

**Omgaan met Zout**  
**Effect van verzilting op (semi)terrestrische vegetaties**  
Tussenrapportage over 2025

KWR 2026.026

**Datum**

16 maart 2026

**Opdrachtgever**

Ministerie IenW, Ministerie LNV en STOWA

**Meer informatie**

Dr. Jeroen Geurts

T +31 6 54293522

E jeroen.geurts@kwrwater.nl

**Auteur**

Jeroen Geurts

**Projectnummer**

405375

**Kwaliteitsborger**

Ruud Bartholomeus

**Projectmanager**

Klaasjan Raat

**Pagina**

1/9

## Voorwoord

In deze beknopte rapportage lichten we toe wat er in het eerste onderzoeksjaar gedaan is binnen werkpakket 2.2 van het project *Omgaan met Zout*. We beschrijven de aanleiding, de vraagstelling en de aanpak, waarbij in 2025 de focus lag op de selectie van onderzoeksgebieden en het raadplegen van beheerders en onderzoekers.

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>1</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
Aanleiding	3
Hoofdvragen	3
Aanpak	4
<b>2 Selectie van onderzoeksgebieden</b>	<b>6</b>
Gevoelige vegetatietypen	6
Inventarisatie onder beheerders en onderzoekers	7
Gerelateerd onderzoek in laagveengebieden	8
<b>3 Referenties</b>	<b>9</b>

# 1 Inleiding

## Aanleiding

Door klimaatverandering moet Nederland rekening houden met langere en frequentere perioden van droogte in het voorjaar en de zomer, maar ook met een stijgende zeespiegel. Beide ontwikkelingen dragen bij aan een toenemende verzilting van grond- en oppervlaktewater en uiteindelijk van het bodemvocht, vooral in West- en Noord-Nederland. Bovendien verkleint een groter neerslagtekort in de zomer de mogelijkheid om via de grote rivieren voldoende zoetwater aan te voeren. Welke gevolgen deze processen hebben voor landbouw, natuur en waterbeheer is nog onvoldoende duidelijk. Dat komt door belangrijke kennishiaten over de zouttolerantie van landbouwgewassen en natuurlijke vegetaties, en over de manier waarop zout zich gedraagt in de wortelzone in samenhang met het bodem- en watersysteem.

Daarom is begin 2025 een meerjarig programmaplan opgesteld door WENR, Deltares, KWR en Van Geest Ecologie in opdracht van het ministerie van I&W, het ministerie van LNV en STOWA, getiteld “[Omgaan met zout in landbouw, natuur en waterbeheer](#)”. Dit programmaplan is gericht op het beantwoorden van fundamentele kennisvragen over verzilting van de wortelzone in samenhang met het grond- en oppervlaktewater, de zouttolerantie van gewassen en die van (semi)terrestrische en aquatische vegetatie in Nederland. Hiervoor is meerjarig onderzoek nodig vanuit verschillende disciplines. Het onderzoeksprogramma is in 2025 met een beperkt budget gestart en bestaat uit vier werkpakketten: 1) zoutgehalte in het bodemvocht; 2) zouttolerantie van gewassen en natuurlijke vegetatie; 3) bruikbaarheid van resultaten en handelingsperspectief; 4) effecten van zout op aquatische natuur. In deze korte rapportage beschrijven we het werk wat in 2025 gedaan is binnen werkpakket 2.2, dat gaat over de zouttolerantie van natuurlijke, (semi)terrestrische vegetatie.

De kennis over zouttolerantie van natuurlijke plantengemeenschappen is zeer beperkt. Ecologische databases laten wel zien welke soorten in brakke milieus voorkomen, maar wanneer een soort uitsluitend in zoetwatergebieden wordt gevonden, blijft onduidelijk of dit komt door een lage tolerantie voor zout of door andere omgevingsfactoren. Daarnaast is er nauwelijks inzicht in hoe natuurlijke vegetaties reageren op schommelingen in zoutgehalte, zoals bij de inlaat van brak of zout water tijdens droge perioden – een situatie die kan leiden tot een zogenaamde “zoutshock”. Omdat natuurlijke vegetaties een veel grotere genetische en fenotypische variatie vertonen dan landbouwgewassen en verzilting voor heel veel plantensoorten relevant kan zijn, vraagt onderzoek naar hun zouttolerantie om een andere experimentele aanpak.

