

Verzilting in voormalig zoet laag Nederland: uitdaging of kwakzalverij?

Philip van Diest (Fugro GeoServices)

Door ecologen is drie jaar onderzoek verricht naar het mogelijk gebruik van zout water om bepaalde natuurwaarden te behouden. De resultaten worden Oals wetenschappelijke onderbouwing gebruikt voor plannen om veenpolders te verzilten. Bij het lezen van de rapportage en het hieruit gedestilleerde artikel in H2O-Online krijg ik sterk de indruk dat enkele basisprincipes van de aardwetenschap uit het oog verloren. In dit artikel doe ik een aantal voorspellingen over de invloed van zout water op veenpolders. Deze voorspellingen zijn gebaseerd op observatie van de natuur en de hieruit afgeleide natuurwetten en processen zoals wij die hebben geformuleerd binnen de aardwetenschappen. De voorspellingen bevestigen het ecologisch onderzoek niet. Integendeel. Uitvoering van de overheidsplannen geeft een mooie kans om te kijken wie er gelijk heeft.

Mijn voorspellingen zijn:

- Zoet water drijft op zout water, ook in de bodem, en het valt niet mee deze twee te mengen;
- De mengzone in oppervlaktewater creëert de mogelijkheid voor een uitbundig ecosysteem of algenbloei.
- Stratificatie van oppervlaktewater beperkt het transport van met name zuurstof naar de waterbodem, waardoor het afbraakproces stagneert en dieper water anaeroob wordt.
- Toevoegen van zeewater heeft op termijn een zeer ondergeschikte invloed op de fosfaatkringloop.
- Bemesten van veenpolders met zeewater bevordert de veenafbraak.

Tegenstrijdige natuurwaarden

De aanleiding tot eventuele bewuste verzilting is de wens tot behoud van brakke natuurwaarden. Nog geen honderd jaar geleden dreigde de zee grote stukken van Nederland weg te spoelen en waren dijkdoorbraken en rampzalige overstromingen geen uitzondering. Verzilting was een probleem, akkers en grasland werden overspoeld en er was een gebrek aan zoet boezemwater voor het drenken van vee of bewatering van planten. Door waterstaatkundige maatregelen is de verzilting sterk teruggedrongen.

Delta's hebben een grote natuurwaarde door de variatie in watertypen en sedimenten, de voortdurend veranderende omstandigheden gestuurd door eb en vloed en inundaties van afwisselend rivierwater en zeewater. Er is een constante aan- en afvoer van nutriënten, voedingstoffen en afbraakproducten. Een dynamisch systeem.

Veenmoerassen, maar ook veenpolders hebben hun natuurwaarde juist te danken aan langdurig gelijkblijvende omstandigheden en gebrek aan aan- en afvoer van nutriënten en afbraakproducten. De natuurwaarde wordt gevormd door het extreme milieu, waarin slechts een paar planten kunnen overleven. Een stagnant systeem.

In de brakke veenweiden gaan ecologen beide systemen, het dynamische en het stagnante, combineren.

Brakke veenweiden zijn gebieden waar de veenvorming enkele honderden jaren geleden is onderbroken door ingrepen in de grondwaterstand (ontginning) en de nutriëntenhuishouding verstoord is door bemesting en overstroming met zeewater. Onze geschiedenis kent een fors aantal overstromingsrampen. Afsluiting van de Zuiderzee en het Deltaplan hebben de verzilting ver teruggedrongen, maar verzilting is nog steeds een bedreiging voor het huidige landgebruik en de zoetwaternatuur. Sinds 1932 is de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater van laag Nederland met ruim een factor 10 gedaald, van

zilt (5.000 tot 10.000 mg Cl/l) op sommige locaties in 1930 naar brak of zoet (onder de 1.000 mg Cl/l) (2,3). Na de overstromingsrampen worden enkele zoutminnende pionierplanten aangetroffen. Het succes van de ontzilting laat zich meten door de afname van aan brak water gerelateerde natuurwaarden. Het gaat hierbij om waterplanten zoals echt lepelblad (*Cochlearia officinalis officinalis*), groot nimfkruid (*Najas marina*) en snavelruppia (*Ruppia maritima*) en de landplant zilte rus (*Juncus gerardi*).

Ecologen zien toevoegen van zeewater als panacee [1]

Ecologische studies zijn sterk parameter-gestuurd, zij zoeken naar de invloed van stoffen op het ecosysteem. In deze zoektocht is in Nederland een apart jargon ontstaan (met termen als verbrakking, interne eutrofiëring, ombotroof water), waardoor het contact met de wereldliteratuur soms verloren is geraakt.

In de aardwetenschappen gaan we er vanuit dat biogeochemische processen in een ecosysteem evenwichtsreacties zijn waarbij zowel naar de reagens als de reactieproducten moet worden gekeken, en naar de reactiekinetiek [2,5,6].

