

Rivierenlandschap

Everts, F.H., A.J.M. Jansen, G.J. Maas, J.H. Bouwman, A.T.W. Eysink & E. Takman

Algemene karakterisering en indeling

De grote rivieren van ons land (naast Rijn, Waal, Maas, IJssel zijn dit ook de Overijsselse Vecht, de Roer en de Oude IJssel) zijn tegenwoordig sterk door de mens beïnvloede systemen. Mede in het licht van de veiligheid (bescherming tegen hoogwater) en de economische betekenis van de rivieren geeft dit beperkingen voor het herstel van de kenmerkende processen die nodig zijn voor behoud en ontwikkelingen van habitats.

Natuurlijk rivierenlandschap

In het oorspronkelijk landschap waren rivieren vrij stromend en werden zij niet gestuurd door dijken en regulaties. De huidige invloed van de mens bestaat onder meer uit regulaties, die niet alleen zorgen voor een goede bevaarbaarheid, maar ook een infrastructuur creëren die voor een goede veiligheid zorgt en voor een grote afvoercapaciteit en daarmee voor een adequate bescherming tegen overstromingen. Het rivierengebied zou volgens [Louwe Kooijmans \(2012\)](#) oorspronkelijk voornamelijk begroeid zijn geweest met bossen en hoogopgaande moerasbegroeiingen en arm zijn geweest aan grasland, samenhangend met het voorkomen van paarden en runderen in het Laat-Atlanticum in slechts (zeer) geringe aantallen. [Vera \(1997\)](#) daarentegen gaat er vanuit dat toendertijd een halfopen landschap was ontwikkeld met een 'sturende' rol door de grazers in het behoud van open plekken.

Vochtige alluviale bossen van het subtype *Essen-lepenbos* (H91E0B) en Droge hardhoutoobossen (H91F0) groeiden op respectievelijk de vochtige en drogere delen en Vochtige alluviale bossen van het subtype *Zachthoutoobossen* (H91E0A) op de delen die frequent overstroonden (Van de Ven 1993). De meest langdurig overstroemde delen – de vloedvlakten en kommen – waren vermoedelijk bedekt met uitgestrekte grote-zeggenmoerassen (Lg005) en andere begroeiingen van de Riet-klasse (8). De brede riviervlakten en haar begroeiingen zorgden voor een getemperde en meestal regelmatige afvoer van water met betrekkelijk geringe schommelingen. De aanwezigheid van grote bossen en natuurlijke, moeras- en veenrijke depressies in bovenstrooms gelegen intrekgebieden zorgde bovendien voor een veel grotere berging en droegen aldus bij aan meer regelmatige afvoeren en een gemiddeld kleiner debiet dan in de huidige situatie.

[Schumm \(1977\)](#) maakt onderscheid in drie verschillende geomorfologische zones in het stroomgebied van een rivier (gewijzigd naar [Kater et al. 2012](#)):

- De erosiezone is het, relatief hooggelegen en reliëfrijke, brongebied van water en sediment. Erosie is hier het overheersende proces en zorgt voor voortdurende sedimentproductie.
- In de transportzone is de verblijftijd van het sediment (geologisch gezien) relatief kort, doorvoer van de sedimenten uit de erosiezone overheerst. Sedimentpakketten die tijdelijk in de dalvlakte worden afgezet worden vaak later weer versneden, zodat de voor deze zone kenmerkende terrassen ontstaan.
- De depositiezone kenmerkt zich door een gering verhang, waardoor de sedimenttransportcapaciteit laag is, zodat afzetting van sediment overheerst. In deze zone komen riviervtakkingen voor en kan getijdenwerking optreden in de riviermonding(en).

Van de Nederlandse grote rivieren ligt de Maas tot Heumen in de transportzone. Hier wordt de huidige riviervlakte begrensd door terrasranden. Het benedenstroomse deel van de Maas en alle

Nederlandse Rijntakken zijn laaglandrivieren die in de depositiezone liggen. Deze laaglandrivieren zijn bedijkt, en de mondingen van de Maas, Merwede en Lek staan onder invloed van getijdenwerking.

In de natuurlijke situatie werden bij hoge waterstanden brede oeverwallen gevormd, waarachter kommen lagen die vol water liepen. Bij lage rivierstanden vloeide dit water gedeeltelijk weer langzaam in de rivier. Op grotere afstand van de rivier, waar langdurig water stagneerde, konden eutrofe venen ontstaan en buiten de invloedssfeer van het eutrofe rivierwater zelfs hoogvenen (Van de Ven 1993). Door de accumulatie van sediment op de rivierlakte traden rivierverleggingen (avulsies) op. Rivieren braken door hun eigen oeverwal heen (crevasse-geulen) om via parallelle laagten verder te stromen. Deze geulen konden uitgroeien tot riviertakken, waarbij verschillende takken naast elkaar konden bestaan. Door instabiliteit van de splitsingspunten varieerde de afvoer van water en sediment over de verschillende takken. Riviertakken konden verzanden, of juist meer afvoer te verwerken krijgen, waardoor ze van karakter konden veranderen. De Neder-Rijn heeft een fase gehad waarin de rivier sterk meanderde. Na de bedijking werd zij veel rechter (Kater et al. 2012). De doorbraak van de Beneden-Merwede door de huidige Biesbosch naar het Haringvliet wordt wel gezien als de laatste avulsie in de Nederlandse Delta (G.J. Maas, mond. med.), hoewel dat in strikte zin onjuist is aangezien de Beneden Merwede een bedijkte benedenloop van de Waal is.

De afzonderlijke riviertakken hadden één bedding. Afhankelijk van het verhang, de afvoer, het sedimentaanbod, de korrelgrootte van het substraat in de bedding en de erosiebestendigheid van de oevers was de loop meanderend, slingerend of recht (Kater et al. 2012):

- Het proces van meandering, waarbij een bocht zich sterk zijdelings verplaatst, leidt tot de vorming van kronkelwaarden zoals die in het huidige landschap van de IJssel, de Waal en de Overijsselse Vecht nog zichtbaar zijn. Deze kronkelwaarden treffen we in vlak liggende gebieden waar de grondsoort gemakkelijk wordt geërodeerd, zoals in zandgebieden het geval is;
- Slingerende rivieren zoals de Waal treden vooral op als het verhang groter is én wanneer het moedermateriaal vrij slecht erodeert en dus weerstand biedt; de rivier verlegt dan haar bedding niet zijwaarts als bij kronkelwaarden maar hoofdzakelijk in de lengterichting, waardoor in de natuurlijke situatie eilanden ontstonden en weer verdwenen. Door oeverwalvorming wordt de nevengeul om het eiland van de rivier afgesneden, en blijft als strang achter, om vervolgens in de loop der tijd deels opgevuld te raken met sediment of te verlanden tot moeras;
- De benedenlopen van de rivieren zijn vooral recht als gevolg van de erosiebestendigheid van de venige en kleiige oevers. Veel rivieren vertonen vóór ze de primariene zone instromen nog enkele opvallende kronkels waar ze veel zandig sediment afzetten op de plekken waar de stroming periodiek vrijwel wegvalt (stroomopwaartse grens van het zoetwatergetij). De rivieren stroomden daarna door uitgestrekte moerassen via één of meer rivierarmen richting zee. Afhankelijk van het getij en de sedimentlast ontstonden er verschillende mondingsgebieden:
 1. Bij een grootgetijverschil en een grote aan- en afvoer van sediment, zoals het geval was in het zuidwesten van ons land, ontstond een estuarium met trechtervormige riviermondingen.
 2. In de kuststrook van het noorden en noordwesten van ons land ontstond een hafkust, een soort binnenmeer in een kleiig-moerassige omgeving achter een zandige strandwal. Daar waren de getijverschillen en de netto aanvoer van sediment gering.

3. Aan de monding van de IJssel, in de Zuiderzee, ontstond een delta. Daar trad kustaangroei op onder invloed van geringe getijdenverschillen en een (betrekkelijk) grote netto-aanvoer van sediment.

In het nog onbedijkte rivierenlandschap kende de rivieren uitgestrekte overstromingsvlakten waardoor grote hoeveelheden water tijdelijk konden worden geborgen, wat zorgde voor een sterke vloeddemping. Tijdens stormen, en in het bijzonder tijdens hoogwater van de rivieren, drongen zee- en rivierwater ver landinwaarts door. Grote oppervlakten werden geïnundeerd, waarbij klei werd afgezet. Op de overgang van de riviervlakte met hogere gronden waren overal natte laagten aanwezig waarin parallel aan de rivier lopende meanderende laaglanddrivertjes grond- en beekwater opvingen van deze hogere gronden en het afvoerden naar een doorgang naar de rivier, vaak een crevasse in een oeverwal.

Halfnatuurlijke overstromingsvlakte

Boskap en ontginningen in het bovenstroomse gebied waren al sinds de Romeinse tijd in gang gezet. Gedurende de Middeleeuwen werden vanuit de vele kloostergoederen in bovenstrooms gelegen gebieden vele landstroken ontbost en voor de landbouw ingericht. De eerste hydraulische effecten op de rivieren waren nog gering. De toenemende landbouw in het rivierengebied zorgde voor de eerste bedijkingen. In het begin de 14de eeuw was de bedijking al zo ver gevorderd, dat een gesloten stelsel van bandijken was ontstaan (Van de Ven 1993). Hierdoor was de natuurlijke overstromingsvlakte teruggebracht tot de uiterwaarden. De ontbossingen, maar vooral de voortschrijdende bedijkingen – het rivierwater kon toen immers niet meer vrij uitstromen over de overstromingsvlakte – leidden tot steeds onregelmatiger waterstanden, waarbij geleidelijk aan ook extreem hoge waterstanden gingen optreden.

De landbouw die in de zand- en veengebieden vanaf het midden van de Middeleeuwen steeds omvangrijker werd, moest bemesting van de daar gelegen lage gronden nog ontberen. Daarom werden aan een groot deel van onze rivieren allerlei aftappunten (overlaten), in- en uitlaatpunten (valletijen¹, zijlen en zielen), waterlopen (weteringen) en geleidedammen (stouwen, lei- en zomerdijken) gemaakt waarmee slibrijk water over de landerijen kon worden gedistribueerd. Ook de kleinere waterlopen werden afgetapt vanwege hun bemestende werking (vanwege de leem- en organische bestanddelen). Zo ontstond een halfnatuurlijke overstromingsvlakte die verder reikte dan de oorspronkelijke rivier- en beekoverstromingsvlakte. Deze “bevoeiingslandbouw” werd in heel westelijk Europa op relatief grote schaal bedreven tot tegen het midden van de 19^e eeuw (Baaijens et al. 2011).

De steeds verdere ontginning van het oorspronkelijke landschap voor de landbouw had gevolgen voor de hydrodynamiek van de rivieren. Die nam in de 12^e eeuw sterk toe vanwege de aanleg van kaden en dijken langs de rivieren in het veengebied, waarbij het water soms tot grotere hoogte werd opgestuwd, en de amplitudo naar schatting toenam van 1,5 á 2,5 meter tot 7 á 9 meter (Van de Ven 1993). Ook het karakter van de overstromingen veranderde. Vóór de bedijking waren ze seizoensgebonden en gerelateerd aan de neerslagrijke seizoenen. Sinds de bedijkingen zijn de inundaties door het geringere bergend vermogen en de snelle bovenstroomse afvoer veeleer gerelateerd aan korte perioden van hevige regenval, maar ook door perioden van hevige droogte. Ook toen waren er klimaatveranderingen die een rol speelden. Gedurende de Middeleeuwse

¹ valletije(n) = letterlijk 'vallend tij', namelijk een klein uitwaterend sluisje dat alleen bij eb (vallend tij) opengaat en zich weer automatisch sluit bij opkomende water, vloed. Andere woorden met dezelfde betekenis zijn: zijl of ziel, uitwaterings- of afwateringsslu(s)je, soms ook sas, vleet en vliet (Schriftelijke mededeling A. Corporaal)

warme tijd (“Middeleeuws klimaatoptimum”) werd het gemiddeld warmer en hadden de rivieren periodiek juist lage afvoeren. Deze periode ging abrupt over aan het einde van de 14^e eeuw toen hevige neerslag onze Europese regio zodanig teisterde dat er hongersnoden op volgden. Vervolgens kwam de “Kleine IJstijd” (van de 15^{de} tot in de 19^{de} eeuw), waarin de rivieren ’s winters gewoonlijk zeer lang bevroren waren en opstuwung van water voor de vele ijssdammen in het voorjaar tot dijkdoorbraken en ernstige overstromingen leidden. Bovenstroomse ontbossingen verergerden menigmaal de benedenstroomse overlast, maar vermoedelijk was de primaire aanleiding een andere.

De sliedsedimentatie concentreerde zich na de bedijking in de uiterwaarden. Daardoor kwam het winterbed hoger te liggen en nam de kans op dijkdoorbraken verder toe. De vele wielen (plassen ontstaan door doorbraken) vormen daarvan de weerslag. Niet alleen langs de rivieren, maar ook in het kustbereik waren dijkdoorbraken eerder regel dan uitzondering (Van de Ven 1993). Vooral in de Zuiderzeeregio werd het effect van de verzilte Zuiderzee (midden 17^e eeuw) op de benedenloop van het riviersysteem goed merkbaar.

Tot in de 18^{de} eeuw kenden de rivieren nog een seminatuurlijk karakter. Ze waren vaak slecht bevaarbaar vanwege zandbanken, rijswaarden en de toen beruchte ijssdammen in de rivieren (Van de Ven 1993). Vanaf het midden van de 19^{de} eeuw is men begonnen met regulaties en is de rivier steeds beter bevaarbaar gemaakt (Van de Woud 2010). Met de aanleg van kribben, strekdammen en oeververdediging met stortsteen werd de loop van de rivier vastgelegd, nam de stroomsnelheid toe en heeft de rivier zich niet alleen verdiept maar houdt ook zij zichzelf op diepte. In die tijd zijn ook veel bochtafsnijdingen gemaakt, en zijn stuwen en nieuwe waterwegen aangelegd tussen riviertakken. De Nieuwe Merwede en de Amer zijn daarvan voorbeelden. Deze ontwikkelingen hadden vergaande gevolgen voor de natuur in de uiterwaarden. Niet alleen sedimentatie- en erosieprocessen werden ernstig (ruimtelijk) beperkt, maar ook inundaties door de aanleg van zomerkades. Om de rivier bij lage afvoeren bevaarbaar te houden werden stuwen aangelegd. Door de stuwen veranderden hele riviertrajecten in stuwpannen, waar grote delen van het jaar het water nauwelijks stroomt (Van de Ven 1993). Na de afsluiting van het Haringvliet is ook het zoetwatergetijdegebied door demping van het tij sterk van karakter veranderd. Karakteristieke wilgenbossen, Riet- en biezenvelden zijn sterk naar de achtergrond gedrongen ten koste van ruderaal begroeiingen. Eenzelfde lot was de Zuiderzeeregio beschoren na de aanleg van de Afsluitdijk (medio jaren 1930). Deze werken vormden een sluitstuk van de reeds (lang) daarvoor begonnen bedijkingen en droogmakerijen in de perimariene benedenlopen van de laaglandrivieren. Al met al verdween geleidelijk de halfnatuurlijke overstromingsvlakte. De bedijkingen hadden niet alleen gevolgen voor het resterende winterbed van de rivieren, maar eveneens op de voormalige overstromingsvlakten – de kommen. Deze werden na de bedijking ontwaterd waardoor klink en compactering van de bodem gingen optreden. Dit is een essentieel proces in het rivierenland. De komgronden kwamen steeds lager te liggen. Het leidde bovendien tot omkering van reliëf, waardoor de oorspronkelijk lager gelegen zandige stroomruggen uiteindelijk boven hun omgeving kwamen te liggen. Klink was ook van grote invloed op de waterhuishouding van de komgronden: het uit te malen water moest een steeds groter hoogteverschil overbruggen, wat om steeds ingenieuzere boezemstelsels vroeg en later om steeds krachtiger gemalen. Door de omkering van reliëf werden de stroomruggen inzigggebieden van lokale grondwatersystemen, terwijl zulke zandbanen voorheen fungeerden als geleiders en uittreedlocaties (kwelgebieden) van dieper grondwater.

Huidige situatie vóór Ruimte voor de Rivier

Door de vruchtbaarheid van de kleigronden werd vrijwel het gehele rivierengebied, zowel buiten- als binnendijks in agrarisch gebruik genomen. Het bos verdween vrijwel geheel en werd vervangen door bouwland en later ook door grasland. De bodem van de bedijkte polders klonk in, wat leidde tot langdurig hogere grondwaterstanden en werd aldus ongeschikt als bouwland. Op stroomruggen ontwikkelde zich de fruitteelt. Bovendien is op grote schaal klei, zand en grind gewonnen. Ook raakte het water – en mede hierdoor het slib – in de twintigste eeuw sterk verontreinigd. Sinds de jaren 1970 is de kwaliteit geleidelijk verbeterd. Tegenwoordig wordt er bij hoogwater nog maar weinig zand uit de rivierbedding afgezet op de oeverwal. Dit heeft meerdere oorzaken (Kater et al. 2012). Ten eerste is de rivierbedding vastgelegd, waardoor er geen oevererosie meer kan optreden en er een gebrek is aan sedimenteerbaar materiaal. Verder is de bedding verdiept door insnijding en door baggeren. Ten slotte zijn de uiterwaarden hoog opgezand en opgeslibd. De oeverwallen liggen vaak dermate hoog dat alleen nog fijn materiaal op de oeverwal wordt afgezet. Daarentegen treedt lokaal rivierduinvorming in de kribvakken. Bij laagwater valt het kribvak droog en wordt bij een juiste expositie ten opzichte van de windrichting het rivierzand de oeverwal opgeblazen. Bij gestuwde rivieren, rivieren met een oeververdediging en rivieren met langsdammen tussen de kribben kan rivierduinvorming echter niet plaatsvinden. Ten slotte is het hoogteverschil tussen de binnendijkse en buitendijkse gronden sinds de bedijking steeds verder toegenomen: door opslibbing kwamen de buitendijkse gronden steeds hoger te liggen en door klink als gevolg van ontwatering de binnendijkse gronden steeds lager. De afwatering van de binnendijkse gronden werd daardoor steeds moeilijker tot de komst van de steeds krachtiger stoom- en elektrische gemalen. Daardoor is binnendijks de natuurlijke dynamiek van grondwaterschommelingen die gerelateerd was aan de wisselende rivierstanden vrijwel geheel verdwenen. Dankzij de steeds krachtiger gemalen kunnen tegenwoordig vrijwel constante waterpeilen worden gehandhaafd. Ook is er meestal verdroging opgetreden als gevolg van de verdieping van de rivieren en de veel lagere winterpeilen die binnendijks worden gehanteerd ten behoeve van de landbouw. Het peilbeheer van de binnendijkse watergangen is bovendien vaak tegennatuurlijk d.w.z. lage peilen in de winter en hoge in de zomer. De hoge zomerpeilen kunnen worden gehandhaafd door de inlaat van verontreinigd rivierwater. Daardoor ontbreken binnendijks meestal goedontwikkelde waterplantengemeenschappen. Kwel van rivieroevergrondwater treedt nog wel op, maar is vrijwel beperkt tot diepe watergangen.

Perspectief

Ontwikkelingen in de laatste twintig jaar, die samenhangen met klimaatsverandering, hebben in het kader van Ruimte voor de Rivier geleid tot nieuwe initiatieven, om de veiligheid op de lange termijn te garanderen. Deze zijn voor de natuur niet altijd negatief, omdat opnieuw (maar vaak tijdelijk) gunstige omstandigheden voor pionierbegroeiingen worden geschapen zoals bij verbreding van uiterwaarden of aanleg van nevengeulen. Zo is bij de natuurontwikkeling van de Kleine Noordwaard die in het kader van Ruimte voor de Rivier recent als nevengeul is ingericht, een groot areaal (ca. 160 ha) habitatype (H3270) Slikkige rivieroevers ontstaan (Everts & de Vries 2011). Ook voor de fauna is de ontwikkeling gunstig. Bij de geringe rivierafvoeren in april en mei 2011 vielen er omvangrijke slik- en zandplaten droog, waarvan vele steltlopers profiteerden (website Nationaal Park De Biesbosch).

Binnen de oorspronkelijke uiterwaarden hebben de ontwikkelingen in het kader van Ruimte voor de Rivier echter voor zowel de schrale en natte graslandbiotopen als voor de bossen vaak een negatief effect (Everts & de Vries 2011). Rivierpeilverlaging door onder meer zomerbedverlaging

of aanleg van nevengeulen en de afvang van zandig sediment door de aanleg van langsdammen dragen daar toe bij. De aanleg van langsdammen blokkeert de aanvoer van vers zand uit de zomerbedding naar de oever en heeft een negatief effect op rivierduinvorming zoals is gebleken bij het reservaat de Kop van de Oude Wiel (Werkendam; [Kater et al. 2012](#)). De historische en toekomstige ontwikkelingen, vooral ten behoeve van de veiligheid, vormen de randvoorwaarden en het kader waarbinnen gezocht moet worden naar inrichting- en beheermaatregelen om de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000 te realiseren. Dat geeft vooral beperkingen voor de maatregelen die herstel van landschapsecologische processen voor ogen hebben. Maatwerk, mede vanwege grote verschillen in morfodynamische processen in de oevers van de riviertakken, is hier op zijn plaats, evenals de bereidheid om te zoeken naar consensus ([Kater et al. 2012](#)). Het perspectief van natuurontwikkeling in de uiterwaarden kan nog niet eenduidig worden benoemd. Dat hangt samen met gebrek aan kennis. Door [Peters \(2008\)](#) zijn meerdere acute **kennislacunes** geformuleerd:

1. Evaluatie van natuurherstel- en rivierverruimingsprojecten, waarbij nog onvoldoende is geanalyseerd wat de oorzaken van de geconstateerde ontwikkelingen zijn. Volgens [Peters \(2008\)](#) is evaluatie van de gecreëerde situatie na vergravingen cruciaal voor toekomstige ecologische ontwikkelingen. De uitkomsten van zulke evaluaties dienen vertaald worden naar richtlijnen voor inrichting en beheer.
2. Kennis van herstel van hydromorfologische processen (erosie en sedimentatieprocessen). De studie van [Kater et al. \(2011\)](#) heeft bestaande, ruime kennis op dit vlak bijeengebracht en de betekenis daarvan voor ecologisch herstel uitgewerkt. De uitkomsten van deze studie zijn hier verwerkt;
3. Begrazing en dan met name de verschillen tussen begrazingsvormen en hun relatie met bosontwikkeling en terugkeer van soorten?
4. Waar kunnen zeldzame ecotopen worden hersteld dan wel ontwikkeld? [Peters \(2008\)](#) bedoelt dan vooral hardhoutoibos, stroomdalgraslanden en oeverwalgrasland (ook die op grind), kwelmoerassen en dotterbloemgraslanden, krabbenscheermoeras en rietmoeras. In de hierna te bespreken gradiënttypen wordt veel daarover bestaande kennis uitgewerkt. De **kennislacune** over de herstelmogelijkheden van Stroomdalgraslanden blijft urgent ondanks het gereedkomen van de studie van [Rotthier & Sykora \(2012\)](#). De uitkomsten van deze studie geven nauwelijks inzicht in de abiotische processen die sturend zijn voor het ontstaan en herstel van de standplaatscondities van dit ernstig bedreigde habitatype.

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 ([Verberk et al. 2006](#)). Het rivierenlandschap is bijzonder vanwege het lijnvormige karakter van het belangrijkste onderdeel van het landschap, de rivier. Daardoor heeft het rivierenlandschap op heel veel plaatsen een verbinding met andere landschappen. Hier komen soorten aan de orde die zich over de landschapsgrenzen heen bewegen d.w.z. gebruik maken van de gehele gradiënt en de soorten die gebonden zijn aan de variatie van en binnen de riviergradiënttypen. In deze paragraaf worden enkele algemene aspecten die van belang zijn voor fauna beschreven. Het betreft mozaïeken van habitats (V1), vegetatiestructuur (o.a. V6, F5), overgangen tussen droog en nat en dynamische processen. In de afzonderlijke gradiënttypen worden deze aspecten verder

uitgewerkt aan de hand van kenmerkende soorten. De hieronder beschreven patronen zijn voor een belangrijk deel afkomstig uit [De Lange et al. \(2012\)](#).

Landschappelijke variatie in het riviereengebied betreft zowel de gradiënt loodrecht op de rivier als de gradiënt van oorsprong naar benedenloop. Loodrecht op de rivier is sprake van een gradiënt van droog naar nat (V1). Dit is zowel op landschapsschaal het geval (vaak van droge heidelandschappen tot de rivier zelf met allerlei overgangen) maar ook op kleinere schaal onder invloed van fjnischalig reliëf. Beide vormen belangrijke combinaties voor fauna. Op landschapsschaal kunnen de hogere delen worden gebruikt als broedgebied en de lagere, voedselrijke delen om te foerageren (V1 & F1). Op fijnere schaal kunnen bijen nestelen in hogere zandkopjes terwijl ze foerageren op wilgen in vochtige laagtes in de nabijheid (V1 & F1). Ook de geleidelijke overgangen tussen de onderdelen in een rivierenlandschap (V5) vormen belangrijke leefgebieden voor fauna zoals kale oevers voor loopkevers en helofytenbegroeiingen voor watermacrofauna. Diersoorten kunnen ook een deel van hun levenscyclus gebonden zijn aan water en voor het andere deel aan een (naastgelegen) terrestrisch milieu (V1).

De combinatie van graslanden en bossen en hun overgangen (V3) vormen voor veel insecten en vogels belangrijke voortplantings- en/of foerageergebieden. Voldoende heterogeniteit in het landschap zorgt er voor dat soorten kunnen uitwijken naar droge delen (V1) wanneer in de winterperiode rivieren en buiten hun oevers treden. Verschillende niet-kenmerkende diersoorten van uiterwaarden kunnen hier wel heel algemeen en in hoge dichtheden voorkomen. Ze kunnen aldus een belangrijke voedselbron vormen voor bijvoorbeeld insectenetende vogels ([De Lange et al. 2012](#)).

Het belangrijkste sturende proces in uiterwaarden is de periodieke inundatie door stromend water. In een intacte uiterwaard heerst een gradiënt van een lange naar zeer korte overstromingsduur en -frequentie (inclusief terreindelen die nooit overstroomd raken) (V5). Door de inundatie met stromend water sterven planten af en treden erosie en sedimentatie op. Door verschillen in stroomsnelheid wordt er in een gradiënt vanaf de rivier grind, zand, klei en slib afgezet. Na inundatie blijft er in laagtes water staan. Deze tijdelijke wateren bevatten, afhankelijk van zowel hun diepte en oppervlak als van de mogelijke invloed van uittredend grondwater gedurende kortere of langere tijd water. Al deze overgangen in dynamiek, bodemstructuur, nutriëntenrijkdom en (bodem)vochtgehalte leveren een rijk mozaïek op van habitats (V1) op relatief korte afstand van elkaar.

Sommige diersoorten zijn weinig concurrentiekrachtig of gevoelig voor predatie en kunnen daarom alleen voorkomen op locaties waar concurrenten dan wel predatoren (tijdelijk) ontbreken of schaars zijn. In de uiterwaarden is dat een gevolg van inundatie (F4). Deze kwetsbare soorten moeten zelf echter wel in staat zijn om inundatie te overleven (via fysiologische aanpassingen of door ontsnapping in tijd of ruimte) of moeten in staat zijn om de pionierbiotopen zeer snel te (her)koloniseren ([De Lange et al. 2012](#)). Een voorbeeld van aquatische pioniers zijn de zeldzame bladpootkreeftjes in tijdelijk droogvallende wateren.

Door hydrodynamiek kunnen steilranden ontstaan en bomen worden ontworteld (V2) waardoor extra heterogeniteit ontstaat in het rivierenlandschap waarvan bijvoorbeeld broedende IJsvogels en Oeverzwaluwen weten te profiteren.

Gradiënttypen

Binnen het rivierenlandschap zijn zes gradiënttypen onderscheiden op basis van hun grootte (de kleinere en de grote rivieren), hun positie van het morfologisch complex binnen het stroomgebied van de rivier (transport, depositie), hun positie ten opzichte van de winterdijk (uiterwaarden en binnendijkse gebieden) en het optreden van getijde (zoetwatergetijdegebieden):

- Gradiënttype 1: Kleine zandrivieren;
- Gradiënttype 2: Uiterwaarden in de transportzone van grote rivieren (terrassenrivier Maas);
- Gradiënttype 3: Uiterwaarden in de depositiezone van grote rivieren (Boven-Rijn / IJssel / Neder-Rijn en Bedijkte Maas);
- Gradiënttype 4: Kommen (grote rivieren binnendijks)
- Gradiënttype 5: Benedenlopen rivieren met zwak getij;
- Gradiënttype 6: Benedenlopen rivieren met sterk getij (zoetwatergetijdengebieden).

Literatuur

- Baaijens, G.J., E. Brinckmann, P.L. Dauvellier & P.C. van der Molen 2011. *Stromend landschap. Vloeiweidenstelsels in Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist
- 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.
- De Lange, H.J., G. Maas, B. Makaske, M. Nijssen, J. Noordijk, S. van Rooij & C. Vos. 2012. Fauna in het rivierengebied. Knelpunten en mogelijkheden voor herstel van terrestrische en amfibische fauna. Alterra, Wageningen
- Everts, F.H & N.P.J. de Vries 2011. Vegetatiekartering Biesbosch & Plantensoort-kartering Kleine Noordwaard. Rapport 898 EGG. EGG-consult (Ecologengroep Groningen).
- Kater, E., B. Makaske & G. Maas 2012. Morfodynamiek langs de grote rivieren. O+BN rapport 2012/OBN154-RI. Bosschap, Driebergen.
- Louwe Kooijmans, L.F. 2012. Holland op z'n wildst? De Vera-hypothese getoetst aan de prehistorie. *De Levende Natuur* 113(2):62-66.
- Peters, B. 2008. Preadvies rivierengebied; trends, knelpunten en kennisvragen uit het rivierengebied. Rapport DK nr. 2008/dk093-O, Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- Rotthier, S. & K. Šýkora, 2012. De ecologie van stroomdalgrasland; in het bijzonder de invloed van zandafzetting. Resultaten eerste onderzoeksfase. Rapport nr. 2012/OBN164-RI. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.
- Van de Ven, G.P. (red.) 1993. Leefbaar laagland, Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland. Tweede gewijzigde druk, Uitgeverij Matrijs, Utrecht.
- Van de Woud, A. 2010. Een Nieuwe Wereld. Het ontstaan van een nieuwe wereld. Uitgeverij Bert Bakker.
- Vera, F., 1997. Metaforen voor de wildernis. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Verberk, W.C.E.P., G.A. van Duinen, A.M.T. Brock, R.S.E.W. van Leuven, H. Siepel, P.F.M. Verdonschot, G. van der Velde & H. Esselink 2006. Importance of landscape heterogeneity for the conservation of macroinvertebrate diversity in bog landscapes. *Journal for Nature Conservation* 14: 78-90.

Gradiënttype 1: Kleine Zandrivieren

Beknopte beschrijving

De gradiënten van kleine zandrivieren liggen onder meer langs de Niers, de Overijsselse Vecht, de Beneden-Regge en de Dinkel. De stroomdalen van Beneden-Regge en de Dinkel liggen weliswaar in de fysisch geografische regio "hogere zandgronden", maar zijn net als die in het rivierengebied gekenmerkt door het (vroegere) voorkomen van stroomdalgraslanden (H6120). De stroomdalgraslanden in deze kleine riviertjes en grotere beken met rivierkenmerken behoren vegetatiekundig tot Associatie van Schapegras en Tijm (14B1b) en de Associatie van Vetkruid en Tijm (14Bc1). De stroomdalen van de grote rivieren zijn daarentegen gekenmerkt door de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver (14Bc2).

