



# Waterpeilfluctuaties in vennen: effecte

Veel Nederlandse vennen zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. Met de afname van verzurende en vermistende depositie en de ontwikkeling van effectieve herstelstrategieën zijn de perspectieven voor een duurzaam behoud van deze vennen de afgelopen decennia toegenomen. Voor stikstof worden de kritische depositiewaarden echter nog altijd ruim overschreden. Aan de hand van experimenteel onderzoek hebben we onderzocht welke droogvalregimes onder welke omstandigheden ingezet kunnen worden om de stikstofbelasting van vennen te reduceren en gelijktijdig fosfaat vast te leggen.

— Hilde Tomassen, Emiel Brouwer (Onderzoekcentrum B-WARE) en  
Hein van Kleef (Stichting Bargerveen)

> Vennen zijn ondiepe voedsel- en mineraalarme plassen. De concentratie anorganisch stikstof in de waterlaag is van nature lager dan 10  $\mu\text{mol}$  per liter. Atmosferische depositie van stikstof leidt tot een toename in deze vennen van ammonium en/of nitraat, die leiden tot een hogere productiviteit van algen en waterplanten, vaak ten nadele van kenmerkende soorten als waterlobelia, vlotende bies en doorschijnend glanswier. Als gevolg van de hogere productiviteit ontwikkelt zich een organische sliblaag (sapropelium) op de venbodem. Deze sliblaag vormt onder permanent natte condities vaak een continue bron van nutriënten.



foto Hans van den Bos, Botsbeeld

Voor de venhabitatypen zijn de kritische depositiewaarden (KDW) voor stikstof vastgesteld op 429 (zeer zwakgebufferde vennen; H3110), 571 (zwakgebufferde vennen; H3130) en 714 mol N per hectare per jaar (zure vennen; H3160). In 2014 bedroeg de gemiddelde stikstofdepositie 1767 mol per hectare per jaar, veel hoger dus dan de KDW. In het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) zijn voor de genoemde venhabitatypen herstelstrategieën opgesteld, met maatregelen tegen verzuring (hydrologisch herstel, bekalken van inzigtgebied en gedoseerde inlaat van gebufferd water) en vermessing (verwijderen van organische sedimenten, maaien, plaggen en vrijzetten venoeveren).

### Stikstofverliezen en fosfaatbinding via tijdelijke droogval?

Veel van deze herstelstrategieën zijn echter ingrijpend en kostbaar. Er is daarom behoefte aan minder ingrijpende en goedkopere manieren om de stikstoflast op vennen te verminderen. Tijdelijke droogval zou er zo een kunnen zijn: enkele weken uitdroging van de toplaag van de droogvallende venbodem. Veel vennen hebben van nature wisselende waterstanden, waarbij grote delen van de oeverzone in de zomer droog vallen (figuur 1). Het organisch materiaal op de bodem mineraliseert hierdoor. Verder kan tijdens droogval in de bodem opgehoopt ammonium oxideren tot nitraat (nitrificatie, figuur 2). Dit nitraat kan uitspoelen naar diepere anaerobe bodemlagen, daar worden gereduceerd tot stikstofgas (denitrificatie) en uiteindelijk ontsnappen naar de atmosfeer en dus het vensysteem verlaten. Droogval werkt ook positief op het fosfaatbindende vermogen van de venbodem (figuur 2). Onder natte omstandigheden kunnen gereduceerde ijzerzwavelverbindingen in de bodem accumuleren. Tijdens droogval worden deze verbindingen geoxideerd waarbij sulfaat en ijzer(III)hydroxiden ontstaan. Het gevormde sulfaat lost op en kan door inzijing of afvoer van oppervlaktewater het systeem verlaten. De niet oplosbare ijzer(III)hydroxiden blijven in de venbodem achter en zorgen voor een betere binding en daardoor immobilisatie van fosfaat. In dit onderzoek hebben we

geprobeerd te achterhalen welke droogvalregimes onder welke omstandigheden ingezet kunnen worden om de stikstofbelasting van vennen te reduceren en gelijktijdig accumulerend fosfaat vast te leggen.