Zoet water drijft op zout water

In gebieden met een neerslagoverschot vormt zich in de bodem een zoetwaterlens die drijft op zout water. Op tropische eilanden is een dergelijke laag intensief bestudeerd, maar een kluit veen omgeven door sloten met brak of zout water voldoet ook. Het water stroomt dus van het weiland naar de sloot. Eventueel opgeloste stoffen dus ook. Het Ministerie van Landbouw heeft in 2004, in het kader van Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) een onderzoek [3] laten uitvoeren naar maatregelen tegen verzuring, vermesting en verdroging, onder andere op het IJperveld, kandidaat voor verzilting. Een saillante conclusie is dat er sprake is van een regenwaterlens en weinig beïnvloeding vanuit de sloot op de grondwatersamenstelling. Om de landplanten van zout te voorzien moeten we dus met zeezout bemesten. (*Cochlearia* verspreidt zich ook langs wegen waar intensief wegeenzout wordt toegepast.) Of de polder zo diep onder water zetten dat het maaiveld onder zout water komt te staan. Onderstaand wordt uitgelegd dat dit niet meevalt.

Zout en zoet water mengen niet, maar vormen twee lagen, de zoute (zwaardere) laag onder. In oppervlaktewater spreken we van stratificatie. In delta's kunnen de zouttongen tot ver het binnenland indringen. Zelfs het Noordzeekanaal (dat is afgesloten van de zee en goed gemengd wordt door de scheepvaart) kent een zoute onderlaag. Indien zout water in een veenpolder wordt gepompt zal zich dus een onderlaag zout water vormen en een bovenlaag zoet water. Interessant is wat er gebeurt in de waterbodem en wat er gebeurt in de mengzone.

De limnologie leert dat de waterbodem van zuurstof wordt voorzien door stroming van koud (dus zwaar) zuurstofrijk water naar de bodem, vaak na een storm. Voldoende water met voldoende zout (meer dan 2500 mg/l Cl⁻) is echter altijd zwaarder dan koud zoet water. Transport van zuurstof naar de bodem wordt dus sterk beperkt. Bij het ecologisch onderzoek [1] naar verzilting is zoet en zoutwater gemengd, om stratificatie te voorkomen.

Voorspelling van de effecten op de nutriëntenbeschikbaarheid

Processen

Als gevolg van de drooglegging en bemesting hebben de voorheen met zeewater overstroomde veengebieden te kampen met veenafbraak en dientengevolge met slechte oppervlaktewater kwaliteit.

Een veenpolder is een grote bak organische stof, met veel nutriënten. De nutriënten zijn vastgelegd tijdens de veenvorming, of toegevoegd als bemesting na drooglegging, of gebonden aan de waterbodem. Een zeer beperkt deel is opgelost aanwezig in het oppervlaktewater.

Voor de vorming van uitgestrekte veenmoerassen, waar ook ter wereld, is een neerslagoverschot en stilstaand (oppervlakte)water vereist. Door gebrek aan aanvoer van zuurstof en nutriënten en beperkte of geen afvoer van toxische afbraakproducten als sulfiden en fenolen, is de afbraak van plantenresten langzamer dan de aangroei en hoopt zich organisch materiaal op. Een autonoom zichzelf versterkend proces, binnen de gestelde randvoorwaarden.

Veen is dus een afzetting waarin de nutriënten worden vastgelegd. Uit veen sijpelt water zonder nutriënten, ingedampt zuur regenwater, helder tot lichtbruin/geel.

Als veen wordt drooggelegd, stopt de afzetting en begint erosie. Er ontstaat een bodem, duizenden micro-organismen per kubieke centimeter pakken de afbraak van organisch materiaal op. Nutriënten komen vanzelf beschikbaar (of worden toegevoegd) en de afbraakproducten worden door infiltrerend regenwater afgevoerd. Uit een veenbodem sijpelt nutriëntrijk water, met een hoog gehalte aan oplosbare organische zuren [4]. Dat gaan we met zeewater mengen.

De onderwaterbodem is geen bodem. De veranderingen die plaatsvinden na sedimentatie vallen onder diagenese. Dode planten, dieren en algen zakken naar de bodem. De stroming in normaal oppervlaktewater kan over het algemeen gedurende een groot deel van het groeiseizoen voldoende zuurstof, nitraat en sulfaat aanvoeren om een zekere afbraak te handhaven. Bij afbraak komt fosfaat vrij, dat weer opgenomen wordt in het oppervlaktewater: eutrofiëring. Maatgevend voor de hoeveelheid fosfaat die het oppervlaktewater kan bereiken is niet de concentratie in het sediment (er is altijd genoeg in een veenpolder), maar de transportmogelijkheden vanuit het sediment naar het oppervlaktewater en de menging van het oppervlaktewater [4].