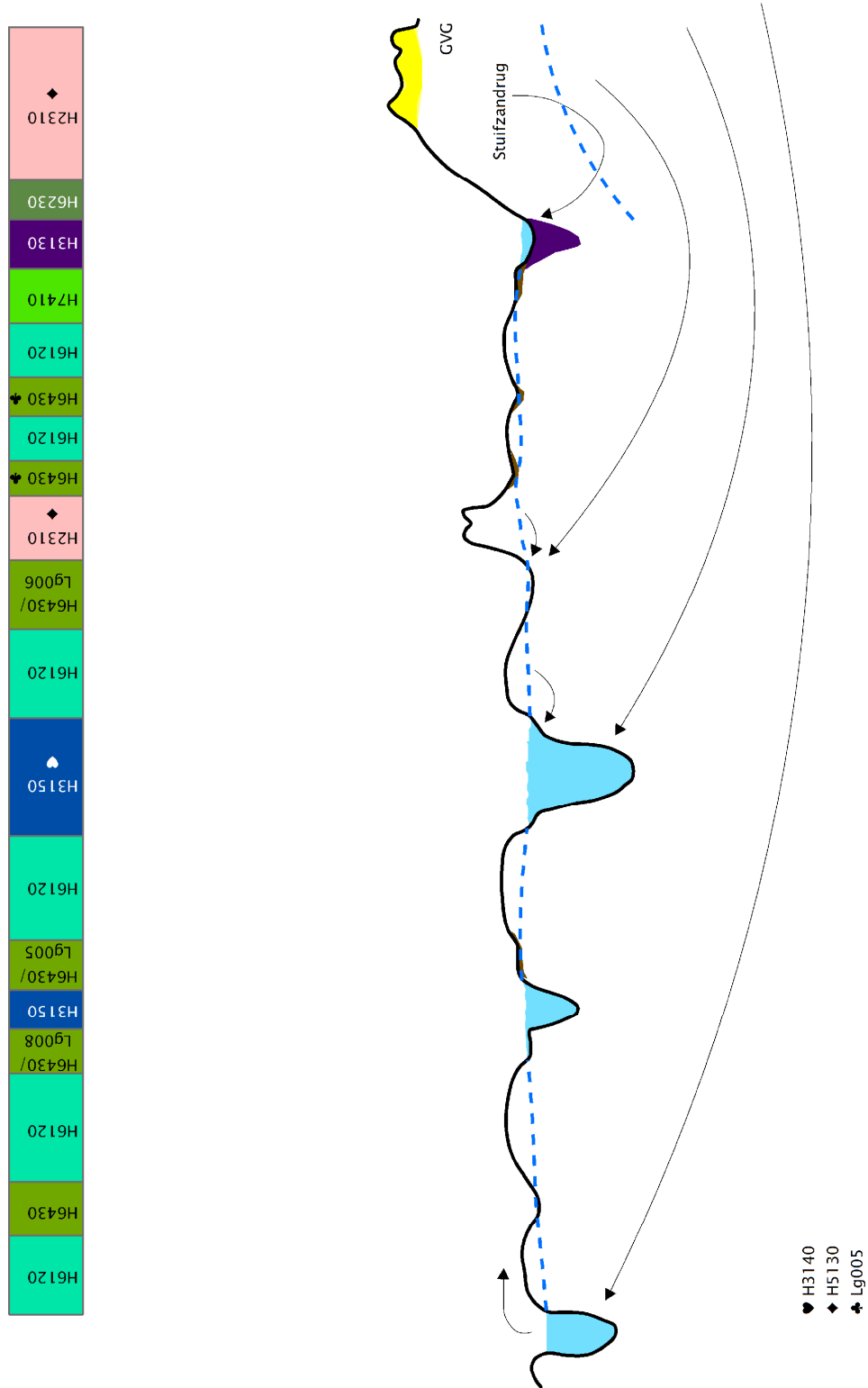
De gradiënten van Kleine zandrivieren omvatten riviervlaktes en kronkelwaarden met veel microreliëf en overgangen naar het dek- en stuifzandlandschap. Een deel van de riviertjes en beken met rivierkarakter is al in de negentiende eeuw of vroeg in de vorige eeuw genormaliseerd, waarbij ze zijn recht getrokken, verdiept en verbreed. Vervolgens werden op meerdere plaatsen stuwen geplaatst. De oevers zijn op veel plekken vastgelegd met stortsteen. Delen van de Vecht en Beneden-Regge liggen tussen dijken en/of zijn bekaad. Langs de Dinkel zijn meerdere omleidingskanalen aangelegd, het benedenstroomse deel van deze beek is gekanaliseerd. De afvoerdynamiek van deze zandriviertjes is door de verkleining van de sponswerking van het stroomgebied als gevolg van de ontginning van de venen (vanaf de Middeleeuwen tot 1900) en normalisatie sterk vergroot ten opzichte van de meer natuurlijke situatie in de Middeleeuwen en daarvoor. Dat uit zich in de afvoer, de waterstand en de stroomsnelheid. De basisafvoer van deze riviertjes is in de zomerperiode erg laag, maar er kunnen bij heftige zomerregens hoge piekafvoeren voorkomen. Bij hoge afvoeren is de stroomsnelheid vergroot, bij lage afvoeren verlaagd. Grote delen van het jaar staat het water stil in de stuwpanden.

Het waterpeil van de Vecht wordt zo constant mogelijk gehouden door wateraanvoer en zakt tegenwoordig slechts sporadisch weg. Het peilverloop in het seizoen is onnatuurlijk: 's zomers wordt een hoger stuwpeil gehandhaafd dan in de winterperiode. Zeer hoge standen komen slechts kortstondig voor, veelal in de periode oktober tot en met april. Onder deze omstandigheden treden alleen nog weinig frequent en kortstondig inundaties op.

Benedenstrooms van de stuwen zakken de zomergrondwaterstanden meestal ver onder het maaiveld omdat het riviertje daar het grondwater het sterkst draineert. Niet alleen is daar het rivierpeil lager dan bovenstrooms van de stuw, maar het riviertje is daar ook het diepst doordat ter plaatse de sterkste bodemerosie optreedt. Bovenstrooms van de stuw, waar de peilen hoger zijn en bodemverhoging plaatsvindt vanwege sedimentatie, zijgt rivierwater het hele jaar door in de rivierbodem, waardoor de grondwaterstanden ter plekke hoger zijn en het riviertje zijn omgeving minder sterk draineert dan benedenstrooms van de stuw.

De bodem van de stroomdalen bestaat in de regel uit ijzerrijke, leemarme tot leemhoudende rivierzanden en op de flanken ook uit Pleistocene zanden. Plaatselijk komen in de kommen kalkarmere kleiige bodems voor. De incidentele inundaties zorgen voor een zeer geringe slibafzetting. Tegenwoordig is de sedimentlast zeer beperkt en veelal van lokale oorsprong. De aanvoer van basen en nutriënten vindt vrijwel geheel plaats via het water. In de doorsnede zijn afgesloten meanders geschetst, die reiken tot aan de begeleidende dekzandruggen; vanuit deze flanken kan kwel optreden naar de meanders. Vanuit de hogere, rivierbegeleidende gronden treedt meestal wegzijging op naar de rivier.

Uitgaande van de Vecht bij Ommen varieert de lengte van de gradiënt van 1 tot 2 kilometer (Figuur 1).



Figuur 1: Gradiënttype 1, kleine zandrivieren, gebaseerd op de Overijsselse Vecht. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk. stuk.

Vegetatiegradiënt

De gradiënt (Figuur 1) is rijk aan habitattypen (Schaminée & Janssen 2009). Op de hogere uitgeloopte en verzuurde stuifzandduinen wisselen Jeneverbesstruweel (H5130), en Stuifzandheide (H2310) elkaar af, terwijl op dekzandruggen Droge heide (H4030) voorkomt. Op de flank van stuifzandduinen kunnen lokaal heischrale graslanden (H6230) worden aangetroffen, met bijvoorbeeld vleugeltjesbloemen, Veldrus en Blauwe knoop. Het voorkomen van Veldrus duidt op laterale stroming van jong grondwater dat afkomstig is uit het duin. Hellingafwaarts, in de golvende kronkelwaard wisselen Stroomdalgraslanden (H6120) en begroeiingen van nattere standplaatsen elkaar af. De Stroomdalgraslanden komen voor op de hogere zwak gebufferde delen en behoren vegetatiekundig hoofdzakelijk tot de Associatie van Schapegras en Tijm (14Bb1). Thans zeer zeldzaam is de Associatie van Vetkruid en Tijm (14Bc1; Schaffers et al. 2008). Plaatselijk komen hier jongere, minder verzuurde rivierduintjes voor met Jeneverbessen en soorten van doornstruweel (Sloet van Oldruitenborgh 1982). Deze struwelen behoren tot Associatie van Hondсроos en Jeneverbes (37Ab2) en groeien op leemrijkere zandbodems.

Langs de Niers zijn Ruigten en zomen, *droge bosranden* H6430C ontwikkeld op de overgangen van de Stroomdalgraslanden naar het habitatype Beuken–Eikenbossen met hulst (H9120). Het betreft varianten van voedselrijke, zoomvormende ruigten van de Kruisbladwalstro–associatie (33Aa3). Op zavelige bodems gedijen hier plaatselijk ook Droge hardhoutooibossen (H91F0), die tot het Abelen–Iepenbos (43Aa1) behoren.

De lagere, meer moerige of zelfs venige delen bestaan uit een mozaïek van gemeenschappen (Ruiter 2005). Op de meest voedselrijke plekken, met de grootste invloed van voedselrijk overstromingswater en moerige bodems, worden Ruigten en zomen (H6430) gevonden met als bijzonderheid Lange ereprijs. Op wat minder laaggelegen plaatsen, op minerale bodems waar 's winters eutroof oppervlaktewater staat, is het leefgebied Nat, matig voedselrijk grasland (Lg008) aanwezig met begroeiingen van het Zilverschoon–verbond (12Ba) en als bijzonderheid Polei. Waar de bodem zuurder is en overstroming met een mengsel van grond- en regenwater plaatsvindt, worden Overgangs- en trilvenen (*trilvenen* H7140A) aangetroffen die behoren tot het Verbond van Zwarte zegge (9Aa) met als kenmerkende soort Draadrus. Voeding met basenrijk grondwater speelt een belangrijke rol langs de moerige en venige randen van de meanders, waar Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidend*; H91E0C) voorkomen of Grote–zeggenmoerassen (LG005) worden gevonden met tal van meso- en licht eutrafente soorten zoals Noordse zegge, Ronde zegge, Stijf struisriet, Waterviolier, Grote boterbloem, Snavelzegge en Wateraardbei. Ook in de oude meanders zelf speelt voeding met (zeer) basenrijk grondwater een grote rol, zoals mag worden afgeleid uit het voorkomen van Krabbenscheerbegroeiingen van het habitatype “Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden” (H3150) of soms van Kranswierwateren (H3140). Wanneer (lokale) kwel van zachter grondwater optreedt langs de flanken van deze meanders, worden soorten van zwak gebufferde vennen (H3130) aangetroffen.

Fauna

De gehele gradiënt van meerdere vegetatietypen (F1) wordt onder andere gebruikt door Grauwe klauwier. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd. Een grote variatie van habitattypen (V1) kan bijdragen aan een hoge soortenrijkdom aan prooidieren (F3) door het gehele seizoen heen. Voor veel warmteminnende insectensoorten en reptielen is juist de interne heterogeniteit (V6) van belang: de kale zandige delen kunnen gebruikt worden om op te warmen of om eitjes te leggen,

terwijl de meer opgaande begroeiing gebruikt wordt om te schuilen. In graslanden kunnen mieren een grote invloed hebben op de interne heterogeniteit (V6) van de bodem als de vegetatie. Langs de Vecht komt bijvoorbeeld Grote tijm vooral voor op door de Gele weidemier omhooggewerkte, zwak gebufferde grond. Hier komen ook de Kommavlinder en het Geelsprietdikkopje voor. Op de overgang van grasland naar bos (V3) kunnen zich struwelen met Sleedoorn ontwikkelen die een geschikt biotoop vormen voor de Sleedoornpage.

Voor de Knoflookpad is de aanwezigheid van de voortplantingsbiotoop (rijk begroeide, laagdynamische poelen) naast de overwinteringsbiotoop (stroomdalgraslanden of heiden met voldoende open en zandige plekken (V6)) essentieel (V1, F1). Omdat dergelijke overwinteringsbiotopen in het huidige landschap veelal ontbreken, worden door de Knoflookpad tegenwoordig vaak akkers benut (Creemers & van Delft 2009). Het ontstaan van tijdelijke (snel opwarmende) wateren is van belang voor Rugstreppad en bijzondere watermacrofauna zoals de in Nederland zeldzame bladpootkreeftjes. Grote-zeggenmoerassen (LG005) komen voor op langdurig overstroomde plekken in de gradiënt (V2). Ze vormen een belangrijk leefgebied voor de Zeggekorfslak (Gmelig Meyling et al. 2006, Killeen 2003). Een grote variatie in vegetatie en bodemstructuren in de rivier zelf (V6) is van groot belang voor beekvissen en watermacrofauna. Zo leeft de recent sterk toenemende Beekrombout (Bouwman et al. 2008) als larve ingegraven in de bodem, terwijl voor het uitsluipen boomwortels of oevervegetatie noodzakelijk zijn (V2). Steilranden (V2) die in buitenbochten van de rivier kunnen een geschikt broedbiotoop vormen voor Oeverzwaluwen en IJsvogels.

Sturende processen

De gradiënt van dit riviertype is in belangrijke mate bepaald door abiotische processen op landschapsschaal en door de landbouw.

- De oorspronkelijke fysieke gradiënt werd bepaald door de morfodynamiek van de rivier (Wolfert 2001, Wolfert et al. 2002), de hydrodynamiek van het rivierwater en de stuifzanddynamiek. Hierbij bepaalde de erodeerbaarheid van de bodem in het aangrenzende gebied (Wolfert 2001, Wolfert et al. 1996) de mate van meandervorming. In zandige delen was de oevererosie en oeverwal- en kronkelwaardvorming onder invloed van regelmatige inundaties in het winterseizoen erg omvangrijk, terwijl dit nauwelijks optrad in lemige bodems die nauwelijks erodeerbaar zijn. De vorming van nieuwe oeverwallen is cruciaal voor de instandhouding op de lange termijn van stroomdalgraslanden (Wolfert 2001, Wolfert et al. 2002). De vorming van oeverwallen wordt bewerkstelligd door meanderafsnijdingen (Wolfert 2001, Wolfert et al. 2002);
- Aanvoer en inwaai van vers basenrijk zand en indringing van basenrijk rivierwater in de wortelzone zorgde ervoor dat de bodem ongeveer circumneutraal kon blijven. De stroomdalgraslanden in het gebied zijn in belangrijke mate afhankelijk van dit proces;
- In de lagere delen (afgesloten meanders) op de flanken van het rivierdal kan kwel van bovenlokaal, dieper grondwater optreden. Ook kan lokale kwel optreden als er sprake is van opbolling van het freatisch vlak in de naastgelegen hogere ruggen. Doordat het diepere zandpakket basenrijk is, kan het grondwater basen opnemen en zo de oppervlakkige bodem in de kwelzones bufferen. De kans dat opbolling van het freatisch vlak in de naastgelegen hogere ruggen optreedt, is afhankelijk van de grondwaterstand in de naastliggende laagten, waarbij hoge gemiddelde standen eerder leiden tot een (hogere!) opbolling en tot lokale grondwaterstroming. Op de hogere dekzandruggen aan

de rand van het rivierdal en op de hoge kronkelwaardruggen in het dal is verstuing een belangrijk sturend proces.

- De landbouw heeft tot in het begin van de 20^e eeuw, van deze specifieke en gunstige condities gebruik gemaakt. In het sterk erodeerbare deel van het rivierenlandschap heeft ze vanuit kleine boerengemeenschappen een gemengd bedrijf ontwikkeld met hooggelegen akkercomplexen, met laaggelegen en regelmatig overstroomde hooilanden, en met gemeenschappelijke weiden ('marsen' in de vlakkere delen en 'koelanden' in de reliëfrijke kronkelwaarden) die periodiek overstroomden en makkelijk erodeerden. In de koelanden werd vermoedelijk met gescheperde kudden gegraasd, terwijl daar voor de marsen geen aanwijzingen voor zijn gevonden (Takman 2010).

Standplaatscondities

De koelanden en marsen met hun Stroomdalgraslanden vereisen zwak gebufferde, matig voedselarme tot matig voedselrijke omstandigheden. De (lemige) zandgronden van de koelanden en marsen zijn door de zwakke buffering gevoelig voor verzuring. Kortstondige overstromingen in de winter en afzetting van fijn zand en leem houden de buffering in stand, maar overstromingen in de zomer worden slecht verdragen. Lichte bemesting door beweiding is belangrijk. Mechanische verstoring van de grasmat is wezenlijk om te voorkomen dat er te weinig afvoer van organisch materiaal optreedt. Hiervoor is regelmatige, maar lokale overzanding belangrijk, alsmede effecten door graverij van insecten, muizen en konijnen en vertrapping door vee (Bakker 2003, Dekker 2006). Zonder deze beschadigingen vervilt de grasmat op den duur. De gemeenschappen in de lagere delen (afgesloten meanders) zijn afhankelijk van permanent natte omstandigheden met een goede basenvoorziening (zwak zuur tot circumneutraal). Zowel lokale als bovenlokale kwel kunnen daarvoor zorgen. Periodieke aanvoer van slibrijk water (met leem of organische materiaal) is wenselijk voor de instandhouding van eutrafente Grote-zeggenmoerassen en natte ruigten. Jaarlijkse overstroming van de kronkelwaardgeulen met een mengsel van grond- regen- en rivierwater bepaalt de standplaatsen van de Natte, matig voedselrijke graslanden van het Zilver schoon-verbond. De verspreiding en zonering van de verschillende habitattypen van droge tot vochtige standplaatsen vertoont een duidelijke samenhang met de hoogteligging en de basentoestand (buffering). De Stroomdalgraslanden nemen de droogste en best gebufferde posities in, de Jeneverbesstruwelen, de Stui f zandheiden en de Droge heiden de droogste en minst gebufferde (meest zure). De Heischrale graslanden bezetten de zwak tot matig gebufferde standplaatsen met een pH van 4,5 tot 6,5 op de overgang van de hogere zure naar de lagere met baserijk grondwater gevoede delen, dat is daar waar in het droge seizoen in zijing van regenwater optreedt in zwak gebufferde rivierafzettingen en in het natte seizoen stroming van lokaal grondwater in de wortelzone. Zo lang de grondwaterstanden niet te laag zijn, vindt tussen beide perioden in capillaire nalevering plaats van baserijk bodemvocht. De Beuken-Eikenbossen nemen met de Heischrale graslanden overeenkomstige posities in. Hun Droge bosranden, alsmede de Droge hardhoutooibossen, groeien hellingafwaarts waar op de baserijke rivierzanden klei- of leemlaagjes zijn afgezet. Voor specifieke informatie over de standplaatscondities van de afzonderlijke habitattypen zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats)."

Knelpunten

Het grote knelpunt van dit gradiënttype is de verbreking van de eeuwenoude samenhang tussen landbouw, natuur en rivier door kanalisatie van de rivier én modernisering van de landbouw. Daardoor is verdroging, verzuring en vermesting opgetreden en het beheer niet meer voldoende afgestemd op de biomassa-productie.

Verdroging

Verdroging en daarmee samenhangende verzuring en vermesting is een ernstige bedreiging van door grondwater gevoede habitattypen Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidend*) bos, Kranswierwateren, Zwak gebufferde vennen, Heischrale graslanden, Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*) en vochtige Ruigten en zomen, alsmede voor het leefgebied Grote-zeggenmoeras (LG005).

Verdroging is het gevolg van:

- Kunstmatig lage rivierstanden benedenstrooms van de stuw, wat leidt tot:
 - Daling van de grondwaterstanden in de lagere delen binnen de gradiënt en daarmee tot een afname van soorten van hoge grondwaterstanden en een toename van (hoogproductieve, ruigte)soorten van drogere omstandigheden;
 - Verkleining van de kans op opbolling van het freatisch vlak en daarmee de kans op lokale grondwaterstroming en voldoende buffering van vochtige en natte standplaatsen via kwel van grondwater. De verzuring van de heischrale graslanden kan hier mee samenhangen;
 - Verplaatsen van plaatselijke kwelstromen naar de rivier waardoor oorspronkelijke kwelgebieden verdwijnen. De invloed van neerslagwater wordt dan groter, waardoor verzuring optreedt. Deze vroegere kwelgebieden behoren net als andere moerassige laagten tot de gronden rijk aan organische stof, waar verdroging zorgt voor mineralisatie van die organische stof en daarmee voor verzuring en eutrofiëring.
- de aanwezigheid van zandvangen in de bovenloop van het riviersysteem (vooral in Duitsland) waardoor veel sediment wordt afgevangen en waardoor vervolgens verticale erosie van de bedding optreedt. De rivier verdiept zich aldus wat zorgt voor verdroging van de omgeving vanwege een lagere regionale drainagebasis. De verdroging leidt weer tot verzuring en vermesting in het stroomdal (zie boven);
- ingrepen in de waterhuishouding in gebieden nabij het stroomdal, namelijk:
 - Ontwatering binnen het Natura 2000-gebied. Na de verwerving als natuurgebied zijn hier en daar diepe sloten blijven liggen;
 - Intensieve ontwatering ten behoeve van de landbouw via diepe watergangen;
 - Binnendijkse water aan- en afvoersystemen met een omgekeerd peilbeheer ('s zomers hoog en 's winters laag);
 - Verlaging grondwaterstanden door verhoogde verdamping als gevolg van aangeplant naaldbos;
 - Grondwateronttrekking ten behoeve van drink- en industriewatervoorziening en voor beregening van landbouwgronden.

Verzuring

Verzuring van de bovengrond (verouderingsproces) benadeelt habitattypen en soorten die van droge en matig zure tot circumneutrale omstandigheden afhankelijk zijn. De verzuring leidt ook

tot verhoging van het organische aandeel in de A0-horizont en daarmee tot ongunstiger condities voor soorten van voedselarmere milieus.

Verzuring is het gevolg van:

- Het vrijwel volledig verdwijnen van geomorfologische processen in het van oorsprong (plaatselijk) zeer dynamische rivierengebied als gevolg van rivierregulatie. Hierbij valt te denken aan oeverwalvorming, de processen die meandering en het ontstaan van kronkelwaarden tot gevolg hadden, maar ook aan plaatselijke verstuivingprocessen die door de bebossing van stuifzanden en heiden vrijwel verdwenen zijn. Deze verstarring zorgt voor veroudering van de verschillende standplaatsen in de gradiënt en verlies van pionieromstandigheden. Dit benadeelt soorten en habitattypen van minder zure en minder voedselrijke standplaatsen;
- Basenhoudend beddingsediment dat niet meer op de oever kan worden afgezet vanwege een ongunstige breedte–diepte verhouding die is ontstaan bij de normalisatie van de rivier;
- Een lage basisafvoer van de rivier door sterke afname van de sponswerking van het stroomgebied. In de zomerperiode kan de afvoer zelfs dalen tot nul;
- Een verminderde inundatiefrequentie en –duur in het winterhalfjaar waardoor de rivier minder sediment aanvoert en afzet. Dit leidt tot het verdwijnen van basenminnende stroomdalgraslanden en andere pionierstadia. Door de zandvangen in de bovenloop (vooral in Duitsland) wordt veel sediment weggevangen, dat daarom benedenstrooms niet meer tot sedimentatie kan komen.
- Door de genoemde zandvangen treedt er verticale erosie van de bedding op, waardoor deze zich verder verdiept en zorgt voor verdroging van de omgeving (lagere drainagebasis). De invloed van inzijgend neerslagwater wordt daardoor groter, wat leidt tot versnelde verzuring;
- Ook de lagere rivierstanden na de regulatie hebben geleid tot een verlaging van de drainagebasis en daarmee tot een grotere invloed van inzijgend neerslagwater, resulterend in versnelde verzuring.

Vermesting

- Vermesting van schrale habitats wegens overstroming met geëutrofeerd rivierwater, waardoor hoogproductieve soorten worden bevoordeeld ten koste van laagproductieve.

Beheer

- Een te lage begrazingsintensiteit in relatie tot de biomassa-productie zorgt er voor dat laagblijvende, weinig concurrentiekrachtige soorten van voedselarme omstandigheden worden verdrongen door meer productieve soorten van voedselrijkere omstandigheden. Vooral in stroomdalgraslanden (koelanden) is de graasdichtheid met landbouwhuisdieren vaak onvoldoende waardoor stapeling van organische stof en vervilting van de grasmat optreedt (Dekker 2007). Dit effect wordt nog versterkt door het wegvallen van begrazing door konijnen (Bakker 2003, Bakker et al. 2005, 2006, Dekker 2007).

Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna:

- Een algemeen probleem voor de fauna dat voortvloeit uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassa-groei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek (V1b), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

Gebrek aan laagdynamische delen

- Voor de bedijking waren de kommen de laagdynamische delen van het rivierenlandschap. Door de bedijking zijn zulke laagdynamische delen vrijwel verdwenen en daarmee uitwijkmogelijkheden voor fauna tijdens hoogwaters. Ook het vrijwel ontbreken van soorten als Ringslang in het huidige Riviereengebied is een gevolg van het ontbreken van (geleidelijke) overgangen tussen hoog- en laagdynamische delen. Integraal herstel van de fauna van het riviereengebied kan alleen plaatsvinden als ook deze overgangen hersteld worden.

Herstelmaatregelen

Herstelmaatregelen voor gradiënten zijn gericht op herstel van sturende processen op landschapsschaal. Hier gaat het om rivier(morfo)dynamiek, wisselende rivierdebieten met inundatie met rivier- of beekwater, kwel van grondwater en begrazing in landschappelijke samenhang (herstel koelanden). Voorts zijn de herstelmaatregelen gericht op het terugdringen van de effecten van maatregelen die samenhangen met de inrichting en het beheer van de rivier en het landgebruik (Londo 1997). Randvoorwaarde is dat deze herstelmaatregelen niet ten koste mogen gaan van de veiligheidsdoelstellingen. De hieronder genoemde herstelmaatregelen moeten daarom via onderzoek worden getoetst op hun gevolgen voor veiligheid:

Herstel rivier(morfo)dynamiek

- Herstel van rivierdynamiek door het ontsteden van de oevers, in combinatie met het verondiepen van de rivier en het verlengen van de rivierloop door actieve hermeandering of het passief stimuleren van het meanderingsproces (Wolfert et al. 2002, 2009). Dit is een optie om de effecten van verdroging te verminderen en inundatie, erosie en sedimentatie te vergroten. Herstel van meandering op nieuwe plekken zou kunnen leiden tot nieuwvorming van kronkelwaarden, een belangrijke ontwikkeling die het verouderingsproces in de stroomdalgraslanden kan compenseren (Wolfert et al. 2002). Dat vraagt om een buitengewoon krachtige stimulering van de hydro- en morfodynamiek;
- Herstel van het morfodynamische evenwicht in de rivier door het herstel van het zandtransport door de rivier. De zandaanvoer dient te worden verbeterd door cultuurtechnische kunstwerken te saneren of te verwijderen zoals het opheffen van zandvangen en stuwen en het verwijderen van stenen oeververdedigingen (Wolfert et al. 2009);
- Herstel van het oorspronkelijke microreliëf. In geëgaliseerde gronden, waarin de laagten zijn opgehoogd, herstel van de vroegere laagten door terug te graven naar het originele maaiveld. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregelen op standplaatsschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
- Bevorderen van het verstuivingproces, rivierduinvorming en maatregelen die de rivierdynamiek herstellen door het o.a. verwijderen van zandvangen, stuwen en verwijderen van stenen beschoeiingen langs de oevers (Wolfert et al. 2009). Langs de Vecht, maar ook plaatselijk langs de Dinkel werd veel zand aangevoerd naar de rivier door het inwaaien van stuifzand vanaf de zijkant van het stroomdal (Wolfert et al. 2009). Belangrijk voor het herstel van de stuifzanddynamiek is het beseft dat de gradiënt niet ophoudt op de grens van het rivierdal, maar dat deze doorloopt tot in de dekzandgronden en de stuifzanden op de stroomdalranden. Voor het herstel van stuifzanden zie herstelstrategieën voor het Droog zandlandschap, gradiënttype 1.

Herstel oppervlakte- en grondwaterhuishouding

- Herstel van een zodanig afvoerregime dat in de rivier zowel droogval als inundaties optreden. Hiervoor is ontstuwning noodzakelijk en een inrichting van het stroomdal zodanig dat voldoende stromende berging wordt gecreëerd (Maas et al. 2007, Wolfert et al. 2009);
- Herstel van de waterhuishouding in grote delen van het (belendende) stroomgebied gericht op het verhogen van de grondwaterstand en het herstel van kwel naar maaiveld of de wortelzone door:
 - In het stroomdal zelf watergangen (sloten, greppels beken) te verondiepen of te dempen en buisdrains dicht te maken. Dit geldt zeker voor de (laagste) delen in het dal waar door terreinbeheerders al langere tijd een verschrallingsbeheer wordt uitgevoerd. De uitgangssituatie is daar al betrekkelijk voedselarm. Deze maatregel sluit aan bij Waterbeheer 21^e eeuw (vasthouden, bergen en dan pas afvoeren) en draagt bij aan langere water voerendheid in de zomer (Maas et al. 2007);
 - Het omleiden van diepe 'landbouwdoorvoersloten';
 - in het intrekgebied het verminderen of geheel verwijderen van drainage (sloten, greppels, buisdrains), het verminderen of stoppen van grondwateronttrekking en het omvormen van naald- naar loofbos of van bos naar lage begroeiingen;
- Herstel van microreliëf door in geëgaliseerde gronden de vroegere laagten te herstellen van door terug te graven naar het originele maaiveld waarmee een deel van de wateropvangcapaciteit wordt hersteld.

Beheer

- Herstel van vegetatiestructuren en mozaïeken (terreinheterogeniteit) door de begrazingsintensiteit af te stemmen op de biomassa-productie (Bakker et al. 2006). Zeker bij de stroomdalgraslanden is mede door het wegvallen van konijnenbegrazing (Bakker 2003, Dekker 2007) de graasdichtheid onvoldoende, waardoor vervilting en vergroving optreden. De vegetatie moet kort de winter in opdat voldoende licht kan toetreden, waardoor de kenmerkende soorten meer kiemingsgelegenheid wordt gebonden;
- Beheersovereenkomsten sluiten met (agrarische) gebruikers waarin wordt geregeld dat zand afgezet op de oever van de rivier niet wordt opgeruimd of weggeploegd. Illustratief is het zogenoemde 'Dinkelconvenant', waarin tussen overheid (Waterschap Regge en Dinkel) en de landbouwers in het Overijsselse Dinkedal is afgesproken inundaties toe te staan en sedimentatie te accepteren tegen een financiële tegemoetkoming (een afkoopsom).

Aandachtspunten;

- Om de veiligheid niet in gevaar te brengen moet onderzocht worden hoe vermindering in afvoercapaciteit kan worden opgevangen die het gevolg is van herstel van de rivier(morfo)dynamiek. Hermeandering waarbij alle oude (waardevolle) meanders worden aangetakt is geen optie omdat de afvoerenergie van de rivier tegenwoordig een geheel andere is dan toen deze meanders ontstonden (Wolfert et al. 1996). Bovendien zou de huidige kwaliteit van het rivierwater de habitats in de afgesloten meanders ernstig bedreigen.
- Het ontbreken van een verbinding met het niet overstromende achterland vormt een beperking voor de fauna. De dijken zouden dienst kunnen doen als uitwijkmogelijkheid maar deze zijn meestal zeer voedselrijk waardoor een soort als Knoflookpad hier geen geschikte overwinteringslocatie kan vinden. Op de dijken ontbreken vaak struwelen waardoor er geen schuilmogelijkheden zijn voor bijvoorbeeld Ringslangen. Er zou onderzocht moeten worden

of er binnen de randvoorwaarden van veiligheid ruimte is om in de dijken uitwijkmogelijkheden te realiseren naar de laagdynamische delen. Dit is een **kennislacune**.

- De laatste jaren zijn onze riviersystemen in hoog tempo gekoloniseerd door vissoorten die daar oorspronkelijk niet in voorkwamen. De meeste van deze invasieve soorten zijn afkomstig uit het oosten van Europa en westelijk Azië. Voorbeelden zijn Donaubrasem, Blauwneus, Blauwband, Roofblei, Zwartbekgrondel en Marmergrondel. De gevolgen van deze nieuwkomers voor onze inheemse visfauna zijn op dit moment nog onbekend. Dit is een **kennislacune**.

Voorbeelden

Vecht- en Reggedal (Neefjes et al. 2011, Schaminée & Janssen 2009, Wolfert et al. 1996), dal van de Dinkel (Schaminée & Janssen 2009, Maas et al. 2007, Wolfert et al. 2002, Wolfert et al. 2009); Zeldersche Driessen langs de Niers (Schaminée & Janssen 2009).

Literatuur

- Bakker, E.S. 2003. Herbivores as mediators of their environment: the impact of large and small species on vegetation dynamics. Proefschrift Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Bakker, E.S., R.C. Reifers, J.M. Gleichmann & H. Olf 2005. Experimental manipulation of food quality and predation risk in the European rabbit: bottom-up versus top-down control in a central-place foraging herbivore. *Oecologia* 146: 157–167.
- Bakker, E.S., M.E. Ritchie, H. Olf, D.G. Michulnas & J.H.M. Knops 2006. Herbivore impact on grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecology Letters* 9: 780–788.
- 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.
- Creemers, R.C.M. & J.J.C.W. van Delft (red.) 2009. *De amfibieën en reptielen van Nederland. – Nederlandse Fauna 9*. Nationaal Natuurhistorische Museum
- Dekker, J.J.A. 2007. Rabbits, refuges and resources. How living in burrows affects foraging of herbivores. Proefschrift. Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Gmelig Meyling, A.W., S.M.A. Keulen, R.H. de Bruyne & A. Boesveld 2006. De Zeggekorfslak: bedreigd, maar wijder verspreid dan gedacht. *De Levende Natuur* 107 (6): 247–251.
- Kalkman, V.J. (red.) 2007. De soorten van het leefgebiedenbeleid. EIS-Nederland, Leiden.
- Killeen, I.J., 2003. Ecology of Desmoulin's Whorl snail. Conserving Natura 2000. Rivers. *Ecology Series* No. 6. English Nature, Peterborough.
- Londo, G. 1997. *Bos- en Natuurbeheer in Nederland 6. Natuurontwikkeling*. Backhuys Publishers Leiden
- Maas, G., A. Corporaal, R. Kranendonk & H. Wolfert 2007. Ruimte voor Kleine Rivieren. Overijsselse Vecht op koers? Alterra-rapport 1512. Alterra, Wageningen.
- Neefjes, J., O. Brinkkemper, L. Jehee & W. van de Griendt 2011. *Cultuurhistorische atlas van de Vecht – biografie van Nederlands grootste kleine rivier*. WBooks/Provincie Overijssel, Zwolle.
- Ruiter, H. 2005. Stroomdalflora in het dal van de Overijsselse Vecht, hoelang nog? *De Levende Natuur* 106(4): 162–165.
- Schaffers, A.P., K.V.; Sykora, H.P.J. Huiskes & J.H.J. Schaminée 2008. De droge stroomdalgraslanden van het Sedo-Cerastion in Nederland: verspreiding en

- soortensamenstelling van het Medicagini–Avenetum en het Sedo–Thymetum vóór 1960 en daarna. Rapport Directie Kennis nr. 2008/DK092–O. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Janssen (red.) 2009. Europese *Natuur in Nederland. Laag Nederland: Natura 2000-gebieden*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Sloet van Oldruitenborgh, C.J.M. 1982. Rivierduinstruwelen langs de Overijsselse Vecht en tussen Ommen en Hardenberg. *De Levende Natuur* 84(4): 97–109.
- Takman, B. 2010. Historisch–geografische analyse van de buurtschap Varsen. Uitgave in eigen beheer. 25 pp.
- Wolfert, H.P. 2001. Geomorphological Change and River Rehabilitation: Case Studies on Lowland Fluvial Systems in the Netherlands. PhD Thesis, Scientific Publications 6, Alterra Green World Research, Wageningen.
- Wolfert, H., A. Corporaal, G. Maas, K. Maas, B. Makaske & P. Termes 2009. Toekomst van de Vecht als een halfnatuurlijke laaglandrivier. Bouwstenen bij de grensoverschrijdende Vechtvisie 2009. Alterra–rapport 1897. Alterra, Wageningen.
- Wolfert, H.P., Hommel, P.W.F.M., Prins, A.H., Stam, M.H. 2002. The formation of natural levees as a disturbance process significant to the conservation of riverine pastures. *Landscape Ecology* 17, Supplement 1: 47–57.
- Wolfert, H.P, G.J. Maas en G.H.P. Dirks 1996. Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht. historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling. Rapport no 408, DLO–Staringcentrum, Wageningen.

