



Sturende factoren herstel vennen in een veranderende omgeving

vennen
venherstel
kooldioxide
nutriënten
droogval

De biodiversiteit in vennen, ondiepe wateren op de zandgronden, wordt sterk bepaald door de lage concentraties aan voedingsstoffen (fosfor, stikstof en kooldioxide) en bufferstoffen (bicarbonaat). Door ontrafeling van de mechanismen achter deze schaarste, is het mogelijk gebleken een groot deel van de soortenrijkdom te herstellen die door verzuring, vermesting en verdroging was verdwenen. In dit artikel bespreken we de sturende factoren. Meer informatie is te vinden op natuurkennis.nl/sleutels/vennensleutel/

Binnen het netwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) zijn herstelmaatregelen voor verdroogde, verzuurde en/of vermeste vennen ontwikkeld. Daarmee kon sinds begin jaren negentig worden begonnen met herstel op maat. Niet zonder resultaat: van de 44 bedreigde plantensoorten van vennen is voor 24 soorten de negatieve trend in meer of mindere mate omgebogen in een positieve. Hiermee is de vegetatie van vennen samen met die van duinvalleien het meest succesvol hersteld (Bekker & Lammerts, 2000). Enkele jaren later zijn in 27 herstellende vennen 31 bedreigde plantensoorten aangetroffen en is geconstateerd dat de resultaten van het herstelbeheer op middellange termijn nog beter zijn (Brouwer et al., 2009). In een vervolgstudie zijn de positieve landelijke trends voor de soorten nog eens bevestigd (Jansen et al., 2010).

Het 'opschonen' van vennen heeft veel bijgedragen aan deze successen, maar plant- en diersoorten van latere successiestadia profiteren hier niet van. Voor kenmerkende diersoorten zitten er twee kanten aan venherstel. Hun dichtheden zijn er verdrievoudigd, maar het aantal kenmerkende diersoorten is niet toegenomen (Van Kleef, 2010). Kwijnende populaties lopen het risico om tijdens opschonen te verdwijnen en veel soorten zijn tegenwoordig dermate zeldzaam dat (her)kolonisatie niet vanzelfsprekend is.

Typering

De variatie in vennen is groot. Ze worden vaak ingedeeld naar de mate van buffering: zure vennen (H3160)

met minder dan 50 micro-equivalent buffering per liter, zeer zwak gebufferde vennen (H3110) met 50-200 $\mu\text{eq./l}$ en zwak gebufferde vennen (H3130) met 200-500 $\mu\text{eq./l}$ buffering. Daarnaast worden ook hoogveenvennen (H7110B) onderscheiden. Vennen kunnen ook worden ingedeeld naar hun landschapsecologische positie. Zure vennen liggen vaak hoog in het landschap of geïsoleerd op een slecht waterdoorlatende laag. Zeer zwak gebufferde vennen liggen vaak lager of op een slecht doorlatende laag die tot ver buiten het ven reikt. Hierdoor zorgt toestromend grondwater voor wat buffering. Zwak gebufferde vennen liggen meest op de overgang naar beeken rivierdalen, waar de invloed van (zwak) gebufferd grondwater groter is. Ten slotte zijn vennen door de tijd heen op heel verschillende manieren door de mens gebruikt. Hierdoor zijn per ven vaak meerdere referentiebeelden mogelijk, die elkaar deels uitsluiten (pas.natuur2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_ii.aspx).

Levensgemeenschappen van vennen

De ecologische relaties in vennen kunnen als volgt worden voorgesteld: omgeving (inziggebied + ven + menselijke invloed) \rightarrow standplaatscondities \rightarrow vegetatiestructuren \rightarrow levensgemeenschappen. De daaruit resulterende vegetatiestructuren (figuur 1) en levensgemeenschappen bespreken we hier. Op beschutte oevers van zwak gebufferde vennen komen begroeiingen van hoge helofyten voor, zoals riet (*Phragmites australis*). Moerasvogels als roerdomp (*Botaurus stellaris*) vinden hier een plek. In zure vennen blijven de helofyten

Dr. E. (Emiel) Brouwer
Onderzoekcentrum B-WARE
e.brouwer@b-ware.eu

Dr. H. (Hein) van Kleef
Stichting Bargerveen

Dr. H. (Herman) van Dam
Waternatuur.

