

# Laagveenlandschap

Beltman, B., G. Kooijman, A. Barendregt, A. Smolders & G. ter Heerd

## Algemene karakterisering en indeling

### Oorspronkelijke situatie

Na de laatste IJstijd hebben in het Nederlandse landschap alle laagtes die van de zee waren afgesloten zich gevuld met veen. Dit was niet alleen laagveen, boven de waterspiegel werd ook hoogveen gevormd in lensvormige afzettingen zoals die nu nog te zien zijn in Engeland en Ierland (Donkersloot-de Vrij 1985, Pons 1992, Schouten et al. 2002). Dit proces is doorgegaan tot in de Middeleeuwen, maar is vanaf ca. 1000 n. Chr. gestopt door voortgaande ontwatering en afgraven van het veen voor gebruik als brandstof. Figuur 1 geeft een doorsnede van de oorspronkelijke toestand zoals die aanwezig geweest moet zijn voor de invloed van de mens dominant werd. Komend van de hogere zandgrond (links op de figuur) daalt men af naar de vlakte, waarin veenvorming optreedt maar waarin ook dekzandruggen en beken of rivieren met rivierduinen voorkomen. Deze vlakte wordt afgesloten door een rivier met aan beide zijden zandige oeverwallen. Daarna volgt weer een vlakte tot het volgende oeverwal-rivier-oeverwal complex. Een afwisseling van dergelijke vlaktes waarin veenvorming optrad en rivieren met oeverwallen strekte zich uit tot aan de duinen en de zee. Het landschap was in hoge mate veenvormend en bleef, bij de voortdurende stijging van de zeespiegel gedurende het Holocene, toch boven zeeniveau doordat veenvorming ongeveer gelijke tred hield met zeespiegelstijging. Een sterke kwel uit de hogere zandgrond en lokaal ook uit de zandige oeverwallen zorgde voor stabiel hoge waterstanden. De waterstand was ook hoog door de aanvoer van rivierwater in combinatie met een beperkte natuurlijk afvoer. Het rivierwater was nog niet geëutrofeerd en de waterkwaliteit werd bepaald door de balans tussen kwelwater (basenrijk) en regenwater (basenarm). Door de natte en nutriëntenarme condities trad veenvorming op. Onder kalkrijke condities of bij sterke kwel was dit vooral zeggeveen (kleine en grote zeggen vegetatie, Lg05). Onder zure condities en op grotere afstand van zandruggen en ook boven de grond- of oppervlaktewaterwaterspiegel was dit veenmosveen. De laatste trad vooral op in de vorm van hoogveenlenzen, met aan de randen overgangszones naar een meer gebufferde situatie (lagg-zones), die eigen soorten hadden en zeer soortenrijk konden zijn.

Het oorspronkelijke veenlandschap is gevormd onder invloed van twee sturende processen:

- kalk- en bicarbonaatrijke kwel uit de hogere zandgronden naar de laagvlakten. Hierdoor ontstond een gradiënt in basenrijkdom van de rand naar het midden van de vlakte. In de vlakten waren de waterstanden hoog door aanvoer van water via de grote rivieren en een stagnerende afvoer naar zee, mede door het geringe verval en de stijgende zeespiegel;
- ontwikkeling van hoogveenlenzen die geïsoleerd raakten van het grondwater, waardoor regenwater ging domineren en verzuring optrad door het wegvallen van buffering. Wanneer veenmos eenmaal dominant is kan het door uitscheiding van zuur zijn eigen milieu in stand houden.

De uitgestrekte veengebieden werden gekenmerkt door grootschalige gradiënten in reliëf en waterhuishouding en nauwelijks door de mens beïnvloede waterkwaliteit en grondwaterstroming.

Thans is dit landschap zo ingrijpend door de mens gewijzigd dat de grootschalige gradiënten verdwenen zijn. Ook het veen zelf is vaak door afgraving volledig verdwenen. Voor de herstelstrategieën wordt er vanuit gegaan dat het laagveenlandschap thans samenvalt met de fysisch-geografische regio Laagveen (Leeswijzer Deel III, figuur 1).

### Huidige situatie

In het laagveen zijn bodem en landschap door de mens zeer ingrijpend beïnvloed, vooral door ontginningen voor landbouw en stedenbouw en door brandstofwinning. De hoogveenlenzen zijn indien zij toegankelijk waren vanaf de oeverwal of stuwwal afgegraven voor turfwinning (Pons 1992). Ontwatering, noodzakelijk voor de landbouw, leidde tot inklinking van het veen gevolgd door oxidatie, waardoor de hydrologie geheel veranderde. Door deze activiteiten is in een periode van enkele eeuwen het veenvormende landschap veranderd in een veenverliezend landschap. De stijgende zeespiegel werd niet langer gecompenseerd door veengroei, waardoor op sommige plaatsen het hoogveen is verzilt of verdronken. De voortdurende bodemdaling maakte het noodzakelijk dijken aan te leggen en te blijven verhogen. Tegelijk werd het peilverschil tussen de inklinkende landbouwvelden en de resterende natuurgebieden, die niet inklinken, steeds groter en daarmee is ook wegzijging uit deze natuurgebieden een belangrijk sturend proces geworden (Borger 1992).

Door het verdwijnen van veen komen tegenwoordig vaak de dekzandruggen door het resterende veenpakket heen aan de oppervlakte en zijn de rivieren en hun oeverwallen hoog komen te liggen ten opzichte van het omringende landschap. De grotere piekafvoeren door de rivieren als gevolg van bovenstroomse menselijke activiteiten zorgden voor doorbraken, overstromingen en het afzetten van kleilenzen. Figuur 2 geeft een schematische doorsnede van het huidige laagveenlandschap.

Waar het veen werd afgegraven, hetgeen in het verdronken hoogveen grotendeels door baggeren plaats vond, gebeurde dit meestal in een patroon van smalle sleuven (petgaten) met daartussen stroken veen die gespaard werden en waar de turf op te drogen werd gelegd (legakkers) (Gottschalk 1956). De banden aan weerszijden van de oeverwallen bleken minder geschikt voor turfwinning door de afgezette kleilenzen en werden voor landbouw geschikt gemaakt door het graven van sloten en vormen zo ons huidige veenweidegebied (Donkersloot-de Vrij 1985). Vaak zijn de smalle legakkers door stormen weggeslagen, waarna open plassen overbleven. Het patroon van veenweiden met sloten gevolgd door petgaten en plassen omsloten door oeverwalcomplexen is op verschillende plaatsen te vinden.

Naast deze bodemkundige veranderingen als gevolg van afgraven en ontwatering zijn er in de laatste 50 jaar steeds meer planmatige hydrologische aanpassingen gerealiseerd. Hiermee wordt een optimaal peilregime voor de landbouw bereikt, maar dit heeft geleid tot grote veranderingen in de chemische samenstelling van het oppervlaktewater. Het snel uit het gebied lozen van overtollig regenwater in natte perioden en de daardoor ontstane noodzaak tot het binnenhalen van geëutrofeerd boezemwater in droge perioden is er de oorzaak van dat de waterkwaliteit meestal slecht is. Dit wordt nog versterkt door waterwinning in hoger gelegen gebieden, waardoor ook toestroom van grondwater verminderd is.

### Vegetatie

Nabij de hogere zandgrond komen verschillende typen Blauwgrasland (H6410) en Dotterbloemgrasland van veen en klei (Lg07) voor. Door het wegslaan van legakkers ontstonden

open plassen met meestal troebel water en weinig waterplanten. Maar de petgaten tussen de overgebleven legakkers hebben helder water en hierin kunnen verschillende waterplanten gemeenschappen voorkomen met onder andere kranswieren, fonteinkruiden of Krabbenscheer (H3140, H3150, Lg02). De legakkers kunnen een rijke oevervegetatie van hoge kruiden hebben (geen Habitattype). Deze vegetaties kunnen voor fauna van groot belang zijn als broedbiotoop of om te schuilen en als ze bloemrijk zijn ook als nectarvoorziening voor dagvlinders. Door successie ontstaat uit oever- of watervegetatie via kraggeverlanding Trilveen (H7140A) en bij verdergaande successie en verzuring gaat dit over in Veenmosrietland (H7140B) of in moerasheide (H4010B). Op legakkers zullen zich bij uitblijven van beheer Hoogveenbossen (H91D0) ontwikkelen. Het veenweidegebied bevat een aantal belangrijke leefgebieden voor de fauna: Zwakgebufferde sloot (Lg03), Dotterbloemgrasland van veen en klei (Lg07), Nat matig voedselrijk grasland (Lg08) en Kamgrasweide en Bloemrijk weidevogelgrasland van het zand- en veengebied (Lg10).

### **Belang van mozaïeken en gradiënten voor de fauna**

De meeste diersoorten zijn niet gebonden aan één habitat, maar zijn afhankelijk van meerdere habitats of gradiënten tussen habitats (o.a. [Bijlsma et al. 2010](#)). In een gevarieerd landschap vinden dan ook meer diersoorten een geschikte leefomgeving dan in een eenvormig landschap. De Laagvenen vormen een zeer bijzonder landschap met een op Europees niveau unieke fauna. In deze paragraaf worden enkele algemene patronen beschreven met betrekking tot mozaïeken van habitats, vegetatiestructuur, overgangen van nat naar droog (verlanding) en dynamiek. In de afzonderlijke landschappelijke gradiënten worden deze patronen verder uitgewerkt aan de hand van kenmerkende soorten.

Een van de belangrijkste voorwaarden voor een rijke fauna in laagveen is de aanwezigheid van alle fasen van verlanding (V5). Verschillende diersoorten, maar ook bepaalde levensfasen (denk aan libellelarven, kokerjuffers, eendagsvliegen in het water en adult vliegend) zijn gebonden aan een bepaalde fase binnen de verlandingsreeks. Eutrofiëring veroorzaakt aan de ene kant een snelle successie van jonge verlandingsstadia en aan de andere kant remt het de verlanding sterk af. Als gevolg van het ontbreken van jonge verlandingsstadia beperkt in veel laagveengebieden de verlandingsreeks zich tot de onderdelen open water en moerasruigte. Juist voedselarme wateren worden gekenmerkt door een soortenrijke (maar biomassa armere) vegetatie met veel structuur waar veel insecten van profiteren ([Higler 2000](#)). Een lichte toename van de voedselrijkdom leidt tot een verhoging van de biodiversiteit mits er sprake is van een goede waterkwaliteit. Als de waterkwaliteit doorschiet naar eutroof of zelfs hypertroof neemt de biodiversiteit van watermacrofauna weer af ([Higler 2000](#)). Ook voor moerasvogels is de afwezigheid van jonge verlandingsstadia een belangrijke bedreiging ([Den Boer 2000](#)).

De vegetatiestructuur is binnen laagvenen van groot belang (V1). Een heterogene samenstelling van vegetatie en structuur zorgen onder andere voor schuil- en foerageergebieden voor insecten. Deze variatie zorgt ervoor dat een groot aantal soorten naast en door elkaar kan voorkomen en concurrenten en predatoren elkaar kunnen ontwijken ([Lamers et al. 2010](#)). Niet alleen de structuur binnen de vegetatie is van belang maar ook de soortsamenvoeging van verschillende habitats (F2). Verschillende diersoorten maken voor verschillende onderdelen van hun leven gebruik van verschillende habitats, bijvoorbeeld als voortplantings- en foerageergebieden, of voortplantingswateren en locaties om uit te haren. Als gevolg van onder andere stikstofdepositie verdwijnen habitats en wordt de mozaïekstructuur grofkorreliger (V1b)

Vanaf de eerste ontginningen tot halverwege de 20ste eeuw werd het laagveen gekenmerkt door een grote mate van dynamiek, zowel met betrekking tot het waterpeil als het beheer. Het huidige (tegnatuurlijke) peilbeheer van hoge zomerpeilen en lage winterpeilen heeft een negatieve invloed op het ontstaan van jonge verlandingsvegetaties met riet (zogenaamde waterriet). Deze vegetaties zijn van groot belang voor moerasvogels (Den Boer 2000).

### Gradiënttypen

In het laagveen worden drie gradiënttypen onderscheiden op basis van ruimtelijke positie in het oorspronkelijke landschap (zie Figuur 1 en 2) en de daarmee samenhangende hydrologie, met resp. invloed van kwel uit de hogere zandgrond, voeding uitsluitend door zoet oppervlaktewater en (vroegere) invloed van zeewater:

Gradiënttype 1: Laagveenlandschap met aanvoer van gebufferde water uit de hogere zandgronden

Gradiënttype 2: Laagveenlandschap grenzend aan het Rivier- en Zeekleilandschap

Gradiënttype 3: Brak laagveenlandschap

Het Laagveenlandschap ligt ingeklemd tussen de hogere zandgronden en de kust (duinen en –in Friesland en Noord-Holland– IJsselmeerkust) en wordt doorsneden door, of grenst aan, het Rivierenlandschap en het Zeekleilandschap (dat hier wordt behandeld onder Nat duin- en kustlandschap). In de Natura 2000-gebieden komt een direct contact tussen het Laagveenlandschap en het Duinlandschap echter nergens voor.

In principe komen in elk gradiënttype dezelfde habitattypen voor, maar de sturende processen en knelpunten verschillen wel per gradiënt. In gradiënttype 1 is vooral het wegvallen van kwel een knelpunt, in gradiënttype 2 wegzijging naar diepgelegen landbouwpolders en de daarmee samenhangende noodzaak tot inlaten van eutroof boezemwater en in gradiënttype 3 is verzoeting het grootste knelpunt. Deze en andere knelpunten worden bij de afzonderlijke gradiënttypen in detail toegelicht. Belangrijk bij het herstel van gradiënten in het laagveenlandschap is dat het oorspronkelijke landschap met zijn grootschalige gradiënten is verdwenen en vaak ook niet hersteld kan worden. Maar dat neemt niet weg dat op kleinere schaal de gradiënten en bijbehorende habitattypen nog steeds aanwezig kunnen zijn, evenals de sturende processen die de gradiënten bepalen. En in de gevallen dat deze processen niet meer aanwezig zijn, is herstel op lokale schaal vaak wel mogelijk. In de Weerribben is bij voorbeeld door op een andere lokatie water in te laten, de kwaliteit verbeterd door een andere doorstroming. Een bufferzone of het verplaatsen van een waterwinning herstelt niet de gradient, maar vermindert wel de negatieve effecten.

### Literatuur

- Borger, G.J. 1992. Draining digging dredging; the creation of a new landscape in the peat areas of the low countries. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) *Fens and bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation*. Geobotany 18: 131–171.
- Bijlsma, R.J., R. Huiskes, R.H. Kemmers, W.A. Ozinga & W.C.E.P. Verberk, 2010. Complexe leefgebieden. Het belang van gradiëntecosystemen en combinaties van ecosystemen voor het behoud van biodiversiteit. Alterra-rapport 1965, Wageningen.
- Den Boer, T., 2000. Beschermingsplan Moerasvogels 2000–2004. Rapport Directie Natuurbeheer nr. 47, Wageningen.

- Donkersloot-de Vrij, M., 1985. De Vechtstreek. Oude kaarten en de geschiedenis van het landschap. Uitgeverij Heuraka, Weesp; 143 p.
- Gottschalk, M.K.E., 1956. De ontginning der Stichtse venen ten oosten van de Vecht. Tijdschrift KNAG 73: 207–223.
- Higler B., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 7, Laagveenwateren. Rapport AS–07 EC–LNV.
- Lamers, L.P.M. (ed.), J.M. Sarneel, J.J.M. Geurts, L.M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, E.S. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J.T.A. Verhoeven, B.W. Ibelings, E. van Donk, W.C.E.P. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs, 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN Eindrapportage 2006–2009 (Fase 2). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis; 251 p.
- Pons, L.J., 1992. Holocene peat formation in the lower parts of the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation, pp. 7–81. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Schouten, M.G.C. (ed.), 2002. Conservation and restoration of raised Bogs. Geological, hydrological and ecological studies. Duchas– the heritage Service of the department of the environment and local government, Ireland; Staatsbosbeheer and geological survey Ireland; 220 p.