### Experimentele droogval

In een experiment met intacte venbodemkernen werd onderzocht of tijdelijke droogval van de lagere venoever kan bijdragen aan het compenseren van de te hoge stikstofdepositie (figuur 3). Het effect van droogval is onderzocht voor twee verschillende ventypen: een zwak gebufferd ven met een minerale zandbodem die soms droogvalt (Beuven) en een zuur ven met een meer organische bodem die vrijwel nooit droogvalt (Eendenvan, Hatertse en Overasseltse vennen).

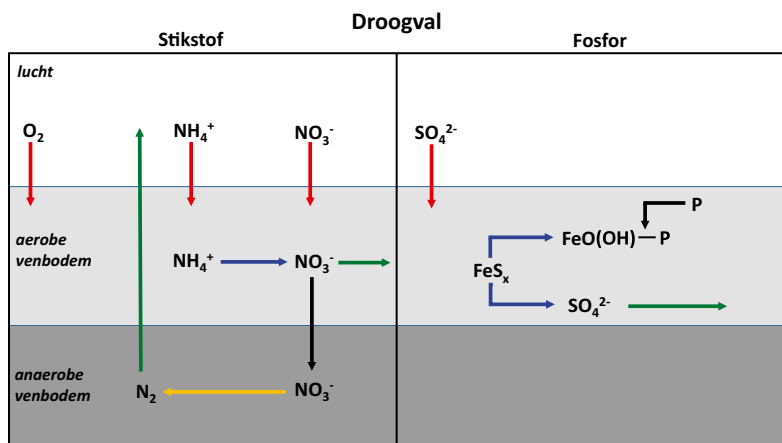
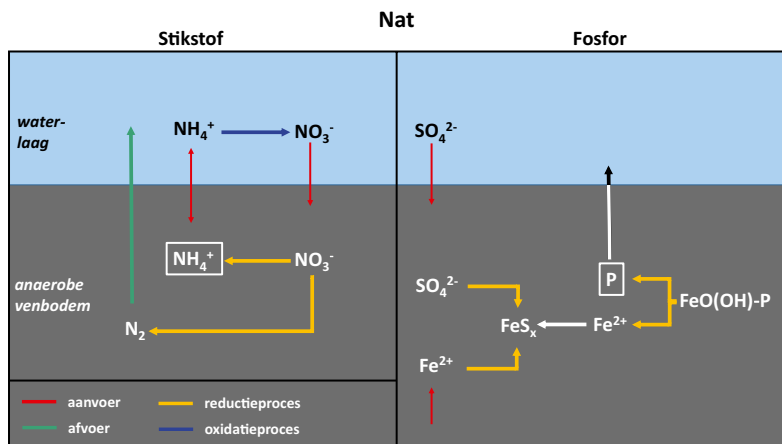
De effecten van drie verschillende droogvalregimes werden in drievoud bestudeerd: A) geen droogval (waterpeil 20 cm boven bodemoppervlak), B) kortdurende lichte droogval (vier weken droogval tot 5 cm onder het bodemoppervlak) en C) langdurige matige droogval (acht weken droogval tot 15 cm onder het bodemoppervlak). Na een droogvalperiode werd een winterperiode gesimuleerd door het waterpeil te verhogen tot het oorspronkelijke niveau, met water waarin 100  $\mu\text{mol}$  per liter ammoniumnitraat was opgelost. Deze concentratie is vergelijkbaar met de concentraties in het veld in de winterperiode als gevolg van atmosferische stikstofdepositie. Daarnaast werd aan alle behandelingen een hoeveelheid vers organisch materiaal toegevoegd ter grootte van de jaarlijkse productie van sapropelium in vennen als gevolg van het afsterven van waterplanten, helofyten en inwaai van bladeren en stuifmeel. Droogval werd gerealiseerd door de waterlaag boven de venbodems af te pompen, waarbij werd bijgehouden hoeveel stikstof op deze wijze werd afgevoerd. Op basis van deze stikstofafvoer en de stikstoftoevoer via het stikstofhoudende water en het sapropelium, werd per behandeling de netto stikstoftoevoer berekend (figuur 4). In totaal werden drie perioden van tijdelijke droogval (bij drie verschillende droogvalregimes) achtereenvolgend gesimuleerd, waarbij na iedere droogvalperiode

# n op stikstofverliezen en fosfaatbinding



fotos Hilde Tomassen

**Figuur 1.** Links: Drooggevallen oever van het Ronde ven (Bergvennen). Rechts: Detailfoto van de drooggevallen oever van het Ronde ven met waterlobelia.



