



2009
45

**Overzicht huidige kennis omtrent
interne verzilting**



Voorwoord

Door de lage ligging van de Nederlandse polders, landbouwkundig gebruik, zeespiegelstijging en bodemdaling is de verwachting dat verzilting in delen van Laag Nederland zal toenemen. Als gevolg van klimaatverandering zullen bovendien vaker droge zomers voorkomen waardoor neerslaglenzen dunner worden en brakke kwel meer negatief effect zal hebben. In droge zomers zal de inlaat van zoet water problematisch zijn vanwege verminderde afvoer van grote rivieren en indringing van zout vanuit de zee. De verziltingsproblematiek wordt verder gecompliceerd doordat naast fysische processen ook het gebruik en beheer van land en water in beweging is. Zo is er de toenemende druk op het ruimtegebruik en verschillende eisen die worden gesteld aan het water in dezelfde gebieden voor de verschillende gebruiksfuncties. Om inzicht te krijgen in het handelingsperspectief van waterbeheerders en grondgebruikers, moet kennis worden ontwikkeld over de verziltingsproblematiek, die direct van nut is voor de dagelijkse praktijk.

Het project 'Leven met Zout Water' beoogt inzicht te verwerven in de processen rond verzilting, de effecten van verzilting op gebruiksfuncties en de haalbaarheid van mitigerende en adaptieve oplossingsrichtingen. Het project wordt uitgevoerd in 2 stappen. Een inventarisatiestudie met als doel een overzicht te maken van de huidige kennis en informatie met betrekking tot de verzilting in Nederland. Daaropvolgend een verdiepingsslag in twee deelgebiedstudies: bij Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waternet.

De voorliggende brochure geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten uit de inventariserende studie. De brochure heeft een stevig fundament van zes deelrapporten waarbinnen de diverse deelvragen met betrekking tot verzilting zijn uitgewerkt.

De brochure biedt een uitstekend overzicht van de huidige kennis en kennishiaten op het gebied van verzilting in Nederland waarbij de verziltingsproblematiek in een breed kader is geplaatst. Wij zijn ervan overtuigd dat de studie bijdraagt tot een beter begrip van verzilting voor zowel onderzoekers als beleidsmakers. Inmiddels zijn naar aanleiding van de hier vastgestelde kennishiaten vervolgstudies van start gegaan en worden de deelrapporten steeds vaker geraadpleegd als basisdocumenten voor beleid op zowel regionaal als landelijk niveau.

Hoogachtend,
Ir. H.M.C. Satijn (Directeur Leven met Water)
Ir. J.M.J. Leenen (Directeur STOWA)

Inleiding

De zoutwaterhuishouding in Nederland is aan veranderingen onderhevig, en de verwachting is dat de klimaatverandering die zich momenteel lijkt te voltrekken deze veranderingen verder zal versterken. Hierdoor zullen op veel gebieden in Nederland het oppervlaktewater en het ondiepe grondwater zouter worden. De vraag is: Maar waar precies? Hoe zout? En hoe erg is dat eigenlijk?

Deze brochure geeft een overzicht van de resultaten van de eerste fase van het onderzoek dat Acacia Water in de context van het project 'Leven met Zout Water' (LmZW) heeft verricht naar de verzilting van Nederland. Doel van deze onderzoeksfase is het in kaart brengen van de huidige kennis over het onderwerp. Wat weten we al? En, belangrijker nog, wat weten we nog niet? Het onderzoek heeft tot nu toe geresulteerd in zes deelrapporten met een uitgebreide beschrijving van de onderzoeksresultaten. Deze brochure beoogt u een overzicht te geven van de bevindingen.

In de tweede fase van dit onderzoeksproject zal bekeken worden in hoeverre extra kennis noodzakelijk is om zinvolle maatregelen te kunnen formuleren, en gaan we ons richten op de nog ontbrekende kennis waarvan we nu weten dat hij nog ontbreekt. Aangestuurd door gerichte vragen vanuit de waterschappen zullen dan gedetailleerder studies in specifieke gebieden worden uitgevoerd.

Wat is verzilting eigenlijk precies en is het een probleem? In het onderzoek van Acacia Water is de volgende definitie gehanteerd (vrij vertaald uit het rapport Zilte Perspectieven):

“Er is sprake van verzilting als het water te zout/chloriderijk is voor een optimaal gebruik”.

Deze definitie bevat drie elementen die aangeven dat er sprake is van verzilting wanneer:

- een toename van zout/chloride gehalte in het water optreedt
- de gebruiker vindt dat het te zout is voor de beoogde doel
- de waterbeheerder vindt dat het te zout is om haar doelstelling te bereiken

Deze elementen weerspiegelen de problematiek van verzilting, die zich afspeelt binnen het spanningsveld van de factoren watersysteem, gebruiker en waterbeheerder. Deze definitie is het uitgangspunt voor de studie Leven met Zout Water.

Interne en externe verzilting

Het onderzoek heeft zich gericht op “interne verzilting”, veroorzaakt door chloride-rijk kwelwater dat verantwoordelijk is voor belasting van het oppervlaktewater en verzilting in de wortelzone van gewassen. De problematiek van ‘externe verzilting’, zoutindringing in de rivieren en zeearmen vanuit de zee door zeespiegelstijging in combinatie met verwachte lagere rivierafvoeren in de zomer, valt buiten het kader van deze studie.

‘Interne verzilting’ wordt veelal bestreden met het doorspoelen van het watersysteem met gebiedsvreemd zoet water uit het IJsselmeer en grote rivieren. De beschikbaarheid van dit zoete water staat echter onder druk. Dit komt door de te verwachten lagere rivierafvoeren, waardoor minder water te verdelen is, en ‘externe verzilting’, waardoor gevreesd wordt dat indringing van zout water tot aan de inlaatpunten van zoet water zal reiken en deze daardoor onbruikbaar worden. De problematiek van een lagere rivieraanvoer, ‘externe verzilting’ en beleidskeuzes met betrekking tot verdeling van dit water zijn daarom van belang en vormen een belangrijke randvoorwaarde voor het onderzoek naar ‘interne verzilting’.

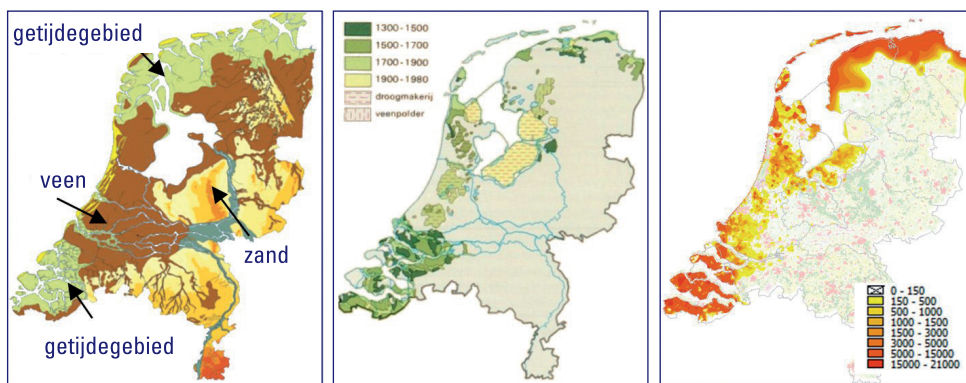
1. De oorzaken van verzilting in Nederland

Om een beter begrip te krijgen van achtergronden van verzilting in Laag Nederland is een introductie in de wordingsgeschiedenis van Nederland onmisbaar. Verzilting heeft te maken met twee factoren in deze geschiedenis: de kustontwikkeling sinds de laatste ijstijd (het Holoceen) en het proces van inpolderen (ontwatering, landaanwinning en droogmaking) sinds de middeleeuwen.

Jaar 800 (1150 jaar geleden)

Inpolderingen vanaf 1300

Zoutgehalte in het grondwater
in 2000



Links Nederland 1150 jaar geleden (RACM&TNO), midden inpolderingen sinds 1300 (Atlas van Nederland) en rechts het zoutgehalte tot ca. 20m diepte (TNO). Opvallend is overeenkomst tussen de zoet-zout verdeling en de vormingsgeschiedenis van Nederland. Met name de gebieden met een hoge chlorideconcentratie (>10.000 mg/l) komen overeen met de gebieden die in de laatste fase van de kustvorming (800 na Chr.) nog getijdegebied waren: Zeeland, Friesland, Groningen en de kop van Noord-Holland. Het zout bevindt zich hier op een geringe diepte. De overige gebieden met zout grondwater komen overeen met de gebieden die sinds 1300 zijn ingepolderd. Dit zijn gebieden waar het zout als gevolg van de inpoldering omhoog is gekomen.

De kustontwikkeling sinds de laatste ijstijd (het Holoceen)

Het voorkomen van zoutwater in de ondergrond van Nederland is grotendeels een erfenis uit de Holocene geologische geschiedenis vanaf 10.000 jaar geleden, na de laatste ijstijd. De temperatuur begon toen wereldwijd te stijgen.

De daarmee gepaarde zeespiegelstijging resulteerde rond 7.500 jaar geleden in het binnendringen van de zee in de huidige kustprovincies. Uit onderzoek blijkt dat dit de belangrijkste bron geweest van het zoute grondwater onder Laag Nederland. Daarnaast vindt er een (geringe) opwaartse beweging plaats van zout uit diepere mariene afzettingen.

Het waddenmilieu dat vervolgens ontstond begon vanaf 5.500 jaar geleden geleidelijk dicht te slibben door sluiting van de kust waardoor veengroei mogelijk werd en het gebied van west Nederland, Drenthe en zuidelijke delen van Friesland en Groningen verzoette. In deze periode waren echter Zeeland, Noord-Friesland, Noord-Groningen en de kop van Noord-Holland nog getijdegebied waar zeewaterinfiltreerde. Een situatie die tot 1200 jaar geleden nog altijd gold. Het zijn deze laatste gebieden waar nu op geringe diepte zout grondwater met hoge chlorideconcentraties wordt aangetroffen.

Proces van inpolderen sinds de middeleeuwen

In de vroege middeleeuwen drong de zee nog herhaaldelijk de regio binnen en in grote gebieden werd het veen weggeslagen. Op deze manier werd in de middeleeuwen het IJsselmeer gevormd. Langs de kust ontstonden in dezelfde periode de duinen en begon de mens het landschap ingrijpend te veranderen door de ontginning en afgraving van veengebieden, bedijking en inpoldering. Zo ontstond het karakteristieke polderlandschap zoals we het vandaag de dag kennen.

