

Herstelstrategie H3130: Zwakgebufferde vennen

Arts, G.H.P., E. Brouwer & N.A.C. Smits

Leeswijzer

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het habitatype.

Dit habitatype betreft begroeiingen van zwakgebufferde vennen. Het onderscheid met de zeer zwak gebufferde vennen van habitatype 3110 is dat die vennen een lager gehalte aan bicarbonaat hebben. Zwakgebufferde vennen kunnen al dan niet gelimiteerd zijn door koolstof. Kenmerkend voor deze vennen is een groot aantal soorten, waaronder veel pioniersoorten van kale oevers en open water. De leefgemeenschappen van deze vensystemen – de plassen plus de oeverzones of venlaagtes – vertonen een grote variatie binnen een klein oppervlak. Dat komt door allerlei milieuverschillen binnen het systeem en overgangssituaties (gradiënten) in zones en fijnschalige mozaïeken. De standplaatscondities variëren van zeer voedselarm (oligotroof) tot voedselarm (mesotroof), van aquatisch tot vochtig, langdurig tot zeer kortstondig overstroomd enzovoort. Voor een deel betreft het systemen die zijn ontstaan uit uitgeveende hoogveenvennen. Sommige van de pioniergemeenschappen komen binnen vensystemen alleen voor op kale vochtige plekjes in het hogere gedeelte van de oeverzone. Die gemeenschappen zijn ook elders – buiten de vensystemen – op de zandgronden te vinden op plekken met vergelijkbare condities zoals op afgeplagde natte heide.

De begroeiingen vormen in de zwakgebufferde vensystemen veelal patronen van smalle zones of mozaïeken of ze zijn met elkaar verweven zoals 'schering- en inslag'. Daarom worden binnen dit habitatype in ons land geen subtypen onderscheiden. De begroeiingen behoren tot vier verschillende verbonden van plantengemeenschappen (het Potamion graminei, Hydrocotylo-Baldellion, Eleocharition acicularis uit de klasse Littorelletea uniflorae en het Nanocyperion flavescens uit de klasse Isoeto-Nanojuncetea). Drijvende waterweegbree (Luronium natans) kan in sommige van de zwakgebufferde vennen van dit habitatype grote populaties vormen. Het is een te beschermen soort volgens de Habitatrictlijn Bijlage II. Door

onder meer verzuring en atmosferische vermisting gaan in de zwakgebufferde vennen soorten overheersen zoals Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), en/of veenmossen. Vermisting met fosfaat leidt tot toename van Pitrus (*Juncus effusus*). Vennen waarin voor zwakgebufferde vennen kenmerkende gemeenschappen en soorten ontbreken, worden niet tot het habitatype gerekend.

Bij het bepalen van het habitatype van een ven, is het belangrijk het gehele venlichaam in ogenschouw te nemen. Wanneer in een ven naast de voor habitatype H3130 kenmerkende planten-gemeenschappen ook de voor habitatype H3110 kenmerkende gemeenschap (*Isoeto-Lobelietum*) aanwezig is, wordt het gehele ven als mozaïek van beide habitatypen beschouwd. Het beheer zal in dergelijke gevallen vooral op het meer zeldzame en meer bedreigde habitatype H3110 gericht moeten zijn. De begroeiingen van habitatype H3130 en H3110 kunnen ook mozaïek-begroeiingen vormen met aquatisch voorkomende kranswierbegroeiingen (*Nitellion flexilis*) van habitatype H3140 (kranswierwateren). Deze worden dan als onderdeel van H3110 of H3130 opgevat.

In de Zwak gebufferde vennen komen een heel aantal soorten voor van de Vogel- of Habitatrictlijn richtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast zijn er tien typische soorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht. De specifieke effecten voor fauna worden beschreven in Deel I (paragraaf 2.4). Afhankelijk van het belang en de functie van dit habitatype voor de soorten, kunnen ook andere habitats noodzakelijke onderdelen van het leefgebied vormen. Voor een volledig overzicht van de deelhabitats, zie bijlage 1 en 2 van Deel II.

Soortgroep	VHR-soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Vaatplanten	Drijvende waterweegbree	Groot	Ja	Concurrentie door andere waterplanten en algenbloei
Weekdieren	Platte schijfhoren	Klein: foerageer-, voortplantings- en winterrustgebied	Ja (maar hogere KDW is logischer)	Afname voortplantingsgelegenheid (2)
Libellen	Gevlekte witsnuitlibel	Groot: foerageer- en voortplantingsgebied	Ja (maar hogere KDW is logischer)	Afname voortplantingsgelegenheid (2)
Amfibieën	Kamsalamander	Klein: foerageer- en voortplantingsgebied	Ja*	Fysiologische problemen (5)
Vogels	Dodaars	Groot: foerageer- en voortplantingsgebied	Ja, alleen in de oeverzone	Afname nestgelegenheid (2)
Vogels	Geoorde fuut	Groot: foerageer- en voortplantingsgebied	Ja, alleen in de oeverzone	Afname nestgelegenheid (2)
Vogels	Grauwe klauwier	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibesikbaarheid (6)
Vogels	Ijsvogel	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibesikbaarheid (6)
Vogels	Oeverzwaluw	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibesikbaarheid (6)

Soortgroep	VHR-soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Vogels	Pijlstaart	Klein: foerageergebied	Mogelijk	Afname kwaliteit voedselplanten (4) + afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Roerdomp	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Slechtvalk	Klein: foerageergebied	Mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Visarend	Klein: foerageergebied	Mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Visdief	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Wespendief	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Woudaap	Klein: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Zeearend	Groot: foerageergebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Zwarte stern	Groot: foerageer- en voortplantingsgebied	ja (bij sterke verzuring)	Afname prooibeschikbaarheid (6)

Kamsalamander: * voor zover zuurstoftekort kan optreden agv van vermisting (bij lage N-belasting door andere bronnen of bij hoge P-belasting); verzuring geen probleem?

Soortgroep	Typische soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Amfibieën	Heikikker	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Amfibieën	Poelkikker	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Vogels	Dodaars	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Haften	<i>Leptophlebia vespertina</i>	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Kokerjuffers	<i>Agrypnia obsoleta</i>	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Libellen	Bruine winterjuffer	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Libellen	Kempense heidelibel	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Libellen	Oostelijke witsnuitlibel	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Libellen	Sierlijke witsnuitlibel	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)
Libellen	Speerwaterjuffer	Groot: foerageer- en voortplanting	Ja	Fysiologische problemen (5)

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument

(http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_3130.pdf).

Voorbeelden van goed ontwikkelde vennen van Habitatype H3130 vormen het Beuven op de Strabrechtse heide en De Banen in Noord-Limburg.