**Figuur 2.** Sterk vereenvoudigde weergave van de effecten van tijdelijke droogval op stikstofverliezen en fosforbinding in de bodem. Boven de situatie onder permanent natte omstandigheden, waarbij er accumulatie van ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) optreedt en mobilisatie van fosfaat (weergegeven als P) onder invloed van ijzer- en sulfaat-reductie. Bij tijdelijke droogval wordt het geaccumuleerde ammonium geoxideerd tot nitraat en kan uiteindelijk als stikstofgas het systeem verlaten. Tijdelijke droogval zorgt ook voor de oxidatie van gereduceerde ijzerverbindingen en daarmee voor een betere fosfaatbinding in de venbodem.

het waterpeil is verhoogd tot het oorspronkelijke niveau. Gedurende het experiment werd de samenstelling van de waterlaag en poriewater (water in de bodem) gevolgd. Na afloop van deze drie droogvalperioden is bepaald hoeveel stikstof in de bodem gebonden was.

**Duidelijke effecten**

De duur en mate van droogval bepalen in hoge mate het effect van tijdelijke droogval op de venbodem, waarbij zoals verwacht de samenstelling van het poriewater sterker werd beïnvloed dan van de waterlaag. Bij het Eendenven hadden korte periodes van droogval (vier weken) tot 5 cm onder het bodemoppervlak weinig effect op de samenstelling van het poriewater. Dat komt doordat de bodems uit het Eendenven meer organisch materiaal bevatten en hierdoor minder snel uitdrogen en oxidatieprocessen daardoor niet of pas later op gang komen. Bij acht weken droogval tot 15 cm onder het bodemoppervlak, werden wel duidelijke effecten op het poriewater in de Eendenvens gemeten. Bij het Beuven had vier weken droogval al significante effecten op de samenstelling van het poriewater, maar de effecten waren nog groter bij acht weken droogval. Droogval stimuleerde nitrificatie en leidde tot een sterke tijdelijke toename van de nitraatconcentraties in het poriewater en een afname van de ammoniumconcentraties. Bij het Beuven nam de concentratie ortho-fosfaat (reactief fosfaat) in het poriewater af bij regelmatige droogval van de bodem, doordat gereduceerde ijzerverbindingen in de bodem werden geoxideerd en daarmee het fosfaatbindende vermogen van de bodem

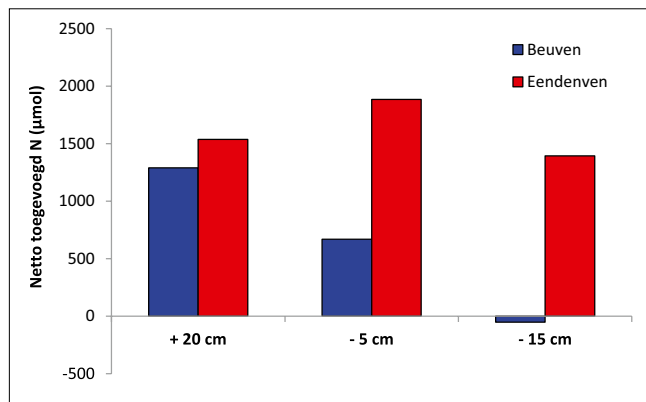
foto's: Hilde Tomassen



**Figuur 3.** In het Beuven (links) en het Eendenven (midden) zijn bodemkernen voor het experiment (rechts) verzameld.



**Figuur 4.** Netto hoeveelheid anorganisch stikstof (nitraat + ammonium) dat werd toegevoegd aan de bodemkernen uit het Beuven (blauw) en Eendenven (rood) bij drie verschillende droogvalregimes. Weergegeven zijn gemiddelde concentraties. De netto hoeveelheid stikstof werd berekend door de hoeveelheid stikstof dat werd toegevoegd via het stikstofhoudende water en het sapropelium te corrigeren voor de hoeveelheid stikstof dat werd afgevoerd door het leegpompen van de cilinders aan de start van een droogvalperiode of bij de +20 cm behandeling bij het verversen van de waterlaag.



toenam. Bij langdurige vernatting nam de ortho-fosfaatconcentratie weer langzaam toe doordat onder permanent natte omstandigheden fosfaat minder sterk in de bodem gebonden werd.