Deze lappendeken van polders, met elk zijn eigen kunstmatig gehandhaafd polderpeil en grondwaterstanden, heeft geresulteerd in een complexe situatie van grondwatersystemen. Een situatie van infiltratie in relatief hoger gelegen polders en kwel van zoet en zout water in lager gelegen droogmakerijen. De lager gelegen polders waar kwel optreedt, zorgen ervoor dat het eerder vrijwel immobiele zoute water langzaam grootschalig in beweging is gekomen. De bron van dit zoute water is het zeewater dat vooral in de periode voor veengroei, dus in de periode tussen 7.500 en 3.500 geleden, was geïnfiltrerd. Het zoute water komt in deze droogmakerijen van grotere diepte en treft men aan in oude polders zoals de Schermer, Beemster, Haarlemmermeer en Mijdrecht maar ook Flevoland en Wieringermeerpolder.

2. Oorzaak en gevolg toename van verzilting

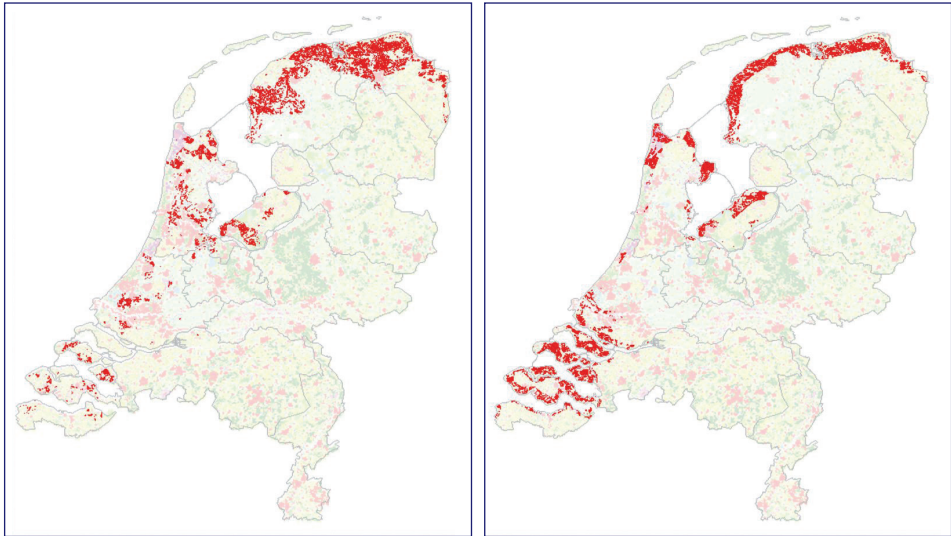
De verwachting is dat de verzilting in de nabije toekomst zal toenemen. In zijn algemeenheid is de verwachting dat een toename optreedt daar waar ook nu al sprake is van verhoogde chloridegehalten in het grondwater. De oorzaak van een toename ligt in menselijk ingrijpen in het watersysteem sinds de middeleeuwen en die nog niet zijn uitgewerkt en de gevolgen van verwachte klimaatverandering.

Menselijk ingrijpen: Droogmakerijen en inpolderingen

Van oorsprong was het zoute grondwater vrijwel immobiel vanwege het ontbreken van topografische gradiënten. Onder de invloed van droogmakerijen en inpolderingen is het langzaam grootschalig in beweging gekomen. Hoewel dit proces al eeuwen geleden op gang kwam is het nog lang niet uitgewerkt, het bepaalt voor een belangrijk deel het patroon en de intensiteit van de huidige verzilting en de toename ervan.

Menselijk ingrijpen: Bodemdaling

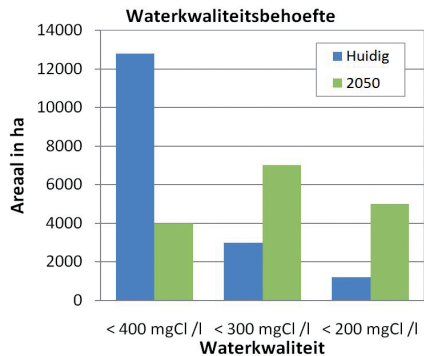
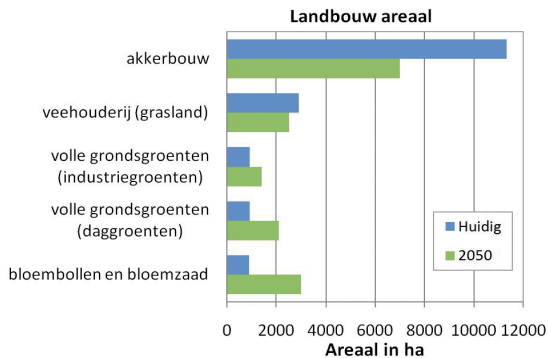
De toename van verzilting in de droogmakerijen en inpolderingen wordt versterkt door de hier optredende bodemdaling. Bodemdaling treedt op als gevolg van inklinking van klei en oxidatie van veen. Om de gewenste drooglegging te handhaven is de gangbare praktijk dat het polderpeil mee daalt. Hierdoor neemt de hoeveelheid (brakke) kwel toe en daarmee ook de zoutbelasting. Dit is een zich zelf versterkend proces waarbij een peilverlaging volgt op bodemdaling waardoor de bodem verder daalt. Noord-Holland heeft daarnaast te maken met een andere oorzaak van bodemdaling, namelijk de zout- en gaswinning. De bodem daalt hierdoor sneller dan door het proces van inklinking en oxidatie verklaard kan worden, en dat zorgt weer voor een versterkte toename van de verzilting.



Gebieden waar toename van verzilting is te verwachten als gevolg van bodemdaling (links) en stijging van de zeespiegel (rechts), waarbij is uitgegaan van een meestijgend peil in het IJsselmeer.

Menselijk ingrijpen: Veranderend landgebruik

De verwachting is dat er een verschuiving in landgebruik zal plaatsvinden waarbij het areaal bebouwd gebied en natuur groter zal worden ten koste van het areaal landbouwgebied. Deze wijziging heeft op zich geen of nauwelijks effect op een toe- of afname van verzilting. Wel neemt de infiltratie en doorspoeling van de bodem af. Binnen de landbouw vindt een verschuiving plaats naar kapitaal-intensieve gewassen. Deze vorm van landbouw gebruikt een groter volume water en stelt hogere eisen aan de waterkwaliteit. Dit laatste is in onze definitie een vorm van verzilting zonder dat het zoutgehalte van het oppervlaktewater toeneemt: Een kleine verhoging in de zoutconcentratie, die voorheen geen probleem vormde, kan dan opeens problematisch zijn. Veel kapitaalintensieve teelten ondervinden bijvoorbeeld beperkingen bij chloride gehalten van 200 mg Cl/l. In hoeverre een probleem zich voordoet is afhankelijk van de normering van het water (grond- dan wel oppervlaktewater) en een overschrijding van die norm.



Verwachte verschuiving van landbouw op Goeree Overflakkee (LTO-Noord).

Binnen de akkerbouw zien we een verschuiving van graan- en suikerbietenteelt naar aardappelenteelt, een toename van verse volle grondsgroenten, een snellere groei in productie voor verse daggroente, en een toename in het areaal bloembollen en bloemzaad (hoog rendement). Hierdoor neemt de vraag naar volume en hogere kwaliteit water toe.

Klimaatverandering: Zeespiegelstijging

Het effect van de zeespiegelstijging, door het KNMI geschat op zo'n 80 cm in 2100 en door de commissie Veerman tot 130 cm in 2100, zal beperkt blijven tot een smalle zone aan de kust. Doordat het zeeniveau omhoog gaat zal ook het grondwater achter de dijk omhoog komen (toenemende kwel), maar (model)berekeningen wijzen uit dat dit effect op een afstand van minder dan 7 km landinwaarts verdwenen is. Met name delen van Nederland die omringd zijn door de zee, zoals de Waddeneilanden, Friesland, Groningen en Zeeland, zullen met dit effect geconfronteerd worden. Bij een eventueel meestijgen van het peil in het IJsselmeer zullen ook de gebieden rondom het IJsselmeer dit effect ondervinden.

Klimaatverandering:

Meteorologische veranderingen, toename neerslagtekort in de zomer

Een toename van het neerslagtekort in de zomer (door minder neerslag en een grotere verdamping) leidt in polders met kwel van brak grondwater tot normoverschrijdingen van zoutconcentraties in het oppervlaktewater. Deze ontstaan doordat gedurende de zomer de oppervlakkige afstroming van zoet grondwater, afkomstig van de neerslag, afneemt en de kwel van brak grondwater bepalend wordt voor de

waterkwaliteit van het oppervlaktewater. Een toename van het neerslagtekort in de zomer leidt ook tot het dunner worden of verdwijnen van zoete neerslaglenzen op percelen, die zich bij voldoende neerslag vormen doordat zoet water drijft op zout water. Bij onvoldoende neerslag in de zomer zal zo'n lens mogelijk in zijn geheel verdwijnen, waardoor het zoute water de wortelzone kan bereiken. Vervolgens neemt de zoutconcentratie in de wortelzone toe door toenemend verdampingoverschot.

Twee typen toename van verzilting

Het menselijk ingrijpen in het watersysteem en de gevolgen van de verwachte klimaatverandering leiden tot een toename van twee typen verzilting. Het eerste type betreft een structurele toename van de kweldruk op regionale schaal hetgeen een grotere zoutbelasting tot gevolg heeft. De oorzaak van dit type verzilting zijn de ontwatering, bodemdaling en zeespiegelstijging. Het tweede type betreft een periodieke toename in de vorm van normoverschrijdingen in het oppervlaktewater maar ook het tijdelijk kleiner worden of verdwijnen van neerslaglenzen. De oorzaak van dit typeverzilting is de combinatie van de eerder genoemde structurele toename van kwel met een toenemend neerslagtekort in de zomer.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op:

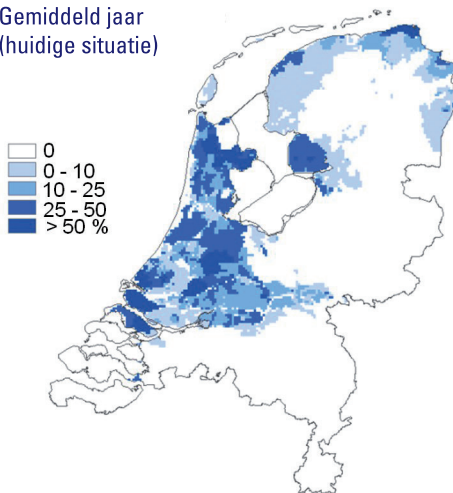
Deelrapport: Hydrologische beschrijving verzilting Laag Nederland, Velstra en Hoogmoed, 2009.
Wat is het probleem? Verzilting en de watervoorziening.