Prof. Dr. J.G.M. (Jan) Roelofs
Onderzoekcentrum B-WARE.

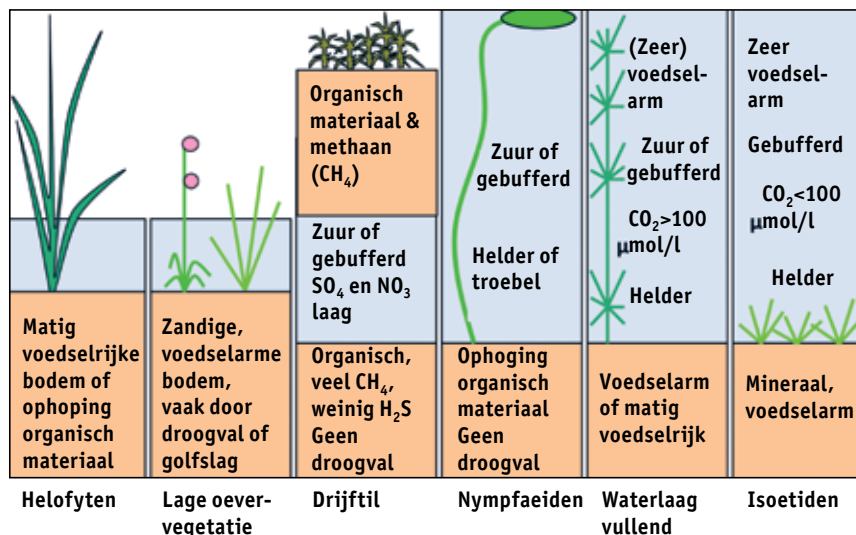
Foto **Marije Louwsma**. Ven op de Hoge Veluwe.

lager met soorten als snavelzegge (*Carex rostrata*) en daartussen veenmossen (*Sphagnum species*). Zulke helofytenoeveren zijn ook rijk aan kleinere diersoorten, zoals speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*) en de waterkever *Gyrinus paykulli* (Van Kleef, 2010). Op voedselarme, minerale oevers overheersen lagere vegetaties: natte heiden, dwergbiezenvegetaties of amfibische vegetaties met oeverkruidgemeenschappen. Op niet-droogvallende plaatsen kunnen drijftillen voorkomen met hoog- of trilveenvegetaties. In het water groeien op relatief voedselrijke bodem planten met drijfbladeren, bijvoorbeeld witte waterlelie (*Nymphaea alba*) of drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*). Libellen en juffers gebruiken deze structuren als rust- en uitkijkpost. In helder water met veel kooldioxide en een voedselarmere bodem wordt de waterlaag opgevuld door ondergedoken waterplanten: kranswieren en vlottende bies (*Scirpus fluitans*) in gebufferde vennen en veenmossen en knolrus (*Juncus bulbosus*) in zure vennen. Is er weinig kooldioxide aan-

wezig in de waterlaag en is het ven (zeer) zwak gebufferd dan blijft de begroeiing beperkt tot de venbodem met soorten als gesteed glaskroos (*Elatine hexandra*) en rozetvormige (=isoëtide) soorten met een groot wortelstelsel als oeverkruid (*Littorella uniflora*) en biesvarens (*Isoetes sp.*), zie Roelofs et al., 1984. Dit is het leefgebied van de dansmug *Pagastiella orophila* en de waterkever *Hygrotus novemlineatus*, beide echte vensoorten. Vrijwel al deze levensgemeenschappen ontwikkelen zich optimaal in voedselarm water. In vennen met een ondergedoken vegetatie worden alle voedingsstoffen in de zomer aan het water onttrokken. Er resteert dan minder dan 0,2 micromol orthofosfaat (< 0,006 mg/l P) en minder dan 10 micromol nitraat en ammonium (<0,14 mg/l N) in de waterlaag (Brouwer et al., 2009).

Figuur 1 schematische weergave van de 6 onderscheiden vegetatiestructuren in vennen en de belangrijkste standplaatscondities.

Figure 1 main vegetation structures and site conditions in acid or weakly buffered moorland pools.