Fosfor kringloop

Een blik op de oplosbaarheid van fosforverbindingen [5] leert dat fosfaat, zeker bij een pH onder de 7, eigenlijk goed oplosbaar is. Als de concentratie van metalen en fosfaat de oplosbaarheid overschrijdt slaat er een zout neer. Neemt de concentratie af, dan lost het zout weer op. Een tijdelijk reservoir dus. Adsorptie kan de concentratie metalen en fosfaat in poriënwater wel tijdelijk tot een zeer laag niveau terugdringen.

Transport van fosfaat in de waterbodem vindt onder andere plaats door diffusie – een langzaam proces. En door grondwaterstroming – ook langzaam. Maar ook door omwoelen van de waterbodem door dieren (wormen, vissen, vogels, etc.), plantenwortels of stroming. Dit kan vrij intensief zijn [4].

De drijvende kracht achter diffusie is een concentratieverschil. Een zure waterbodem geeft hoge fosfaatconcentratie in het poriënwater, een goede doorspoeling van het bovenstaand water geeft een constant lage concentratie boven het sediment. Er treedt dus diffusie op van fosfaat naar het oppervlaktewater.

Afhankelijk van het aanbod van zuurstof vormt zich een geoxideerde laag op de overgang tussen oppervlaktewater en onderwaterbodem. De dikte van deze laag reflecteert seizoensgebonden processen in het bovenliggend aquatisch ecosysteem. Vindt er sedimentatie plaats van dode algen (makkelijk afbreekbaar) of waterplanten, is er stroming (om zuurstof aan te voeren) of stratificatie? Deze laag is lichtbruin, door bacteriële omzetting van ijzer(II) naar ijzer(III) en de vorming van vers ijzerhydroxide. Adsorptie aan vers ijzerhydroxide reduceert de fosfaatconcentratie in het poriënwater tot bijna nul, en versterkt dus de diffusie van fosfaat uit de gereduceerde laag. Opwarrelen of reductie van de geoxideerde laag, rijping van de ijzerhydroxides, of chemische binding van ijzer met sulfides brengt na verloop van tijd de mobilisatie van fosfaat weer op gang. In een veenpolder is de flux fosfaat uit de waterbodem over enkele jaren gemeten gelijk aan de depositie van fosforverbindingen. Er zijn echter sterk seizoensgebonden fluctuaties.

Fosfaatreductie

Er zijn helaas geen fosfaatreducerende bacteriën. Naast het langdurig afvoeren van nutriëntrijk oppervlaktewater kan alleen sedimentatie en accumulatie van organisch gebonden fosfor de fosfaatcyclus (algenbloei, sedimentatie, mineralisatie, nalevering aan het water) doorbreken. Het antwoord op de vraag of zout water de afbraak van organisch materiaal kan remmen of voorkomen wordt niet gevonden in onderzoek naar biochemische processen in het sediment of het poriënwater. Ook niet in complexe, warrige schema's waarin tijdelijke seizoens- of waterstandsinvloeden worden gevisualiseerd [1]. Zout water verhindert transport van met name zuurstof naar de waterbodem waardoor het afbraakproces stagneert en het diepere water anaeroob wordt.

Gewoon kijken naar de natuur en begrijpen wat er gebeurt. In de geologie zijn twee vormen van organische afzetting bekend: veen (en het hieruit afgeleide gyttja) en *black shale*. Dat is dus waar fosfor en andere nutriënten definitief worden opgeslagen. Veenvorming start net zo makkelijk in brak water als in zoet water, zo lang het water maar stilstaat en er een neerslagoverschot is. *Black shale* is een gesteente dat zich vormt in stagnant zout water. Voorwaarden zijn: geen stroming [6] en langzame depositie van organisch materiaal. Door stratificatie ontstaat een bak zout water waarin dode alg, plankton en stof uit de atmosfeer neerdalen, maar waarin slechts beperkte afbraak plaatsvindt. De afbraak wordt geremd door zuurstofgebrek (geen aanvoer) en onvoldoende afvoer van de toxische sulfiden, ontstaan door sulfaatreductie. In de Grevelingen [7] hebben we een dergelijk milieu weten te creëren. Een gruwelscenario voor ecologen ('alles is dood'). Maar wel effectief op de lange termijn als sink voor fosfor.

