningen om het Europese, rijks- en provinciale natuur- en landschapsbeleid te realiseren. Het plan beschrijft de beleidsdoelen en de subsidiemogelijkheden voor de ontwikkeling en het beheer van natuurgebieden, agrarische natuur en landschapselementen in de provincie. Deze beleidsdoelen zijn vastgelegd op een Natuurbeheertypenkaart. De natuurtypen die in de Noordpolder aanwezig zijn, zijn in paragraaf 4.2 reeds beschreven.

## Herzien Ontwerp Omgevingsvisie 2016-2020<sup>[21]</sup>

Het Provinciaal Omgevingsplan 2009-2013 van de Provincie Groningen gold tot juni 2015. De opvolger hiervan heeft als Ontwerp Omgevingsvisie 2015-2019 ter inzage gelegen. Hierop is een aantal zienswijzen ingediend, reden waarom de provincie de Ontwerp Omgevingsvisie 2015-2019 heeft herzien. De herziene Ontwerp Omgevingsvisie 2016-2020 is op 3 november 2015 vastgesteld en voor besluitvorming aangeboden aan Provinciale Staten. De doelstelling is om de Omgevingsvisie 2016-2020 in juni 2016 definitief vast te stellen.

In dit onderzoek wordt uitgegaan van de herziene Ontwerp Omgevingsvisie 2016-2020.

In de Omgevingsvisie is het beleid vastgelegd voor de inrichting en het beheer van de leefomgeving in de provincie Groningen. De Omgevingsvisie is een kaderstellend document voor de uitwerking van het beleid op deelterreinen door de provincie, gemeenten en waterschappen.

Een belangrijk doel van de provincie is om door middel van de Omgevingsvisie op strategisch niveau samenhang aan te brengen in het beleid voor de fysieke leefomgeving.

Concreet stelt de provincie daarvoor twee hoofddoelen:

- een duurzame economische structuur: concurrerend, bereikbaar en toekomstbestendig;
- een duurzame, aantrekkelijke, leefbare en veilige leefomgeving in sterke steden en vitale dorpen, omgeven door een mooi landschap.

Om de doelen te bereiken heeft de provincie het beleid aan de hand van elf provinciale belangen uitgewerkt, waarbij aangegeven wordt welke belangen en waarden worden nagestreefd. In een tabel is samengevat hoe de hoofddoelen zijn gekoppeld aan deze provinciale belangen (fig. 4.12).

| Provinciaal belang                                       | Doelen en waarden | Duurzame economische structuur |            |                   | Sterke steden en vitaal platteland |          |        | Kernwaarden    |        |        |
|----------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------|-------------------|------------------------------------|----------|--------|----------------|--------|--------|
|                                                          |                   | Concurrerend                   | Bereikbaar | Toekomstbestendig | Aantrekkelijk                      | Leefbaar | Veilig | Karakteristiek | Divers | Schoon |
| Provinciaal belang 1: Ruimtelijke kwaliteit              |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 2: Aantrekkelijke vestigingskwaliteit |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 3: Ruimte voor energie                |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 4: Vitale landbouw                    |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 5: Beschermen landschap               |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 6: Vergroten biodiversiteit           |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 7: Waterveiligheid                    |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 8: Schoon en voldoende water          |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 9: Bereikbaarheid                     |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 10: Tegengaan Milieuhinder            |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |
| Provinciaal belang 11: Gebruik van de ondergrond         |                   |                                |            |                   |                                    |          |        |                |        |        |

Fig. 4.12 Hoofddoelen uit de Ontwerp Omgevingsvisie, gekoppeld aan provinciale belangen. Wat opvalt is dat de provincie het doel 'toekomstbestendig' voor alle provinciale belangen belangrijk vindt.

Bron: Herzien Ontwerp Omgevingsvisie 2016-2020, p.24



Fig. 4.13 Afwegingskader provinciale belangen voor de vijf belangrijkste integrale opgaven binnen het Herzien Ontwerp Omgevingsvisie. Bron: Ontwerp Omgevingsvisie - kaarten en opgaven, kaart 8

Daarnaast heeft de provincie voor de voor de provincie vijf belangrijkste integrale opgaven een afwegingskader geschetst. Per opgave zijn, in volgorde van belangrijkheid, drie tot vier provinciale belangen aangegeven die voor de provincie voor de desbetreffende opgave het zwaarst wegen.

Zoals uit fig. 4.13 is af te lezen valt de Noordpolder onder de opgaven 'Waddenkust' en 'Groeï en Krimp'. De voornaamste provinciale belangen zijn voor de opgave Waddenkust: waterveiligheid, vergroten biodiversiteit, beschermen landschap en cultureel erfgoed, aantrekkelijk vestigingsklimaat.

Voor de opgave Groei en Krimp: aantrekkelijk vestigingsklimaat, leefbaarheid, bereikbaarheid.

Voor de opgave Groei en Krimp zet de provincie met name in op maatregelen die gericht zijn op leefbaarheid, zoals een aantrekkelijke leefomgeving, snel internet en goede bereikbaarheid.

Voor de opgave Waddenkust wil de provincie de potenties van de Waddenzee beter benutten door de zeedijk niet langer als scheidslijn te zien, maar als onderdeel van een brede overgangszone tussen land en wad.

De provincie ziet mogelijkheden in de volgende maatregelen (fig. 4.14):

- creëren van brakke habitats, geleidelijke overgangen van zoet naar zout, met ruimte voor innovatieve landbouw;
- revitaliseren van de kwelders in combinatie met slibwinning en ruimte bieden voor grotere beleving van de kwelders;
- Het routenetwerk voor fietsers en wandelaars aansluiten op routes en dorpen in het achterland;
- recreatieve ontwikkelingen (kleinschalig) toestaan en versterken



Fig. 4.14 Opgave Waddenkust: potenties van de Waddenzee beter benutten door o.a. het creëren van brakke natuur, grotere beleving van de kwelders en het toestaan van kleinschalige recreatieve ontwikkelingen. Bron: Ontwerp Omgevingsvisie - kaarten en opgaven, kaart 13

## Conclusie

Langs de noordrand van de Noordpolder vindt lichte kwel vanuit de Waddenzee plaats. Dit zoute kwelwater stroomt in zuidelijke richting het zoetwatersysteem in. De kwel vanuit het zoute grondwater in het overige gebied is laag. Het grondgebruik is hoofdzakelijk agrarisch. Door de aanwezigheid van regenwaterlenzen is de kans op verzilting in de nabije toekomst gering. De verwachting is echter dat op langere termijn (tot ca. 2050) langs de randen en in een aantal gebieden binnen de polder verzilting zal optreden als gevolg van het verdwijnen van deze lenzen. Daarnaast zal, door zeespiegelstijging en bodemdaling (volgens prognoses van de NAM tot 30 cm in bepaalde delen) verzilting op grotere schaal binnen de polder optreden door een toename van zoute kwel vanuit de Waddenzee en toenemende kwel vanuit het grondwater.

Het huidige beleid van het waterschap is voornamelijk gericht op het bestrijden van verzilting door het zoetspoelen van de sloten. Vanuit het Deltaplan Zoetwater zijn initiatieven ontwikkeld voor meer mitigerende maatregelen, zoals het project Spaarwater. Vanuit een aantal beleidsdoelstellingen, waaronder het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en het Waddenbeleid, is subsidie mogelijk voor ontwikkelingen met betrekking tot duurzame landbouw en natuur.



*Fig. 5.1 Ligging projecten referentiestudie*  
Bron: ovplaza.nl

# HOOFDSTUK 5

## REFERENTIESTUDIE

Om de juiste keuzes te kunnen maken ten aanzien van gebiedsontwikkeling in een verziltende omgeving, is het van belang ervaringen die elders in Nederland zijn opgedaan te onderzoeken. In dit kader zijn op basis van beschikbare literatuur vier projecten onderzocht. De ligging van deze projecten is weergegeven in fig. 5.1. Dit hoofdstuk geeft een korte omschrijving van de referentieprojecten. Een uitgebreide beschrijving van de projecten is als bijlage III bij dit rapport gevoegd.

Uitgangspunt bij de keuze voor de referentieprojecten was dat de onderzochte projecten in het zeekei-gebied liggen. Indien dit niet het geval was, moest het project met een kleine aanpassing, bijvoorbeeld in gewaskeuze, toe te passen zijn op de zeekeigronden, zoals bij het project Zilt Perspectief (2). Daarnaast is bij de selectie rekening gehouden met diversiteit: zilte landbouw, zilte natuur en/of combinaties van beide. Achtereenvolgens zijn de volgende projecten onderzocht:

1. Project de Zeeuwse Tong  
Binnendijs vis en zeegroenten kweken in gesloten kringloop
2. Project Zilt Perspectief, Tested on Texel  
Onderzoek naar zouttolerantie en teeltomstandigheden van diverse bestaande en nieuwe gewassen
3. Breebaartpolder  
In 1978 ontpolderd en in 1991 omgevormd tot gedempt getijdengebied met brakke natuur
4. Project Waterdunen  
Binnendijkse natuur gecombineerd met recreatiemogelijkheden en bedrijfsmatige teelt van zilte planten en dieren - geplande ingebruikname 2016

## 5.1 Project De Zeeuwse Tong – Gemengd zilt bedrijf<sup>[2, 11, 49]</sup>

In 2009 is proefproject De Zeeuwse Tong in Colijnsplaat op Noord-Beveland gestart. Het gebruik van zout water was hierbij het uitgangspunt. Zoute aquacultuur (vis, schelp- en schaaldieren) werd gecombineerd met de teelt van zilte groenten en zeewier. Belangrijk onderdeel van dit principe was de gesloten kringloop: output van de ene schakel diende als input voor de volgende schakel. De werking van dit principe is in fig. 5.2 weergegeven. De experimenten met zilte groenten (zeekraal) zijn uitgevoerd op een perceel in de Wilhelminapolder.

In 2013 is het project succesvol afgerond. Vis kweken op het land blijkt haalbaar en betaalbaar te zijn. Het project heeft op veel terreinen nieuwe kennis en inzichten opgebouwd. Inmiddels is een zelfstandige ondernemer op de locatie van het proefproject in Colijnsplaat begonnen met het kweken van zagers als voer voor garnalen en is daarin zeer succesvol.

Voor de kweek van zeekraal werden de velden bevoeid met zout water uit een algenvijver. Door middel van een computergestuurd systeem werd eb en vloed of springtij nagebootst. De kweek van zeekraal onder gecontroleerde omstandigheden blijkt mogelijk. Het voornaamste knelpunt voor commerciële kweek vormt het onkruid zilte schijnspruurie. Het onkruid slingert zich om de zeekraal heen, waardoor oogsten arbeidsintensief is; na het snijden van de zeekraal moet het onkruid verwijderd worden. Op basis van de resultaten van dit proefproject is door Blom et al. (2013)<sup>[2]</sup> een teelthandleiding uitgewerkt.



Fig. 5.2 Opzet van het proefproject: zagers dienen als voedsel voor zeetong, de meststoffen van tong en zagers stimuleren plantaardige productie in de vorm van algen en zilte gewassen, algen vormen voedsel voor schelpdieren en zagers. Zagers worden bijgevoerd met aangekocht voer.

Bron: zeeuwsetong.nl

## 5.2 Project Zilt Perspectief – Klimaatbestendig akker- en tuinbouwbedrijf<sup>[18,29, 50]</sup>

Zilt Perspectief, Tested on Texel, is een project dat liep van 2011 tot 2014.

Op een proeflocatie van ca. 1 hectare werd door middel van irrigatie met zout water de zouttolerantie van verschillende gewassen getest. Uit dit praktijkonderzoek is gebleken dat veel gewassen zouttoleranter zijn dan tot nu toe werd aangenomen. Wel kan de gevoeligheid van de gewassen per ras sterk verschillen. Verder onderzoek is noodzakelijk voor een definitieve vaststelling van de zouttolerantie van de verschillende gewassen.

Bij irrigatie met gebiedseigen brak of zout water blijkt geen horizontale verplaatsing van het zout op te treden. Er bestaat geen gevaar dat omliggende niet-zoute bodems alsnog verzilten als gevolg van de irrigatie. Wel blijkt zoute irrigatie effect te hebben op bodemvruchtbaarheid en bodemleven. Op percelen waar in het voorgaande jaar met een hoge zoutconcentratie werd geïrrigeerd was de beschikbare stikstof in de bodem in het jaar daaropvolgend aanzienlijk verminderd, ondanks zoetspoelen in de winter.

Ook de bacterie- en schimmelgemeenschappen in de bodem veranderen bij zoute irrigatie. Vooral de mycorrhiza schimmels nemen significant af onder zoutere condities. Deze verschijnselen zullen nader onderzocht moeten worden om de effecten op langere termijn te kunnen bepalen.

Naast testlocaties voor gewassen (fig. 5.3) zijn ook een Educatiecentrum en Zilte proeftuin opgericht. Met name de Zilte proeftuin is succesvol doordat mensen de zilte gewassen kunnen zien, proeven en aanraken.

Hoewel het proefproject in de beschreven vorm inmiddels is afgerond, bestaat Tested on Texel nog steeds en worden er weer nieuwe proeven gedaan. Zo worden momenteel bemestingsstrategieën voor zilte teelten getest. Ook loopt er een project 'Zilte aardappelketen in de Waddenregio – meeboeren met zilt'. Dit zijn projecten die onlangs gestart zijn, resultaten zijn derhalve nog niet bekend.



Fig. 5.3 Zilte teelten in het buitenlaboratorium. Bron: ziltproefbedrijf.nl

### 5.3 Breebaartpolder - brakke natuur<sup>[12, 31, 36, 38]</sup>

De Breebaartpolder is een langgerekte, ca. 63 hectare grote polder in het noordoostelijke kustgebied van de provincie Groningen (fig. 5.4). Het gebied is vanaf 1979 ingepolderd. In 1991 heeft de Stichting Het Gronings Landschap de polder aangekocht. De doelstelling van de Stichting was een brakwatergetijdengebied te creëren waar de natuur zijn gang kon gaan.

Om het getijdengebied te ontwikkelen is een geul van ca. 2 km gegraven in de lengte van het gebied. Door middel van een duiker die is aangebracht in de zeedijk stroomt bij opkomend tij zeewater de polder in. Bij afgaand tij stroomt het water er weer uit. Daarnaast zijn schelpenbanken aangebracht en broedvogeleilandjes gecreëerd. Met de aanleg van een vispassage kunnen vissen migreren van zoet naar zout water en vice versa.

Aanvankelijk was de omvorming zeer succesvol en ontstond er een kwelderbegroeiing waar zich brakwaterplanten als zeekraal, schorrenkruid en goudknopje vestigden. Het aantal broedvogelparen nam spectaculair toe van ca. 130 paren in 2001 tot meer dan 4000 in 2004. Het grootste aandeel in de stijging kwam voor rekening van de Kokmeeuw en de Kluut. Ook de vispassage werkte goed, de trek van vis vanuit zee naar de polder in het voorjaar en van de polder naar zee kwam goed op gang.

Vanaf 2005 verdwenen plotseling grote aantallen Kluten en Kokmeeuwen. Een deel van de vogels migreerde naar de Punt van Reide en naar de Blauwe Stad, natuurgebieden elders in Groningen.

Doordat de intergetijdenperiode in de polder te kort bleek te zijn kon de polder bij eb niet geheel leegstromen. Het bij vloed met het zeewater aangevoerde slib kon hierdoor bij eb niet helemaal wegstromen. De geul slibde langzaam dicht. De eilandjes in de geul werden hierdoor steeds makkelijker bereikbaar voor belagers, zoals de vos, waarschijnlijk een belangrijke reden voor de vogels om te vertrekken.

Enige vorm van beheer bleek noodzakelijk. Met cyclisch baggerbeheer wordt het gebied nu periodiek in ontwikkeling teruggezet. Door begrazing wordt de successie van de vegetatie geremd zodat de pioniersomstandigheden voor de koloniebroeders worden gehandhaafd. Daarnaast zijn de broedgebieden voorzien van een elektrisch raster om de vossen weg te houden. Met deze maatregelen is het nestsucces weer toegenomen naar 60% binnen de afrastering tegen 6% buiten de afrastering.

Ook voor de vissen in de polder blijkt het dichtslibben van de geul niet zonder gevolgen te zijn. Uit berichten in de pers (dvhn.nl) blijken in juli 2015 duizenden palingen te zijn gestorven als gevolg van zuurstofgebrek. Door algengroei is zuurstoftekort in het water ontstaan, en zijn de palingen uit het water gekropen op zoek naar ander water met voldoende zuurstof. Door droogte hebben de palingen hun nieuwe bestemming niet kunnen bereiken. Momenteel wordt gezocht naar een oplossing. Het verwijderen van de algen blijkt niet mogelijk, het waterschap wil graag een open verbinding met zee creëren waardoor er een betere getijdenstroom ontstaat met voldoende zuurstof.