## Hoofdvragen

Op basis van de bovenstaande kennishiaten zijn de volgende hoofdvragen geformuleerd:

- Wat is het effect van dynamiek van het zoutgehalte in het bodemvocht tijdens het groeiseizoen op natuurlijke terrestrische vegetatie zoals deze voorkomt in Nederland bij verschillende bodemkundige en hydrologische omstandigheden?
- Hoe kan de zouttolerantie van (semi)terrestrische vegetaties beter gekwantificeerd worden?
- Zijn de effecten van droogte erger dan de effecten van zout of andersom?
- In welke mate is zouttolerantie afhankelijk van de verdampingsvraag?
- Wat is het herstelvermogen van natuurlijke vegetatie na een zoutshock in het groeiseizoen?

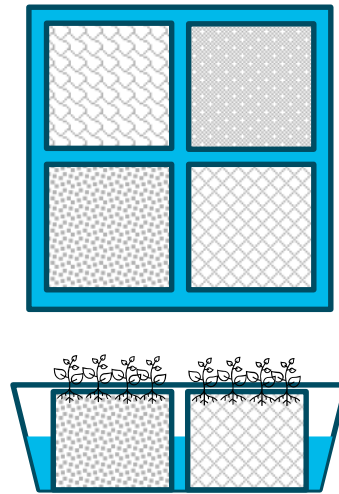
## Aanpak

De eerste stap is het selecteren van gebieden en (semi)terrestrische vegetaties in die gebieden waarvan bekend is dat ze recent blootgesteld zijn (of in de nabije toekomst blootgesteld worden) aan hogere zoutgehalten of een grotere brakwaterinvloed en/of waar de natuurlijke vegetatie achteruitgaat en een grotere brakwaterinvloed vermoed wordt. Dit kan permanent of tijdelijk zijn. Het gaat hierbij om representatieve combinaties van vegetatietype, bodemtype en mate van verzilting. Hiervoor wordt (grijze) literatuur geraadpleegd en wordt een inventarisatie gedaan onder water- en terreinbeheerders en onderzoekers.

De tweede stap is het selecteren van een aantal gebieden voor veldonderzoek. Indien mogelijk worden in elk gebied gradiënten bemonsterd van standplaatsen in een zout- en/of grondwaterstandsgradiënt, bij voorkeur in een droge zomerperiode. In het veld is het wel vaak moeilijk om het effect van droogte en (toenemende) zoutconcentraties van elkaar te scheiden. Indien mogelijk wordt in de geselecteerde gebieden gebruik gemaakt van vaste PQ's waarin al langer vegetatieopnamen worden gedaan (en mogelijk ook chemische metingen) en waar ter plekke verzilting is opgetreden of gaat optreden. Deze tijdreeks kan vervolgens verder aangevuld worden door nieuwe vegetatieopnamen te maken. Daarnaast worden zoutgehalten gemeten in de bodem, het bodemvocht, het ondiepe grondwater en de vegetatie. Bovendien kunnen tijdens het veldonderzoek bronlocaties worden gekozen voor het experimentele onderzoek.

De derde stap is om experimenteel onderzoek te doen in mesocosms (proefbakken), waarbij intacte pluggen van verschillende lage (semi)terrestrische vegetaties worden gebruikt (Figuur 1 en 2). Stofberg et al. (2015) en Huizinga et al. (2021) hebben eerder in kasexperimenten gekeken naar het effect van zoutgehalte op de groei van plantensoorten uit verlandingsvegetaties, maar niet naar complete vegetaties. In de mesocosms wordt kunstmatig de grondwaterstand en -kwaliteit gemanipuleerd. Op die manier kunnen verschillende behandelingen gerepliceerd worden getest: verschillende zoutconcentraties met een natuurlijke seizoensvariatie. Dit is het meest realistisch en bovendien kan het herstelvermogen van de vegetatie dan beter onderzocht worden. Er wordt gekeken naar de groei en soortensamenstelling van de vegetatie en naar de zoutconcentraties in de bodem en de planten. Het effect van de behandelingen zal pas na langere tijd duidelijk worden en dus is het belangrijk dat het experiment meerdere jaren loopt.