2. Ecologische randvoorwaarden

Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt uitgegaan van de omstandigheden van twee meest kenmerkende gemeenschappen, te weten de Associatie van Vlottende bies en de Associatie van Veelstengelige waterbies (06Ac02, 06Ac03), aangevuld met vier kenmerkende gemeenschappen (Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid (06Ab01), Pilvaren-associatie (06Ac01), Associatie van Waterpunge en Oeverkruid (06Ac04) en Naaldwaterbies-associatie (06Ad01)) en de minst kenmerkende Associatie van Kleinste egelskop (06Ab02; Schaminée et al. 1995).

2.1 Zuurgraad

Het kernbereik is pH 4,5–7,5 (Runhaar et al. 2009). Voor het voorkomen van de karakteristieke plantengemeenschappen echter is het bereik nauwer begrensd, namelijk van pH 5,5–7,0 (Arts et al. 2001). In dit bereik kunnen alle kwalificerende vegetaties optimaal voorkomen. Onder pH 6,0 gaat de Associatie van Waterpunge en Oeverkruid verdwijnen, onder pH 5,5 de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid, onder pH 5,0 de Naaldwaterbies-associatie en de Pilvaren-associatie, terwijl de Associatie van Veelstengelige waterbies, de Associatie van Vlottende bies en de Associatie van Kleinste egelskop het dan nog uithouden.

2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik voor de voedselrijkdom is van zeer voedselarm tot matig voedselarm (Runhaar et al. 2009). Ten aanzien van de voedselrijkdom dient onderscheid te worden gemaakt tussen de voedselrijkdom van het sediment en de voedselrijkdom van het water. Voor het habitatype is de zeer voedselarme toestand van de waterlaag de optimale conditie. De voedselrijkdom van het sediment is matig voedselarm.

Alleen de Associatie van Veelstengelige waterbies kan ook op zeer voedselarme bodems voorkomen en juist niet op matige voedselarme bodem (Runhaar et al. 2009).

2.3 Vochttoestand

Het kernbereik voor de vochttoestand van ondiep droogvallen tot diep water (Runhaar et al. 2009). Ondiep droogvallen vormt de optimale conditie. In diep water komen de gemeenschappen alleen voor als het water heel helder is, bijvoorbeeld in zandwinningen tot op meer dan 5 meter diepte (Brouwer & Smolders 2006). Onder verzuurde of geëutrofeerde omstandigheden worden de karakteristieke soorten teruggedrongen naar de littorale zone (=de zone die droog valt in de zomer) (Arts 2002).

2.4 Buffercapaciteit

Zwak gebufferde vennen kenmerken zich door een relatief lage buffercapaciteit. In hydrologisch opzicht ontvangen zij weinig aangereikt grondwater en kenmerken zich ook niet door sterk gebufferde lagen in de ondergrond. Doordat vennen waren opgenomen in het kleinschalige, half-natuurlijke landschap van de 19^e en de eerste helft van de 20^e eeuw, werden zij extensief door de mens gebruikt. Dit kleinschalige menselijk gebruik droeg bij aan het genereren of in stand houden van een geringe mate van buffering. Van oorsprong worden zwak gebufferde vennen gevoed door regenwater en lokaal grondwater. Regenwater en lokaal grondwater zijn lokaal aangereikt met bufferende stoffen. Ook kan inwaaiend stuifzand hebben bijgedragen tot een geringe buffering. Voorgaande factoren maken dat dit type vennen gevoelig is voor verzuring.

Zwak gebufferde vennen kunnen verschillen in hun buffercapaciteit, bijvoorbeeld als gevolg van de hydrologische ligging of als gevolg van verschillen in bodem. Deze buffercapaciteit bepaalt sterk de mate van bufferend vermogen van deze vennen. Zo zijn vennen met een minerale zandbodem gevoeliger voor verzuring dan vennen met een organische bodem.

2.5 Beschikbaarheid van koolstofdioxide (CO₂)

Zwak gebufferde vennen zijn arm aan arm aan koolstof, zowel in de vorm van bicarbonaat als in de vorm van koolstofdioxide. Ze zijn vaak rijker aan koolstof dan vennen van het habitatype 3110. Op basis van de beschikbaarheid van koolstofdioxide kunnen vennen die tot habitatype 3130 behoren, onderverdeeld worden in twee subtypen. De vennen die tot het eerste subtype behoren zijn armer aan koolstofdioxide. Koolstof is beperkend aanwezig in de waterlaag. In deze vennen komen voornamelijk planten voor die koolstof en voedingsstoffen halen uit het sediment. Het betreft dan voornamelijk plantengemeenschappen die gerekend kunnen worden tot het *Eleocharition acicularis*. Als de beschikbaarheid van koolstof in de waterlaag toeneemt in deze vennen door toestroom van CO₂-rijk grondwater of als gevolg van de ontwikkeling van afbraak van organisch materiaal op de waterbodem, verschijnen ook soorten die koolstof uit de waterlaag kunnen benutten. Plantengemeenschappen die onder deze omstandigheden voorkomen kunnen gerekend worden tot het *Hydrocotylo-Baldellion*.

2.6 Landschapsecologische processen

Zie de informatie uit de landschapsdoorsneden (Deel III).

2.7 Regulier beheer

Zwak gebufferde vennen kennen geen regulier beheer.

3. Effecten van stikstofdepositie

De kritische depositiewaarde voor stikstof is vastgesteld op 571 mol N/ha/jaar (8 kg N/ha/jaar; [Van Dobben et al. 2012](#)). Dit getal is een expert oordeel op basis van wat meer buffering dan H3110, passend binnen empirische deulrange (5–10 kg gezien het Atlantisch karakter; [Bobbink & Hettelingh 2011](#)). Depositieniveaus boven de kritische stikstofdepositie waarde kunnen leiden tot zowel verzuring als vermesting.

3.1 Verzuring

Onderzoek naar de effecten van verzuring in zeer zwak gebufferde en zwak gebufferde vennen dateert uit de jaren tachtig van de vorige eeuw. Zwak gebufferde vennen hebben een optimale alkaliniteit tussen 0,3 en 1,0 meq/L (Arts et al. 1990a). Bij herstel van vennen en om mobilisatie van fosfaat uit de bodem te voorkomen, wordt vaak een lagere alkaliniteit van 0,1 – 0,3 meq/L als doel gesteld voor herstel. Vanwege deze geringe buffering, kan depositie van N en S resp. indirect en direct leiden tot verzuring. Extra ammonium zal worden genitrificeerd in deze wateren (bij pH > 4.0). Gedurende dit proces worden H⁺-ionen gevormd waardoor de pH daalt. Experimentele studies hebben aangetoond dat een behandeling van 2 jaar met 19 kg N/ha/jaar al tot grote veranderingen leidt (Schuurkes et al. 1987). Wanneer als gevolg van deze verzuringsprocessen de pH daalt beneden 5, zullen zuur-intolerante zacht-water soorten verdwijnen. Dit zijn bijv. soorten als *Potamogeton gramineus*, *Pilularia globulifera*, *Echinodorus ranunculoides* en *Eleocharis acicularis* (Arts et al. 1990b). Soorten zoals bijv. *Potamogeton polygonifolius*, *Luronium natans*, *Ranunculus ololeucos*, *Scirpus fluitans* en *Littorella uniflora* kunnen beneden pH 5 nog aanwezig blijven. In het traject beneden pH 5 zullen ondergedoken veenmossen verschijnen of reeds verschenen zijn. Zij kunnen de zacht-water planten die nog aanwezig zijn, overwoekeren. Naast uitbundige groei van veenmossen treedt vaak ook (tijdelijke) woekering van knolrus op (Roelofs et al. 1984). In sterk verzuurde wateren (pH beneden 4.5) zullen de zacht-water planten verdwijnen als gevolg van overwoekering door bovengenoemde snel groeiende soorten, en bovendien ook Sikkelmos (Roelofs et al. 1984). Deze soorten maken onder deze omstandigheden optimaal gebruik van de hoge stikstof- en koolstofbeschikbaarheid en kunnen daardoor snel biomassa opbouwen (Schuurkes et al. 1986). Op den duur zullen alle waterplanten uit verzuurde vennen verdwijnen als gevolg van koolstoflimitatie (Arts et al. 1990a).