*Fig. 5.4 Breebaartpolder*

Bron: static.panoramio.com

#### 5.4 Project Waterdunen – kustversterking gecombineerd met klimaatbestendige natuur en landbouw en duurzame recreatie<sup>[37, 42, 44, 48]</sup>

In West-Zeeuws-Vlaanderen, in de Oud- en Jong-Breskenspolder, wordt Project Waterdunen gerealiseerd (fig. 5.5). Hierbij wordt kustversterking gecombineerd met recreatieve voorzieningen, ontwikkeling van brakke getijdennatuur en binnendijkse zilte aquacultuur en zilte teelten. De totale oppervlakte van het project is ca. 300 hectare. Hiervan is ca. 250 hectare bestemd voor zilte natuur, 14 hectare voor een duincamping en 40 hectare voor recreatiewoningen en een hotel. De doelstelling is jaarlijks 43.000 bezoekers te trekken.

Aanvankelijk was er veel weerstand tegen het project vanuit Landbouworganisatie ZLTO en de actiegroep Vrienden van Waterdunen NEE. ZLTO vond dat er onterecht landbouwgronden verloren gingen, de Vrienden waren van mening dat de polders moesten blijven zoals ze waren. Daarnaast bestond de angst dat omliggende akkers zouden verzilten door het nieuwe zoutwatergebied. Deze bezwaren zijn uiteindelijk door de Raad van State ongegrond verklaard, eventuele schade zal worden gecompenseerd. Het project is in 2013 van start gegaan, doelstelling is in 2016 af te ronden.

Om getijdennatuur mogelijk te maken wordt een duiker aangelegd in de waterkering bij Breskens. Deze duiker zorgt ervoor dat getij wordt gecreëerd en polderwater wordt afgevoerd. Door de constante wisseling van hoog en laag water ontstaat een landschap van schorren, kreken, zand- en slikplaten. Kustvogels kunnen hier fourageren of broeden, natuurliefhebbers kunnen hier wandelen.

Daarnaast wordt het project Kustlaboratorium gestart binnen Waterdunen. Hierbij wordt zilte, binnendijkse aquacultuur en zilte teelt ingebed in een natuurlijke omgeving zodat een aantrekkelijke kustzone ontstaat. De inpassingsmogelijkheden worden momenteel door de Stichting Het Zeeuwse Landschap verder uitgewerkt. Uitgangspunt is dat de Stichting grond en een aantal basisvoorzieningen beschikbaar stelt aan innovatieve ondernemers die met duurzame aquacultuur aan de slag willen gaan.

De totale kosten voor het project waren begroot op 200 miljoen euro. Uit berichtgeving in de pers (omroepzeeland.nl) blijkt dat het project inmiddels met een miljoenentekort kampt. Volgens voorlopige berekeningen van de provincie gaat het om een tekort van minimaal drie miljoen euro door tegenvallers in de grondexploitatie.



*Fig. 5.5 Project Waterdunen, stand van zaken november 2015*

Bron: kustversterking.nl

## Conclusie referentieonderzoek

Er wordt in Nederland op diverse manieren onderzoek gedaan naar of omgegaan met verzilting. De projecten Zilt Perspectief en Zeeuwse Tong richtten zich met name op onderzoek naar nieuwe mogelijkheden voor de teelt van gewassen of voor alternatief grondgebruik. Alternatief grondgebruik in de vorm van zilte aquacultuur blijkt goed mogelijk, de teelt van gewassen in zilte gronden behoeft opschaling en vervolgonderzoek naar de effecten op langere termijn.

Ontwikkeling van brakke natuur door een gedempt getijdengebied te creëren is mogelijk, maar opslibbing vormt een belangrijk knelpunt. Het is van belang te blijven monitoren en eventueel bij te sturen in het beheer om de juiste omstandigheden voor broedvogels en vissen te handhaven. Het ontwikkelen van een open polder naar een gebied met gecombineerde functies (kustverdediging, natuur en landbouw, recreatie) kan in aanvang op veel weerstand rekenen; vruchtbare landbouwgronden en de 'openheid' van de polder gaan verloren. Anderzijds kan een dergelijk project grote aantallen bezoekers trekken en daarmee de omgeving een economische stimulans geven.

# HOOFDSTUK 6

## MAATREGELEN TEGEN VERZILTING

In dit hoofdstuk worden maatregelen onderzocht die de vraag naar externe zoetwateraanvoer terug kunnen dringen zodat de afhankelijkheid hiervan vermindert. Ook worden maatregelen onderzocht die uitgaan van de natuurlijke omstandigheden van de zoute bodem en/of het zoute grondwater, waardoor externe zoetwateraanvoer niet meer noodzakelijk is. Op deze manier wordt, in combinatie met het referentieonderzoek, een compleet beeld geschetst van de mogelijkheden die er zijn voor aangepast grondgebruik binnen de Noordpolder. De maatregelen zijn niet onderzocht op financiële haalbaarheid, hiervoor is diepgaander onderzoek noodzakelijk.

### 6.1 Huidige maatregelen

Het huidige beleid van waterschap Noorderzijlvest is vooral gebaseerd op het bestrijden van verzilting: in het groeiseizoen worden de watergangen doorgespoeld met zoet water, bij watertekort wordt zoet water (in de boezem) aangevuld door zoetwateraanvoer vanuit het IJsselmeer.<sup>[30]</sup>

De verwachting is echter dat dit systeem op termijn steeds meer problemen zal opleveren. Door langere droge periodes in de zomer, als gevolg van klimaatveranderingen, kan de aanvoer van zoetwater lastiger worden. Ook zal door bodemdaling en zeespiegelstijging de zoutconcentratie in bodem en grondwater toenemen door een toename in kwelintensiteit. Gevolg is dat er nog meer doorgespoeld moet worden waar nog meer zoetwater voor nodig is. Daarnaast blijkt het systeem van zoetspoelen niet altijd even efficiënt. Recent onderzoek door Delsman (juni 2015)<sup>[35]</sup> in de Haarlemmermeerpolder toonde aan dat in sommige gevallen het water onderweg al zout was geworden, andere sloten werden door het zoete water overgeslagen. Het zoete water koos steeds de kortste weg van inlaat tot gemaal.

### 6.2 Mitigerende (technische) maatregelen

Er zijn diverse mitigerende maatregelen die genomen kunnen worden ten aanzien van zoetwatervoorziening in een verziltend gebied. De maatregelen die in deze paragraaf worden omschreven zijn alle in meer of mindere mate toepasbaar binnen de Noordpolder. Het criterium dat bij de selectie van de maatregelen is gehanteerd, is dat de maatregelen de zoetwatervraag aan het lokale watersysteem, en uiteindelijk ook aan het hoofdwatersysteem, verminderen. Zeer kostbare maatregelen, zoals ontziltingssystemen voor grond- en oppervlaktewater, zijn buiten beschouwing gelaten. Dergelijke systemen zijn vooral rendabel voor kapitaalintensieve teelten zoals de bollenteelt.

#### 6.2.1 Maatregelen gebruiker

Deze paragraaf beschrijft de maatregelen die de gebruiker, in dit geval de boer, kan treffen om de zoetwatervraag te verminderen.

##### **Opvang en berging van regenwater**

De meest eenvoudige toe te passen maatregel is de bovengrondse opvang en berging van regenwater op het eigen perceel. Deze maatregel wordt al algemeen toegepast in de kassenteelt, vaak in combinatie met zuivering en recirculatie. Nadeel van dit systeem is dat de te beregenen oppervlakken beperkt zijn en het systeem relatief kostbaar is.<sup>[28]</sup>

## Aanpassing drainage

Zoals reeds eerder omschreven, zorgen regenwaterlenzen ervoor dat landbouw in gebieden met zout grondwater en/of zoute kwel toch mogelijk is. Uit veldonderzoek door Van Staveren et al. (2012)<sup>[25]</sup> blijkt dat de dikte van de regenwaterlens (bij dezelfde klimatologische situatie) toeneemt bij afnemende kwelflux, toenemende diepteligging van de drains en afnemende doorlatendheid van de bodem (vanwege de grotere regenwateropbolling tussen de drains bij geringere doorlatendheid). Op basis van dit gegeven zijn berekeningen uitgevoerd naar chloridegehaltes in het bodemvocht bij verschillende draindieptes. De getallen zijn berekend op grond van theoretische modellen en niet gevalideerd met metingen. De uitkomsten in de tabellen (fig. 6.1) zijn derhalve indicatief. Geconcludeerd kan worden dat, zolang de regenwaterlens niet verdwijnt, de diepte van de drains voor een belangrijk deel bepalend is voor de kans dat het zout in de wortelzone komt; een diepere ligging van de drains leidt in het algemeen tot een diepere ligging van de zoet/zoutgrens. Voordeel van dit systeem is dat de oorspronkelijke bedoeling van drainage, het voorkomen van natschade, op deze manier behouden blijft.

| Chloridegehalte op 50 cm beneden maaiveld: draindiepte is 150 cm |             |      |      | Chloridegehalte op 50 cm beneden maaiveld: draindiepte is 100 cm |             |      |      |
|------------------------------------------------------------------|-------------|------|------|------------------------------------------------------------------|-------------|------|------|
|                                                                  |             | 2003 | 2005 |                                                                  |             | 2003 | 2005 |
| lichte zavel                                                     | gras        | 699  | 13   | lichte zavel                                                     | gras        | 7090 | 2630 |
|                                                                  | tarwe       | 98   | 1    |                                                                  | tarwe       | 3150 | 553  |
|                                                                  | aardappelen | 211  | 1    |                                                                  | aardappelen | 5520 | 896  |
| zavel/<br>lichte klei                                            | gras        | 186  | 22   | zavel/<br>lichte klei                                            | gras        | 7780 | 4470 |
|                                                                  | tarwe       | 37   | 1    |                                                                  | tarwe       | 4120 | 584  |
|                                                                  | aardappelen | 16   | 0    |                                                                  | aardappelen | 6260 | 1870 |
| klei                                                             | gras        | 0    | 0    | klei                                                             | gras        | 76   | 23   |
|                                                                  | tarwe       | 0    | 0    |                                                                  | tarwe       | 31   | 1    |
|                                                                  | aardappelen | 0    | 0    |                                                                  | aardappelen | 8    | 1    |

Fig. 6.1 Berekende chloridegehaltes in het bodemvocht op draindieptes van 150 cm en 100 cm onder maaiveld. Berekeningen zijn gedaan voor een droog jaar (2003) en een gemiddeld jaar (2005) voor verschillende combinaties van bodem en gewas. Hieruit blijkt dat een diepere ligging van de drains in het algemeen leidt tot een diepere ligging van de zoet/zoutgrens. Bron: Verziltig van landbouwgronden in Noord Nederland, p.14<sup>[25]</sup>

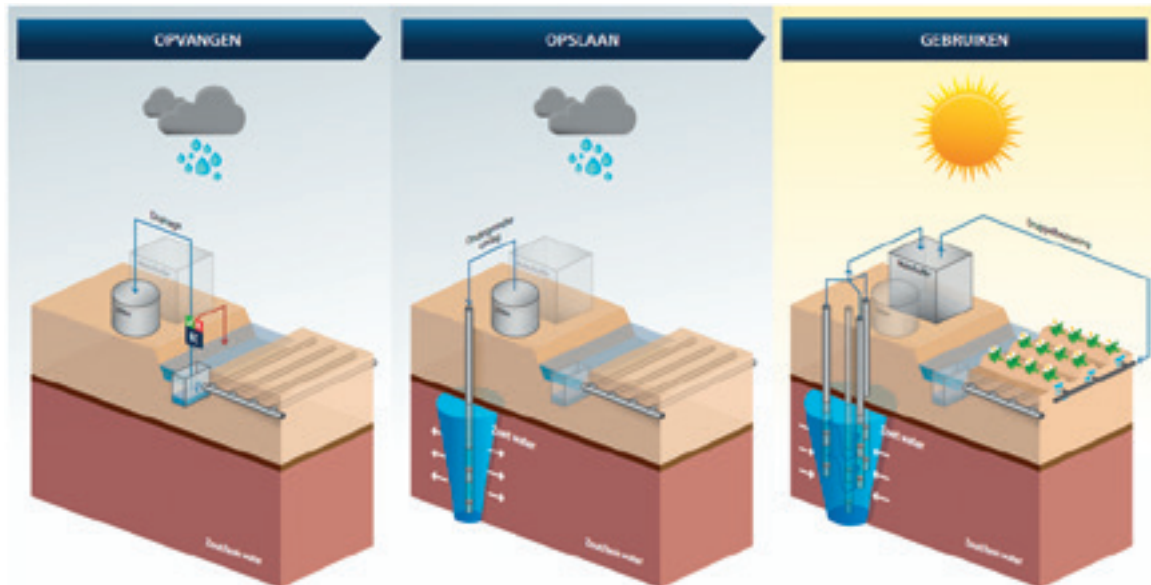
In Project Spaarwater wordt bovengenoemd principe van aangepaste drainage gecombineerd met waterberging en –zuivering.

## Project Spaarwater: eigen zoetwatervoorziening en systeemgerichte drainage<sup>[42]</sup>

Zoals reeds in paragraaf 4.5.2 is omschreven maakt Project Spaarwater deel uit van het Advies Delta-plan Zoetwater. Project Spaarwater is een samenwerkingsverband tussen waterschappen en provincies in Noord Nederland waarbij samen met agrariërs en marktpartijen wordt gezocht naar oplossingen om rendabel en duurzaam watergebruik in de agrarische sector in een verziltende omgeving mogelijk te maken. Op een aantal pilotlocaties wordt de technische en economische toepasbaarheid van eigen zoetwatervoorziening met ondergrondse opslag, verziltingsbestrijding met systeemgerichte drainage en zuinig watergebruik met druppelirrigatie onderzocht. Voor dit project wordt door het Waddenfonds subsidie versterkt. Twee proeflocaties richten zich op zelfvoorzienende zoetwaterberging volgens de trits ‘opvangen, opslaan en gebruiken’. Op twee andere proeflocaties worden vernieuwende drainage-ontwerpen toegepast om een maximale zoete neerslaglens te realiseren. Het project loopt van 2013 tot 2016. De onderzoeksresultaten dienen als advies voor regionale opschaling in de Waddenregio.

### *Zelfvoorzienende zoetwaterberging*

Het systeem biedt perspectief voor zelfvoorzienende zoetwaterberging en zuivering in de bodem. Opvangen van drainwater beperkt de afvoer van nutriënten en bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater. Ondergrondse opslag dient voor het opslaan van zoet water, maar tegelijkertijd ook voor afbraak van nutriënten en bestrijdingsmiddelen. De werking van het systeem is in fig. 6.2 weergegeven

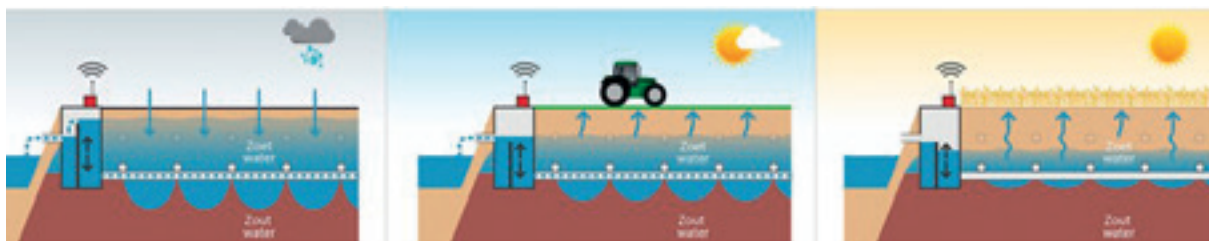


*Fig. 6.2 Zelfvoorzienende zoetwaterberging*

*Regenwater wordt opgevangen in drains die uitmonden in een verzameldrain. Water van voldoende kwaliteit gaat naar een filter. Het schone water wordt ondergronds geïnfilteerd en duwt het zoute grondwater weg. In droge periodes wordt het zoete water uit de ondergrondse zoetwatervoorraad via druppelirrigatie bij de planten gebracht. Bodems met een goede capillaire werking zijn geschikt voor gebruik van ondergrondse druppelbevloeiing met nog zuiniger gebruik van het zoete water. Bron: spaarwater.com*

### *Systeemgerichte drainage*

De diepteligging van de drainage is medebepalend voor de aanwezigheid en grootte van de regenwaterlenzen. Door diepere drainage te combineren met een vorm van peilgestuurde drainage kan een zoetwaterbuffer worden opgebouwd. De langere reistijd van water- en stoffenstromen laat nutriënten als nitraat afbreken. De werking van het systeem is in fig. 6.3 weergegeven.