Gradiënttype 2: Uiterwaarden in de transportzone van grote rivieren (terrassenrivier Maas)

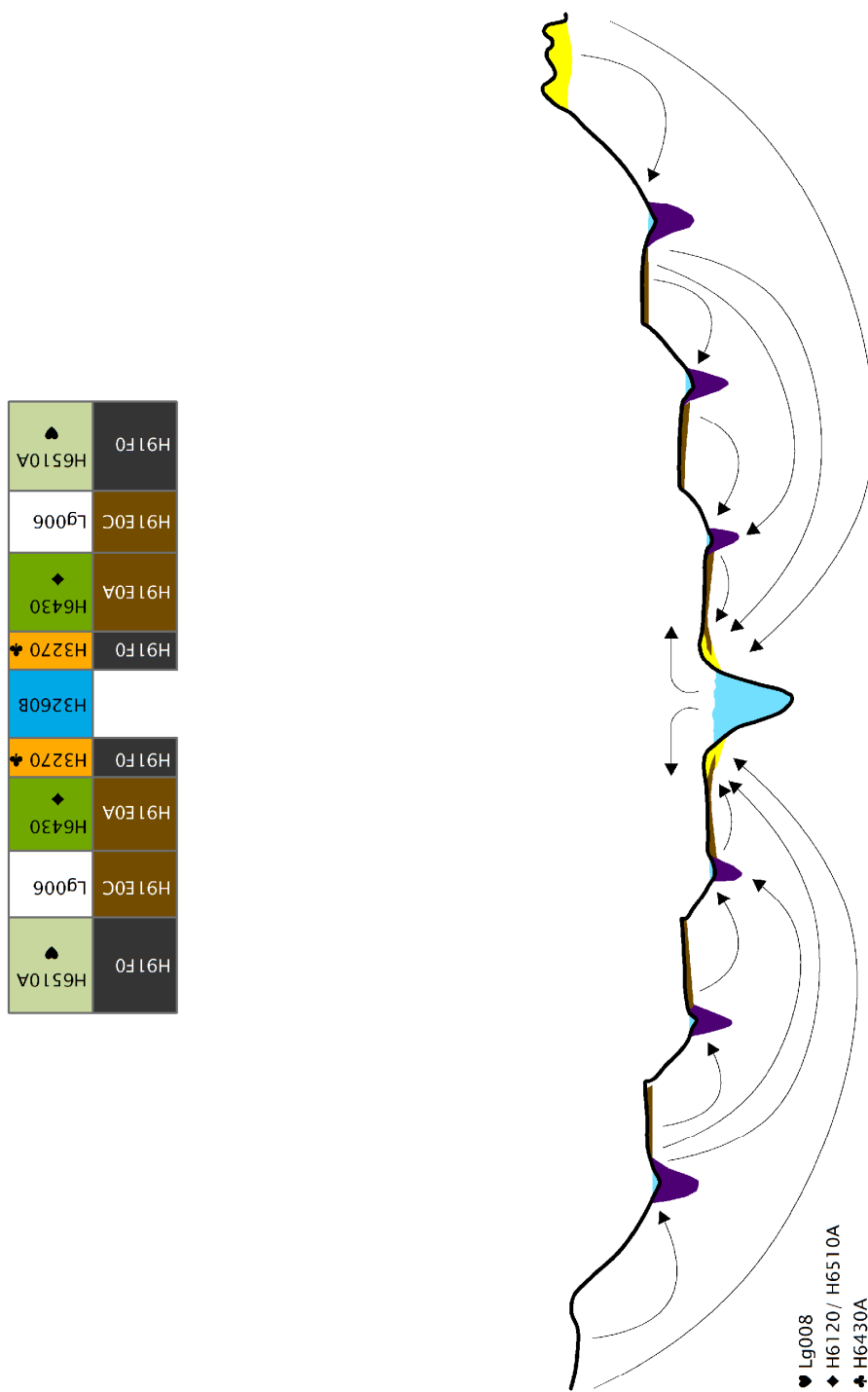
Beknopte beschrijving

Het terrassenlandschap van de Maas is ontstaan door voortdurende insnijding van de Maas, waarbij sediment zijwaarts richting rivier en verder stroomafwaarts wordt getransporteerd (Kater et al. 2012). Het erosieproces was daarbij langdurig en dominant. Er worden drie terrassen onderscheiden (Van den Berg 1989): het laagterras (dalvlakteterrassen), het middenterras (tussenterassen en dalwandterrassen) en het hoogterras (plateauterrassen). Het laagterras wordt gevormd door het huidige stroomdal van de Maas. Voor een beschrijving van de zandgronden van het hoogterras verwijzen wij naar het droog zandlandschap. Ook voor een beschrijving van de zandgronden van het middenterras met hun oude Maaslopen en daarin gelegen beken, hoogveentjes en zwak gebufferde vennen wordt verwezen naar andere gradiënten: droog zandlandschap (dekzanden), nat zandlandschap en de beekdalen.

Deze beschrijving is beperkt tot het laag- of dalvlakteterras, waarbinnen in stroomafwaartse richting onderscheid wordt gemaakt in achtereenvolgens Boven-Maas, Grensmaas, Maasplassengebied en Zandmaas. Iets ten westen van het Natura 2000-gebied Oeffelter Meent gaat de Zandmaas over in de Bedijkte Maas. De gradiënten in dit deel van de Maas, waar sedimentatie overheerst, zijn vergelijkbaar met die van gradiënttype 4 van de Rivieren, waarnaar wordt verwezen.

De Grensmaas & Plassenmaas

In de Grensmaas bevinden zich matig grove tot uiterst grove grindhoudende zanden en matig grove tot grove grinden aan of nabij het oppervlak. Deze afzettingen behoren tot de Formatie van Beegden (De Mulder et al. 2003). Waar deze Formatie aan het oppervlak ligt, bestaan de bovenste meters uit een bruingekleurde, klei- of leemlaag. De laatste laag is gevormd vanaf de 17de eeuw toen de rivier steeds meer door de mens aan banden werd gelegd (Peeters et al. 2009). Zo werden tot halverwege de 19de eeuw lokaal strekdammen, kades en beschoeiingen rond belangrijke bebouwing aangelegd. Desondanks kende de Maas nog relatief veel ruimte. De Grensmaas kende bijvoorbeeld nog vlechtende geulen, halve maanvormige grindbanken en zich in de rivier verplaatsende grindeilanden. Desondanks was in de overstromingsvlakte van de rivier het sedimentatie- en erosieproces al door allerlei rivierkundige ingrepen verstoord (Van Looy 2007). De sedimentatie en daarmee gepaard gaande ophoging van het winterbed was al in de vroege Middeleeuwen begonnen toen geleidelijk meer slib en leem naar het Maasdal werden afgevoerd, niet alleen door ontbossing in de zuidelijke lössgebieden en in de Ardennen, maar ook omdat de vroege boeren dit slibrijke water via allerlei kunstgrepen naar hun landerijen wisten te geleiden, om ten einde daar te sedimenteren. Eerder in het winterbed afgezette leem en slib werden daarom niet meer door de rivier opgepakt en afgevoerd naar benedenstroomse gebieden. In de tweede helft van de 19de eeuw volgden normalisatie en kanalisatie, waarbij uitgebreide stelsels van strekdammen, kribben en bestortingen werden aangelegd (Peeters et al. 2009). De rivier werd daarbij teruggedrongen in één hoofdbedding. Door het versmallen van het zomerbed en plaatselijk grind- en zandwinning zijn de stroomsnelheden in het zomerbed sterk toegenomen.



Figuur 2: Gradiënttype 2, uiterwaarden in de transportzone van grote rivieren (terrassenrivier Maas). Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

De bodem van de Grensmaas is daardoor 2,5 meter dieper komen te liggen, wat heeft geleid tot een daling van de grondwaterstanden in het omringende Maasdal (Peeters et al. 2009). Tegenwoordig vindt in de Grensmaas nauwelijks meer aanvoer van grind plaats doordat de Maas in Wallonië is gestuwd en doordat bij stuwen en sluizen regelmatig zand en grind wordt weggebaggerd (Peeters et al. 2009). Alleen nog zeer fijn zand, vermengd met organisch materiaal en slib passeren de stuw van Borgharen. Dit maakt dat de bovenstroomse delen van de Maas een structureel gebrek aan fijn grind en grof zand hebben. Bovendien zijn de nog resterende grovere zanden en grinden vaak afgedekt met een pleisterlaag van zware kleien (Akkerman et al. 2003, Severyns et al. 2003). Deze pleisterlaag breekt alleen open tijdens hoge afvoeren (>1200 tot 2500 m³/s). In een natuurlijke situatie – met grind op de banken – vindt dit proces al plaats bij afvoersnelheden vanaf 800 m³/s (Severyns et al. 2003).

Het Maasdal in het traject van de Plassen–Maas of Roerdalslenk–Maas is relatief breed, vanwege de ligging in de Roerdalslenk (Berendsen 2008). Het had in het bovenstroomse deel het karakter van een sterk meanderende grindrivier, zoals de Grensmaas (Kater et al. 2012). Halverwege het traject wordt het verhang kleiner. Vanwege de ligging in de dalende Roerdalslenk heeft de rivier in dit traject altijd veel (grindig) sediment afgezet. De meanders zijn vanwege het brede dal goed ontwikkeld. Door de stuwen bij Linne en Roermond en de grootschalige grindwinningen is het karakter van het Maasdal echter totaal veranderd. Dit riviertraject wordt thans gedomineerd door grote, diepe grindwinplassen die van elkaar gescheiden zijn door dammen (Peters 2008, Kater et al. 2012).

De Zandmaas

De Zandmaas strekt zich uit van Rijkel (gemeente Beesel, ten noorden van de monding van de Swalm) tot Grave–Heumen. Het jongste terras werd hier gevormd aan het eind van de laatste ijstijd vlak voor het begin van het Holoceen (Van der Gaauw 2005). De Maas vormde toen een vlechtend systeem met een breedte van 1 à 2 km. Tijdens het begin van het Holoceen heeft de Maas zich ingesneden in dit jongste terras. In de Centrale Slenk kon de Maas sterk meanderen en is de holocene riviervlakte vrij breed; hier zijn veel van die laatglaciale terrassen verdwenen. Op de Peelhorst ontbreekt de Holocene riviervlakte, en ook in de Venlo Slenk heeft de Maas nauwelijks gemeanderd. Bij overstromingen werd de zogenoemde oude rivierklei afgezet, terwijl in de Venlo Slenk zandige kronkelwaardruggen werden gevormd. Tussen circa 10.000 en 3000 voor Chr. traden weinig overstromingen en trad weinig sedimentatie op. Later namen onder toenemende menselijke invloed door ontbossingen en ontginningen de overstromingen weer toe. Dit ging gepaard met sedimentatie, waarbij stroomafwaarts van Broekhuizenvorst in de uiterwaarden zogenoemde jonge, kalkloze rivierkleien werden afgezet (Steur et al. 1985). Er trad tegelijkertijd ook veelvuldig erosie op, zowel lateraal door de zich zijdelings verplaatsende meanders, als door overloopgeulen (crevassen), waarbij in een diep ingesneden rivier veel zand stroomafwaarts wordt getransporteerd. Plaatselijk kwamen in de rivier ook zandbanken voor en werden op oeverwallen en aangrenzende strandjes door verstuiving rivierduintjes gevormd. In het begin van de vorige eeuw werd de Maas gereguleerd. In 1915 werd besloten tot kanalisatie en het aanbrengen van stuwen in de Maas. In 1929 waren deze werken gereed en was de Maas ook bij lage afvoeren bevaarbaar (Van den Herik & Van Rooij 2006). De natuurlijke processen van erosie en sedimentatie werden aldus sterk beperkt. Stap voor stap werden de oevers vastgelegd met kribben en of met stortsteen waardoor erosie vrijwel niet meer optreedt. Na de riviernormalisatie is het reliëf in de uiterwaarden bovendien genivelleerd door opslibbing en lokale cultuur-technische werken (egalisatie).

Vegetatiegradiënt

De Grensmaas & Plassenmaas

De vegetatie langs de Grensmaas is na uitvoering van maatregelen in het kader van het zogenoemde Grensmaasproject nog volop in ontwikkeling (Peters & Kurstjens 2008).

In de rivier zelf is het habitattype Beken en rivieren met waterplanten, *grote fonteinkruiden* (H3260B) ontwikkeld. Vegetatiekundig wordt dit habitattype gerekend tot de Associatie van Doorgroeid fonteinkruid (5Ba1). Het gaat om de variant in langdurig stromende wateren met Vlottende waterranonkel; in de gestuwde delen groeit Rivierfonteinkruid (Peters et al. 2009). Langs de stenige oevers van de rivier en van plassen is het habitattype Slikkige rivieroevers (H3270) ontwikkeld met gemeenschappen die behoren tot het Tandzaad-verbond (29Aa), waaronder die van de Slijkgroen-associatie (29Aa4). Deze begroeiingen van slikkige rivieroevers ontwikkelen zich vrij laat in het seizoen op kale grond.

Het habitattype Ruigten en zomen, *Moerasspirea* (H6430A) komt plaatselijk voor langs de oevers van plassen en geulen met een geringe waterdynamiek. Rijstgras is in het Maasplassengebied typerend voor deze natte ruigten (Peters et al. 2009). Langs de Grensmaas zijn er echter nauwelijks geschikte standplaatsen voor dit habitattype door een te hoge graad van waterdynamiek (Peters et al. 2009). Op de hogere zandige en grindrijke delen komen over grote oppervlakten droge ruigten voor van de Klasse der ruderaal gemeenschappen (31). Een deel van deze begroeiingen, in het bijzonder waar sprake is van droge zomen, is te rekenen tot het habitattype Ruigten en zomen, *droge bosranden* (H6430C). De ruigten van Rivierkruiskruid-associatie (32Ba1) die als een lint de rivier markeren (Schaminée & Janssen 2009), zijn te rekenen tot het habitatsubtype Ruigten en zomen (*harig wilgenroosje*; H6430B). Op de grindbanken groeien tussen de soorten van productieve droge ruigten laagblijvende soorten als Kandelaartje, Wit vetkruid, Muurleeuwenbek en Rondbladige ooievaarsbek. De twee eerstgenoemde soorten komen veelvuldig voor in het habitattype Stroomdalgraslanden (H6120), maar deze begroeiingen zijn in goedontwikkelde vorm nog niet teruggekeerd (Weeda et al. 2002).

Het habitattype Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, *glanshaver* (H6510A) met soorten van stroomdalgraslanden wordt plaatselijk aangetroffen op lemige bodems op en langs dijken en dan vooral in het Maasplassengebied (Schaminée & Janssen 2009). Bijzonderheden zijn Graslathyrus, Vijfdelig kaasjeskruid en Gewone agrimonie.

Door historisch landgebruik en het tegengaan van bosontwikkeling ten behoeve van de doorstroming van het winterbed resteert maar weinig bos met goedontwikkelde zomen en mantels: het gaat om restanten van het habitattype Vochtige alluviale bossen (*zacht houtooibos*; H91E0A) en Droge hardhoutbossen (H91F0). Vooral in het oude wilgenbos van Koningssteen zijn tekenen zichtbaar van de overgang naar Droog hardhoutooibos (Peters et al. 2009) met de vestiging van onder andere Zomereik, Gewone es en Eenstijlige meidoorn. Elders hebben soorten van het Hardhoutooibos zoals Boskortsteel, Maarts viooltje, Gevlekte aronskelk en Vingerhelmbloem baat gehad van de uitvoering van de Maaswerken (Kurstjens & Peters 2011, Peters & Kurstjens 2008, Peters et al. 2008).

Tenslotte kunnen op de grens van laag- en middenterras hooilanden van het leefgebied Dotterbloemgrasland van beekdalen (Lg006) en Vochtige alluviale bossen, *beekbegeleidende bossen* (H91E0C) voorkomen met onder meer Adderwortel. Vegetatiekundig behoren deze bossen tot het Vogelkers-Essenbos (43Aa5) of tot de Elzenzegge-Elzenbroek (39Aa2).

De lengte van de gradiënt varieert van 1 tot maximaal 4,5 kilometer.

De Zandmaas

Langs de Zandmaas treden Stroomdalgraslanden op de voorgrond (H6120; Van Dijk et al. 1984). Op kalkhoudende zandbodems behoren de Stroomdalgraslanden tot de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver (14Bc2) en op goed doorlatende zavelgronden tot de subassociaties van Ruige weegbree (16Bc1d). Langs de Zandmaas komen deze plantengemeenschappen binnen het Natura 2000-gebied Oeffelter Meent echter niet voor (Schaminée & Janssen 2009). Daar komen op de hoge, zandige delen Stroomdalgraslanden voor van kalkloze bodems met een goede basenvoorziening, die behoren tot de Associatie van Vetkruid en Tijm (14Bc1; Schaffers et al. 2008). Dit type Stroomdalgraslanden komt ook voor binnen gradiënttype 1 en (zeer zeldzaam) langs de Gelderse IJssel (zie gradiënttype 4). Op open plekken maken soorten van het Zilverhaver-verbond (14Ba), zoals Vroege haver en Klein tasjeskruid, deel uit van deze begroeiingen. Op zavelige bodems op dijken en kaden is het habitatype Glanshaver- en vossenstaarthooiden, *Glanshaver* vertegenwoordigd met onder andere Goudhaver, Rapunzelklokje en Moeslook. In laagten (oude stroomgeulen) met meer kleiige bodems zijn overstromingsgraslanden van het Zilverschoon-verbond (12Ba) aanwezig (Schaminée & Janssen 2009). Deze graslanden van het leefgebied Nat, matig voedselrijk grasland (LG008) zijn hier gekenmerkt door Geknikte vossenstaart, Egelboterbloem en Zomprus. De lengte van de gradiënt varieert van 0,5 tot 1 kilometer.

Fauna

De Grensmaas & Plassenmaas

De aanwezigheid van grind maakt dit deel van de Maas tot een bijzonder leefgebied. Een aantal kenmerkende libellen van stromende wateren planten zich voort op de Maas. De Kleine tanglibel is daarvan het meest gebonden aan grindrijk substraat. De ruigere delen worden gebruikt om te jagen en uit te harden (V1). De grindstrandjes worden door bijzondere ongewervelden gebruikt zoals (V1, V6) de loopkevers *Bembidion atrocaeruleum*, *B. decorum* en *B. testaceum* en de Grindwolfspin (Looy et al. 2009). Voor deze soorten is een zodanig grote dynamiek dat vers grind wordt aangevoerd van levensbelang. De op de hogere delen aanwezige ruigten vormen een ideale bron van nectar voor dagvlinders als Koninginnepage en Oranje zandoogje, terwijl de voortplantingslocaties veelal ergens anders gelegen zijn (V1).

De Bataafse stroommossel heeft een voorkeur voor grofzandig substraat en kwam in het verleden voor in het stroomgebied van de Maas, maar heeft sterk te lijden gehad van de verslechterde waterkwaliteit. De laatste waarneming van een levend exemplaar komt uit de jaren zestig (www.nederlandsesoorten.nl). De aanwezige zachthoutoobossen in Koningsteen bieden voldoende structuur (V6) en insecten voor de Nachtegaal. Deze bossen vormen eveneens geschikt broedbiotoop voor de Zwarte wouw. In de omgeving moeten dan voldoende ruige en grazige delen aanwezig zijn om voedsel te zoeken.

De Zandmaas

De gehele gradiënt van meerdere vegetatietypen (F1) wordt onder andere gebruikt door Grauwe klauwier. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd. Een grote variatie van habitatypen (V1) kan bijdragen aan een hoge soortenrijkdom aan prooidieren (F3) door het gehele seizoen heen. Voor veel warmteminnende insectensoorten en reptielen is juist de interne heterogeniteit (V6) van belang: de kale zandige delen kunnen gebruikt worden om op te warmen of om eitjes te leggen,

terwijl de meer opgaande begroeiing gebruikt wordt om te schuilen. In graslanden kunnen mieren een grote invloed hebben op zowel de interne heterogeniteit (V6) van de bodem als de vegetatie. Hier kunnen bijvoorbeeld weer waardplanten van dagvlinders een kiemplek vinden. Op de overgang van grasland naar bos (V3) kunnen zich struwelen met Sleedoorn ontwikkelen die een geschikt biotoop vormen voor de Sleedoornpage.

Voor de Knoflookpad is de aanwezigheid van de voortplantingsbiotoop (rijk begroeide, laagdynamische poelen) naast de overwinteringsbiotoop (stroomdalgraslanden of heiden met voldoende open en zandige plekken (V6)) essentieel (V1, F1). Omdat dergelijke overwinteringsbiotopen in het huidige landschap veelal ontbreken, worden tegenwoordig vaak akkers gebruikt (Creemers & van Delft 2009). Het ontstaan van tijdelijke (snel opwarmende) wateren is van belang voor Rugstreeppad en bijzondere watermacrofauna zoals de in Nederland zeldzame bladpootkreeftjes. Een grote variatie in vegetatie en bodemstructuren in de rivier zelf (V6) is van groot belang voor beekvissen en watermacrofauna. Zo gebruikt de Rivierrombout de zandige strandjes tussen de kribben om uit te sluipen maar heeft ruigere delen om uit te harden en te jagen (V1). Deze soort laat zich na uitsluipen vrijwel niet meer aan de waterkant zien. Steilranden (V2) die in buitenbochten van de rivier kunnen een geschikt broedbiotoop vormen voor Oeverzwaluwen en Ijsvogels.

Sturende processen

- De Maas is als regenwaterafhankelijke rivier gekenmerkt door regelmatige, maar kortstondige inundaties in het winterseizoen, waarbij grote peilverschillen en verschillen in stroomsnelheden wezenlijk zijn. 's Zomers is het rivierpeil daarentegen relatief laag. Voor de vegetatiezonering zijn de inundaties een belangrijke sturende factor. Er worden dan grind en zand afgezet en in de meest rustige delen leem en klei. Voor Stroomdalgraslanden spelen via inundaties met rivierwater afgezette sedimenten een belangrijke rol bij de buffering van de pH op een (relatief) hoog niveau. Ook overstuiving met recent door de Maas afgezet sediment draagt bij aan de instandhouding van de basenvoorziening, evenals de indringing van basenrijk rivierwater in de wortelzone. Watererosie van oevers en geulen is niet alleen van groot belang voor stroomdalgraslanden, maar zorgt tevens voor de permanente instandhouding van pioniermilieus van Slikkige rivieroevers en Ruigten en zomen.
- Op de hogere delen met zavel- en kleigronden is de vegetatie eveneens afhankelijk van een goede basenvoorziening, die meestal wordt bepaald door de aanwezigheid van kalk in de bodem. Bioturbatie door onder andere mollen, woelmuizen en -ratten en grotere wormensoorten kan er voor zorgen dat dat er gedurende een langere periode nog voldoende kalkrijk zand uit de ondergrond in de wortelzone wordt gebracht wanneer geen overstromingen meer optreden.
- In de lagere delen (meanders) op de flanken van het rivierdal en aan terrasvoeten kan kwel optreden, wat de kwaliteit van de water- en moerasbegroeiingen mede bepaalt.
- De beeklopen die uitkomen in de Grensmaas zijn een wezenlijk onderdeel van het systeem; zij fungeren als belangrijke intrekgebieden voor migrerende en stroomminnende vissoorten en als uitwisselingsplaatsen voor beek- en rivierorganismen.

Standplaatscondities

Voor habitatype Beken en rivieren met waterplanten, *grote fonteinkruiden* dat niet gevoelig is voor de gevolgen van stikstofdepositie, is stroming van belang, alsmede voldoende hoge

waterstanden (niet ondieper dan 20 cm). De gemeenschap verdraagt voedselrijke tot zeer voedselrijke omstandigheden en is gebonden aan neutrale tot basische wateren.

Op de oevers is het habitatype Slikkige rivieroevers sterk geassocieerd met elkaar afwisselende overstromingen en droogval van zeer tot uiterst voedselrijk slib. De overstromingen treden incidenteel tot dagelijks op, in dat laatste geval wel kortstondig. Het waterregime varieert daarbij van ondiep droogvallend tot vochtig. De waterkwaliteit is te karakteriseren als zwak zuur tot basisch.

Ruigten en zomen van het *Moerasspirea*-subtype komen voor op zeer natte tot zeer vochtige, matig tot zeer voedselrijke en (zeer) basenrijke standplaatsen die slechts incidenteel worden overstroomd. De standplaatscondities van Ruigten en zomen van het subtype van *Harig wilgenroosje* zijn in hoge mate overeenkomstig met de *Moerasspirea*-ruigten, zij het dat ze op nog basen- en voedselrijke standplaatsen voorkomen. Bovendien worden ze regelmatig overstroomd. Ruigten en zomen van *droge bosranden* zijn gebonden aan vochtige omstandigheden en komen voor op matig zure tot neutrale, voedselrijke tot zeer voedselrijke standplaatsen die hoogstens incidenteel worden overstroomd.

Voor de Stroomdalgraslanden is incidentele, niet te langdurige overstroming verspreid over het winterhalfjaar van belang, anders treedt op termijn verzuring op. Overstroming in de zomer wordt echter slecht verdragen. De stroomdalgraslanden van basenrijkere bodems zijn gekenmerkt door zwak gebufferde tot neutrale omstandigheden (pH >6), die van meer uitgeloopte bodems hebben een pH van minimaal 4,5 tot 6. Vanwege de goede doorlatendheid van de zandondergrond zijn de stroomdalgraslanden gevoelig voor verzuring. De textuur van de bodem is licht (zand tot zavel). De omstandigheden zijn matig voedselarm tot enigszins voedselrijk (Kamgrasweiden) en de vochttoestand is te karakteriseren als matig droog tot droog. Het grondwaterregime van de Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, *glanshaver* is te karakteriseren als vochtig tot matige droog, met lage zomergrondwaterstanden, De overstromingsduur is maximaal circa 10 dagen. De relatief voedselrijke klei- en zavelgronden of kleiige zandenbodem is overwegend zeer basenrijk tot enigszins kalkhoudend, zodat neutrale tot basische omstandigheden overheersen.

Voor de nattere habitats en leefgebieden is een voldoende hoge grondwaterstand van belang, waarbij voor goed ontwikkelde vormen er ook een voldoende dynamiek in de grondwaterstand noodzakelijk is. Hooilanden van het Dotterbloem-verbond zijn gebonden aan een constant hoge waterstand. In de winterperiode kan de waterstand een periode van maximaal circa 15 weken boven maaiveld staan. In het groeiseizoen is de stand circa 10–20 cm beneden maaiveld. Tijdens de zomer, na de zaadzetting, kan de grondwaterstand gedurende ongeveer een maand verder wegzakken, tot maximaal 60 centimeter onder maaiveld. De omstandigheden zijn matig voedselrijk tot voedselrijk en basisch tot zwak zuur.

Op plaatsen met langdurige en rechtstreekse overstroming door oppervlaktewater, ontstaat Zilverschoongrasland, waar beweiding in tegenstelling tot graslanden van het Dotterbloem-verbond de gebruikelijke beheersvorm is. De zuurgraad is neutraal tot zwak zuur en de trofie is te karakteriseren als matig eutroof (Bal et al. 2001).

Vochtige alluviale bossen, *zachthoutoibossen* zijn afhankelijk van incidentele tot regelmatige inundaties. De omstandigheden zijn voedselrijk tot zeer voedselrijk. De dynamiek van de grondwaterstand is bepalend voor de variatie. Droge Hardhoutoibossen zijn laag dynamisch. Dit bostype komt voor op de hoogste delen van de flanken of overgangen van de hogere zandgronden en oeverwallen naar lagere delen. Bij een kalkarme bodem vormen incidentele overstromingen een belangrijke bron van nutriënten en basen. Bij kalkrijke bodems is minder duidelijk of inundaties noodzakelijk zijn om de basenvoorziening op peil te houden. Vochtige

alluviale bossen, *beekbegeleidende bossen* zijn in het terrassenlandschap van de Maas gebonden aan het uittreden van basenrijk grondwater, dat langdurig in het maaiveld verblijft. Vanaf april tot begin mei begint het grondwater langzaam uit te zakken tot maximaal 50 cm beneden maaiveld. Het zijn eutrafente bossen met een bodem-pH die als zwak zuur tot neutraal (5,5-7) is te karakteriseren. Voor een uitgebreide studie naar de waterchemie van deze bossen zie [Lucassen et al. \(2006\)](#).

Voor specifieke informatie over de standplaatscondities van de afzonderlijke habitattypen zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats)."

Knelpunten

Door de afgenomen sponswerking in de bovenstroomse delen is het afvoerregime en de sedimentlast sterk ontregeld. Dit heeft zowel geleid tot verdroging als tot verzuring.

Verdroging

- Insnijding van de rivier en de daarmee gepaard gaande verlaging van de rivierpeilen heeft geleid tot een verlaging van de regionale drainagebasis en daarmee tot afname van kwel op de overgang van laag- naar middenterras. Alleen op plekken met lokale kwel of een hoge kwelintensiteit van bovenlokaal grondwater zijn de grondwaterstanden nog voldoende hoog gebleven ondanks de versterkte drainage door rivierinsnijding;
- Diepe beken en andere watergangen dragen eveneens bij aan de verdroging van de overgangen van midden- naar laagterras waardoor de herstel mogelijkheden van grondwaterafhankelijke plantengemeenschappen beperkt zijn.

Verzuring

- Sedimentatie en erosie in het van oorsprong dynamische riviereengebied zijn door riviernormalisatie vrijwel beperkt tot het zomerbed en haar oevers. De interactie tussen zomerbedding en oever is verstoord door de aanleg van kribben, langsdammen, vooroeververdedigingen en stortsteen. Daarnaast zijn de oeverwallen langs de bedding dermate hoog opgezand dat alleen bij extreem hoog water nog zand of zavel op de oever wordt afgezet. Het cyclische proces van oevererosie en oeverwalvorming is gestopt. Gevolg daarvan is de sterke afname van sedimentatie van basenrijk zand in de stroomdalgraslanden;
- Door de oeververdediging is ook het proces van rivierduinvorming op de oeverwal beperkt waardoor geen aanvoer van basenrijk zand via de wind meer optreedt naar de stroomdalgraslanden.

Vermesting

- Externe eutrofiëring als gevolg van nutriëntenrijk rivierwater heeft een negatieve invloed op watervegetaties die permanent met de rivier in verbinding staan;
- Bemesting door de landbouw gericht op sterke productie(verhoging) binnen het winterbed leidt tot eutrofiëring;
- Herontwikkeling van stroomdalgrasland en Glanshaverhooiland is veelal problematisch op ontgronde bodems waarvan de gestoorde, omgewoelde en vaak met meststoffen verrijkte bovengrond is teruggestort;
- De slechte waterkwaliteit verhindert de terugkeer van veel karakteristieke diersoorten naar de Maas ([Van Lieshout et al. 2003](#)).

Versnippering en beheer

- Het ontbreken van verscheidenheid aan habitats als gevolg van het ontbreken van voldoende waterdynamiek (erosie en sedimentatie) verhindert de terugkeer van veel karakteristieke diersoorten naar de Maas (zie ook onder Verzuring; [Van Lieshout et al. 2003](#), [Peters & Kurstjens 2011](#), [Kurstjens & Peters 2011](#));
- Het tegenwoordig zeer beperkte areaal oobos vanwege het tegengaan van oobosontwikkeling door waterstaatkundig beheer. Ontwikkeling van deze bostypen lijkt alleen mogelijk wanneer deze samengaat met behoud van voldoende doorstroomcapaciteit in het winterbed;
- Het ontbreken van voldoende grote dan wel nabijgelegen populaties van verschillende soorten van Stroomdalgraslanden en van het leefgebied Nat, matig voedselrijk grasland (LG008; [Kurstjens & Peters 2011](#), [Peters & Kurstjens 2011](#));
Het nog steeds weggraven van restpopulaties van kenmerkende en bedreigde soorten van Stroomdalgraslanden en Ruigten en zomen op dijkes en terrasranden in het kader van delfstoffenwinning, dijkverzwaring, kadeaanleg en egalisatie van landbouwgronden ([Kurstjens & Peters 2011](#), [Peters & Kurstjens 2011](#)).

Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna:

- Een algemeen probleem voor de fauna dat voortvloeit uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek (V1b), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

Gebrek aan laagdynamische delen

- Voor de bedijking waren de kommen de laagdynamische delen van het rivierenlandschap. Door de bedijking zijn zulke laagdynamische delen vrijwel verdwenen en daarmee uitwijkmogelijkheden voor fauna tijdens hoogwaters. Ook het vrijwel ontbreken van soorten als Ringslang in het huidige Riviereengebied is een gevolg van het ontbreken van (geleidelijke) overgangen tussen hoog- en laagdynamische delen. Integraal herstel van de fauna van het riviereengebied kan alleen plaatsvinden als ook deze overgangen hersteld worden.

Herstelmaatregelen gradiënt

Herstelmaatregelen voor gradiënten zijn gericht op herstel van sturende processen op landschapschaal en op het terugdringen van de effecten van maatregelen die samenhangen met de inrichting en het beheer van de rivier en het landgebruik ([Londo 1997](#)). In dit gradiënttype gaat het vooral om maatregelen die gericht zijn op de verbetering en het herstel van de riviermorfo- en hydrodynamiek, de grondwaterhuishouding en de noodzakelijke mate van voedselrijkdom. Randvoorwaarde is dat deze herstelmaatregelen niet ten koste mogen gaan van de veiligheidsdoelstellingen. De hieronder genoemde herstelmaatregelen moeten daarom via onderzoek worden getoetst op hun gevolgen voor veiligheid. Hier zijn vier groepen van maatregelen onderscheiden.

Herstel rivier(morfo)dynamiek

- De eerste groep van maatregelen is gericht op herstel van microreliëf en het bereiken van een optimaal inundatieregime om zo de afzetting van fijn zand, leem, klei en zaden te bevorderen door:
 - Waar mogelijk geomorfologische processen te herstellen, vooral in de oeverzone van het zomerbed, die leiden tot meer afzet van grind en/of zand, waarmee op termijn de perspectieven voor behoud en herstel van stroomdalgraslanden worden vergroot (Kiwa & EGG 2005, Peters 2005, Van Looy & Meire 2009, Kurstjens & Peters 2011, Peters & Kurstjens 2011) door:
 - Het verwijderen van steenstort op oevers. Door deze rivierbedverruiming zal de rivier weer ruimte krijgen om eilanden, zand- en grindbanken en geulen te vormen (Peters, 2005);
 - Het verwijderen van langsdammen in kribvakken om de verstuiwing van zand vanaf rivierstranden naar de stroomruggen weer mogelijk te maken, veelal in combinatie met het verlagen van (te) hoog opgeslibde oeverzones om afzetting van zand aldaar te stimuleren;
 - Het verwijderen of doorsteken van zomerkades. Dit draagt bij aan het herstel van een optimale overstromingsfrequentie (Corporaal 2009);
 - Het afgraven van hoog opgeslibde lagen tot de zand- en grindrijke ondergrond. Zo wordt herstel van microreliëf bereikt en kan in ieder geval een deel van de gradiënt worden hersteld (Kurstjens & Peters 2011, Peters & Kurstjens 2011).

Herstel oppervlakte- en grondwaterhuishouding

- De tweede groep van maatregelen is gericht op verbetering en herstel van de oppervlakte- en grondwaterhuishouding in grote delen van het belendende stroomgebied met als doel herstel van grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden. Dit vraagt om het verhogen van de grondwaterstand en het herstel van kwel naar maaiveld of de wortelzone op de overgang van midden- naar laagterras maaiveld door:
 - Maatregelen ter verbetering van de bovenstroomse sponswerking, zoals herbebossing en vernatuurlijking van zijrivieren en beken (Akkerman et al, 2003);
 - Vermindering van grondwateronttrekking. In gebieden waar dit een rol speelt moet onderzocht worden in welke mate herstel van habitats daarvan afhankelijk is;
 - Het dichtens van ontwateringsmiddelen (sloten, greppels, buisdrainages) en het opheffen van onderbemalingen) binnen het Natura 2000-gebied. Zo wordt het vermogen in gebieden met natuurlijke depressies om water vast te houden en/of te bergen hersteld. Verdere vergroting van dit vermogen is mogelijk door het weer uitgraven of herstel van de vroegere, geëgaliseerde laagten;
 - Verhoging van de drainagebasis op de overgang van midden- naar laagterras door vernatuurlijking van zijriviertjes (zie gradiënttype 1) en beken (zie Beekdalen), waarbij terugschrijdende erosie als gevolg van de insnijding van de hoofdriever kan worden bestreden via geleidelijke bodemophoging met zijrivier- of beekgeigen sediment (Horsthuis, 2007, Peters 2005, Kurstjens & Peters 2011);
 - Het niet graven van zand- en grindwinplassen in kwelzones (Kurstjens & Peters 2011).

Herstel mate van voedselrijkdom

- De derde groep van maatregelen is gericht op verbetering en herstel van de noodzakelijke mate van voedselrijkdom door:

- Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het rivierwater te nemen zoals voorzien in de Kaderrichtlijn Water.
- Verschralingbeheer via begrazing, kleinschalig plaggen of maaien, om de ontwikkeling van schrale en soortenrijke stroomdalgraslanden en Glanshaverhooilanden te stimuleren. Voor Glanshaverhooilanden kan een zeer matige onderhoudsbemesting een gunstige effect hebben wanneer deze zodanig verschraald raken dat kenmerkende soorten verdwijnen;
- Beheersovereenkomsten te sluiten met (agrarische) gebruikers waarin wordt geregeld dat zand afgezet op de oever van de rivier niet wordt opgeruimd of weggeploegd.

Ontsnippering en beheer

- De laatste, vierde groep van maatregelen is gericht op ontsnippering door:
- Het verbinden en vergroten van het areaal rivierbegeleidende natuurgebieden (Kurstjens & Peters 2011);
 - Opbrengen van maaisel indien voldoende grote dan wel nabijgelegen populaties van kenmerkende en bedreigde soorten van Stroomdalgraslanden en van het leefgebied Nat, matig voedselrijk grasland ontbreken. Het maaisel dient echter niet direct na herinrichting te worden opgebracht; dat werkt zelfs contraproductief (Peters & Kurstjens 2011);
 - Meer kwaliteit te leveren bij het opstellen en uitvoeren van de inrichtingsplannen o.a. door het niet langer terugstorten van met meststoffen verrijkte bovengrond, behoud van terrasranden, stroomruggen en creëren van hoge grindruggen in de uiterwaarden. Fouten in de inrichting kunnen amper of niet worden hersteld in het vervolfbeheer (Kurstjens & Peters 2011, Peters & Kurstjens 2011);
 - Stoppen met het weggraven van restpopulaties van kenmerkende en bedreigde soorten van Stroomdalgraslanden en Ruigten en zomen dan wel deze transplanteren naar andere, geschikte standplaatsen wanneer graven onvermijdelijk is.

Aandachtspunten

- Het stimuleren van ooibosontwikkeling door begrazing, bij voorkeur nadat een kale bodem is gecreëerd om het kiemen van bomen te bevorderen. Het areaal ooibos is thans zeer beperkt vanwege het waterstaatkundig beheer dat gericht is op het tegengaan van remmingen in de hoogwaterafvoer. Ontwikkeling van deze bostypen lijkt alleen mogelijk wanneer deze samengaat met behoud van voldoende doorstroomcapaciteit in het winterbed. Dat betekent dat heel bewust naar locaties moet worden gezocht waar zonder dit bezwaar toch hoogwaardige ooibossen kunnen worden ontwikkeld;
- Beheersovereenkomsten sluiten met (agrarische) gebruikers waarin wordt geregeld dat zand afgezet op de oever van de rivier niet wordt opgeruimd of weggeploegd. Illustratief is het zogenoemde 'Dinkelconvenant', waarin tussen overheid (Waterschap Regge en Dinkel) en de landbouwers in het Overijsselse Dinkeldal is afgesproken inundaties toe te staan en sedimentatie te accepteren tegen een financiële tegemoetkoming (een afkoopsom);
- Het ontbreken van een verbinding met het niet overstromende achterland vormt een beperking voor de fauna. De dijken zouden dienst kunnen doen als uitwijkmogelijkheid maar deze zijn meestal zeer voedselrijk waardoor een soort als Knoflookpad hier geen geschikte overwinteringslocatie kan vinden. Op de dijken ontbreken vaak struwelen waardoor er geen schuilmogelijkheden zijn voor bijvoorbeeld Ringslangen. Er zou onderzocht moeten worden of er binnen de randvoorwaarden van veiligheid ruimte is om in de dijken uitwijkmogelijkheden te realiseren naar de laagdynamische delen. Dit is een **kennislacune**.

- De laatste jaren zijn onze riviersystemen in hoog tempo gekoloniseerd door vissoorten die daar oorspronkelijk niet in voorkwamen. De meeste van deze invasieve soorten zijn afkomstig uit het oosten van Europa en westelijk Azië. Voorbeelden zijn Donaubrasem, Blauwneus, Blauwband, Roofblei, Zwartbekgrondel en Marmergrondel. De gevolgen van deze nieuwkomers voor onze inheemse visfauna zijn op dit moment nog onbekend. Dit is een **kennislacune**.

Voorbeelden

Oeffeltermeent (overgang Zandmaas naar bedijkte Maas; Schaminée & Janssen 2009). Voor herstel langs de Grensmaas en de Zandmaas gaat het om onder andere Hochter Bampd, Proefproject Meers, Kerkeweerd, Koningssteen, Swalmmonding, Broekhuizerweerd/Aastbroek en Stalberg. Op <http://www.maasinbeeld.nl> wordt uitgebreid verslag gedaan van de ontwikkeling van deze terreinen sinds de uitvoering van herstelmaatregelen in het kader van de Maaswerken.

Literatuur

- Akkerman, G.J., W.B.G. Bijman, M.A. van Heereveld, G.J. Klaassen & E.B. Peerbolte 2003. MER Grensmaas, Achtergronddocument Morfologie; bureaustudie. De Maaswerken, Maastricht.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV 2001/020, Wageningen.
- Berendsen, H.J.A. 2008. *Landschappelijk Nederland*. Van Gorcum, Assen. 256 p.
- Corporaal, A. 2009. Ontpoldering van de Groote Buitenlanden. Rapport Alterra, Wageningen.
- Creemers, R.C.M. & J.J.C.W. van Delft (red.) 2009. *De amfibieën en reptielen van Nederland*. – *Nederlandse Fauna 9*. Nationaal Natuurhistorische Museum
- De Mulder, E.G.F.J., M.C. Geluk, I.L. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong 2003. *De ondergrond van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen/Houten.
- Horsthuis, M.A.P. 2007. Twentse bronnen aan de basis van natuurkwaliteit. Handleiding voor bescherming en beheer van bronnen in Twente. Provincie Overijssel/Waterschap Regge en Dinkel, Almelo.
- Kiwa & EGG, 2005. Knelpunten en kansanalyse Natura 2000 gebieden. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 's-Gravenhage.
- Kater, E., B. Makaske & G. Maas 2012. Morfodynamiek langs de grote rivieren. O+BN rapport 2012/OBN154-RI. Bosschap, Driebergen.
- Kurstjens, G. & B. Peters 2011. 15 jaar ecologisch herstel langs de Maas: hoe reageert de flora? *De Levende Natuur* 112(1): 11–17.
- Londo, G. 1997. *Bos- en Natuurbeheer in Nederland 6. Natuurontwikkeling*. Backhuys Publishers Leiden
- Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, G. Boedeltje, P.J.J. van den Munckhof, & J.G.M. Roelofs 2006. Groundwater input affecting plant distribution by controlling ammonium and iron availability. *Journal of Vegetation Science* 17: 425–434.
- Peters, B. 2005. Vrij eroderende oevers langs de Maas. Landschapsecologisch streefbeeld. Rapport Bureau Drift, Bureau Drift, Berg en Dal.
- Peters, B. 2008. Preadvies rivierengebied; trends, knelpunten en kennisvragen uit het rivierengebied. Rapport DK nr. 2008/dk093-O, Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede, 174 p.

- Peters, B. & G. Kurstjens 2008. Maas in beeld. Succesfactoren voor een natuurlijke rivier. Rapport. Projectgroep Maas in beeld / Bureau Drift / Kurstjens Ecologisch Adviesbureau, Berg en Dal / Beek-Ubbergen.
- Peters, B. & G. Kurstjens 2011. De ontwikkeling van de stroomdalflora langs de Maas; relaties met inrichting en beheer. *Natuur historisch Maandblad* 110 (4): 57–66.
- Peters, B., G. Kurstjens & P. Calle 2008. Maas in beeld, resultaten van 15 jaar ecologisch herstel – gebiedsrapport 3: Zandmaas. Bureau Drift / Kurstjens Ecologisch Adviesbureau, Berg en Dal / Beek-Ubbergen.
- Peters, B., K. van Looy, L. Dam, A. de Vocht, P. Calle, J. Eshuis, A. van Braeckel, A. Bokhoven, V. Coenen, W. Vennekens, L. Sluiter & P. Karssemeijer 2009. Beheerplan Natura 2000 Grensmaas 2009–2015 – Ontwerp beheerplan. Rijkswaterstaat Limburg, Maastricht.
- Severyns, J., H. Jochems, K. Van Looy & F. de Smedt 2003. Natuurinrichting en de abiotisch-biotische samenhang in riviersystemen – de Grensmaas. *Tijdschrift Water* 9: 1–11. Via: http://www.tijdschriftwater.be/ts2003_09_grensmaas.pdf
- Schaffers, A.P., K.V.; Sykora, H.P.J. Huiskes & J.H.J. Schaminée 2008. De droge stroomdalgraslanden van het Sedo–Cerastion in Nederland: verspreiding en soortensamenstelling van het Medicagini–Avenetum en het Sedo–Thymetum vóór 1960 en daarna. Rapport Directie Kennis nr. 2008/DK092–O. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Janssen (red.) 2009. *Europese Natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Laag Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Steur, G.G.L., F. de Vries en C. van Wallenburg 1985. *De bodemkaart van Nederland (schaal 1:250.000)*. Stichting voor de bodemkartering, Wageningen.
- Van den Berg, M.W. 1989. *Geomorfologische kaart van Nederland – toelichting op kaartblad 59 Genk, 60 Sittard, 61 Maastricht 62 Heerlen*. Staring Centrum / Rijksgeologische Dienst, Wageningen / Haarlem.
- Van den Herik, K. & P. van Rooij 2006. Gebiedsontwikkeling Oude Maasarm Ooijen – Wanssum. Rapport. Habiforum, Gouda.
- Van der Gaauw, P. 2005. De Zandmaas – landschapontwikkeling en onderzoeksmethoden. In: Henk Stoepker: Archeologie in de Maaswerken, synthese en evaluatie van het inventariserend archeologisch onderzoek in de Maaswerken 1998 – 2005 – Lezingen gehouden op het Maaswerken–archeologie symposium te Maastricht op 14 oktober 2005 Maastricht. Via: <http://home.kpn.nl/hstoepker/symposiumarcheologiemaaswerken/titelbladencolofon.pdf>
- Van Dijk, H.F.G., B.G. Graafsma & J.N.M. van Rooy 1984. *Droge stroomdalgraslanden langs de Maas*. Wetenschappelijke mededeling nr. 165, Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.
- Van Lieshout, F., E.T.H.M., Peeters & R.J.M. Franken 2003. De Allier, ecologische referentie voor de Grensmaas? – de macrofaunalevensgemeenschap in relatie tot het ecologisch herstel met een signalering van nieuwe knelpunten. *Natuurhistorisch Maandblad* 92 (2003): 10 – 16.
- Van Looy, K. 2007. Achtergronddocument morfologie Grensmaas. Beddingmorfologie. INBO, Brussel.
- Van Looy, K. & P. Meire 2009. A conservation paradox for riparian habitats and river corridor species. *Journal for Nature Conservation* 17(1): 33–46
- Van Looy, K., G. Kurstjens & B. Peters, 2009. Maas in Beeld. Resultaten van 15 jaar ecologisch herstel. Vlaamse Maasvallei.
- Weeda, E.J., Schaminée, J.H.J. & L. van Duuren 2002. *Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland, deel 2: graslanden, zomen en droge heiden*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Geraadpleegde websites:

<http://drift.nl>

<http://home.kpn.nl/hstoepker/symposiumarcheologiemaaswerken/>

<http://www.maasinbeeld.nl/publicaties/>

<http://www.nederlandsesoorten.nl>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Maasterras/>

Gradiënttype 3: Uiterwaarden in de depositiezone van grote rivieren (Boven- en Neder-Rijn, Waal, Lek, IJssel en Bedijkte Maas)

Beknopte beschrijving²

Inleiding

Dit gradiënttype ligt in de zone van het stroomgebied van de grote rivieren waar depositie van sediment het overheersende morfodynamische proces is. Het verhang is gering, waardoor de sedimenttransportcapaciteit laag is. Getijden spelen geen rol in dit gradiënttype. In het huidige bedijkte rivieren landschap gaat het om de uiterwaarden van de grote rivieren: Boven-Rijn, Waal, Neder-Rijn, Lek, IJssel en Bedijkte Maas).

Voor de bedijking

De grote rivieren waren voor hun bedijking gekenmerkt door een grote overstromingsvlakte met beddinggordels, oeverwallen en kommen (Cohen et al. 2009). Door de opwarming van het klimaat sinds het einde van het Pleistoceen steeg de zeespiegel en veranderde het Nederlandse rivieren landschap grotendeels van een doorvoerend rivierdal naar een opbouwende delta. Deze overgang versterkte de differentiatie in zandige en kleiige sedimenten en de heterogeniteit van de opbouw van de ondergrond (Cohen et al. 2009). In dit onbedijkte landschap konden de riviergeulen zich vrij verleggen. De oude verlaten rivierbeddingen werden daarbij grotendeels opgevuld met zand (beddinggordels of stroomrugcomplexen) en zijn goed waterdoorlatend. Ze zijn deels bedekt geraakt met kleiiger afzettingen of ermee geflankeerd. Deze kleiiger afzettingen bouwden zich op langs de rivieroever (oeverwallen) en in de overstromingsgebieden op grotere afstand van de rivier (kommen).

De verhouding tussen de oeverwallen en de kommen verandert in het centrale rivierkleigebied van het oosten naar het westen. In het oosten vindt men relatief weinig en kleine komgebieden temidden van een groter areaal stroomruggronden. Westelijker neemt het areaal komgronden toe. Ook ziet men van oost naar west geleidelijk een overgang van het landschap van de licht slingerende rivieren naar het landschap van de rechte of getijdenrivieren (gradiënttype 6). De dikte van de rivierkleilaag die dan op veen rust neemt in westelijke richting geleidelijk af en die van zeeklei toe, terwijl de oeverwallen smaller en minder hoog worden.

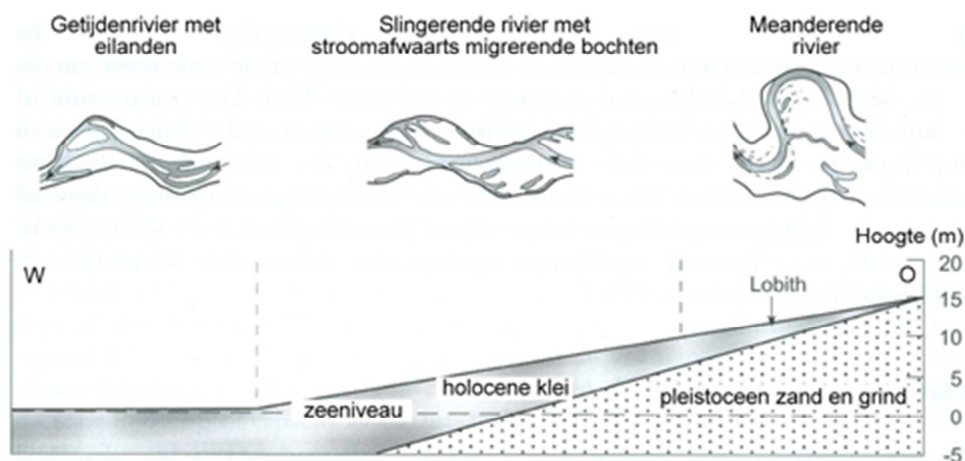
Morfodynamiek van bedijkte rivieren

Na de bedijking ontstonden buitendijkse (uiterwaarden) en binnendijkse gronden. Binnendijks (gradiënttype 4) lagen kommen, oeverwallen en ondergronds oude beddinggordels. Het riviersysteem van een bedijkte laaglandrivier kan lateraal beschouwd worden onderverdeeld in een rivierbedding met de bijbehorende overstromingsvlakte, de uiterwaard (Kater et al. 2012). De morfodynamiek van de riviergeul is sterk gekoppeld aan het geulpatroon, waarbij in de Nederlandse grote rivieren drie geulpatronen (Fig. 3) zijn te onderscheiden Kater et al. (2012):

1. Meanderende rivieren: voorkomend in het bovenrivierengebied en gekenmerkt door een relatief hoge kronkelfactor (de afstand tussen twee punten langs de rivierbedding gemeten, gedeeld door de afstand tussen deze punten gemeten langs een rechte lijn; Berendsen 2005). Veel van de grote meanders zijn thans afgesneden. Toch is de bij dit riviertype behorende morfologie, met reeksen in de binnenbocht gevormde banken (zogenoemde kronkelwaarden)

² Grote delen van de inleiding zijn overgenomen uit Kater et al. (2012) en soms enigszins aangepast.

nog goed te herkennen langs de Boven-Rijn, de IJssel en de stroomopwaartse delen van de Nederrijn, de Waal en de Maas;



Figuur 3: Riviertypen in het Nederlandse rivierengebied uitgezet langs een oost-west doorsnede, waarin het verhang en de opbouw van de ondergrond schematisch zijn weergegeven (naar Wolfert 2001).

2. De licht slingerende rivier met stroomafwaarts migrerende bochten of anastomoserende rivieren. Deze rivier heeft een veel lagere kronkelfactor en kenmerkt zich door de vorming van banken in het stroomopwaartse deel van de buitenbocht. Langs de Midden-Waal tussen Nijmegen en Tiel kwam dit riviertype voor en momenteel zijn de hierbij behorende bankpatronen nog in de uiterwaarden terug te vinden. Het ontstaan van dit riviertype hier, is behalve door natuurlijke factoren, ook door de bedijking bepaald. De aanleg en bescherming van de dijken beperkte de laterale uitbouw van meanders en leidde tot meer stroomafwaartse migratie;
3. De rechte (vaak ook licht slingerende) rivier. In dit rivier deel worden de oevers nauwelijks geërodeerd en worden niet actief bochten gevormd en verlegd. Deze geulen komen voor in het benedenrivierengebied (gradiënttype 5 en 6). Langs deze geulen zijn uiterwaarden vaak smal of geheel afwezig. Onder invloed van de getijdenbeweging ontstonden in een deel van deze rivierarmen stabiele slikkige eilanden.

In de natuurlijke situatie wordt het geulpatroon van rivieren bepaald door de beschikbare stromingsenergie en de aard van het sediment in de natte doorsnede van de rivierbedding (Kater et al. 2012). De stromingsenergie is in feite het product van de afvoer van de rivier en het verhang van de bedding. Wat betreft de aard van het sediment is het onderscheid van belang tussen het grove sediment op de bodem van de bedding en in banken en het, vaak fijnere, sediment dat in eroderende oevers wordt aangetroffen.

In de tegenwoordige bedijkte en sterk gereguleerde Nederlandse rivieren zorgen morfo-dynamische processen nog steeds voor veranderingen in het reliëf van het landschap, waarvoor de volgende sleutelfactoren kunnen worden onderscheiden (Kater et al. 2012):

1. de afstand tot het zomerbed;
2. de inundatieduur en -frequentie;
3. de breedte/diepte-verhouding van de aangrenzende bedding;
4. de inrichting van de oeverzone (m.b.t. kribben en oeververdediging).

Onder huidige omstandigheden zijn volgens Kater et al. (2012) in de uiterwaarden (1) zandige oeverwalvorming, (2) slibafzetting in de uiterwaarden en (3) de geleidelijke opvulling van strangen, kronkelwaardgeulen en depressies de belangrijkste morfodynamische processen. Op meer lokale schaal spelen de vorming van (4) crevasses, (5) afslagoevers en (6) rivierduinen. Morfodynamische processen in de oeverzone (1) vinden zowel bij hoge als bij lage rivierafvoeren plaats. Het processencomplex dat het transport van sediment van het zomerbed naar de oeverzone verzorgt is bij lage afvoeren echter anders dan bij hoge. Bij lage afvoeren speelt golfwerking door scheepvaart en eolisch transport een belangrijke rol in de keten van transportprocessen. Bij hoogwater is er een directer transport van zomerbed naar de oeverzone. De hoeveelheid tijdens hoogwater afgezet sediment in de oeverzone neemt sterk af met toenemende afstand tot het zomerbed. Per riviertak bestaan grote verschillen. De mate van zandige oeverafzetting blijkt langs de Nederlandse rivieren een sterke relatie te vertonen met de breedte/diepte-verhouding van de aangrenzende rivierbedding (Schoor & Sorber 1998). Hoe hoger de breedte/diepte-verhouding, hoe meer zandig sediment bij hoogwater op de oever wordt afgezet.

In de uiterwaardvlaktes is langzame opslibbing (2) het dominante morfodynamische proces. Uit de slibmatmetingen is geconcludeerd dat de hoeveelheid sediment die per hoogwater buiten de oeverzone wordt afgezet voornamelijk wordt bepaald door (1) de inundatiefrequentie, (2) de overstromingsduur en (3) de waterdiepte. Onderzoek van Hobo et al. (2010) suggereert dat de snelheid waarmee de uiterwaarden zich ophogen is afgenomen sinds circa 1960. Op drie meetlocaties langs de IJssel en Waal bleken de tegenwoordige gemiddelde sedimentatiesnelheden tijdens hoogwaters lager te zijn dan die rond 1960, wat een gevolg zou zijn van een afgenomen overstromingsfrequentie van de uiterwaarden. Deze afname is op haar beurt weer het gevolg van de steeds hoger geworden uiterwaarden. Ook rivierbedding door erosie leidt tot een afnemende overstromingsfrequentie en daarmee een geringere sedimentatiesnelheid. Dit verschijnsel wordt autonome bodemdaling genoemd maar is een gevolg van menselijke ingrepen in het riviersysteem (regulatie).

Op lage plaatsen (afgesloten strangen, kronkelwaardgeulen en depressies) waar het water lang blijft staan bezinkt al het in de waterkolom aanwezige slib (3). Uiterwaardgeulen omvatten aangelegde nevengeulen en spontaan ontwikkelde crevasse(-achtige) geulen. De morfodynamiek van de huidige nevengeulen is gering, omdat om redenen van bevaarbaarheid van de hoofdgeul en hoogwaterveiligheid maar beperkte stroomsnelheid en afvoer in de nevengeulen wordt toegestaan. Sedimentatie van slib is er daarom momenteel het dominante proces.

Crevasses (4) of doorbraken van een oeverwal zijn geulen die zich bij hoogwater vormen door erosie van dwars over de oeverwal stromend water. Achter de oeverwalversnijding wordt het zand waaivormig verspreid. Voorwaarde is dat er voldoende verhang dwars over de oever aanwezig is. Crevasses zijn vooral bekend uit de tijd van voor de bedijkingen van de rivier.

Algemener erosievormen zijn steiloevers (5) in kribvakken. Ze ontstaan door afslag van de oeverwal door golven die worden opgewekt door passerende schepen, vooral tijdens middelhoge tot lage waterstanden.

Rivierduinen (6) ontstaan tegenwoordig vooral bij laagwater, wanneer rivierstranden tussen de kribben blootliggen en uitdrogen. Bij gunstige windrichting en -snelheid kan verstuiving optreden, waarbij het zand van de stranden op de hogere delen van de oeverwallen geblazen wordt, waar het wordt ingevangen in de vegetatie. Onder (meer) natuurlijke omstandigheden wordt het ontstaan van rivierduinen ontstaan vooral bij extreem hoogwater. Door de dynamiek en de kracht van stroming en golfslag wordt een zandopakket afgezet op de oeverwal dat door windeffecten kan uitgroeien tot een rivierduin.

Uiterwaardenlandschap

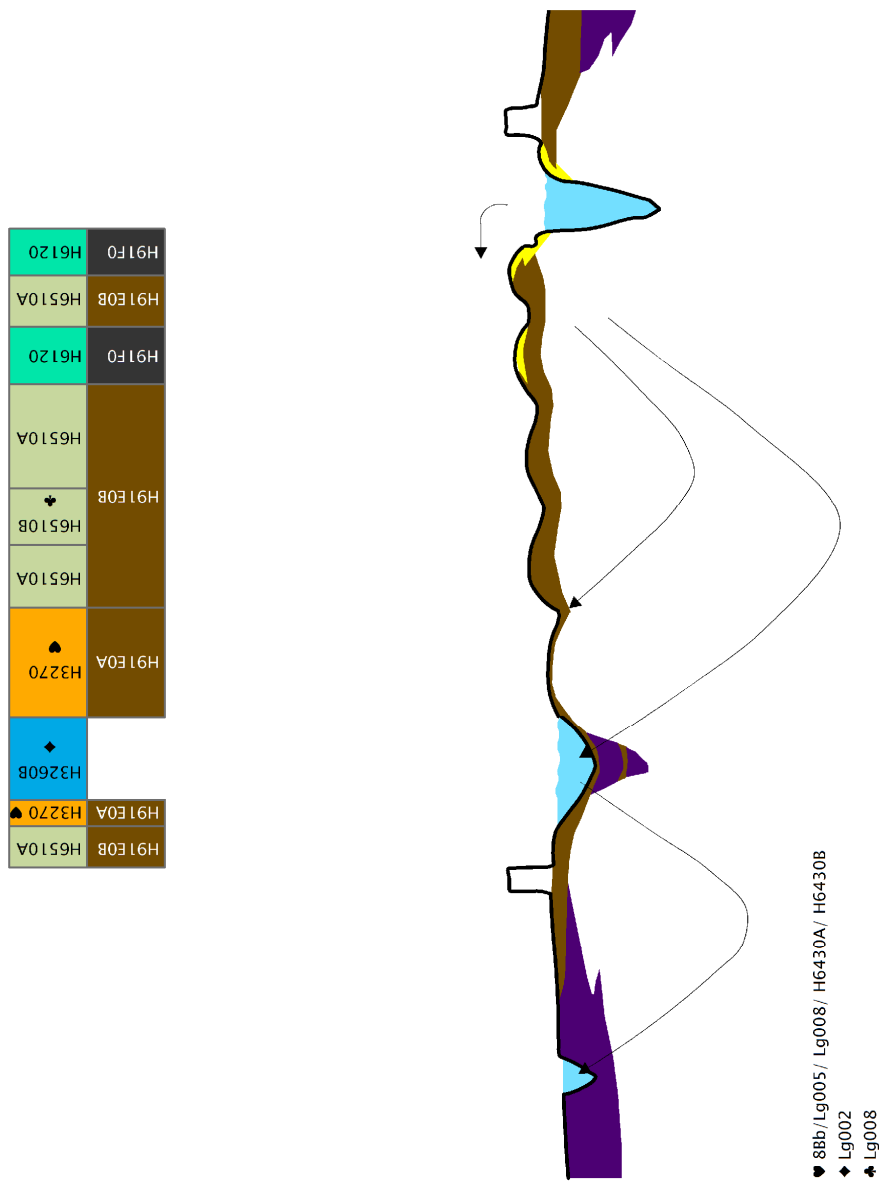
Het patroon van stroomruggen, oeverwallen en kommen is gefixeerd door de aanleg van dijken, waarmee in de twaalfde eeuw of eerder is begonnen. Door opslibbing kwamen de uiterwaarden steeds hoger te liggen. Na de bedijking zijn de rivieren vele malen door de dijken gebroken, waarbij meestal een diep gat (wiel, waal of waai(j) genaamd) werd geslagen. Deze wielen hebben gewoonlijk een min of meer ronde vorm en onderscheiden zich daardoor van de vaak langgerekte geulen van de oeverwaldoorbraken (crevasses) die hoofdzakelijk ontstonden voor de bedijking van de rivieren. Het zandige materiaal uit het gat werd als zogenaamde overslaggrond achter het wiel afgezet. Bij het dichten van de dijk werd deze meestal om het wiel heen gelegd, waarbij het wiel binnen- of buitendijks kwam te liggen. Het kronkelige verloop van de dijk werd hierdoor versterkt. Wanneer de voet van de dijk rust op een goed doorlatende zandige ondergrond, zal bij hoge rivierstanden sterke kwel onder de dijk door optreden. Op zulke plekken is het gevaar van een doorbraak zeer groot. Vaak werden daar maatregelen getroffen om deze kwel te beperken (zogenoemde kwelkades).

Sinds hun ontstaan hebben de uiterwaarden geheel eigen landschappelijke kenmerken gekregen. Ze worden bij hoog water overstroomd en vormen dan het winterbed van de rivier. Om inundaties in de zomer en bij niet te hoge rivierstanden in de winter tegen te gaan werden zomerkaden aangelegd. Grote delen van de uiterwaarden blijven daardoor jaren achtereen gevrijwaard van overstromingen. In de uiterwaarden zijn vanwege stroomgeulverleggingen verlaten stroomgeulen of strangen (ook anken of, hanken genoemd) ontstaan. Delen van deze strangen zijn weer dichtgeslibd of verland met een moerasvegetatie; andere delen bevatten nog steeds open water. Bij hoogwaters lopen de deels dichtgeslibde of moerassige gedeelten weer onder water.