3.2 Vermesting

Zwak gebufferde vennen zijn matig voedselarm. Ze worden gevoed door regenwater en lokaal grondwater. Dit watertype is zeer arm aan voedingsstoffen en bicarbonaat. Anorganisch stikstof (i.e. door planten vrij opneembaar stikstof) en fosfaat zijn in deze vennen limiterend voor de plantengroei. Anorganisch stikstof is lager dan 10 µmol/L en stikstof is vooral beschikbaar als nitraat en niet of zeer weinig als ammonium. Ammonium wordt in deze wateren zeer snel omgezet in nitraat (zie 3.1). Fosfaatconcentraties zijn zeer laag (Arts et al. 2001). Van oorsprong is de productie van deze systemen zeer gering, organisch materiaal hoopt zich nauwelijks op en de successie verloopt zeer langzaam. Atmosferische depositie van stikstof leidt tot een aanrijking van deze vennen met ammonium en/of nitraat. In vennen met een overwegend minerale zandbodem en onder zuurstofrijke omstandigheden zal ammonium – afkomstig van atmosferische depositie – genitrificeerd worden tot nitraat. In vennen met een overwegend organische slibbodem waarin zuurstofloze omstandigheden overheersen, zal ammonium niet omgezet worden in nitraat. Hierdoor ontstaan verhoogde niveaus van ammonium in deze wateren die leiden tot een hogere productiviteit van soorten die ammonium snel kunnen benutten en snel kunnen groeien (Brouwer et al. 1997; Roelofs et al. 1984; Schuurkes et al. 1986).

3.3 Fauna

Voor het leefgebied van VHR en/of typische diersoorten geldt dat de effecten van stikstofdepositie via de volgende factoren doorwerken: afname voortplantingsgelegenheid, afname kwaliteit voedselplanten, fysiologische problemen en afname prooibeschikbaarheid. Een uitsplitsing van deze factoren naar de onderscheiden soorten is terug te vinden in de kenschets en een beschrijving van de specifieke factoren is terug te vinden in paragraaf 2.4 van Deel I.

Herstel van de buffercapaciteit (door afname van verzurende depositie en herstel van lokale hydrologie) en het verwijderen van organisch materiaal kan de fauna (deels) doen herstellen. Veel soorten kunnen baggerwerkzaamheden echter niet overleven indien hierbij in één keer het hele ven wordt opgeschoond (Van Kleef & Esselink 2004, Van Kleef et al. 2006). Het is niet vanzelfsprekend dat zij in staat zullen zijn terug te keren, als ze eenmaal zijn verdwenen.

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie kunnen beïnvloeden

4.1 Omliggende vegetatie (heiden, graslanden en bossen)

De structuur van de vegetatie is van invloed op de hoeveelheid stikstof die vanuit de atmosfeer wordt ingevangen. Het inziggebied (lokale hydrologische voedingsgebied) van vele vennen is vooral in de periode 1850–1900 bebost met grove den (Arts et al. 1988). In sommige delen van Nederland vonden deze bebossingen plaats tot in de 20^e eeuw. Omdat dennenbossen verzurende stoffen uit de atmosfeer filteren, dragen zij bij aan waterverzuring en stikstofverrijking. Bebossing van het hydrologisch voedingsgebied van vennen heeft deze toevoer van stikstof verergerd. Via regenwater en lokaal jong grondwater wordt stikstof vanuit het inziggebied van een ven naar het ven getransporteerd. Het vrijstellen van vennen en het kappen van bos dragen bij aan een verminderde stikstofdepositie op vengebieden. Op deze wijze kan het beheer van omliggende gebieden bijdragen aan een vermindering van de invang van atmosferische depositie. Het lokale hydrologische voedingsgebied van een ven kan zich uitstrekken tot enkele honderden meters van de venoever. Ook kan het verwijderen van bos op de oever de bladinwaai verminderen en de windwerking herstellen. Hierdoor ontstaan soms spontaan weer kleine oppervlakten minerale bodems op geëxponeerde plaatsen (Brouwer et al. 2009).

Vennen die alleen of in kleine groepjes in kleine heidegebieden geïsoleerd in het landschap gelegen zijn, staan het meest onder invloed van hun omgeving. Deze vennen zijn slechts door een relatief kleine strook heide of bos afgescheiden van het omliggende landbouwgebied, Hierdoor staan zij het meest onder invloed van de eventuele extra invang van stikstof vanuit deze omgeving.

4.2 Verdroging

Zwak gebufferde vennen kunnen verschillen in hydrologie. Wanneer vennen lager gelegen zijn in het landschap in de nabijheid van beken, worden/werden zij meer of minder frequent doorstroomd met oppervlaktewater. Het betreft hier doorstroomvennen (Van Kleef 2010) en beekdalvennen. Zwak gebufferde vennen die niet doorstroomd of overstroomd werden/worden met oppervlaktewater, zijn afhankelijk van lokaal grondwater. Zij worden vaak van nature gekenmerkt door wisselende waterstanden.

Het voornaamste effect van verdroging in zwak gebufferde vennen is de afname van de voeding met grondwater. In vennen betreft dit altijd lokaal grondwater. Als gevolg van een verminderde aanvoer van grondwater wordt minder ijzer en minder koolstofdioxide aangevoerd.

Als gevolg van de wisselende waterstanden die van nature in zwak gebufferde vennen voorkomen, vallen grote delen van de oeverzone in de zomer droog. Schotelvormige vennen

kunnen zelfs geheel droog vallen. Deze mate van droogval is in algemene zin kortdurend en deze is gunstig voor het venecosysteem: mineralisatie van organisch materiaal wordt hierdoor bevorderd, organische laagjes drogen op en worden door de wind verspreid. Dit draagt bij aan een vermindering van de ophoping van organisch materiaal. Als gevolg van verdroging kan de mate waarin vennen droogvallen veranderen, bijv. vennen die eerst kortdurend gedeeltelijk droog vielen, vallen nu helemaal en ook langdurig droog. Hierdoor wordt het vochttekort groter, hetgeen leidt tot verschuiving in concurrentieverhoudingen en verschuivingen in soorten. Ook wordt organisch materiaal afgebroken en komen voedingsstoffen vrij. Verdroging door ontwatering in het inrijgebied van vennen kan ertoe leiden dat het peil in de winter niet meer maximaal wordt, waardoor de hogere oeverzone dichtgroeit en geen kiemingsmogelijkheden meer biedt voor kieming van karakteristieke zacht-water-soorten.