*Fig. 6.3 Systeemgerichte drainage*

*Diepe drainage wordt gecombineerd met regelbare drainage, zo kan het grondwaterpeil in het perceel actief worden verhoogd en verlaagd. De agrariër kan vanachter zijn computer het peil aanpassen.*

Bron: spaarwater.com

### 6.2.2 Maatregelen beheerder

In deze paragraaf worden de maatregelen beschreven die de beheerder kan nemen ten aanzien van de zoetwatervoorzieningen. De beheerder kan zijn het rijk, de provincie, het waterschap of de gemeente. De inspiratie voor de beschreven maatregelen komt voort uit het deelrapport 'Inventarisatie maatregelen omtrent interne verzilting' (Velstra et al., 2009)<sup>[28]</sup>

#### Tegengaan brakke grondwaterkwel

Verhoging van de slootpeilen en daarmee ook verhoging van de freatische grondwaterstand leidt tot verlaging van de kwel van brak grondwater, met name in de watergangen (fig. 6.4).

De behoefte aan zoetspoelen vermindert hiermee. Doordat de kweldruk op percelen wordt gereduceerd, kunnen (dikkere) regenwaterlenzen gevormd worden. Om natschade te voorkomen moet bij deze maatregel wel nagegaan worden of de benodigde drooglegging hierdoor niet in gevaar komt.

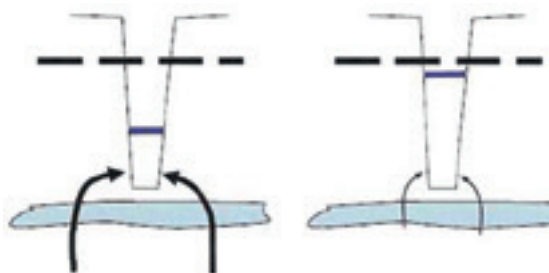


Fig. 6.4 Het effect van het oppervlaktewaterpeil (blauwe lijn) van twee waterlopen met dezelfde waterstand in de diepere grondlaag (onderbroken lijn) resulteert in een verschil in intensiteit van zoute kwel. De dikte van de pijl geeft de intensiteit van de zoute kwel aan. Bron: tijdschrift H<sub>2</sub>O, nr. 22/2008, p. 24

#### Brak kwelgebied apart afwateren

Zoals eerder omschreven, is de zoute kwel vanuit de Waddenzee langs de noordrand van de Noordpolder een probleem. Het zoute water stroomt in zuidelijke richting het zoetwatersysteem in.

Door met behulp van kunstwerken dit gebied af te scheiden van de rest van het watersysteem ontstaat een gedeelte dat nog zouter wordt (langs de zeedijk). Voor dit gedeelte zou een apart peilregime gehanteerd kunnen worden, vergelijkbaar met het peilregime van de Klutenplas.

Het gedeelte dat zouter wordt kan worden omgevormd tot brakke natuur, conform de speerpunten uit het beleid van de Herziene Ontwerp Omgevingsvisie.

#### Gescheiden aan- en afvoer via watergangen

Een variant op bovengenoemde maatregel is een gescheiden aanvoer van zoetwater en afvoer van brak (drainage)water (fig. 6.5). De sloten direct in de nabijheid van de Electraboezem, langs de zuidrand van de Noordpolder, zouden in dit kader voor aanvoer van zoetwater kunnen dienen. Het is nu al zo dat de boezem bij te hoge peilen afwatert op de Noordpolder. Dit zoete water zou bijvoorbeeld naar een gemeenschappelijke waterberging kunnen worden gevoerd (zie ook paragraaf 6.2.3), terwijl het brakke water langs de normale weg afwatert op de Waddenzee.

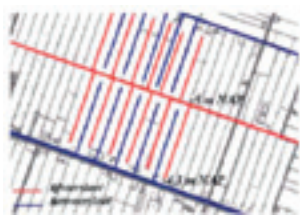


Fig. 6.5 Voorbeeld van gescheiden aan- en afvoersysteem

Bron: Eindverslag inventarisatie maatregelen omtrent verzilting<sup>[28]</sup>

### **Afwisselende ‘hoge’ en ‘lage’ sloten**

Door een systeem van sloten met afwisselende peilen kan de brakke kwelstroom gestuurd worden. De kwel richt zich op de sloten met een laag slootpeil, de sloten met een hoog slootpeil blijven zoet.

#### **6.2.3 Gezamenlijke maatregelen gebruiker en beheer**

Een maatregel waarbij zowel gebruikers als beheerders zijn betrokken kan een grootschalige, gezamenlijke waterberging zijn in de vorm van een ‘Waterhouderij’. Dit idee wordt omschreven in het tijdschrift  $H_2O$  (nr. 19/2008). In het kort komt het erop neer dat boeren, gemeente, waterschap en andere gebiedsbewoners een gebiedscoöperatie oprichten, een zogeheten Waterhouderij. In natte periodes wordt zoet regenwater opgevangen en via sloten vervoerd naar een gezamenlijke waterberging, bijvoorbeeld een meer. Dit meer bergt het water voor het gebied na perioden van veel neerslag en vangt daarnaast het regionale neerslagoverschot op. Het geborgen water wordt in droge perioden gebruikt voor irrigatie en beregening, aanvoer van (gebiedsvreemd) water is niet langer noodzakelijk.

### **6.3 Adaptieve maatregelen**

Adaptieve maatregelen zijn maatregelen die zich aanpassen aan de omstandigheden zodat geen grote kunstmatige ingrepen noodzakelijk zijn. In deze paragraaf worden maatregelen en kansen besproken die uitgaan van zilte omstandigheden, zonder de directe noodzaak van externe zoetwateraanvoer. Ook voor deze maatregelen geldt dat ze in principe toepasbaar kunnen zijn binnen de Noordpolder. De basis voor de onderzochte maatregelen komt voort uit het referentieonderzoek in hoofdstuk 5.

#### **6.3.1 Zilte landbouw**

Volgens de verdringingsreeks in het Nationaal Waterplan 2009-2015 heeft de zoetwaterleverantie voor landbouwkundige doeleinden in tijden van droogte de laagste prioriteit. Dit betekent dat aanvoer van zoetwater door de waterbeheerder in geval van droogte onzeker wordt. Zowel de doorspoeling van verzilte gronden en watergangen, als de mogelijkheden van beregening komen hiermee in gevaar.

Door aanpassing in agrarisch landgebruik kan de afhankelijkheid van zoetwateraanvoer worden verminderd.

#### **Zouttolerante gewassen**

Er bestaat een scala aan gewassen die een zekere hoeveelheid zout kunnen verdragen zonder dat dit leidt tot productie- of kwaliteitsverlies.<sup>[34]</sup> In figuur 6.6 (pag. 51) is een tabel weergegeven met kansen voor zilte gewassen alsmede de marktpotentie en teeltomvang. Deze tabel is overgenomen uit het rapport ‘Het zout en de pap’.<sup>[10]</sup> In genoemd rapport is als bijlage tevens een zeer complete lijst opgenomen met gegevens over herkomst, gevoeligheid voor ziekten en plagen etc. van zilte planten in Nederland. Voor gedetailleerde informatie wordt geadviseerd deze bijlage te raadplegen.

Zoals in de tabel is te zien, kunnen de geteelde gewassen op meerdere manieren worden gebruikt. Naast menselijke consumptie zijn er in potentie toepassingen als veevoer of als grondstof voor energielevering mogelijk. Door het verbouwen van zouttolerante gewassen kan de zoetwateraanvoer in de watergangen worden gereduceerd. De gewassen zijn bestand tegen beregening met brak water en er zijn voldoende gewassen beschikbaar voor een goede gewasrotatie. Zoals in paragraaf 5.2 is omschreven, zijn er ook traditionele landbouwgewassen die een hogere zouttolerantie lijken te hebben dan tot nu toe werd aangenomen. Op experimentele basis zouden in de Noordpolder ook (een aantal van) deze gewassen geteeld kunnen worden om de effecten op langere termijn (bijvoorbeeld 5 jaar) te onderzoeken.

### Zilte teelt

Behalve zouttolerante gewassen kunnen ook zoutminnende gewassen (halofyten) worden geteeld, eventueel in combinatie met zilte, binnendijkse, aquacultuur. Dit principe is reeds omschreven in paragraaf 5.1 'De Zeeuwse Tong'. Doordat de Noordpolder direct aan de Waddenzee grenst is de benodigde in- en uitstroom van zilt water geen probleem. Er zijn voldoende gegevens bekend omtrent het telen van zoutminnende gewassen. Behalve de (relatief) bekende zeekraal en lamsoren zijn bijvoorbeeld ook zeekool en strandbiet goede alternatieven voor zilte teelt. Voor zeekraal, snijbiet en zeekool zijn teelthandleidingen geschreven.

Het probleem bij zilte teelten is dat het niche-producten betreft en er momenteel nog geen grote (rendabele) afzetmarkt bestaat voor zilte groenten als zeekraal. Veel zeekraal wordt geïmporteerd vanuit onder meer Frankrijk, waar in het 'wild' zeekraal wordt gesneden, zonder dat daar wettelijke beperkingen aan zijn verbonden. In Nederland is de wetgeving veel strikter en daarmee beperkend voor de haalbaarheid. Voor 'wildsnijden' moet jaarlijks een vergunning worden aangevraagd. Het aantal locaties waar mag worden gesneden is beperkt, het aantal vergunningen dat wordt toegekend is beperkt en de hoeveelheid die gesneden mag worden eveneens. Als Frankrijk de mate van natuurbescherming ook zou aanscherpen (afgedwongen door EU-wetgeving) en voor het 'wildsnijden' aldaar ook vergunningen nodig zijn, nemen de kansen voor het opzetten van een rendabele zeekraalteelt in Nederland toe.<sup>[43]</sup>

#### 6.3.2 Zilte natuur

Een andere optie is de ontwikkeling van brakke binnendijkse natuur. Zoals reeds is aangegeven, vindt er langs de noordrand van de Noordpolder zoute kwel vanuit de Waddenzee plaats. Door in deze zone een brak natuurgebied aan te leggen, wordt aangesloten op de buitendijks aanwezige kwelders. Eventueel kunnen getijdenstromen gecreëerd worden door de aanleg van een duiker door de zeedijk.

Er zijn binnen de Noordpolder reeds twee gebieden aangewezen voor brakke natuur; de Klutenplas en een nog tot natuur om te vormen gebied van ca. 14 hectare ten oosten van de Klutenplas. Bij verdere natuurontwikkeling langs de noordrand, zou een combinatie gemaakt kunnen worden; de Klutenplas en het nieuwe natuurgebied dienen als broed- en fourageerplaatsen voor vogels, in de rest van het gebied wordt recreatie mogelijk gemaakt. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan 'pluktuinen' voor zilte groenten en een educatiecentrum. Op deze manier ontstaat een robuuste zone waar natuur en recreatie worden gecombineerd.

### 6.4 Voor- en nadelen van de maatregelen

In de voorgaande paragrafen zijn maatregelen onderzocht die genomen kunnen of moeten worden om een 'verziltingsbestendig' gebied te ontwikkelen. Dit kunnen technische maatregelen zijn, maar ook maatregelen ten aanzien van alternatief grondgebruik. Deze maatregelen zijn in tabel 6.7 (pag. 52) samengevat, waarbij de voor- en nadelen kort zijn omschreven.

Uit de tabel blijkt dat met technische aanpassingen in het watersysteem veel bereikt kan worden. Door enerzijds zoet water te sturen naar gebieden waar dat nodig is en anderzijds ervoor te zorgen dat bepaalde gebieden juist brak water krijgen aangevoerd of vasthouden, zijn multifunctionele gebruiksfuncties binnen de polder mogelijk. De gebieden met aanvoer van brak water verzilten in een hoger tempo, hier krijgen zilte natuur en/of zilte teelten een kans. De gebieden met aanvoer van zoet water door aanpassingen in het watersysteem verzilten minder, waardoor de teelt van traditionele gewassen hier mogelijk blijft zolang de regenwaterlenzen niet verdwijnen. Door de opslag van neerslagoverschot op eigen percelen of in een gezamenlijk zoetwaterbassin, in combinatie met aangepaste drainage, wordt de afhankelijkheid van externe watertoevoer teruggedrongen.

| Kansen zilte gewassen      |                                                  |                  |                             |             |       |
|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|-------------|-------|
| <i>Groente</i>             |                                                  |                  |                             |             |       |
|                            | Latijnse naam                                    | Nederlandse naam | Marktpotentie               | Teeltomvang |       |
|                            | <i>Apium graveolens</i>                          | Selderij         | Groente                     | II          |       |
|                            | <i>Asparagus officinalis</i>                     | Groene asperge   | Groente                     | II          |       |
|                            | <i>Aster tripolium</i>                           | Zeeaster         | Groente                     | II          |       |
|                            | <i>Cochlearia</i> spp.                           | Lepelblad        | Groente / kruid             | I           |       |
|                            | <i>Crambe maritima</i>                           | Zeekool          | Groente                     | II          |       |
|                            | <i>Foeniculum vulgare</i>                        | Venkel           | Groente                     | I           |       |
|                            | <i>Salicornia</i> spp.                           | Zeekraal         | Groente                     | II          |       |
| <i>Siergewas tuin</i>      |                                                  |                  |                             |             |       |
|                            | Latijnse naam                                    | Nederlandse naam | Marktpotentie               | Teeltomvang |       |
|                            | <i>Armeria</i> spp.                              | Engels gras      | borderplant                 | I           |       |
|                            | <i>Dianthus maritima</i>                         | Zeeanjer         | borderplant                 | I           |       |
|                            | <i>Eryngium maritimum</i>                        | Zeedistel        | borderplant                 | I           |       |
|                            | <i>Festuca</i> spp.                              | Zwenkgras        | zilt gazon                  | II          |       |
|                            | <i>Hebe salicifolia</i>                          | Hebe             | borderplant                 | I           |       |
|                            | <i>Limonium</i> spp.                             | Lamsoor          | borderplant / droogbloem    | I           |       |
|                            | <i>Mesembryanthemum</i> spp.                     | Ijsbloem         | borderplant                 | I           |       |
|                            | <i>Puccinellia</i> spp.                          | Kweldergras      | zilt gazon                  | II          |       |
| <i>Bomen</i>               |                                                  |                  |                             |             |       |
|                            | Latijnse naam                                    | Nederlandse naam | Marktpotentie               | Teeltomvang |       |
|                            | <i>Gleditsia triacanthos</i>                     | Christusdoorn    | Laanboom                    | I           | exoot |
| <i>Bos-, haagplantsoen</i> |                                                  |                  |                             |             |       |
|                            | Latijnse naam                                    | Nederlandse naam | Marktpotentie               | Teeltomvang |       |
|                            | <i>Cytisus scoparius</i> subsp. <i>maritimus</i> | Brem             | zilte hagen                 | I           |       |
|                            | <i>Hippophae rhamnoides</i>                      | Duindoorn        | zilte hagen                 | I - II      |       |
|                            |                                                  |                  | jam, multivitamine          |             |       |
|                            | <i>Rosa</i>                                      | Duinroos         | zie boven                   | I - II      |       |
|                            | <i>Salix repens</i> subsp. <i>arenaria</i>       | Kruipwilg        | langs zilte hagen           | I           |       |
| <i>Akkerbouwgewassen</i>   |                                                  |                  |                             |             |       |
|                            | Latijnse naam                                    | Nederlandse naam | Marktpotentie               | Teeltomvang |       |
|                            | <i>Camelina sativa</i>                           | Huttenhut        | spijsolie / vezel / energie | III         |       |
|                            | <i>Hordeum vulgare</i>                           | Gerst            | Bier                        | IV          |       |
|                            | <i>Linum usitatissimum</i>                       | Vlas             | olie / vezel / energie      | III         |       |
|                            | <i>Quinoa</i>                                    | Quinoa           | Graanproducten              | IV          |       |
|                            | <i>Triticum spelta</i>                           | Spelt            | Brood e.a. / bioenergie     | IV          |       |
| <i>Energiegewassen</i>     |                                                  |                  |                             |             |       |
|                            | Latijnse naam                                    | Nederlandse naam | Marktpotentie               | Teeltomvang |       |
|                            | <i>Beta vulgaris</i>                             | Voederbiet       | energie                     | IV          |       |
|                            | <i>Brassica napus</i>                            | Koolzaad         | energie                     | IV          |       |
|                            | <i>Puccinellia maritima</i>                      | Kweldergras      | zilte weiden                | III         |       |
|                            |                                                  |                  | energie uit wastelands      |             |       |
|                            | <i>Spartina</i> spp.                             | Slijkgras        | energie uit wastelands      | III         |       |