3. Wat is het probleem? Verzilting en de watervoorziening

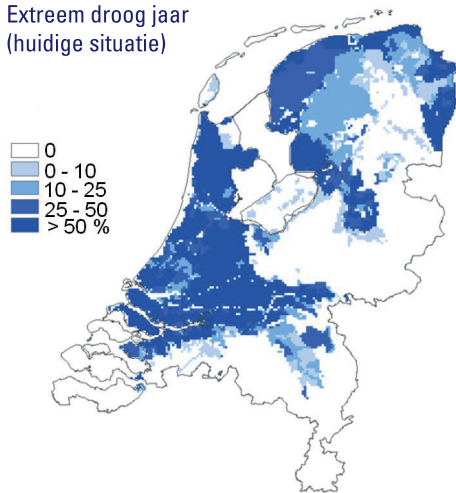
Sinds de aanleg van de Afsluitdijk heeft Nederland vrijwel altijd de beschikking gehad over een grote buffer van zoet water middels het IJsselmeer. De meest gebruikte methode om verzilting tegen te gaan bestaat tot op heden dan ook simpelweg uit het doorspoelen van het watersysteem met zoet water dat van buiten wordt aangevoerd. Dit wordt geïllustreerd in onderstaande figuur, die de verspreiding van dit zogenaamde 'gebiedsvreemd water' in Nederland laat zien.

Grote gebieden in noord en west Nederland zijn in de zomerperiode dus in meer of mindere mate afhankelijk van gebiedsvreemd water. Dit water wordt overigens niet alleen ingelaten ten behoeve van doorspoeling maar ook voor peilhandhaving en beregening. Het gebiedsvreemd water is in de zomerperiode doorgaans water uit de grote rivieren, al dan niet indirect via het IJsselmeer.

Gemiddeld jaar
(huidige situatie)



Extreem droog jaar
(huidige situatie)



Fractie gebiedsvreemd water in een gemiddeld (links) en een extreem droog jaar (rechts).

In principe is doorspoelen een goede maatregel om de norm (in principe MTR waarde van 200 mg Cl/l) van het oppervlaktewater te waarborgen. De beschikbaarheid van zoet water van goede kwaliteit staat echter onder druk, ten gevolge van autonome ontwikkelingen zoals:

- de toename van de zoutconcentratie door zoute kwel, waardoor meer doorspoelen noodzakelijk wordt,
- de afname van beschikbaar water van goede kwaliteit, door vermindering van rivierafvoer en daardoor ook minder beschikbaar water in het IJsselmeer, en door de indringing van zeewater in rivieren.
En een toename van de vraag naar water van goede kwaliteit door:
- de hogere eisen van gebruikers, vanwege hoogwaardige kapitaalintensieve teelten (waardoor meer water van hogere kwaliteit vereist is).

Als het aanbod uit de rivieren of de watervoorraad in de meren te laag wordt, kan in de gebieden die afhankelijk zijn van wateraanvoer een kwalitatief en kwantitatief oppervlaktewatertekort optreden. Gevreesd wordt voor het vaker voorkomen van situaties zoals die in de zomer van 2003, toen het IJsselmeer zijn minimum peil bereikt had en de levering van inlaatwater voor Noord-Nederland problematisch dreigde te worden. Hetzelfde geldt voor de inlaat van Rijnwater in Zuidwest Nederland als gevolg van lage rivierafvoer en indringing van zeewater, zoals bijvoorbeeld bij inlaatpunt Gouda.

4. Wat is het probleem? Percepties

Verzilting is een toename in het zoutgehalte, van – in dit geval – water. De term verzilting is toepasbaar voor zowel grondwater als oppervlaktewater, en kan zowel een lokaal als een regionaal of zelfs landelijk proces aanduiden. De in dit onderzoek gehanteerde definitie van verzilting kan echter op veel manieren geïnterpreteerd worden. “Er is sprake van verzilting als het water te zout/chloriderijk is voor optimaal gebruik.” Maar wat is optimaal? Wie mag het zeggen? De natuurbeheerder die de soortenrijkdom in Nederland graag ziet toenemen? Of de boer die de maximaal haalbare oogst wil binnenhalen? Gebruikers van het water, zoals agrariërs en drinkwaterbedrijven, ervaren verzilting als een probleem als het water niet meer voldoet aan de eisen die het gebruik er nu eenmaal aan stelt. Als de gewassen op het land achteruit gaan, bijvoorbeeld, of het water niet meer drinkbaar is. Waterbeheerders zoals waterschappen en provincies daarentegen werken met normen, afspraken die historisch gegroeid zijn en waarvan de herkomst en achterliggende motivering vaak niet meer bekend is, maar die wel als ijzeren wetten gehanteerd worden. En waar de boer het water liever niet brak ziet worden, vindt de natuurbeheerder verzilting in sommige gevallen zelfs een gunstige ontwikkeling.

De termen zoet, zout en brak zijn niet eenduidig. Zo is water dat 400 mg chloride per liter bevat zoet volgens het Venice systeem voor kustwaterclassificatie, zoet-brak volgens de ecologische landwaterclassificatie van Wamelink en Runhaar (2000), en brak volgens de drinkwaterclassificatie van Stuijtzand (1993).

Om zicht te krijgen op het maatschappelijke krachtenveld waarbinnen verzilting in Nederland een rol speelt, is een “focusgroepenanalyse” gedaan samen met het IVM (Instituut voor Milieuvraagstukken) van de Vrije Universiteit Amsterdam. Doel was te achterhalen in welke mate verschillende betrokken partijen verzilting als een probleem ervaren, en welke oplossingen ze voorstaan. Hiertoe werden vijf focusgroepen georganiseerd die de volgende categorieën vertegenwoordigden: (1) wetenschappers en deskundigen, (2) landelijke beleidsmakers, (3) regionale beleidsmakers, (4) agrariërs, en (5) belangengroepen, zoals drinkwaterbedrijven, toerisme en milieu- en natuurorganisaties.

Het leverde de volgende inzichten op: Door de industrie, de drinkwaterwinning en de landbouw wordt verzilting op diverse plaatsen in Nederland als een reëel probleem gezien. Met name agrariërs beschouwen dit probleem vooral als een *verdelingsvraagstuk*. Via de rivieren stroomt immers een enorme hoeveelheid zoet water dagelijks ons land binnen. Een hoog technologisch ontwikkeld land als Nederland moet dat toch vast kunnen houden? De agrarische sector zoekt de oplossingen dan ook in technische maatregelen om de verzilting blijvend te beheersen, en kijkt hiervoor (evenals de toeristische sector) naar de rijksoverheid. Waterbekkens als zoetwaterreservoir, is een van de geopperde mogelijkheden. Veel kritiek is er op maatregelen die externe verzilting juist in de hand werken, zoals het kierbesluit bij het Haringvliet: Hierdoor verschuift de zoet-zout overgang en moet een innamepunt voor zoet water naar binnen verplaatst worden.

Anderzijds, stellen vooral de niet-agrarische focusgroepen, kan het verziltingsprobleem ook als een *kwestie van ruimtelijke ordening* gezien worden. Aangezien niet alleen verwacht wordt dat de verzilting toeneemt, maar ook dat er steeds vaker sprake van watertekorten zal zijn, staat de huidige methode om verzilting tegen te gaan (doorspoelen met zoet water) onder druk. Een alternatief is dan het landschap anders in te richten, rekening houdend met de regionale verschillen in zoutgehalte.

Voor de agrarische sector wordt hierbij een complicerende factor gevormd door de voortdurende toename van internationale concurrentie en stijging van kwaliteitseisen, waardoor het aanpassen aan de verzilting – door andere gewassen te gaan telen of mindere oogsten voor lief te nemen- of niet zonder meer een optie is. Heel Nederland aan de lamsoor? De boeren zien het nog niet voor zich. Hun gewassen zijn in de afgelopen jaren juist steeds hoogwaardiger en daarmee minder zouttolerant geworden. Maar hoe goed kunnen gewassen eigenlijk tegen zout? Bij de wetenschappers bestaat de indruk dat de zouttolerantie momenteel vaak wat te laag wordt ingeschat.

Natuurorganisaties kijken op hun beurt weer heel anders tegen verzilting aan. Voor natuurontwikkeling kan verzilting als kans worden gezien, en de verzoeting die op sommige andere plaatsen in het land optreedt juist als bedreiging. In brak oppervlaktewater kan immers interessante natuur ontstaan, mits het zoutgehalte relatief constant blijft. Agrariërs zouden betrokken kunnen worden bij de 'productie' van dergelijke natuur en er zo van mee kunnen profiteren.

Tenslotte blijken de regels die van toepassing zijn op verziltingskwesties door alle focusgroepen als 'nogal onduidelijk' te worden ervaren. Waar kunnen de normen vastgelegd worden? Hoe kan een verandering in het grondgebruik worden aangestuurd? Bestaat er een recht op een bepaalde waterkwaliteit? De deelnemers aan de focusgroepen weten het niet. En welk effect hebben genomen maatregelen? Voorgesteld wordt dat het tegengaan van verzilting of herverdeling van zoet en zout water als concrete doelstelling in beleid meegenomen zou moeten worden. Het beginsel van "cost recovery", waardoor de kosten voor het tegengaan van verzilting meer bij de belanghebbenden komen te liggen dan nu, wordt wel sterk gewaardeerd. Hetgeen inmiddels realiteit is geworden in het ontwerp Nationaal Waterplan.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op:

Deelrapport: We kunnen niet allemaal lamsoor eten, de uitkomsten van vijf focusgroepdiscussies over Leven met Zout Water, Brouwer en Huitema, 2007.