Als gevolg van droogval van vennen kunnen ook oxydatieprocessen optreden, zoals oxydatie van sulfiden tot sulfaat. In droge jaren of als gevolg van verdroging worden hierdoor sulfaat en H^{+-} ionen gegenereerd waardoor de pH sterk daalt (Van Dam & Mertens 2004; 2008ab). Ook kunnen bij heftige regenval en bij afstroming over het zure voedingsgebied van een ven (bijv. droge heide) incidenteel extreem lage pH-waarden optreden.

4.3 Afgenomen zwavel- en stikstofdepositie

Een groot deel van de achteruitgang van de levensgemeenschappen in zwak gebufferde vennen is het gevolg van luchtverontreiniging: depositie van zwavel en stikstof. Na 1990 is de depositie van zwavel zeer sterk afgenomen en de depositie van stikstof in mindere mate. De verminderde depositie heeft tot gevolg gehad dat de concentraties van ammonium, nitraat, sulfaat en aluminium in deze vennen zijn afgenomen (Van Dam 1996, Brouwer et al. 1997, Van Kleef et al. 2010). Ook is de pH gemiddeld met bijna een halve eenheid gestegen. De stijging van de pH gaat gepaard met de stijging van de buffercapaciteit. Tussen de verschillende vennen bestaat echter een aanzienlijke variatie (Brouwer et al. 2009). De gehalten aan zwavel en stikstof zijn in de Noord-Nederlandse vennen aanzienlijk lager dan in Zuid-Nederland (Arts et al. 2002). De dikte van de sliblaag is echter in die periode nauwelijks veranderd. Kiezelslachten laten een aanzienlijk herstel zien als gevolg van de verbeterde waterkwaliteit. Echter venplanten herstellen zich nauwelijks, waarschijnlijk door de aanwezige sliblaag (Arts et al. 2001, Bouwer et al. 2009). In vennen die door de afname van de verzurende depositie minder zuur zijn geworden, kan de sliblaag sneller afbreken, waardoor fosfaat wordt nageleverd aan de waterlaag (Van Kleef et al. 2010) en zuurstofgebrek in de bovenste lagen van het sediment optreedt. Het opkomen van afbraakprocessen in deze sliblaag (Van Kleef et al. 2010) heeft waarschijnlijk een negatieve invloed op bodembewonende fauna (Van Kleef 2010).

Aangezien bij de huidige atmosferische depositie en in vennen waar nog geen herstelbeheer is uitgevoerd, nog geen volledig autonoom herstel optreedt maar juist een verdere verslechtering wordt waargenomen, blijft eenmalig ingrijpen nodig voor zwak gebufferde vennen. Dit is des te meer noodzakelijk omdat de in het verleden opgehoopte stikstof en gereduceerde zwavelverbindingen in de sedimenten dienen te worden verwijderd alvorens echt herstel kan optreden ('opruimen van de erfenis uit het verleden'). Ook kunnen na opschonen nog steeds tijdelijke maatregelen zoals de inlaat van gebufferd grondwater en bekalking van de catchment noodzakelijk blijven.

De effecten van voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting in dit habitatype worden verder toegelicht in Intermezzo II van Deel I.

4.4 Aanvoer van eutroof oppervlaktewater of grondwater

Aanvoer van eutroof water naar zwak gebufferde vennen kan op twee manieren plaatsvinden, namelijk via oppervlaktewater en via grondwater. Met grondwater wordt vaak meer ijzer aangevoerd dan fosfaat, waardoor de netto fosfaataanvoer vrijwel nihil is. Ijzer bindt namelijk fosfaat. Wel wordt vaak veel stikstof en zwavel aangevoerd met grondwater. Met oppervlaktewater worden vaak fosfaat en stikstof aangevoerd, en soms ook zwavel. In afwezigheid van zuurstof wordt nitraat in grondwater gereduceerd waarbij tegelijkertijd gereduceerde ijzersulfiden (pyriet) worden geoxideerd. Uit het pyriet wordt dan sulfaat en zuur gevormd. Hierdoor nemen ook de sulfaatconcentraties in grondwater toe. Dit kan leiden tot extra aanvoer van sulfaat naar vennen via het grondwater.

Met de aanvoer van stikstof en fosfaat gaat de productie van de vegetatie aanzienlijk omhoog. Zijn het in geval van eutrofiëring als gevolg van stikstofdepositie specifiek stikstofminnende plantensoorten, in het geval van de aanvoer van fosfaat- en stikstofrijk water leidt dit tot de overheersing van soorten die stikstof- én fosfaatminnend zijn; deze soorten zijn karakteristiek voor vegetatietypen van de Rietklasse en de Tandzaadklasse.

Door aanvoer van eutroof oppervlaktewater of grondwater kan een overmaat aan fosfor worden aangevoerd. In dergelijke situaties met een overmaat aan fosfor kan stikstof limiterend zijn voor plantengroei (Brouwer et al. 2001). De verhouding van beide voedingsstoffen bepaalt namelijk welke van de twee in het minimum aanwezig is. Aanvoer van stikstof via atmosferische depositie kan stikstoflimitatie opheffen indien een overmaat aan fosfaat aanwezig is en zorgen voor een extra stimulus van de plantengroei in deze vennen. Hierdoor ontstaan bijvoorbeeld Pitrus ruigten en verdwijnen dwergbiezengemeenschappen).

4.5 Klimaatverandering

Door stijging van de CO₂ concentratie kunnen concurrentieverhoudingen van isoetiden verschuiven naar vederkruiden en bronmos (Spierenburg et al. 2009). Meer neerslag in de winter leidt tot een verhoogde aanvoer van stikstof. Door meer neerslag in de zomer vallen venoevers minder droog hetgeen mogelijk leidt tot mobilisatie van fosfaat en retentie van stikstof. Deze ontwikkelingen worden mogelijk tegengewerkt door een hogere frequentie van droogvallen.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

Voor meer gedetailleerde informatie over maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie wordt verwezen naar de Vennensleutel ([Vennensleutel](http://www.natuurkennis.nl), 17-05-06 (onderdeel van www.natuurkennis.nl)). In tijd en ruimte gefaseerd verwijderen van vegetatie draagt bij aan de overlevingskansen van de Drijvende waterweegbree. Voor de Platte schijfhoren, Kamsalamander en Gevlekte witsnuitlibel is laag frequent en gefaseerd baggeren of slib verwijderen een effectieve herstelmaatregel. Voor de Dodaars, Geoorde fuut, Grauwe klauwier, Roerdomp en Woudaap is het belangrijk de venoever gefaseerd vrij te stellen, met behoud delen met hoge (riet)vegetatie voor grotere prooibesikbaarheid. Voor de Visdief is het waarschijnlijk belangrijk om gefaseerd op te schonen voor behoud en herstel prooibesikbaarheid (hypothese).