I = enkele hectares

II = enkele tientallen hectares

III = enkele honderden hectares

IV = enkele duizenden hectares

Fig. 6.6 Kansen voor zilte gewassen. Bron: Rapport 'Het zout en de pap' p. 36

| Technische maatregelen                                                                             | Voordelen                                                                                                                                                                           | Nadelen                                                                                                                               | Toepassing Noordpolder                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Bovengrondse opvang en berging regenwater                                                          | eenvoudig toe te passen                                                                                                                                                             | te beregenen oppervlak beperkt, kostbaar dus alleen voor kapitaalintensieve teelt                                                     | individueel, voor kleinere percelen                                               |
| Aanpassing drainage i.c.m. ondergrondse opslag regenwater (evt. met ondergrondse druppelirrigatie) | voorkomt verzilting wortelzone, vergroot eigen zoetwatervoorraad, minder afhankelijk externe zoetwateraanvoer, afbraak van nutriënten en bestrijdingsmiddelen                       | mogelijk periodieke vernatiing (afhankelijk van toegepaste systeem), druppelirrigatie is kostbaar                                     | overal waar drainage gewenst is en voldoende ruimte in de bodem voor waterberging |
| Verhoging slootpeilen                                                                              | verlaging brakke kwel, m.n. in watergangen waardoor minder zoetspoelen noodzakelijk is                                                                                              | drooglegging kan in gevaar komen door hoger grondwaterpeil, vermindering bergingscapaciteit zoet water in bodem                       | in gebieden met relatief grote drooglegging                                       |
| Brak kwelgebied apart afwateren                                                                    | minder menging zoet en zout water in het totale watersysteem                                                                                                                        | zouter worden brakke kwelgebieden, geen reguliere landbouw meer mogelijk, duur door aparte aanleg infrastructuur                      | langs hele noordrand                                                              |
| Gescheiden aan- en afvoer via watergangen                                                          | geen menging zoet en zout water door aparte afwatering brak water                                                                                                                   | aanpassing infrastructuur noodzakelijk, bij grote droogte komt zoetwateraanvoer in gevaar waardoor sloten droog kunnen komen te staan | gehele polder, waar nu al sloten zijn                                             |
| Afwisselend hoge en lage sloten                                                                    | hogere kwaliteit water in sloten met hoger peil                                                                                                                                     | zouter worden sloten met lager peil, aanpassing infrastructuur                                                                        | gehele polder, waar nu al sloten zijn                                             |
| Gezamenlijke waterberging ('waterhouderij')                                                        | opvang piekafvoer, gebiedseigen water, combinatie natuurontwikkeling/recreatie mogelijk (bijv. hengelsport, schaatsen, afhankelijk van schaalgrootte), neveninkomsten uit recreatie | ruimtebeslag, samenwerking verschillende partijen noodzakelijk, moet dicht bij de percelen liggen die het water nodig hebben          | in gedeelten met weinig zoute kwel                                                |
| <b>Maatregelen t.a.v. gebruik</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                       |                                                                                   |
| Zilte landbouw                                                                                     | Voordelen                                                                                                                                                                           | Nadelen                                                                                                                               | Toepassing Noordpolder                                                            |
| Zouttolerante gewassen                                                                             | irrigatie met brak water mogelijk, minder zoetwateraanvoer noodzakelijk                                                                                                             | nog weinig bekend over effecten van zout op bodemleven en -structuur op langere termijn                                               | gehele polder                                                                     |
| Proeflokatie traditionele landbouwgewassen (irrigatie met brak water)                              | kennisvergaring zouttolerantie traditionele gewassen                                                                                                                                | omzetterij agrariër, effecten bodem op langere termijn niet bekend                                                                    | gehele polder                                                                     |
| Zilte teelt                                                                                        | geen zoetwater meer nodig, kennisvergaring voor productie op grotere schaal (tot op heden alleen kleinschalige teelten)                                                             | relatief onbekend en nog geen grote afzetmarkt, bewerkelijk door onkruid, aanpassing landbouwwerktuigen                               | langs noordrand, waar aan- en afvoer van zout water mogelijk is                   |
| Zilte aquacultuur                                                                                  | gesloten kringloop, geen zoet water nodig, kan op minder rendabele landbouwgronden                                                                                                  | lozing op Waddenzee moet eerst onderzocht, beeld van open polder verandert (industriëler)                                             | in nabijheid Waddenzee                                                            |
| <b>Zilte natuur</b>                                                                                |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                       |                                                                                   |
| Binnendijkse brakke natuur                                                                         | robuuste zone, aansluiting op Natura 2000 gebied en/of KRW-watervaten, ecologische meerwaarde                                                                                       | beheer, verlies landbouwgronden                                                                                                       | langs noordrand en langs Noordpolderkanaal                                        |
| Brakke natuur en recreatie met pluktuin en zilte groenten                                          | stimulans toerisme, meer bekendheid geven aan zilte groenten                                                                                                                        | verstoring fauna, beheer, verlies landbouwgronden                                                                                     | langs noordrand                                                                   |

Fig. 6.7 Overzicht maatregelen verzilting

## Conclusie

Er zijn diverse maatregelen mogelijk binnen de Noordpolder waarbij op een alternatieve manier wordt omgegaan met verzilting; maatregelen die ingrijpen op het watersysteem en maatregelen die uitgaan van alternatief grondgebruik. Maatregelen ten aanzien van het watersysteem kunnen zowel betrekking hebben op lokale aanpassingen (zoals aanpassing in drainagesystemen) als op aanpassingen in de infrastructurele watervoorziening. Maatregelen ten aanzien van alternatief grondgebruik kunnen eveneens lokaal zijn (zoals aangepaste teelten op perceelsniveau), maar ook grotere ingrepen zoals omvorming naar brakke natuur en zilte aquacultuur zijn mogelijk. De keuze voor welke (combinatie van) maatregelen gekozen moet worden is afhankelijk van de keuze voor het uiteindelijke grondgebruik en functies.

In alle gevallen geldt dat er een omslag in manier van denken noodzakelijk is: Van het telen van traditionele landbouwgewassen waarbij ervan wordt uitgegaan dat de externe zoetwatertoevoer blijft bestaan, naar een manier van denken waarbij wordt meebewogen met verzilting of het grondgebruik wordt aangepast aan verzilting.



# HOOFDSTUK 7

## GEBIEDSONTWIKKELING IN DE NOORDPOLDER

In dit hoofdstuk worden de gebiedskenmerken, de beleidsdoelstellingen en de mogelijkheden voor aanpassingen in de Noordpolder puntsgewijs samengevat. Deze punten komen voort uit de analyses in de voorgaande hoofdstukken. Op basis van deze analyses wordt een advies gegeven dat bijdraagt aan het realiseren van een toekomst- en verziltingsbestendige Noordpolder. Voor de volledigheid is het verziltingsrisico nogmaals weergegeven in fig. 7.1. Er kunnen geen exacte locaties voor de verschillende toepassingen binnen de polder worden gegeven. Er kunnen evenmin exacte technische maatregelen worden vastgesteld, zoals hoge of lage peilen, aparte aan- en afvoersystemen e.d. Hiervoor dient eerst uitgebreid (perceelsgewijs) veldonderzoek verricht te worden op het gebied van o.a. plaatselijke chlooridegehalten, bodemstructuur, kwelintensiteit etc.

### Gebiedskenmerken

- open polderlandschap
- voornamelijk agrarisch grondgebruik
- twee binnendijkse brakke natuurgebieden
- zout grondwater, beperkte kwelintensiteit
- zoute kwel vanuit Waddenzee
- verziltingsrisico langs randen groot, in het midden beperkt

### Beleidsdoelstellingen

- herstel zoet-zoutovergangen/brakke natuur
- ruimte voor innovatieve landbouw
- recreatieve ontwikkelingen (kleinschalig) toestaan en versterken
- meer gesloten ketens
- klimaatbestendig, veerkrachtig en gezond watersysteem

### Gewenste kennisontwikkeling

- opschaling onderzoek zouttolerantie gangbare landbouwgewassen
- lange termijneffecten zout op bodemleven en –structuur
- zouttolerantie natuurtypen
- terugdringen afhankelijkheid externe zoetwateraanvoer

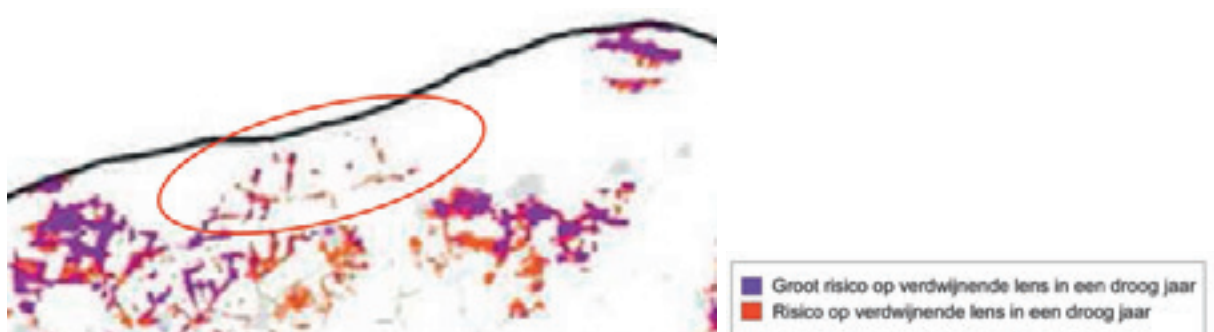


Fig. 7.1 Verziltingsrisico Noordpolder

## Toepassingen in de Noordpolder

### **Gangbare landbouwgewassen**

Op de percelen waar het risico op verdwijnen van de regenwaterlens gering is, blijven gangbare landbouwgewassen gehandhaafd. De maatregelen zoals omschreven onder project Spaarwater kunnen hier worden toegepast. De agrariër behoudt hiermee zijn inkomstenbron. Tegelijkertijd wordt verdere kennis ontwikkeld ten aanzien van drainage in combinatie met waterberging/-zuivering zodat ook in de toekomst de gewenste water- en bodemkwaliteit is gegarandeerd.

### **Zouttolerantie landbouwgewassen/opschaling onderzoek zouttolerantie gangbare gewassen**

Op de percelen waar het risico op verdwijnen van de regenwaterlens groot is, worden zouttolerante landbouwgewassen geteeld en geïrrigeerd met brak water. Zorgvuldige monitoring van de lange termijngevolgen van zout op bodemleven en –structuur is hierbij noodzakelijk, hierover is nog weinig bekend. Daarnaast kan op enkele tientallen hectares in ditzelfde gebied opschaling van onderzoek naar zouttolerantie van gangbare landbouwgewassen worden uitgevoerd.

Voor de boer bestaat het risico op schade als gevolg van bijvoorbeeld bodemverdichting of op derving van inkomsten als gevolg van verminderde gewasopbrengst. Anderzijds wordt kennis opgebouwd, waarvoor wellicht subsidies beschikbaar zijn vanuit bijvoorbeeld het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid of het Waddenfonds.

### **Zilte teelt, zilte aquacultuur en recreatie**

In de nabijheid van Noordpolderzijl komt een project vergelijkbaar met De Zeeuwse Tong. Er zal nog onderzocht dienen te worden welke vorm hierbij het meest perspectief biedt: kweken van vis, eventueel in combinatie met kweken van schaal- en schelpdieren, of wellicht alleen de kweek van zagers als voer voor bijvoorbeeld garnalen. Zeekraal wordt hier op commerciële basis geteeld, waarbij vooraf een analyse gemaakt dient te worden van de verwachte afzetmarkt om het te telen oppervlak te bepalen. Voor de benodigde in- en uitspoeling van zout water wordt door middel van een duiker een verbinding gemaakt met de Waddenzee. Naar de gevolgen van uitspoeling van nutriënten in de Waddenzee zal nog onderzoek verricht moeten worden. Omdat de Waddenzee deel uitmaakt van Natura-2000 gelden hiervoor wellicht restricties.

Daarnaast wordt een educatiecentrum bij Noordpolderzijl ingericht waar informatie wordt gegeven over zilte planten en zilte aquacultuur. Bij dit educatiecentrum komt een winkeltje waar zilte ‘polderproducten’ kunnen worden gekocht. Dankzij de ligging nabij het haventje van Noordpolderzijl is de bereikbaarheid relatief groot. Daarnaast is Noordpolderzijl een opstappunt voor wadlopers, hetgeen zeker zal bijdragen aan een toestroom van recreanten.

### **Zilte natuur en recreatie**

Langs de noordrand wordt een brak natuurgebied aangelegd. Bepaalde gedeelten zijn bestemd als broedvogelplaatsen en niet toegankelijk. Andere delen worden toegankelijk gemaakt voor publiek, eventueel in combinatie met ‘pluknatuur’ van zilte groenten. De infrastructuur van het watersysteem dient hiervoor gewijzigd te worden, zodanig dat het brakke gebied niet meer in verbinding staat met de overige sloten binnen de polder. Door de hogere ligging van deze zone (gemiddeld ca. 2 m +NAP) zal daarnaast een systeem aangelegd dienen te worden dat het zoute water oppompt om aan de brakke condities te kunnen voldoen.

In de tabel (fig. 7.2) is schematisch weergegeven hoe de diverse toepassingen bijdragen aan beleidsdoelstellingen en/of kennisontwikkeling.

|                                                                  | gangbare<br>gewassen<br>i.c.m. technische<br>maatregelen | zouttolerante<br>gewassen +<br>testlocatie | zilde teelt/<br>aquacultuur<br>(i.c.m. recreatie) | zilde<br>natuur<br>(i.c.m. recreatie) |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Kennisontwikkeling</b>                                        |                                                          |                                            |                                                   |                                       |
| zouttolerantie gangbare landbouwgewassen                         |                                                          | X                                          |                                                   |                                       |
| lange termijneffecten zout op bodemleven en –structuur           |                                                          | X                                          | X                                                 | X                                     |
| zouttolerantie natuurtypen                                       |                                                          |                                            |                                                   | X                                     |
| terugdringen afhankelijkheid externe zoetwateraanvoer            | X                                                        | X                                          | X                                                 | X                                     |
| <b>Beleidsdoelstellingen</b>                                     |                                                          |                                            |                                                   |                                       |
| herstel zoet-zoutovergangen/brakke natuur                        |                                                          |                                            |                                                   | X                                     |
| ruimte voor innovatieve landbouw                                 | X                                                        | X                                          | X                                                 |                                       |
| recreatieve ontwikkelingen (kleinschalig) toestaan en versterken |                                                          |                                            | X                                                 | X                                     |
| meer gesloten ketens                                             | X                                                        | X                                          | X                                                 |                                       |
| klimaatbestendig, veerkrachtig en gezond watersysteem            | X                                                        | X                                          | X                                                 | X                                     |

Fig. 7.2 Gebiedsontwikkeling versus doelstellingen

## Conclusie

Uit de analyses blijkt dat de Noordpolder veel perspectief biedt voor alternatief grondgebruik en innovatieve landbouw ten aanzien van verzilting. Door inrichting van het gebied op basis van genoemde alternatieven, wordt zowel bijgedragen aan de beleidsdoelstellingen van de provincie Groningen en het waterschap, als aan kennisontwikkeling ten aanzien van de verziltingsproblematiek. Het beeld van een open polderlandschap wordt hiermee niet aangetast. In alle gevallen wordt de afhankelijkheid van externe zoetwateraanvoer teruggedrongen en ontstaat er een polder waar op een innovatieve wijze gewerkt wordt aan een toekomstbestendig gebied.



# HOOFDSTUK 8

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In de voorgaande hoofdstukken is op basis van de in de inleiding genoemde hoofd- en deelvragen uitgebreid geïnterviewd en geanalyseerd wat verzilting inhoudt, wat de gevolgen hiervan zijn en welke mogelijkheden er binnen de Noordpolder zijn. Dit hoofdstuk geeft antwoord op deze vragen. Daarnaast komen onder 8.3 - Aanbevelingen zaken aan de orde die voortkomen uit de analyses en die nader onderzoek of aandacht behoeven.