Stuurknoppen

De ontwikkelde inzichten in de sleutelfactoren en sturende processen achter de ecologische relaties in vennen zijn voor het natuur- en waterbeheer van groot belang; ze kunnen als stuurknop gebruikt worden. De belangrijkste stuurknoppen zijn in figuur 2 weergegeven en worden hieronder besproken.

Tegengaan vermessing

Vermesting van de waterlaag leidt in eerste instantie tot een uitbundige groei van de vegetatie en daardoor tot een toename van de faunadiversiteit. Echter, na verloop van tijd treedt algenbloei op en ontwikkelt zich een sliblaag, wat voor zowel flora als fauna funest is. De atmosferische stikstofdepositie is nog altijd hoog en zal dat de komende decennia blijven. Er zijn echter diverse bronnen van vermessing die wél substantieel verminderd kunnen worden. De belangrijkste zijn de aanvoer van nutriënten door watervogels (pijl 1), de aanvoer vanuit het inzigtgebied (pijl 2) en de mobilisatie van nutri-

enten door een verslechterde waterhuishouding (pijl 3). Eutrofiëring door watervogels vindt vooral plaats wanneer vogels elders foerageren en het ven als rust- of broedgebied gebruiken. Geschat wordt dat een aanwezigheid op het ven van meer dan twee ganzen per hectare per jaar tot een overschrijding leidt van de maximale nutriëntenbelasting (Brouwer & Van den Broek, 2010). In kleine en/of smalle vennen met veel bomen langs het ven, is bladval de belangrijkste oorzaak van vermesting. Nitraat uit overbemeste landbouwgronden en uit bossen (die stikstof uit de lucht filteren) vormt een andere bron van vermesting. Dit nitraat kan via het grondwater het ven bereiken. Wanneer in de ondergrond zuurstofloze omstandigheden heersen, zorgen chemische processen hier voor omzetting van nitraat. De gevolgen zijn minstens zo ingrijpend: verzuring, neerslag van ijzer, oplossen van kalk en sulfaat in het grondwater, en fosfaatomobilisatie in het ven (Smolders et al., 2010). Omgekeerd kan hydrologisch herstel leiden tot de aanvoer van meer (zwak) gebufferd grond- of oppervlaktewater of aanvoer van grondwater met hogere ijzergehalten, wat zorgt voor het vastleggen van fosfaat.

Vermesting kan dus worden tegengegaan door de aantallen ganzen te beperken, nitraataanvoer via grondwater tegen te gaan, bladval te beperken, de kwaliteit van eventueel in te laten oppervlaktewater te verbeteren en de waterhuishouding te optimaliseren.

Sliblaag verwijderen of van zuurstof voorzien

Bij vermesting accumuleren voedingsstoffen en organisch materiaal uit de waterlaag in en op de bodem en gaat de bodem meer zuurstof verbruiken (slibvorming). Hierdoor gaat de bodem voedingsstoffen naleveren aan de waterlaag (pijl 4). Om zuurstofarmoede en nalevering te stoppen kan de sliblaag worden verwijderd tot op de zandbodem of – indien aanwezig – tot op de nog weinig

aangetaste veenlaag. Dit kan echter slecht uitpakken voor nog aanwezige diersoorten (Van Kleef, 2010). Bij beginnende slibvorming vormt verbetering van zuurstoftransport naar de bodem een goed alternatief. Er blijft een zuurstofrijke toplaag op een verder zuurstofloze bodem aanwezig, waardoor de afvoer van stikstof naar de lucht sterk wordt gestimuleerd. Ook blijft hierin geoxideerd, driewaardig ijzer aanwezig, dat goed fosfaat bindt. De aanvoer van zuurstof kan gestimuleerd worden door meer windwerking op het ven, uitbreiding van isoëtide waterplanten of het laten droogvallen van de venbodem. Van dat laatste zijn twee varianten (Van Kleef et al., 2014): of het ven valt incidenteel geheel droog (pijl 10b) of de lager gelegen oevers vallen regelmatig droog aan het einde van de zomer (pijl 11). Een eenmalige droogval leidt tot oxidatie van onder andere ammonium en gereduceerd zwavel en ijzer. Hierdoor kan de vorming van gasvormig stikstof worden versneld, kan fosfaat aan geoxideerd ijzer worden gebonden, kan sulfaat worden gevormd en afgevoerd, maar kan er ook verzuring optreden (pijl 10a). Daarnaast heeft droogval een funest effect op drijftillen die juist afhankelijk zijn van een zuurstofloze bodem. Ze worden door methaanproductie drijvende gehouden en bij droogval wordt deze voor jaren stilgezet en zinkt de drijftil (Tomassen et al., 2003). Er zijn overigens ook veel vennen met een constant waterpeil (pijl 10).