## Gradiënttype 1: Laagveenlandschap met aanvoer van gebufferd water uit de hogere zandgronden

### Beknopte beschrijving

De doorsnede in Figuur 3 beschrijft de huidige, sterk door de mens beïnvloede situatie. Twee gradiënten zijn bepalend. Allereerst is er een geologische en fysisch-geografische gradiënt waarbij het veen uitwigt tegen het zand. Aan de hoge zijde kunnen zich uitlopers van beekdalen, vlakke zandgebieden of stuwwallen bevinden, waardoor een geleidelijke overgang ontstaat van een zone met weinig water (in sloten of beken) naar een zone met veel water (in petgaten of meren). Daarnaast zorgt de afnemende invloed van regionaal kwelwater op grotere afstand van de hogere gronden voor een hydrologische gradiënt. Deze wordt versterkt doordat in een verlanding de veenbodem dikker wordt en daarmee steeds minder doordringbaar voor gebufferd grond- of oppervlaktewater. Hierdoor neemt aan het oppervlak de invloed van regenwater toe en treedt verzuring op. Deze verzuring is, samen met de immobilisatie van nutriënten in bodem en vegetatie, de sturende factor achter de successie. Daarnaast kan een hydrologische gradiënt ontstaan doordat basen (bicarbonaat, calcium, magnesium) behalve door kwel ook door oppervlaktewater worden aangevoerd en niet alle delen van een gebied even dicht bij deze bron liggen. De invloed van neerslagwater neemt toe naarmate een gebiedsdeel verder van de bron van basenrijk water is gelegen. Bovendien ontstaan kleinschalige gradiënten door afstandsverschillen tussen veenoppervlak en zandbodem. Veelal ligt de zandbodem zo'n twee tot drie meter onder het veenoppervlak, maar soms reikt hij tot dichtbij de oppervlakte of steekt hij zijn kop boven het veen uit (o.a. dekzandruggen).

Dunne kraggen staan geheel onder invloed van gebufferd kwel- of oppervlaktewater, maar bij een dikkere kragge is de bovenlaag hiervoor onbereikbaar en bouwt een regenwaterlens op, waardoor verzuring optreedt. De onvergraven legakkers die het dichtst bij de hogere gronden liggen zullen nog kalkrijk veen bevatten, maar hoe verder van de hogere gronden, hoe lager de kalkrijkdom en daarmee hoe hoger de gevoeligheid voor verzuring. Doordat de legakkers boven het grondwater uitkomen treedt hier verdroging en mineralisatie van veen op. De smalle percelen zijn ongeschikt voor landbouw en na 1950 is hier ook de hakhoutcultuur gestopt. Sindsdien is op grote schaal verbossing opgetreden (Barendregt et al. 1990).

De Wieden en Weerribben kennen een enigszins afwijkende situatie omdat hier de aanvoer van gebufferd water uit de hogere gronden niet plaatsvindt via kwel maar via oppervlaktewater, terwijl aan de lage kant de oeverwal ontbreekt en het veenlandschap direct aan de voormalige Zuiderzee grenst. De aanvoer van gebufferd oppervlaktewater is hier noodzakelijk vanwege wegzijging naar de Noordoostpolder.

### Vegetatiegradiënt

Dichtbij de hogere gronden kan zich onder invloed van kwel bij jaarlijks maaibeheer Blauwgrasland (H6410) of Dotterbloemgrasland (Lg07) ontwikkelen, of bij minder intensief beheer vochtige tot natte Ruigten (H6430A) of Grote-zeggenmoeras (Lg05). In de onbeheerde situatie komen op deze plaats in de gradiënt verschillende typen Hoogveenbossen voor (H91D0). Op de dunne kragge, waar de invloed van kwel- en oppervlaktewater nog tot in de bovenste laag reikt, kan bij maaibeheer Trilveen (H7140A) voorkomen. Op grotere afstand van de hogere gronden komen op de dikke, aan de oppervlakte verzuurde kragge Veenmosrietlanden (H7140B) voor, in

mozaïek met Moerasheide (H4010B). In principe levert wintermaaien Veenmosrietland op en zomermaaien Moerasheide. Zonder maaien of regelmatig verwijderen van bomen zullen deze vegetaties op termijn veranderen in Hoogveenbos.

Op de legakkers tussen de petgaten kunnen zich op veenbodems die gebufferd zijn omdat zij soms overstroomd worden met oppervlaktewater, Trilvenen ontwikkelen, of, als het waterpeil in de bodem in de zomer voldoende daalt, Blauwgraslanden. Zonder beheer gaat dit laatste type snel over in Hoogveenbos. Op zure veenbodems (met veenmosveen, op plaatsen waar vroeger een hoogveenlens aanwezig was), komen vaak rompgemeenschappen met Pijpenstrootje (geen Habitatype) of Hoogveenbossen voor.

In het lage, waterrijke deel van de gradiënt is het type watervegetatie afhankelijk van buffercapaciteit, hardheid, voedselrijkdom en diepte van het water. In petgaten met water dat sterk beïnvloed wordt door kwel (oligotroof tot mesotroof helder water) kunnen zich Kranswiervegetaties (H3140) ontwikkelen. De Associatie van Stekelharig kransblad (4Ba2, H3140) komt voor in matig voedselrijke meren en veenplassen. In matig voedselrijk, hard (maar vooral ijzerrijk en sulfaatarm) water, 1–2 meter diep en met organische bodem, ontwikkelt zich een vegetatie met Krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150). De Krabbescheer-associatie (5Bb1) komt voor in niet te voedselarm, ondiep water en de Associaties van Doorgroeid en Glanzig fonteinkruid (5Ba1 en 5Ba2) in minder voedselrijk en ook dieper (> 1 m) open water. De oevervegetatie, die zeer belangrijk is voor de fauna, bestaat uit een mozaïek van verschillende typen moerasvegetatie bij voorbeeld Grote-zeggenmoeras (Lg05). Op plekken die in contact staan met gebufferd oppervlaktewater kan zich Galigaanmoeras (H7210) ontwikkelen.

## Fauna

De fauna kent in dit gradiënttype een grotere diversiteit dan in de andere twee gradiënttypen van het Laagveenlandschap. Door landschapsecologische processen zijn volledige gradiënten nog in redelijke staat aanwezig, met plaatselijk helder en gebufferd water. Bovendien wordt in onze grootste aaneengesloten gebieden (Wieden/Weerribben en de Vechtstreek) aan de twee belangrijkste randvoorwaarden voor een rijke fauna voldaan, namelijk landschappelijke variatie (F1) en voldoende grote oppervlakten van de habitattypen (V1). Juist in deze gebieden is een concentratie te vinden van karakteristieke en (ook internationaal) belangrijke diersoorten. Lange tijd werd het laagveenlandschap gekenmerkt door een grote mate van dynamiek. De waterpeilen konden flink fluctueren en ook het beheer was vaak zeer wisselend in de tijd. Dit werd mede veroorzaakt door het weer, een zachte winter maakte het maaien van waterriet over het ijs onmogelijk. De Noordse woelmuis is een soort die hier van afhankelijk is. Deze soort voelt zich vooral thuis in natte verlandingsvegetaties met overjarig riet die regelmatig overstroomd. Zulke vegetaties zijn alleen mogelijk op plaatsen die om de paar jaar gemaaid wordt om bosvorming tegen te gaan. Zonder regelmatige overstroming heeft de Noordse woelmuis last van concurrentie door andere muizensoorten en heeft een rietvegetatie moeite zich te handhaven (Nijhof & Van Apeldoorn 2001, Van Laar 2002, La Haye & Drees 2004, Witte van den Bosch et al. 2009, Noordijk & De Jong 2010). Maar om een natuurlijke peilvariatie in te kunnen stellen zijn maatregelen op landschapsschaal noodzakelijk.

Door de geringe mate van verstoring en de grote oppervlakten aan helder water, verlandingsvegetatie, riet en moerasbos (V1) zijn moerasvogels als Roerdomp, Grote karekiet, Purperreiger en Woudaapje in dit gradiënttype goed vertegenwoordigd. Voor deze soorten is met name de combinatie van broedgelegenheid in de vorm van moerasbos en riet met foerageergebied in de vorm van ondiep open water of grasland van belang (V1 & F1). De

broedgebieden moeten voldoende diep water hebben en vrij blijven van verstoring. In de foerageergebieden moeten voldoende vissen, amfibieën en grote insecten voorkomen. De foerageergebieden mogen niet te ver van de kolonie liggen (<5 km), moeten glooiende oevers met gras, lage kruiden en helofyten hebben en het water moet er helder zijn.

Een juiste combinatie van broedgelegenheid en foerageergebied is ook voor de Zwarte stern van belang (V1). In natuurlijke situaties broedt deze soort in velden met Krabbenscheer (tegenwoordig met name op kunstmatige vlotjes) terwijl ten aanzien van het fourageren de hoogste prooidichtheid te vinden is op overgangen van (onder)watervegetatie naar open water of in grazige en ruigtevegetaties (onder andere [Berndt 1981](#), [Kisch 1992](#)). Eutrofiëring van laagveengebieden beperkt de ontwikkeling verlandingsvegetaties (Krabbenscheer) en het voedselaanbod is hierdoor minder divers ([Den Boer 2000](#)).

De aanwezigheid van verschillende (deel)habitats (V1) is ook voor insecten van groot belang. Naast een rijke vegetatie in het water hebben veel libellensoorten nadat ze zijn verveld van juveniel naar adult behoefte aan ruigere delen en bosranden om uit te harden en te jagen. Voor de meeste libellensoorten is niet zo zeer van belang welke soorten in de vegetatie voorkomen, maar welke structuur deze vormen. Zo komt de Donkere waterjuffer in Nederland vooral voor in ijle riet- en Kleine lisdoddevegetaties ([Bouwman et al. 2008](#)) in ondiep water, maar in het buitenland komt de soort ook voor in zeggen- of holpijpvegetaties ([Ketelaar 2001](#)) en zelfs in vegetaties met Pijpenstrootje of Pitrus die in het water staan ([Bouwman & Ketelaar 2008](#)). Voor het voorkomen van verschillende soorten kenmerkende libellen van laagvenen is het tevens van belang dat de verschillende fasen van verlanding aanwezig zijn. Zo komt de recent herontdekte Sierlijke witsnuitlibel ([Muusse & Veurink 2011](#)) voor in open wateren met een begroeiing van drijfbladeren en plant de Gevlekte glanslibel zich voort in sterk verlande vegetaties. In open landschappen waar voor de Groene glazenmaker geschikte krabbenscheervegetaties voorkomen ([Higler 1977](#)), is het ontbreken van een geschikt landbiotoop voor deze soort meestal een knelpunt ([De Jong 2000](#)). Voor de meeste libellen is een combinatie van Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150) als voortplantingswater met Veenmosrietlanden (H7140B) en Hoogveenbossen (H91D0) als uithard- en jachtgebied ideaal. Van de libellen van laagveen is de Noordse winterjuffer wel het meest gebaat bij een grote variatie aan biotopen, deels zelfs landschapoverstijgend. De soort plant zich vooral voort in ondiepe, rijk begroeide petgaten met een goed ontwikkelde riet- en lisdoddevegetatie ([Ketelaar et al. 2007](#)) en overwintert als adult. Overwinteringsbiotopen kunnen moerasbossen met Pijpenstrootje zijn, maar ook droge heiden op kilometers afstand ([Ruiter & Manger 2007](#)).

Van de kenmerkende soorten van veenmosrietland (H7140B) en Trilveen (H7140A) is de Grote vuurvliinder een internationaal bedreigde (onder)soort. Deze soort maakt gebruik van een combinatie van habitattypen. Naast de aanwezigheid van de waardplant Waterzuring die zich in trilvenen en veenmosrietlanden bevindt, zijn combinaties met bloemrijkere ruigtes (V1 & F1) van belang voor het drinken van nectar ([Groenendijk & van Swaay 2005](#)). Dit geldt ook voor de Zilveren maan die naast de waardplant Moerasviooltje een hoge nectarbehoefte (V1 & F1) heeft ([Bos et al. 2006](#)). Voor beide soorten is een ijle vegetatie met waardplanten in combinatie met ruige en bloemrijke delen essentieel (V1 & F1). Als gevolg van een verhoogde stikstofdepositie kunnen waardplanten verdwijnen of overwoekerd raken. Ook een te 'net' beheer is funest.

## Sturende processen

### *Aanvoer van gebufferd water*

In de Vechtstreek is dit kwel uit de stuwwal, in NW Overijssel oppervlaktewater (dat deels ook weer afkomstig is uit de verder weg gelegen hogere zandgronden) en in oost-Friesland, zowel kwel als beekwater uit het Drents Plateau (via Koningsdiep, Tjonger, Linde). Met voedselarm, hard en zoet water worden bufferstoffen (bicarbonaat, ijzer en kalk) aangevoerd die verzuring voorkomen.

### *Wegzijging*

Door wegzijging naar aangrenzende, diep gelegen polders kan gebufferd oppervlaktewater over een grotere afstand het gebied 'ingetrokken' worden. Dit is met name het geval in Noordwest Overijssel, waar het laagveen op grotere afstand van de hogere gronden ligt dan bij voorbeeld in het Vechtplassengebied.

### *Hydrologische isolatie*

Waar de vegetatie geïsoleerd raakt van kwelwater of overstromingen, bij voorbeeld door het dikker worden van de kragge of door verlanding van sloten, neemt de invloed van regenwater toe en treedt verzuring op.

### *Variatie in beschikbaarheid van nutriënten*

De vegetatietypen die kenmerkend zijn voor het laagveenlandschap worden gekenmerkt door voedselarme of matig voedselrijke condities (Lamers et al. 2001). Dat geldt zowel voor de terrestrische (schraallanden) als aquatische systemen (plassen en sloten). Verschillen in voedselrijkdom leiden tot variatie en gradiënten. Beperkend kunnen zowel fosfaat als stikstof zijn, afhankelijk van het ecosysteemtype of vegetatietype.

### *Kwaliteit en peilregime van het oppervlaktewater*

De combinatie van verschillende factoren als waterstand, peilfluctuatie, overstroming, aanvoer van bufferstoffen (alkaliniteit) en de gehalten aan sulfaat en chloride bepalen de chemische processen in bodem en oppervlaktewater en daarmee ook flora en fauna. Tegenwoordig is het oppervlaktewater vaak een bron van fosfaat, soms indirect door interne eutrofiering via sulfaat. Op locaties met een hoge oplading van de water- of oeverbodem met fosfaat, of een snelle afbraak van het veen, wordt de successie gestuurd naar eutrofe varianten (Lamers et al. 2010). Vertroebeling van water door vissen, vogels, windwerking, accumulatie van los sediment en dominantie van algen, hebben een negatief effect op veenvormende processen en de vestiging van kranswieren, Krabbenscheer en andere waterplanten.

### *Veeenvorming en -afbraak*

In schoon, fosfaat- en sulfaatarm water treedt veenvorming (en dus verlanding) op, terwijl lage waterstanden en sulfaatrijk water juist leiden tot inklinken en afbraak (mineralisatie) van veen. Veeenvorming en mineralisatie bepalen ook of koolstof en nutriënten worden vastgelegd of juist vrijgemaakt. Vroeger was veenvorming het dominante proces, nu is dat veenafbraak.

### *Beheer*

Voor de instandhouding van de meeste habitats (behalve Hoogveenbossen en vegetaties in grote meren) is een vorm van beheer nodig, met name omdat grootschalige natuurlijke processen die de successie kunnen terugzetten niet meer voorkomen.