5. Zouttolerantie van de natuur

Verzilting komt dus voor – maar vormt het een probleem voor de natuur? Hoeveel zout kan de natuur in laag-Nederland eigenlijk verdragen? Gegevens over zouttolerantie van levensgemeenschappen zijn schaars. Aannamen over de gevolgen van verzilting voor natuur in Nederland zijn daarom momenteel grotendeels gebaseerd op individuele deskundigenoordelen. In samenwerking met Alterra is een deelstudie uitgevoerd, die de opmaat vormt tot een toetsbare, consistente en kwantitatieve benadering. Doel was het vaststellen van normen per “natuurdoeltype” (een in het natuurbeleid nagestreefd type ecosysteem).

Als basis voor het bepalen van een stelsel van chloridenormen werd gebruik gemaakt van eerder gepubliceerde chloride-bandbreedtes waarbinnen verschillende soorten voorkomen (de zogeheten Ellenberg zoutgetallen), en van gegevens over het voorkomen van de verschillende soorten binnen de natuurdoeltypen. Hiermee werden, per natuurdoeltype, de gemiddelde chlorideconcentratie en een voorlopige norm berekend. Zeven natuurdoeltypen komen voornamelijk voor in brakke milieus, voor de overigen valt de gemiddeldechlorideconcentratie in het zeer zoete bereik (<150 mg/l). Naarmate het natuurdoeltype natter wordt blijken meer zoutindicerende plantensoorten voor te komen.

Belangrijker nog dan de huidige concrete chlorideconcentraties is de gevoeligheid voor verzilting. Ook deze is bepaald per natuurdoeltype, rekening houdend met interne factoren (aquatische vs. terrestrische milieus, calcium/ijzergehalte), externe factoren (seizoensinvloeden), en biotische kenmerken (chloridegehalte van het milieu, hersteltijd na zoutschade).

De resultaten tonen aan dat verzilting zowel mogelijkheden kan bieden als een bedreiging kan vormen voor natuurwaarden. De chloridenorm ligt voor 37 van de 53 geanalyseerde natuurdoeltypen in het zoete bereik. Binnen deze groep lijken bijvoorbeeld ‘hoogveenbos’, ‘geïsoleerde meander en petgat’ en ‘natte heide’ gevoelig voor verzilting, en ‘natte strooiselruigte’ en ‘bloemrijk grasland van zand en veen’ juist minder gevoelig. Verzilting biedt kansen aan natuurdoeltypen als ‘binnendijks zilt grasland’ en ‘brak getijdenwater’. Aquatische natuurdoeltypen komen veel voor bij relatief hoge chlorideconcentraties, maar lijken toch erg gevoelig voor veranderingen in zoutconcentraties. Bosdoeltypen blijken sterk te verschillen in gevoeligheid voor verzilting, vanwege de grote verschillen in

zouttolerantie tussen boomsoorten. Desondanks zijn huidige chloridegemiddelden en normen voor alle bosdoeltypen laag. Overigens betekent een lage geschatte gevoeligheid voor verzilting niet automatisch dat de hersteltijd na het optreden van zoutschade door extreme piekbelasting kort is. Ook voor weinig gevoelige natuurdoeltypen zoals 'binnendijks zilt grasland' en 'akker van basenrijke gronden' zijn soms lange hersteltijden gevonden.

De voorlopige normering die in deze studie is vastgesteld, is zoals gezegd geëxtrapoleerd uit gegevens over *soorten*. Kennis over de gevoeligheid van *levensgemeenschappen* voor verzilting ontbreekt nog grotendeels. Dit kan worden onderzocht door experimenteel onderzoek, waarbij ernaar gestreefd moet worden de normering op termijn rechtstreeks te kunnen baseren op meetgegevens. Bovendien is extra informatie nodig: Over de uitspoeltijd van zout, omdat dit een belangrijke component vormt van de hersteltijd, over ecohydrologische verschillen tussen de gebieden, en over het verschil in effect van sulfaat (hetgeen ook veel voorkomt in zout en brak water) en chloride. Uiteindelijk zouden met zo'n experimenteel bepaald normeringssysteem kaarten geproduceerd kunnen worden, waarin de variaties in chloridetolerantie van de natuur worden weergegeven, en zouden de verkregen resultaten via ruimtelijke (model)studies ingezet kunnen worden om voor specifieke gebieden bedreigingen weg te nemen en kansen te creëren.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op:

Deelrapport: Zouttolerantie van zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen; verkenning en kennislacunes. Paulissen en Schouwenberg, Alterra Wageningen, 2007.

Natuurdoeltype Code Naam	Hersteltijd (jaren)
3,63 Hoogveenbos	> 25
3,17 Geïsoleerde meander en petgat	0 - 50
3,42 Natte heide (moerasheide)	0 - 50
3,34 Droog kalkarm duingrasland	10 - 25
3,28 Veenmosrietland	3 - 25
3,15 Gebufferde sloot	3 - 10
3,21 Zwakgebufferde sloot	3 - 10
3,6 Langzaam stromende bovenloop	0 - 10
3,8 Langzaam stromend riviertje	0 - 10
3,10 Langzaam stromende rivier en nevengeul	0 - 10
3,14 Gebufferde poel en wiel	0 - 10
3,16 Dynamisch rivierbegeleidend water	0 - 10
3,18 Gebufferd meer	0 - 10
3,43 Natte duinheide	0 - 10
3,46 Droge duinheide	0 - 10
3,1 Droogvallende bron en beek	onbekend
3,62 Laagveenbos	> 25
3,27 Trilveen	> 10
3,29 Nat schraalgrasland	10 - 50
3,57 Elzen - essenhakhout en - middenbos	> 50
3,65 Eiken - en beukenbos van lemige zandgronden	> 25
3,66 Bos van voedselrijke, vochtige gronden	> 25
3,31 Dotterbloemgrasland van veen en klei	10 - 50
3,32 Nat, matig voedselrijk grasland	3 - 50
3,39 Bloemrijk grasland van het rivier - en zeeleigebied	3 - 50
3,24 Moeras	0 - 50
3,55 Wilgenstruweel	0 - 50
3,35 Droog kalkrijk duingrasland	10 - 25
3,51 Akker van basenarme gronden	3 - 10
3,26 Natte duinvallei	0 - 10
3,49 Rivierduin en -strand	0 - 10
3,22 Zwakgebufferd ven (duinplas)	0 - 10

Natuurdoeltype Code Naam	Hersteltijd (jaren)
3,59 Eiken - haagbeukenhakhout en - middenbos van zandgronden	> 50
3,60 Park - stinzenbos	> 50
3,64 Bos van arme zandgronden	> 25
3,67 Bos van bron en beek	> 25
3,69 Eiken - haagbeukenbos van zandgronden	> 25
3,61 Ooibos	10 - 25
3,54 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0 - 10
3,56 Eikenhakhout en - middenbos	> 50
3,38 Bloemrijk grasland van het zand - en veengebied	10 - 50
3,41 Binnendijks zilt grasland	10 - 50
3,52 Zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden	0 - 50
3,53 Zoom, mantel en droog struweel van het rivieren - en zeeleigebied	0 - 50
3,13 Brak stilstaand water	3 - 10
3,20 Duinplas	0 - 10
3,25 Natte strooiselruigte	0 - 10
3,48 Strand en stuivend duin	0 - 10
3,11 Zoet getijdenwater	onbekend
3,12 Brak getijdenwater	onbekend
3,19 Kanaal en vaart	onbekend
3,50 Akker van basenrijke gronden	3 - 10
3,40 Kwelder, slufter en groen strand	0 - 10



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

6. Zouttolerantie in land- en tuinbouw

In de landbouw liggen de zaken nog iets gecompliceerder. De verwachting is niet alleen dat in laag Nederland het water brakker wordt, maar tevens dat er een verschuiving in landgebruik op gaat treden. Wegens het teruglopen van het economisch belang zal het areaal aan grootschalige akker- en weidebouw afnemen, terwijl een uitbreiding wordt verwacht van specialistische teelten in de tuinbouw. Deze zijn in het algemeen van zoet beregeningswater afhankelijk. Om goed te kunnen inspelen op verzilting van land- en tuinbouwgebieden, is het van groot belang te weten wanneer schade te verwachten is bij verschillende gewassen, en hoe deze beperkt of voorkomen kan worden. De hierover beschikbare informatie werd geïnventariseerd in samenwerking met Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (WUR).

Als maat voor het zoutgehalte dat schadelijk zou kunnen zijn is de 'schadedrempel' gedefinieerd: het chloridegehalte (of de elektrische conductiviteit, die afhankelijk is van de concentratie van chloride en andere ionen) waaronder geen schade aan het gewas optreedt. Van de meeste gewassen uit de landbouwteelt bleken wel enige gegevens voorhanden over schade bij continue blootstelling aan zout bodemvocht of gietwater. Deze gegevens bleken echter niet altijd eenduidig en de nauwkeurigheid was beperkt. Over schade bij fluctuerende zoutgehalten werden helemaal geen gegevens gevonden.

De resultaten staan in gedetailleerde tabellen in het deelrapport. De schadedrempel varieert van 100 mg Cl/l voor aardbeien tot meer dan 2000 mg/l voor koolzaad. Voor de meeste groenten die in open grond verbouwd worden ligt de schadedrempel onder de 500 mg/l, voor de meeste fruitsoorten ligt deze rond de 250 mg Cl/l. De drempels voor tarwe, gerst en suikerbieten variëren tussen de 1000 en 1500 mg Cl/l. Het gevoeligst lijken snijbloemen te zijn, waarvan de schadedrempels onder de 100 mg/l duiken (tot slechts 16 mg Cl/l, voor orchideeën).

De schadedrempel is echter een zeer grof meetinstrument, waarbij vele factoren buiten beschouwing zijn gelaten:

- De zouttolerantie van gewassen is lager naarmate de transpiratie, bepaald door temperatuur, straling en luchtvochtigheid, hoger is. Een hoge transpiratie resulteert in meer wateropname door het gewas, waardoor het moeilijker wordt om Na- en Cl-ionen buiten te sluiten.

- Ook is de beluchting van de bodem van belang. Het actief buitensluiten van zout door de wortels kost energie, die verkregen wordt door ademhaling. Hiervoor moet dan wel voldoende zuurstof aanwezig zijn.
- Bij de wortels concurreren Na-ionen met andere kationen. Een gewas kan na makkelijker buitensluiten als de concentraties aan andere ionen, bij voorbeeld Ca en K, hoger zijn.
- Tenslotte kunnen gewassen niet alleen via de wortels, maar ook via het blad zout opnemen. Daarom kan ook aan het blad schade ontstaan wanneer er met zout water beregend wordt. De gevoeligheid hiervoor wordt bepaald door bladeigenschappen (oppervlak, ouderdom, vorm, positie aan de plant), en is daardoor niet sterk gerelateerd aan de zoutgevoeligheid van de wortels, waar de schadedrempel een maat voor is.