In 2025 lag de focus op de eerste stap: de selectie van onderzoeksgebieden. Dit wordt toegelicht in hoofdstuk 2. In 2026 wordt veldonderzoek gedaan (stap 2) en wordt het experimentele onderzoek opgestart (stap 3).



Figuur 1. Links: voorbeeld van een mesocosm set-up met een lage natuurlijke vegetatie uit het OBN-onderzoek aan Laagveenwateren (2003-2006). Rechts: boven- en zijaanzicht van een mogelijke opzet van het mesocosm experiment met verschillende vegetatietypen. De verschillende vegetatietypen worden steeds in een andere volgorde geplaatst. De behandelingen worden over de mesocosms verdeeld in een randomized block design.



Figuur 2. Mogelijke onderzoekslocatie met mesocosms in het IJperveld (Noord-Holland).

## 2 Selectie van onderzoeksgebieden

### Gevoelige vegetatietypen

In het afwegingskader zoet-zout dynamiek (STOWA, 2025) wordt uiteengezet welke (semi)terrestrische vegetatietypen te maken kunnen krijgen met verzilting in Laag-Nederland (Figuur 3) en welke typen gevoelig zijn voor verzilting. De meest gevoelige Natura2000 habitattypen zijn vochtige duinvalleien, vochtige heide, stroomdal- en heischrale graslanden, blauwgraslanden, trilvenen en veenmosrietland, pioniervegetaties met snavelbiezen, galigaan- en kalkmoerassen en hoogveenbossen. De meest gevoelige beheertypen binnen het Natuurnetwerk Nederland (NNN) zijn veenmosrietland en moerasheide, vochtige heide, trilveen en nat schraalland. Dit betreffen vooral soortenrijke, zoete, voedselarme tot matig voedselrijke systemen, waarvan de meeste in laagveengebieden liggen. Het is hierbij wel de vraag in welke mate ingelaten water met een hoger zoutgehalte de wortelzone van kwetsbare terrestrische ecosystemen kan bereiken.



Figuur 3. Gedeelte van Nederland waar verzilting op kan treden (in grijs) en de Natura2000 habitattypen (in donkergroen) en NNN beheertypen (in lichtgroen) die effecten van verzilting kunnen ervaren (Bron: afwegingskader zoet-zout dynamiek (STOWA, 2025)).

Naast de gevoeligheid van vegetatietypen voor verzilting zijn er ook kritische grenswaarden vastgesteld per Natura2000 habitattypen en per NNN beheertypen. Voor de meeste hierboven genoemde gevoelige habitat- en beheertypen ligt deze grenswaarde op 150 mg Cl/l. Daarnaast speelt de hersteltijd een rol, die uiteenloopt van enkele jaren tot enkele tientallen jaren (Paulissen et al., 2007).

## Inventarisatie onder beheerders en onderzoekers

Om te bepalen of er inderdaad effecten van toenemende verzilting op (semi)terrestrische vegetaties waargenomen worden in het veld, is een inventarisatie gedaan onder water- en terreinbeheerders en onderzoekers die werken in het grijze gedeelte van Nederland in Figuur 3. De uitvraag was als volgt:

*Voor een onderzoeksproject ("Omgaan met zout in landbouw, natuur en waterbeheer") ben ik op zoek naar mogelijke meetlocaties waar toenemende (ongewenste) verzilting een rol speelt/gaat spelen in (semi)terrestrische natuur. Het lijkt erop dat laagveengebieden tot de risicogebieden behoren en dan met name (drijvende) oevers. Mijn vragen zijn daarom:*

- *Welke (deel)gebieden hebben te maken met toenemende verzilting of lopen risico in de nabije toekomst? Dit mogen laagveengebieden zijn, maar ook daarbuiten.*
- *Zijn er specifieke locaties aan te wijzen waar de natuurlijke vegetatie achteruitgaat en een grotere brakwater invloed wordt vermoed? Dit kan zowel geleidelijke verzilting over de jaren zijn of het vaker voorkomen van zoutshocks in de zomer.*

*Het liefst bemonsteren we plekken of gradiënten waar al PQ's liggen en/of eerder (bodem)onderzoek is uitgevoerd. Het gaat in eerste instantie om verkennende metingen van het zoutgehalte in de bodem, het bodemvocht, het ondiepe grondwater en de vegetatie. Hiermee worden o.a. locaties gekozen om te gebruiken in een mesocosm onderzoek en evt. langjarig veldonderzoek.*