### 8.1 Conclusie - antwoord op de hoofdvraag

Het uitgangspunt van het onderzoek was om een antwoord te vinden op de hoofdvraag:

***“Welke mogelijkheden biedt de Noordpolder voor innovatieve landbouw en gebiedsontwikkeling ten aanzien van verzilting”***

Geconcludeerd kan worden dat er in de Noordpolder diverse kansen liggen voor het ontwikkelen van innovatieve, zilte, landbouw en alternatief grondgebruik. Door aanpassingen in het watersysteem, zowel lokaal (zoals aanpassingen in het drainagestelsel) als regionaal (zoals bijvoorbeeld aanpassingen in het peilregime of aparte afwateringsgebieden), kan de afhankelijkheid van externe zoetwateraanvoer worden teruggedrongen. Er ontstaat een klimaatbestendig, gezond en veerkrachtig watersysteem, conform de doelstelling van het Waterschap. Door daarnaast de gewaskeuze aan te passen aan de bodemgesteldheid en de zoutsituatie wordt een toekomstbestendig grondgebruik mogelijk. Hierbij kan gedacht worden aan het verbouwen van zouttolerante gewassen zoals spelt en quinoa, en/of zilte teelten zoals bijvoorbeeld zeekraal. Zouttolerante en zilte teelten worden hierbij niet tegenover gangbare landbouwgewassen gezet maar zijn hier eerder een uitbreiding van. Voor de zilte teelten is het van belang een traject in gang te zetten waarbij meer bekendheid gegeven wordt aan deze tot nog toe relatief onbekende gewassen. Op dit moment zijn de marktperspectieven voor zilte teelten nog klein (zie hiervoor ook paragraaf 8.3.2).

Langs de zeedijk, aan de noordrand van de polder, vindt zoute kwel plaats vanuit de Waddenzee. Dit biedt kansen voor brakke natuurontwikkeling, al dan niet in combinatie met duurzame recreatie en zilte teelten. Door naast bovengenoemde maatregelen een aantal (zilte) percelen aan te wenden als testlocatie voor diverse onderzoeken ten aanzien van bodemprocessen en zouttolerantie van gangbare landbouwgewassen, wordt praktijkervaring opgedaan en kan de Noordpolder bijdragen aan kennisvergaring voor een toekomst- en verziltingsbestendige landbouw. De Noordpolder wordt hiermee een voorbeeld voor innovatie en techniek op het gebied van verzilting.

Met genoemde maatregelen wordt bijgedragen aan de doelstellingen van de Provincie: herstel van zout-zoutovergangen, ruimte voor innovatieve landbouw en het versterken van recreatieve ontwikkelingen.

Opgemerkt dient te worden dat het van groot belang is dat bij aanpassingen in een gebied de aandacht niet beperkt blijft tot het zoeken naar oplossingsrichtingen. Minstens zo belangrijk is het om maatschappelijke en bestuurlijke draagkracht te creëren. Inrichting van een gebied op basis van duurzaamheidsargumenten vergt een omslag in denken van zowel de gebruiker, in dit geval de agrariër, als van de bestuurlijke organen zoals de provincie en het waterschap.

Planologisch (door middel van bestemmingsplannen) zal de mogelijkheid geschapen moeten worden om landbouw, natuur en recreatie gelijktijdig te ontwikkelen. Daarnaast moet regelgeving het mogelijk maken om het huidige waterbeheer te herzien, zowel op regionaal niveau (Waterschap), als op percelenniveau (agrariër).

De Noordpolder krijgt hiermee, in plaats van een voornamelijk agrarische bestemming, een multifunctionele bestemming waardoor op een creatieve manier gezocht kan worden naar functiecombinaties die elkaar kunnen versterken ten aanzien van een toekomstbestendig grondgebruik in een verziltende omgeving.

## 8.2 Conclusies deelvragen

Het antwoord op de hoofdvraag is gevonden door beantwoording van de deelvragen. De conclusies uit de deelvragen zijn hieronder weergegeven.

### *Wat is verzilting, hoe wordt het veroorzaakt*

Verzilting is een proces waarbij het zoutgehalte in de bodem, het grondwater en/of het oppervlaktewater geleidelijk aan toeneemt. Verzilting wordt veroorzaakt door klimaatveranderingen, zeespiegelsijging en bodemdaling. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen interne en externe verzilting. Interne verzilting wordt veroorzaakt doordat als gevolg van kwel zout grondwater en/of zeewater doordringt tot de wortelzone. Bij externe verzilting stroomt tijdens lange droge periodes zout zeewater ons zoetwatersysteem binnen door een combinatie van een stijgende zeespiegel en een lagere rivierwaterstand.

### *Wat is de invloed van verzilting op landbouw en natuur*

Door de aanwezigheid van regenwaterlenzen is landbouw in gebieden met zout grondwater en/of zoute kwel toch mogelijk. Beregening met brak water is momenteel de belangrijkste bron van zoutschade. De verwachting is echter dat door veranderingen in het klimaat de zoetwaterlenzen dunner worden of zelfs kunnen verdwijnen met verzilting van de wortelzone tot gevolg.

Verzilting van de wortelzone brengt een aantal processen teweeg; door ophoping van ionen wordt de plant vergiftigd, door verandering van het osmotisch potentiaal kan de plant uitdrogen, door verhoging van het in zout aanwezige natrium bestaat het risico op bodemverdichting als gevolg van zwel- en krimpverschijnselen. Daarnaast veroorzaken sulfaatconcentraties in zout water o.a. sulfaatmobilisatie en sulfidetoxiciteit. Over de effecten van deze processen en de eventuele wisselwerking tussen deze processen is nog onvoldoende bekend.

Voor landbouwgewassen met een lage zouttolerantie zal bij verzilting een alternatief gevonden moeten worden, andere landbouwgewassen zijn van nature zouttolerant of zoutminnend (halofyten). Daarnaast blijken bepaalde landbouwgewassen zouttoleranter te zijn dan tot nu toe werd aangenomen, de mate van zouttolerantie kan tussen de verschillende rassen onderling variëren.

Over de gevoeligheid van natuurlijke levensgemeenschappen als geheel zijn weinig gegevens beschikbaar. Indeling in gevoeligheidsklassen van de natuur is tot nu toe alleen mogelijk op basis van de chlorideranges van de verschillende soorten binnen deze gemeenschappen. Onderzoek naar de gevoeligheid van de levensgemeenschappen in de verschillende ontwikkelingsstadia en seizoenen is gewenst.

### *Welke projecten elders in Nederland kunnen dienen als referentiekader voor ontwikkelingen in de Noordpolder*

In Nederland lopen diverse projecten waarbij op een alternatieve manier met verzilting wordt omgegaan. Voor voorliggend onderzoek werden vier projecten geselecteerd: Project De Zeeuwse Tong, Project Zilt Perspectief – Tested on Texel, de Breebaartpolder en Project Waterdunen.

Uit het referentieonderzoek blijkt dat het goed mogelijk is gebieden op een verziltingsbestendige manier in te richten. Dit kan zijn in de vorm van natuurontwikkeling en duurzame recreatie, maar ook door het telen van zouttolerante gewassen of een combinatie van zilte aquacultuur en zilte teelten. In alle gevallen geldt dat goede monitoring van effecten op de langere termijn noodzakelijk is.

Daarnaast komen uit het referentieonderzoek specifieke onderzoeksvragen naar voren, zoals de noodzaak voor opschaling van onderzoek naar de zouttolerantie van gangbare landbouwgewassen en onderzoek naar de effecten van zout op de bodem op de langere termijn.

#### *Welke verziltingsproblematiek speelt er in de Noordpolder*

Het grondwater in de Noordpolder is zout. Daarnaast vindt zoute kwel vanuit de Waddenzee plaats. In het gebied zijn regenwaterlenzen aanwezig die landbouw mogelijk maken. Voor berekening van de gewassen worden de watergangen in de Noordpolder doorgespoeld met zoetwater dat wordt aangevoerd vanuit het IJsselmeer.

Uit risicoanalyses is gebleken dat het verziltingsrisico in de Noordpolder als gevolg van het verdwijnen van de regenwaterlenzen op dit moment relatief beperkt is. Uitgaande van het KNMI W<sup>+</sup> scenario is in 2050 de regenwaterlens in een beperkt aantal gebieden verdwenen. Het grootste risico op verzilting treedt op langs de randen van de polder. Deze risicoanalyse is echter niet volledig en gaat alleen uit van langere droge periodes. Er is geen rekening gehouden met zeespiegelstijging en bodemdaling. Aangezien het W<sup>+</sup> scenario ook uitgaat van deze verschijnselen, is de verwachting dat het verzilte oppervlak binnen de Noordpolder als gevolg van toenemende zoute kwel groter zal zijn dan uit de risicoanalyse blijkt. Daarnaast zal ook de zoetwateraanvoer in de toekomst - als gevolg van langere droge periodes - onder druk komen te staan met als gevolg verzilting van het oppervlaktewater.

Het is dan ook van belang dat er keuzes gemaakt worden om de Noordpolder toekomstbestendig te maken. Deze keuzes betreffen zowel de agrariër ten aanzien van gewaskeuzes en lokale zoetwateropslag, als waterschap en provincie ten aanzien van gebiedsinrichting/zoetwateraanvoer en Ruimtelijke Ordening.

#### *Wat zijn gegeven de context geschikte alternatieven voor grondgebruik in de Noordpolder*

Geschikte alternatieven kunnen worden gevonden in zowel mitigerende als adaptieve maatregelen. Mitigerende maatregelen betreffen maatregelen die met behulp van technische oplossingen een efficiënter beheer van het beschikbare zoete water bewerkstelligen. Dit kunnen lokale en regionale maatregelen zijn die ingrijpen op het totale watersysteem door bijvoorbeeld gescheiden aan- en afvoerwegen voor zoet en zout water, een wisselend peilregime of het apart afwateren van brakke kwelgebieden. Dit kunnen ook perceelsgewijze maatregelen zijn zoals aanpassingen in het drainagesysteem, al dan niet in combinatie met ondergrondse waterberging. Deze laatste maatregel sluit aan bij de doelstellingen van het Deltaplan Zoetwater, waarbij slimme drainage wordt gecombineerd met ondergrondse waterbuffering. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat er een goed evenwicht moet worden gevonden tussen de eisen van ontwatering enerzijds en de droogte- en zoutbestrijding anderzijds.

Adaptieve maatregelen betreffen maatregelen die betrekking hebben op meer specifieke gewaskeuzes in relatie tot bodemgesteldheid en zoutsituatie en maatregelen die ingrijpen op alternatief grondgebruik, zoals het aanleggen van brakke natuurgebieden en zilte teelten in de delen van de Noordpolder met sterke zoute kwel of een zeer dunne regenwaterlens.

## 8.3 Aanbevelingen

### 8.3.1 Praktijkonderzoek langetermijneffecten

Uit het onderzoek blijkt dat er nog veel zaken omtrent verzilting niet of niet voldoende bekend zijn. Met name naar effecten op langere termijn is nog weinig onderzoek gedaan. Kennis over veranderende bodemprocessen ontbreekt nog grotendeels, evenals kwantitatieve kennis over zouttolerantie van gangbare landbouwgewassen onder Nederlandse klimatologische omstandigheden. Praktijkonderzoek is noodzakelijk om meer en beter inzicht te krijgen in deze processen. Op de volgende pagina volgt een korte opsomming van vragen die nader onderzoek behoeven. Deze opsomming is uiteraard niet uitputtend. Vanwege de relatief nieuwe materie zullen resultaten uit vervolgonderzoeken ongetwijfeld weer nieuwe vragen oproepen.

Het is van belang om, indien in de Noordpolder zouttolerante gewassen worden geteeld die worden geïrrigeerd met zout water, de bodemprocessen goed te monitoren. Uit onderzoeken, o.a. door Zilt Perspectief, is al wel gebleken dat aspecten als stikstofbinding en mineralisatie veranderen. Niet duidelijk is in welke mate dit gebeurt en wat hiervan de gevolgen kunnen zijn op langere termijn.

Over de effecten van zout op de gewassen tijdens de teelt is eveneens weinig bekend. Vragen die hierbij aan de orde zijn, zijn o.a.:

- Wat is het effect van beregening met brak of zout water op het bovengrondse deel van de plant? Vooralsnog zijn onderzoeken met name gericht op het effect van zout beregeningswater op de opname via de wortels, maar welke invloed heeft zout beregeningswater op het bovengrondse deel? Heeft dat invloed op de opbrengst?
- Wat is het effect van zout op de inhoudsstoffen van de gewassen? Heeft dat invloed op de voedingswaarde? Zijn er gezondheidsrisico's doordat er bepaalde processen op gang worden gebracht?
- Wat is de gevoeligheid voor zout in de verschillende ontwikkelingsstadia en seizoenen? Onderbouwing en waar nodig herziening van de bestaande chloridenormen onder Nederlandse klimatologische omstandigheden is noodzakelijk.

Ook de zouttolerantie en de gevoeligheid voor piekbelasting van natuurdoeltypen behoeft nader onderzoek. Net als voor de gangbare landbouwgewassen is onderbouwing en indien nodig herziening van de bestaande chloridenormen gewenst.

In voorliggend onderzoek is verder niet ingegaan op de zouttolerantie van siergewassen en laanbomen. Ook deze categorie behoeft nader onderzoek. Vanwege het open polderlandschap zal hiervoor een andere locatie dan de Noordpolder gevonden moeten worden.

### 8.3.2 Draagvlak creëren

Om draagvlak te creëren voor zilte teelten zal er nog een grote slag geslagen moeten worden. Uit een door het CAB (Gardenier et al., *Landbouw in Noord-Groningen*, 2011) gehouden onderzoek, waarbij agrariërs vragenlijsten hebben ingevuld, blijkt dat men niet van plan is in de toekomst drastische veranderingen door te voeren. De agrariërs zetten ten aanzien van hun bedrijfsvoering met name in op schaalvergroting, modernisatie en mechanisatie en zijn niet van plan het roer compleet om te gooien voor wat betreft nieuwe teelten en dieren.

Het is van groot belang dat de agrariërs in het gebied mogelijkheden zien in zilte teelten, zij vormen immers de economische basis. Wellicht kan door het in het beginstadium verstrekken van subsidies door bijvoorbeeld het Waddenfonds en/of het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid een stimulans gegeven worden. De agrariër krijgt dan de tijd de gewassen aan te passen aan de zilte omstandigheden, zonder het gevaar voor inkomstenderving.

Door daarnaast een soort keurmerk aan de zilte producten mee te geven krijgen de producten een bijzonder karakter. Een geschikt keurmerk om bij aan te sluiten is het 'Waddengoud keurmerk' ([www.waddengoud.nl](http://www.waddengoud.nl)). Waddengoud is een keurmerk voor producten en diensten uit het Waddengebied en geeft de garantie dat de producten uit dit gebied afkomstig zijn en op een duurzame wijze zijn gemaakt. Op deze manier kan meer bekendheid aan de zilte producten worden gegeven, wat kan leiden tot een grotere afzetmarkt.

Door ook andere sectoren, zoals de horeca, bij de gebiedsontwikkeling te betrekken kan wellicht het draagvlak worden vergroot. Door een aantrekkelijker, innovatief en toegankelijker landschap met educatieve en recreatieve voorzieningen worden recreanten getrokken wat bijdraagt aan omzetverhoging voor de horeca.