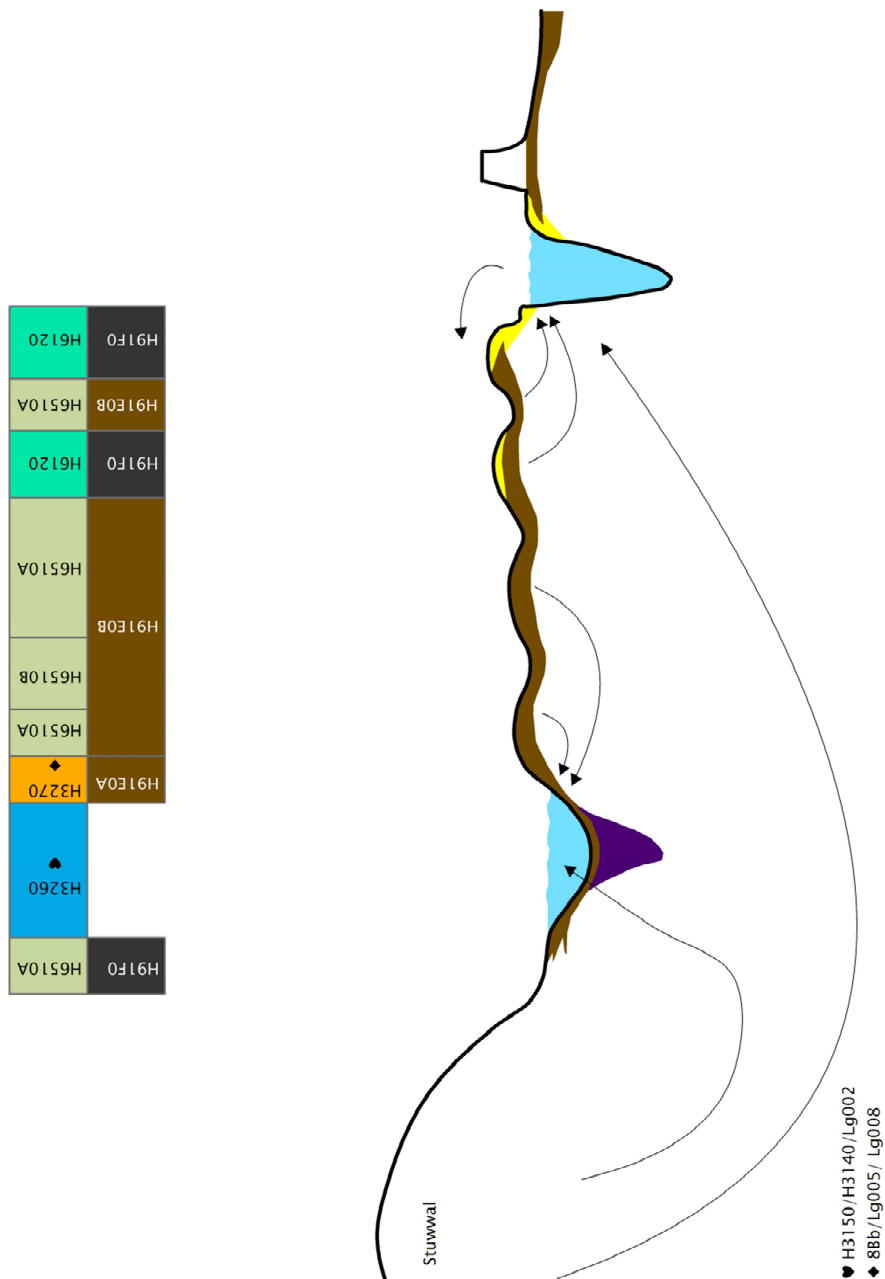
De kleien van de grotere rivieren waren over het algemeen zeer geschikt als grondstof voor de baksteenfabricage. Langs de rivieren stonden dan ook veel steenfabrieken. Een aanzienlijk deel van de uiterwaarden (maar ook van de binnendijkse niet te zware kleigronden) is daardoor ontkleid. Verder werd langs de bandijk klei afgegraven voor ophoging en of verzwaring van de dijk. Na de ontkleining bleven vaak putten over, die op den duur begroeid raakten met moeras, wilgenstruweel of zachthoutoibos. Om de getichelde gronden weer in gebruik te kunnen nemen voor de landbouw werd bij latere ontkleiningen vaak een deel van de bovengrond teruggestort. Ten slotte is in de uiterwaarden na de Tweede Wereldoorlog veel zand en grind gewonnen. Hier zijn in tegenstelling tot bij kleiwinning zeer diepe én meestal heel grote zandwinplassen ontstaan.

De uiterwaarden met hun oude strangen, zandige oeverwallen, crevasses en rivierduinen zijn reliëfrijk. Na de grootschalige riviernormalisaties sinds het midden van de negentiende eeuw, is het reliëf in de uiterwaarden niet alleen verder genivelleerd door opslibbing, maar ook door vele, plaatselijke egalisaties ten behoeve van de landbouw. Weliswaar is door de vele klei- en zandwinnings het reliëf plaatselijk versterkt, maar dat verschilt wezenlijk van het door

natuurlijke, morfodynamische processen ontstane reliëf. Reliëf is in de uiterwaarden een wezenlijke factor voor het ontstaan en de instandhouding van gradiënten. Door de egalisaties en de vele vergravingen zijn gradiënten met geleidelijke overgangen zeldzaam geworden. Daardoor bestaan bijna nergens meer geleidelijke overgangen tussen hoger opgaande bossen en/of struwelen met graslanden ontbreken vrijwel volledig. Ten eerste omdat de vorming van bos in de



Figuur 4: Gradiënttype 3, infiltrerende rivier. In uiterwaarden in de depositiezone van grote rivieren (Boven- en Neder-Rijn, Waal, Lek, IJssel en Bedijkte Maas). In deze situatie ligt de rivier met zijn uiterwaarden hoger dan zijn omgeving en zijn rivier- en regenwater in de bodem om als grondwater in de richting van de lager gelegen strangen of nevengeulen en binnendijkse gebieden te stromen en daar uit te treden. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.



Figuur 5: Gradiënttype 3, drainerende rivier in uiterwaarden in de depositiezone van grote rivieren (Boven- en Neder-Rijn, Waal, Lek, IJssel en Bedijkte Maas). In deze situatie liggen de rivier, strangen en/of nevengeulen lager dan hun omgeving en treedt regen- en overstromingswater dat in de uiterwaarden is ingezegen als grondwater uit in de waterlopen en hun oevers. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

uiterwaarden vrijwel nergens meer wordt getolereerd vanwege hun remmende invloed op de afvoer van hoogwaters. Indien wel aanwezig is de overgang meestal scherp en ontbreken mantels en zomen. Morfodynamische processen worden in het huidige rivierenlandschap, ondanks de toenemende ruimte die de laatste twee decennia aan de grote rivieren is gegeven, nog steeds in hoge mate belemmerd (Kater et al. 2012) onder andere vanwege de inrichting van de oevers en diepere insnijding van het zomerbed. Naast beperking van de vorming van nieuw reliëf en de uiterwaardkarakteristieken en hun van de overige binnendijkse (kom)gebieden sterk afwijkende aanvoer van vers, baserijk substraat heeft verdieping van de stroomgeul onder invloed van voortschrijdende riviernormalisatie geleid tot daling van de grondwaterstanden in de uiterwaarden

Tot in de jaren zestig van de vorige eeuw werd ter bescherming van de dijken en om ongewenste overstromingen te voorkomen, bij hoogwater nog gebruik gemaakt van binnendijkse waterberging en –doorvoer via overlaten, zoals die bij Spijk (bij Lobith–Tolkamer) en bij Baak (ten zuiden van Zutphen). Ook langs de Bedijkte Maas lag een stelsel van overlaten met Beerse Overlaat, Bokhovense Overlaat, Vlijmense Overlaat en Baardwijkse Overlaat. Deze overlaten verloren hun functie met de gereedkoming van de Maaskanaliseringswerken in 1942 (Van de Ven 1993). Met het afsluiten van de Spijkse overlaat en na de aanleg van een gemaal bij Kandia verloren de Oude Rijn en Oude Rijnstrangen tussen Spijk en Kandia hun karakter als meestromende nevengeulen en kwamen definitief binnendijks te liggen. Desondanks worden ze tot het onderhavige gradiënttype gerekend (situatie met kwel van grondwater) vanwege de vele karakter. Binnen dit gradiënttype zijn twee situaties onderscheiden. In de eerste is de invloed van het rivierwater bepalend voor de gradiënt in de uiterwaard; in de tweede is kwel van grondwater medebepalend. Deze situaties zijn weergegeven in twee figuren (Figuur 4 en 5), ieder met een karakteristieke doorsnede van een uiterwaard met een afgesneden rivierloop. In de onderste doorsnede ligt de afgesneden loop tegen de rand van het rivierdal.

Vegetatiegradiënt

De eerste doorsnede geeft een infiltrerende rivier weer (Figuur 4) de tweede een drainerende (Figuur 5). De doorsneden stemmen grotendeels met elkaar overeen, maar verschillen voor de buitendijkse wateren.

In de hogere delen van de gradiënt hebben drie (sub)habitattypen een plaats. Ten eerste Stroomdalgrasland (H6120), op zandige stroomruggen of rivierduinen. Vegetatiekundig betreft het de Associatie van Vetkruid en Tijm (14Bc1) en de Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver (14Bc2). Eerstgenoemde associatie is thans zeer zeldzaam en komt nog voor langs de IJssel en de Bedijkte Maas (Weeda et al. 2002, Schaffers et al. 2008). De andere associatie komt ruimer verspreid voor in de uiterwaarden van Boven- en Neder-Rijn, Lek Waal, Bedijkte Maas en IJssel, maar is eveneens zeldzaam (Weeda et al. 2002). Ten tweede zijn Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, *Glanshaver* (H6510A) van belang. Deze worden aangetroffen in de hogere en drogere delen van de gradiënt waar de bodem uit lichtere rivierklei of zavel bestaat. Het derde habitatype is het vochtige subtype van de Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, *Grote vossenstaart* (H6510B). Dit subtype is beperkt tot de lagere delen van de gradiënt met zwaardere kleibodems dan het subtype van Glanshaver. Dit is de zone waarin ook Weidekervel kan voorkomen. In heringerichte natuurontwikkelingsgebieden komen op de hogere zandige delen over grote oppervlakten droge ruigten voor van de Klasse der ruderaal gemeenschappen (31).

Graslanden van het Zilverschoon-verbond (12Ba; leefgebied 0008: Nat, matig voedselrijk grasland) vindt men in de langgerekte vochtige tot natte laagten tussen hoger gelegen stroomruggen die 's winters betrekkelijk langdurig overstroomd kunnen zijn, niet alleen met rivierwater maar ook met oevergrondwater³, en die in de loop van het voorjaar droogvallen. Ze vormen vaak de overgang naar de oevers van nevengeulen, strangen, kleiputten en wielen. Wanneer deze oevers kaal en slikkige zijn, komt – net als langs de rivier zelf – als pioniersstadium het habitatype Slikkige rivieroevers (H3270) tot ontwikkeling. Bij voldoende dynamiek kan dit habitatype zich langdurig handhaven. Is de dynamiek geringer, dat wil zeggen 's winters langdurige inundatie en in de loop van het groeiseizoen langzaam droogvallend, dan ontwikkelen zich op de oevers Rietlanden (Riet-verbond; 8Bb) en Grote-zeggenmoerassen (Lg005). Ook kan het habitatype Ruigten en zomen, *Moerasspirea* (H6430A) voorkomen, wanneer de waterdynamiek gering is. De ruigten van Rivierkruiskruid-associatie (32Ba1) die zijn te rekenen tot het habitatsubtype Ruigten en zomen (*harig wilgenroosje*; H6430B), begeleiden de rivier of groeien op andere natte, zeer voedselrijke plaatsen. Al deze begroeiingen worden gekenmerkt door eutrafente soorten die plaatselijk afgewisseld kunnen worden met soorten die op wat voedselarmere omstandigheden wijzen zoals Stijve zegge, Gewone dotterbloem en Waterviolier. Ook Pijlkruid en Zwanenbloem vinden in deze habitats groeiplaatsen.

In het open water van nevengeulen, oude meanders, kleiputten en wielen komen begroeiingen voor van het habitatype Beken en rivieren met waterplanten, *grote fonteinkruiden* (H3260B). Wanneer deze wateren niet of nauwelijks (tot maximaal 20 dagen per jaar) door de rivier geïnundeerd worden, behoren ze tot het leefgebied Geïsoleerde meander en petgat (Lg002). Op plaatsen met basenrijke, maar fosfaatarme kwel (uit de aangrenzende stuwwal of andere hogere zandgronden; Figuur 5) kunnen zich daarbij begroeiingen voegen van het habitatype Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150) of van de Kranswierwateren (H3140).

Waar sprake is van droge zomen kan het habitatsubtype Ruigten en zomen, *droge bosranden* (H6430C) ontwikkeld zijn. Dit type is echter zeldzaam omdat buitendijks, op een handvol relatief brede overstromingsgebieden na, zeer weinig bos met begeleidende zomen en mantels is overgebleven. In de regel komen de verschillende bos(sub)habitattypen zeer lokaal voor. Het gaat om vochtige alluviale bossen, subtypen *Zachthoutoibossen* (H91E0A; Verbond der wilgenvloedbossen en -struwelen: 38Aa) en subtype *Essen-lepenbossen* (H91E0B) en om Droge hardhoutoibossen (H91F0). *Essen-lepenbossen* (vegetatiecode 43Aa2) zijn gebonden aan kleiige bodems (lichte zavel tot lichte klei) en komen voor in hoge uiterwaardvlakten. In meer reliëfrijke uiterwaarden zijn ze te vinden op de overgang van de hogere zandgronden of oeverwallen en lage stroomruggen naar lagere delen. Hardhoutoibossen zijn gebonden aan de hogere, zandige delen in de uiterwaarden (rivierduinen, hoge stroomruggen, op de overgang naar de Pleistocene zandgronden). Vegetatiekundig zijn deze tot het Abelen-lepenbos (43Aa1) te rekenen. De lengte van de gradiënt (loodrecht op de rivier) varieert van enkele tientallen meters tot meer dan een kilometer; in kronkelwaarden kan de gradiënt tot circa 2 kilometer breed zijn.

Fauna

De gehele gradiënt van meerdere vegetatietypen (F1) wordt onder andere gebruikt door Grauwe klauwier. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd. Een grote variatie van habitattypen (V1) kan bijdragen aan een hoge soortenrijkdom aan prooidieren (F3) door het gehele seizoen heen. Voor veel warmteminnende insectensoorten en reptielen is juist de interne heterogeniteit (V6) van

³ Oevergrondwater is grondwater dat is ontstaan door de inzijging van rivier- en regenwater in het zomerbed van de rivier en in de uiterwaarden.

belang: de kale zandige delen kunnen gebruikt worden om op te warmen of om eitjes te leggen, terwijl de meer opgaande begroeiing gebruikt wordt om te schuilen. In graslanden kunnen mieren een grote invloed hebben op zowel de interne heterogeniteit (V6) van de bodem als de vegetatie. Hier kunnen bijvoorbeeld weer waardplanten van dagvlinders een kiemplek vinden. Op de overgang van grasland naar bos (V3) kunnen zich struwelen met Sleedoorn ontwikkelen die een geschikt biotoop vormen voor de Sleedoornpage. Voor de Knoflookpad is de aanwezigheid van de voortplantingsbiotoop (rijk begroeide, laagdynamische poelen) naast de overwinteringsbiotoop (stroomdalgraslanden of heiden met voldoende open en zandige plekken (V6)) essentieel (V1, F1). Omdat dergelijke overwinteringsbiotopen in het huidige landschap veelal ontbreken, worden tegenwoordig vaak akkers gebruikt (Creemers & van Delft 2009). Het ontstaan van tijdelijke (snel opwarmende) wateren is van belang voor Rugstreeppad en bijzondere watermacrofauna zoals de in Nederland zeldzame bladpootkreeftjes. Een grote variatie in vegetatie en bodemstructuren in de rivier zelf (V6) is van groot belang voor beekvissen en watermacrofauna. Zo gebruikt de Rivierrombout de zandige strandjes tussen de kribben om uit te sluipen maar heeft ruigere delen om uit te harden en te jagen (V1). Deze soort laat zich na uitsluipen vrijwel niet meer aan de waterkant zien. Steilranden (V2) die in buitenbochten van de rivier voorkomen, kunnen een geschikt broedbiotoop vormen voor Oeverzwaluwen en Ijsvogels.

In oude rivierarmen zoals de Rijnstrangen heeft zich vanwege een geringe dynamiek een successie voorgedaan van open water, via verlandingsgemeenschappen (inclusief rietvelden) naar moerasbossen (V1). Daarom komen er typische moerasvogels voor zoals Roerdomp, Grote karekiet en Woudaap. Voor deze moerasvogels is vooral de combinatie van broedgelegenheid (moerasbos en rietland) met foerageergebied (ondiep open water of graslanden) van belang (V1 & F1). De broedgebieden moeten in voldoende diep water staan en vrij blijven van verstoring. In de foerageergebieden moeten voldoende vissen, amfibieën en grote insecten voorkomen (Van der Winden & Van Horssen 2001, Van der Winden et al. 2002, van der Winden et al. 2010). Veelal ontbreken droogvallende delen die van groot belang is voor de vestiging van oeverplanten en daarmee voor verschillende moerasvogels die hiervan afhankelijk zijn (Ten Boer 2000). In rijk begroeide stilstaande wateren kunnen drijvende plantenresten zorgen voor geschikte broedplaatsen voor Zwarte stern. Deze soort heeft tegelijkertijd voldoende rijk foerageergebied (rijk aan vis en watermacrofauna) nodig (V1).

Grote-zeggenmoerassen (LG005) komen voor op langdurig overstroomde plekken in de gradiënt (V2). Ze vormen een belangrijk leefgebied voor de Zeggekorfslak (Gmelig Meyling et al. 2006, Killeen 2003). De structuurrijke zacht- en harthoutoobossen kunnen rijk zijn aan vogels. Voor een rijke broedvogelbevolking is het van belang dat verschillende leeftijdsfasen van bomen met voldoende ondergroei aanwezig zijn (V1) en dat overgangen naar ruigere en graziger delen goed ontwikkeld zijn (V5). Wanneer er oudere, verweerde en met mos begroeide wilgen en populieren aanwezig zijn (V2) kan de Knotwilgslak worden aangetroffen.

De stroomdalgraslanden kunnen vanwege hun bloemrijkdom rijk zijn aan insecten (V1). Een aantal zeldzame nachtvlinders zoals de Wolfsmelkpijlstaart, de Schijn-wolfsmelkwesvlinder en de Wolfsmelkwesvlinder zijn in Nederland door de verspreiding van hun waardplant (Heksenmelk en Cipreswolfsmelk gebonden aan rivierduintjes).

In de winterperiode vormen de uiterwaarden van de grote rivieren een belangrijk overwinteringsgebied voor onder ander Kolgans en Smient. Voor beide soorten is de aanwezigheid van grazige delen om te foerageren en open water om veilig te rusten essentieel (V1). Voor veel andere karakteristieke diersoorten zijn de uiterwaarden in de winter juist ongunstig omdat er frequent (langdurige) inundatie optreedt. Amfibieën en reptielen zoals de Knoflookpad en Ringslang maken gebruik van hooggelegen delen om te overwinteren. Deze

geschikte overwinteringsplekken liggen tegenwoordig nauwelijks meer in de uiterwaard zelf, maar in het achterland en gescheiden door een dijk (o.a. [De Lange et al. 2012](#)). Het ontbreken van een verbinding met het niet overstromende achterland en het ontbreken van geschikte overwinteringsplekken op de dijk zelf vormt vaak een beperking voor de fauna.

Sturende processen

- Grote waterstandswisselingen zijn in dit deel van het rivierengebied het meest sturende proces, waarbij:
 - in het winterseizoen frequent inundatie, sedimentatie (overwalvorming nabij het stroombed en slibafzetting in de uiterwaard en in depressies zoals kronkelwaardgeulen, strangen en gegraven nevengeulen) en lokaal erosie (crevassevorming) optreden;
 - en in het zomerseizoen de rivier- en grondwaterstanden diep kunnen wegzakken, terwijl langs het zomerbed steile oevers en rivierduinen kunnen worden gevormd.
- Voor de Stroomdalgraslanden spelen inundaties met rivierwater een belangrijke rol bij de buffering van de pH op een voldoende hoog niveau, waarbij zowel aanvoer en inwaai van vers basenrijke zand gedurende de zomer als indringing van basenrijk rivierwater in de wortelzone voor voldoende buffering kunnen zorgen. Te lange en te regelmatige inundaties, in het bijzonder gedurende het groeiseizoen, worden evenwel niet verdragen.
- De lokale vorming van nieuwe rivierduinen (met als meest bekende voorbeeld dat van de Millingerwaard) en crevasses ([Kater et al. 2012](#)) dankzij dynamische rivieren zorgt voor het ontstaan van nieuwe standplaatsen voor soorten van Stroomdalgraslanden ([Sykora et al. 2009](#)).
- Op de hogere delen met zavel- en kleigronden is de vegetatie eveneens afhankelijk van een goede basenvoorziening, die meestal wordt bepaald door de aanwezigheid van kalk in de bodem dan wel door een grote kationenomwisselingscapaciteit van het adsorptiecomplex van de bodem (zie Begrippenlijst in Deel 1). Inundaties met basenrijk rivierwater zorgen in dat laatste geval voor het opladen van dat adsorptiecomplex. Daarnaast kan bioturbatie door onder andere mollen en grote wormen zorgen dat er voldoende kalkrijk bodemmateriaal van wat grotere diepte in de wortelzone wordt gebracht ([Corporaal 2009](#)).
- In de lagere delen in de uiterwaarden zoals meanders, wielen en tichelgaten kan kwel optreden, zowel van grondwater afkomstig vanuit de rivieroever (rivierkwel) – de rivier is dan infiltrerend – als vanuit de hogere (binnendijkse) gronden – de rivier is dan drainerend –, waarbij langdurige kwel in de periode met lage(re) rivierwaterstanden zorgt voor de best ontwikkelde water- en moerasbegroeiingen.

Standplaatscondities

Op de oevers is het habitatype Slikkige rivieroever sterk geassocieerd met elkaar afwisselende overstromingen en droogval van zeer tot uiterst voedselrijk slib. De overstromingen treden incidenteel tot dagelijks op, in dat laatste geval wel kortstondig. Het waterregime varieert daarbij van ondiep droogvallend tot vochtig. De waterkwaliteit is te karakteriseren als zwak zuur tot basisch.

Voor de Stroomdalgraslanden (H6120) zijn voedselarme, zwak gebufferde tot neutrale (pH >6) en matig voedselarme tot licht voedselrijke omstandigheden van belang. Deze graslanden zijn gevoelig voor verzuring d.w.z. de opgeloste basen spoelen snel en diep uit naar de ondergrond vanwege het goed doorlatende karakter van de standplaats; zand- en lichte zavelbodems.

Frequente verversing van de toplaag van de bodem met kalkhoudend zand is voor de begroeiingen van dit habitatype van groot belang. Kortstondige overstromingen met zandafzetting in de winter en het instuiven van kalkrijk zand in de zomer houden de buffering in stand, maar overstroming in de zomer wordt slecht verdragen. Het nog steeds zeer voedselrijke karakter van het rivierwater kan eveneens een belemmering vormen voor herstel en ontwikkeling van deze graslanden.

Weidekervelhooilanden (Associatie van Grote pimpernel en Weidekervel; 16Ba2) worden tot de Glanshaver- en vossenstaartheooilanden, subtype *grote vossenstaart* (H6510B) gerekend en zijn afhankelijk van vochtige tot natte omstandigheden. Ze vormen in de benedenloop van Waal, Maas en IJssel ecologisch en ruimtelijk een overgang tussen de natte hooilanden van het Dotterbloemverbond (16Ab) en de drogere van het subtype van *glanshaver* (H6510A) (Weeda 1991, Bakker et al. 1999). De bodem bestaat uit zavel of klei en is kalkrijk, waarbij kalk de buffering (pH 7–8) in stand houdt. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand ligt circa 10–20 onder maaiveld. In de zomer zakt de grondwaterstand weg tot circa 40–50 cm onder maaiveld. De waterstandfluctuaties vormen een belangrijke standplaatsfactor, waarbij inundaties in winter en vroege voorjaar regelmatig en kort zijn en worden afgewisseld met perioden met lagere standen. Van de regelmatige korte inundaties in het vroege voorjaar wordt verondersteld dat zij een rem vormen op de ontwikkeling van concurrentiekrachtige soorten zoals Riet en andere grassen. Bij minder goed ontwikkelde plantengemeenschappen die tot het subtype van *Grote vossenstaart* (H6510B) worden gerekend is vooral een hoge voorjaarsstand belangrijk.

Zilverschoongraslanden komen voor op plaatsen met betrekkelijk langdurige en rechtstreekse overstroming door rivier- of oevergrondwater, waar beweiding de gebruikelijke beheersvorm is, en die in de loop van het voorjaar droogvallen. De schommelingen van de grondwaterstand zijn betrekkelijk groot en sterk gecorreleerd met de rivierstanden. Ze worden vaak medebepaald door het peilbeheer in de zomerpolder. De zuurgraad is neutraal tot zwak zuur en de trofie is te karakteriseren als matig eutroof (Bal et al. 2001).

De gemeenschappen in de laagste delen zijn afhankelijk van permanent natte omstandigheden met een goede basenvoorziening (zwak zuur tot circumneutraal). Kwel van grondwater of oevergrondwater kan daarvoor zorgen. Periodieke aanvoer van slibrijk oppervlaktewater is wenselijk voor de instandhouding van eutrafente Grote-zeggenmoerassen. Ruigten en zomen van het *Moerasspirea*-subtype komen voor op zeer natte tot zeer vochtige, matig tot zeer voedselrijke en (zeer) basenrijke standplaatsen die slechts incidenteel worden overstroomd. De standplaatscondities van Ruigten en zomen van het subtype van *Harig wilgenroosje* zijn in hoge mate overeenkomstig met de *Moerasspirea*-ruigten, zij het dat ze op nog basen- en voedselrijke standplaatsen voorkomen. Bovendien worden ze regelmatig overstroomd.

Het habitatype Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden betreft begroeiingen die afhankelijk zijn van heldere matig voedselrijke plassen en andere ondiepe wateren waarvan het water basisch tot neutraal is.

Zachthoutoibossen (H91E0A) zijn afhankelijk van tamelijk langdurige inundaties. De omstandigheden zijn voedselrijk tot zeer voedselrijk. De dynamiek van de grondwaterstand is bepalend voor de variatie. De *Essen-lepenbossen* (H91E0B) zijn kenmerkend voor relatief weinig dynamische standplaatsen, vergelijkbaar met die van het Glanshaver- en vossenstaartheooilanden, subtype *Grote vossenstaart*. Hardhoutoibossen nemen standplaatsen in vergelijkbaar met die van de Stroomdalgraslanden en van de Glanshaver- en vossenstaartheooilanden, subtype *glanshaver*. Op kalkarme bodems vormen incidentele overstromingen een belangrijke bron van nutriënten en basen. Of dat tevens het geval is op kalkrijke bodems is minder duidelijk (Wolf et al. 2001).

Voor specifieke informatie over de standplaatscondities van de afzonderlijke habitattypen zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats)."

Knelpunten

Door de afgenomen sponswerking in de bovenstroomse delen is het afvoerregime en de sedimentlast sterk ontregeld. Dit heeft zowel geleid tot verdroging als tot verzuring. Verder is de vroegere overstromingsvlakte versmald tot de uiterwaarden, waardoor een versterkte ophoging met klei is opgetreden. Dit is maatschappelijk beschouwd een onomkeerbare verandering.

Verdroging

- Door verlaging van de waterstand vanwege insnijding van de rivier en verlaging van het zomerbed zijn de laagste rivierpeilen verlaagd. Dit leidt tot teruggang van het areaal en de kwaliteit van het vochtige tot natte subtype van Grote vossenstraat van de Glanshaver-vossenstaartheuvelen, maar evenzeer van plantengemeenschappen die aan natte omstandigheden zijn gebonden zoals Ruigten en zomen met Moerasspirea, Grote-zeggen- en Rietmoerassen (Kiwa & EGG 2005). Ook de populaties van vogels van rietmoerassen worden hierdoor negatief beïnvloed (Kurstjens et al. 2007). Onder invloed van klimaatverandering kunnen de rivierpeilen (alsmede de peilen in nevengeulen en strangen) in de zomer verder dalen, neemt de zomer- en herfstafvoer sterk af en zal kwel van oevergrondwater langs ongestuwde rivieren zoals de Waal fors afnemen (Van Heerwaarden & Ketelaar 2006). Indien regelmatig droogval van strangen en geulen zal gaan optreden, zullen de habitattypen en leefgebieden in het open water van nevengeulen, oude meanders, kleiputten en wielen (Beken en rivieren met waterplanten, grote fonteinkruiden, Geïsoleerde meander en petgat, Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden en/of Kranswierwateren) daarvan negatieve gevolgen ondervinden.
- Waterwinning in de aangrenzende Pleistocene gronden beperken het optreden van kwel in grondwater gevoede uiterwaarden waardoor de kwaliteit van meso- en licht eutrafente water- en oeverbegroeiingen achteruitgaat.

Verzuring

- Sedimentatie en erosie in het van oorsprong dynamische rivierengebied zijn door riviernormalisatie vrijwel beperkt geraakt tot het zomerbed en zijn oevers. De interactie tussen zomerbedding en oever is verstoord door de aanleg van kribben, langsdammen, vooroeververdedigingen en stortsteen. Daarnaast zijn de oeverwallen langs de bedding dermate hoog opgezand dat alleen bij extreem hoog water nog zand of zavel op de oever wordt afgezet. Het cyclische proces van oevererosie en oeverwal- en kronkelwaardvorming is gestopt. Gevolg daarvan is dat de sedimentatie van baserijk zand in de stroomdalgraslanden sterk is afgenomen (Peters et al. 2009);
- Door de oeververdediging is ook het proces van rivierduinvorming op de oeverwal beperkt waardoor geen aanvoer van baserijk zand via de wind meer optreedt naar de stroomdalgraslanden.

Vermesting

- Eutrofiëring van water- en oevervegetatie die langdurig in directe verbinding staat met de rivier vanwege het nutriëntenrijke karakter van het rivierwater en -slib;

- Bemesting door de landbouw gericht op sterke productie(verhoging) binnen Natura 2000-gebieden (in onder meer Glanshaver-vossenstaarthooilanden) leidt tot eutrofiëring;
- Herontwikkeling van stroomdalgrasland en Glanshaverhooiland is veelal problematisch op ontgronde bodems waarvan de gestoorde, omgewoelde en vaak met meststoffen verrijkte bovengrond is teruggestort.

Versnippering en beheer

- Het areaal ooibos is zeer beperkt en sterk versnipperd. Deze situatie zal blijven bestaan aangezien het beleid en beheer gericht zijn op het tegengaan van ooibosontwikkeling om aldus voldoende doorstroomcapaciteit in het winterbed te garanderen.
- Goed ontwikkelde Stroomdalgraslanden zijn tegenwoordig zeldzaam en hun areaal is sterk versnipperd. In het gangbare beheer zijn begrazingsdichtheden te laag en de begrazingsduur te kort voor het opnieuw doen ontstaan van deze graslanden op de daarvoor kansrijke locaties (Sykora et al. 2009);
- Het ontbreken van voldoende grote dan wel nabijgelegen populaties van verschillende soorten van Stroomdalgraslanden (Kurstjens et al. 2007);
- Het via nevengeulen aantakken van strangen en andere van de rivier geïsoleerde open wateren heeft plaatselijk geleid tot het verdwijnen of de achteruitgang van aan schoon grond- en / of oppervlaktewater gebonden soorten (Kurstjens et al. 2007);
- Verdere intensivering van de landbouw en de keuze voor meer natuurlijke riviersystemen heeft bijgedragen aan de afname van weidevogels van de halfnatuurlijke en cultuurlandschappen;
- Vooral langs de Rijntakken blijken verschillende dagvlindersoorten van graslanden (Hooibeestje, Geelsprietdikkopje) het niet meer te kunnen bolwerken. Dit hangt vermoedelijk samen met de algehele verslechtering van het Nederlandse landschap voor dagvlinders, waardoor deze zich na hoogwaters niet meer in de uiterwaarden kunnen vestigen (gebrek aan bronpopulaties; Kurstjens et al. 2007).

Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna:

- Een algemeen probleem voor de fauna dat voortvloeit uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek (V1b), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

Gebrek aan laagdynamische delen

- Voor de bedijking waren de kommen de laagdynamische delen van het rivierenlandschap. Door de bedijking zijn zulke laagdynamische delen vrijwel verdwenen en daarmee uitwijkmogelijkheden voor fauna tijdens hoogwaters. Ook het vrijwel ontbreken van soorten als Ringslang in het huidige Rivierengebied is een gevolg van het ontbreken van (geleidelijke) overgangen tussen hoog- en laagdynamische delen. Integraal herstel van de fauna van het rivierengebied kan alleen plaatsvinden als ook deze overgangen hersteld worden.

Herstelmaatregelen gradiënt

Herstelmaatregelen voor gradiënten zijn gericht op herstel van sturende processen op landschapsschaal en op het terugdringen van de effecten van maatregelen die samenhangen met

de inrichting en het beheer van de rivier en het landgebruik (Londo 1997). In dit gradiënttype gaat het vooral om maatregelen die gericht zijn op de verbetering en het herstel van de riviermorfo- en hydrodynamiek, de grondwaterhuishouding en de noodzakelijke mate van voedselrijkdom. Randvoorwaarde is dat deze herstelmaatregelen niet ten koste mogen gaan van de veiligheidsdoelstellingen. De hieronder genoemde herstelmaatregelen moeten daarom via onderzoek worden getoetst op hun gevolgen voor veiligheid. Er zijn vier groepen van maatregelen onderscheiden.