## Standplaatscondities

Dichtbij hogere gronden, met een sterke kwel, zijn de condities mesotroof tot licht eutroof en licht basisch tot neutraal; het open water in petgaten is mesotroof. Het water is zoet en vaak relatief hard (bicarbonaatrijk) maar sulfaatarm. Verder van de hogere gronden kunnen de condities variëren van matig eutroof tot eutroof. Waar hydrologisch isolatie optreedt gaat regenwater domineren en zijn de condities oligotroof en, wanneer geen kalk of andere bufferstoffen aanwezig zijn, licht tot matig zuur. Het water is dan zacht (arm aan bicarbonaat). Dit is bij voorbeeld het geval in dikke kraggen en in hoogveenbossen.

## Knelpunten

### *Verdroging*

Daling van de grondwaterstand leidt tot oxidatie van de toplaag van het veen, met inklinking en het vrijkomen van nutriënten als gevolg. Verder leidt afname van kwel 's zomers tot een watertekort, dat veelal wordt aangevuld met oppervlaktewater waar vaak veel sulfaat en weinig ijzer in zit. Sulfaatreductie veroorzaakt onder anaerobe condities afbraak van organisch materiaal. Het hierbij gevormde sulfide bindt aan ijzercomplexen in de bodem waardoor ijzergebonden fosfaat vrijkomt. Dit zorgt dus voor extra veenafbraak, interne eutrofiëring en accumulatie van giftig sulfide in de bodem (Smolders et al. 2006).

### *Verzuring*

Afname van kwel kan niet alleen leiden tot verlaging van de grondwaterstand maar ook tot een verminderde aanvoer van bicarbonaat en calcium. Ook neemt de totale hoeveelheid bufferende ionen in het grondwater af wanneer lokale grondwaterstromen eerder naar het oppervlak komen en daarmee de verblijftijd van het water in de bodem korter wordt. Door wateronttrekking in de inziggebieden neemt de kweldruk af en legt het kwelwater een kortere weg door de ondergrond af. Hierdoor neemt de aanvoer van bufferstoffen af en treedt verzuring op, die wordt versterkt door oxidatieprocessen. Bij verdroging wordt de toplaag van de bodem aeroob en vindt oxidatie plaats van ijzer- en zwavelverbindingen (die onder anaerobe condities in de bodem accumuleren o.a. als pyriet), waarbij zuur wordt geproduceerd. Hoewel verdroging leidt tot immobilisatie van fosfaat, maakt te sterke verzuring ( $\text{pH} < 4,2$ ) fosfaat weer vrij uit het bodemcomplex (Beltman & Van den Broek 1993). Verhoogde beschikbaarheid van fosfaat, ook door aanvoer via oppervlaktewater, kan samen met de hoge stikstofdepositie leiden tot een sterke toename van de groei van haarmossen en veenmossen, die andere soorten overgroeien. Onder natte, anaerobe condities overheersen reductieprocessen, die juist buffercapaciteit genereren (Smolders et al. 2006).

### *Eutrofiëring*

Oppervlaktewater bevat vaak te veel fosfor en stikstof. De bodem levert N en P na uit een historische voorraad, of produceert dit zelf door veenafbraak. De mate waarin dit gebeurt hangt af van de waterkwaliteit (Lamers et al. 2006, 2010). Landbouwactiviteiten leiden in veengebieden niet alleen via bemesting tot eutrofiëring van het oppervlaktewater, ook leidt drainage tot de oxidatie (aerobe afbraak) van veen. Bij oxidatie komen niet alleen nutriënten vrij uit het veen, maar wordt ook veel eutroof slib geproduceerd. Er kan bovendien veel sulfaat worden vrijgemaakt uit ijzerverbindingen door oxidatie in de droge delen. Daarnaast kan sulfaat ook in het natte veen

worden vrijgemaakt door nitraat uit mest (zie Deel I). Veenafbraak leidt hiermee niet alleen tot een directe verhoging van de nutriëntenconcentraties, maar ook, via sulfaat, tot een indirecte mobilisatie van nutriënten (de zogenaamde interne eutrofiering, [Lamers et al. 1998](#), [Smolders et al. 2006](#), Deel I). Dit probleem wordt versterkt door N-depositie uit de lucht. Eutrofiëring veroorzaakt niet alleen een snelle successie van jonge verlandingsstadia naar een eutrofe moerasvegetatie, maar remt aan de andere kant ook de verlanding sterk af (zie onder).

#### *Ontbreken van verlanding*

Verlanding vindt nog maar in zeer beperkte mate plaats, waardoor jonge successiestadia schaars zijn. Dit heeft met de voedselrijkdom van de oevers te maken, waarop vaak alleen snelgroeiende plantensoorten voorkomen, maar waarschijnlijk ook met de slechte waterkwaliteit (eutroof en troebel) en met beperkingen bij de dispersie ([Lamers et al. 2010](#)). Doordat verlanding nauwelijks meer plaatsvindt, ontbreken karakteristieke gradiënten van water naar land grotendeels, met grote gevolgen voor flora en fauna. De jonge verlandingsstadia zijn niet alleen voor de vegetatie van belang, maar herbergen ook het als habitat voor moerasvogels en insecten zeer belangrijke waterriet (Lg05).

#### *Onvoldoende beheer*

Vanaf de jaren vijftig is maai- en hakhoutbeheer door boeren in onbruik geraakt. Natuurbeheerders hebben dat beheer deels overgenomen, maar desondanks zijn er tegenwoordig grote arealen legakkers, kraggen en verlande petgaten die niet voldoende intensief worden onderhouden om verbossing tegen te gaan. Zonder maai- en hakhoutbeheer zal overal elzen- en berkenbroekbos ontstaan. Deze successie wordt versneld door de huidige eutrofiëring en stikstofdepositie. De ontstane bossen kunnen waardevol zijn, maar hun soortenrijkdom wordt sterk beperkt door de toegenomen eutrofiering. Bovendien zijn Elzen zijn met behulp van bacteriën in hun wortelknolletjes in staat tot 200 kg/ha/jaar aan stikstof te binden ([Akkermans 1971](#)) en ook is de depositie in bossen hoger dan die in korte vegetaties.

#### *Gebrek aan dispersiemogelijkheden*

door fragmentatie van laagveengebieden, niet alleen door fysieke barrières maar ook doordat de habitatkwaliteit van mogelijke corridors slecht is, zijn de mogelijkheden voor dispersie van soorten (ook via het water) tussen en binnen gebieden sterk afgenomen ([Sarneel 2010](#)). Ook zijn de traditionele vormen van landbouw die leidden tot extra dispersie verdwenen. Daarnaast zijn de bronpopulaties verdwenen of sterk in omvang achteruit gegaan. Hierdoor wordt de terugkeer van laagveensoorten bemoeilijkt. Kleine populaties zijn geïsoleerd geraakt, wat hun voortbestaan kan bedreigen ([Matus et al. 2003](#), [Rasran et al. 2006, 2007](#), [Ozinga 2008](#)).

#### *Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna*

Een algemeen probleem voor de fauna dat voorkomt uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek van habitats (V1b) waarin minder (karakteristieke) diersoorten voorkomen dan in een fijnkorrelig mozaïek. Ook de interne heterogeniteit in de afzonderlijke habitats en de dichtheid aan kruidachtigen en (daarmee) bloemdichtheid neemt af door een versnelde biomassagroei en ruigtevorming.

#### *Graasdruk door ganzen en muskusratten*

De sterk toegenomen populaties ganzen in het laagveengebied zorgen voor achteruitgang van de vegetatie. In ieder geval hebben rietzomen hiervan sterk te lijden ([Bakker 2006](#)). De bemesting

door ganzen lijkt over het algemeen mee te vallen maar kan lokaal (bij voorbeeld in het Vechtplassengebied) sterk zijn (Bakker 2008). De graasdruk door muskusratten en de Amerikaanse rivierkreeft worden door beheerders genoemd, maar hier is aanvullend onderzoek gewenst.

## Herstelmaatregelen gradiënt

### *Herstel van kwelstromen*

Door het herstellen van de kwelstroom op plaatsen waar deze in het verleden aanwezig was (zie figuren 1 en 3) wordt niet alleen verdroging tegengegaan maar kunnen ook basenrijke condities hersteld worden. Maatregelen om dit te bereiken zijn:

- dempen van watergangen op de flanken van het gebied, waardoor het kwelwater niet meer wordt afgevangen voordat het het gebied bereikt.
- verhogen van het waterpeil in omringende polders: ook al zal dit mogelijk niet direct de kwel herstellen, het verlaagt in elk geval de wegzijging en vermindert daarmee de noodzaak tot het inlaten van boezemwater. Tevens kan een omringend hoger peil een kwelwaterstroom opstuwten, zodat deze naar het oppervlak gedwongen wordt en niet meer onder het gebied door gaat. Voorbeelden van hoogwaterzones vindt men onder andere bij de Weerribben en Botshol.
- vertragen van de afwatering van inzigtgebieden: dit kan door bij voorbeeld het verharde oppervlak te verkleinen, het aanleggen van retentiebekkens en het afkoppelen van drinkwaterwinningen.
- herstellen van verbindingen met hogere gronden via oppervlaktewater, bij voorbeeld door het weer aansluiten van beekdalen op laagveengebieden. Als een goede waterkwaliteit en een stabiele afvoer wordt gegarandeerd zal dit een gunstig effect hebben. Dit is in principe mogelijk in zowel Vechtplassen als NW Overijssel, maar bij voorbeeld ook in Noord-Holland als er duinrellen aanwezig zijn of hersteld kunnen worden.

### *Verlaging van de trofiegraad*

Herstel van kwel en vermindering van wegzijging (maatregelen: zie hierboven) verkleint de noodzaak tot het inlaten van boezemwater dat meestal eutroof is. Maar ook bij een flexibeler peilbeheer ('s zomers laag, 's winters hoog) hoeft minder boezemwater ingelaten te worden. Ook verbetering van de kwaliteit van het boezemwater kan leiden tot een lagere trofiegraad. Zo'n kwaliteitsverbetering is te bereiken door:

- verkleinen van de invloed van landbouwwater door bij voorbeeld aanvoerwegen te verlengen of landbouwpolders af te koppelen van de boezem;
- in bovenstroomse beekdalen en inzigtgebieden: verminderen van bemesting en verkleinen van het profiel van aansluitende beken om de piekafvoeren te verkleinen;
- baggeren van voedselrijke waterbodems (Geurts 2010), rekening houdend met aanwezige fauna door een gefaseerde aanpak;
- defosfateren van inlaatwater: dit leidt tot verlaging van de trofiegraad omdat vaak sprake is van co-limitatie door stikstof en fosfor. Dit is met name het geval voor aquatische vegetatie. Omdat het leidt tot helderder water kan het ook helpen bij het weer op gang brengen van verlanding;
- desulfateren van inlaatwater kan de interne eutrofiering verminderen, maar is in de praktijk te duur.

### *Stimuleren van verlanding*

Voor het optreden van verlanding is natuurlijk in de eerste plaats ruimte nodig. Soms is een luw oppervlakte water aanwezig in een gebied en in andere gevallen kan door het graven van nieuwe petgaten ruimte gecreëerd worden. Een bijkomend voordeel van het graven van nieuwe petgaten is dat men niet te maken heeft met een reeds geaccumuleerde sliblaag maar met een zandbodem. Dit geeft extra kansen aan kranswieren, zoals de explosieve ontwikkeling van *Chara major* en *Ch. hispida* in begin 1990-er jaren heeft getoond. Verlanding komt echter alleen op gang wanneer het oppervlaktewater van voldoende kwaliteit is, dus helder en arm aan nitraat, fosfaat en sulfaat. Alle eerder genoemde maatregelen voor herstel van waterkwaliteit zullen dus ook een gunstig effect hebben op de verlanding. Defosfateren leidt tot helder water, wat gunstig is voor de eerste (onderwater) stadia van verlanding.

### *Bevorderen van dispersie*

Bij de verspreiding van diasporen (zaden, rozetten, Krabbenscheer-juvenielen) speelt water een belangrijke rol. Verbindingen tussen sloten en petgaten en een goede waterkwaliteit voor onder andere kieming en vestiging zijn essentieel (Sarneel 2010, Beltman et al. 2010). Ook het herstellen van doorstroom door het aansluiten van beekdalen is gunstig voor de dispersie. Verder kan het herintroduceren van structuurbepalende soorten ('ecosystem engineers' zoals Krabbenscheer, Slangenwortel, Waterdrieblad) worden overwogen als deze niet aanwezig zijn en het gebied spontaan niet kunnen koloniseren. Voor met name de aan water gebonden fauna zoals vissen, is een verbinding eveneens van groot belang, deze kan zowel uit aquatische verbindingen bestaan maar kan ook over land voor bijvoorbeeld amfibieën.

### *Aandachtspunten*

- Voorzichtigheid met flexibele peilen is geboden, want als de kragge vastligt kan bij stijgende waterstand bij voorbeeld een moerasheide of trilveen verdrinken. Ook kan bij een flexibel peil in droge perioden mineralisatie en daardoor eutrofiering optreden. Het is in elk geval ongunstig voor soorten die van een stabiel peil afhankelijk zijn zoals de Grote vuurvlieder. Veel van de met eitjes van de Grote vuurvlieder bezette waterzuringplanten bevinden zich aan de randen van vastgelegde kraggen aan de waterkant. Bij een hoog winterpeil kan de kragge niet meebewegen en verdrinken de jonge rupsjes die aanwezig zijn aan de voet van de Waterzuringplant. Blauwgrasland heeft enige tolerantie ten opzichte van kortdurende overstrooming in de winter (Beumer et al. 2008); met kalkrijk water vindt zelfs een oplading van het adsorptiecomplex plaats. Voor Trilveen mag de inundatie niet te lang duren en het inundatiewater moet van een goede kwaliteit zijn. Omdat tegenwoordig het inlaatwater vaak van een redelijke kwaliteit is, is de noodzaak voor flexibele peilen thans minder groot. Er loopt momenteel op een aantal plaatsen (onder andere OBN, Waternet) onderzoek naar de voor- en nadelen.
- Waar kwelwater van goede kwaliteit beschikbaar is, is het nodig daar zo zuinig mogelijk mee om te gaan. Dit kan door bij voorbeeld de gevoeligste doelen neer te leggen op plaatsen met goede waterkwaliteit en hieruit afstromend water naar andere natuurgebieden te leiden.

### **Voorbeelden**

Zuidlaardemeer, Wieden, Weerribben, Oostelijke Vechtplassen, de Langstraat.