Over het algemeen was er weinig herkenning bij de ondervraagde beheerders en onderzoekers. Ze konden dan ook weinig geschikte locaties aandragen. In de gebieden waar wel verzilting optreedt of experimenteel wordt getest, zijn de effecten meestal positief. Zo zijn in een brakingsproef in het Guisveld (polder Westzaan; Noord-Holland) gunstige omstandigheden gecreëerd voor een brak vegetatietype. In de Jouswierpolder (SBB; Friesland) leidde verzilting door zoute kwel tot het voorkomen van acht nieuwe, verziltingstolerante soorten, terwijl er slechts vier verziltingsgevoelige soorten verdwenen. In het Robbenoordbos (SBB; Noord-Holland) is wel sprake van ongewenste verzilting in grond- en oppervlaktewater, maar worden er geen vegetatiekarteringen en bodemanalyses gedaan. Wel is hier door het project FRESHM-NL (in opdracht van de provincie) gevlogen om o.a. de zoetzout-grens van grondwater af te leiden. De Botshol (Natuurmonumenten; Utrecht) is altijd al licht brak geweest (600-1100 mg Cl/l), maar hier treedt de laatste 15 jaar geen verdere verzilting op. Bij Landschap Noord-Holland zijn ook plekken te vinden met brakke invloed (bijv. in het Ilperveld), maar een toename in zoutgehalte is daar moeilijk te kwantificeren. In droge zomers nemen de chlorideconcentraties in het oppervlaktewater wel toe en kunnen zoutshocks voorkomen afhankelijk van de hoeveelheid brakke kwel in droogmakerijen. Tot slot zijn er duinvalleien aanwezig op eilandjes in het zoute Grevelingenmeer (op de grens van Zeeland en Zuid-Holland) die mogelijk last hebben van toenemende verzilting.

In de volgende regio's zijn geen signalen of voorbeelden van toenemende verzilting waargenomen:

- Kop van Overijssel (Wieden-Weerribben; SBB);
- Friese laagveengebieden (It Fryske Gea);
- Drents Overijsselse Delta (WDOD);

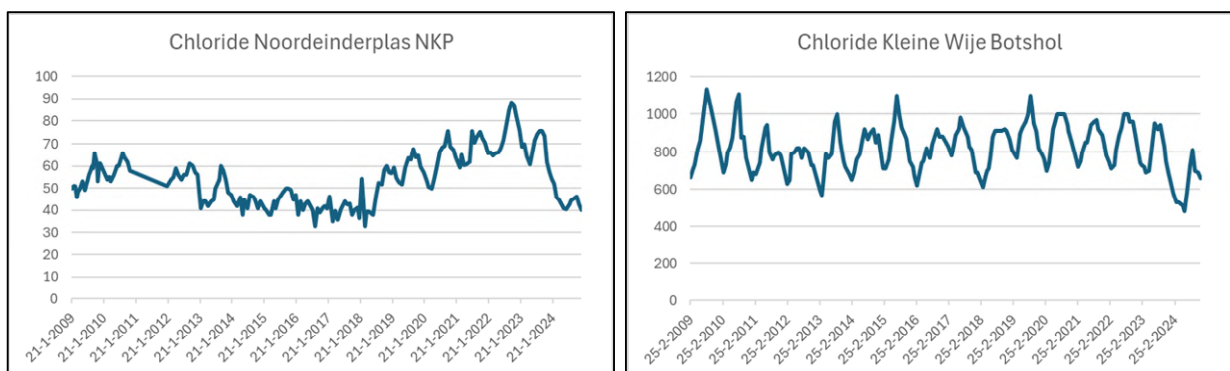
- Stichtse Rijnlanden (HDSR);
- Vechtplassen (Natuurmonumenten);
- Zuid-Hollandse eilanden (wel gradiënten aanwezig; WSHD).

In de zoektocht naar geschikte locaties voor veldonderzoek en experimenteel onderzoek werken we samen met onderzoekers van de VU binnen het VIPNL-project Veen aan Zee. De focus in dat project ligt meer op het effect van oppervlaktewaterverzilting op broeikasgasemissies, uitspoeling, bodemdaling en bodemorganismen, maar onderzoek in zoet-zout gradiënten in laagveengebieden is wel een gemene deler.