De toename van nitrificatie is een belangrijke eerste stap in het stimuleren van stikstofverlies uit venbodems. De volgende stap is de omzetting van nitraat naar stikstofgas, dat kan ontsnappen naar de atmosfeer. Binnen de beperkte opzet van het experiment was het niet mogelijk aan de hand van een sluitende stikstofbalans te berekenen hoeveel stikstof via denitrificatie is ontsnapt. Wel is bekend hoeveel stikstof netto bij iedere behandeling was toegevoegd. Bij het Beuven is door de sterke nitraatmobilisatie bij droogval zelfs sprake van een netto afvoer van stikstof tijdens het experiment. Voor de veldsituatie betekent dit dat tijdens en na droogval via uitspoeling en/of oppervlakkige afvoer stikstof in de vorm van nitraat het ven kan verlaten.

Er zijn ook duidelijke aanwijzingen gevonden dat er stikstofverlies via denitrificatie heeft plaatsgevonden. De concentratie bodemgebonden stikstof in de bodem uit het Eendenvan was bij droogval gedurende acht weken lager dan verwacht op basis van de netto hoeveelheid toegevoegd stikstof.

Een indicatie voor denitrificatie in de Beuvenbodems is dat tijdens de eerste droogvalperiode de nitraatconcentratie in het poriewater al tijdens droogval weer afnam en dat de ammoniumconcentratie na hervernatten lager was. Het nitraat dat tijdens droogval in de geoxideerde toplaag van de bodem werd gevormd, is waarschijnlijk in de diepere, permanent natte, delen gedenitrificeerd tot stikstofgas en ontsnapt (figuur 2). Samen met de afname van de concentratie bodemgebonden stikstof, zijn er dus sterke aanwijzingen dat tijdelijke droogval ook in de bodems uit het Beuven heeft geresulteerd in stikstofverliezen via denitrificatie.

### Richtlijnen voor peilbeheer

Uit het onderzoek volgen enkele richtlijnen voor het peilbeheer. Bij ingrepen in het peilbeheer is het belangrijk om alert te zijn op eventuele schadelijke bijwerkingen, bijvoorbeeld voor natte natuur elders in het terrein. Het advies is dan ook om de effecten van tijdelijke droogval van de venoever goed te monitoren.

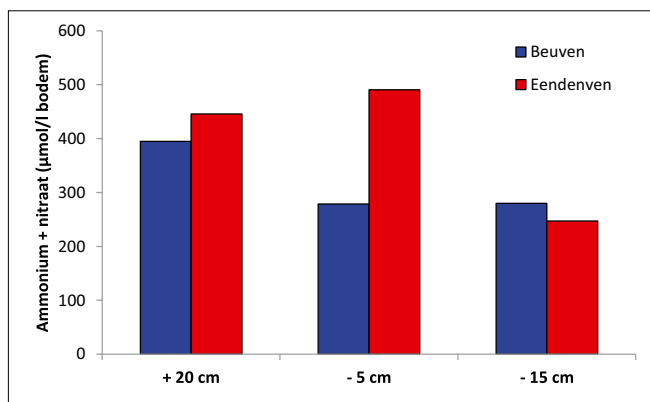
1. Versterkte droogval van venoevers kan het beste worden toegepast in de tweede helft van het zomerhalfjaar omdat de temperaturen dan hoog zijn en de waterstanden al laag. Daarmee wordt aangesloten op de natuurlijke timing van droogval, waar veel diersoorten die op oevers leven zijn aangepast.
2. Stikstofafvoer door droogval kan alleen in vennen met een flink oppervlak en regelmatig droogvallende oever en/of venbodem. In vennen met stabiel hoge waterstanden, zoals hoogveenvennen, is het vergroten van de waterstanddynamiek niet geschikt. Droogval leidt dan tot het afsterven van veenmossen en versnelde afbraak van het veen. Ook dient geïnduceerde droogval niet tot sterke ontwatering van grondwater gevoede habitattypen elders in het terrein te leiden.
3. Het peil moet voldoende zakken om gedurende enkele weken uitdroging van de toplaag van de bodem te veroorzaken. Daardoor zijn vennen met steile oevers ongeschikt. De toplaag moet niet meer waterverzadigd zijn want zuurstof moet in de bodem kunnen doordringen. Voor een minerale zandbodem is het voldoende wanneer het grondwaterpeil minstens 10 cm beneden maaiveld staat. Voor organische bodems, en waarschijnlijk ook voor lemige bodems met een grote capillaire werking, moet het peil verder zakken.
4. Het veel verder zakken van het peil leidt waarschijnlijk niet tot een significant verdere verbetering van de waterkwaliteit, omdat de waterkwaliteit vooral wordt beïnvloed door uitwisseling van stoffen met de toplaag van de waterbodem. In vennen met dikke sliblagen kan een eenmalige uitdroging tot onderin de sliblaag een mogelijke herstelmaatregel zijn, maar de effecten zijn dan sterk afhankelijk van de samenstelling van het slib. Alleen bij slib met een gunstige Fe/P-verhouding (veel ijzer ten opzichte van fosfor) zal uitdroging van de sliblaag de waterkwaliteit verbeteren. Het is belangrijk om alert te zijn op te sterke verzuring als gevolg van oxidatie van geaccumuleerde gereduceerde verbindingen (bijvoorbeeld ijzersulfiden).
5. De eerste jaren na de start van een versterkte peilfluctuatie, en in droge jaren, vindt er een extra sterke mobilisatie van stikstof en ook zwavel plaats. Wanneer het ven weer volloopt,