## Literatuur

- Akkermans, A.D.L., 1971. Nitrogen fixation and nodulation of *Alnus* and *Hippophae* under natural conditions. Proefschrift Universiteit Leiden, 81 pp.
- Barendregt, A., M.J. Wassen & A. Van Leerdam, 1990. Nivellering van de verlanding: een gevolg van veranderingen in hydrologie en beheer. *Landschap* 7(1):17–32.
- Beltman, B. & T. Van den Broek, 1993. Verzuring van kalkrijke venen. *Landschap* 10(2): 17–32.
- Beltman, B., N.Q.A.V. Omtzigt & J.E. Vermaat, 2010. Turbary restoration meets variable success: does landscape structure force colonization success of wetland plants? *Restoration Ecology* 19: 185–193.
- Berndt, R.K., 1981. Zur Brutbiologie und zum Verhalten der Trauerseeschwalbe *Chlidonias niger* am Brutplatz. *Corax* 8(4): 266–281.
- Beumer, V., G. van Wirdum, B. Beltman, J. Griffioen, A.P. Grootjans & J.T.A. Verhoeven, 2008. Geochemistry and flooding as determining factors of plant species composition in Dutch winter-flooded riverine grasslands. *Science of the Total Environment* 402: 70–81.
- Bos, F., M. Bosveld, D. Groenendijk, C. van Swaay, I. Wynhoff & De Vlinderstichting, 2006. De dagvlinders van Nederland, verspreiding en bescherming (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionidea).–Nederlandse Fauna 7. Leiden. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey–Nederland.
- Den Boer, T., 2000. Beschermingsplan Moerasvogels 2000–2004. Rapport Directie Natuurbeheer nr. 47, Wageningen.
- Bouwman, J.H., V.J. Kalkman, G. Abbingh, E.P. de Boer, R.P.G. Geraeds, D. Groenendijk, R. Ketelaar, R. Manger & T. Termaat 2008. Een actualisatie van de verspreiding van de Nederlandse libellen. *Brachytron* 11:103 – 198.
- Bouwman, J.H. & R. Ketelaar, 2008. New records of *Coenagrion armatum* in Schleswig–Holstein (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 27 (3/4): 185–190.
- Geurts, J.J.M., 2010. Restoration of fens and peat lakes: a biogeochemical approach. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen; 170 p.
- Groenendijk, D. & C.A.M. van Swaay, 2005. Profielen Vlinders en Libellen van de Habitatrichtlijn Bijlage II. Rapport VS2005.021, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Higler, L.W.G., 1977. Macrofauna–cenoses on Stratiotes plants in Dutch broads. Proefschrift Universiteit van Amsterdam; 84 p.
- Ketelaar, R., 2001. De donkere waterjuffer uit het duister? Rapport VS2001.27. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Ketelaar, R., Ruiter E.J., Uilhoorn H.M.G., Manger R. & de Boer E.P., 2007. Habitatkeuze van de Noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*) in Nederland . *Brachytron* 11(1); 21–33.
- Kisch, J. 1992. Zur Nahrungsbiologie der Trauerseeschwalbe am Dümmer. *Chlidonias* 2: 6–12
- La Haye, M. & J.M. Drees, 2004. Beschermingsplan Noordse woelmuis. Rapport EC–LNV nr. 270.
- Lamers, L.P.M. (ed.), J.J.M. Geurts, B.M. Bontes, J.M. Sarneel, H.W. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J.S.A. Verhoeven, B.W. Ibelings, E. van Donk, W.C.E.P Verberk, B. Kuijper, H. Esselink, J. Roelofs, 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003–2006. Rapport DK nr. 2006/057–O, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Lamers, L.P.M., M. Klinge & J.T.A. Verhoeven, 2001. OBN Preadvies laagveenwateren. Expertisecentrum LNV Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs, 1998. Sulfate-induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science & Technology* 32: 199–205.

- Lamers, L.P.M. (ed.), J.M. Sarneel, J.J.M. Geurts, L.M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, E.S. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J.T.A. Verhoeven, B.W. Ibelings, E. van Donk, W.C.E.P. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs, 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN Eindrapportage 2006–2009 (Fase 2). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis; 251 p.
- Matus, G., R. Verhagen, R.M. Bekker & A.P. Grootjans, 2003. Restoration of the *Cirsio dissecti*–*Molinietum* in the Netherlands: Can we rely on soil seed banks? *Journal of Applied Vegetation Science* 6: 73–84.
- Muusse, T., & G. Veurink, 2011. Sierlijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia caudalis*) voortplantend waargenomen in De Weerribben. *Brachytron* 14(1); 14–17.
- Nijhof, B.S.J. & R.C. van Apeldoorn, 2001. De Noordse woelmuis in Noord-Holland Midden. Alterra-rapport 576.
- Noordijk, J. & Th. de Jong, 2010. Noordse Woelmuis op de Makkingervaard. Kansen en bedreigingen voor uniek knaagdier. *Zoogdier* 21(1): 18–21.
- Ozinga, W. A., 2008. Assembly of plant communities in fragmented landscapes: the role of dispersal. Thesis Radboud Universiteit Nijmegen.
- Rasran, L., K. Vogt & K. Jensen, 2006. Seed content and conservation evaluation of hay material of fen grasslands. *Journal for Nature Conservation* 14: 34–45.
- Rasran, L., K. Vogt & K. Jensen, 2007. Effects of topsoil removal, seed transfer with plantmaterial and moderate grazing on restoration of riparian fen grasslands. *Journal of Applied Vegetation Science* 10: 451–460.
- Ruiter, E.J. & Manger R., 2007. Overwinteren in Nederland, geen koud kunstje voor de Noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*). *Brachytron* 11(1); 42–49.
- Sarneel, J.M., 2010. Colonisation processes in riparian fen vegetation. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs, 2006. Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93–111.
- Van Laar, V., 2002. De Noordse woelmuis en het ruime sop. *Natura* (2002)3: 82–83.
- Witte van den Bosch, R.H., D.L. Bekker & J.J.A. Dekker, 2009. Landschapsdynamiek voor Noordse woelmuis. *Landschap* 26: 147–152.

## Gradiënttype 2: Laagveenlandschap grenzend aan het Rivieren- en Zeekleilandschap

### Beknorte beschrijving

Dit gradiënttype omvat de laagveengebieden die gevoed worden door zoet oppervlaktewater en niet door kwel uit de hogere zandronden (gradiënttype 1) en die ook geen (historische) invloed kennen van brak water (gradiënttype 3). In het Hollands-Utrechtse laagveengebied betreft het veengebieden die zijn gelegen tussen enerzijds de oeverwallen van de diverse takken van het Rijnsysteem en anderzijds het Zeekleigebied. In zuid- en oost-Friesland betreft het (voor zover de gebieden niet tot gradiënttype 1 behoren) veengebieden die weliswaar aan (relatief vlakke) zandgebieden grenzen, maar niet door kwel worden gevoed; verder grenzen ze aan het Zeekleigebied; in de omgeving van Kampen grenst het Laagveengebied aan het Rivierengebied. Figuur 4 geeft een schematische doorsnede van dit gradiënttype.

Tot dit gradiënttype behoren enerzijds veenweidegebieden en anderzijds gebieden met grote meren. Het veenweidegebied bestaat uit grasland, vroeger vooral hooiland, tegenwoordig weiland. Deze graslanden worden doorsneden door een zeer dicht netwerk van greppels, sloten, weteringen, vaarten en kanalen. Plaatselijk zijn door turfwinning petgaten, legakkers en meren ontstaan. Met name in Friesland kunnen die meren sterk het karakter van de gebieden bepalen en beslaan oeverlanden en weilanden slechts een klein deel van het oppervlak. In de petgaten vond op grote schaal kraggevorming plaats.

Van een grootschalige kwelgradiënt is in dit gradiënttype geen sprake. Maar via het oppervlaktewater wordt wel veel basenrijk water aangevoerd, vooral in de gebieden die deel uitmaken van de boezem. Kleine hoogteverschillen, als gevolg van de aanwezigheid van oeverwallen langs rivieren (die zelf behoren tot het Rivierenlandschap), veroorzaken lokale wegzijgings- en kwelzones. Afhankelijk van de bereikbaarheid en vooral de mate van ontwatering, was er vroeger ook een beheergradiënt: drogere percelen dichtbij de boerderij intensief beheerd, natte percelen ver weg van de boerderij extensief beheerd.

De mate van peilfluctuatie is van oudsher verschillend tussen gebieden die behoren tot een boezemsysteem en die behoren tot polders. In de boezem kon vroeger het peil in de winter flink stijgen waardoor de boezemlanden werden overstroomd. In de polders probeerde men dat juist te vermijden.

Vochtgradiënten op kleinere schaal zijn met name te onderscheiden vanuit de watergangen via de oevers naar de centrale gedeelten van de percelen. Dit kan gepaard gaan met een gradiënt in basenrijkdom (afhankelijk van de invloed van regenwater in de centrale delen). Het vegetatiebeheer geeft daarbij nog extra variatie. Ook onder water zijn er gradiënten, afhankelijk van de waterdiepte en de mate van stroming en golfslag.

Tegenwoordig komen al deze gradiënten niet of nauwelijks meer tot uiting in de vegetatie door de veranderingen in landbouwkundig gebruik. De “betere” gronden worden door de landbouw gebruikt en intensief beheerd en zijn vooral soortenarm grasland. Maar ook in natuurgebieden heeft intensivering plaatsgevonden ten behoeve van weidevogelgrasland, of juist extensivering omdat een matig extensief beheer moeilijk uitvoerbaar is. Door het achterwege blijven van beheer in natuurgebieden is daar op grote schaal verbossing opgetreden.

Goede voorbeelden van de historie en het vroegere economische gebruik van de laagveengebieden zijn te vinden in: Heymans & Schuiling (1912), Van Zinderen Bakker (1942, 1947), Meijer & De Wit (1955), Trouw (1948), Buitelaar (1993).

### **Vegetatiegradiënt**

Langs oeverwallen en dijken kunnen op plaatsen met lokale kwel natte schaallanden en Ruigten en Zomen (Moerasspirea) (H6430A) voorkomen en, afhankelijk van de basenrijkdom, soms ook Blauwgraslanden (H6410). Verder van de oeverwal, in wat nu het veenweidegebied is, kwamen vroeger op plaatsen met incidentele overstroming van basenrijk en fosfaatarm water ook Blauwgraslanden en Dotterbloemhooilanden (Lg07) voor. In de buurt van de (IJsselmeer)kust bevinden zich kleiafzettingen, waarop ook andere typen schraalland kunnen voorkomen, zoals Glanshaver- en Vossenstaarthooilanden (H6510) en Kamgrasweides (Lg10).

Langs de watergangen kan een ruime variatie aan oevervegetaties voorkomen. Bij maaibeheer ontstaat Veenmosrietland (H7140B) aan de droge kant van de gradiënt naar Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150) (Pot 1993, Twisk et al. 1997, Blomqvist 2005, Ter Heerdt 2010). In de regel is in de laagvenen tussen de oeverwallen het water niet voldoende basenrijk voor trilveen. In dat geval kan veenmosrietland bij zomermaaien en voldoende regenwaterinvloed overgaan in Moerasheide (H4010B). Zonder beheer ontstaan elzenbossen en, bij voldoende regenwaterinvloed, Hoogveenbossen (H91D0) of zelfs Hoogveen (H7110). Ook onder water komen gradiënten voor. Ondiepe delen zijn niet begroeid met submerse vegetatie (wel met drijfbladsoorten), dan komt een zone met fonteinkruiden (Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden) en nog dieper een zone met kranswiervegetaties (Kranswierwateren, H3140). De diepste delen zijn, afhankelijk van het doorzicht, al of niet begroeid. Sommige laagveenplassen zijn tot op de zandbodem uitgegraven en herbergen dan vaak kranswiervegetaties.

### **Fauna**

De fauna in deze gradiënt lijkt sterk op de voorgaande gradiënt maar is minder divers. De meest zeldzame en kenmerkende soorten zoals Donkere waterjuffer en Grote vuurvlieder ontbreken. Lange tijd werd het laagveenlandschap gekenmerkt door een grote mate van dynamiek. De waterpeilen konden flink fluctueren en ook het beheer was vaak zeer wisselend in de tijd en in de ruimte. In natte zomers kan er vaak niet in trilvenen gemaaid worden terwijl dat ook door een zachte winter (geen ijs) kan gelden t.a.v oever-rietmaaien. De Noordse woelmuis is een soort die hier van afhankelijk is. Deze soort voelt zich vooral thuis in natte verlandingsvegetaties, evenals in gradiënttype 1, met overjarig riet die regelmatig overstromen. Hiervoor is het nodig dat er om de paar jaar gemaaid wordt om bosvorming tegen te gaan. Zonder regelmatige overstroming heeft de Noordse woelmuis last van concurrentie door andere muizensoorten en heeft een rietvegetatie moeite zich te handhaven (Nijhof & Van Apeldoorn 2001, Van Laar 2002, La Haye & Drees 2004, Witte van den Bosch et al. 2009, Noordijk & De Jong 2010). Maar om een natuurlijke peilvariatie in te kunnen stellen zijn maatregelen op landschapsschaal noodzakelijk.

Door de geringe mate van verstoring en de grote oppervlakten aan helder water, verlandingsvegetatie, riet en moerasbos (V1) zijn moerasvogels als Roerdomp, Grote karekiet, Purperreiger en Woudaapje ook in dit gradiënttype goed vertegenwoordigd. Voor deze soorten is met name de combinatie van broedgelegenheid in de vorm van moerasbos en riet met foerageergebied in de vorm van ondiep open water of grasland van belang (V1 & F1). De broedgebieden moeten voldoende diep water hebben en vrij blijven van menselijke verstoring. In

de foerageergebieden moeten voldoende vissen, amfibieën en grote insecten voorkomen. De foerageergebieden mogen niet te ver van de kolonie liggen (<5 km), moeten glooiende oevers met gras, lage kruiden en helofyten hebben en het water moet er helder zijn.

Een juiste combinatie van broedgelegenheid en foerageergebied is ook voor de Zwarte stern van belang (V1). In natuurlijke situaties broedt deze soort in velden met Krabbenscheer (tegenwoordig met name op kunstmatige vlotjes) terwijl de hoogste prooidichtheid te vinden is op overgangen van (onder)watervegetatie naar open water of in grazige en ruigtevegetaties (onder andere [Berndt 1981](#), [Kisch 1992](#)). Eutrofiëring van laagveengebieden beperkt de ontwikkeling verlandingsvegetaties (Krabbenscheer) en het voedselaanbod is hierdoor minder divers ([Den Boer 2000](#)).

De aanwezigheid van verschillende (deel)habitats (V1) is ook voor insecten van groot belang. Naast een rijke vegetatie in het water hebben veel libellensoorten nadat ze zijn verveld behoefte aan ruigere delen en bosranden om uit te harden en te jagen. Voor de meeste libellensoorten is niet zo zeer van belang welke soorten in de vegetatie voorkomen, maar welke structuur deze vormen. Door het handhaven van kleine bosjes en het maken van luwte kan men 'uitzichtpunten' voor fauna maken. Niet alleen voor libellen maar ook voor vogels zoals de Blauwborst. Voor het voorkomen van verschillende soorten kenmerkende libellen van laagvenen is het tevens van belang dat de verschillende fasen van verlanding aanwezig zijn. In open landschappen waar wel voor de Groene glazenmaker geschikte krabbenscheervegetaties voorkomen, is het ontbreken van een geschikt landbiotoop (o.a. bosranden en ruigten) voor deze soort meestal een knelpunt ([De Jong 2000](#)). Voor de meeste libellen is een combinatie van Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150) als voortplantingswater met Veenmosrietlanden (H7140B) en Hoogveenbossen (H91D0) als uithard- en jachtgebied ideaal. Van de libellen van laagveen is de Noordse winterjuffer wel het meest gebaat bij een grote variatie aan biotopen, deels zelfs landschapoverstijgend. Dit kunnen overwinteringsbiotopen moerasbossen met Pijpenstrootje zijn, maar ook droge heiden op kilometers afstand ([Ruiter & Manger 2007](#)). De soort plant zich vooral voort in ondiepe, rijk begroeide petgaten met een goed ontwikkelde riet- en lisdoddevegetatie ([Ketelaar et al. 2007](#)) en overwintert als adult.

De Zilveren maan heeft naast de waardplant Moerasviooltje een hoge nectarbehoefte (V1 & F1) ([Bos et al. 2006](#)). Als gevolg van een verhoogde stikstofdepositie kunnen waardplanten verdwijnen of overwoekerd raken. Voor beide soorten is een ijle vegetatie met waardplanten in combinatie met ruige en bloemrijke delen essentieel (V1 & F1).

## Sturende processen

### *Waterkwaliteit*

De aanvoer van basenrijk oppervlaktewater (en in de buurt van oeverwallen ook grondwater), basenarm regenwater of een mengsel hiervan is in hoge mate bepalend voor de vegetatieontwikkeling. In het polderlandschap zijn er, naast lokale grondwaterstromen, twee bronnen van water: het regenwater (arm aan ionen) dat in de polders valt en het rivierwater dat rijk is aan ionen (vooral kalk en nutriënten) en dat als boezemwater ingelaten kan worden. Verschillen in verhouding tussen deze twee watertypen zorgen voor variatie en gradiënten.