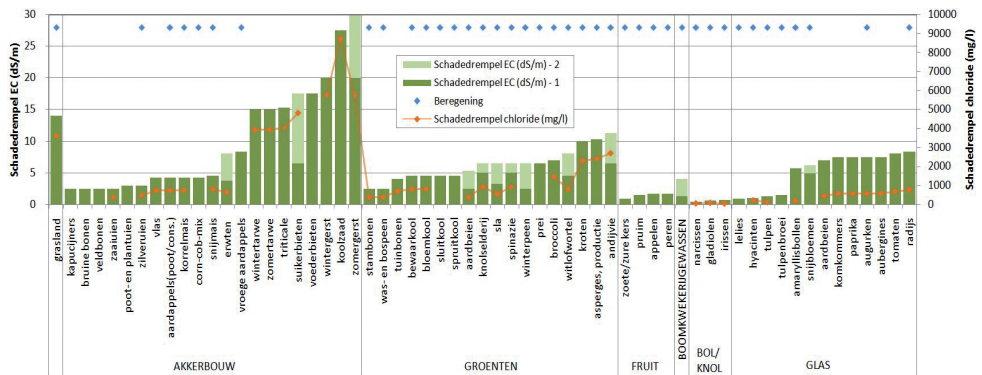
Schade bij fluctuaties in het zoutgehalte

Het probleem dat zout water bij plantenwortels veroorzaakt is tweeledig. Ten eerste verhoogt het zoute water de osmotische potentiaal van het bodemvocht, waardoor het water minder makkelijk door de wortels kan worden opgenomen. Ten tweede bevat het zoute water potentieel giftige (toxische) ionen. Wanneer het gewas het zout buitensluit verkleint het daarmee de toxiciteit, maar belemmert tevens de opname van water. Dit leidt dus tot een groter watergebrek. Het wél opnemen van zout vergemakkelijkt de aanpassing van de osmotische potentiaal van de plant aan die van de omgeving, maar leidt weer tot toxiciteit en ionen-onbalans.

Als planten gedurende een *korte periode* worden bloot gesteld aan een hoge zoutconcentratie, is watergebrek de belangrijkste beperking. Naar verwachting is dit effect gelijk voor zouttolerante en zoutgevoelige gewassen. De plant moet zich aanpassen aan de nieuwe omstandigheden, door zijn eigen osmotische potentiaal te verhogen. Tot dit gelukt is kan het gewas nauwelijks water opnemen en wordt de groei sterk vertraagd. Een korte blootstelling aan zout water kan hierdoor een even sterk of zelfs sterker effect hebben op de groei dan continue blootstelling. Als planten gedurende *langere tijd* aan zout worden blootgesteld, wat meestal het geval is, hopen ionen op, en is de toxiciteit het voornaamste probleem. In deze situatie komen de verschillen in zouttolerantie naar voren: Gevoelige planten hopen sneller ionen op dan tolerante planten.

Daarnaast verandert de tolerantie tijdens de ontwikkeling van de plant. Suikerbieten zijn bijvoorbeeld tijdens het grootste deel van de levenscyclus zouttolerant, maar erg gevoelig tijdens de kieming. Bij tomaat, tarwe en gerst neemt de zouttolerantie juist af na de kieming. Dat maakt het lastig om schaderelaties die vastgesteld zijn bij constante blootstelling aan zout te vertalen naar schaderelaties bij fluctuatie van het zoutgehalte in bodemvocht.

Al met al is de zouttolerantie van planten complexe materie, en een effect lastig voorspelbaar. Daarom wordt uiteindelijk als meest werkbare optie gesuggereerd een grove indeling in zouttolerantieclassen aan te houden bij modelstudies, in plaats van met specifieke schadedrempels te werken.



Zouttolerantie van gewassen in Nederland. Er treedt schade op wanneer het zoutgehalte boven de schadedrempel (uitgedrukt in EC of chloride) komt. Ook is per gewas aangegeven of berekening wordt toegepast.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op:

Deelrapport: Zouttolerantie van landbouwgewassen, Van Dam, Clevering, Voogt, Aendeker en van der Maas, PPO, 2007.

7. Zouttolerantie van vee

De grondgebonden tak van de veehouderij in kustgebieden zal in toenemende mate te maken krijgen met verzilting: 1) zilt water uit waterbronnen, en 2) een verzilte bodem met als gevolg verzilting en een andere opbrengst aan geteelde gewassen (ruwvoerders als gras en snijmaïs, en eventueel gerst). Verzilting zal dus als direct gevolg hebben dat de dieren brak drinkwater opnemen en relatief veel zout opnemen met de geteelde ruwvoerders. De beschikbare kennis en kennisvragen ten aanzien van de toleranties van vee voor verzilting zijn door ASG (Animal Science Group) geïnventariseerd.

In principe zijn herkauwers goed in staat om zich aan te passen aan een langdurig hogere opname van zout. Uit enquêtes uitgevoerd in de jaren '50 bleek dat in de Westelijke en Noordelijke provincies bijna 122.000 stuks vee brak slootwater te drinken kreeg. De categorie dat het hoogste zoutgehalte te drinken kreeg bestond vooral uit schapen op Texel waarvoor wordt aangenomen dat deze zeer zouttolerant zijn. Het lijkt aannemelijk dat naarmate de diercategorie gevoeliger is voor verstoringen van de vochthuishouding, de zouttolerantie afneemt. Aangenomen wordt dat melkvee de laagste zouttolerantie heeft van alle categorieën herkauwers vanwege de hoge vochtbehoefte in verband met uitscheiding van grote hoeveelheden water met urine, feces en melk. Om die reden richten we ons hier verder op lacterend melkvee.

NaCl (%)	Chloride (mg/l)	Natrium (mg/l)	
0,2	1213	787	
0,3	1820	1180	drempelwaarde
0,4	2427	1573	
0,5	3034	1966	
0,8	4854	3146	problematisch
0,9	5460	3540	

Conversietabel van zoutgehalte in percentages naar gehalten in mg/l. Een zoutgehalte van 0,3% wordt aangeraden als maximum voor lacterend melkvee. Een zoutgehalte van 0,8% lijkt als maximum te gelden waarboven het voor het melkvee problematisch begint te worden.

Brak drinkwater

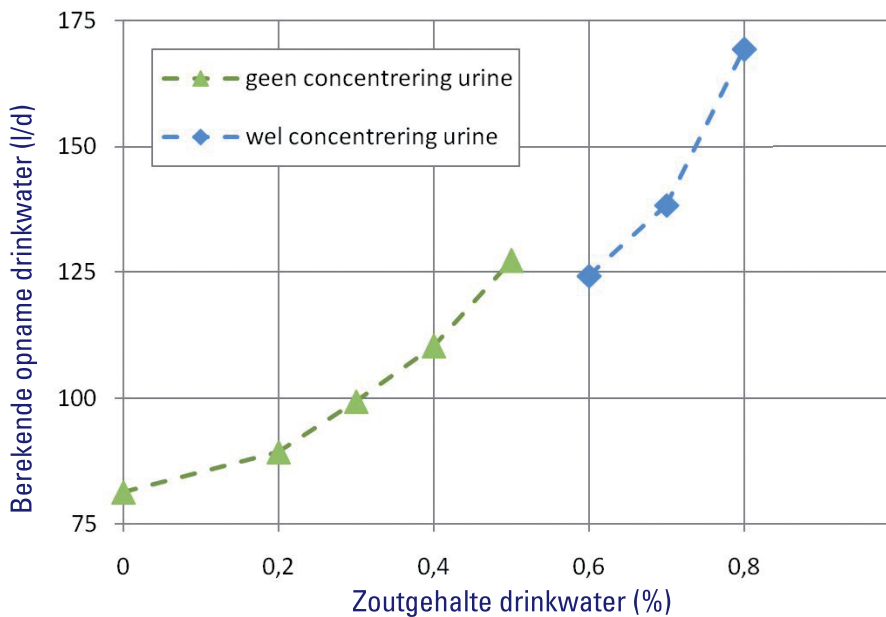
Bij opname van brak drinkwater is er sprake van een extra opname van onder andere Na (natrium) en Cl (chloride). Uitgaande van een melkkoe die 20 liter melk/dag produceert, leidt een toename van het zoutgehalte in brak drinkwater van 0.2% tot 0.8% NaCl tot meer dan 100% toename in de Na-opname. Uitscheiding van deze hoeveelheid zout (zonder concentreren van de urine door de nieren) zou volgens bovenstaande vergelijking voor het urinevolume betekenen, dat de brakwater-opname de toename in zoutopname niet meer kan compenseren bij een zoutgehalte hoger dan 0.5%. Bij 0.5% zou de opname van brak drinkwater met ongeveer 50% hoger moeten uitvallen dan van zoet water (zie grafiek op volgende pagina, open symbolen).

Berekeningen geven aan dat in dit geval pas een zoutgehalte van 0.8% problematisch begint te worden omdat dit gepaard zou gaan met ongeveer 90% toename van de wateropname die nog maar net de uitscheiding van de extra Na-opname met dit water kan compenseren (zie grafiek, gesloten symbolen). De berekeningen geven dus aan dat bij dit zoutgehalte de capaciteit van de nieren sterk wordt aangesproken.

De NRC ("National Research Council") adviseert om het hedendaagse melkvee geen drinkwater te geven dat meer dan 0.3% zout bevat. Dit is een veel lagere waarde dan de hierboven genoemde 0.5% en 0.8%. Dit heeft vermoedelijk te maken met de stijging van de melkproductie door melkvee in de laatste decennia, en met het feit dat in de vroege lactatie met de hoogste melkproductie het melkvee waarschijnlijk veel gevoeliger is dan bij lagere melkproductieniveaus tijdens de late lactatie.