## VERKLARENDE WOORDENLIJST

|                          |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aquatisch natuurdoeltype | In het natuurbeleid nagestreefd type ecosysteem, direct afhankelijk van water                                                                                                                          |
| Boezem                   | Met elkaar in open verbinding staande waterlopen en meren waarop het water van polders wordt geloosd en waarin eventueel tijdelijk wateroverschot wordt geborgen                                       |
| Brakke getijdennatuur    | Natuurgebied op zilte gronden (chloridegehalte tussen 300 en 10.000 mg/l) dat onder invloed van het getij staat                                                                                        |
| Freatisch grondwater     | Water onder de grondwaterspiegel in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste slecht doorlatende of ondoorlatende laag                                                                    |
| Holocene transgressie    | Overstromen van land langs de zeekust als gevolg van zeespiegelstijging in het Holocene tijdperk (van 11.700 jaar geleden tot nu; overstroming langs de Nederlandse kust vanaf ca. 8.000 jaar geleden) |
| Kwelder                  | Buitendijkse afzetting van zand en slib met daarop een natuurlijk gevestigde vegetatie die bestand is tegen regelmatige overstromingen door zout water onder invloed van getij                         |
| Kwelflux                 | Het volume van het grondwater dat door opwaartse stroming naar de oppervlakte komt                                                                                                                     |
| Nutriënten               | Voedingsstoffen                                                                                                                                                                                        |
| Peilbesluit              | Bestuurlijk besluit waarin de te handhaven waterpeilen in waterlopen is vastgelegd                                                                                                                     |

# LITERATUURLIJST

## Rapporten

1. Bergsma, H.W. (2012). *Peilbesluit Noordpolder: Toelichting*. Waterschap Noordzijlvest
2. Blom, G. & Visser, W. de (2013). *Mogelijkheden voor de teelt van zeekraal in de volle grond*. Rapport 511. Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR
3. Bosch, G.J. (2004). *Natuurontwikkeling van zilte vegetatie binnendijs van kustgebieden in Zeeland en Groningen; Natuurontwikkeling binnen milieukundige en ecologische kaders*. Afstudeerverslag Open Universiteit Heerlen
4. Bosch Slabbers tuin- en landschapsarchitecten (2004). *3x Noord Groningen*. Provincie Groningen
5. Dam, A.M. van, Clevering, O.A., Voogt, W., Aendekerk, Th.G.L. & Maas, M.P. van der (2007). *Leven met Zout Water Deelrapport: Zouttolerantie van landbouwgewassen*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
6. Delft, S.P.J. van, Kemmers, R.H. & Jongmans, A.G. (2005). *Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring*. Rapportnr. 1161. Alterra Wageningen UR.
7. Guldmond, A, Tolkamp & Weijden, L. van der (2007). *Zilt verweven: Kansen voor een gezamenlijke ontwikkeling van zoute landbouw en natuur*. Utrecht: InnovatieNetwerk
8. Hiele, T. van der, Heringa, J. & Verkruysse, B. (2008). *Mogelijkheden voor zilte teelten in Waterdunen*. Haalbaarheidsstudie. Versie 5.0. Vlissingen: Provincie Zeeland
9. Hoorn, M. van, Ven, Kees van de, Dijk, S. Zantingh, G., Schut, J. & Reeze B. (2014). *De Kader-richtlijn Water bij Waterschap Noorderzijlvest. Achtergronddocumenten per waterlichaam, planperiode 2016-2021*. Waterschap Noorderzijlvest
10. Kempnaer, Ir. J.G. de, Brandenburg, Dr. W.A. & Hoof, ir. I.J.W. van (2007). *Het zout en de pap: Een verkenning bij marktexperts naar langetermijnmogelijkheden voor zilte landbouw*. Utrecht: InnovatieNetwerk
11. Ketelaars, J.J.M.H. (2013). *Eindrapportage Proefproject Zeeuwse Tong. Perspectief voor binnendijkse kweek*. Stichting Zeeuwse Tong
12. Leeuw, C. de & Meijer, M.L. (2003). *Proefgebieden herstel zoet-zout overgangen in Noord Nederland*. Rapportnr. RIKZ/2003.010
13. Louw, P. de, Oude Essink, G., Stuurman, R. & Vos, P. (2007). *Karakterisatie van ondiepe brak-zoute grondwatersystemen in Nederland*. TNO
14. Louw, P.G.B. de (2013). *Zoute kwel in delta's. Preferente kwel via wellen en interacties tussen dunne regenwaterlenzen en zoute kwel*. Academisch proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam
15. Ministerie van Verkeer & Waterstaat (2014). *Deltaplan zoetwater*
16. NAM (2010). *Bodemdaling door Aardgaswinning*. Statusrapport 2010
17. Oude Essink, G. & Baaren, E. van (2009). *Verziltning van het Nederlandse grondwatersysteem*. Deltares
18. Paulissen, M., Schouwenberg, E., Velstra, J. & Wamelink, W. (2007). *Hoe gevoelig is de Nederlandse natuur voor verziltning?* Tijdschrift H<sub>2</sub>O, nr. 18/2007
19. Paulissen, M.P. (2008). *Factsheet verziltning en natuur*. Alterra Wageningen UR
20. Provincie Groningen (2013). *Groningen, groen van Wad tot Westerwolde*. Beleidsnota natuur 2013-2021
21. Provincie Groningen (2015). *Herzien ontwerp omgevingsvisie 2016-2020*
22. Provincie Groningen (2015). *Natuurbeheerplan Groningen 2016*
23. Rijksoverheid (2009). *Nationaal Waterplan 2009-2015*

24. Schipper, P.N.M., Janssen, G.M.C.M., Polman, N.B.P., Linderhof, V.G.M., Bakel, P.J.T. van, Massop, H.T.L., Kselik, R.A.L., Oude Essink, G.H.P. & Stuyt, L.C.P.M. (2014). *Eureyeopener 2.1: Zoetwatervoorziening Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden*. Rapportnr. 2510. Alterra Wageningen UR
25. Staveren, G. van & Velstra, J. (2012). *Verzilting van landbouwgronden in Noord-Nederland in het perspectief van de effecten van klimaatverandering*. Rapportnr. KvR 058/12
26. Stuyt, L.C.P.M., Bakel, P.J.T. van, Delsman, J., Massop, H.T.L., Kselik, R.A.L., Paulissen, M.P.C.P., Oude Essink, G.H.P., Hoogvliet M. & Schipper, P.N.M. (2013). *Zoetwatervoorziening in het Hoogheemraadschap van Rijnland*. Rapportnr. 2439. Alterra Wageningen UR
27. Stuyt, L.C.P.M., Schuiling, C., Bakel, P.J.T. van, Massop, H.T.L., Oude Essink, G.H.P., Faneca Sanchez, M., Velstra, J., Polman, N.B.P. & Vos, A.C. de (2014). *Mogelijke effecten van actualisatie van zoutschadefuncties van grondgebonden, beregende landbouwgewassen*. Rapportnr. KvK 116/2014
28. Velstra, J., Hoogmoed, M. & Groen, K. (2009). *Leven met Zout Water Deelrapport: Inventarisatie maatregelen omtrent interne verzilting*. Stowa/Acacia Water
29. Vos, A.C. de, Rijsselberghe, A.M.J. van & Kieft, H. (2015). *Zilt Perspectief. Kennis en kansen voor teelt en verwerking van gewassen op zilte landbouwgrond rond de wadden*. Eindverslag Waddenfondsproject 209829, Stichting Zilt Perspectief
30. Waterschap Noorderzijlvest (2015). *Ontwerp Waterbeheerprogramma Noorderzijlvest 2016-2021, versie 3.4*

#### Websites (alle voor het laatst geraadpleegd november/december 2015)

31. <http://www.avifaunagroningen.nl/index.php/gebieden/569-polder-breebaart>
32. <http://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/inhoud/gebieden-en-generieke-themas/zoetwater/factsheets-deltaprogramma-zoetwater>
33. <http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/deltafact/Regenwaterlenzen.aspx?pld=22>
34. [http://www.deltaproof.nl/Publicaties/deltafact/frame/Zouttolerante\\_teelten.aspx?rid=8](http://www.deltaproof.nl/Publicaties/deltafact/frame/Zouttolerante_teelten.aspx?rid=8)
35. <https://www.deltares.nl/nl/nieuws/meer-aandacht-voor-beheer-zoet-water-voorkomt-verspilling/>
36. <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/droge-grond-nekte-palingen-12758853.html>
37. [http://www.groningerlandschap.nl/files/pdfs/34079\\_Gebiedsvisie\\_Dollard.pdf](http://www.groningerlandschap.nl/files/pdfs/34079_Gebiedsvisie_Dollard.pdf)
38. <http://apps.helpdeskwater.nl/krw-diagnostiek/paginas/pdfs/breebaart.pdf>
39. [http://www.klimaatsscenarios.nl/scenarios\\_samengevat/](http://www.klimaatsscenarios.nl/scenarios_samengevat/)
40. <http://www.kustversterking.nl/projecten/west/waterdunen>
41. <http://www.noordpolderzjl.nl> en <https://nl.wikipedia.org/wiki/Noordpolderzjl>
42. [http://www.spaarwater.com/pg-27227-7-72161/pagina/spaarwater\\_rendabel\\_en\\_duurzaam\\_watergebruik.html](http://www.spaarwater.com/pg-27227-7-72161/pagina/spaarwater_rendabel_en_duurzaam_watergebruik.html)
43. [http://www.wageningenur.nl/upload\\_mm/d/a/b/b9a4e460-9374-49fe-96bd-4d5cde3175e8\\_zeekraal\\_groenten%20en%20fruit\\_april2014.pdf](http://www.wageningenur.nl/upload_mm/d/a/b/b9a4e460-9374-49fe-96bd-4d5cde3175e8_zeekraal_groenten%20en%20fruit_april2014.pdf)
44. <http://www.waterdunen.com/>
45. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Alkaligrond>
46. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Noordpolder>
47. <https://www.youtube.com/watch?v=CcvDlupDD0s> Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 2010
48. <http://www.hetzeeuwse-landschap.nl/nieuws/droomproject-kustlaboratorium-verhuist-naar-waterdunen>
49. [www.zeeuwsetong.nl](http://www.zeeuwsetong.nl)
50. <http://www.ziltperspectief.nl/index.php/proeftuin-en-educatiecentrum>



# BIJLAGEN bij onderzoeksrapport Verzilting in de Noordpolder

## Inhoudsopgave

|             |   |                                |    |
|-------------|---|--------------------------------|----|
| Bijlage I   | - | Gevoeligheid van de natuur     | 68 |
| Bijlage II  | - | Bodemkaart Noordpolder         | 70 |
| Bijlage III | - | Referentiestudie               | 71 |
|             |   | III-1 Project De Zeeuwse Tong  | 71 |
|             |   | III-2 Project Zilt Perspectief | 73 |
|             |   | III-3 Polder Breebaart         | 75 |
|             |   | III-4 Project Waterdunen       | 77 |

# BIJLAGE I - GEVOELIGHEID VAN DE NATUUR

## I- 1 Chlorideranges natuurdoeltypen in laag-Nederland

| natuurdooptype | natuur-<br>doeltype<br>aquatisch (1)<br>of semi-<br>aquatisch (0,5) | aantal<br>vegetatie-<br>opnamen | chloriderange (mg/l in ondiep grondwater) |         |                 |                   |                         |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------|-------------------------|
|                |                                                                     |                                 | mini-<br>mum<br>(-4 SD)                   | (-2 SD) | gemid-<br>delde | 'norm'<br>(+2 SD) | maxi-<br>mum<br>(+4 SD) |
| 3.69           | eiken-haagbeukenbos van zandgronden                                 | 552                             | 0                                         | 0       | 69              | 210               | 351                     |
| 3.59           | eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden               | 604                             | 0                                         | 0       | 69              | 210               | 351                     |
| 3.60           | park-stinzenbos                                                     | 66                              | 0                                         | 0       | 70              | 211               | 352                     |
| 3.67           | bos van bron en beek                                                | 555                             | 0                                         | 0       | 70              | 212               | 354                     |
| 3.65           | eiken- en beukenbos van lemige zandgronden                          | 1664                            | 0                                         | 0       | 70              | 223               | 375                     |
| 3.66           | bos van voedselrijke, vochtige gronden                              | 663                             | 0                                         | 0       | 71              | 216               | 362                     |
| 3.57           | elzen-essenhakhout en -middenbos                                    | 1206                            | 0                                         | 0       | 72              | 217               | 362                     |
| 3.62           | laagveenbos                                                         | 1038                            | 0                                         | 0       | 72              | 217               | 361                     |
| 3.63           | hoogveenbos                                                         | 837                             | 0                                         | 0       | 72              | 228               | 383                     |
| 3.53           | zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeekleigebied   | 855                             | 0                                         | 0       | 77              | 231               | 385                     |
| 3.55           | wilgenstruweel                                                      | 1069                            | 0                                         | 0       | 77              | 231               | 385                     |
| 3.56           | eikenhakhout en -middenbos                                          | 3044                            | 0                                         | 0       | 78              | 250               | 421                     |
| 3.28           | veenmosrietland                                                     | 371                             | 0                                         | 0       | 79              | 241               | 402                     |
| 3.50           | akker van basenrijke gronden                                        | 297                             | 0                                         | 0       | 81              | 230               | 379                     |
| 3.6            | langzaam stromende bovenloop                                        | 315                             | 0                                         | 0       | 81              | 242               | 402                     |
| 3.27           | trilveen                                                            | 148                             | 0                                         | 0       | 82              | 228               | 373                     |
| 3.43           | natte duinheide                                                     | 857                             | 0                                         | 0       | 82              | 245               | 408                     |
| 3.54           | zoom, mantel en droog struweel van de duinen                        | 1159                            | 0                                         | 0       | 82              | 248               | 414                     |
| 3.64           | bos van arme zandgronden                                            | 1008                            | 0                                         | 0       | 83              | 262               | 442                     |
| 3.35           | droog kalkrijk duingrasland                                         | 1098                            | 0                                         | 0       | 83              | 240               | 397                     |
| 3.61           | oelbos                                                              | 186                             | 0                                         | 0       | 84              | 241               | 399                     |
| 3.42           | natte heide (moerasheide)                                           | 1387                            | 0                                         | 0       | 85              | 264               | 444                     |
| 3.52           | zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden                | 2172                            | 0                                         | 0       | 85              | 259               | 433                     |
| 3.46           | droge duinheide                                                     | 425                             | 0                                         | 0       | 85              | 240               | 394                     |
| 3.51           | akker van basenarme gronden                                         | 361                             | 0                                         | 0       | 86              | 241               | 396                     |
| 3.25           | natte strooiselrugte                                                | 1117                            | 0                                         | 0       | 88              | 248               | 408                     |
| 3.29           | nat schraalgrasland                                                 | 1338                            | 0                                         | 0       | 88              | 262               | 435                     |
| 3.49           | riverduin en -strand                                                | 383                             | 0                                         | 0       | 89              | 255               | 420                     |
| 3.1            | droogvallende bron en beek                                          | 500                             | 0                                         | 0       | 91              | 263               | 435                     |
| 3.39           | bloemrijk grasland van het rivier- en zeekleigebied                 | 2597                            | 0                                         | 0       | 93              | 254               | 415                     |
| 3.34           | droog kalkarm duingrasland                                          | 1057                            | 0                                         | 0       | 95              | 281               | 468                     |
| 3.31           | dotterbloemgrasland van veen en klei                                | 335                             | 0                                         | 0       | 95              | 258               | 420                     |
| 3.17           | geïsoleerde meander en petgat                                       | 1754                            | 0                                         | 0       | 95              | 291               | 488                     |
| 3.21           | zwakgebufferde sloot                                                | 541                             | 0                                         | 0       | 95              | 289               | 484                     |
| 3.38           | bloemrijk grasland van het zand- en veengebied                      | 1671                            | 0                                         | 0       | 97              | 256               | 416                     |
| 3.22           | zwakgebufferd ven (zwakgebufferde duinplas)                         | 896                             | 0                                         | 0       | 97              | 297               | 496                     |
| 3.24           | moeras                                                              | 4320                            | 0                                         | 0       | 99              | 301               | 502                     |
| 3.32           | nat, matig voedselrijk grasland                                     | 1839                            | 0                                         | 0       | 100             | 268               | 436                     |
| 3.14           | gebufferde poel en wiel                                             | 2077                            | 0                                         | 0       | 107             | 344               | 581                     |
| 3.15           | gebufferde sloot                                                    | 3157                            | 0                                         | 0       | 108             | 346               | 583                     |
| 3.19           | kanaal en vaart                                                     | 3003                            | 0                                         | 0       | 120             | 342               | 563                     |
| 3.18           | gebufferd meer                                                      | 2523                            | 0                                         | 0       | 125             | 355               | 584                     |
| 3.16           | dynamisch rivierhegeleidend water                                   | 2189                            | 0                                         | 0       | 130             | 352               | 574                     |
| 3.26           | natte duinvallei                                                    | 1154                            | 0                                         | 0       | 136             | 425               | 714                     |
| 3.10           | langzaam stromende rivier en nevengeul                              | 1259                            | 0                                         | 0       | 143             | 349               | 555                     |
| 3.8            | langzaam stromende riviertje                                        | 1178                            | 0                                         | 0       | 147             | 352               | 557                     |
| 3.20           | duinplas                                                            | 922                             | 0                                         | 0       | 150             | 437               | 725                     |
| 3.11           | zoet getijdenwater                                                  | 1351                            | 0                                         | 0       | 151             | 358               | 565                     |
| 3.48           | strand en stuivend duin                                             | 178                             | 0                                         | 0       | 167             | 603               | 1038                    |
| 3.13           | brak stilstaand water                                               | 1350                            | 0                                         | 0       | 241             | 623               | 1005                    |
| 3.41           | binnendijks zilt grasland                                           | 1446                            | 0                                         | 1208    | 5585            | 9962              | 14339                   |
| 3.40           | kwelder, slufte en groen strand                                     | 3315                            | 0                                         | 1217    | 5917            | 10612             | 15312                   |
| 3.12           | brak getijdenwater                                                  | 40                              | 13486                                     | 13674   | 13863           | 14051             | 14239                   |

Tabel 1: Chlorideranges van natuurdoeltypen in laag-Nederland, gebaseerd op Ellenberg zoutgetallen en gerangschikt naar oplopend chloride-gemiddelde en oplopende norm.