### *Peilregime*

Vooral voor natte schraallanden (dotterbloemgraslanden, blauwgraslanden) en moerasvegetaties is een permanent hoge waterstand met een natuurlijke (beperkte) fluctuatie van belang ([Lamers et al. 2001](#)). Incidentele overstroming met oppervlaktewater bij hoge winterpeilen zorgt voor

aanvulling van de buffercapaciteit in blauwgraslanden en boezemlanden en is van belang voor de vestiging en ontwikkeling van helofytenvegetaties (Coops 1996, 2002, Graveland 1998, Van Rouveroy 1999). Door overstroming van oevervegetaties wordt strooisel afgevoerd of afgebroken (Lenssen 1998). Voorwaarde is dat het water helder, oligotroof en sulfaatarm is.

#### *Beschikbaarheid van nutriënten*

De vegetatietypen die kenmerkend zijn voor het laagveenlandschap worden gekenmerkt door voedselarme of matig voedselrijke condities (Lamers et al. 2001). Dat geldt zowel voor de terrestrische als aquatische systemen. Verschillen in voedselrijkdom leiden tot variatie en gradiënten. Beperkend kunnen zowel fosfaat als stikstof zijn, afhankelijk van het ecosysteemtype of vegetatietype.

#### *Veeenvorming en -afbraak*

Tegenwoordig komt verlanding slechts moeizaam op gang maar bij een goede waterkwaliteit kan verlanding snel gaan. Een uitbreidingssnelheid van kraggen van één meter per jaar horizontaal het water in is niet uitzonderlijk als de standplaatscondities gunstig zijn. Daarvoor is het wel nodig dat Krabbenscheer of Kleine IJsdodde hard groeien en dat is alleen het geval bij goede waterkwaliteit, dat wil zeggen niet hard, niet sulfaatrijk en vooral helder. Aangezien verlanding via kraggen aan de oever start, zijn goede condities (zowel beheer als waterkwaliteit) daar een noodzaak. Oevers die uit veen bestaan zijn, net als de onderwaterbodem, gevoelig voor veenafbraak onder invloed van sulfaat, nitraat etc. Daardoor worden ze ook zeer erosiegevoelig. In het verleden zijn de grote plassen ontstaan door een combinatie van overexploitatie en erosie door golfslag, maar door oeververdediging is dit proces thans grotendeels gestuit. Aan lagewal zijn vaak helofytenvelden ontstaan, maar op geëxponeerde plaatsen voorkomt golfslag ophoping van organisch materiaal en verlanding.

#### *Beheer*

Blauwgrasland, veenmosrietland en moerasheide zijn voor hun voortbestaan afhankelijk van maaibeheer. Zonder beheer treedt bij de huidige depositie een snelle verbossing op. Maar ook in watergangen is beheer nodig in de vorm van baggeren of schonen om accumulatie van sediment te voorkomen. Afhankelijk van de benodigde afvoercapaciteit in relatie tot de breedte werden vroeger sloten en andere watergangen meer of minder intensief onderhouden, met een ruime variatie aan oevervegetaties tot gevolg (Ter Heerdt 2010). Vaak werden sediment (bagger) en watervegetatie (vooral Krabbenscheer) op de kant getrokken om als meststof te dienen.

#### *Dispersie*

Het traditionele beheer bracht op grote schaal transport van hout, takken, maaisel, waterplanten, veen, modder, vis, vee, etc. met zich mee (Van Zinderen Bakker 1942, 1947, Trouw 1948). Door onbedoeld transport van organismen en diasporen kwamen ook in geïsoleerd gelegen gebieden laagveensoorten terecht.

### **Standplaatscondities**

Langs deze gradiënt verloopt de vochttoestand van vochtig (bij voorbeeld Blauwgraslanden hoger op de gradiënt) tot zeer nat (bij voorbeeld verlandingsvegetatie of kraggen). Grote delen van de gradiënt werden vroeger 's winters geïnundeerd. Het waterpeil zakte 's zomers niet of nauwelijks weg (in kraggen, die meebewegen met het waterpeil) of tot enkele decimeters diep (in

graslanden). Tegenwoordig zijn de peilen constant of tegennatuurlijk ('s zomers hoog, 's winters laag). Vaak hebben de natuurgebieden een hoger peil dan de omliggende landbouwpolders, wat aanleiding geeft tot wegzijging en inlaat van boezemwater noodzakelijk maakt. In de typische situatie is het water zoet. Diepe polders kunnen brakke kwel aantrekken die wordt uitgeslagen naar de boezem. De hoge concentraties sulfaat en chloride die dit met zich meebrengt zijn doorgaans ongunstig voor vegetaties die zich onder zoete omstandigheden gevormd hebben. De voedselrijkdom bevindt zich tussen matig voedselarm (mesotroof) via licht voedselrijk in het grootste deel van de gradiënt, tot plaatselijk matig voedselrijk (bij voorbeeld in ruigten en bossen). In open water (meren) zijn mesotrofe tot licht eutrofe condities optimaal. De zuurgraad ligt tussen neutraal (in vlaktes die overstroomd worden door gebufferd oppervlaktewater, of op plaatsen met enige invloed van kwel) tot zuur (op plaatsen waar regenwater domineert). Hoogveenbossen zijn meestal matig zuur, terwijl voor veenmosrietlanden en moerasheide licht zure condities typisch zijn.

## Knelpunten

### *Verdroging*

Het grond- en oppervlaktewaterpeil is tegenwoordig lager dan voor veel habitattypen (incl. leefgebieden voor de fauna) gewenst is. In dit gradiënttype wordt dit niet door het wegvallen van kwel veroorzaakt, maar door het voor de landbouw geoptimaliseerde peilregime, waardoor de vroegere gradiënt van droog naar overstroomd is verdwenen. Hierdoor krijgen soorten van drogere milieus (vaak ruigtekruiden) een grotere kans en blijft er weinig ruimte over voor de typische soorten van laagvenen. Daarnaast is er vaak een “tegennatuurlijk” peilregime, hoog in de zomer en laag in de winter. Overigens zijn de ecologische effecten van dit type peilregime niet goed onderzocht. Het creëert in elk geval de noodzaak tot het inlaten van veel water in de zomer, maar als dit van goede kwaliteit is (helder en arm aan nitraat, fosfaat en sulfaat) is dit geen probleem. Door het netto afvoeren van niet gebufferd regenwater in de winter en het ter compensatie aanvoeren van sterk gebufferd oppervlaktewater in de zomer is er in veel natuurgebieden in het verleden een sterke alkalinisatie van het oppervlaktewater opgetreden. Hard en sulfaatrijk water stimuleert de anaerobe afbraak van organisch materiaal onder natte condities. Daarnaast ontbreekt bij dit peilbeheer de droogvallende oeverzone die van groot belang is voor de vestiging van oeverplanten en daarmee voor verschillende moerasvogels die hiervan afhankelijk zijn (Den Boer, 2000). Overstroming van boezemlanden en blauwgraslanden met gebufferd water bij hoge winterpeilen komt door het huidige starre peil niet veel meer voor.

### *Verzuring*

Bij verdroging wordt de toplaag van de bodem aeroob en daardoor vindt oxidatie plaats van ijzer- en zwavelverbindingen (die onder anaerobe condities in de bodem accumuleren), waarbij zuur wordt geproduceerd. Hoewel verdroging leidt tot immobilisatie van fosfaat, maakt te sterke verzuring ( $\text{pH} < 4,2$ ) fosfaat weer vrij uit het bodemcomplex (Beltman & Van den Broek 1993). Verhoogde beschikbaarheid van fosfaat, ook door aanvoer via oppervlaktewater, kan samen met de hoge stikstofdepositie leiden tot een sterke toename van haarmossen en veenmossen, die andere soorten overgroeien. Onder natte, anaerobe condities overheersen reductieprocessen, die juist buffercapaciteit genereren.

### *Eutrofiering*

Oppervlaktewater bevat vaak te veel fosfor en stikstof. De bodem levert N en P na uit een historische voorraad, of produceert dit zelf door veenafbraak. De mate waarin dit gebeurt hangt af van de waterkwaliteit (Lamers et al. 2006, 2010). Landbouwactiviteiten leiden in veengebieden niet alleen via bemesting tot eutrofiering van het oppervlaktewater, ook leidt drainage tot de oxidatie (aerobe afbraak) van veen. Bij oxidatie komen niet alleen nutriënten vrij uit het veen, maar wordt ook veel eutroof slib geproduceerd. Er kan bovendien veel sulfaat worden vrijgemaakt uit ijzerverbindingen door oxidatie in de droge delen. Daarnaast kan sulfaat ook in het natte veen worden vrijgemaakt door nitraat uit mest (zie Deel I). Met name de venen in het westen van het land zijn van nature rijk aan zwavel omdat ze in het verleden onder mariene invloed stonden. Veenafbraak leidt hiermee niet alleen tot een directe verhoging van de nutriëntenconcentraties, maar ook, via sulfaat, tot een indirecte mobilisatie van nutriënten (de zogenaamde interne eutrofiering, Lamers et al. 1998, Smolders et al. 2006, Deel I). Dit probleem wordt versterkt door N-depositie uit de lucht. Eutrofiering veroorzaakt niet alleen een snelle successie van jonge verlandingsstadia naar een eutrofe moerasvegetatie, maar remt aan de andere kant ook de verlanding sterk af (zie onder).

### *Ontbreken van verlanding*

Verlanding vanuit open water vindt nog maar in zeer beperkte mate plaats, waardoor jonge successiestadia schaars zijn. Dit heeft met de voedselrijkdom van de oevers te maken, waarop vaak alleen snelgroeiende plantensoorten voorkomen, maar waarschijnlijk ook met de slechte waterkwaliteit (eutroof en troebel) en met beperkingen bij de dispersie (Lamers et al. 2010). Doordat verlanding nauwelijks meer plaatsvindt, ontbreken karakteristieke gradiënten van water naar land grotendeels, met grote gevolgen voor flora en fauna. De jonge verlandingsstadia zijn niet alleen voor de vegetatie van belang, maar herbergen ook het als habitat voor moerasvogels en insecten zeer belangrijke waterriet (Lg05).

### *Erosie*

Veenafbraak als gevolg van een slechte waterkwaliteit tast ook de oevers aan en maakt ze kwetsbaar voor erosie (Smolders et al. 2006). Het verdwijnen van legakkers en de daardoor toegenomen strijklengte en golfslag versterkt de erosie verder. Bovendien heeft de verslechterde waterkwaliteit er toe geleid dat beschermende werking van helofytengordels langs de oevers van de meren minder is geworden (onder andere door wortelrot, slappere stengels, epifyton op de stengels; Brix 1999) of helemaal is verdwenen. Hierdoor zijn de oevers gevoeliger geworden voor erosie (Coops 1996, 2002). Door bosvorming zijn oevers soms zelfs helemaal kaal en daardoor zeer erosiegevoelig (Lamers et al. 2006). Ook een vast peil kan tot extra erosie leiden, doordat de golfslag dan continu op hetzelfde punt inwerkt.

### *Onvoldoende beheer*

Ook in dit gradiënttype speelt het probleem van verbossing door achterblijvend beheer. Maar bovendien is het oogsten van waterplanten en waterbodems (om deze als meststof te gebruiken; het 'scherentrekken' en 'modderen') geheel in onbruik geraakt, wat aanvankelijk tot een versterkte verlanding heeft geleid, maar vanaf ca. 1980 nog slechts tot verruiging, waarschijnlijk als gevolg van onvoldoende waterkwaliteit. Vanwege het steeds strakker geworden peilbeheer moet er steeds meer water door de watergangen stromen en daarom worden de oevers van watergangen zeer intensief onderhouden. Daarmee zijn de vroegere oever- en waterplantenvegetaties verdwenen. Door bemesting zijn schraallandvegetaties buiten de reservaten gaandeweg verdwenen. Uiteindelijk is het beheer en daarmee het landschap, grootschaliger en eenvormiger

geworden. De variatie van successiestadia en de bijbehorende gradiënten is daardoor achteruitgegaan of verdwenen.

#### *Gebrek aan dispersiemogelijkheden*

Door fragmentatie van laagveengebieden, niet alleen door fysieke barrières maar ook doordat de habitatkwaliteit van mogelijke corridors slecht is, zijn de mogelijkheden voor dispersie van soorten (ook via het water) sterk afgenomen tussen en binnen gebieden. Ook zijn de traditionele vormen van landbouw die leidden tot extra dispersie verdwenen. Daarnaast zijn de bronpopulaties verdwenen of sterk in omvang achteruit gegaan. Hierdoor wordt de terugkeer van laagveensoorten bemoeilijkt. Kleine populaties zijn geïsoleerd geraakt, wat hun voortbestaan kan bedreigen (Matus et al. 2003, Rasran et al. 2006, 2007, Ozinga 2008).

#### *Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna*

Een algemeen probleem voor de fauna dat voorkomt uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek van habitats (V1b) waarin minder (karakteristieke) diersoorten voorkomen dan in een fijnkorrelig mozaïek. Ook de interne heterogeniteit in de afzonderlijke habitats en de dichtheid aan kruidachtigen en (daarmee) bloemdichtheid neemt af door een versnelde biomassagroei.

#### *Graasdruk door ganzen en muskusratten*

De sterk toegenomen populaties ganzen in het laagveengebied zorgen voor achteruitgang van de vegetatie. In ieder geval hebben rietzomen hiervan sterk te lijden (Bakker 2006). De bemesting door ganzen lijkt over het algemeen mee te vallen maar kan lokaal (bij voorbeeld in het Vechtplassengebied) sterk zijn (Bakker 2008). De graasdruk door muskusratten en de Amerikaanse rivierkreeft worden door beheerders genoemd, maar hier is aanvullend onderzoek gewenst.

### **Herstelmaatregelen gradiënt**

#### *Verhogen waterpeil:*

In verdroogde gebieden moet het waterpeil omhoog, maar hoeveel precies hangt af van de situatie. In een natuurlijker situatie is het waterpeil niet alleen hoger, maar ook met grotere en frequentere fluctuaties, met hoge winter- en lage zomerpeilen. Nu is het peilregime meestal andersom, ten behoeve van de landbouw. Te hoge peilen in het groeiseizoen, of te sterk fluctuerende peilen kunnen ongunstig werken. Het is echter de vraag in hoeverre het instellen van een sterke 'natuurlijke' peilfluctuatie ecologisch noodzakelijk is. Het vermindert wel de noodzaak tot het inlaten van boezemwater in de zomer, maar als dit van goede kwaliteit is hoeft inlaat geen groot probleem te zijn. Een lager peil in de zomerperiode kan ook de kieming van oeverplanten bevorderen, zoals eerder gemeld. Een sterke peilfluctuatie is waarschijnlijk niet absoluut noodzakelijk en in de praktijk vaak (niet alleen door de landbouw maar bij voorbeeld ook door bebouwing, jachthavens etc.) moeilijk te realiseren. Het kan zelfs leiden tot achteruitgang van waardevolle vegetaties die zijn ontstaan dankzij het huidige stabiele peil. Zulke vegetaties zitten aan de bodem vast en kunnen niet meebewegen met het waterpeil en zullen dus bij peilfluctuaties verdrogen of verdrinken.