Sturen op buffering en kooldioxide

Bij de koolstofhuishouding in het venwater moet onderscheid worden gemaakt in de buffercapaciteit (bicarbonaat, HCO_3^-) en de beschikbaarheid van kooldioxide (CO_2). Bicarbonaat kan op verschillende manieren worden aangevoerd: uit een kalkhoudende ondergrond, door aanvoer van gebufferd grond- of op-

pervlaktewater (pijl 7 en 8) of door anaerobe afbraak van organisch materiaal op de venbodem (pijl 5). Dit laatste werkt alleen zo lang er geen aanvoer van zuurstof plaatsvindt, dus in niet-droogvallende vennen met weinig windwerking. De belangrijkste bronnen van CO₂ zijn aanvoer van grondwater (pijl 6) en afbraak van organisch materiaal uit de venbodem (pijl 9). Ook kan via sloten CO₂-rijk grondwater worden aangevoerd. De inwaai van blad levert na afbraak op de venbodem veel CO₂ op (pijl 9). Het weghalen van bomen voorkomt dit en bovendien vindt door vergroting van de windwerking meer contact van het water met de lucht plaats, waar-

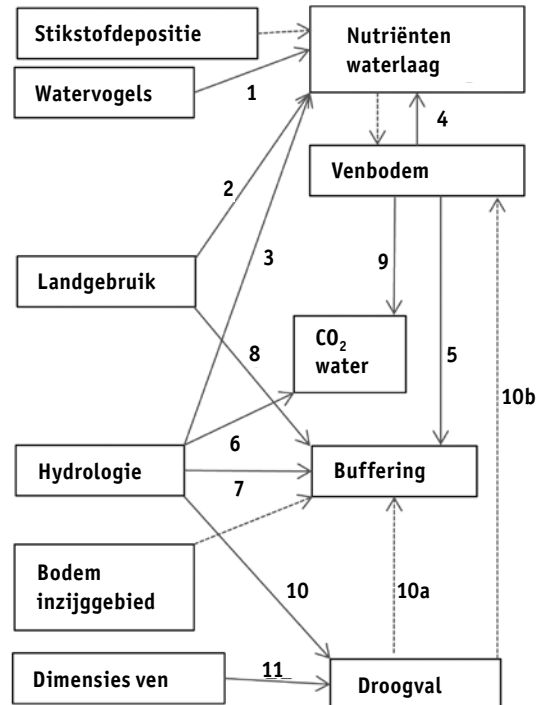
door kooldioxide snel wordt afgevoerd. Er zijn dus diverse mogelijkheden om te sturen in zowel de buffercapaciteit als het CO₂-gehalte, en ook in de instandhouding van de interne gradiënten die op deze factoren berusten. Welke mogelijkheid het meest geschikt is, is afhankelijk van de aard van het ven en zijn landschapsecologische positie.

Conclusie

De combinatie van brongerichte maatregelen (afname zwavel- en stikstofdepositie) en de door het OBN-netwerk ontwikkelde effectgerichte maatregelen hebben hun vruchten afgeworpen. Daarmee zijn we er echter nog niet. Vennen zijn inmiddels gemiddeld twee graden warmer geworden en in combinatie met de afgenomen verzuring leidt dit soms tot eutrofiëring. De afbraak van organisch materiaal onder zuurstofloze condities versnelt, waarbij voedings- en bufferstoffen vrijkomen (Van Dam & Mertens, 2014). Door verdrogingsbestrijding vindt er minder droogval plaats waardoor voedingsstoffen evenmin worden vastgelegd of afgevoerd. Voor de vennen die zeer arm zijn aan kooldioxide is de aanstaande verdubbeling van de CO₂-concentratie in de atmosfeer een belangrijke potentiële bedreiging. Hierdoor gaan waterlaag vullende soorten veel harder groeien ten koste van isoëtide soorten (Spienburg et al., 2009). Ten slotte zijn er exoten die flora en fauna bedreigen, zoals zonnebaars (*Lepomis gibbosus*) en watercrassula (*Crassula helmsii*), zie Van Kleef (2012). Vennen fungeren voor veel menselijke activiteiten als de spreekwoordelijke kanarie in de kolenmijn. Het bovenstaande laat zien dat de combinatie van goed inzicht in ecologische relaties en deskundig beheer de gevolgen van bedreigingen aanzienlijk kan verzachten.