Bron: Tijdschrift H<sub>2</sub>O, nr. 18/2007

## I-2 Geschatte gevoeligheid natuurdoeltypen in laag-Nederland

| code | naam natuurdoeltype                                               | geschatte gevoeligheid totaalscore | hersteltijd (jaren) |
|------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 3.63 | hoogveenbos                                                       | 6                                  | >25                 |
| 3.17 | geïsoleerde meander en porgat                                     | 6                                  | 0-50                |
| 3.42 | natte heide (moerasheide)                                         | 6                                  | 0-50                |
| 3.34 | droog kalkarm duingrasland                                        | 6                                  | 10-25               |
| 3.28 | veenmosrietland                                                   | 6                                  | 3-25                |
| 3.15 | gebufferde sloot                                                  | 6                                  | 3-10                |
| 3.21 | zwakgebufferde sloot                                              | 6                                  | 3-10                |
| 3.6  | langzaam stromende bovenloop                                      | 6                                  | 0-10                |
| 3.8  | langzaam stromend riviertje                                       | 6                                  | 0-10                |
| 3.10 | langzaam stromende rivier en bevengeul                            | 6                                  | 0-10                |
| 3.14 | gebufferde pool en weil                                           | 6                                  | 0-10                |
| 3.16 | dynamisch rivierbegaaidend water                                  | 6                                  | 0-10                |
| 3.18 | gebufferd meer                                                    | 6                                  | 0-10                |
| 3.43 | natte duinheide                                                   | 6                                  | 0-10                |
| 3.46 | droge duinheide                                                   | 6                                  | 0-10                |
| 3.1  | droogvallende bron en beek                                        | 6                                  | ?                   |
| 3.62 | laagveenbos                                                       | 5                                  | >25                 |
| 3.27 | trilveen                                                          | 5                                  | >10                 |
| 3.29 | nat schraalgrasland                                               | 5                                  | 10-50               |
| 3.57 | elzen-essenhakhout en -middenbos                                  | 4                                  | >50                 |
| 3.65 | eiken- en beukenbos van lemige zandgronden                        | 4                                  | >25                 |
| 3.66 | bos van voedselrijke, vochtige gronden                            | 4                                  | >25                 |
| 3.31 | dotterbloemgrasland van veen en klei                              | 4                                  | 10-50               |
| 3.32 | nat, matig voedselrijk grasland                                   | 4                                  | 3-50                |
| 3.39 | bloemrijk grasland van het rivier- en zeekleigebied               | 4                                  | 3-50                |
| 3.24 | moeras                                                            | 4                                  | 0-50                |
| 3.55 | wilgeestruweel                                                    | 4                                  | 0-50                |
| 3.35 | droog kalkrijk duingrasland                                       | 4                                  | 10-25               |
| 3.51 | akker van basenarme gronden                                       | 4                                  | 3-10                |
| 3.26 | natte duinvallei                                                  | 4                                  | 0-10                |
| 3.49 | riverduin en -strand                                              | 4                                  | 0-10                |
| 3.22 | zwakgebufferd van (zwakgebufferde duinplas)                       | 4                                  | 0-10                |
| 3.59 | eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden             | 3                                  | >50                 |
| 3.60 | park-stinzenbos                                                   | 3                                  | >50                 |
| 3.64 | bos van arme zandgronden                                          | 3                                  | >25                 |
| 3.67 | bos van bron en beek                                              | 3                                  | >25                 |
| 3.69 | eiken-haagbeukenbos van zandgronden                               | 3                                  | >25                 |
| 3.61 | oelbos                                                            | 3                                  | 10-25               |
| 3.54 | zoom, mantel en droog struweel van de duinen                      | 3                                  | 0-10                |
| 3.56 | eikenhakhout en -middenbos                                        | 2                                  | >50                 |
| 3.38 | bloemrijk grasland van het zand- en veengebied                    | 2                                  | 10-50               |
| 3.41 | binnendijks zilt grasland                                         | 2                                  | 10-50               |
| 3.52 | zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden              | 2                                  | 0-50                |
| 3.53 | zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeekleigebied | 2                                  | 0-50                |
| 3.13 | brak stilstaand water                                             | 2                                  | 3-10                |
| 3.20 | duinplas                                                          | 2                                  | 0-10                |
| 3.25 | natte strooiselruigte                                             | 2                                  | 0-10                |
| 3.48 | strand en stuivend duin                                           | 2                                  | 0-10                |
| 3.11 | zoet getijdenwater                                                | 2                                  | ?                   |
| 3.12 | brak getijdenwater                                                | 2                                  | ?                   |
| 3.19 | kanaal en vaart                                                   | 2                                  | ?                   |
| 3.50 | akker van basenrijke gronden                                      | 1                                  | 3-10                |
| 3.40 | kweelder, slutter en groen strand                                 | 0                                  | 0-10                |

Tabel 2: Geschatte gevoeligheid voor verzilting van natuurdoeltypen in laag-Nederland (gerangschikt op afnemende gevoeligheid, daarna op afnemende hersteltijd).

Bron: Tijdschrift H<sub>2</sub>O, nr. 18/2007

## BIJLAGE II - BODEMKAART NOORDPOLDER



Bron: Bodemkaart van Nederland - Blad 03West

- Sn13A Kalkhoudende vlakvaaggronden, zwak en sterk lemig, kleilig, uiterst fijn zand
- Mn15A Kalkrijke poldervaaggronden; lichte zavel
- Mn25A Kalkrijke poldervaaggronden; zware zavel
- Mn35A Kalkrijke poldervaaggronden; lichte klei

## BIJLAGE III - REFERENTIESTUDIE

### III-1 Gemengd zilt bedrijf: Proefbedrijf De Zeeuwse Tong<sup>[1]</sup>

In 2009 ging het proefproject Zeeuwse Tong in Colijnsplaat op Noord-Beveland van start.

Doel van het project was het op praktijkschaal verzamelen van technische en economische kennis van binnendijkse zoutwateraquacultuur, in het bijzonder van de productie van tong, zagers, algen, schelpdieren en zilte gewassen. Het project liep tot eind 2013.

De motivatie voor het proefproject was tweeledig:

1. kansen benutten voor zoutwateraquacultuur gezien de toenemende vraag naar en interesse in zeevoedsel,
2. alternatieven ontwikkelen voor het gebruik van landbouwgrond die toenemende hinder ondervindt van verzilting.

Het productiemodel werd een model met een gesloten kringloop. De opzet is weergegeven in fig. II-1. De output van de ene schakel binnen het systeem vormde de input voor de volgende schakel: zagers (mariene wormen) werden geproduceerd als voedsel voor zeetong, de meststoffen van vis en zagers stimuleerden plantaardige productie in de vorm van algen en zilte gewassen, algen vormden op hun beurt het voedsel voor schelpdieren en zagers. Zagers werden bijgevoerd met aangekocht voer. Het oppervlak van de vijvers besloeg ca. 4 hectare.

Proeven met zoutwaterlandbouw zijn uiteindelijk uitgevoerd op een perceel van de Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder. Hier werden gedurende 3 jaar proeven gedaan met vollegrondsteelt van zeekraal.

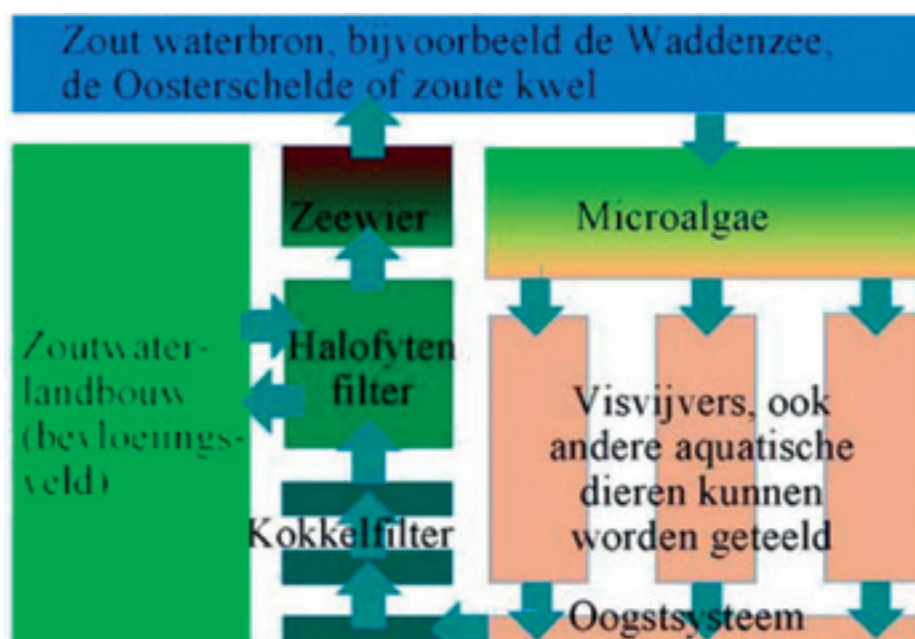


Fig. III-1 Productiemodel met gesloten kringloop. Bron: Zilte Landbouw Texel, p. 51

### Zoutwataquacultuur

Het project heeft op veel terreinen nieuwe kennis en inzichten opgebouwd. Hieronder volgt een kleine selectie uit de resultaten zoals omschreven in de eindrapportage Proefproject Zeeuwse Tong.

- Het kweken van tong, gevoed met uitsluitend verse zagers, staat garant voor een hoge groeisnelheid van tong, hoger dan nu mogelijk is met commercieel visvoer.
- Zagers fungeren als biologische onkruidbestrijders in zoutwatervijvers. Door de continue vraat van de zagers wordt voorkomen dat ondiepe zoutwatervijvers dichtgroeien met wieren. Een mengteelt van schelpdieren en zagers voorkomt dat schelpdieren verstikt raken door een ongecontroleerde groei van wier. Een mengteelt van micro-algen en zagers stabiliseert de groei van algen.

### Verzilte landbouwgronden

De ervaringen met het kweken van zeekraal in de Wilhelminapolder worden omschreven in het boekje 'Mogelijkheden voor de teelt van zeekraal in de volle grond' (Blom et al., 2013). Bij dit boekje zijn tevens protocollen gevoegd voor veldbewerking, teelt en oogst van zeekraal en schoning van zaad voor zeekraal. Een aantal punten ten aanzien van de teelt zijn hieronder samengevat.

De proef omvatte het testen van zeekraal op twee velden van elk 10x5 m<sup>2</sup> en een bodem van lichte zavel. De velden werden bevoeid met zout water uit een algenvijver. Door middel van een computer-gestuurd systeem werd water uit de vijver op de velden gepompt en afgevoerd. Op deze manier werd eb en vloed of springtij nagebootst. Uit proeven is gebleken dat zout vanaf een vroeg stadium in de teelt essentieel is voor een goede groei en smaak. Teveel zout veroorzaakt echter groeiremming; een halve zeewaterconcentratie is optimaal.

Voor gewasrotatie met zeekraal zijn snijbiet (*Beta vulgaris maritima*), zeeaster (*Aster tripolium*) en zee-kool (*Crambe maritima*) geschikte gewassen.

Onkruiden vormen een belangrijk knelpunt in de teelt van zeekraal. Door het veld in de wintermaanden voorafgaand aan de teelt een maand onder zout water te zetten worden zaden van een aantal kruiden gedood. Uit proeven in de Wilhelminapolder bleek dat de bodembedekking door onkruiden in het groeiseizoen na winterinundatie minder dan 1% was, terwijl die in het veld zonder inundatie meer dan 50% bedroeg. Inundatie alleen is echter niet voldoende om de opkomst van het onkruid zilte schijnspurrie te voorkomen. Zilte schijnspurrie is een hinderlijk onkruid dat zich om de zeekraal heen slingert. Het is erg arbeidsintensief om die na het snijden uit de zeekraal te verwijderen.

<sup>[1]</sup> Voor dit onderzoek zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Blom, G. & Visser, W. de (2013). *Mogelijkheden voor de teelt van zeekraal in de volle grond*. Rapport 511. Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR
- Ketelaars, J.J.M.H. (2013). *Eindrapportage Proefproject Zeeuwse Tong. Perspectief voor binnendijkse kweek*. Stichting Zeeuwse Tong
- Vos, A. de, Rozema, J., Rijsselberghe, M. van, Duin, W. van & Brandenburg, W. (2010). *Zilte Landbouw Texel: een voorbeeld transitieproject 2006-2010*. BSIK - Transforum Agro&Groen
- <http://www.visserijnieuws.nl/nieuws/8646-proefproject-zeeuwse-tong-beeindigd.html> (geraadpleegd november 2015)
- [www.zeeuwsetong.nl](http://www.zeeuwsetong.nl) (geraadpleegd november 2015)

### III-2 Klimaatbestendig akker- en tuinbouwbedrijf: Project Zilt Perspectief<sup>[2]</sup>

Zilt Perspectief is een Waddenfondsproject dat liep van 2011 tot 2014. Het betrof een opschaling van onderzoek dat van 2006 tot 2010 plaatsvond onder de noemer 'Zilte Landbouw Texel, een voorbeeld transitieproject'. De projectdoelstelling van dit vervolgonderzoek luidde: 'Vergaren van kennis op het terrein van duurzaamheid en landbouw. Onderzoek naar de gevolgen van verzilting en de mogelijkheden van de landbouw om daarbij aan te sluiten'. Hierbij werd samengewerkt tussen wetenschappers en praktijkmensen.

De doelstelling werd uitgewerkt in drie onderdelen:

1. Experimenteel teeltonderzoek
2. Identificeren van kennislacunes
3. Opzetten educatiecentrum en zilte proeftuin

#### Zilt Educatiecentrum en zilte proeftuin

Onderdeel van het project Zilt Perspectief is de verspreiding van kennis over verzilting en de kansen die verzilting biedt. In dit kader is een Educatiecentrum opgezet in een traditionele Texelse schapenboet. Hier staan informatiepanelen over verzilting en lopende projecten opgesteld met als doel de bewustwording te stimuleren rond klimaatverandering en de gevolgen voor de landbouw. Daarnaast worden er themadagen georganiseerd.

Ook is een zilte proeftuin van 150 m<sup>2</sup> aangelegd. Hier zijn verschillende zilte planten te zien en te proeven. Lokale restauranthouders komen hier af en toe ingrediënten halen voor hun gerechten.

#### Experimenteel teeltonderzoek en kennislacunes

In 2015 is het Eindverslag Zilt Perspectief verschenen (Vos et al.) waarin de gevolgde procedures en resultaten zijn omschreven. Hierbij wordt met name ingegaan op de teelt van gewassen in combinatie met zoute irrigatie. Hieronder zijn een aantal belangrijke punten uit dit rapport samengevat.

Het teeltonderzoek was in eerste instantie gepland op drie proefvelden: twee op Texel en één aan de voet van de afsluitdijk in Friesland. Om diverse redenen zijn de meeste proeven uiteindelijk uitgevoerd op de testlocatie van het Zilt Proefbedrijf, Tested on Texel. De bodem bestaat uit zandgrond. Op deze testlocatie, ter grootte van 1 hectare, konden verschillende zoutconcentraties in verschillende herhalingen worden toegepast met een constante zoutconcentratie in de wortelzone. De belangrijkste resultaten zijn hieronder weergegeven.

#### **Effecten van zoute irrigatie**

- Irrigatie met gebiedseigen brak of zout water bij zouttolerante gewassen is mogelijk zonder dat horizontale verplaatsing van zout optreedt. Alleen de wortelzone van het met zoutwater geïrrigeerde gebied wordt beïnvloed, er bestaat geen gevaar dat omliggende niet-verzilte gebieden alsnog verzilten door zoute irrigatie.
- Zoute irrigatie kan een na-ijl effect te hebben op de bodemvruchtbaarheid. Zoute omstandigheden kunnen het voor gewassen beschikbare stikstof in het jaar erna duidelijk verminderen. Dit bleek uit de geremde of slechtere opkomst van gewassen op de locaties waar het jaar ervoor hogere zoutconcentraties waren toegepast, ondanks zoetspoelen in de winter. Nog niet duidelijk is wat hiervan de oorzaak is.
- Zoute irrigatie veroorzaakt verschuivingen in het bodemleven; zowel de bacterie- als de schimmelmenggemeenschap verandert. Bij de schimmels blijken vooral de mycorrhiza schimmels en sporen significant af te nemen onder zoutere condities. De meeste gewassen (met uitzondering van koolachtigen) hebben deze schimmels nodig als symbiont voor nutriëntenopname. Wellicht dat aanpassingen in rotaties nodig zijn.