### *Verlaging van de trofiegraad*

Vermindering van wegzijging verkleint de noodzaak tot het inlaten van boezemwater dat meestal eutroof is. Maar ook bij een flexibeler peilbeheer hoeft minder boezemwater ingelaten te worden. Ook verbetering van de kwaliteit van het boezemwater kan leiden tot een lagere trofiegraad en die verbetering is gedurende de laatste decennia reeds op grote schaal opgetreden. Een verdere kwaliteitsverbetering is te bereiken door:

- verkleinen van de invloed van landbouwwater door bij voorbeeld aanvoerwegen te verlengen of landbouwpolders af te koppelen van de boezem;
- het verminderen van bemestingsniveau's in landbouw- en weidevogelgebieden en het instellen van bemestingsvrije oevers.
- verhogen van het waterpeil in aangrenzende landbouw- en weidevogelgebieden; dit vermindert de wegzijging en dus de noodzaak tot het inlaten van boezemwater en vermindert ook de veenaafbraak en daarmee het vrijkomen van nutriënten.
- baggeren van voedselrijke waterbodems en afvoer van het gebaggerde materiaal (Geurts 2010), rekening houdend met de aanwezige fauna door een gefaseerde aanpak. Dit is met name effectief in de grote plassen, vaarten en sloten. Het laten drogen in bassins levert een droog produkt op dat gebruikt kan worden als opvulgrond door boeren of bij parkaanleg door gemeenten;
- defosfateren van inlaatwater: dit leidt tot verlaging van de trofiegraad omdat vaak sprake is van co-limitatie door stikstof en fosfor. Dit is met name het geval voor aquatische vegetatie, maar omdat het leidt tot helderder water kan het ook helpen bij het weer op gang brengen van verlanding.

### *Herstel van buffering*

In dit gradiënttype vindt buffering plaats door basenrijk oppervlaktewater. Een belangrijk deel van de aanvoer van dit water via de rivieren is nog aanwezig, maar kan niet gebruikt worden waar het van onvoldoende kwaliteit is. Verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater is van het allergrootste belang; maatregelen hiervoor werden in het vorige punt gegeven. Herstel van doorstoomsituaties waarbij oppervlaktewater van goede kwaliteit door het gebied wordt geleid zal sterk bijdragen aan het herstel van buffering.

### *Stimuleren van verlanding*

Dit kan door het graven van nieuwe petgaten, maar ook zonder die maatregel zijn er voldoende plekken waar verlanding mogelijk is. Nieuwe petgaten geeft een voordeel van een schone bodem. Verlanding komt echter alleen op gang wanneer het oppervlaktewater van voldoende kwaliteit is, dus helder en arm aan nitraat, fosfaat en sulfaat. Alle eerder genoemde maatregelen voor herstel van waterkwaliteit zullen dus ook een gunstig effect hebben op de verlanding. Defosfateren leidt tot helder water wat gunstig is voor de eerste (onderwater) stadia van verlanding. De rol van peilfluctuaties bij verlanding is vooralsnog onduidelijk (**kennislacune**).

### *Bestrijden van erosie*

Een goede waterkwaliteit is van belang om de vegetatie minder erosiegevoelig te maken. Stevige planten met weinig epifyton zijn bestand tegen golfslag en golven houden de vegetatie vrij van strooisel en kunnen zo eutrofiering voorkomen. Bij oligotroof water kan de aanleg van een vooroever of golfbreker helpen, maar bij eutroof water kan oeververdediging juist een tegengesteld effect hebben, omdat zich dan meer organisch materiaal gaat ophopen. In de praktijk kan de strijklengte verkleind worden door dammetjes in petgaten aan te leggen, maar ook drijflijnen (balken) kunnen al effectief zijn.

### *Bevorderen van dispersie*

De verspreiding van diasporen (zaden, rozetten, Krabbenscheer-juvenielen) door en via het water speelt een belangrijke rol. Verbindingen tussen sloten en petgaten en een goede waterkwaliteit voor onder andere kieming en vestiging zijn essentieel (Sarneel 2010, Beltman et al. 2010). Ook het herstellen van doorstroom is gunstig voor de dispersie. Verder kan het herintroduceren van structuurbepalende soorten ('ecosystem engineers' zoals Krabbenscheer, Slangenwortel, Waterdrieblad) worden overwogen als deze niet aanwezig zijn (Rasran et al. 2006, 2007, Smulders et al. 2006, Schippers & Gardenier 1998, Strykstra 2000, IUCN 1998). Voor met name de minder mobiele fauna is een verbinding eveneens van groot belang, deze kan zowel uit aquatische verbindingen bestaan maar kan ook over land.

### *Aandachtspunt*

- Het probleem van nalevering van nutriënten uit de waterbodem, met name van de grote plassen, is voornamelijk moeilijk op te lossen. Isolatie van plassen kan een oplossing zijn voor het verbeteren van de waterkwaliteit, maar dat beperkt wel de dispersie. In principe zijn baggeren en defosfateren betere maatregelen. Er lopen momenteel diverse onderzoeksprojecten naar nut en noodzaak van baggeren (onder andere bij OBN, STOWA).

### **Voorbeelden**

Botshol, Nieuwkoop, Alde Feanen, Witte en Zwarte Brekken

### **Literatuur**

- Alterra, 2003. Moerasvogels op peil. Moerasvogels houden is moerassen behouden. Wageningen.
- Bakker, L., 2006. Het effect van grauwe ganzen begrazing op de oevervegetatie van de Waterleidingplas, Waternet, Loenderveen. Rapport NIOO, Nieuwersluis.
- Bakker, L., 2008. Nutriënten input door watervogels op Terra Nova, de Waterleidingplas en Loenderveen Oost in 2007.
- Belgers, J.D.M. & G.H.P. Arts, 2003. Moerasvogels op peil. Deelrapport 1: Peilen op Riet. Alterra-rapport 828.1.
- Beltman, B. & T. Van den Broek, 1993. Verzuring van kalkrijke venen. Landschap 10(2):17–32.
- Beltman, B., N.Q.A.V. Omtzigt & J.E. Vermaat, 2011. Turbary restoration meets variable success: does landscape structure force colonization success of wetland plants? Restoration Ecology 19: 185–193.
- Berndt R.K., 1981. Zur Brutbiologie und zum Verhalten der Trauerseeschwalbe *Chlidonias niger* am Brutplatz. Corax 8(4): 266–281.
- Blomqvist, M.M., 2005. Restoration of plant species diversity of ditch banks. ecological constraints and opportunities. Thesis Universiteit Leiden.
- Boer, T. den, 2000. Beschermingsplan Moerasvogels 2000–2004. Rapport Directie Natuurbeheer nr. 47, Wageningen.
- Bos, F., M. Bosveld, D. Groenendijk, C. van Swaay, I. Wynhoff & De Vlinderstichting, 2006. De dagvlinders van Nederland, verspreiding en bescherming (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionidea.–Nederlandse Fauna 7. Leiden. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey–Nederland.
- Brix, H., 1999. The European Research Project on Reed Die-Back and Progression (EUREED). Limnologica 29: 5–10.

- Buitelaar, A.L.P., 1993. De Stichtse ministerialiteit en de ontginningen in de Utrechtse Vechtstreek. Uitgeverij Verloren.
- Coops, H. (ed.), 2002. Ecologische effecten van peilbeheer: een kennisoverzicht. RIZA rapport 2002.040.
- Coops, H., 1996. Helophyte zonation: impact of water depth and wave exposure. Thesis Radboud University Nijmegen.
- De Jong, Th., 2004. Polders, polderwateren en vissen. RAVON18 6(3): 57–61.
- Geurts, J.J.M., 2010. Restoration of fens and peat lakes: a biogeochemical approach. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen; 170 p.
- Graveland, J., 1998. Reed die-back, water level management and the decline of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in the Netherlands. *Ardea* 86: 187–201.
- Heymans, E. & R. Schuiling, 1912. Een veenplas bij loenen aan de Vecht. In: Heymans, E. & R. Schuiling (eds.), *Nederlandsche Landschappen, Handleiding bij de Aardrijkskundige Wandplaten van Nederland; IV. Noordhoff, Groningen.*
- Huiskes, H. P. J., N. Beemster & P. W. F. M. Hommel, 2005. Moerasvogels op peil. Deelrapport 3. Werk in uitvoering: Een evaluatie van beheerexperimenten gericht op het bevorderen van jonge verlandingsstadia. Alterra-rapport 828.3.
- IUCN/SSC, 1998. Re-introduction Specialist Group. IUCN Guidelines for Re-introductions. IUCN, Cambridge.
- Ketelaar, R., Ruiter E.J., Uilhoorn H.M.G., Manger R. & de Boer E.P., 2007. Habitatkeuze van de Noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*) in Nederland. *Brachytron* 11(1): 21–33.
- Kisch, J. 1992. Zur Nahrungsbiologie der Trauerseeschwalbe am Dümmer. *Chlidonias* 2: 6–12
- La Haye, M. & J.M. Drees, 2004. Beschermingsplan Noordse woelmuis. Rapport EC-LNV nr. 270.
- Lamers, L.P.M. (ed.), J.J.M. Geurts, B.M. Bontes, J.M. Sarneel, H.W. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J.S.A. Verhoeven, B.W. Ibelings, E. van Donk, W.C.E.P. Verberk, B. Kuijper, H. Esselink, J. Roelofs, 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003–2006. Rapport DK nr. 2006/057–O, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Lamers, L.P.M. (ed.), J.M. Sarneel, J.J.M. Geurts, L.M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, E.S. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J.T.A. Verhoeven, B.W. Ibelings, E. van Donk, W.C.E.P. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs, 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN Eindrapportage 2006–2009 (Fase 2). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis; 251 p.
- Lamers, L.P.M., M. Klinge & J.T.A. Verhoeven, 2001. OBN Preadvies laagveenwateren. Expertisecentrum LNV Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs, 1998. Sulfate-induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science & Technology* 32: 199–205.
- Lammertsma, D.R., J. Burgers, R.J.M. van Kats & H. Siepel, 2004. Moerasvogels op peil. Deelrapport 4: Voedselsituatie voor insectenetende moerasvogels. Alterra-rapport 828.4.
- Lenssen, J. P. M., 1998. Species richness in reed marshes. Thesis Radboud University Nijmegen.
- Matus, G., R. Verhagen, R.M. Bekker & A.P. Grootjans, 2003. Restoration of the *Cirsio dissecti*-*Molinietum* in the Netherlands: Can we rely on soil seed banks? *Journal of Applied Vegetation Science* 6: 73–84.
- Meijer, W. & R.J. de Wit, 1955. Kortenhoef, een veldbiologische studie van een Hollands verlandingsgebied. Stichting Commissie voor de Vecht en het oostelijk en westelijk plassengebied, Amsterdam.

- Nijhof, B.S.J. & R.C. van Apeldoorn, 2001. De Noordse woelmuis in Noord-Holland Midden. Alterra-rapport 576.
- Noordijk, J. & Th. de Jong, 2010. Noordse Woelmuis op de Makkingervaard. Kansen en bedreigingen voor uniek knaagdier. Zoogdier 21(1): 18–21.
- Ottburg, F. 2009. Polders inrichten voor poldervissen. Vakblad Natuur, Bos, Landschap 2009: 4–9.
- Ottburg, F.G.W.A. & Th. de Jong, 2006. Vissen in Poldersloten. Alterra-rapport 1349.
- Ottburg, F.G.W.A. & Th. de Jong, 2009. Vissen in Poldersloten deel 2. Inrichting- en beheermaatregelen in polder Lakerveld en polder Zaans Rietveld ten gunste van poldervissen. Alterra-rapport 1945.
- Ozinga, W. A., 2008. Assembly of plant communities in fragmented landscapes: the role of dispersal. Thesis Radboud Universiteit Nijmegen.
- Pot, R., 1993. Natuurvriendelijke oevers langs kleine wateren. Werkdocument IKC-NBLF NR. 29.
- Rasran, L., K. Vogt & K. Jensen, 2006. Seed content and conservation evaluation of hay material of fen grasslands. Journal for Nature Conservation 14: 34–45.
- Rasran, L., K. Vogt & K. Jensen, 2007. Effects of topsoil removal, seed transfer with plant material and moderate grazing on restoration of riparian fen grasslands. Journal of Applied Vegetation Science 10: 451–460.
- Ruiter E.J. & Manger R., 2007. Overwinteren in Nederland, geen koud kunstje voor de Noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*). Brachytron 11(1): 42–49.
- Sarneel, J.M., 2010. Colonisation processes in riparian fen vegetation. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Schippers, W. & M. Gardenier, 1998. Introductie van inheemse flora. Handreiking voor een verantwoorde keuze en aanpak met een accent op multifunctionele terreinen. Rapport IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Schotman, A. G. M. & R.G.M. Kwak, 2003. Moerasvogels op peil. Deelrapport 2: Successie en het succes van moerasvogels. Aanbevelingen voor beheerders op basis van de relatie tussen moerasvogels en vegetatiesuccessie. Alterra-rapport 828.2.
- Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs, 2006. Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. Chemistry and Ecology 22: 93–111.
- Smulders, M.J.M., P.F.P. Arens, H.A.H. Jansman, J. Buiteveld, G.W.T.A. Groot Bruinderink & H.P. Koelewijn, 2006. Herintroductie van soorten, bijplaatsen of verplaatsen: een afwegingskader. Alterra-rapport 1390.
- Strykstra, R. J., 2000. Reintroduction of plant species: Shifting settings. Thesis Rijksuniversiteit Groningen.
- Ter Heerdt, G.N.J., 2010. Natuurvriendelijk onderhoud en ecologische kwaliteit. Literatuuronderzoek naar de ideale frequentie van schonen en onderhoud en onderbouwing van het nut van het afvoeren van maaisel. Rapport Waternet, Amsterdam.
- Trouw, J., 1948. De West-Nederlandsche veenplassen. Historisch-Planologisch. Heemschut bibliotheek 4, Allert de Lange, Amsterdam.
- Twisk, W., P. Vos & W.J. ter Keurs, 1997. Factors affecting conservation values in ditches in peat areas. A review of knowledge for the Netherlands. Thesis University of Leiden.
- Van Laar, V., 2002. De Noordse woelmuis en het ruime sop. Natura (2002)3: 82–83.
- Van Rouveroy, S., 1999. De achteruitgang van Riet. Overzicht van de situatie in Noordwest-Europa. Doktoraalscriptie Vakgroep Plantenoecologie RuG.
- Van Zinderen Bakker, E. M., 1942. Het Naardermeer, Een geologische, historische en botanische Landschapsbeschrijving van Nederlands oudste natuurmonument. Allert de Lange, Amsterdam.

- Van Zinderen Bakker, E.M., 1947. De West-Nederlandsche veenplassen: een geologische, historische en biologische Landschapsbeschrijving van het water- en moerasland. Heemschut bibliotheek 1, Allert de Lange, Amsterdam.
- Van der Winden, J. & Th. Boudewijn, 2004. Poldervissen en vogels. RAVON 55-56.
- Witte van den Bosch, R.H., D.L. Bekker & J.J.A. Dekker, 2009. Landschapsdynamiek voor Noordse woelmuis. *Landschap* 26: 147-152.

## Gradiënttype 3: Brak laagveenlandschap

### Beknopte beschrijving

In Noord-Holland zijn de hoogveenkernen ca. 1000 jaar geleden drooggelegd. Door overstromingen en aanvoer van brak water uit de Zuiderzee is het grondwater en dus ook het veenpakket brak geworden. Daardoor heeft dit veen niet alleen een hogere zout- maar ook een hogere zwavelconcentratie. Dit gradiënttype is door verzoeting langzamerhand aan het verdwijnen; de gebieden gaan dan min of meer functioneren als gradiënttype 2. Dit gradiënttype komt ook voor op locaties met veenmosrietlanden in inlagen met brakke kwel in het Zeekleigebied. Figuur 5 geeft een schematische doorsnede.

### Vegetatiegradiënt

Kenmerkend voor dit gradiënttype zijn de Veenmosrietlanden (H7140B) die zijn ontstaan uit verlandingsvegetaties met Ruwe bies en Ruigten en zomen (Harig wilgenroosje) (H6430B) met soorten die karakteristiek zijn voor brakke situaties zoals Echte heemst en Echt lepelblad (32Ba2b, Moerasmelkdistel-associatie, subassociatie met Echte heemst). Op dikke kraggen komen Vochtige heiden (H4010B) voor. In de onbeheerde situatie komen op deze plaats Hoogveenbossen voor (H91D0), terwijl elzenbroekbossen onder brakke omstandigheden juist ontbreken. Veenmosrietlanden, Vochtige heiden en Hoogveenbossen kunnen zich in brakwatergebieden relatief snel ontwikkelen vanwege het feit dat de benodigde regenwaterlens gemakkelijker op brak water blijft drijven dan op zoet water. Vegetaties met waterplanten komen weinig voor; sporadisch is in matig voedselrijk brak water de Associatie van Brakwaterkransblad (4Ca1), behorend tot de Kranswierwateren (H3140), te vinden.