- lossen deze stoffen op in de waterlaag. Het verdient de voorkeur om dit stikstof- en zwavelrijke water vervolgens eenmalig af te voeren.
6. Regelmatige droogval is effectiever dan incidentele droogval. Droogval van de oever en/of venbodem is daarmee vooral een effectieve maatregel om eutrofiering te voorkomen. In reeds sterk geëutrofiëerde vennen waar zich in de loop van de jaren een dikke sliblaag heeft gevormd, zijn meer drastische maatregelen (verwijderen van de sliblaag) nodig. Regelmatige droogval kan voorkomen dat organisch materiaal zich opnieuw gaat ophopen. Neem als richtlijn dat een groot deel van het oeveroppervlak in 2 van de 3 jaren droogvalt.
7. De effecten van droogval kunnen ook worden bereikt door de uitbreiding van isoetiden, wortelende waterplanten met een rozet van stevige priemvormige bladeren, die de bodem sterk doorluchten. In vennen met een slibarme bodem waar geen isoetiden (meer) aanwezig zijn, kan de introductie of aanplant van soorten als oeverkruid en kruipende moerasweegbree mogelijk een alternatief zijn voor droogval.
8. Wanneer een ven ingrijpend wordt heringericht of wanneer een nieuw ven wordt aangelegd, adviseren wij om een groot oppervlak droogvallende oever aan te leggen. Dit schept niet alleen goede kansen voor oevervegetaties van vennen (waarin zich doorgaans de meest bijzondere plantensoorten bevinden), maar dit vergroot ook de capaciteit voor stikstofafvoer en fosfaatvastlegging van het systeem.

### Beslisboom en vennensleutel

We hebben een beslisboom gemaakt die kan helpen bij het maken van de juiste keuzes voor de inzet van peilfluctuaties. Daarin wordt stapsgewijs doorlopen onder welke omstandigheden en op welke wijze peilfluctuaties kunnen worden ingezet. De volledige rapportage van het beschreven OBN-onderzoek met in de bijlage de beslisboom, en de vernieuwde vennensleutel staan op de website [Natuurkennis.nl](http://Natuurkennis.nl). De sleutel maakt het functioneren van vennen en de mate van aantasting inzichtelijk. Aan de hand van vragen over het historische en hedendaagse voorkomen van soorten, metingen in water- en bodemchemie en veranderingen in landgebruik krijgt men een beeld van de vroegere en huidige status van een ven en de potenties om door middel van beheer verloren natuurwaarden te herstellen.<

[h.tomassen@b-ware.eu](mailto:h.tomassen@b-ware.eu)



**Figuur 5. Bodemgebonden ammonium + nitraat ( $\mu\text{mol/l}$  bodem) in de bodems uit het Beuven (blauw) en Eendenvan (rood) na afloop van drie droogperiodes bij drie verschillende droogvalregimes. Weergegeven zijn gemiddelde concentraties ( $n = 3$ ).**