Herstel rivier(morfo)dynamiek

- De eerste groep van maatregelen is gericht op herstel van microreliëf en het bereiken van een optimaal inundatieregime om zo lokale erosie en de afzetting van zand, zavel, klei en zaden te bevorderen door:
 - Waar mogelijk geomorfologische processen te herstellen⁴, vooral in de oeverzone van het zomerbed, die leiden tot meer zandafzetting, waarmee op termijn de perspectieven voor behoud en herstel van stroomdalgraslanden worden vergroot (Kiwa & EGG 2005, Kurstjens et al. 2007, Kater et al. 2012):
 - ✓ Het verwijderen harde oeververdediging;
 - ✓ Het verwijderen/doorbreken van langsdammen die kribvakken afsluiten;
 - ✓ Het zodanig wijzigen van het stuwbeheer dat meer variabiliteit in waterstanden ontstaat;
 - ✓ Het lokaal verwijderen van vegetatie om verstuiving te bevorderen;
 - ✓ Het verjongen van de oeverzone door afgraving;
 - ✓ Het bevorderen van crevassevorming via verlaging van uiterwaarden, het aanleggen van plassen of het uitdiepen van strangen achter de oeverzone of door lokale verlagingen/onderbrekingen in oeverwallen of zomerkades aan te brengen;
 - ✓ Een aangepaste vormgeving van kribben. Deze is van grote invloed op de morfodynamiek in de oeverzone. Er is meer onderzoek nodig om inzicht te krijgen in hoe een veranderde vormgeving van kribben zal ingrijpen op het morfodynamisch processencomplex in de oeverzone (Kater et al. 2012) en wat daar de betekenis van is voor de vegetatie van Stroomdalgraslanden. Dit is een **kennislacune**.
 - Maatregelen te bevorderen die kunnen worden genomen om morfodynamiek in de uiterwaardvlakte te versterken (Kater et al. 2012):
 - ✓ Het verwijderen of doorsteken van zomerkades. Dit draagt bij aan het herstel van een optimale overstromingsfrequentie (Corporaal 2009, Kater et al. 2012);
 - ✓ Het afgraven van kleilagen tot de zandondergrond. Zo wordt microreliëf hersteld en daarmee in ieder geval een deel van de gradiënt (Stroomdalgraslanden; Kurstjens et al. 2007, Kater et al. 2012).
 - Maatregelen te bevorderen die kunnen worden genomen om morfodynamiek in en langs uiterwaardgeulen te vergroten (Kater et al. 2012):

⁴ Per riviertak en -traject bestaan grote verschillen in: (1) historische, (2) huidige en (3) potenties voor toekomstige morfodynamiek. Morfodynamiek bevorderende maatregelen zullen afgestemd moeten worden op de specifieke eigenschappen van een riviervlakte. De zogenoemde fysiotopenkaarten in Kater et al. (2012) geven een goed inzicht in zowel de historische als huidige morfodynamiek. Ze zijn daarom een goed hulpmiddel bij het plannen van maatregelen om de natuurlijke morfodynamiek van de Nederlandse rivieren waar mogelijk te herstellen.

- ✓ De inlaatwerken van nevengeulen anders vormgeven (lagere drempels, andere vormen van inlaten zoals V-vormige, schephoofden⁵) om zo een hogere afvoer en stroomsnelheid te realiseren en derhalve meer morfodynamiek;
- ✓ Oevers van nevengeulen vormgeven in overeenstemming met de toegestane dynamiek (steile oevers horen bij hoogdynamische geulen waarin erosieprocessen op kunnen treden; flauwe slikkige oevers passen bij laagdynamische geulen).

Herstel oppervlakte- en grondwaterhuishouding

- De tweede groep van maatregelen is gericht op verbetering en herstel van de oppervlakte- en grondwaterhuishouding in grote delen van het belendende stroomgebied met als doel herstel van grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden. Dit vraagt om het verhogen van de grondwaterstand en het herstel van kwel naar maaiveld of de wortelzone door:
 - De bovenstroomse sponswerking te vergroten door herbebossing en door hermeandering en andere maatregelen die een natuurlijker waterregime van zijrivieren (zie gradiënttype 1) en beken (zie Beekdalen) bevorderen (Akkerman et al. 2003);
 - Vermindering van grondwateronttrekking. In gebieden waar dit een rol speelt moet onderzocht worden in welke mate herstel van habitats daarvan afhankelijk is;
 - Het dichtens van ontwateringsmiddelen (sloten, greppels, buisdrainages) en het opheffen van onderbemalingen) binnen het Natura 2000-gebied. Zo wordt het vermogen in gebieden met natuurlijke depressies om water vast te houden en/of te bergen hersteld. Verdere vergroting van dit vermogen is mogelijk door het weer uitgraven van de vroegere, geëgaliseerde laagten;
 - Geen zandwinplassen en geulen te graven in kwelzones (Kurstjens & Peters 2011).

Herstel mate van voedselrijkdom

- De derde groep van maatregelen is gericht op verbetering en herstel van de noodzakelijke mate van voedselrijkdom door:
 - Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het rivierwater te nemen zoals voorzien in de Kaderrichtlijn Water.

Ontsnippering en beheer

- De laatste, vierde groep van maatregelen is gericht op ontsnippering door:
 - Het verbinden en vergroten van het areaal rivierbegeleidende natuurgebieden (Kurstjens & Peters 2011):
 - ✓ Opbrengen van maaisel indien voldoende grote dan wel nabijgelegen populaties van kenmerkende en bedreigde soorten van Stroomdalgraslanden en van het leefgebied Nat, matig voedselrijk grasland ontbreken. Het maaisel dient echter niet direct na herinrichting te worden opgebracht; dat werkt zelfs contraproductief (Peters & Kurstjens 2011);
 - ✓ Meer kwaliteit te leveren bij het opstellen en uitvoeren van de inrichtingsplannen o.a. door het niet langer terugstorten van de met meststoffen verrijkte bovengrond en behoud van stroomruggen. Fouten in de inrichting kunnen amper of niet worden hersteld in het vervolfbeheer (Kurstjens & Peters 2011);

⁵ Een schephoofd is het punt bij de splitsing van twee riviertakken bijvoorbeeld van de rivier en een nevengeul) die de verdeling van water en sediment over de twee takken verdeelt. Het kan een landtong zijn, maar kan ook een 'constructie' zijn waar een bepaalde versteviging is aangebracht voor de stabiliteit (schriftelijke mededeling Gilbert Maas).

- ✓ Stoppen met het weggraven van restpopulaties van kenmerkende en bedreigde soorten van Stroomdalgraslanden en Ruigten en zomen dan wel deze transplanteren naar andere, geschikte standplaatsen wanneer graven onvermijdelijk is.
- ✓ Het ontbreken van een verbinding met het niet overstromende achterland vormt een beperking voor de fauna. De dijken zouden dienst kunnen doen als uitwijkmogelijkheid maar deze zijn meestal zeer voedselrijk waardoor een soort als Knoflookpad hier geen geschikte overwinteringslocatie kan vinden. Op de dijken ontbreken vaak struwelen waardoor er geen schuilmogelijkheden zijn voor bijvoorbeeld Ringslangen. Er zou onderzocht moeten worden of er binnen de randvoorwaarden van veiligheid ruimte is om in de dijken uitwijkmogelijkheden te realiseren naar de laagdynamische delen. Dit is een **kennislacune**.

Aandachtspunten

- Het stimuleren van ooibosontwikkeling door begrazing, bij voorkeur nadat een kale bodem is gecreëerd om het kiemen van bomen te bevorderen. Het areaal ooibos is thans zeer beperkt vanwege het waterstaatkundig beheer dat gericht is op het tegengaan van remmingen in de hoogwaterafvoer. Ontwikkeling van deze bostypen lijkt alleen mogelijk wanneer deze samengaat met behoud van voldoende doorstroomcapaciteit in het winterbed. Dat betekent dat heel bewust naar locaties moet worden gezocht waar zonder dit bezwaar toch hoogwaardige ooibossen kunnen worden ontwikkeld;
- Beheersovereenkomsten sluiten met (agrarische) gebruikers waarin wordt geregeld dat zand afgezet op de oever van de rivier niet wordt opgeruimd of weggeploegd. Illustratief is het zogenoemde 'Dinkelconvenant', waarin tussen overheid (Waterschap Regge en Dinkel) en de landbouwers in het Overijsselse Dinkeldal is afgesproken inundaties toe te staan en sedimentatie te accepteren tegen een financiële tegemoetkoming (een afkoopsom);
- De laatste jaren zijn onze riviersystemen in hoog tempo gekoloniseerd door vissoorten die daar oorspronkelijk niet in voorkwamen. De meeste van deze invasieve soorten zijn afkomstig uit het oosten van Europa en westelijk Azië. Voorbeelden zijn Donaubrasem, Blauwneus, Blauwband, Roofblei, Zwartbekgrondel en Marmergrondel. De gevolgen van deze nieuwkomers voor onze inheemse visfauna zijn op dit moment nog onbekend. Dit is een **kennislacune**.

Voorbeelden

Algemeen en gebieden:

Holocene geologie grote rivieren in Gelderland en Overijssel: [Cohen et al. \(2009\)](#);

Morfodynamiek grote rivieren met inventarisatie morfodynamiek specifieke gebieden: [Kater et al. \(2012\)](#);

Natura 2000-gebieden: [Schaminée & Janssen \(2009\)](#);

Morfodynamiek en riviernormalisatie: [Ten Brinke \(2004\)](#);

Rivier- en uiterwaardenherstel langs Rijntakken: [Kurstjens & Peters \(2012a,b\)](#).

Gebieden:

IJssel: Cortenoever (Maas & Makaske 2005), Rammelwaard, Ravenswaarden (alle nabij Zutphen), Vreugderijkerwaard (nabij Kampen);

Boven-Rijn en Waal: Gelderse Poort met onder andere Oude Rijnstrangen (Witteveen + Bos 2007), Lobberdense Waard, Doornenburgse Waard en Millingerwaard (Bekhuis et al. 2002);
Waal en Afgedamde Maas: Loevestein (Pranger & Tolman 2002), Bedijkte Maas: Rijswaard (bij Batenburg);
Neder-Rijn en Lek: Amerongse bovenpolder, Koekoekswaard (nabij Vianen), Blauwe Kamer (nabij Rhenen (Van Dam & Ruiten 2002).

Literatuur

- Akkerman, G.J., W.B.G. Bijman, M.A. van Heereveld, G.J. Klaassen & E.B. Peerbolte 2003. MER Grensmaas, Achtergronddocument Morfologie; bureaustudie. De Maaswerken, Maastricht.
- Bakker, T.W.M., P.R. Nienhuis, F.H. Everts & N.P.J. de Vries 1999. Landschapsecologische analyse Hengstpolder. Rapport EV99/4 Ten Haaf & Bakker, Everts & de Vries e.a. SBB West-Brabant-Deltagebied. Alkmaar/Groningen.
- Bekhuis, J., G. Kurstjens, S.R. Sudmann, J. ten Tuynte & F. Willems 2002. *Land van levende rivieren: de Gelderse Poort*. KNNV Uitgeverij & Stichting Ark, Utrecht.
- Berendsen, H.J.A., 2005. *Fysisch geografisch onderzoek*. Vierde geheel herziene druk. Koninklijke Van Gocum B.V., Assen.
- Cohen, K.M., E. Stouthamer, W.Z. Hoek, H.J.A. Berendsen & H.F.J. Kempen 2009. Zand in banen – Zanddiepte kaarten van het Riviereengebied en het IJsseldal in de provincies Gelderland en Overijssel. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Creemers, R.C.M. & J.J.C.W. van Delft (red.) 2009. *De amfibieën en reptielen van Nederland. – Nederlandse Fauna 9*. Nationaal Natuurhistorische Museum
- Bal, D., H.M. Beije, M. Felliger, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV 2001/020, Wageningen.
- Boer, T. den, 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.
- Corporaal, A. 2009. Ontpoldering van de Groote Buitenlanden. Rapport Alterra, Wageningen.
- De Lange, H.J., G. Maas, B. Makaske, M. Nijssen, J. Noordijk, S. van Rooij & C. Vos. 2012. Fauna in het riviereengebied. Knelpunten en mogelijkheden voor herstel van terrestrische en amfibische fauna. Alterra, Wageningen
- Gmelig Meyling, A.W., S.M.A. Keulen, R.H. de Bruyne & A. Boesveld, 2006. De Zeggekorfslak: bedreigd, maar wijder verspreid dan gedacht. *De Levende Natuur* 107 (6): 247–251.
- Hobo, N.B., B. Makaske, H. Middelkoop & J. Wallinga 2010. Reconstruction of floodplain sedimentation rates: a combination of methods to optimize estimates. *Earth Surface Processes and Landforms* 35 (13), pp. 1499–1515.
- Kater, E., B. Makaske & G. Maas 2012. Morfodynamiek langs de grote rivieren. O+BN rapport 2012/OBN154–RI. Bosschap, Driebergen.
- Killeen, IJ., 2003. Ecology of Desmoulin's Whorl snail. Conserving Natura 2000. Rivers. *Ecology Series* No. 6. English Nature, Peterborough.
- Kiwa & EGG. 2005. Knelpunten- en kansanalyse Natura 2000 gebieden. Ministerie van Landbouw, Kiwa & EGG Nieuwegein / Groningen.

- Kurstjens, G., Peters, B. & P. Calle 2007. Rivierenland in ontwikkeling (deel 2); resultaten van natuurontwikkeling in het rivierengebied. Studie in opdracht van het Ministerie van LNV. Bureau Drift, Berg en Dal.
- Kurstjens, G. & B. Peters 2011. 15 jaar ecologisch herstel langs de Maas: hoe reageert de flora? *De Levende Natuur* 112(1): 11–17.
- Kurstjens, G. & B. Peters 2012a. Rijn in beeld. Deel 1: Ecologische resultaten van 20 jaar natuurontwikkeling langs de Rijntakken. Projectgroep Rijn in Beeld. Kurstjens ecologisch adviesbureau/ Bureau Drift, Berg en Dal. pp. 136.
- Kurstjens, G. & B. Peters 2012a. Rijn in beeld. Deel 2: Inrichting, beheer en beleid langs grote rivieren. Projectgroep Rijn in Beeld. Kurstjens ecologisch adviesbureau/ Bureau Drift, Berg en Dal. pp. 168.
- Londo, G. 1997. *Bos- en Natuurbeheer in Nederland 6. Natuurontwikkeling*. Backhuys Publishers Leiden
- Maas, G. & B. Makaske 2005. Rivierdynamiek en stroomdalflora langs de IJssel. In: Y. van Groenendaal (eindred.), *Eigenaardig Nederland – Aardkundig erfgoed van Nederland*. KNNV Uitgeverij & Stichting Aardkundige Waarden, Zeist.
- Peters, B. & G. Kurstjens 2011. De ontwikkeling van de stroomdalflora langs de Maas; relaties met inrichting en beheer. *Natuur historisch Maandblad* 110 (4): 57–66.
- Pranger, D & M. Tolman 2002. Vegetatiekartering Loevestein en Waarden bij Nieuwe schans. Rapport 431, EGG P&T Groningen
- Schaffers, A.P., K.V.; Sykora, H.P.J. Huiskes & J.H.J. Schaminée 2008. De droge stroomdalgraslanden van het Sedo–Cerastion in Nederland: verspreiding en soortensamenstelling van het Medicagini–Avenetum en het Sedo–Thymetum vóór 1960 en daarna. Rapport Directie Kennis nr. 2008/DK092–O. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Schoor, M.M. & A.M. Sorber 1998. Morfologie Natuurlijk. RIZA, Arnhem. 28 p.
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Janssen 2009 (red). *Europese Natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Laag Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Sýkora, K.V.; H.J. Stuver., I. de Ronde & L.J. de Nijs 2009. Fourteen years of restoration and extensive year round grazing with free foraging horses and cattle and its effect particularly on dry species rich riverine levee grasslands. *Phytocoenologia* 39(3): 265–286.
- Ten Brinke, W. 2004. *De beteugelde rivier. Bovenrijn, Waal, Pannerdensch Kanaal, Nederrijn–Lek en IJssel in vorm*. Wetenschappelijke bibliotheek van Natuurwetenschap en Techniek, deel 81. Uitgeverij Veen Magazines, Diemen.
- Van Dam, A. & R. Ruiten 2002. *De Blauwe kamer: nieuwe natuur langs de Nederrijn*. Uitgeverij Uniepers/ Stichting Het Utrechts Landschap, Abcoude.
- Van der Winden, J. & P.W. van Horsen, 2001. Voedselgebieden van de Purperreiger in Nederland. Rapport Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J., K. Krijgsveld, R. van Eekelen & D.M. Soes, 2002. Het succes van de Zouweboezem als foerageergebied voor purperreigers. Rapport Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J., M.J.M. Poot & P.W. van Horsen, 2010. Nieuwe kennis voor de bescherming van de flyway van Nederlandse purperreigers. Evaluatie van de studie met satellietzenders naar foerageergebieden en pleisterplaatsen in Europa en Afrika (periode 2007–2009). Rapport Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van de Ven, G.P. (red.) 1993. *Leefbaar laagland, Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland*. Tweede gewijzigde druk, Uitgeverij Matrijs, Utrecht.

- Van Heerwaarden, Ch. & H. Ketelaar 2006. Invloed van klimaatverandering op kwel en wegzijging langs de grote rivieren. *H₂O* 2006 (5): 36–38.
- Weeda, E.J. 1991. Het Sanguisorbo–Silaetum Klapp ex Hundt 1964 en verwante graslandvegetaties in het Middennederlandse rivierengebied. *Stratiotes* 3: 3–32.
- Weeda, E.J., Schaminée, J.H.J. & L. van Duuren 2002. *Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland, deel 2: graslanden, zomen en droge heiden*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Witteveen + Bos, 2007. GGOR Rijnstrangen. Eindrapport. Waterschap Rijn en IJssel, Doetinchem.
- Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder, R.W. de Waal, K.W. van Dort, S.M. Hennekens, P.W.F.M. Hommel, J.H.J. Schaminée & J.G. Vrieling 2001. *Ooibossen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Wolfert, H.P. 2001. Geomorphological change and river rehabilitation; case studies on lowland fluvial systems in the Netherlands. *Alterra Scientific Contributions* 6, Alterra, Wageningen, 200 p.

Gradiënttype 4: Kommen (grote rivieren binnendijks)

Beknopte beschrijving

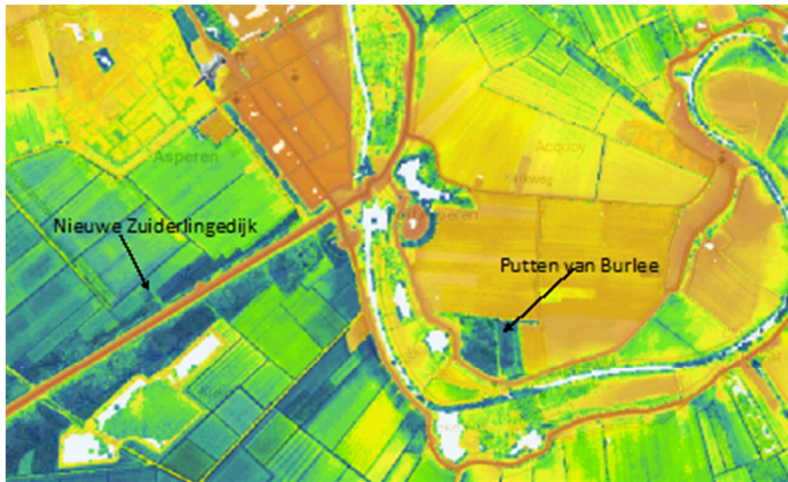
De binnendijkse Natura 2000-gebieden in het rivierenlandschap (Zuider Lingedijk en Diefdijk-Zuid met Putten van Burlee, Kornsche boezem, Boezem van Brakel, de Zouweboezem en Kolland en Overlangbroek) liggen bijna allemaal in het westelijke rivierengebied: de Betuwe en het aangrenzende Gelderse, Utrechtse, Noord-Brabantse en Zuid-Hollandse rivierengebied. Alleen de Oude Rijnstrangen liggen in het oostelijke, bovenstroomse deel van het rivierengebied. Het hydrologisch functioneren van dit Natura 2000-gebied is sterk afwijkend van de overige binnendijkse Natura 2000-gebieden, maar sterk gelijkend op dat van die welke tot gradiënttype Rivieren-3: “Uiterwaarden rivieren met sedimentatie overheersend (Boven-Rijn/IJssel/Neder-Rijn en Bedijkte Maas)” worden gerekend. Voor de Oude Rijnstrangen wordt daarom verwezen naar genoemd gradiënttype.

Het merendeel van de reservaten (Diefdijk & Nieuwe Zuiderlingedijk, Kornsche boezem, Boezem van Brakel, Zouweboezem) heeft gemeen dat ze in komgebieden langs eeuwenoude dwarskades liggen waarvan de oorsprong soms teruggaat naar de dertiende eeuw. De dwarskades moesten overstromingen met bovenstrooms rivierwater (Diefdijk & Nieuwe Zuiderlingedijk, Zouweboezem, Boezem van Brakel) of van zeewater (Kornsche Boezem) weren. Ze verbinden de van oost naar west lopende dijken langs de grote rivieren met die van kleinere rivieren. Zo verbindt de Diefdijk de Lekdijk met de Lingedijk en de Zouweboezem de Lekdijk met de dijk langs de Zederik. Langs deze dwarskaden werden boezems ingericht om oppervlaktewater uit de polders te kunnen lozen op de rivier. Deze dwarsdijken zijn oud. De Zouwe- of Bazeldijk bijvoorbeeld is al in 1277 als dwarskade aangelegd. Als reactie daarop werd de Diefdijk aangelegd vanaf 1284. De dijk langs de Kornsche boezem dateert van 1461. De Nieuwe Zuiderlingedijk is van jongere datum is rond 1810 aangelegd. De reservaten vertegenwoordigen daarmee een belangrijke cultuurhistorische waarde.

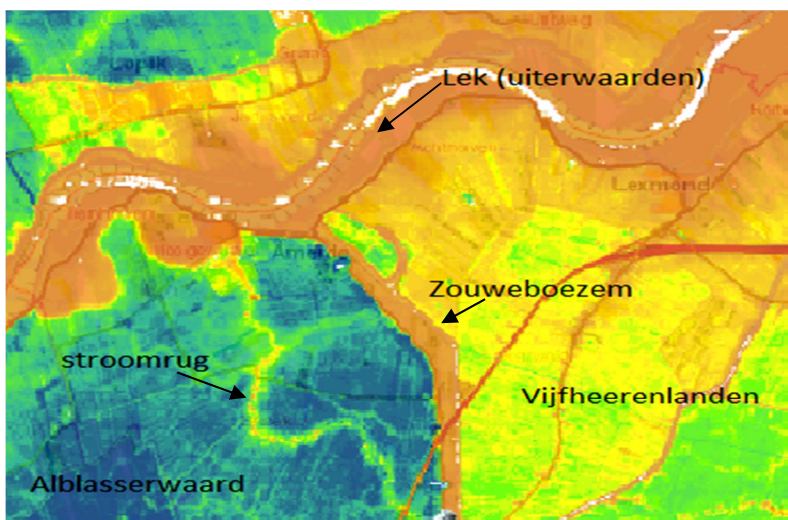
Al vroeg in de middeleeuwen werden bij de veenontginningen de woeste gronden ontwaterd door het graven van sloten en weteringen. Zederik, Laak, Leede en ander kleine veenstromen voerden oorspronkelijk het water af naar de grote rivieren. Door de ontwatering klonk de bodem langzaam in waardoor de natuurlijke afwatering gaandeweg werd bemoeilijkt (voor de gevolgen van klink zie de Inleiding van het Rivierenlandschap). Dat werd nog versterkt door het dichtslibben van de monding van de Oude Rijn bij Katwijk in de 11e en de 12e eeuw. Sindsdien moest al het Rijnwater via de Waal en de Lek naar zee. Aanvankelijk werd het vernattingsprobleem bestreden door het ophogen van de akkers met modder uit de sloten. In de loop van de 13^{de} eeuw werd de wateroverlast echter zo groot, dat andere maatregelen noodzakelijk werden. Het tweede grote probleem was dat het rivierengebied van oost naar west afliep (en loopt), waardoor de laagst gelegen polders in het westen al het water van de hogere gronden in het oosten te verwerken kregen. Om de polders hiertegen te beschermen, is men begonnen met de aanleg van dwarskades. Deze lagen veelal min of meer noord-zuid gericht, tussen de grote rivieren in.

De aanleg van de dwarskades bemoeilijkte de natuurlijke afstroming van water verder. Nadat de afvoer van water uit de polders onder vrij verval niet langer of slechts gedurende delen van het jaar mogelijk was, werd begonnen met de aanleg van boezems. Het overtollige polderwater werd met windmolens opgemalen en geloosd en geborgen in de hoger gelegen boezems. Bij lage rivierstanden kon het dan worden geloosd op de rivier. De boezems werden aangelegd tussen kades, waarvoor klei nodig was. Deze werd – net als bij de dwarskades – gedolven naast de aan te leggen boezem. In de boezems trad minder klink op vanwege langduriger zeer natte

omstandigheden dan in de omringende polders waardoor ze na verloop van tijd steeds hoger ten opzichte van hun omgeving kwamen te liggen.



Figuur 6. De Putten van Burlee en het noordoostelijke deel van de in 1810 aangelegde Nieuwe Zuiderlingedijk. Beide reservaten worden ter plaatse gekenmerkt door lage, getichelde gronden.



Figuur 7. De Zouweboezem die de scheiding vormt tussen Vijfheerenlanden (rechts) en Ablasserwaard (links). De Vijfheerenlanden liggen duidelijk hoger. Ook is in de Ablasserwaard de oude loop van een veenriviertje zichtbaar. Het is een inversierug ontstaan onder invloed van verschillen in klink tussen het omringende veen en de minerale bodem van het voormalige riviertje. De belangrijkste habitats van de Zouweboezem liggen in de getichelde zone direct ten oosten van de hooggelegen boezem (lichtgroene en lichtgele tinten).

Het materiaal waarmee de dwars- en boezemkaden werd opgeworpen, werd veelal in de directe nabijheid van de dijk gewonnen. Dit is nog altijd terug te zien op de AHN (Figuur 6 & 7). Langs de dijk komen lagere gronden voor, waar na bij het tichelen van de klei zand en/of veen aan het oppervlak zijn komen te liggen. De belangrijkste habitats in de reservaten zijn gebonden aan deze lage, getichelde gronden. De aanleg van de dwarsdijken heeft het reliëf in de loop der eeuwen ook nog anderszins beïnvloed. Er is bij de oudere dwarsdijken sprake van een abrupte

hoogtesprong in plaats van een geleidelijke, waarbij de gronden direct ten oosten van de dijk hoger liggen dan aan de westzijde (Figuur 7), samenhangend met kleiafzettingen na overstromingen ten oosten van de dwarskaden. Ten slotte ontstonden wezenlijke hoogteverschillen tussen de uiterwaarden en de binnendijkse polders na de bedijking van de rivieren. Door jaarlijkse overstromingen werden zanden en kleien afgezet in de uiterwaarden, die – net als de rivier – daardoor aanzienlijk hoger kwamen te liggen dan de binnengedijkte gebieden en in het bijzonder de getichelde terreinen. De bodem van de getichelde terreinen bestaat overwegend uit zand en naarmate men westelijker komt voor een steeds groter deel uit veen. Bij het tichelen hoeft niet alle klei te zijn afgegraven; er kan aldus een dun kleipakket op zand en/of veen resteren. Ook kan er met klei zijn gemorst tijdens het afgraven of het transport naar de dijk. Hoewel het binnendijkse rivierkleigebied op het eerste gezicht een vlakke indruk maakt, is er een duidelijk reliëf aanwezig, dat wordt veroorzaakt door de afwisseling van oeverwallen stroomrugcomplexen of beddingcordons en kommen. De hoogteverschillen liggen in de orde van grootte van 75 cm tot soms 1.5 meter. Ze zijn ontstaan of versterkt onder invloed van klink en compactie van de kleiafzettingen in de kommen onder invloed van ontwatering. De betrekkelijk geringe hoogteverschillen tussen de oeverwallen, stroomruggen en kommen, die samengaan met een aanzienlijk verschil in bodemgesteldheid, hebben een grote invloed op de ontwikkeling van het landschap gehad. Ook thans bepalen zij nog in grote mate het landschapsbeeld, hoewel na de Tweede Wereldoorlog grote veranderingen hebben plaatsgevonden (De Jonge 1954, Van Zomeren 2006). Op de oeverwallen en stroomruggen heeft men zich vanouds gevestigd en bevinden zich de boerderijen en de dorpen. Ook de oude wegen kronkelen over de stroomruggen en oeverwallen van dorp naar dorp. Vanwege de betere doorlatendheid van de bodem waren hier tevens de boomgaarden geconcentreerd. De kommen zijn van oorsprong en ook nu nog grotendeels, uitgestrekte, vrijwel boomloze graslandgebieden, doorsneden met talrijke sloten. Slechts hier en daar vindt men opgaand geboomte, vooral rondom oude eendenkooien. Verspreid komen populierenbosjes en grienden voor. De ontwatering van de komgronden was tot voor midden vorige eeuw zeer slecht; de kommen stonden in de winter vaak dras (De Jonge 1954, Van Zomeren 2006). Het gebied was vrijwel onbewoond en de schaarse wegen waren slecht. Tijdens de ruilverkavelingen gedurende de jaren 1950–1970 is deze situatie drastisch gewijzigd. De af- en ontwatering en de ontsluiting werden volledig afgestemd op de landbouw. De kenmerkende openheid van het komgrondenlandschap is aangetast door het bouwen van nieuwe boerderijen en het planten van bomen langs nieuwe ontsluitingswegen. De lengte van de onderscheiden gradiënten varieert van circa 400 meter (Kornsche boezem) tot meer dan 3 kilometer (Zuider Lingedijk).

Vegetatiegradiënt

De Natura 2000-gebieden van de binnendijkse komgebieden zijn gekenmerkt door het voorkomen van soorten, gemeenschappen, leefgebieden en habitattypen van mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden binnen een overigens en van nature voedselrijk kleilandschap. Het betreft Blauwgraslanden (H6410), Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*; H7140A), Alkalisch laagveen of Kalkmoerassen (H7230), Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*; H91E0C), Dotterbloemgrasland van veen en klei (LG007) en Grote-zeggenmoeras (LG005) met mesotrafente soorten. Het voorkomen van de mesotrofe habitattypen elementen wordt in belangrijke mate bepaald door het dagzomen van (kalkrijk) zand of veen aan maaiveld. Wanneer klei aan het oppervlak ligt, komen eutrafente habitattypen voor, waarvan binnen dit gradiënttype de Vochtige alluviale bossen (*essen-iepenbossen*; H91E0B) het minst voedselrijk zijn. Ondanks de grote gemene deler is de variatie aan (mesotrafente) elementen groot, wat het onmogelijk maakt

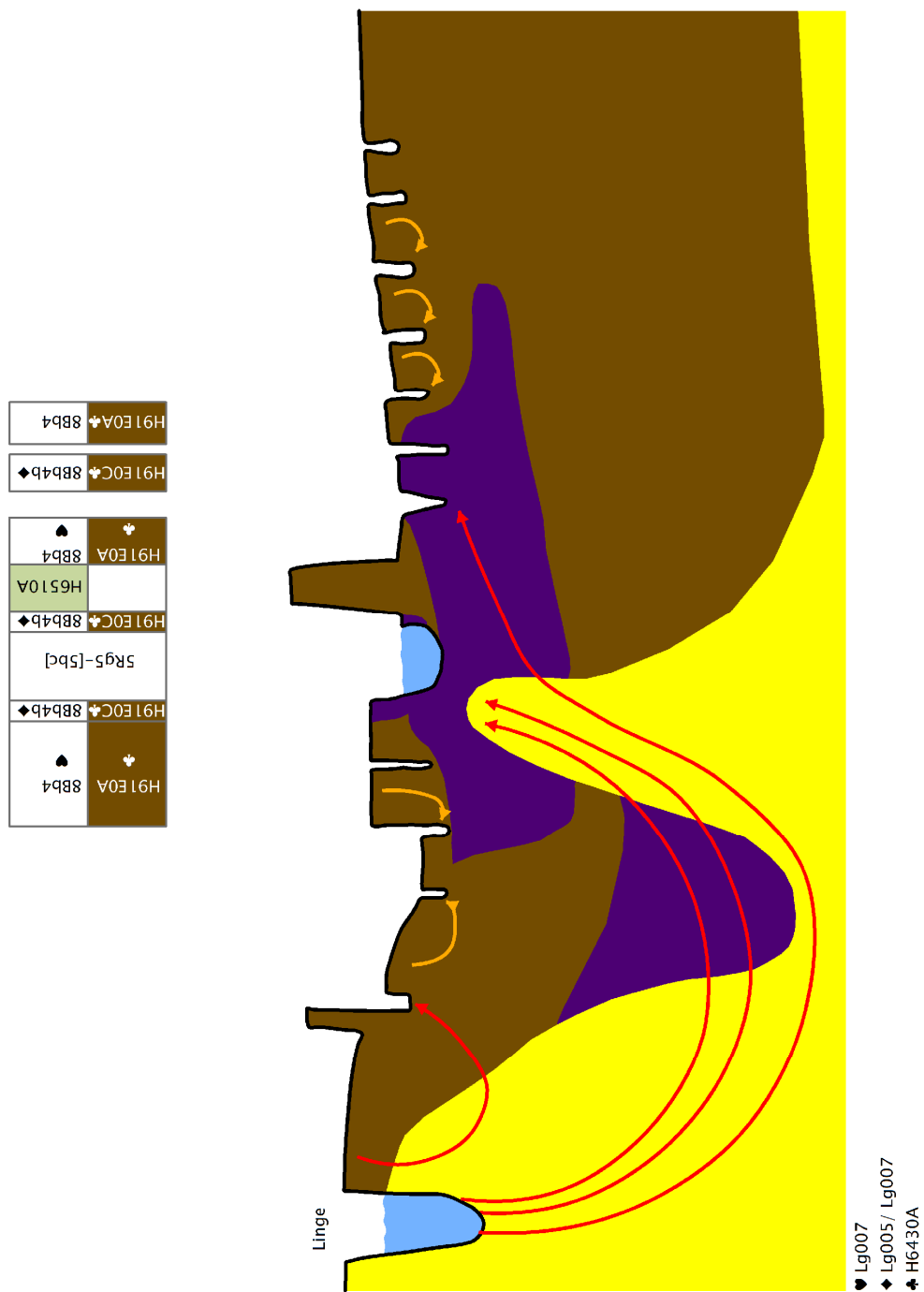
deze in één doorsnede te presenteren. Op bijvoorbeeld kalkrijk zand zijn heel andere typen aanwezig dan op veen. Het voorkomen van kalkrijk zand en veen binnen het komkleilandschap hangt samen met de ondiepe ondergrond. Deze is in het rivierengebied zeer gevarieerd vanwege de vele oude (zij)rivierlopen en vroegere, plaatselijke veenvorming (Cohen et al. 2009). In hoeverre kalkrijk zand en veen aan het oppervlak komen is weer afhankelijk van de wijze van tichelen en afvoeren van de klei en is daarom gebiedspecifiek. Om deze redenen zijn meerdere doorsneden geschetst om de vegetatie- en habitatkundige variatie te kunnen weergeven. Per doorsnede wordt een reeks met grazige typen en een reeks met struwelen en bossen gepresenteerd.