### Fauna

Voor de vogels en zoogdieren geldt dat de situatie vergelijkbaar is met gradiënttype 2, maar er de watermacrofauna heeft een lagere diversiteit (Lamers et al. 2010). Veel soorten van het zoete water ontbreken en in plaats daarvan zijn kenmerkende soorten van het brakke water in dit systeem aanwezig (Van der Hammen 1992), bijvoorbeeld de slak Jenkins' waterhoren (de brakwaterkever, de kustduikerwants en enkele andere wantsen (Streppoot en Bruine schaatsenrijder). In algemene termen wensen deze soorten brak water en variatie in het systeem met een redelijke hoeveelheid waterplanten in helder water. De ruigere- en bloemrijke delen kunnen van belang zijn voor nectarzoekende insecten, maar de meeste libellen die kenmerkend zijn voor laagvenen ontbreken in deze brakke systemen.

Van oudsher werd het laagveenlandschap gekenmerkt door een grote mate van dynamiek. De waterpeilen konden flink fluctueren en het beheer was vaak "cyclisch". De Noordse woelmuis is een soort die hier van afhankelijk is. Deze soort voelt zich vooral thuis in natte verlandingsvegetaties met overjarig riet die regelmatig overstromen. Voor de Noordse woelmuis is het van belang dat er om de paar jaar gemaaid wordt om bosvorming tegen te gaan. Zonder regelmatige overstroming heeft de Noordse woelmuis last van concurrentie door andere muizensoorten en heeft een rietvegetatie moeite zich te handhaven (Nijhof & Van Apeldoorn 2001, Van Laar 2002, La Haye & Drees 2004, Witte van den Bosch et al. 2009, Noordijk & De Jong 2010). Maar om een natuurlijke peilvariatie in te kunnen stellen zijn maatregelen op landschapsschaal noodzakelijk.

Door de geringe mate van verstoring en de grote oppervlakten aan helder water, verlandingsvegetatie, riet en moerasbos (V1) zijn moerasvogels als Roerdomp, Grote karekiet, Purperreiger en Woudaapje ook in dit gradiënttype goed vertegenwoordigd. Voor deze soorten is met name de combinatie van broedgelegenheid in de vorm van moerasbos en riet met foerageergebied in de vorm van ondiep open water of grasland van belang (V1 & F1). De broedgebieden moeten voldoende diep water hebben en vrij blijven van verstoring. In de foerageergebieden moeten voldoende vissen, amfibieën en grote insecten voorkomen. De foerageergebieden mogen niet te ver van de kolonie liggen (<5 km), moeten glooiende oevers met gras, lage kruiden en helofyten hebben en het water moet er helder zijn. Een juiste combinatie van broedgelegenheid en foerageergebied is ook voor de Zwarte stern van belang (V1). In natuurlijke situaties broedt deze soort in velden met Krabbenscheer (tegenwoordig met name op kunstmatige vlotjes) terwijl de hoogste prooidichtheid te vinden is op overgangen van (onder)watervegetatie naar open water of in grazige en ruigtevegetaties (onder andere [Berndt 1981](#), [Kisch 1992](#)). Eutrofiëring van laagveengebieden beperkt de ontwikkeling verlandingsvegetaties (Krabbenscheer) en het voedselaanbod is hierdoor minder divers ([Den Boer 2000](#)).

## Sturende processen

### *Waterkwaliteit en peilregime*

Overstroming met brak oppervlaktewater (slootwater) en aanvoer van brakke kwel zijn essentieel voor het behoud van de karakteristieke eigenschappen van dit gradiënttype. Hogere en met name wisselende concentraties aan chloride sturen direct doordat veel soorten hier niet tegen kunnen en bovendien heeft chloride sterke effecten op bodemprocessen ([Lamers et al. 2010](#); zie ook Deel I). En verder ontstaan regenwaterlenzen op brak water gemakkelijker dan op zoet water door het verschil in soortelijk gewicht.

### *Veeenvorming en -afbraak*

Afbraak van brak veen (rijk aan zouten en zwavel) zorgt –naast brakke kwel– voor het licht brakke karakter van het oppervlaktewater. Ondanks het feit dat sulfaat kan leiden tot de afbraak van organisch materiaal kan er onder zwavelrijke omstandigheden ook netto veenvorming plaatsvinden zolang er meer organisch materiaal wordt gevormd dan afgebroken. Reductie van sulfaat in het gevormde veen gaat verzuring tegen. Anderzijds zijn daardoor zwavelrijke kraggen bij verdroging veel verzuringsgevoeliger dan zwavelarme kraggen.

### *Beheer*

Blauwgrasland, veenmosrietland en moerasheide zijn voor hun voortbestaan afhankelijk van maaibeheer. Zonder beheer treedt bij de huidige depositie een snelle verbossing op. Maar ook in watergangen is beheer nodig in de vorm van baggeren of schonen om accumulatie van sediment te voorkomen. Afhankelijk van de benodigde afvoercapaciteit in relatie tot de breedte werden vroeger sloten en andere watergangen meer of minder intensief onderhouden, met een ruime variatie aan oevervegetaties tot gevolg ([Ter Heerdt 2010](#)). Vaak werden sediment (bagger) en watervegetatie (vooral Krabbenscheer) op de kant getrokken om als meststof te dienen.

### *Dispersie*

Het traditionele beheer bracht op grote schaal transport van hout, takken, maaisel, waterplanten, veen, modder, vis, vee, etc. met zich mee ([Van Zinderen Bakker 1942, 1947, Trouw 1948](#)). Door

onbedoeld transport van organismen en diasporen kwamen ook in geïsoleerd gelegen gebieden laagveensoorten terecht. In het IJperveld werden zelfs complete drijftillen versleept achter de boot om aanmaak van land elders te versnellen.

### **Standplaatscondities**

De standplaatscondities in de Natura 2000-habitats variëren sterk: van matig zuur en matig voedselarm tot neutraal en matig voedselrijk, afhankelijk van de mate van beïnvloeding door regenwater. Het oppervlaktewater is van oorsprong zwak tot licht brak en sulfaatrijk (dus in het algemeen hard); het grondwater is zoet (als gevolg van regenwaterlenzen) tot licht brak. De vochttoestand varieert van diep water tot vochtig.

### **Knelpunten**

#### *Verzoeting:*

Het wegvallen van de invloed van brak water na de afsluiting van de Zuiderzee is het belangrijkste knelpunt voor dit type. Hierdoor zijn de gradiënten tussen zoetwaterlenzen en het (licht) brakke omringende milieu grotendeels verdwenen (Barendregt et al. 2011). Het niet beschikbaar zijn van brak water belemmert in sterke mate het herstel van de karakteristieke brakwatervegetaties. Chloride verhindert de reductie van sulfaat en daarmee de anaerobe afbraak van veen, zelfs onder sulfaatrijke condities en daarom zal verzoeting de veenafbraak versnellen.

#### *Verzuring*

Aangezien oxidatie van gereduceerd zwavel (meestal pyriet of ijzersulfide) leidt tot de vorming van zuur zijn zwavelrijke kraggen gevoeliger zijn voor verzuring dan kraggen die minder zwavel bevatten. Daarom veroorzaken de vermindering van de polderkwel en het steeds minder overstromen door een beter gereguleerd waterpeil een snelle verzuring van het vaste veen, met verzuurde blauwgraslanden en ruigtes tot gevolg. In het veen wordt het gevormde zuur gebufferd door (bi)carbonaat en uitwisseling tegen Ca en Mg aan het adsorptiecomplex. In verdrogende kraggen, die zich in het verleden onder (matig) sulfaatrijke condities hebben gevormd, kan oxidatie van geaccumuleerd (ijzer)sulfide echter ook leiden tot een acute en ernstige verzuring (katteklei). Ook in de vergraven situatie zal de oude kragge snel verzuren door het opbouwen van een regenwaterlens (Barendregt et al. 2011). De vroegere rijke gradiënten met onder andere Veenmosorchis op de grens van zoet regenwater en brak oppervlaktewater zijn verdwenen en vervangen door haarmosvelden, bramenruigten en Pijpenstrootje.

#### *Verdroging en de daarmee samenhangende eutrofiëring*

De drooglegging en bemesting die inherent zijn aan het huidige gebruik als veenweidegebied hebben geleid tot een sterke eutrofiëring van het boezemwater, zowel direct door het inspoelen van meststoffen als indirect door verdroging en oxidatie van veen. Oxidatie van brak veen leidt tot mobilisatie van sulfaat, dat uitspoelt naar het boezemwater en interne eutrofiëring kan veroorzaken in zoete of verzoete venen. Om watertekorten in de zomer aan te vullen wordt geëutrofiëerd boezemwater ingelaten, dat meestal ook troebel is door verslagen veenmodder. De huidige slechte waterkwaliteit belemmert het op gang komen van nieuwe verlandings; slechts in geïsoleerde (vooral nieuwe) petgaten is helder water aanwezig, waarin nieuwe verlandings kan starten.

### *Gebrek aan dispersiemogelijkheden*

Door fragmentatie van laagveengebieden, niet alleen door fysieke barrières maar ook doordat de habitatkwaliteit van mogelijke corridors slecht is, zijn de mogelijkheden voor dispersie van soorten (ook via het water) sterk afgenomen tussen en binnen gebieden. Ook zijn de traditionele vormen van landbouw die leidden tot extra dispersie verdwenen. Daarnaast zijn de bronpopulaties verdwenen of sterk in omvang achteruit gegaan. Hierdoor wordt de terugkeer van laagveensoorten bemoeilijkt. Kleine populaties zijn geïsoleerd geraakt, wat hun voortbestaan kan bedreigen (Matus et al. 2003, Rasran et al. 2006, 2007, Ozinga 2008).

### *Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna*

Een algemeen probleem voor de fauna dat voorkomt uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek van habitats (V1b) waarin minder (karakteristieke) diersoorten voorkomen dan in een fijnkorrelig mozaïek. Ook de interne heterogeniteit in de afzonderlijke habitats en de dichtheid aan kruidachtigen en (daarmee) bloemdichtheid neemt af door een versnelde biomassagroei.

### *Graasdruk door ganzen en muskusratten*

De sterk toegenomen populaties ganzen in het laagveengebied zorgen voor achteruitgang van de vegetatie. In ieder geval hebben rietzomen hiervan sterk te lijden (Bakker 2006). De bemesting door ganzen lijkt over het algemeen mee te vallen maar kan lokaal sterk zijn (Bakker 2008). De graasdruk door muskusratten en de Amerikaanse rivierkreeft worden door beheerders genoemd, maar hier is aanvullend onderzoek gewenst.

## **Herstelmaatregelen gradiënt**

### *Herstel van brakke condities*

De mogelijkheden tot herstel van dit gradiënttype worden bepaald door de beschikbaarheid van brak water. Brak oppervlaktewater is nog slechts in beperkte mate aanwezig, met name langs het Noordzeekanaal en in polders met brakke kwel. Voor herstel van dit gradiënttype moet zulk water gebruikt worden; het Cl-gehalte van het inlaatwater moet minimaal 1000 mg/l zijn. Wanneer geen brak oppervlaktewater beschikbaar is, is het oppompen uit de diepere ondergrond een mogelijkheid. Zonder herstel van brakke condities hebben andere herstelmaatregelen in dit gradiënttype weinig zin, niet alleen omdat dan de typische brakwatersoorten niet zullen terugkeren, maar ook omdat bij lage Cl-gehalten er een sterke interne eutrofiëring kan optreden door de hoge sulfaatgehalten.

### *Verhogen waterpeil*

In verdroogde gebieden moet het waterpeil omhoog, maar hoeveel precies hangt af van de situatie. In een natuurlijker situatie is het waterpeil niet alleen hoger, maar ook fluctuerender, met hoge winter- en lage zomerpeilen. Nu is het peilregime meestal andersom, ten behoeve van de landbouw. Te hoge peilen in het groeiseizoen, of te sterk fluctuerende peilen kunnen ongunstig werken. Het is echter de vraag in hoeverre het instellen van een sterke 'natuurlijke' peilfluctuatie ecologisch noodzakelijk is. Het vermindert wel de noodzaak tot het inlaten van boezemwater in de zomer, maar als dit van goede kwaliteit is hoeft dat geen groot probleem te zijn. Een sterke peilfluctuatie is waarschijnlijk niet absoluut noodzakelijk en in de praktijk vaak (niet alleen door de landbouw maar bij voorbeeld ook door bebouwing, jachthavens etc.) moeilijk te realiseren. Het kan zelfs leiden tot achteruitgang van waardevolle vegetaties die zijn ontstaan dankzij het huidige

stabiele peil. Zulke vegetaties zitten aan de bodem vast en kunnen niet meebewegen met het waterpeil en zullen dus bij peilfluctuaties verdrogen of verdrinken.

#### *Verlaging van de trofiegraad*

Vermindering van wegzijging verkleint de noodzaak tot het inlaten van boezemwater dat meestal eutroof is. Maar ook bij een flexibeler peilbeheer hoeft minder boezemwater ingelaten te worden. Ook verbetering van de kwaliteit van het boezemwater kan leiden tot een lagere trofiegraad, maar in dit gradiënttype is het chloridegehalte van het ingelaten water de meest cruciale factor. Een verdere kwaliteitsverbetering is te bereiken door:

- verkleinen van de invloed van landbouwwater door bij voorbeeld aanvoerwegen te verlengen of landbouwpolders af te koppelen van de boezem;
- het verminderen van bemestingsniveau's in aangrenzende landbouw- en weidevogelgebieden en het instellen van bemestingsvrije oevers;
- verhogen van het waterpeil in aangrenzende landbouw- en weidevogelgebieden; dit vermindert de wegzijging en dus de noodzaak tot het inlaten van boezemwater en vermindert ook de veenafbraak en daarmee het vrijkomen van nutriënten.

#### *Stimuleren van verlanding*

Dit kan door het graven van nieuwe petgaten (zie hiervoor bij gradiënttypen 1 en 2). Verlanding komt echter alleen op gang wanneer het oppervlaktewater van voldoende kwaliteit is, dus helder en arm aan nitraat, fosfaat en sulfaat. Alle eerder genoemde maatregelen voor herstel van waterkwaliteit zullen dus ook een gunstig effect hebben op de verlanding. Defosfateren leidt tot helder water wat gunstig is voor de eerste (onderwater) stadia van verlanding. De rol van peilfluctuaties bij verlanding is vooralsnog onduidelijk.

#### *Bevorderen van dispersie*

De verspreiding van diasporen (zaden, rozetten, Krabbenscheer-juvenielen) door en via het water speelt een belangrijke rol. Verbindingen tussen sloten en petgaten en een goede waterkwaliteit voor onder andere kieming en vestiging zijn essentieel (Sarneel 2010, Beltman et al. 2010). Ook het herstellen van doorstroom is gunstig voor de dispersie. Verder kan het herintroduceren van structuurbepalende soorten ('ecosystem engineers' zoals Krabbenscheer, Slangenwortel, Waterdrieblad) worden overwogen als deze niet aanwezig zijn (Rasran et al. 2006, 2007, Smulders et al. 2006, Schippers & Gardenier 1998, Strykstra 2000, IUCN 1998).

#### *Aandachtspunt*

Sinds de afsluiting van de Zuiderzee is brak oppervlaktewater eigenlijk alleen nog langs het Noordzeekanaal beschikbaar, waardoor de mogelijkheden tot herstel van dit gradiënttype sterk worden beperkt. Er vindt momenteel in het kader van OBN onderzoek plaats naar de effecten van verbrakking in venen, de haalbaarheid daarvan en de mogelijke locaties daarvoor.