Fig. III-2 Ondanks overvloedige bevloeiing met zout water blijkt de grens tussen lage (links) en hoge zoutconcentraties haarscherp; er treedt nagenoeg geen horizontale verplaatsing van zout op. Bron: Zilt Perspectief, p. 17

### Zouttolerantie gewassen

In figuur III-3 is een overzicht opgenomen van de onderzochte gewassen. Hieruit blijkt dat veel gewassen zouttoleranter zijn dan werd aangenomen. Bij een aantal gewassen is gebleken dat de gevoeligheid voor zout per ras sterk kan verschillen. Bepaalde aardappelrassen leveren nog relevante productie bij een EC van 20 dS/m. Bepaalde slasoorten leveren nog relevante productie bij 12 dS/m. Voor een definitieve vaststelling van de zouttolerantie van de verschillende gewassen is meerjarig onderzoek in de Nederlandse klimaatzone noodzakelijk. Voor zeekool en strandbiet zijn teelthandleidingen opgesteld die zijn opgenomen in bovengenoemd eindverslag Zilt Perspectief.

| Overzicht zouttolerantie van de gewassen die tijdens het project Zilt Perspectief zijn onderzocht onder zilte omstandigheden |                              |                                       |                                  |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Gewas                                                                                                                        | Latijnse naam                | Zouttolerantie Volgens FAO referentie | Zouttolerantie Zilt proefbedrijf | Opmerkingen                        |
| Zeekool                                                                                                                      | <i>Crambe maritima</i>       | geen data                             | tolerant                         | geen halofyt                       |
| Strandbiet                                                                                                                   | <i>Beta maritima</i>         | geen data                             | halofyt                          | groeit zelfs op zeewater           |
| Lucerne                                                                                                                      | <i>Medicago sativa</i>       | matig gevoelig                        | matig tolerant / tolerant        |                                    |
| Honingklaver                                                                                                                 | <i>Melilotus officinalis</i> | matig tolerant                        | tolerant                         |                                    |
| Selderij                                                                                                                     | <i>Apium graveolens</i>      | matig gevoelig                        | tolerant                         |                                    |
| Witlof                                                                                                                       | <i>Cichorium sp</i>          | geen data                             | tolerant                         |                                    |
| Wortel                                                                                                                       | <i>Daucus carota</i>         | gevoelig                              | tolerant                         | verschil tussen rassen waargenomen |
| Gerst                                                                                                                        | <i>Hordeum vulgare</i>       | tolerant                              | tolerant                         | verschil tussen rassen waargenomen |
| Uit                                                                                                                          | <i>Allium cepa</i>           | gevoelig                              | matig tolerant                   | verschil tussen rassen waargenomen |
| Kool                                                                                                                         | <i>Brassica oleracea</i>     | matig gevoelig                        | tolerant                         | verschil tussen rassen waargenomen |
| Aardappel                                                                                                                    | <i>Solanum tuberosum</i>     | gevoelig                              | tolerant                         | verschil tussen rassen waargenomen |
| Aardbei                                                                                                                      | <i>Fragaria sp.</i>          | gevoelig                              | tolerant                         |                                    |
| Radijs                                                                                                                       | <i>Raphanus sativus</i>      | matig gevoelig                        | tolerant                         |                                    |
| Sla                                                                                                                          | <i>Lactuca sp.</i>           | matig gevoelig                        | tolerant                         |                                    |
| Wilde rucola                                                                                                                 | <i>Diploaxis tenuifolia</i>  | geen data                             | tolerant                         |                                    |
| Koolzaad                                                                                                                     | <i>Brassica napus</i>        | matig tolerant                        | tolerant                         |                                    |
| Suikerbiet                                                                                                                   | <i>Beta vulgaris</i>         | tolerant                              | tolerant                         |                                    |
| Spinazie                                                                                                                     | <i>Spinacia oleracea</i>     | matig gevoelig                        | gevoelig                         |                                    |

Fig. III-3 Globale indeling zouttolerantie, zowel volgens de bestaande chloride-normen als volgens waarnemingen op de testlocatie. Bron: Zilt Perspectief, p. 7

- [2] Voor dit onderzoek zijn de volgende bronnen geraadpleegd:
- Paulissen, M., Schouwenberg, E., Velstra, J. & Wamelink, W. (2007). *Hoe gevoelig is de Nederlandse natuur voor verzilting?* Tijdschrift H2O, nr. 18/2007
  - Vos, A.C. de, Rijsselberghe, A.M.J. van & Kieft, H. (2015). *Zilt Perspectief. Kennis en kansen voor teelt en verwerking van gewassen op zilte landbouwgrond rond de wadden*. Eindverslag Waddenfondsproject 209829, Stichting Zilt Perspectief
  - <http://www.ziltperspectief.nl/index.php/proeftuin-en-educatiecentrum> (geraadpleegd november 2015)

### III-3 Herstel zoet-zoutovergangen – Polder Breebaart<sup>[3]</sup>

Polder Breebaart ligt aan de Dollard, een zeearm van de Waddenzee, in het noordoostelijk kustgebied van de provincie Groningen. De polder heeft een oppervlakte van 63 hectare.

In het kader van de uitvoering van het Deltaplan werd in 1979 een nieuwe zeedijk in de Dollard aangelegd waardoor een langgerekte polder ontstond. Polder Breebaart is het laatste ingepolderde gebied in Groningen. Van 1979 tot 1991 is het gebied in gebruik geweest als weidegrond, de vegetatie bestond voornamelijk uit een soortenarme graslandvegetatie met Engels raaigras en Ruw beemdgras.

In 1991 heeft de Stichting Het Groninger Landschap het gebied aangekocht, met name om de hoge recreatiedruk op het nabijgelegen belangrijke vogelgebied de Punt van Reide te verminderen.

De ontwikkeling van de Breebaartpolder had meerdere doelen:

- realiseren van een brakwatergetijdengebied met een zoet-zout gradiënt en met natuurlijke abiotische en biotische processen
- het bieden van een broed- en fourageergebied aan vogels
- het mogelijk maken van vismigratie tussen de zee en het zoete binnenwater
- het vergroten van de mogelijkheden voor natuurbeleving en draagvlakvergroting voor natuurbescherming (door aanleg van bezoekerscentrum en een vogelobservatiehut)

#### Brak getijdengebied

In de polder werd over een lengte van 2 km een geul met een breedte van 15 tot 20m uitgegraven in de lengteas van het gebied. Langs de geul is een glooiend talud aangelegd. Ook zijn er twee schelpenbanken aangebracht om broedgelegenheid te scheppen voor kustbroedvogels. In de zeedijk is een duiker aangebracht van 2 x 1 m waardoor de polder in verbinding staat met de Dollard. Vanaf 2001 wordt door middel van twee elektronisch aangestuurde schuiven in de duiker de inlaat van Dollardwater geregeld en stroomt bij ieder opkomend tij zeewater de polder in. Bij afgaand tij loopt het via dezelfde route weer terug. Op de lage vochtige plekken hebben zich brakwaterplanten gevestigd zoals zeekraal, schorrenkruid en goudknopje.

Oorspronkelijk was een getijdenverschil in de polder beoogd van ongeveer 0,70 m (buitendijks in de Dollard is dit ca. 3 m). Het gemiddelde getijdeverschil dat uiteindelijk werd behaald is 0,30 m. De tijd tussen de twee periodes van hoogwater bleek te kort waardoor bij eb het wegstromen van het water wordt belemmerd door de opkomende vloed. Gevolg hiervan is dat de geul langzaam dichtsluit doordat er bij iedere vloed meer slib met het zeewater meekomt dan er bij eb weer uitgaat.

Met cyclisch baggerbeheer, waarbij de geul elke vijf a zes jaar wordt uitgebaggerd, wordt het gebied nu periodiek in ontwikkeling teruggezet. Door begrazing door schapen, en na het broedseizoen door runderen, wordt de successie van de vegetatie geremd en blijven de pioniersomstandigheden voor de koloniebroeders gehandhaafd.

### Vissen

Met de aanleg van een vispassage kunnen vissen migreren van zoet naar zout water en vice versa. Deze vispassage bestaat uit twee buizen waardoor met behulp van een pomp zoet water naar de Breebaartpolder wordt gepompt. Het zoete water bereikt via de wadgeul de polder en dient als lokstroom voor vissoorten die naar het zoete water willen. In het voorjaar trekken bijvoorbeeld de glasaal en de stekelbaars uit de Dollard via de Breebaartpolder naar de achterliggende, zoete, boezemkanalen, in het najaar trekken de jonge stekelbaarsjes en volwassen palingen weer terug naar het zoutere Dollardwater.

### Vogels

Vrij snel na het instellen van het gedempte getij in de polder nam het aantal soorten broedvogels spectaculair toe. In 2004 waren er meer dan 4000 broedparen in de polder, waarin de Kokmeeuw en de Kluut het grootste aandeel hadden. Soorten die vrijwel jaarlijks in de polder broeden zijn o.a. Blauwborst, Rietzanger, Noordse Stern en grote groepen steltlopers, ganzen en wilde eenden. Regelmatig komen ook lepelaars naar de Breebaartpolder.

Vanaf 2005 verdwenen plotseling grote aantallen Kluten, Kokmeeuwen en andere vogels uit het gebied. Een deel van de vogels migreerde naar de Punt van Reide en naar de Blauwe Stad. Deze teruggang in broedende vogels is waarschijnlijk o.a. te wijten aan de vos. In 2007 zijn de broedgebieden voorzien van een elektrisch raster om de invloed van de vossen op de koloniebroeders te verminderen. Hiermee is het nestsucces weer toegenomen naar 60% binnen de afrastering ten opzichte van 6% buiten de afrastering.

### Natuurbeleving

Aan de westkant van het gebied staat een bezoekerscentrum met uitkijktoren, de Buitenplaats Reidehoeve. Jaarlijks bezoeken duizenden mensen dit centrum. Aan de andere kant van de dijk staat een vogeluitkijkhut, waar de vogels van heel dichtbij te bewonderen zijn. Het is mogelijk helemaal om het gebied heen te wandelen. Het is niet mogelijk het gebied zelf te betreden.



*Fig. III-4 Kokmeeuw en Krombekstrandloper in de Breebaartpolder*

Bron: Noordlaarderbos.nl

- [3] Voor dit onderzoek zijn de volgende bronnen geraadpleegd (november 2015):
- <http://apps.helpdeskwater.nl/krw-diagnostiek/paginas/pdfs/breebaart.pdf>
  - <http://www.avifaunagroningen.nl/index.php/gebieden/569-polder-breebaart>
  - <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/droge-grond-nekte-palingen-12758853.html>
  - <http://www.erfgoedgemeentedelfzijl.nl/pagina42.html>
  - [http://www.groningerlandschap.nl/files/pdfs/34079\\_Gebiedsvisie\\_Dollard.pdf](http://www.groningerlandschap.nl/files/pdfs/34079_Gebiedsvisie_Dollard.pdf)
  - <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=495509>
  - [http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Natuur\\_en\\_Landschap/pdf/Proefgebieden\\_herstel\\_zoet-zout\\_overgangen\\_in\\_Noord\\_Nederland-een\\_beschrijvingverkl.pdf](http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Natuur_en_Landschap/pdf/Proefgebieden_herstel_zoet-zout_overgangen_in_Noord_Nederland-een_beschrijvingverkl.pdf)

### III-4 Project Waterdunen – kustversterking gecombineerd met klimaatbestendige natuur en landbouw en duurzame recreatie<sup>[4]</sup>

Project Waterdunen is een nieuw te realiseren gebied waar kustversterking wordt gecombineerd met duurzame recreatieve voorzieningen, ontwikkeling van brakke getijdennatuur en binnendijkse zilte aquacultuur en zilte teelten.

Doelstelling van het project:

- stimuleren van de economie
- verbeteren van de omgevingskwaliteiten zoals natuur, landschap, cultuurhistorie en de leef- en recreatieomgeving
- voldoen aan de eisen uit het project Zwakke Schakels, een project van de overheid met betrekking tot kustversterking

Reeds in 2006 is de procedure voor gebiedsontwikkeling opgestart en is o.a. een MER opgesteld. Uiteindelijk is in september 2013 het startsein gegeven en zijn de eerste werkzaamheden van start gegaan. De doelstelling is het project in 2016 af te ronden en in gebruik te nemen.

Aanvankelijk waren er, zowel vanuit Landbouworganisatie ZLTO als vanuit de actiegroep Vrienden van Waterdunen NEE, bezwaren tegen het project. De Vrienden waren van mening dat de polders moesten blijven zoals ze waren, ZLTO vond dat er onterecht landbouwgronden verloren gingen. Daarnaast bestond de angst dat omliggende akkers zouden verzilten door het nieuwe zoutwatergebied. Deze bezwaren zijn uiteindelijk door de Raad van State ongegrond verklaard, eventuele schade zal worden gecompenseerd.

Voor aanvang van de werkzaamheden zijn er nulmetingen van het grondwatersysteem in het gebied verricht, waarmee in beeld werd gebracht wat de situatie was van het grondwatersysteem in de uitgangssituatie. Zowel de grondwaterstanden als het zoutgehalte werden bepaald. Gedurende de ontwikkeling van het gebied wordt het grondwater elke drie maanden opnieuw gemeten, dit gaat door tot een aantal jaar na realisatie van Waterdunen. Zo kunnen veranderingen van het grondwater voor, tijdens en na afloop van het realiseren van Waterdunen in beeld worden gebracht. Tot nu toe zijn er nog geen wijzigingen in het grondwater geconstateerd

#### Zwakke Schakels

Waterdunen wordt gerealiseerd in de Oud- en Jong-Breskenspolder in West-Zeeuws-Vlaanderen. Het gebied valt onder het project Zwakke Schakels, een project van de overheid waarbij iedere vijf jaar dijken en duinen worden getoetst op sterkte. Uit de toetsing bleek dat de kust van West-Zeeuws-Vlaanderen niet sterk genoeg was. Met het project Waterdunen worden kustversterking en verhoging van de ruimtelijke kwaliteit gecombineerd.

Voor de kust van Waterdunen ligt een diepe getijdengeul. De aanwezige duinen worden daarom verhoogd en landwaarts versterkt; bij zeewaartse versterking zou het zand door de sterke stroming weer snel verdwijnen. Ook komen er nieuwe duinen. De grond voor de nieuwe duinen wordt afgegraven op de plaats waar de natuur- en recreatiegebieden worden aangelegd.

#### Natuur, landschap en recreatie

In de nieuwe duinen zijn plannen voor een duincamping, een hotel en recreatiewoningen. Daarnaast wordt 250 hectare zilte natuur aangelegd in een gebied met gecontroleerde getijdewerking. Het totale project beslaat ca. 300 hectare.

Om getijdennatuur mogelijk te maken wordt een getijdenduiker in een dijk bij Breskens aangebracht. De duiker bestaat uit vier kokers van 4 m breed en 3 m hoog. Drie kokers dienen om het getij te creëren, de vierde koker zorgt voor de afvoer van polderwater. Deze getijdenduiker is onderdeel van de waterkering en krijgt op afstand bedienbare schuiven. Indien nodig, zoals bijvoorbeeld bij stormvloed, kan de constructie hermetisch gesloten worden. De getijdenduiker zal in de loop van 2016 in werking treden.

#### Kustlaboratorium

Voor zilte, binnendijkse aquacultuur en zilte teelt is het project Kustlaboratorium gestart in Waterdunen. Met dit project wil de Stichting Het Zeeuwse Landschap laten zien dat aquacultuur op land, door een goede inbedding in een natuurlijke omgeving, een aantrekkelijke kustzone kan opleveren.

Aanvankelijk was het Kustlaboratorium gepland bij Burghsluis op Schouwen-Duivenland. De plannen om het gebruikte zeewater uit de aquacultuurbassins op de Oosterschelde te lozen stuitten echter op bezwaren. De lozing zou geschieden op de plaats waar mosselpercelen liggen. De angst bestond dat er hoge concentraties van potentieel toxische algen in het geloosde water zouden kunnen zitten, waardoor de mosselen tijdelijk ongeschikt zouden zijn voor consumptie. Afvoer via een buisleiding naar de Noordzee bleek te kostbaar.

De inpassingsmogelijkheden van het Kustlaboratorium in Waterdunen worden momenteel door Het Zeeuwse Landschap verder uitgewerkt. De Stichting stelt grond en een aantal basisvoorzieningen beschikbaar en zoekt nu ondernemers die op deze basis met duurzame aquacultuur aan de slag willen gaan.



*Fig. III-5 Brochure Waterdunen*

Bron: [waterdunen.com](http://waterdunen.com)

- [4] Voor dit onderzoek zijn de volgende bronnen geraadpleegd (november 2015):
- <http://www.hetzeeuwselandschap.nl/nieuws/droomproject-kustlaboratorium-verhuist-naar-waterdunen>
  - <http://www.kustversterking.nl/projecten/west/waterdunen>
  - <http://www.omroepzeeland.nl/tag/vrienden-van-waterdunen-nee>
  - <http://www.waterdunen.com/>
  - [http://www.waterdunen.com/sites/zi-waterdunen/files/zilte\\_teelten\\_in\\_waterdunen.pdf](http://www.waterdunen.com/sites/zi-waterdunen/files/zilte_teelten_in_waterdunen.pdf)
  - <http://www.waterdunen.com/nieuws/meten-waterpeil>