5.1 Hydrologisch herstel

Voor zwak gebufferde vennen geldt dat herstel van de hydrologie een eerste vereiste is, daar waar deze niet meer de gewenste kwantiteit of kwaliteit heeft. Vennen zijn meestal onderdeel van de lokale hydrologie. In vergelijking met zeer zwak gebufferde vennen zijn zwak gebufferde vennen onderdeel van een relatief groter hydrologisch systeem. Herstel van deze hydrologische systemen kan o.a. worden gerealiseerd door:

- Dempen of omleggen van ontwaterende, diepe leidingen in het inzigggebied van het ven of het vennengebied.
- Aanvoer van eutroof oppervlaktewater stoppen.

Vaak zijn interne maatregelen en maatregelen in het directe inzigggebied van het ven niet voldoende om te komen tot een stabiele waterhuishouding, maar zijn ook maatregelen in de ruimere omgeving van het ven noodzakelijk (Everts et al. 2005). Het vasthouden van regenwater in een verdroogde situatie kan leiden tot een verdere afname van de grondwaterinvloed en kan dus juist een achteruitgang van flora en fauna veroorzaken.

5.2 Afvoer van voedingsstoffen

5.2.1 Verwijdering organische sedimenten

In huidige zwak gebufferde vennen verhinderen de veranderingen die in de toestand van vennen hebben plaats gevonden als gevolg van eutrofiëring en vermesting, zoals de aanwezigheid van een sliblaag, de terugkeer van de zacht-water-vegetaties. Actief beheer in de vorm van de verwijdering van organische sedimenten is momenteel de enige optie voor een spoedig herstel van de levensgemeenschap in deze verzuurde en vermeste vennen (Brouwer et al. 2009; Van Kleef 2010). De verwijdering van organische sedimenten is vaak ook gunstig voor herstel van de fauna (Van Kleef 2010), maar niet in alle gevallen (Ketelaar 2001). In CO₂-rijke vennen kan de verwijdering van de sliblaag ongunstig uitwerken, omdat C hierdoor beperkend wordt. Indien de hydrologie niet intact is en via grondwater geen CO₂ wordt aangevoerd, kan overwogen worden om afgescheiden vendelen niet te baggeren ten behoeve van de vegetatie en de hiervan afhankelijke fauna.

Met de organische sedimenten worden opgehoopte nutriënten (stikstof, fosfaat, koolstof), zuur (gereduceerde zwavelverbindingen) en basische kationen (bufferstoffen) uit het systeem verwijderd. Belangrijk is dat afvoer van deze organische sedimenten niet los kan worden gezien van herstel van de buffercapaciteit (5.3) en in combinatie dient te worden uitgevoerd. Zoals eerder aangegeven kunnen onder de huidige atmosferische depositie, waarin de sulfaatdepositie sterk is afgenomen, de beoogde kwaliteiten in zwak gebufferde vennen weer voorkomen, kunnen deze vennen langer in stand blijven, treedt herverzuring minder snel op en zijn herstelmaatregelen pas na meer dan 20 jaren weer nodig.

Voor de fauna zou de verwijdering van organische sedimenten gefaseerd moeten plaats vinden om refugia te behouden ten behoeve van diersoorten die nog in de vennen voorkomen. (Brouwer et al. 2009; Ketelaar 2001; Van Kleef 2010; Van Kleef et al. 2001). Veel soorten macrofauna kunnen baggerwerkzaamheden niet overleven indien hierbij in één keer het hele ven wordt opgeschoond (Van Kleef & Esselink 2004; Van Kleef 2010). Voor de meeste planten van zeer zwak gebufferde vennen is dit niet erg aangezien zij langlevende zaden produceren. Echter veel nog aanwezige karakteristieke diersoorten verdwijnen en het is niet vanzelfsprekend dat zij in staat zullen zijn terug te keren (Brouwer et al. 2009, Van Kleef 2010). Bosman et al. (1999), Ketelaar

(2001) en Van Kleef (2010) geven een aantal opties om te voorzien in de overleving van nog aanwezige soorten in geval van baggerwerkzaamheden:

- Fasering in de tijd en ruimte. Niet het hele ven en de oever in één keer opschonen, maar indien mogelijk een deel van het ven afscheiden en pas opschonen als het herstelde deel bevolkt is door dieren uit het niet-geschoonde deel. Ketelaar (2010) geeft als richtlijn om minimaal 10 % van de oever- en watervegetatie in stand te houden t.b.v. de libellenpopulaties. Ook plaggen dient gefaseerd plaats te vinden, slechts 25 % per jaar wordt aanbevolen (Ketelaar 2010). Een richtlijn kan zijn dat verdere opschoning niet plaats vindt voordat in het herstelde vendeel een tijdspanne is verlopen van enkele malen de lengte van de levenscyclus van de belangrijkste aanwezige fauna taxa.
- Nat baggeren, het ven uit baggeren zonder het geheel droog te leggen; ook kan overwogen worden om niet over te gaan tot baggeren wanneer bijzondere libellensoorten aanwezig zijn (Ketelaar 2001).
- Werken me zo licht mogelijk materiaal.
- Tijdelijk opslaan van organisch materiaal op oevers, opdat grote en sterke dieren terug kunnen kruipen.
- Delen van de oorspronkelijke vegetatie sparen.
- Maatregelen uitvoeren op het moment dat een te sparen soort zich op het land bevindt.
- Zorgen voor herstel van de buffercapaciteit.
- In algemene zin kan gesteld worden dat gefaseerd te werk gaan, niet te rigoureuus ingrijpen en enigszins 'slordig' werken – dat wil zeggen niet al het organisch materiaal verwijderen – richtlijnen zijn voor een faunavriendelijk venherstel (Brouwer et al. 2009; Van Kleef 2010; Ketelaar 2001).

Echter, om alle opgehoopte nutriënten en zuur te verwijderen is het juist niet aan te bevelen om gefaseerd organische sedimenten te verwijderen. Bij een gedeeltelijke verwijdering van deze sedimenten kan door herdistributie van achtergebleven organisch materiaal – vooral waar dit los slib betreft met een groot gehalte aan water – de water- en bodemkwaliteit ernstig te lijden hebben van zuur en voedingsstoffen die nageleverd worden vanuit deze restanten (Brouwer et al. 2009). Vanuit dit oogpunt wordt gefaseerd baggeren afgeraden in delen waar slib zich makkelijk kan herverdelen.

Het is ook belangrijk om organische sedimenten tot hoog op de oever te verwijderen teneinde een volledige zonering te kunnen herstellen van natte verlandingszones via vegetaties van natte heide naar vegetaties van droge heide.