## Gerelateerd onderzoek in laagveengebieden

Promotieonderzoek van Sija Stofberg (2017) gaat over de blootstelling van planten in laagveengebieden aan verzilting. Naast de ontwikkeling van een methode om verzilting te schatten in gebieden met zoute kwel, is in dit onderzoek naar de hydrologie van drijvende wortelmatten (kraggen) gekeken (Stofberg et al., 2016). Hieruit bleek dat er vaak een verticale gelaagdheid in doorlatendheid is en dat (zouter) oppervlaktewater makkelijker het oppervlakkige deel van de drijvende wortelmat indringt dan in diepere bodemlagen. Plantensoorten die aan de randen van deze drijvende wortelmatten groeien, worden dus als eerste blootgesteld aan hogere zoutconcentraties, waardoor hun groei kan verminderen. In een kasexperiment is het effect van verschillende zoutconcentraties op de groei van individuele plantensoorten, die op drijvende wortelmatten groeien, getest (Stofberg et al., 2015). Hieruit bleek dat er op relatief korte termijn (7 weken) negatieve effecten op laagveenplanten waren bij blootstelling aan lage zoutconcentraties (>200 mg Cl/l) in de vorm van afname van biomassa en groeivermindering/lagere fitness (>500 mg Cl/l). In een nog niet gepubliceerd vervolgonderzoek heeft Milou Huizinga een vergelijking gemaakt tussen de zouttolerantie van vaatplanten en mossen in een laboratoriumexperiment. Dit betekent dat er nog niet gekeken is naar het effect van verzilting op vegetaties met meerdere soorten. Vandaar dat we dit in dit project onderzoek gaan doen met intacte plaggen in mesocosms.

Daarnaast hebben Huizinga et al. (2021) in het veld gradiënten vanaf de oever bemonsterd in een zoet en brak laagveengebied om te kijken hoe ver het zout in het oppervlaktewater horizontaal en lateraal indringt in de oever. Het idee was om deze metingen in dit project te herhalen wanneer er sprake zou zijn van een toenemende verzilting in deze gebieden. Uit meetdata blijkt dat dit niet het geval is (Figuur 4). We zullen daarom het veldonderzoek gaan uitvoeren conform de methode van Huizinga in gebieden waar wel verhoogde zoutconcentraties en/of zoutshocks in de zomer zijn waargenomen, zoals in het Zuiderveen of het Ilperveld (beide in Noord-Holland).



Figuur 4. Chlorideconcentraties (mg/l) in het oppervlaktewater van de Nieuwkoopse plassen (links) en de Botshol (rechts) sinds 2009.

### 3 Referenties

Stofberg, S.F., A. Klimkowska, M.P.C.P. Paulissen, J.P.M. Witte en S.E.A.T.M. van der Zee (2015) Effects of salinity on growth of plant species from terrestrializing fens; in: Aquatic Botany, vol 121, pag 83-90.

Stofberg, S.F., J. van Engelen, J.P.M. Witte en S.E.A.T.M. van der Zee (2016) Effects of root mat buoyancy and heterogeneity on floating fen hydrology; in: Ecohydrology, vol 9, pag 1222-1234.

Stofberg, S. F. (2017). Hydrological controls on salinity exposure and the effects on plants in lowland polders. PhD Thesis. Wageningen University and Research.

Huizinga, M., Aerts, R., van Logtestijn, R. S., van der Zee, S. E., & Witte, J. P. M. (2021). The salt route through time and space: Following horizontal and lateral intrusion of brackish surface water into a natural floating root mat and its plant community. In: EGU General Assembly Conference Abstracts, pp. EGU21-13391.

Jaar van publicatie  
2026

Meer informatie  
Dr. Jeroen Geurts  
T +31 6 54293522  
E jeroen.geurts@kwrwater.nl

Groninghaven 7  
Postbus 1072  
3430 BB Nieuwegein

T +31 (0)30 60 69 511  
E info@kwrwater.nl  
I www.kwrwater.nl

2026.026 | 16 maart 2026 ©KWR

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

#### Keywords

verzilting, terrestrische natuur