Voorspelling van het effect op algen en doorzicht

De menging van twee watertypes leidt in het algemeen tot opbloei van het aquatisch leven, zoals in delta's en estuaria. Het zoete water is rijk aan macronutriënten [4]. Dit wordt in het zonlicht gemengd met gebufferd zout water met micronutriënten. Uiteindelijk zal zich een rijk ecosysteem kunnen ontwikkelen maar initieel is de kans op een groene drab natuurlijk groot. In de Golf van Mexico, de Zwarte Zee en de Oostzee heeft menging van nutriëntrijk oppervlaktewater en zeewater geleid tot grootschalige algenbloei en een zogenaamde 'dead zone'. Niet leuk. In dit proces speelt de waterbodem een ondergeschikte rol. Ecologisch (vervolg)onderzoek naar poriënwater lijkt dus vrij zinloos [1].

Perspectieven voor verzilting

Het wordt technisch nog een hele klus om zout en zoet water te mengen. In de Verenigde Staten is software ontwikkeld om de menging van (zout) afvalwater met stromend water te simuleren [8], waarbij gebruik kan worden gemaakt van turbulente menging onder hoge druk. Het programma houdt rekening met temperatuureffecten, stratificatie etc. Misschien een aanbeveling voor ecologen en beleidsmakers om inzicht te verkrijgen in wat mogelijk is?

Conclusie

Veenvorming is een autonoom proces, dat rust (stilstaand oppervlaktewater/grondwater aan het maaiveld) en genoeg schoon regenwater nodig heeft. Per klimaatzone, continent en startcondities kunnen verschillende plantengemeenschappen ontstaan. Erosie van nutriëntrijke gesteentes (zoals veen) levert nutriëntrijk grondwater en oppervlaktewater op. Om veenvorming te stimuleren hoef je alleen maar te zorgen voor een voldoende hoge grondwaterstand. Het bodemleven laten verdrinken in zijn eigen afval. Dan worden de beschikbare nutriënten vastgelegd en heb je helder oppervlaktewater, maar wel natte voeten. Voortgaande veenvorming sluit zoutminnende planten uit. Bemesting (met zeewater) van drooggelegd veen bevordert de afbraak. Verwering van veen leidt onvermijdelijk tot een slechte oppervlaktewaterkwaliteit, of dit water nu zoet of zout is. Maar dat wisten we al.

Veenmoerassen zijn naast de oceanen de enige 'sink' voor kooldioxide die op globale schaal enige zoden aan de dijk kunnen zetten in de strijd tegen *global warming*. Stijging van de zeewaterspiegel vergroot het areaal van deze moerassen, vooral in de tropen, en zorgt voor versnelde aangroei. Dat is goed [9]. Tot we ze draineren om palmolie te produceren. Dan breekt het veen af en komt de CO₂ weer in de atmosfeer. Dat is een bedreiging. Het helpt dan niet om op basis van op zijn minst discutabel onderzoek te melden dat zout water in de sloten pompen een kans biedt op herstel [10]. Gelukkig gaan we het eerst in Nederland uitproberen.

Literatuur

1. Van Dijk, G., Westendorp, P.J., Loeb, R., Smolders, A., Lamers, L., Klinge, M., Kleef, H. van (2013) (in druk). Verbrakking van het laagveen- en zeekleilandschap, van bedreiging naar kans? OBN rapportage, Bosschap, Ministerie van Economische Zaken, Directie Agrokennis.
2. Langmuir, D., Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice Hall, 1997, Ch1.1, alinea 1.
3. Barendregt, G., Beltman, B., Schouwenberg, E. van, Wirdum, G. (2004). Effectgerichte maatregelen tegenverdroging, verzuring en stikstofdepositie op trilvenen (Noord-Holland, Utrecht en Noordwest-Overijssel), Expertisecentrum LNV.
- 4) Gerven, L.P.A. van, Hendriks, R.F.A., Harmsen, J., Beumer en Bogaart, P.W. (2011). Nalevering van fosfor naar het oppervlaktewater vanuit de waterbodem - Metingen in een veengebied in de Krimpenerwaard. Alterra-rapport 2217, ISSN 1566-7197 Reeks Monitoring Stroomgebieden 23.
- 5) Stumm, W. and Morgan, J.J.(1981): Aquatic Chemistry, Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1022p. page 283, figure 5.18
- 6) Krauskopf, K.B. (1985) Introduction to Geochemistry, Mc Graw Hill, second edition, page 251.
- 7) Grevelingenmeer is onder de 16 meter diepte helemaal dood. Bericht uitgegeven door Stichting ANEMOON op zondag 4 augustus 2013. <http://www.natuurbericht.nl>
- 8) <http://www.cormix.info/index.php>
- 9) Joosten, H., Tapio-Biström, M-L., Tol, S. (eds.) Peatlands - guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use, 2nd edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Wetlands International Mitigation of Climate Change in Agriculture (MICCA) Programme, October 2012.
- 10) Dijk, G. van, Loeb, R., Smolders, A.J.P., Westendorp, P. (2013). Verbrakking in voormalig brak laag Nederland: bedreiging of kans? H2O-Online 28 maart 2013 <http://vakbladH2O.nl>.