Graskwaliteit

Gras is in principe goed bestand tegen verzilting. Het natriumgehalte van gras zal toenemen onder verzilte omstandigheden. Het is niet helemaal duidelijk in hoeverre deze toename gecompenseerd wordt door een afname van het kaliumgehalte onder deze omstandigheden. Een ander effect van een hoger zoutgehalte in gras door verzilting is de mogelijk lagere opbrengst van grasland. Het is aannemelijk dat dan ook de voederwaarde zal afnemen, met als mogelijk gevolg een lagere voeropname en melkproductie. Dit betekent dat de invloed op melkproductie zeker niet alleen en direct aan een hoger zoutgehalte toegeschreven moet worden, maar misschien wel veel eerder veroorzaakt wordt door een andere voeropname en/of voederwaarde.



Berekende opname van zoet water (zoutgehalte 0.0%), en van brak water (zoutgehalte van 0.2% tot 0.8%) op basis van Bannink et al. (1999) bij niet concentreren van het zoutgehalte van urine (Δ) en bij 5% concentreren per 0.05% () voor een melkkoe met een melkproductie van 20 kg/dag. Drinkwateropname werd berekend als de waterbehoefte voor melk, feces en urine, minus de wateropname met voer (geen rekening gehouden met waterverlies bij respiratie).

Betekenis voor bedrijven

Een zoutgehalte van 0.3% (overeenkomend met ca. 1800 mg/l chloride) lijkt onder alle omstandigheden acceptabel om de productiviteit van melkvee te garanderen en geen risico te lopen. De lokale omstandigheden bepalen in welke mate het melkvee wel of niet gevoelig zal zijn voor dergelijk hoge zoutgehaltes. Oude bevindingen zijn gebaseerd op melkvee met een veel lagere productiviteit en mogen niet als maatgevend worden verondersteld voor ons hedendaagse melkvee. Om risico's te vermijden tijdens perioden met een hogere belasting van de waterhuishouding van melkkoeien (bijv. hittestress) moeten lagere waarden als grenswaarde worden aangehouden. Dan geldt eerder een maximale waarde van 0.5% of zelfs een waarde van slechts 0.3% voor de hoge productiegroep in de melkveestapel op een bedrijf. Bij vleesvee en schapen (en mogelijk ook jongvee) lijken hogere waarden dan 0.3% toelaatbaar.

De hier gepresenteerde berekeningsresultaten moeten worden gezien als een eerste verkenning van het probleem van verzilting in de rundveehouderij. Er is dringend behoefte aan onderbouwing van de zouttolerantie van rundvee. Bij voorkeur gaat hierbij de aandacht naar melkvee als meest gevoelige categorie rundvee. Ook is het nodig om instrumenten te ontwikkelen waarmee de zoutbelasting inzichtelijk gemaakt kan worden en waarmee voorkomen kan worden dat zoutbelasting de prestaties en gezondheid van het rundvee negatief beïnvloedt.

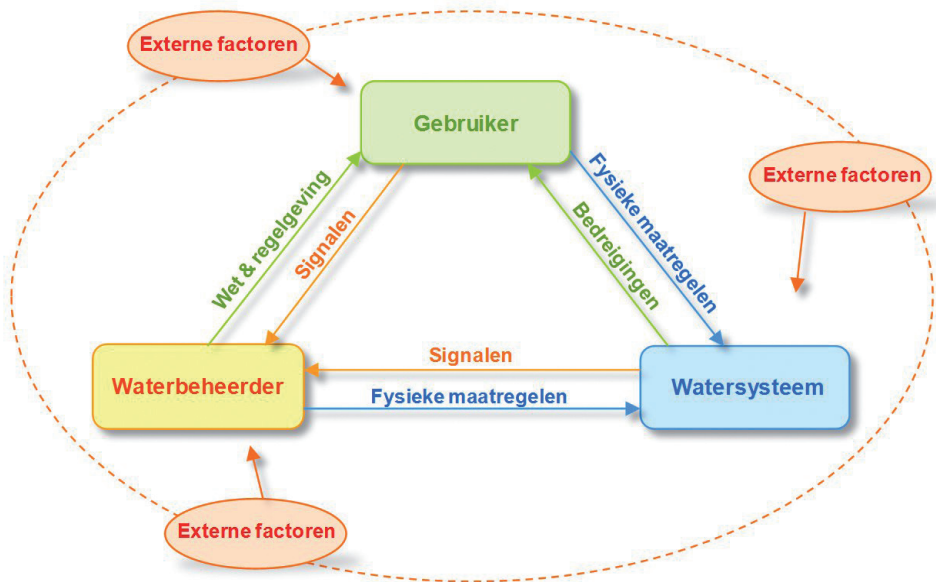
8. Watermanagementsysteem en verzilting

Het watermanagementsysteem is het spanningsveld waarbinnen de balans gevonden moet worden tussen het handhaven van een robuust en duurzaam watersysteem en de wensen van de landgebruikers en de maatschappij in het algemeen.

Het watermanagementsysteem bestaat uit drie componenten:

- (1) de gebruiker (landbouw, natuur, drinkwatervoorziening, woonomgeving),
- (2) de waterbeheerder (rijk, provincie, waterschap, gemeente) en
- (3) het watersysteem.

Er is in het watersysteem sprake van verzilting wanneer er een toename van het zoutgehalte in het water optreedt. Het ervaren van verzilting als probleem is voor gebruikers en beheerders afhankelijk van de perceptie die voor beide verschillend kan zijn.



Schematische weergave van het watermanagementsysteem.

Verschuivingen in dit spanningsveld kunnen voortkomen uit *externe factoren*.

Vanuit de waterbeheer en gebruiker beschouwd zijn dit bijvoorbeeld de Kaderrichtlijn water, Natura 2000 en beleid voortkomend uit het Nationaal Waterplan. Vanuit het watersysteem beschouwd is de verwachting dat de verzilting in de deze eeuw zal toenemen als gevolg van de zeespiegelstijging, bodemdaling en klimaatverandering.

Door veel gebruikers wordt dit als een *bedreiging* gezien – in het geval van een agrariër bijvoorbeeld voor zijn oogst. Het kan ook zijn dat de agrariër is overgestapt op kapitaalintensieve teelt en de kwaliteitseis voor deze teelt hoger is dan wat voorheen werd verbouwd (relatieve toename van verzilting). De gebruiker heeft dan twee mogelijkheden om te reageren: door het nemen van *fysieke maatregelen* die vallen binnen zijn bevoegdheden (zoute kwel afvangen, water zuiveren), of door het afgeven van een *signaal* bij de waterbeheerder.

De waterbeheerder kan tevens signalen ontvangen vanuit het watersysteem zelf, bijvoorbeeld bij een overschrijding van de gestelde chloridenorm. Afhankelijk van het type waterbeheerder en het afwegingskader beschikt deze vervolgens over bevoegdheden om actie te ondernemen in de vorm van *fysieke maatregelen* ten aanzien van het watersysteem (denk aan verhogen van het inlaatdebiet ten behoeve van doorspoelen), of middels *wet en regelgeving* (bijvoorbeeld door een vergunning te verlenen voor grondwateronttrekking ten behoeve van beregening, of door sturing te geven aan de ruimtelijke ordening en daarmee een wijziging van het landgebruik te bewerkstelligen).

9. Maatregelen tegen interne verzilting

De update in 2008 van de droogtestudie uit 2005 toont aan dat grootschalige maatregelen om watertekorten en maatregelen omtrent verzilting aan te pakken niet rendabel zijn. Consequentie is dat maatregelen zich op het niveau van regionale watersystemen en individuele polders dienen te richten. Het ontwikkelen van maatregelen op deze schaal speelt zich af binnen het spanningsveld van het eerder beschreven watermanagementsysteem. In dit hoofdstuk zijn uit de literatuur bekende maatregelen geïnventariseerd en ingedeeld in gebruikersmaatregelen, beheersmaatregelen en beleidsmaatregelen.

Voor iedere maatregel is niet alleen de methodiek vastgesteld, maar tevens de initiator (gebruiker of beheerder) , de (mee)beslissende organen, het karakter (mitigerend of adaptief) en het ontwikkelingsstadium.

Gebruikersmaatregelen

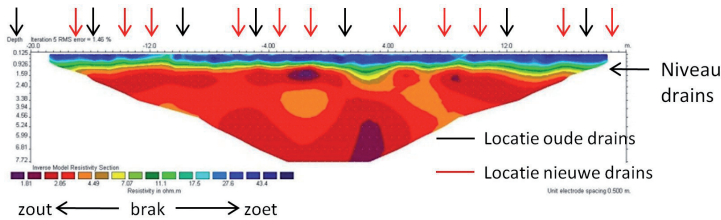
Dit zijn maatregelen die door gebruikers zelf geïnitieerd worden, of door een beheerder geïnitieerd en door de gebruiker uitgevoerd. Dit kan zijn ten behoeve van landbouw, natuur, drinkwatervoorziening of woonomgeving. Vrijwel alle maatregelen hebben betrekking op landbouw en worden van daaruit geïnitieerd en in de dagelijkse praktijk uitgevoerd op lokale schaal.

Eigen watervoorziening

Opvang en berging van regenwater wordt algemeen toegepast in de kassenteelt, vaak in combinatie met zuivering en recirculatie. Wanneer dit niet mogelijk is kan het voor kapitaalintensieve teelten ook haalbaar zijn brak grondwater op te pompen en te zuiveren via membraanfiltratie.

Conditioneren van het watersysteem op perceelsniveau

Om verzilting in de wortelzone te voorkomen zijn het vergroten van de afstand en/of de verhoging van het niveau van de drainage middelen, waardoor een dikkere neerslaglens kan ontstaan. In feite is dit ook een vorm van waterberging die veel is toegepast in de veeteelt. Een andere mogelijkheid, vooral in de akkerbouw, is juist intensief te gaan draineren om de brakke kwel af te vangen om zo een doorbraaktot de wortelzone te verhinderen; overigens met als primair doel natschade te voorkomen. Een combinatie van de twee genoemde strategieën ten behoeve van de bollenteelt bevindt zich in de pilotfase.



Intensieve drainage vangt de zout kwel af en beschermt de wortelzone voor verzilting. De pijlen geven de locaties van de drains weer (zwart zijn oude drains, rood zijn nieuwe drains).

Aanpassen agrarisch landgebruik

De meeste schade van traditionele gewassen ontstaat door beregening met (licht) brak water. Deze schade kan beperkt worden door het verbeteren van het teeltsysteem (bodemstructuur en nutriëntenvoorziening). Een andere mogelijkheid is de gewaseigenschappen te veranderen dmv veredeling of genetische modificatie. Dit blijkt echter in de praktijk een moeizaam proces. Ook de overstap op zoutminnende gewassen of aquacultuur wordt als veelbelovend beschouwd. Er zijn kleinschalige initiatieven in kuststreken van noord Nederland en Zeeland waar brak water relatief ondiep zit en/of tot in de wortelzone reikt.