### **Voorbeelden**

Polder Westzaan, Wormer & Jisperveld, Ilperveld.

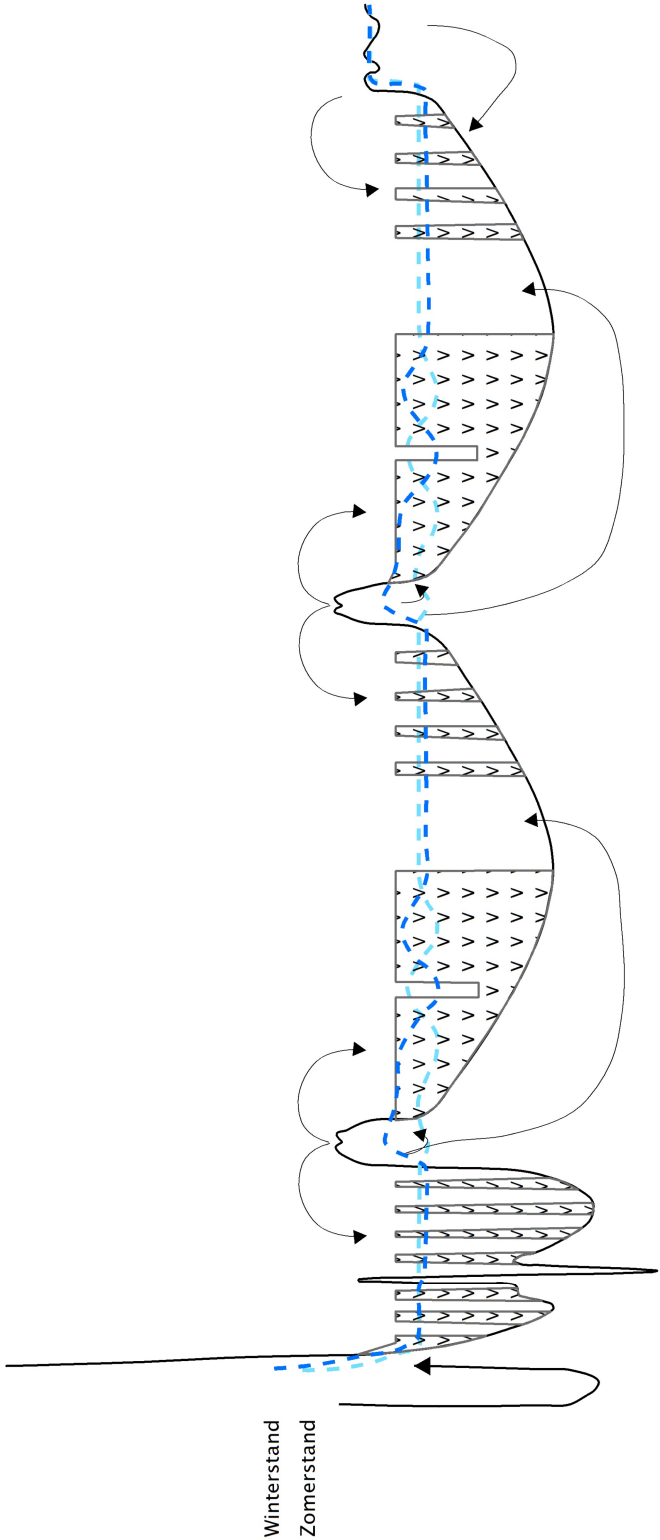
### **Literatuur**

Barendregt, A., H. den Held & B. Beltman, 2011. Multi-dimensional factors in deterioration brackish fens in Holland. *Journal of Applied Vegetation Science* (submitted).

- Beltman, B.G.H.J., A.Q.A. Omtzigt & J.E. Vermaat, 2011. Turbary restoration meets variable success: does landscape structure force colonization success of wetland plants? *Restoration Ecology* 19: 185–193.
- Berndt, R.K., 1981. Zur Brutbiologie und zum Verhalten der Trauerseeschwalbe *Chlidonias niger* am Brutplatz. *Corax* 8(4): 266–281.
- Boer, T. den, 2000. Beschermingsplan Moerasvogels 2000–2004. Rapport Directie Natuurbeheer nr. 47, Wageningen.
- IUCN/SSC, 1998. Re-introduction Specialist Group. IUCN Guidelines for Re-introductions. IUCN, Cambridge.
- Kisch J. 1992. Zur Nahrungsbiologie der Trauerseeschwalbe am Dümmer. *Chlidonias* 2: 6–12
- La Haye, M. & J.M. Drees, 2004. Beschermingsplan Noordse woelmuis. Rapport EC-LNV nr. 270.
- Lamers, L.P.M. (ed.), J.M. Sarneel, J.J.M. Geurts, L.M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, E.S. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J.T.A. Verhoeven, B.W. Ibelings, E. van Donk, W.C.E.P. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs, 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN Eindrapportage 2006–2009 (Fase 2). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis; 251 p.
- Matus, G., R. Verhagen, R.M. Bekker & A.P. Grootjans, 2003. Restoration of the *Cirsio dissecti*–*Molinietum* in the Netherlands: Can we rely on soil seed banks? *Journal of Applied Vegetation Science* 6: 73–84.
- Nijhof, B.S.J. & R.C. van Apeldoorn, 2001. De Noordse woelmuis in Noord-Holland Midden. Alterra-rapport 576.
- Noordijk, J. & Th. de Jong, 2010. Noordse Woelmuis op de Makkingervaard. Kansen en bedreigingen voor uniek knaagdier. *Zoogdier* 21(1): 18–21.
- Ozinga, W. A., 2008. Assembly of plant communities in fragmented landscapes: the role of dispersal. Thesis Radboud Universiteit Nijmegen.
- Rasran, L., K. Vogt & K. Jensen, 2006. Seed content and conservation evaluation of hay material of fen grasslands. *Journal for Nature Conservation* 14: 34–45.
- Rasran, L., K. Vogt & K. Jensen, 2007. Effects of topsoil removal, seed transfer with plant material and moderate grazing on restoration of riparian fen grasslands. *Journal of Applied Vegetation Science* 10: 451–460.
- Sarneel, J.M., 2010. Colonisation processes in riparian fen vegetation. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Schippers, W. & M. Gardenier, 1998. Introductie van inheemse flora. Handreiking voor een verantwoorde keuze en aanpak met een accent op multifunctionele terreinen. Rapport IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Smulders, M.J.M., P.F.P. Arens, H.A.H. Jansman, J. Buiteveld, G.W.T.A. Groot Bruinderink & H.P. Koelewijn, 2006. Herintroductie van soorten, bijplaatsen of verplaatsen: een afwegingskader. Alterra-rapport 1390.
- Strykstra, R. J., 2000. Reintroduction of plant species: Shifting settings. Thesis Rijksuniversiteit Groningen.
- Van der Hammen, H., 1992. De macrofauna van Noord-Holland. Thesis Radboud Universiteit Nijmegen.
- Van Laar, V., 2002. De Noordse woelmuis en het ruime sop. *Natura* (2002)3: 82–83.
- Witte van den Bosch, R.H., D.L. Bekker & J.J.A. Dekker, 2009. Landschapsdynamiek voor Noordse woelmuis. *Landschap* 26: 147–152.



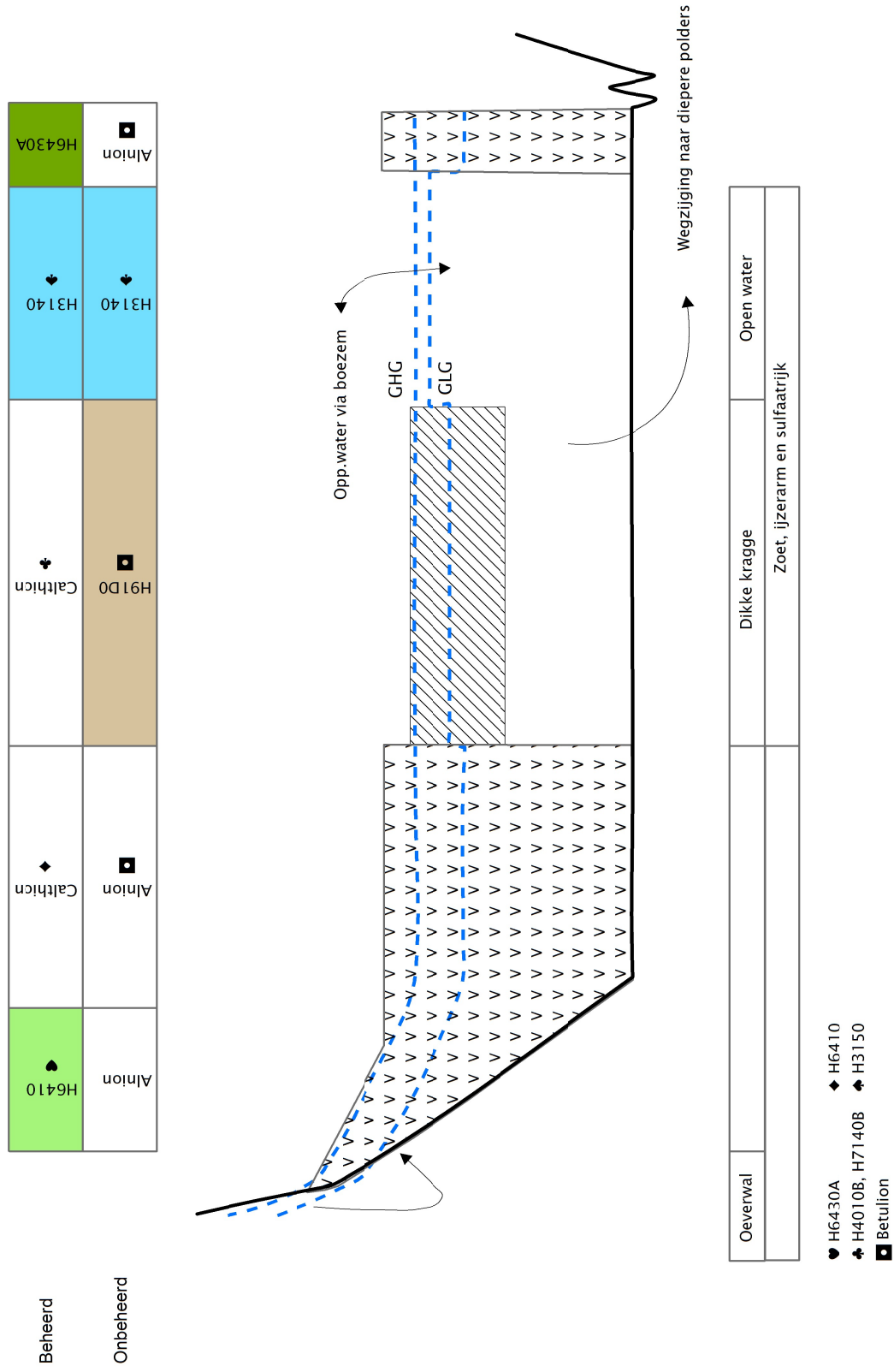
|                   |                     |                   |
|-------------------|---------------------|-------------------|
| Gradiënttype<br>1 | Gradiëntentype<br>2 | Gradiënttype<br>3 |
|-------------------|---------------------|-------------------|



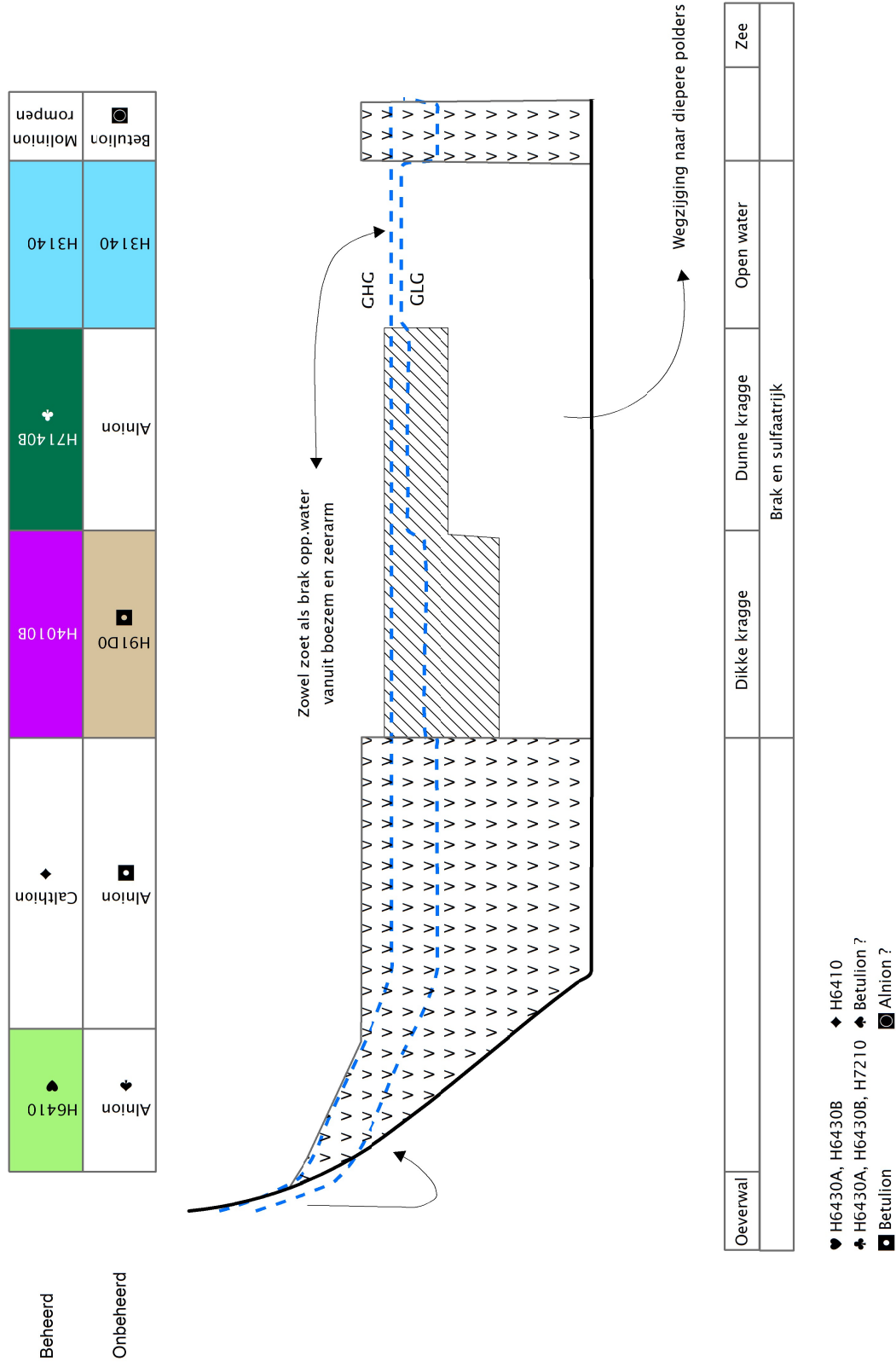
|         |                     |           |           |            |                     |           |           |            |                     |     |
|---------|---------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|-----|
| Stuwwal | Legakkers /petgaten | Oever-wal | Zoet veen | Open water | Legakkers /petgaten | Oever-wal | Brak veen | Open water | Legakkers /petgaten | Zee |
|---------|---------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|-----|

*Figuur 2: Laagveenlandschap, huidige situatie*





Figuur 4: Gradiënttype 2, Laagveenlandschap grenzend aan het Rivier- en Zeeklelandschap. Legenda in Figuur 6.



Figuur 5: Gradiënttype 3, Brak laagveenlandschap. Legenda in Figuur 6.