Wanneer na opschonen de buffercapaciteit onvoldoende is, zullen aanvullende maatregelen dienen te worden genomen om verzuring te voorkomen. Deze maatregelen worden besproken in paragraaf 5.3.

5.2.2 Maaien en plaggen

Met maaien en plaggen in vennen worden vooral de venoevers bedoeld. Dit beheer staat vooral ten dienste van een herstel van de oeverzone. Maaien gecombineerd met afvoeren en plagwerkzaamheden zijn goede maatregelen in venlaagtes die 's zomers droogvallen. Maaibeheer wordt in drooggevallen vennen wel toegepast om de verlanding met riet tegen te gaan en de opslag van bomen in te perken. Maaien en plaggen kunnen ook geschikte maatregelen zijn om

lage vegetaties op de oever te herstellen, zoals amfibische venvegetaties, natte en droge heide en dwergbiezengemeenschappen.

5.3 Herstel van de buffercapaciteit

Na verwijdering van organische sedimenten treedt in zwak gebufferde vennen herstel van de vegetatie pas op als ook de buffercapaciteit wordt hersteld. Daarom dient te worden vastgesteld wat de mate van natuurlijke buffering is van het ven. De buffercapaciteit van een ven is de belangrijkste sleutelfactor voor verzuring. Wanneer deze onvoldoende is, zullen aanvullende maatregelen dienen te worden genomen om (her)verzuring te voorkomen.

Herstel van de waterhuishouding en herstel van lokale zwak gebufferde grondwatersystemen (lokale kwel) hebben de eerste prioriteit als het gaat om het herstel van de buffercapaciteit.

Wanneer het systeem zwak gebufferd was door de inlaat van gebufferd, voedselarm oppervlaktewater moet dus ook deze inlaat worden hersteld. Indien dit water te voedselrijk is, kan als tijdelijke maatregel gebufferd grondwater worden opgepompt en ingelaten.

Ook kan het inzigtgebied van het ven worden bekalkt. Dit kan echter alleen als aanvullende maatregel worden gebruikt, omdat alleen bekalking slechts leidt tot zeer zwak gebufferde omstandigheden. De maatregel kan vooral als aanvulling dienen in vennen met waterinlaat die tevens grote hoeveelheden verzuurd water uit het voedingsgebied ontvangen.

Deze maatregelen worden uitgebreid besproken door Brouwer et al. (2009). Deze auteurs hebben de effectiviteit van herstelmaatregelen in verschillende typen vennen onderzocht.

Zwak gebufferde vennen die nog steeds voldoende buffercapaciteit bezitten behoeven geen extra maatregelen die herstel van de buffercapaciteit beogen. Dit zijn bijvoorbeeld vennen die met zwak gebufferd grondwater in contact staan of vennen die een gebufferd sediment bevatten, zoals een leemlaag. Vòòr opstellen van herstelmaatregelen dient onderzocht te worden wat deze buffercapaciteit zal zijn na opschoning, bijv. als gevolg van de instroom van zeer licht gebufferd, jong grondwater of als gevolg van de aanwezigheid van de reeds genoemde bufferende sedimentlagen. Bij opschoning dienen deze bufferende sedimentlagen te worden gespaard.

Door Dorland et al. (2012) is gerekend aan de hoeveelheid extra kwel die nodig is om het verzurend effect van atmosferische stikstofdepositie te neutraliseren. Met behulp van de SWAP code zijn hierbij kwelfluxen over de onderrand van een 3m dik bodemprofiel (varierend van 0 tot 2 mm/d) en drie bodemtypen doorgerekend. In dit habitatype is kwel hydrologisch gedefinieerd als de grondwaterflux over de venbodem. De verhoging van de benodigde kwelflux bleek onder de gegeven modelrestricties lineair toe te nemen met de zuurdepositie, doordat de extra kwel direct terechtkomt in het leefmilieu voor planten en dieren, de bodem of het venwater. Door deze lineaire relatie is de verhoging van de kwelflux niet afhankelijk van de huidige kwelflux (Dorland et al. 2012).

5.4 Vrijstellen inzigtgebied van bos

Naast afvoer van organische sedimenten uit de vennen zelf is het ook belangrijk organisch materiaal af te voeren van de oevers van de vennen en de oever weer mineraal te maken. Hierdoor wordt de gehele gradiënt in een zeer zwak gebufferd ven weer hersteld. Het vrijstellen van vennen en daarmee verwijderen van opslag en bos is hierbij tevens erg belangrijk. Het is altijd belangrijk om zwak gebufferde vennen vrij te stellen door bos te kappen teneinde de invang van atmosferische depositie en de inwaai van blad te verminderen en de windwerking te vergroten.

6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

Vennen kunnen een favoriete pleisterplaats zijn van (overzomerende) ganzen die met hun uitwerpselen voor eutrofiëring zorgen. Met de reductie van het aantal zomerganzen wordt een extra aanvoer van stikstof en andere nutriënten van buiten het gebied via de uitwerpselen tegengegaan. In vennen zijn maatregelen die gericht zijn op functioneel herstel van deze systemen tevens maatregelen die de effecten van stikstofdepositie tegengaan, omdat juist de atmosferische stikstofdepositie de grootste bedreiging vormt voor deze ecosystemen. Vandaar dat de maatregelen gericht op functioneel herstel al besproken zijn in paragraaf 5.

7. Maatregelen voor uitbreiding

Een maatregel die kan leiden tot uitbreiding van het habitatype is het open maken van dichtgeschoven vennen of het herstellen van voormalige vennen op landbouwgrond. Een geschikt gebied hiervoor is de enclave tussen Bergvennen en Breklenkamp. Ook het openmaken van venlaagten die zijn dichtgegroeid of verland zijn, zou kunnen bijdragen aan uitbreiding van het habitatype. Dergelijke maatregelen zijn juist geschikt om uit te voeren in de verbindingzones tussen natuureservaten met vennen. Verwijdering van wilgenopslag, baggeren en plagen zijn succesvolle maatregelen in verlandde vennen gebleken.

Het open stellen van de oeverzone en omgeving van vennen kan bijdragen aan herstel van de lokale hydrologie en daarmee aan uitbreiding van het habitatype. Dergelijke maatregelen zijn juist effectief in de verbindingzones tussen natuureservaten met vennen.

Wanneer de juiste abiotische condities in vennen kunnen worden hersteld, maar de beschikbaarheid van levensvatbare diasporen de kritische factor vormen, kan ook overgegaan worden tot het actief of passief inbrengen van zaden of planten.