Aanpassen natuurdoeltypen Natuurbeheerders kunnen hun natuurdoeltypen wijzigen van zoete naar brakke ecosystemen. In Laag Nederland is het overigens tegenwoordig vaak juist zo dat brakke natuur gewenst is en er sprake is van verzoeting of een te grote fluctuatie in zoutgehalte in de seizoenen.

Waterbeheermaatregelen

Beheermaatregelen worden door gebruikers of een beheerder geïnitieerd en door de beheerder uitgevoerd. De beheerder is gedefinieerd als degene die verantwoordelijk is voor het waterbeheer en bevoegd is tot uitvoering van maatregelen. Dit zijn het Rijk, de provincie, het waterschap of de gemeente.

Externe wateraanvoer

Doorspoelen kan geoptimaliseerd kan worden door het water gericht te sturen naar de gebruikers in de perioden waarin dit nodig is (groeiseizoen). Deze zogenaamde functiegebonden watervoorziening kan verbeterd worden door een gescheiden aan- en afvoer: Aanvoer van zoet water middels watergangen of leidingen en afvoer van brak kwelwater. De behoefte aan zoet inlaatwater is ook deels op te vangen door water dat uit een polder met een geringe zoutlast wordt gepompt te gebruiken om polders met een hogere zoutbelasting door te spoelen. In het verlengde hiervan ligt het hergebruik van effluent RWZI water waarmee enkele proeven zijn uitgevoerd.

Seizoensberging

Door het creëren of vergroten van het areaal oppervlaktewater, waarin een variabel peil kan worden gehandhaafd, kan winterneerslag worden geborgen. Dit kan in de zomer worden gebruikt voor aanvoer naar brakke delen in de polder. Op kleinere schaal is berging als grondwater mogelijk in oude strandwallen (Noord-Holland) of kreekafzettingen (o.a. Zeeland) die van nature al zoet water bevatten. Momenteel vindt in Zeeland onderzoek plaats naar de potentie voor waterberging in kreekruigen. Zoet water kan ook worden geborgen in diepe watervoerende pakketten (met brak grondwater) door het injecteren van water middels persputten. Op nog kleinere schaal kan water worden geborgen in zogenaamde zoetwaterlenzen op percelen. Door slootpeilen te verlagen wordt de brakke kwel in de sloten versterkt, maar tevens wordt de waterdruk op grotere diepte tussen de drains verlaagd. Dit leidt – hoe paradoxaal ook – tot verdikking van de zoetwaterlenzen.

Tegengaan brakke grondwaterkwel

Verhoging van de peilen in sloten en daarmee ook verhoging van de freatische grondwaterstanden leiden tot verlaging van de kwel van brak grondwater, met name in de watergangen. Reductie van de kweldruk op de percelen maakt het mogelijk een (dikker) neerslaglens te vormen. Hetzelfde kan worden bereikt door grondwater te onttrekken met putten of drains onder de Holocene deklaag. Een experimentele methode richt zich op het vergroten van de hydraulische weerstand van de deklaag door luchtinjectie in het watervoerende pakket net onder de deklaag waardoor de kwelflux afneemt. Wellen in een polder, die een zeer grote bijdrage aan de totale kwel leveren, kunnen worden gedicht door het injecteren en laten uitharden van waterglas of door biosealing (groei van bacteriën). Dit laatste is tot nu toe alleen op pilotschaal toegepast.

Sturen van brakke waterstromen in combinatie met regulering ruimtegebruik

De brakke kwel is vaak beperkt tot één of enkele gebieden in een polder. In sommige gevallen leidt de circulatie in het afwateringstelsel tot vermenging van brak en zoet water en beperkt zo het land- en watergebruik in de gehele polder. Het kan dan zinvol zijn om het afwateringstelsel te scheiden in een zoet en een zout systeem door middel van kunstwerken. Ook kan de brakke kwel in een vooraf bepaald gebied geconcentreerd worden, door het doorprikken van de deklaag, het verdiepen van sloten, het aanleggen van extra sloten langs de randen van diepe polders met brakke kwel of door afwisselende “hoge” en “lage” sloten, zodat brakke kwel zich op de laatste concentreren.

Beleidsmaatregelen

Beleidsmaatregelen liggen over het algemeen binnen het bereik van overheden als rijk en provincie in samenspraak en in uitvoering van provincie, waterschap en gemeente.

Normering en watervoorziening differentiëren naar plaats en tijd

Voor de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt door waterschappen normen gehandhaafd. Door de norm in de tijd te variëren kan een deel van deze (theoretische) verziltingsproblematiek worden weggenomen. Naast een differentiatie in tijd ligt ook een koppeling met het landgebruik voor de hand. Uit verschillende studies blijkt dat natuur, landbouwgewassen en veeteelt vaak veel toleranter zijn dan waar op basis van normeringen van waterkwaliteit naar wordt gestreefd. Gegeven deze kennis van de zouttoleranties is er de nodige rek mogelijk in de huidige normeringen.

Verzekeringen

In bepaalde gevallen is de zoutschade in de zomer niet structureel, maar doet die zich alleen in zeer droge zomers voor. Als waterbeheerder en gebruiker niet in staat zijn om daar maatregelen voor te nemen of als die niet kosteneffectief blijken te zijn, zou de gebruiker verzekeringen kunnen afsluiten.

Ruimtegebruik sturen

Door de ruimtelijke indeling van een gebied waar verzilting optreedt of in de toekomst gaat optreden af te stemmen op het watersysteem, kan gezorgd worden dat verzilting geen afbraak doet aan de functie van het gebied. Verzilting kan zelfs als toegevoegde waarde beschouwd worden in relatie tot activiteiten die in een gebied plaatsvinden.

Waterlevering

Doorspoelen van het watersysteem is een inefficiënte manier van waterlevering. Efficiëntiewaarden worden gemeld tot minder dan 5% . Overwogen kan worden of het uit het oogpunt van maatschappelijk kosten en baten niet beter is om water te doen leveren door een waterleverancier.

Waterakkoorden en waterovereenkomsten externe aanvoer

Het kan worden gesteld dat een waterakkoord een gebiedsspecifiek instrument is om de af- en aanvoer van water te regelen. De oorspronkelijke waterakkoorden richten zich vooral op de kwantiteitsaspecten van de waterverdeling. In het kader van de Europese kaderrichtlijn besteden recentere waterakkoorden ook meer aandacht aan de kwaliteitsaspecten. Naast de formeel vastgelegde waterakkoorden bestaan er ook de zogenaamde waterovereenkomsten. Dit zijn niet geformaliseerde afspraken zoals convenanten, welke vaak een bredere inhoud kennen dan de waterakkoorden. In sommige gevallen is er te weinig water om aan de afspraken zoals vastgelegd in water akkoorden en convenanten te voldoen. In dat geval worden er prioriteiten toegekend aan de hand van de zogenaamde verdringingsreeksen.

Omdat de ontwikkelingen van maatregelen met betrekking tot verzilting momenteel zeer snel gaan is het van groot belang dat er een goede kennisoverdracht plaatsvindt. Ervaringen met een bepaalde methodiek moeten beschikbaar zijn, wellicht zijn deze ook succesvol in andere gebieden. Het deelrapport 'Maatregelen inventarisatie' is daarom opgezet als een groeidocument dat periodiek geactualiseerd en aangevuld kan worden door deskundigen, om zo een actuele bron van informatie te vormen voor beleidsmakers en adviseurs.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op:

Deelrapport: Inventarisatie maatregelen omtrent interne verzilting, J. Velstra, M. Hoogmoed en J. Groen, 2009.

10. Verzilting en beleid

Bij het instellen en uitvoeren van maatregelen tegen verzilting zal rekening gehouden moeten worden met diverse wetten en regels. Maar welke? Er is in Nederland een wirwar aan wetgeving en beleid rakend aan verzilting, en er zijn vele actoren bij betrokken. Samen met IVM (Instituut voor Milieuvraagstukken) van de Vrije Universiteit is de situatie in kaart gebracht.

Een belangrijke factor in het verziltingsbeleid in Nederland is dat we een gedecentraliseerde eenheidsstaat vormen, met de daarbij behorende informele normen van consensus zoeken. Het poldermodel regeert. Veel centrale bevoegdheden worden in de praktijk nauwelijks gebruikt, al bestaan ze wel. De belangrijkste actoren zijn de verschillende overheden en de eindgebruikers:

- Het rijk, voor de strategische planvorming en toezicht op de lagere overheden,
- De provincie en gemeente, die zich naast strategische planvorming ook met uitvoeringsgerichte taken bezighouden,
- De waterschappen die vooral operationeel werkzaam zijn en verantwoordelijk zijn voor een goed waterbeheer, en
- De belanghebbenden/ gebruikers, die direct dan wel indirect in vloed (willen) uitoefenen op het beleid.

Hoewel het per regio sterk verschilt, en sommige regio's al maatregelen hebben vastgesteld en geïmplementeerd, geldt in het algemeen dat het beleid nog in de oriëntatiefase zit.

Wetgeving die direct raakt aan het verziltingsvraagstuk is natuurlijk de waterwetgeving, waarin zaken geregeld worden omtrent waterkwantiteit (bijv. droogte, peilverlagingen en –verhogingen) en waterkwaliteit (bijv. inlaat van zout water), maar ook de wetgeving op gebied van natuur en milieu. Een belangrijke afspraak op het gebied van waterbeleid is het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). Doel hiervan is om in 2015 het watersysteem in Nederland op orde te hebben en te houden, hierbij rekening houdend met veranderende omstandigheden zoals de verwachte klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling, en toename van verhard oppervlak. Het NBW richt zich hierbij vooral op de *waterkwantiteit*, terwijl de Kaderrichtlijn Water (KRW, zie hieronder) zich in de praktijk voornamelijk richt op de *kwaliteit*. Het akkoord en de richtlijn vormen samen de belangrijke pijlers onder het Nederlandse waterbeleid.