Tot de binnendijkse Natura 2000-gebieden waar veen aan maaiveld ligt als gevolg van tichelen tot de veenondergrond of van verlanding van boezems behoren de Zuider Lingedijk en Diefdijk-Zuid, de Kornsche Boezem, de Brakelse Boezem en de Zouweboezem.

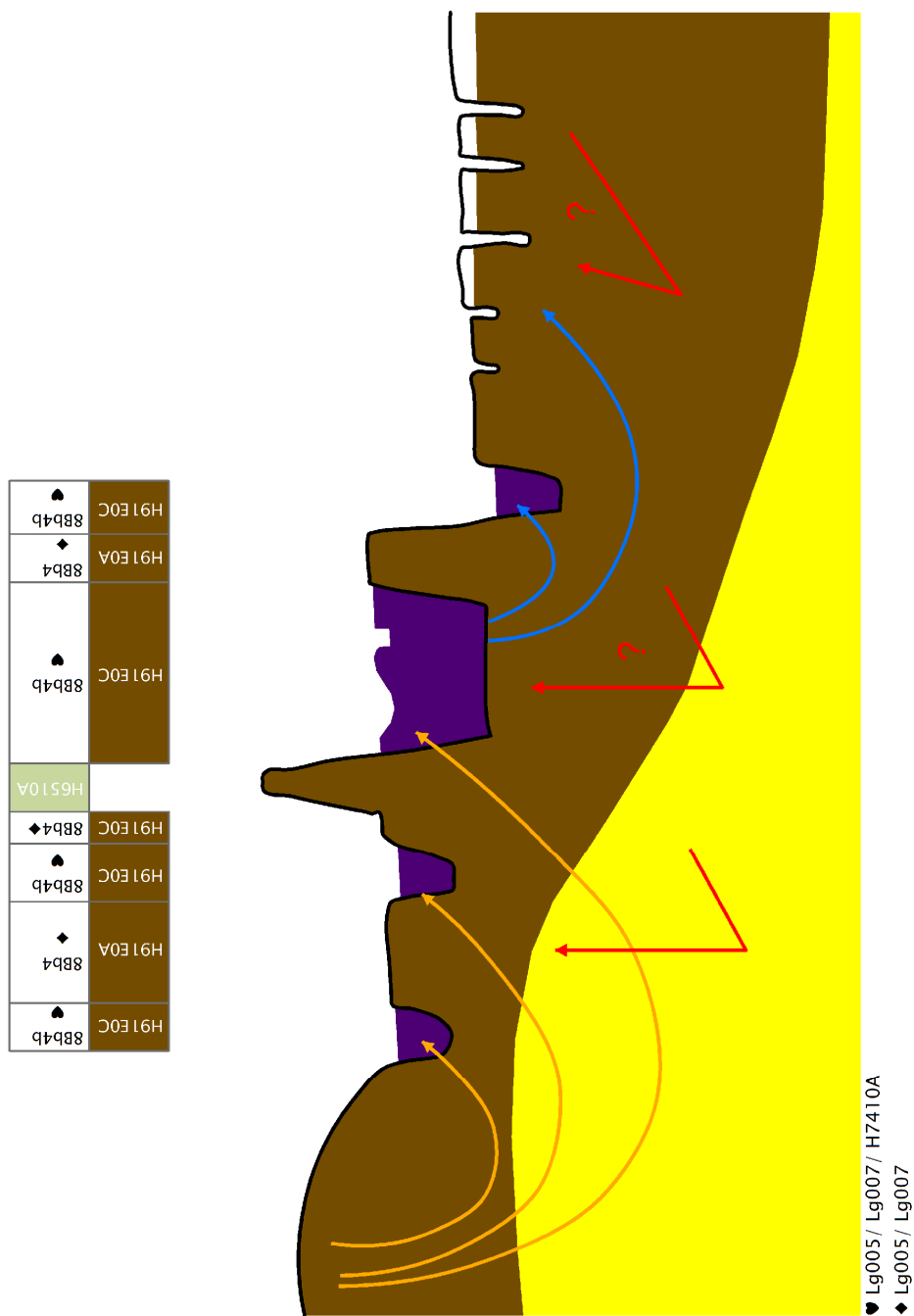
Op de kleibodems in *Zuider Lingedijk en Diefdijk-Zuid* (Figuur 8) komen Vochtige alluviale bossen (*zachthoutoibossen*; H91E0A) voor. H6430A Ruigten en zomen (*moerasspirea*; H6430A) worden aangetroffen langs de randen van de *zachthoutoibossen*. Daar waar veengronden aan maaiveld liggen zijn Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*; H91E0_C) ontwikkeld. Deze beekbegeleidende bossen (*beekbegeleidende bossen* (H91E0C) bestaan uit Elzenbos waarbij de beter ontwikkelde typen een ondergroei hebben van Oeverzegge, Pluimzegge en Grote keverorchis. Het veelvuldig voorkomen van Oeverzegge toont aan dat het veen ondanks het tichelen overal nog klei met het veen vermengd is. Langs de randen van plassen met vaak een begroeiing van Tenger fonteinkruid en Gele plomp (5RG5-[5Bc]), komt soortenarm Rietland (8Bb4) voor. Daar waar veen aan het maaiveld ligt groeien in het Rietland soorten als Pluimzegge, Dotterbloem en Grote boterbloem (8Bb4b: *Typho-Phragmitetum calthetosum*). In latere successiestadia (op rijpere veenbodems) ontwikkelt zich hieruit Grote-zeggenmoeras (LG005) van Scherpe zegge met mesotrafente soorten als Rietorchis, Zeegroene muur, Melkeppe en Kleine valeriaan (8Bc2b: *Caricetum gracilis comaretosum*) en verder Dotterbloem en Holpijp. Ook kan men hier Pluimzeggemoerassen aantreffen (8Bd2: *Caricetum paniculatae*). Wanneer dit Grote-zeggenmoeras licht ontwaterd is of wanneer het kleigehalte van het veen hoger is, is Dotterbloemhooiland van veen en klei (LG007) tot ontwikkeling gekomen. Het betreft typisch Dotterbloemhooiland (16B1a: *Ranunculo-Senecionetum typicum*) en Dotterbloemhooiland met Scherpe zegge (16B1f: *Ranunculo-Senecionetum caricetosum acutae*). Op zavel en zwaardere kleigronden kan door maaien van Rietland eveneens Dotterbloemgrasland (LG005) ontstaan dat behoort tot de rompgemeenschap van Tweerijige zegge (16-RG6-[16Ab]: RG *Carex disticha*-[*Calthion palustris*]). Op drogere kleigronden zoals op en aan de voet van de centrale dijk in het reservaat wordt het subhabitattype Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (*glanshaver*, H6510A) gevonden.

In de *Kornsche en Brakelse boezem* (Figuur 9) komt een min of meer vergelijkbare gradiënt voor (Hartog 1993, Tolman et al. 1993). Ook hier zorgt de bodem voor een wezenlijk onderscheid in de vegetatiesamenstelling. Waar geticheld is en (door verlanding) veen aan maaiveld ligt, wordt eveneens Rietland met Dotterbloem en Scherpe zegge gevonden (8Bb4b). Van de Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*) worden op veengronden Elzenbroeken met Elzenzegge aangetroffen en wanneer het veen een hoger kleigehalte bezit tevens Elzenbroeken met Oeverzegge. Op de plaatsen met dikke kleilagen worden soortenarme Rietlanden met Oeverzegge (8Bb4) gevonden of Schietwilgenbos met Oeverzegge (Vochtige alluviale bossen (*zachthoutoibossen*)). Door verlanding en bodemrijping ontwikkelt zich uit Rietland Grote-zeggenmoeras (LG005). Op kleibodems gaat het om moeras met Oeverzegge en Tweerijige zegge (8Bc1: Oeverzegge-associatie) terwijl het op veengronden zeggenmoeras met Scherp zegge

(8Bc2: Associatie van Scherpe zegge) betreft. Waar in deze Scherpe-zeggenmoerassen intensieve kwel van basen- en ijzerrijk grondwater optreedt zijn Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*; H7140A) ontwikkeld die tot de subassociatie met Wateraardbei (8Bc2b) behoren met onder



Figuur 8: Gradiënttype 4, kommen (grote rivieren binnendijks) – Zuider Lingedijk en Diefdijk-Zuid. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.



Figuur 9: Gradiënttype 4, kommen (grote rivieren binnendijks) – Kornsche en Brakelse boezem. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

andere Grote boterbloem, Waterdrieblad, Kleine watereppe, Moeraskartelblad, Breedbladige orchis en Kleine valeriaan. Op zulke plaatsen komen tevens moerassen van Snavelzegge (10-RG2-[10]: RG *Carex rostrata*-[*Scheuchzerietae*]) voor. Deze gemeenschappen kunnen worden beschouwd als *trilvenen* met soorten als Scherpe zegge, Snavelzegge, Dotterbloem, Holpijp en Blaaszegge. Beide Natura 2000-gebieden zijn echter niet gekwalificeerd voor deze *trilvenen*. Ook hier geldt dat het Grote-zeggenmoeras zich door lichte ontwatering of onder invloed van hooiland ontwikkelt tot Dotterbloemgrasland (LG007). Op de drogere kleigronden zoals op dijken en ruggen wordt het subhabitatype Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (*glanshaver*) gevonden met onder meer Goudhaver.

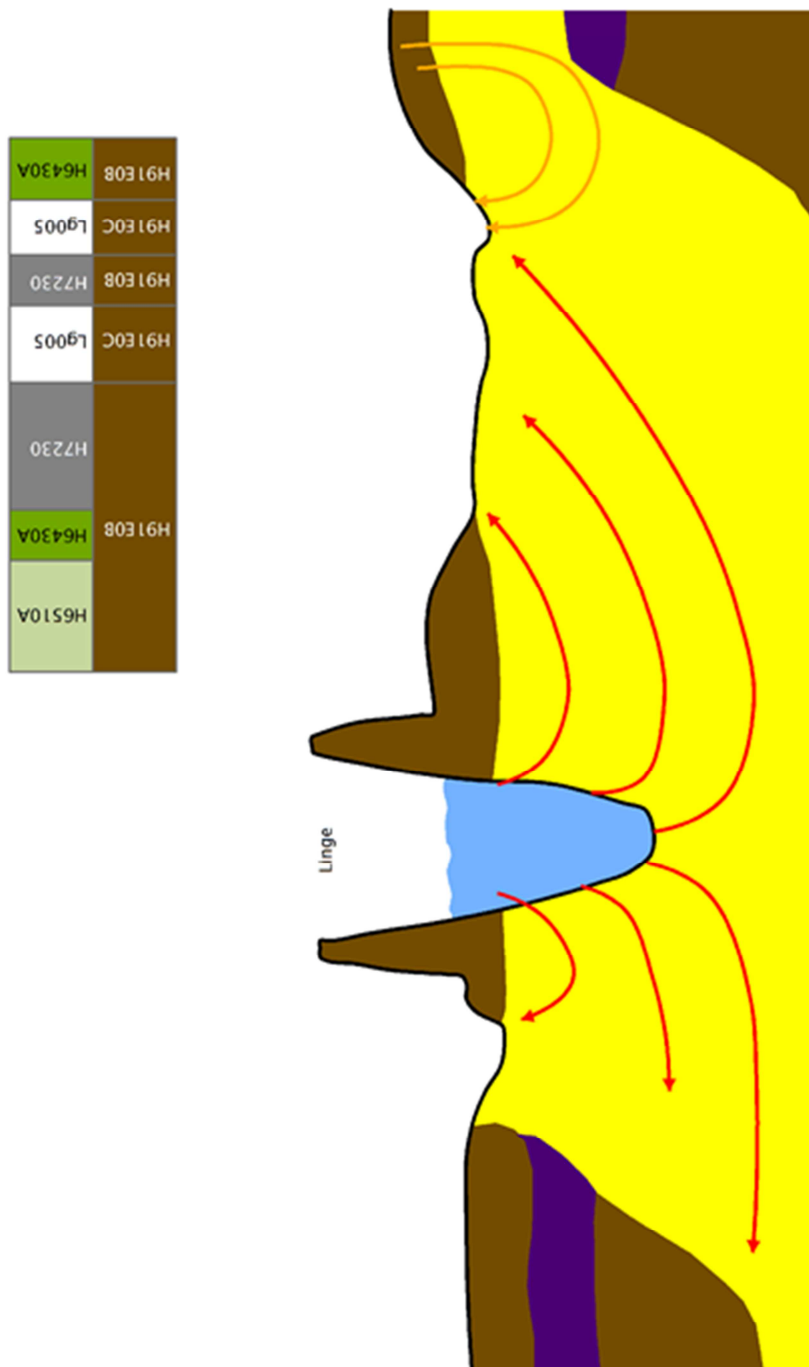
In de *Zouweboezem* (Figuur 10) vormen Blauwgraslanden (H6410) het mesotrofe element van de gradiënt. Ze zijn hier gebonden aan een smalle strook veengronden aan de voet van de boezem. Deze smalle strook is ontstaan na tichelen. Op de laagste plekken in deze strook, daar waar langdurige inundatie met een mengsel van grond- en regenwater optreedt, zijn Grote-zeggenmoerassen (LG005) tot ontwikkeling gekomen. In de hooggelegen, zeer natte boezem zelf zijn onder andere eutrofe Rietlanden (8Bb4) en Grote-zeggenmoerassen (LG005) in mozaïek met Vochtige alluviale bossen (*zachtouthooibossen*) aanwezig. In het open water wordt plaatselijk het habitatype 'Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden' (H3150) aangetroffen, dat hier gekenmerkt is door Krabbenscheer en Groot blaasjeskruid. In de polders naast de boezem is op de veenondergrond een kleidek afgezet. Daar zijn langs slootoevers plaatselijk nog Dotterbloemgraslanden (LG007) aanwezig. Er treedt nauwelijks inzijging op, terwijl de wortelzone van de vegetatie wordt gevoed met basenrijker slootwater. Het grondwaterregime is hier betrekkelijk weinig beïnvloed door de dieper ontwaterde omringende polders. Op plaatsen waar klei ontbreekt, kunnen zich blauwgraslanden ontwikkelen, indien wegzijging naar de ondergrond niet te groot is. Een groot deel van de percelen heeft een holle ligging. Daardoor kan in het centrum van de percelen langdurig regenwater stagneren op de slechtdoorlatende kleilaag. Hier kunnen onder schrale omstandigheden ook graslanden van het Zilver schoon-verbond (12Ba, LG 008) tot ontwikkeling komen. In de nabijheid van de dieper ontwaterde polders is op extensiever gebruikte percelen 'Kamgrasweide en bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeekleigebied' (LG 011) aanwezig.

Waar na tichelen kalkrijk zand aan maaiveld is komen te liggen zoals in de *Putten van Burlee (deel van het Natura 2000-gebied Zuider Lingedijk en Diefdijk-Zuid)* is alkalisch laagveen (kalkmoeras; H7230) aanwezig (Figuur 11). Vegetatiekundig behoort het tot de Associatie van Bonte paardenstaart en Moeraswespenorchis (9Ba5) en tot soortenarme gemeenschappen van Zeegroene zegge (RG *Carex flacca*-[*Caricion davallianae/Lolio-Potentillion anserinae*]). Op lagere plaatsen die tamelijk lang geïnundeerd zijn, zijn Grote zeggemoerassen (LG005) tot ontwikkeld. Ze behoren tot de Associatie van Scherpe zegge en zijn gekenmerkt door soorten die toestroming van grondwater indiceren (8Bc2b: *Caricetum gracilis comaretosum*). Wanneer dit type niet wordt gemaaid, ontwikkelt het zich op termijn tot Elzenbroek (Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*)), terwijl het Alluviale laagveen op de wat hogere en zandiger plekken zich zal ontwikkelen tot Vochtige alluviale bossen (*essen-jepebossen*). Langs de randen van diep uitgegraven putten (niet in de doorsnede) en op kleibodems zijn wilgenbossen aanwezig die gerekend worden tot de Vochtige alluviale bossen (*zachtouthooibossen*). De randen van en open plekken in deze alluviale bossen worden gevormd door vochtige Ruigten en zomen (*moerasspirea*). Op de zavelige oeverwal, waarin de tichelgaten liggen, komen Glanshaver- en vossenstaart-hooilanden (*glanshaver*, H6510A) voor.

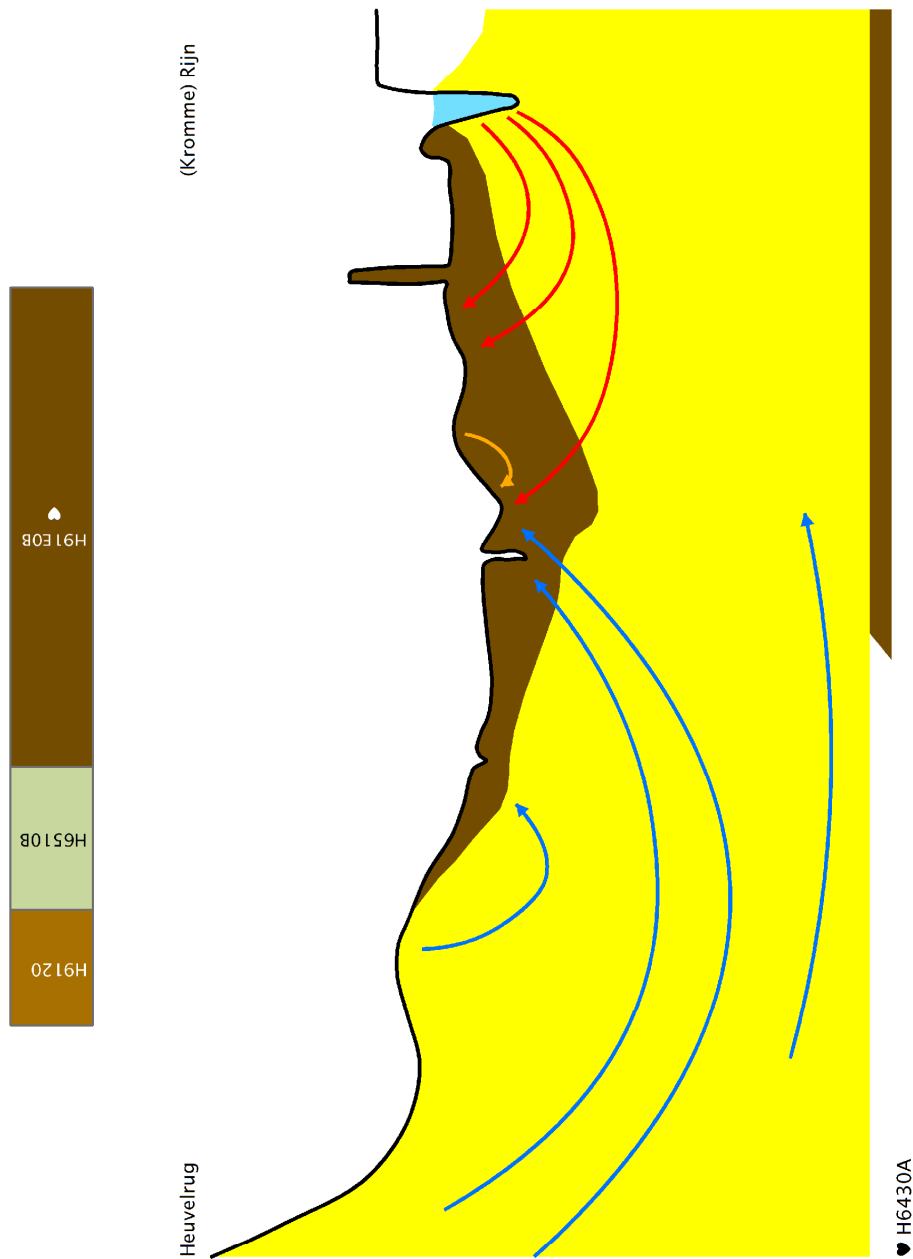
Kolland en Overlangbroek liggen grotendeels op kleibodems van respectievelijk de Neder-Rijn en Kromme Rijn (Figuur 12). Deze gronden zijn al lang in gebruik als hakhoutbossen die tot Vochtige



Figuur 10: Gradiënttype 4, kommen (grote rivieren binnendijks) – Zouweboezem. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.



Figuur 11: Gradiënttype 4, kommen (grote rivieren binnendijks) – Putten van Burlee. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.



Figuur 12: Gradiënttype 4, kommen (grote rivieren binnendijks) – Kolland en Overlangbroek. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

alluviale bossen (*essen-iepenbossen*; H91E0B) behoren (Horsthuis & Jansen 2011a,b). De bodem van de noordzijde van Kolland bestaat echter uit zandgronden waarop Beuken-Eikenbos (H9120) voorkomen. Op de plaatsen waar zavelige klei uitwigt over dit zand zijn zwak ontwikkeld Eiken-Haagbeukenbos (*hogere zandgronden*; H9160A) aanwezig (Horsthuis & Jansen 2011a,b). Op essenstammen in het hakhout van het *essen-iepenbos* is de zogenoemde Touwtjesmos-gemeenschap ontwikkeld. Randen en open plekken in dit bos behoren tot Ruigten en zomen (*moerasspirea*). Goedontwikkelde graslanden ontbreken in beide gebieden en zijn daarom niet opgenomen in Figuur 12.

Fauna

Vochtige alluviale bossen kunnen heel soortenrijk zijn. In bijvoorbeeld de Essenhakhoubossen op landgoed Kolland (Utrecht) kennen de bomen door het gevoerde hakhoutbeheer een grote leeftijdsvariatie (V6). In elke fase na het hakken treden weer andere vogels op de voorgrond (o.a. Prins et al. 2004). Ook de geleidelijke overgang van struweel met bijvoorbeeld Sleedoorn en Meidoorn naar graslanden en ruigten is positief voor de broedvogelrijkdom (V3). Een combinatie (V1) van broedbiotoop (vochtige bossen en struwelen) en kruidenrijke graslanden is van groot belang voor de Zomertortel. De toename van hoog productieve soorten ten koste van lage kruiden vormt vermoedelijk een belangrijke oorzaak voor de sterke achteruitgang van deze duif (SOVON, 2002). De afwisseling van bossen en vochtige graslanden (V1) is eveneens van groot belang voor de Ringslang: de bossen worden gebruikt als overwinteringsbiotoop, de randen om nesthopen te maken en de graslanden om te jagen.

Grote-zeggenmoerassen (LG005) komen voor op langdurig overstroomde plekken in de gradiënt (V2). Ze vormen een belangrijk leefgebied voor de Zeggekorfslak (Gmelig Meyling et al. 2006, Killeen 2003). In rijk begroeide stilstaande wateren kunnen drijvende plantenresten zorgen voor geschikte broedplaatsen voor Zwarte stern. Deze soort heeft tegelijkertijd voldoende rijk foerageergebied (rijk aan vis en watermacrofauna) nodig (V1). Begroeiingen van Krabbenscheer kunnen geschikt zijn als voortplantingsbiotoop voor de Groene glazenmaker. Deze libel vraagt echter ook om een geschikt landbiotoop (V1, F1). In open landschappen met voor de Groene glazenmaker geschikte Krabbenscheervelden, is het ontbreken van een geschikt landbiotoop meestal een knelpunt voor het voorkomen van deze soort (De Jong, 2000).

Sturende processen

- Het uittreden van grondwater – vanwege de lage ligging van de getichelde binnendijkse gebieden ten opzichte van hun omgeving – is een cruciaal proces voor de instandhouding van de vele in de kommen aanwezige habitattypen.
- De aanwezigheid van oude, zandige en niet te diep onder het maaiveld gelegen stroomruggen met hun betere doorlatendheid in de voornamelijk met klei en zavel opgevulde riviervlaktes kan voor gerichte grondwaterstroming zorgen, zeker wanneer rond deze ruggen ook nog betrekkelijk goed doorlatende veenpakketten liggen (Zouweboezem en Zuider Lingedijk). De motor achter deze grondwaterstroom is het potentiaalverschil tussen de hoge rivierpeilen en de lager gelegen reservaten.
- De herkomst van dat grondwater kan verschillen, afhankelijk van de positie van het reservaat in het (omringende) landschap:
 - Polder- en boezemkwel, zijnde lokale grondwatersystemen. Regen- en (aangevoerd) oppervlaktewater infiltreren in de hogere omringende polders en / of boezem en kunnen

na bodempassage als grondwater uittreden in de naast- of nabij gelegen lage gronden. Zo wordt het voorkomen van blauwgrasland aan de randen van de Zouweboezem gestuurd door kwel vanuit de boezem (Aggenbach & Jalink 1992). Het voorkomen van andere habitattypen ten oosten van de boezem wordt vooral gestuurd door de afwezigheid van een sterke inzijging (hydrologisch neutrale gebieden). Dat slechts een geringe wegzijging optreedt ondanks de gehanteerde lage polderpeilen hangt samen met de opwaartse druk van het rivieroevergrondwater van de Lek in het onderliggende watervoerende pakket. Uiteraard kan er ook grondwater van de lage, getichelde gronden naar de omgeving stromen, indien die omgeving lagere peilen kent. Ten dele is dit een natuurlijk proces onder invloed van polderpeilverschillen: naast een kwelzijde moeten deze laaggelegen gronden zonder oppervlakkige afvoer ook een wegzijgzijde kennen (zie verder onder Knelpunten);

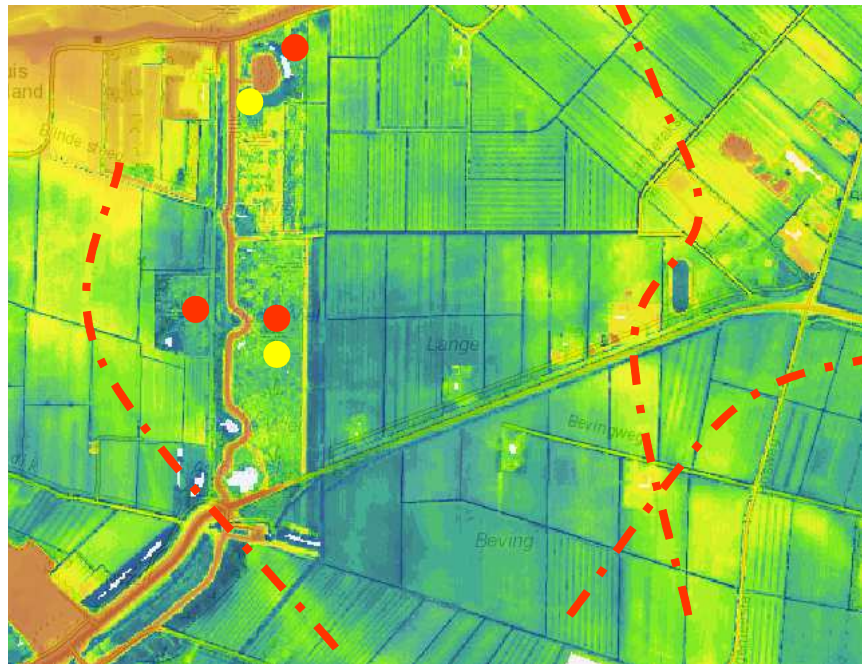
- Rivierkwel of kwel van oevergrondwater: Regen- en oppervlaktewater infiltreren in de rivier en de uiterwaarden vanwege hun hoge ligging ten opzichte van de binnendijkse polders. Dit zogenoemde oevergrondwater stroomt naar die binnendijkse terreinen en treedt daar uit. Deze kwel kan tijdelijk van aard zijn en alleen bij hoge rivierstanden optreden. Dan ontstaat tijdelijk een potentiaalverschil met de binnendijkse lage gronden met lage polderpeilen. In de nabijheid van de rivier kan kwel van oevergrondwater als een lokaal proces worden beschouwd; op grotere afstand van de rivier als bovenlokaal omdat daar bovenop het oevergrondwater lokale grondwatersystemen van polders en boezems liggen;
- Kwel van bovenlokaal, basenrijk grondwater dat is ingezegen in de Utrechtse Heuvelrug zoals die optreedt aan de hoge zijde van Kolland en Overlangbroek (Horsthuis & Jansen 2011a,b);
- In veel van de besproken gebieden treedt kwel van grondwater op van verschillende herkomsten. In tekstkader 1 wordt dat voor de verschillende binnendijkse Natura 2000-gebieden geïllustreerd.

Standplaatscondities

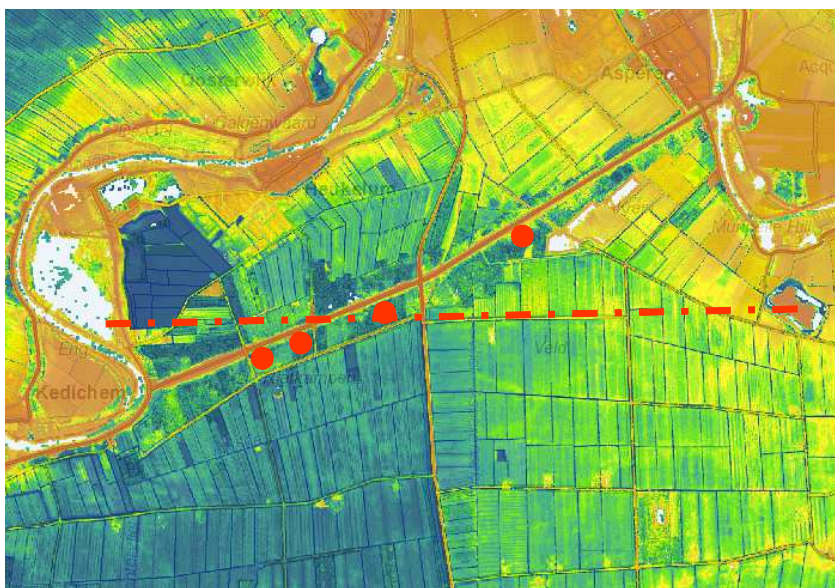
Als basenrijk en meso- tot zwak eutroof zijn de standplaatsen te karakteriseren van de habitattypen Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150), Blauwgraslanden (H6410), Overgangs- en trilvenen (trilvenen; H7140A), Alkalisch laagveen of Kalkmoerassen (H7230), Eiken-Haagbeukenbos (*hogere zandgronden*; H9160A) en Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen; H91E0C) alsmede van de leefgebieden Dotterbloemgrasland van veen en klei (LG007) en Grote-zeggenmoeras (LG005) met mesotrafente soorten. Hoewel hun grondwaterregimes sterk verschillen, zorgt allereerst kwel van basenrijk en fosfaatarm grondwater voor de instandhouding van de basenrijke en mesotrofe standplaatscondities. Indien ze voorkomen op locaties die duidelijk hoger liggen of een duidelijk hoger waterpeil hebben dan hun omgeving, zoals de meeste boezems, dan is inzijging het overheersende proces. Watertekorten worden dan aangevuld door aanvoer van oppervlaktewater uit de omringende polders, vanuit kanalen of rivieren.

Een derde factor die kan zorgen voor de instandhouding van de genoemde standplaatscondities is een hydrologische neutrale karakter d.w.z. de afwezigheid van inzijging op jaarbasis – er treedt gemiddeld noch kwel noch wegzijging op (Spieksma et al. 1995, Van Diggelen 1998). In hydrologisch neutrale gebieden, voornamelijk vlakke gebieden in het laagveen- en rivierengebied

van ons land, treedt amper verzuring op doordat de aanwezige basen in het systeem aanwezig blijven als gevolg van een ongeveer even grote op- als neerwaartse beweging van het



Figuur 13: De verspreiding van Grote boterbloem, Holpijp, Waterdrieblad, Dotterbloem in de Boezem van Brakel. (rood = veel, geel = weinig). Deze soorten zijn gebonden aan hoge grondwaterstanden en (zeer) basenrijke omstandigheden (Aggenbach & Jalink 2005) en komen vooral voor in de lage, diep getichelde delen. Op deze lage delen treedt langdurig basenrijk grondwater uit in of nabij maaiveld waardoor aan de standplaatscondities van deze soorten wordt voldaan. Aan de west- en oostzijde van het reservaat liggen oude, hogere stroomruggen (Provincie Gelderland 1994). Bij de kwel in het reservaat speelt de westelijke rug een belangrijk rol (Hartog 1993).