Figuur 2 overzicht van de belangrijkste sturende processen voor standplaatscondities in vennen. De genummerde pijlen worden in de tekst beschreven.

Figure 2 management tools for optimizing site conditions in acid or weakly buffered moorland pools. See text for explanation.



Summary

Key factors for restoration of moorland pools in a changing environment

Emiel Brouwer, Hein van Kleef, Herman van Dam & Jan Roelofs

moorland pools, restoration, carbon dioxide, nutrients, sediment oxidation

In the second half of the 20th century, biodiversity in shallow acid and weakly buffered moorland pools in The Netherlands strongly declined. Intensive research

has led to new insights in the mechanisms involved, such as acidification, atmospheric nitrogen deposition, carbon limitation and internal eutrophication, and in measures to counteract their negative impacts. Here, tools to restore the proper (site) conditions and landscape ecological processes are described. Their application has led to a considerable recovery of biodiversity.

Literatuur

Bekker R.M & E.J Lammerts, 2000. Naar een Rode Lijst met Groene Stip voor hogere planten in Nederland. Wageningen, IKC-Natuurbeheer.

Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G.H.P. Arts & D. Belgers, 2009. Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Ede, Rapport DKI nr. 2009/dki 126-0.

Brouwer, E. & T.G.Y. van den Broek, 2010. Ganzen brengen de landbouw naar het ven. De Levende Natuur 111: 60-63.

Dam, H. van & A. Mertens 2014. Vennen herstellen gedeeltelijk van verzuring: het gevaar van interne eutrofiëring. Landschap 31/2: 91-100.

Jansen, A.J.M., R.M. Bekker, R. Bobbink, J.H. Bouwman, R. Loeb, H. van Dobben, G.A. van Duinen & M.F. Wallis de Vries, 2010. De effectiviteit van de regeling Effectgerichte Maatregelen (EGM) voor Rode-lijstsoorten. De tweede Rode Lijst met Groene Stip voor vaatplanten en enkele diergroepen in Nederland. Den Haag/Ede, Rapport Directie Kennis & Innovatie van Ministerie van LNV/Unie van Bosgroepen.

Kleef, H. van, 2010. Identifying and crossing thresholds in managing moorland pool macroinvertebrates. Nijmegen. Thesis, Radboud University.

Kleef, H. van, 2012. OBN-onderzoek Zonnebaars - Mogelijkheden voor bestrijding van een uitheemse invasieve vis. Rapport nr. 2012/OBN161-NZBE.

Kleef, H. van, H. Tomassen, E. Brouwer & A. Dees, 2014. Vennen in een veranderend klimaat. Effecten van watertemperatuur, afgenomen verzuring en waterpeilfluctuaties op bodemchemie en fauna. Den

Haag, Rapport nr. 2014/OBN188-NZ.

Roelofs, J.G.M., J.A.A.R. Schuurkes & A.J.M. Smits, 1984. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft water lakes in the Netherlands II. Experimental studies. Aquatic Botany 18: 389-411.

Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers, 2010. How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. Biogeochemistry 98:1-7.

Spienburg, P., E.C.H.E.T. Lucassen, A.F. Lotter & J.G.M. Roelofs, 2009. Could rising aquatic carbon dioxide concentrations favour the invasion of elodeids in isoetid-dominated softwater lakes? Freshwater Biology 54: 1819-1831

Tomassen H.B.M., A.J.P. Smolders J.M. van Herk, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs, 2003. Restoration of cut-over bogs by floating raft formation: an experimental feasibility study. Applied Vegetation Science 6: 141-152.