Belangrijke wetten voor het verziltingsvraagstuk uit de *waterwetgeving* zijn:

- De Europese kaderrichtlijn water (KRW) (Ministerie van Verkeer en Waterstaat), die de kwantiteit en (met name) de kwaliteit van oppervlakte-, grond- en zeewater beschermt, en dit realiseert in de vorm van stroomgebiedbeheer. De richtlijn stelt als norm dat de wateren moeten voldoen aan een 'goede ecologische toestand'
- De wet op de waterhuishouding (Ministerie van Verkeer en Waterstaat), die de verschillende overheden verplicht tot het maken van plannen inzake de aanduiding van de belangrijkste functies van de oppervlaktewateren,
- De waterschapswet (Ministerie van Verkeer en Waterstaat), die bevoegdheden (bijvoorbeeld tot het nemen van peilbesluiten en het uit schrijven van verordeningen), verantwoordelijkheden, financiën, etc. van de waterschappen vastlegt,
- De wet verontreiniging oppervlaktewateren (Ministerie van Verkeer- en Waterstaat), die bepaalt dat het verboden is zonder vergunning afvalstoffen, verontreinigende stoffen of schadelijke stoffen in te brengen in het oppervlaktewater,
- De grondwaterwet (Ministerie van Verkeer en Waterstaat en ministerie van VROM), die bepaalt dat een vergunning nodig is om grondwater te onttrekken.
- De wet op de waterkering (Ministerie van Verkeer en Waterstaat), die bepaalt waar waterkeringen komen, en van welke hoogwaterstanden en overschrijdingskansen de beheerder daarvan moet uitgaan.

Belangrijke wetten voor het verziltingsvraagstuk uit andere beleidsterreinen zijn:

- De wet milieubeheer (Ministerie van VROM), ter bescherming en verbetering van het milieu,
- De wet bodembescherming (Ministerie van VROM en LNV), die bepaalt dat regels kunnen worden gesteld met betrekking tot het in brengen van stoffen die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten,
- De wet op de ruimtelijke ordening (Ministerie van VROM), die plannen vaststelt betreffende het nationaal ruimtelijk beleid,
- De wet reconstructie concentratiegebieden, die reconstructie inzet ter bevordering van met name landbouw, bos, natuur, landschap, recreatie, water, milieu, infrastructuur, woon-, werk- en leefklimaat, en economische structuur.

- De Europese vogelrichtlijn, die bescherming, beheer en regulering van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten in Europa, en
- De Europese habitatrichtlijn, die tot doel heeft de biologische diversiteit te waarborgen.

Het waterbeleid wordt tegenwoordig georganiseerd per *deelstroomgebied*, waarbij de provincies en waterschappen een belangrijke rol spelen.

Hoewel er dus veel wetgeving is die raakt aan verzilting, is er op nationaal niveau geen eenduidig beleid, en worden geen duidelijke doelen of normen gesteld voor verzilting. Dit zou onder andere te maken kunnen hebben met het feit dat het Rijk geen normen wil vastleggen voor watertekorten, omdat het onmogelijk is hier garant voor te staan.

Aangekondigd in het *ontwerp Nationaal Waterplan* is dat het rijk in de planperiode (2009-2015) een besluit neemt over de zoetwatervoorziening en verziltingbestrijding voor de lange termijn inclusief infrastructurele maatregelen die hiervoor eventueel nodig zijn. De hoofdsporen van deze nieuwe strategie zijn een grotere regionale zelfvoorzienendheid en een optimalisatie van de zoetwaterverdeling in het hoofdwatersysteem en de regionale systemen.

Tot 2015 geldt het bestaande beleid dat erop is gericht de huidige watertekorten aan te pakken volgens de afspraken uit het *NBW-actueel*. Naar analogie van wateroverlast is het uitgangspunt daarbij de trits 'vasthouden, bergen en afvoeren'. Voor uitzonderlijke omstandigheden, zoals de droge zomer van 2003, treedt de *Nationale Verdringingsreeks* in werking.

De verdringingsreeks regelt de prioritering voor de verdeling van zoet water onder uitzonderlijk droge omstandigheden. Hierbij wordt het meeste belang gehecht aan veiligheid en het voorkomen van onomkeerbare schade (zoals in de bodemgesteldheid), op de tweede plaats komen de nutsvoorzieningen (drinkwater en energie), daarna volgt kleinschalig hoogwaardig gebruik (kapitaalintensieve gewassen, proceswater) en dan pas de overige belangen zoals scheepvaart, landbouw, natuur en industrie.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op:

Deelrapport: Wetgeving en beleid met betrekking tot verzilting, Van Tilburg en Brouwer, 2006.

Conclusies

Op sommige plaatsen in Nederland zullen het oppervlaktewater en het ondiepe grondwater in de toekomst zouter gaan worden dan nu het geval is. Tegelijkertijd komt de belangrijkste huidige maatregel om verzilting tegen te gaan - het doorspoelen met zoet water – onder druk te staan. Doorspoelen is weliswaar een goede maatregel om de norm van het oppervlaktewater te waarborgen, maar is volledig afhankelijk van de beschikbaarheid van zoet water van goede kwaliteit. En terwijl de behoefte aan doorspoelwater van goede kwaliteit toeneemt, neemt de beschikbaarheid ervan juist af. De belangrijkste ontwikkelingen die deze spagaat veroorzaken zijn:

- De toename van de zoutconcentratie in het grond- en oppervlaktewater vanwege zoute kwel, waardoor meer *doorspoelen noodzakelijk* is
- De *afname van water van goede kwaliteit*, door lagere rivierafvoer en daar door tevens minder beschikbaar water in het IJsselmeer, en door indringing van zeewater in rivieren
- De *hogere eisen* van gebruikers (bijvoorbeeld vanwege hoogwaardige kapitaalintensieve teelten)
- Verdergaande *toename van zoutconcentratie in de wortelzone* als te weinig water beschikbaar is om het verdampingsoverschot te compenseren.

Vanuit verschillende programma's en instanties worden daarom alternatieve oplossingen bedacht, en zowel adaptieve als mitigerende maatregelen ontwikkeld. De vraag is echter of op dit moment het opstellen van maatregelen niet een stap te ver is. Want is het tegengaan van verzilting wel altijd noodzakelijk? Waar zijn de normen op gebaseerd? Gebeurt doorspoelen niet vaak uit gewoonte, in plaats van uit echte noodzaak? Of wordt het doorspoelbeleid wellicht gedreven door de wens om economische risico's voor landbouw te minimaliseren? Moeten we ons daar wel door laten drijven? Momenteel wordt een norm losgelaten pas als het doorspoelen echt niet meer haalbaar is. Het huidige waterbeheer is vooral gericht op aanbod, terwijl er nog te weinig aandacht is voor de diversiteit in noodzakelijke of gewenste waterkwaliteiten, gebiedsdifferentiatie en het zuinig en energiebewust omgaan met water.

Ook de kennis over het watersysteem ten aanzien van verzilting is nog te beperkt. Waar verzilting en normoverschrijdingen zullen toenemen is globaal goed te voorspellen: In het algemeen geldt dat waar nu verzilting optreedt dit in de toekomst versterkt zal worden. De *mate* van toename en de overschrijdingsfrequenties zijn echter nog niet of nauwelijks onderzocht. Er zijn wel studies uitgevoerd naar de zouttoename in het grondwater, echter de doorvertaling naar oppervlaktewater, perceelsniveau en normoverschrijdingen is nog niet gemaakt.

Tot slot is de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, vee en natuur nog niet compleet. Hoe de planten reageren op een continue zoutbelasting is weliswaar redelijk bekend, maar de reactie op normoverschrijdingen en daaraan gerelateerd piekbelasting is niet tot nauwelijks onderzocht. In zijn algemeenheid wordt tegenwoordig voor landbouwgewassen, vee en natuur gesteld dat deze veel beter tegen zoutbelasting kunnen dan voorheen werd gedacht.

Op beleidsniveau, onder meer in het ontwerp Nationaal Waterplan, zijn deze vragen inmiddels onderkend. Binnen de kennisprogramma's Leven met Water, Klimaat voor Ruimte en Kennis voor Klimaat zijn nieuwe onderzoeken geïnitieerd of in voorbereiding, met als doelstelling de genoemde kennisvragen te beantwoorden.

Als onderdeel hiervan is ook het project 'Leven met Zout Water' zijn tweede fase in gegaan. Hierin worden concrete vraagstukken, aangedragen door waterbeheerders, aangepakt in deelgebiedstudies. Onder anderen voor Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) en Waternet worden in karakteristieke gebieden in Nederland gedetailleerder studies uitgevoerd om inzicht te krijgen in de mate van verzilting, nut- en noodzaak van doorspoelen, het effect van verschillende maatregelen, en de haalbaarheid van voorgestelde oplossingsrichtingen. De deelgebiedstudies vormen een mix van kennisontwikkeling en praktijkgericht onderzoek, waarbij de opzet is dat de bevindingen voor de deelgebieden uiteindelijk tevens kunnen worden opgeschaald naar andere gebieden in Laag Nederland.

Leven met Zout water

Colofon

“Leven met Zout Water: Overzicht huidige kennis omtrent interne verzilting” is een uitgave van Acacia Water, Leven met Water en STOWA.

Oplage: 500 stuks
Datum: november 2009
(Eind)redactie: Marlies ter Voorde en Jouke Velstra

Vormgeving/druk: Kom Plot! (maakt reclame)
www.komplot.com

Met dank aan: Alterra-WUR, Animal Science Group (ASG-WUR), Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO-WUR), IVM-VU, Faculteit Aard- en Levenswetenschappen VU

Nummer: 2009 - 45
ISBN: 978.90.5773.455.7
Bestellen: www.stowa.nl

Wilt u meer van de onderliggende onderzoeken en rapporten weten? Ga dan naar www.levenmetzoutwater.nl

Aan deze uitgave kunnen geen rechten ontleend worden.

Leven met water

Groningenweg 10
2803 PV Gouda
The Netherlands

Office: +31 (0)182 54 06 96
Fax: +31 (0)182 54 06 97

www.levenmetwater.nl
mail@levenmetwater.nl

Stowa

Arthur van Schendelstraat 816
3503 RB Utrecht
The Netherlands

Office: +31 (0)30 232 11 99
Fax: +31 (0)30 232 17 66

www.stowa.nl
stowa@stowa.nl

Acacia Water

Jan van Beaumontstraat 1
2805 RN Gouda
The Netherlands

Office: +31 (0)182 68 64 24
Fax: +31 (0)182 68 62 39

www.acaciawater.com
info@acaciawater.com