8. Effectiviteit en duurzaamheid

In vennen is ongeveer 20–25 jaar ervaring met herstel. Vanuit dit gegeven blijkt dat er goede kansen zijn voor herstel binnen een dergelijke periode, maar mogelijk gedurende een veel langere periode. Hoe frequent bij goed geslaagde herstelprojecten in vennen waar de depositie boven de kritische niveaus ligt, weer ingrepen noodzakelijk zijn, is nu nog niet te voorspellen. Door de opzet van een goed monitoringsprogramma zal daarin in de toekomst meer helderheid moeten worden geschapen (Brouwer et al., 2009). Door afnemende verzurende depositie heeft de waterchemie zich gedeeltelijk spontaan hersteld. Zo zijn stikstof, zwavel en aluminium concentraties afgenomen en is daarmee de toestand sterk verbeterd en zijn pH en alkaliniteit toegenomen (Brouwer et al. 2009; Van Dam & Mertens 2004; 2008ab).

Voor een effectief en duurzaam herstel van vennen, is het belangrijk om de maatregelen die onder paragraaf 5 zijn beschreven, in combinatie en als één pakket uit te voeren. De oever kan gefaseerd worden opgeschoond. Het aanbrengen van een dergelijke fasering is erg belangrijk voor de aanwezige fauna (Ketelaar 2001; Brouwer et al. 2009).

Jansen et al. (2010) vermelden dat de afvoer van nutriënten door verwijdering van organische sedimenten en plaggen, al dan niet in combinatie met hydrologische herstelmaatregelen, zeer positief uitwerkt op soorten als Oeverkruid, Drijvende waterweegbree, Vlottende bies, Moerashertshooi e.a. soorten. Ook de andere maatregelen die hier vermeld worden, worden voor de betreffende soorten bevestigd door Jansen et al. (2010).

Enkele mogelijke gevolgen voor vennen van de wijziging in milieu-omstandigheden die de afgelopen 20 jaar zijn opgetreden zijn stijging van de temperatuur, toename van de neerslag, toename van kooldioxide in de lucht, afname van de depositie van zwavel en stikstof en afname van de zuurdepositie. De afgenomen stikstofdepositie heeft een duidelijk positief effect op de waterkwaliteit in vennen, maar nog altijd is er vooral in de winter en in het voorjaar sprake van verhoogde stikstofconcentraties als gevolg van uit- en afspoeling vanuit omliggende gronden (Brouwer et al. 2009). Vooral in vennen die in de huidige situatie relatief fosfaatrijk zijn, vormt dit een probleem, omdat dit leidt tot een hogere productie van aquatische en terrestrische vegetatie.

Na verwijdering van de sliblaag en bij voldoende buffering treedt op korte termijn op veel plekken herstel op in zwak gebufferde vennen. De zaadbank kan namelijk lang kiemkrachtig blijven. Daarom zijn herstelmaatregelen in zwak gebufferde vennen op de middellange termijn zeer succesvol, indien atmosferische stikstof depositie beneden het kritische niveau ligt, verzuring na opschonen wordt voorkomen en de hydrologie voldoende intact of hersteld is (Brouwer et al. 2009). De levensduur van dergelijke maatregelen blijkt in zwak gebufferde vennen echter vaak korter dan in de veel sterker door kooldioxide gelimiteerde, en op zeer voedselarme zandbodems gelegen zeer zwak gebufferde vennen (Brouwer et al. 2009). Er moet vaker aanvullend gemaaid, geplagd en/of begraasd, zowel in het ven zelf als op de oever (Brouwer et al. 2009). Op de middellange termijn, dat is na een periode van 10 tot 25 jaar, zijn in zwak gebufferde vennen nog steeds de teruggekeerde vegetaties aanwezig, maar beperken ze zich vaak tot plekken met een verhoogd koolstofaanbod, zoals plekken met toestromend (koolzuurrijk) grondwater, droogvallende oevers of plekken met dunne sliblaagjes. Door opschonen is koolstof in de vennen limiterend geworden (Brouwer et al. 2009).

De samenvattende tabel voor zwak gebufferde vennen zal vooral de maatregelen bespreken die zijn geëvalueerd door Brouwer et al. (2009). De maatregelen die in dit rapport zijn geëvalueerd, zijn verwijderen van sliblagen, plaggen en vrijstellen van oevers, bekalken van inzigtgebied van vennen en gecontroleerde inlaat van kalkrijk, voedselarm grond- of oppervlaktewater. Door de verminderde zuurdepositie en doordat de bodem van de verzuurde vennen weer opgeladen raakt met calcium, zijn op de middellange termijn veel minder bufferstoffen nodig.

Als het voortbestaan van specifieke locaties met het voorkomen van de zeldzame typische (zogenaamde "urgente") soorten Moerassmele (*Deschampsia setacea*), Oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*) en Speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*) in hun voortbestaan bedreigd worden, kan het noodzakelijk zijn om aanvullend op de hierboven genoemde maatregelen specifieke maatregelen te treffen (Klimkowska et al. 2011).

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Hydrologisch herstel	H/U	Herstel waterkwaliteit en waterkwantiteit	Groot	Eisen aan kwaliteit van het grondwater	LESA	eenmalig	Even geduld	B
Verwijderen van organische sedimenten	H/U	Verwijdering voedingsstoffen	Groot	Rekening houdend met bodemreliëf, bodemopbouw en fauna; Frequentie 1 x 20 jr	Op standplaats	Enmalig/ Beperkte duur	Direct (abiotisch), even geduld (biotisch)	B
Maaien en plaggen	H/U	Verwijdering voedingsstoffen	Groot	Rekening houdend met bodemreliëf, morfologie van het ven en fauna; Frequentie 1 x 20 jr	Op standplaats	Zo lang als nodig	Direct (abiotisch), even geduld (biotisch)	B
Vrijzetten venoevers	H/U	Verwijdering voedingsstoffen en verlaging van invang depositie	Groot	Rekening houdend met bodemreliëf, morfologie van het ven en fauna; Frequentie 1 x 20 jr	Op standplaats	Zo lang als nodig	Direct	B
Bekalken van inzigtgebied	H/U	Toevoer van bufferstoffen	Matig	Werkt alleen na opschoning en alleen als aanvullende maatregel; Frequentie 1 x 20 jr	LESA	Enmalig	Even geduld	B
Gedoseerde inlaat van gebufferd water	H/U	Toevoer van bufferstoffen	Groot	Werkt alleen na opschoning	Op standplaats	Zo lang als nodig	Direct	B
Reductie van aantal zomerganzen	H/U	Tegengaan eutrofiëring	Matig	Werkt alleen bij grote aantallen ganzen als aanvullende maatregel;	Op standplaats	Zo lang als nodig is	Even geduld	H

				Frequentie: jaarlijks				

Verklaring kolommen:

Maatregel: soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5, 6 en 7

Type: H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

Doel: beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

Potentiële effectiviteit: klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

Randvoorwaarden / succesfactoren: de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

Vooronderzoek: niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

Herhaalbaarheid: eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

Responstijd: dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

Mate van bewijs:

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

10. Literatuur

- Arts, G.H.P. 2002. Deterioration of Atlantic soft-water macrophyte communities by acidification, eutrophication and alkalinisation. *Aquatic Botany* 1566: 1–21.
- Arts, G.H.P., G. van der Velde, J.G.M. Roelofs & C.A.M. van Swaay 1990a. Successional changes in the soft-water macrophyte vegetation of (sub)atlantic, sandy, lowland regions during this century. *Freshwater Biology* 24: 287–294.
- Arts, G.H.P., H. van Dam, F.G. Wortelboer, P.W.M. van Beers & J.D.M. Belgers 2002. De toestand van het Nederlandse ven. Alterra-rapport 542, AquaSense-rapport 02.1715. Alterra, Wageningen / AquaSense, Amsterdam / RIVM, Bilthoven. 123p.
- Arts, G.H.P., J.G.M. Roelofs & M.J.H. de Lyon 1990b. Differential tolerances among soft-water macrophyte species to acidification. *Can. J. Bot.* 68: 2127–2134.
- Arts, G.H.P., J.H.J. Schaminée & P.J.J. van den Munckhof 1988. Human impact on origin, deterioration and maintenance of Littorelletalia-communities. In: Proc 5th Symposium on Synanthropic Flora and Vegetation (Chief Ed. M. Zaliberová), Martin, Czechoslovakia, 22–27 August 1988, p. 11–18.
- Arts, G.H.P., P.W.M. van Beers, J.D.M. Belgers & F.G. Wortelboer 2001. Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in vennen: onderbouwing en toetsing van kritische depositieniveaus en effecten van herstelmaatregelen op het voorkomen van isoetiden. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Alterra-rapport 262. 88 pp.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Bosman, W., C. van Turnhout & H. Esselink 1999. Effecten van herstelmaatregelen op diersoorten: "Eerste versie van Standaard Meetprotocol Fauna (SMPPF) en Richtlijnenprogramma Uitvoering Herstelmaatregelen Fauna (RUHF)". Rapport stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Brouwer, E. & A.J.P. Smolders 2006. Verslag van een onderzoek naar de troebeling in de bufferplas van Recreatiecentrum Ter Spegelt. Onderzoekcentrum B-ware, rapport 2006.04.
- Brouwer, E., Bobbink, R., Meeuwssen, F. & J.G.M. Roelofs 1997. Recovery from acidification in aquatic mesocosms after reducing ammonium- and sulphate deposition. *Aquatic Botany* 56: 119–130.
- Brouwer, E., H. Backx & J.G.M. Roelofs 2001. Nutrient requirements of ephemeral plant species from wet, mesotrophic soils. *Journal of Vegetation Science* 12: 319–326
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G. Arts & D. Belgers 2009. Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Directie Kennis en Innovatie nr. 2009/DKI 126-O.
- Dorland, E., A. van Loon, Y. Fujita, M. Jalink & G. Cirkel 2012. Kwantificering processen ten behoeve van herstelstrategieen Programmatische Aanpak Stikstof – Deel II. KWR 2012.020.
- Everts, F. H., G.J. Baaijens, A.P. Grootjans, N.P.J. de Vries & A. Verschoor 2005. Grootschalige landschappen en heidebeheer: Dwingelderveld. *De Levende Natuur* 106: 193–199.
- 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. Rapport Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Rapport DKI nr. 2010/dk137-O, Ede. 222 pp.
- Ketelaar, R. 2010. Recovery and further protection of rheophilic Odonata in the Netherlands and

- North Rhine– Westphalia 12: 38–49.
- Ketelaar, R. 2001. Verspreidingsgegevens van libellen als instrument bij het herstel van vennen. *De Levende Natuur* 102: 166–170.
- Klimkowska, A., H. Keizer–Vlek, M. Wallis de Vries, R.J. Bijlsma, A. Schotman & H. van Dobben 2011, in prep.. Urgente maatregelen tot behoud van bedreigde typische soorten en vegetatietypen van de Habitatrichtlijn. Alterra–rapport.
- Roelofs, J.G.M., Schuurkes, J.A.A.R. & A.J.M. Smits 1984. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. II Experimental studies. *Aquatic Botany* 18: 389–411.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09–018, 45 pp.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff. 1995. *De Vegetatie van Nederland deel 2. Wateren, moerassen en natte heiden*. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Schuurkes, J.A.A.R., C.J. Kok & C. Den Hartog 1986. Ammonium and nitrate uptake by aquatic plants from poorly buffered and acidified waters. *Aquatic Botany* 24: 131–146.
- Schuurkes, J.A.A.R., M.A. Elbers, J.J.F. Gudden & J.G.M. Roelofs 1987. Effects of simulated ammonium sulphate and sulphuric acid rain on acidification, water quality and flora of small–scale soft water systems. *Aquatic Botany* 28: 199–225.
- Spierenburg, P., E.C.H.E.T. Lucassen & A.F. Lotter 2009. Could rising aquatic carbon dioxide concentrations favour the invasion of elodeids in isoetid–dominated softwater lakes? *Freshwater Biology* 54: 1819–1831.
- Van Dam, H. 1996. Partial recovery of moorland pools from acidification: indications by chemistry and diatoms. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30: 203–218.
- Van Dam, H. & A. Mertens 2004. Vennen in weer en wind: lange–termijneffecten van verzuring en klimaatsverandering op chemie en kiezelwieren. *De Levende Natuur* 105: 13–18.
- Van Dam, H. & A. Mertens 2008a. Monitoring van vennen 1978–2006: effecten van klimaatverandering en vermindering van verzuring. Rapport 202542, Grontmij | AquaSense / Rapport 606, Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 100p. + bijl.
- Van Dam, H. & A. Mertens 2008b. Vennen minder zuur maar warmer. *H2O* 41: 36–39.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra–rapport, Wageningen.
- Van Kleef, H.H. G.A. van Duinen, W.C.E.P. Verberk, H. Esselink, R.S.E.W. Leuven & G. van der Velde 2006. Biological traits successfully predict the effects of restoration management on macroinvertebrates in shallow softwater lakes. *Hydrobiologia* 565: 201–216.
- Van Kleef, H. & H. Esselink 2004. Analyse van de effecten van herstelmaatregelen op watermacrofauna in zwakgebufferde oppervlaktewateren. Een vergelijkend onderzoek in vier vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Rapport EC–LNV, Ede.
- Van Kleef, H. 2010. Identifying and crossing thresholds in managing moorland pool macro–invertebrates. Proefschrift RU, Nijmegen. 147 pp.
- Van Kleef, H.H., E. Brouwer, R.S.E.W. Leuven, H. van Dam, A. De Vries–Brock, G. van der Velde & H. Esselink 2010. Effects of reduced nitrogen and sulphur deposition on the water chemistry of moorland pools. *Environmental Pollution* 158: 2679–2685.
- Van Kleef, H.H., R.S.E.W. Leuven & H. Esselink 2001. Herstelbeheer in vennen: macrofauna in gevaar? *De Levende Natuur* 102: 171–172.
- www.natuurkennis.nl. Website Ontwikkeling + Beheer Natuurkwaliteit. [Vennenhoofdsleutel](#), 17–05–06.