Figuur 14: De verspreiding van Grote boterbloem, Holpijp, Dotterbloem, Blaaszegge, Brede orchis en Kleine valeriana in de Zuiderlinge dijk. Deze soorten zijn gebonden aan hoge grondwaterstanden en (zeer) basenrijke, meso- tot zwak eutrofe omstandigheden (Aggenbach & Jalink 2005). Ze komen vooral voor in de lage, diep getichelde delen. Hier treedt langdurig basenrijk grondwater uit in of nabij maaiveld. Het grondwater is afkomstig van de omringende hoger gelegen polders en oeverlanden van de Linge. Kwel van Linge-oevergrondwater wordt vermoedelijk gestuurd door een ondiepe, zandige stroomrug (schematisch weergegeven als een rode onderbroken lijn). De verspreiding van deze soorten in het reservaat vertoont een opmerkelijke samenhang met deze rug (Jongman 2004, Everts et. al. 1990). De diepe polder in het noordwesten draineert het reservaat waarschijnlijk.

- In de *Boezem van Brakel* (Figuur 13) en in de *Zuider Lingedijk* (Figuur 14) illustreert de verspreiding van plantensoorten van meso- tot zwak eutrofe standplaatsen binnen overigens (zeer) voedselrijk milieu het belang van kwel uit stroomruggen. Bij de Boezem van Brakel speelt daarnaast aan de noordzijde waarschijnlijk ook kwel van oevergrondwater uit de Waal. In de Zuider Lingedijk wordt de kweldruk in de zandige stroomrug vermoedelijk gestuurd door infiltrerend water uit de Linge zowel aan de oost- als aan de westzijde van het reservaat. Het uittreden van grondwater wordt daar vanwege niet gehinderd door een slecht doorlatende kleilaag; deze is verdwenen door tichelen. Oevergrondwater kan zo opstijgen door de omhoog wiggende zandige stroomrug en kan vervolgens via het betrekkelijk goed doorlatende veen de wortelzone en het maaiveld van de lagere plekken bereiken. De stijghoogte van dit oevergrondwater is zo hoog dat zelfs betrekkelijk hoog gelegen delen – zelfs hoger dan het aangrenzende polderland – nog wat grondwater ontvangen. De belangrijkste concentraties van mesotrafente soorten bevinden zich echter in de laagste delen, aan de zuidzijde van de dijk (Figuur 14). Door de relatief hoge ligging van het westelijk deel treedt aan de randen wegzijging op naar de aangrenzende polders. Daar waar aan de randen van het reservaat de peilverschillen tussen de polders en het reservaat het grootst zijn komt Waterviolier voor (Everts et al. 1990). Deze soort is indicatief voor deze lokale grondwaterstroming.
- Ook in de *Kornsche Boezem* speelt kwel van rivieroevergrondwater via oude stroomruggen een belangrijke rol. Deze stroomruggen zijn in het zuidwesten het hoogst en hellen af naar het noordoosten, overeenkomstig met de richting van de regionale grondwaterstroming (Gebiedsteam Pompveld & Kornsche Boezem 2009). Vooral ten (noord)oosten van het reservaat liggen lagere polders met lage polderpeilen. Tevens zal kwel van lokaal grondwater, hoofdzakelijk afkomstig uit de hoge stroomruggen ten westen van het reservaat, de standplaatscondities van de grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden in het zuidwestelijke deel van het reservaat bepalen. Dit lokale grondwater is naar verwachting basenrijk vanwege de doorstroming van basenrijke rivierzanden. De lage polderpeilen ten oosten van het reservaat zorgen voor inzijging in het oostelijke deel van het reservaat. Dat water zal in de oostelijke polders uittreden in de sloten met lage peilen. De aldus ontstane grote watertekorten worden gecompenseerd met de inlaat van water in het slotenstelsel van het reservaat. Dit water is basenrijk en betrekkelijk schoon (Gebiedsteam Pompveld & Kornsche Boezem 2009). Uit het verspreidingspatroon van Liesgrasdominanties blijkt echter dat het water niet voedselarm genoeg is voor hoogwaardige slootbegroeiingen van het habitatype Meren van Kabbenscheer en fonteinkruiden (Tolman et al. 1993).
- De *Putten van Burlee* worden gevoed door oevergrondwater vanuit de Linge. Verder zal kwel van grondwater uit de omliggende hoog gelegen polders een rol spelen. Hoewel beide grondwaterstromingen waarschijnlijk (zeer) voedselrijk zullen zijn, zorgt de doorstroming van de kalkrijke zandondergrond voor vastlegging van fosfaat en zal nitraat vanwege gereduceerde omstandigheden in het watervoerend pakket gedenitrificeerd worden.
- Naast kwel van bovenlokaal, basenrijk grondwater afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug kent *Kolland* een bijzonder sterke voeding van oevergrondwater van de Neder-Rijn (Horsthuis & Jansen 2011a). *Overlangbroek* ligt op grotere afstand van de Neder-Rijn dan Kolland. De invloed van uittredend rivieroevergrondwater is er minder groot. Aan de zuidzijde draagt kwel van lokaal grondwater uit de oeverwal van de Neder-Rijn bij aan de instandhouding van het grondwaterregime van Alluviale bossen (*essen-ijepbossen*; Horsthuis & Jansen 2011b).

Tekstkader 1: Grondwatersystemen en binnendijkse Natura 2000-gebieden.

oppervlakkige grondwater en bodemvocht. Zulke gebieden liggen niet heel veel hoger dan hun omgeving en hun waterpeil wijkt niet al te sterk af van dat van hun omgeving. Daardoor zijn de verschillen tussen de laagste en hoogste grondwaterstand beperkt (Spieksma et al. 1995). Eventuele (geringe) verliezen aan basische stoffen werden in hydrologisch neutrale gebieden vroeger aangevuld via winterse overstromingen van rivier- of beekwater, en/of een mengsel van grond- en regenwater (Spieksma et al. 1995, Jansen et al. 2000, Aggenbach & Jalink 2005). Wegens de tot ver in de negentiende eeuw beperkte uitslagcapaciteit konden de komgebieden de hele winter blank staan (De Jonge 1954, Van Zomeren 2006). De hoge (getrapte) boezems waren onderdeel van het uitslagsysteem; het water werd met windmolens trapsgewijs opgeleid opdat het kon worden geloosd op de rivier (Spieksma et al. 1995, Aggenbach & Jalink 2005). Met de komst van de krachtige stoomgemalen werden de hoge boezems overbodig en verlaten. Het open, basenrijke water in de boezem verlandde geleidelijk (Aggenbach & Jalink 2005). Op de meest zure en hoogstens vochtige standplaatsen op zure zandbodems, die de overgang vormen naar de hogere zandgronden, komen Beuken-Eikenbossen (H9120) voor. Aan de andere zijde van het standplaatspectrum staan de rietmoerassen (8Bb4), het Grote-zeggenmoeras (LG005) en de Vochtige alluviale bossen (H91E0), die zeer natte tot natte, (zeer) basenrijke en (zeer) voedselrijke standplaatsen innemen. De rietmoerassen, het Grote-zeggenmoeras en het subhabitatype *zachtouthoutoibossen* (H91E0A) komen voor op natste standplaatsen, met de sterkst wisselende grondwaterstanden. Ze zijn jaarlijks en langdurig geïnundeerd. Ook het subhabitatype *beekbegeleidende bossen* (H91E0C) komt voor op zeer natte standplaatsen, maar met minder sterk schommelende grondwaterstanden. Het is eveneens jaarlijks geïnundeerd, maar minder langdurig dan de voorgaande typen, en is in dit gradiënttype gebonden aan veenbodems, terwijl de *zachtouthoutoibossen* hoofdzakelijk op kleibodems voorkomen. Het subhabitatype *essen-lepenbossen* (H91E0C) komt voor op de droogste standplaatsen met een hoge grondwaterstand (in de winterperiode; met soms kortstondige inundaties) en een voorjaarsgrondwaterstand van rond de 0,25 m -maaiveld en een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) tussen de 0,50 en 0,80 m -maaiveld. Deze zeer zeldzame en sterk bedreigde Touwtjesmos-gemeenschap (*Anomodonto-Isothecietum*) komt voor op oude essenstoven in de essen-lepenbossen. Deze gemeenschap van mossen en kostmossen is gebonden aan luchtvochtige en schaduwrijke omstandigheden (Greven 2007). De kenmerkende mossoorten zijn redelijk bestand tegen een periodiek sterk wisselende lichtklimaat, dat inherent is aan de intensieve kapcyclus van hakhoutbossen. Verder is het basengehalte van de schors van de essenstobben van groot belang. De bron van de basen bestaat uit opgespatte bodemdeeltjes. Dat vraagt om een goed gebufferde bovenste bodemlaag met een hoge pH, niet alleen om de aanvoer van voldoende basenrijke bodem te garanderen maar ook om de vorming van verzuurde strooisel- en humuslagen tegen te gaan (Horsthuis & Jansen 2011a,b). De graaf- en woelactiviteit van zoog- en andere dieren is eveneens van belang bij de instandhouding van kale, minerale kleibodems. Zij brengen vers, nog niet oppervlakkig verzuurd bodemmateriaal naar boven. De Alluviale bossen worden omzoomd door Ruigten en zomen (moerasspirea; H6430A), die - vanzelfsprekend - dezelfde standplaatscondities kennen als de subhabitattypen die ze begeleiden. De Glanshaver- en vossenstaarthooidanden (H6510) die op zavelige bodems (subhabitatype glanshaver) dan wel op zware kleibodems (subhabitatype grote vossenstaart) zijn eveneens te karakteriseren als eutrafant en basenminnend en gebonden aan hoogstens vochtige standplaatsen die kortstondige inundatie verdragen.

Voor specifieke informatie over de standplaatscondities van de afzonderlijke habitattypen zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats).

Knelpunten

Verdroging

- In dit gradiënttype is verdroging de belangrijkste oorzaak van de achteruitgang van de kwaliteiten van grondwaterafhankelijke habitattypen van basenrijke en meso- tot zwak eutrofe standplaatsen (zie [Aggenbach & Jalink 1992](#), [Gebiedsteam Pompveld & Kornsche Boezem 2009](#), [Hartog 1993](#), [Horsthuis & Jansen 2011a,b](#), [Tolman et al. 1993](#)). Zo bestaat in de Zuider Lingedijk het 33 hectare grote areaal zachthoutooibossen (H91E0A) voor 15 ha uit verdroogde typen met Hennegras, Grote brandnetel en bramen en het 37 ha grote areaal van beekbegeleidende bossen (H91E0C) voor 22 ha (dat is 60%) uit verdroogde typen ([Jongman 2004](#)). De verdroging is het gevolg van:
 - Zeer lage waterpeilen in de omringende polders, wat leidt tot:
 - ✓ Daling van de grondwaterstanden zorgt voor een versterkte mineralisatie van de meestal humusrijke toplaag van de bodem. Dit leidt tot een grotere nutriëntenbeschikbaarheid. Het gevolg is een afname van soorten die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden en een toename van hoogproductieve, soorten van drogere, hoogstens vochtige omstandigheden. Het gaat zowel om ruigtekruiden als struiken en boomsoorten. Het bestrijden hiervan – voor zover al mogelijk – vraagt om een hogere, en vanwege de natte en kwetsbare bodem zeer kostbare beheerinspanning;
 - ✓ Het verminderen of zelfs verdwijnen van kwel aan maaiveld in de natuurgebieden. Kwel van grondwater treedt alleen nog – en in sterkere mate – op in de sloten in de omringende polders. Wanneer kwel het maaiveld en/of de wortelzone van de vegetatie niet meer kan bereiken neemt de invloed van neerslagwater toe en treedt verzuring op van de bovenste bodemlaag. Het gevolg is dat soorten van natte basenrijke standplaatsen achteruitgaan en uiteindelijk zelfs verdwijnen en worden vervangen door soorten van zuurdere en meestal drogere standplaatsen;
 - ✓ Het verminderen of zelfs verdwijnen van kwel aan maaiveld in de natuurgebieden leidt eveneens tot eutrofiëring. Niet alleen omdat de grondwaterstanden dalen (zie boven), maar ook omdat minder in het grondwater opgelost ijzer de wortelzone van de vegetatie kan bereiken. Het gevolg is dat de fosfaatbeschikbaarheid geleidelijk toeneemt en daarmee de productiviteit van de vegetatie (zie verder hierboven);
 - ✓ (indirecte) Bedreiging van de zeldzame Touwtjesmosgemeenschap die voorkomt op essenstammen binnen de essen-ïepenbossen. Onder invloed van verzuring als gevolg van verdroging ontwikkelt zich een dikkere humuslaag ([Hommel et al. 2012](#)). Zo'n laag is veel elastischer dan klei, waardoor minder basen- en lutumrijk water tegen de stammen zal kunnen opspatten. De voorraad voedingsstoffen in deze dikkere humuslagen is groter, waardoor zich hoogproductieve soorten vestigen en de essenstammen sterker beschaduwd raken. Ook dat doet de groeiomstandigheden van de Touwtjesmos-gemeenschap verslechteren.
- Ligging van diep ontwaterde polders tussen de rivier (het inziggebied) en de boezems zoals het geval is in het westelijk deel van de Zuider Lingedijk. Daardoor wordt een deel van het grondwater afgevangen dat anders in de lage delen van het reservaat via kwel het maaiveld

had bereikt. De gevolgen komen overeen met die van zeer lage waterpeilen in de omringende polders;

- Diepe watergangen binnen de Natura 2000-gebieden zelf omdat er nog intensieve landbouw plaatsvindt (Horsthuis & Jansen 2011a). De landbouw is ter plekke alleen mogelijk onder sterk gedraineerde omstandigheden. Het gevolg is dat het basenrijke rivieroevergrondwater het maaiveld van de percelen met iepen-essenbossen nergens meer bereikt waardoor verzuring en op de kleigronden bovenal vermesting optreedt. Na het hakken van de essenstoven dringt bovendien extra licht door op de bodem, wat zorgt voor een verdere versterking van de mineralisatie van organisch materiaal. Na het hakken ontwikkelen zich veelal ondoordringbare braambegroeiingen (Horsthuis & Jansen 2011a). Zie verder onder het eerste aandachtsbolletje.

Verzuring

- Verzuring in dit gradiënttype hangt vooral samen met verdroging (zie boven):
 - Het meest kwetsbaar voor verzuring zijn de vlakke polders (zoals die ten oosten van de Zouweboezem). Deze van oorsprong grotendeels hydrologisch neutrale gebieden zijn zeer gevoelig voor veranderingen in het peilbeheer van de aangrenzende polders. Geringe veranderingen kunnen al zorgen voor een omslag van hydrologisch neutrale omstandigheden naar een wegzijgingsregime. Basen verdwijnen zo uit de bovenste bodemlagen die dan verzuurt. De oorspronkelijk basenminnende soorten verdwijnen en worden vervangen door zuurminnende. Oorspronkelijke goed ontwikkelde Blauwgraslanden zijn vanwege dit geleidelijke verzuringsproces grotendeels vervangen door soortenarme fragmenten waarin Moerasstruisgras en veenmossen het aspect bepalen. De resterende kenmerkende soorten zijn teruggedrongen naar de wat hogere slootranden en kopjes (Van Diggelen 1998, Jansen et al. 2000).
 - De boezems zelf zijn eveneens zeer verzuringsgevoelig. Ze zijn hoger komen te liggen dan hun omgeving onder invloed van de lagere peilen in de omliggende polders. Door oxidatie en klink daalt het maaiveld van de sterker ontwaterde polders meer dan dat van de natte boezems. Dat proces is al eeuwenlang aan de gang, maar versneld door de vele en grote peilverlagingen in de tweede helft van de twintigste eeuw, vooral tijdens de uitvoering van ruilverkavelingen. Toen de boezems hun functie verloren als tijdelijke opslagplaats van basenrijk polderwater trad er geen voortdurende aanvulling meer op van de basenvoorraad in de bodem. Wegzijging werd nu overheersend waardoor zich in de bovenste bodemlaag van de boezem een steeds dikkere neerslaglens kon vormen (Jansen et al. 2000). Hoe diep de bovenste bodem verzuurd is geraakt, is afhankelijk van het tijdstip van uitgebruikname van de desbetreffende boezem, de grootte van de basenvoorraad in de bodem en de verticale weerstand tegen wegzijging (De Mars 1996, De Mars et al. 1996). Het wegzijgen van water leidt in deze situatie niet alleen tot verzuring maar ook tot een snelle daling van de grondwaterstanden in het zomerseizoen. Om verzuring en te snelle daling van de grondwaterstanden in de boezems enigszins tegen te gaan wordt water van elders aangevoerd. Wanneer dit, zoals in de Brakelse boezem (Hartog 1993), niet gebeurt, verzuren ook de lagere delen met hun basenminnende, mesotrafente vegetatie. De aanvoer van water kan de verzuring echter maar gedeeltelijk bestrijden. Het aangevoerde oppervlaktewater infiltreert in de sloten, maar wegens het grote potentiaalverschil met de omringende polders en de weerstand van veen tegen waterindringing bereikt dit basenrijke water echter slechts een smalle zone langs de watergangen (Van Duren et al. 1998, Jansen et al. 2000).

Vermesting

- Om de dalende grondwaterstanden als gevolg van wegzijging uit de hoger gelegen boezems te compenseren is inlaat van oppervlaktewater noodzakelijk. Dat oppervlaktewater kan bestaan uit water uit de omringende polders (Kornsche boezem) of uit rivierwater dat via één of meerdere grote watergangen uiteindelijk naar de haarvaten van het oppervlaktewatersysteem wordt getransporteerd (Zouweboezem; Zuider Lingedijk). Het ingelaten water is meestal zeer hard en voedselrijk en vaak ook sulfaatrijk (Lamers et al. 1996, Lamers z.j.). Hiervan profiteren soorten van (zeer) harde en (zeer) eutrofe wateren ten koste van die van (matig) harde en meso- tot zwak eutrofe wateren. Ter illustratie: in de sloten in de Zuider Lingedijk is Liesgras in 2004 een van de weinige nog frequent aangetroffen soorten, terwijl soorten van basenrijke en voedselarmere omstandigheden onder invloed van waterinlaat sinds 1989 sterk achteruit zijn gegaan (Jongman 2004). Ook in de Kornsche boezem blijkt de verspreiding van Liesgras in het slotenstelsel samen te hangen met de inlaat van oppervlaktewater (Tolman et al. 1993).

Beheer

- Het beheer van de zeggenmoerassen en natte graslanden is complex (geen zware en grote apparatuur) en derhalve kostbaar. Vanwege verdroging neemt de productiviteit toe en breiden ruigten en struwelen zich uit. Het gevaar van verbossing en verlies van areaal van zeggenmoerassen en graslanden is daarom groot.

Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna:

- Een algemeen probleem voor de fauna dat voortvloeit uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek (V1b), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

Herstelmaatregelen

Herstel oppervlakte- en grondwaterhuishouding

- Herstel van de waterhuishouding in en in de omgeving van die natuurgebieden door het verhogen van de grond- en oppervlaktewaterstanden en het herstel van kwel naar maaiveld of de wortelzone om verdroging, verzuring en vermesting te bestrijden door:
 - In het natuurgebied zelf de watergangen (sloten, greppels beken) te verondiepen of te dempen en buisdrains dicht te maken. Dit vraagt om uitplaatsing van landbouwbedrijven of een herpositionering van de landbouwgronden;
 - Het omleiden van diepe 'landbouwdoorvoersloten';
 - Verhoging van de polderpeilen in de omgeving van de natuurgebieden om zo weer kwel aan maaiveld of in de wortelzone te verkrijgen dan wel de mate van wegzijging te beperken waardoor de hoeveelheid ingelaten water kan worden verminderd. Is het verschil in hoogteligging tussen natuurgebied (boezem) en omringende polders groot, dan heeft het verhogen van de polderpeilen in de omringende polders weinig effect (Spieksma et al. 1995).

Herstel c.q. verbetering van de oppervlaktewaterhuishouding

- Herstel van de grondwaterhuishouding is niet altijd mogelijk en soms zelfs niet zinvol. In zulke gevallen vormt herstel dan wel verbetering van de oppervlaktewaterhuishouding een tweede, next-best optie. Het gaat om:
 - Herstel van overstromingen met slibarm, basenrijk en zeer fosfaat- en sulfaatarm oppervlaktewater (Hoogendoorn et al. 1996, Van Diggelen et al. 1996, Van Diggelen 1998, Van Duren et al. 1998, Jansen et al. 2000, Kemmers et al. 2007). Met deze maatregel bestaat tot op heden weinig ervaring. Dit is een **kennislacune**;
 - Inlaat van basenrijk, maar zeer fosfaat- en sulfaatarm water in de zomer via een fijnmazig stelsel van sloten wanneer het verschil in hoogteligging tussen natuurgebied (boezem) en omringende polders groot is (zie boven). Hiermee kan de achteruitgang van Blauwgraslanden en Dotterbloemhooilanden worden gestopt, terwijl langs de greppels zelfs enige verbetering van de kwaliteit kan optreden (Van Diggelen et al. 1996, Van Duren et al. 1998, Jansen et al. 2000).

Beheer

- Verdroging en vermesting leiden tot productieve begroeiingen en bevorderen boomopslag en daarmee de uitbreiding van struweel en bos. Dit vraagt om intensivering van het beheer, waarbij het maaien van de natste delen met lichte maaiapparatuur dient plaats te vinden om zo compactie van de bodem en diepe spoorvorming tegen te gaan. Voor insecten en insectenetende vogels is fasering van het maai-beheer noodzakelijk, waarbij ongeveer 10% van de vegetatie in de winter blijft staan. Indien opslag van houtige soorten in Grote-zeggenmoerassen optreedt, is voor de Zeggekorfslak eens in de twee-vier jaar maaien gewenst, waarbij eveneens ongemaaide stukken blijven overstaan;
- Op sommige plekken kan het tijdstip van het maaien vervroegd worden. Zo werd het Alkalisch laagveen in het natuurgebied Putten van Buren in de jaren 1990 zeer laat in het seizoen gemaaid. Het maaitijdstip was afgestemd op de zaadsetting van Moeraswespenorchis. Vanwege het zeer late maaitijdstip kon in droge zomers de elzenopslag tot twee meter hoogte uitgroeien (eigen waarnemingen A.J.M. Jansen). Door de combinatie van verdroging en lichtgebrek onder invloed van een te laat maaitijdstip is de kwaliteit van het Alkalisch laagveen ter plekke ernstig achteruitgegaan (Jongman 2004). In geval van deze (en andere) zeer bijzondere en kwetsbare begroeiingen is bij zulke heftige concurrentieverhoudingen tussen kruidachtigen en houtige gewassen het handmatig afzetten van de elzenopslag in combinatie met gefaseerd maaien (sommige delen vroeger, andere later in het seizoen) onontkoombaar.

Aandachtspunten

Bij het nemen van maatregelen gelden de volgende aandachtspunten:

- Herstel van de volledige gradiënt is in binnendijkse (kom)gebieden, gelet op andere belangen, meestal geen optie. Dit heeft tot gevolg dat de oorspronkelijke grondwaterstromen niet goed hersteld kunnen worden en vernatting met oppervlaktewater vaak als enige mogelijkheid overblijft. (Van Diggelen et al. 1996, Van Duren et al. 1998);
- Door het verhogen van de grondwaterstanden in de hogere delen van de boezem kunnen lokale grondwaterstromen geactiveerd worden waardoor in de lagere delen lokale kwel van basenrijk en mesotroof grondwater kan gaan optreden. Hiermee bestaat echter nauwelijks ervaring (**kennislacune**) en onbekend is hoe groot de mogelijkheden daarvoor zijn in de meestal kleine reservaten;

- Bij maaiveldverlaging door afgraving van de toplaag in de nabijheid van bestaande grondwaterafhankelijke natuurgebieden is een zorgvuldige afweging nodig om het risico van verdrogingssschade aan het bestaande natuurgebied te voorkomen (Runhaar 1999). Door afgraven van de bovenste bodemlaag kan het nieuwe natuurgebied lager komen te liggen dan het oude, waardoor grondwater in mindere mate naar het oude deel van het natuurgebied zal stromen. Het gevolg is dat daar de standen (iets) zullen dalen en de kwel van grondwater, vooral in gebieden met een geringe overdruk, zal verminderen. Het afgraven van (delen van) een bestaand, verdroogd natuurgebied om aldus dicht bij het grondwater te komen is een onomkeerbare, laatste optie met veel neveneffecten, zoals op fauna, verlies van zaadkapitaal en vervlakking van microreliëf. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregel op standplaatsschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats). Door het uitvoeren van bodemkundig vooronderzoek op basis waarvan beargumenteerd in het ene geval wel en in het andere niet overgegaan wordt tot afgraven en door het creëren van hydrologisch neutrale omstandigheden kunnen soortenrijke Blauwgraslanden worden hersteld (Kerkhof 2006);
- Het afgraven van veraarde veengronden wordt in binnendijkse (kom)gebieden alleen aanbevolen, indien de fosfaatrijke laag heel dun is. Dan zijn er perspectieven voor herstel van grondwaterafhankelijke gemeenschappen van meso- tot (zwak) eutrofe omstandigheden zoals Blauwgraslanden, Dotterbloemgraslanden en Grote-zeggenmoerassen. Wanneer de fosfaatrijke laag dik is, kan na plaggen toch nog een voedselrijke laag overblijven, waarin bij vernatting met sulfaat- of nitraatrijk oppervlaktewater of met neerslagwater achterblijvende fosfaatvoorraden gemakkelijk gemobiliseerd kunnen worden (Interne eutrofiëring: Lucassen et al. 2004, Smolders et al. 2006, Kemmers 2007). Bovengenoemde gemeenschappen kunnen dan niet ontwikkeld worden;
- Aanleg van helofytenfilters kan behulpzaam zijn bij het verminderen van de aanvoer van voedingsstoffen via het oppervlaktewater (Van Duren et al. 1998, Meuleman 1999);
- Indien grondwateronttrekkingen bijdragen aan verlaging van de grondwaterstanden of vermindering van kwel vanuit bovenlokale grondwatersystemen in binnendijkse gebieden leidt het stoppen, verminderen of verplaatsen van deze winningen in natuurgebieden veelal niet tot verbeteringen omdat de aldus versterkte opwaartse grondwaterstroom in diepe sloten en diep bemalen polder terecht komt (en wordt afgevoerd). De kostbare maatregelen aan grondwateronttrekkingen renderen alleen indien ook maatregelen in het oppervlaktewaterstelsel worden genomen (Van Loon et al. 2009).

Voorbeelden

Algemeen over boezemlanden:

Aggenbach & Jalink (2005).

Gebieden:

Gelderland: Putten van Burlee; Kleiputten van Buren, Brakelse Boezem

Gelderland / Zuid-Holland: Zuider Lingedijk & Diefdijk; Zouweboezem

Utrecht: Kolland; Oud-Kolland; Overlangbroek

Noord-Brabant: Kornsche boezem

Literatuur

- Aggenbach, C.J.S & M.H. Jalink 1992. Ecologisch onderzoek locatie Lexmond. Een studie naar de ecologische effecten van de voorgenomen uitbreiding van de winning bij pompstation De Laak te Lexmond van 8 naar 12 miljoen m³/jaar. Kiwa-rapport SWO 91.308. Kiwa, Nieuwegein.
- Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink 2005. Boezemlanden. Deel 9 in de reeks Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en vermesting van plantengemeenschappen. Staatsbosbeheer Driebergen.
- Cohen, K.M., E. Stouthamer, W.Z. Hoek, H.J.A. Berendsen & H.F.J. Kempen 2009. Zand in banen – Zanddiepte kaarten van het Rivierengebied en het IJsseldal in de provincies Gelderland en Overijssel. Provincie Gelderland, Arnhem.
- De Jong, Th. H., 2000. Soortenbeschermingsplan voor Krabbescheer en Groene glazenmaker. Provincie Utrecht.
- De Jonge, L.J.A. 1954. *Verkommerd land. Naar een nieuwe welvaart in een oude landstreek*. H.J. Paris, Amsterdam. pp. 56.
- De Mars, H. 1996. Chemical and physical dynamics of fen hydrology. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht.
- De Mars, H. A.C. Garritsen & C. van Elswijk 1996. Van veenrivier tot boezemwater. Probleem of oplossing voor natte natuur in het veenweidegebied? *Landschap* 1996 (3): 207–222.
- Everts, F.H., D.P. Pranger & N.P.J. de Vries 1990. Vegetatiekartering van het Natuurreservaat Nieuwe Zuiderlingedijk. Rapport 90/2 Everts & de Vries, Groningen.
- Gebiedsteam Pompveld & Kornsche Boezem 2009. Beheerplan Natura 2000 Pompveld en Kornsche Boezem. Werkdocument. Rapport Aequator Groen & Ruimte en Royal Haskoning, 's Hertogenbosch.
- Greven, H. 2007. Ontwikkeling van de bryoflora op de stoven in het essenhakhout van het Kromme Rijngebied over de jaren 1974, 1988, 2003 en 2007. Provincie Utrecht Afdeling Groen 23 pp.
- Gmelig Meyling, A.W., S.M.A. Keulen, R.H. de Bruyne & A. Boesveld, 2006. De Zeggekorfslak: bedreigd, maar wijder verspreid dan gedacht. *De Levende Natuur* 107 (6): 247–251.
- Killeen, I.J., 2003. Ecology of Desmoulin's Whorl snail. Conserving Natura 2000. Rivers. *Ecology Series* No. 6. English Nature, Peterborough.
- Hartog, P.S. 1993. Beheerplan Boezem van Brakel. Rapport 93/6 Everts & de Vries, Groningen.
- Hoogendoorn, J., A.C. Garritsen & J. van Bakel 1996. Kwel uit oppervlaktewater. Oppervlaktewater als mogelijke voeding in natte natuurterreinen. *Landschap* 1996 (3): 145–156.
- Horsthuis, M.A.P. & A.J.M. Jansen 2011a. Kolland. Een ecohydrologische systeemanalyse. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede.
- Horsthuis, M.A.P. & A.J.M. Jansen 2011b. Overlangbroek en Oud Kolland. Een ecohydrologische systeemanalyse. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede.
- Jansen, A.J.M., Grootjans, A.P. & M.H. Jalink 2000. Hydrology of Dutch Cirsio-Molinietum meadows: prospects for restoration. *Applied Vegetation Science* 3: 51–64. Jansen, A.J.M., Grootjans, A.P. & M.H. Jalink, 2000. Hydrology of Dutch Cirsio-Molinietum meadows: prospects for restoration. *Applied Vegetation Science* 3: 51–64.
- Jongman, M. 2004. Vegetatiekartering Nieuwe Zuiderlingedijk, Buren en Waarden bij Beusichem. Rapport EGG 520a, EGG consult, Groningen.
- Kemmers, R.H. 2007. Desorptie en absorptie van fosfaat na vernatting van veengrond uit het Hunzedal. Alterra-rapport 1575. Alterra, Wageningen.
- Kemmers, R., A.P. Grootjans, M. Bakker, G.J. Baaijens, J. Nijp & G. van Dijk 2007. Leidt bevoeiing van schraallanden tot eutrofiering? *De Levende Natuur* 108 (3): 127–131.

- Kerkhof, T.B.M. 2006. Nieuw schraalland in de Krimpenerwaard. *De Levende Natuur* 107 (4): 162–169.
- Lamers, L. z.j. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003–2006 (Fase 1). OBN-rapport. Directie Kennis, Ede.
- Lamers, L. A.F.M. Smolders, E. Brouwer & J.G.M. Roelofs, 1996. Sulfaatrijk water als inlaat water? De rol van waterkwaliteit bij maatregelen tegen verdroging. *Landschap* 1996 (3): 169–180.
- Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, J. van de Crommemacker & J.G.M. Roelofs 2004. Effects of stagnating sulphate-rich water on the mobility of phosphorus in freshwater wetlands. *Archiv für Hydrobiologie* 160: 117–131.
- Meuleman, A.F.M. 1999. Performance of treatment wetlands. Proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Prins, D., H. Runhaar & G. Bax, 2004. Inventarisatie vaatplanten en broedvogels in landgoed Kolland. KNNV afdeling Wageningen e.o.
- Runhaar, H. 1999. Impact of hydrological changes on nature conservation areas in the Netherlands. Proefschrift, Rijksuniversiteit Leiden.
- 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.
- SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2002. *Atlas van de Nederlandse Broedvogels 1998–2000*. – *Nederlandse Fauna 5*. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey–Nederland, Leiden.
- Spieksma, J.F.M., J.M. Schouwenaars & R. van Diggelen 1995. Assessing the impact of water management options upon vegetation development in drained lake side wetlands. *Wetlands Ecology and Management* 3:249–262.
- Tolman, M., F.H. Everts & N.P.J. de Vries 1993. Vegetatiekartering van Dorst, Kornsche Boezem en zes ander beheersobjecten in Brabant–West. Rapport, EV 93/2 Everts & de Vries, Groningen.
- Van Diggelen, R., R. Bekker, J.F.M. Spieksma & A. Wierda 1996. Natte hooilanden aan het infuus. Oppervlaktewater als laatste redding? *Landschap* 2006 (3): 223–234.
- Van Diggelen, R. 1998. Moving gradients. Assessing restoration prospects of degraded brook valleys. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.
- Van Duren, I.C., R.J. Strykstra, A.P. Grootjans, G.N.J. ter Heerdt, & D.M. Pegtel 1998. A multidisciplinary evaluation of restoration measures in a degraded fen meadow (*Cirsio-Molinietum*). *Applied Vegetation Science* 1: 115–130.
- Van Loon, A.H. P. P., M. F. P. Schot, J. Bierkens, J. Griffioen, & M. J. Wassen 2009. Local and regional impact of anthropogenic drainage on fen contiguity. *Hydrology and Earth Systems Sciences* 13, 1837–1848.
- Van Zomeren, K. 2006. *Nog in morgens gemeten. Nieuw Herwijns dagboek*. Privé Domein nr. 262. Uitgeverij de Arbeiderspers, Amsterdam.

Gradiënttype 5: Benedenlopen rivieren met zwak getij

Beknopte beschrijving

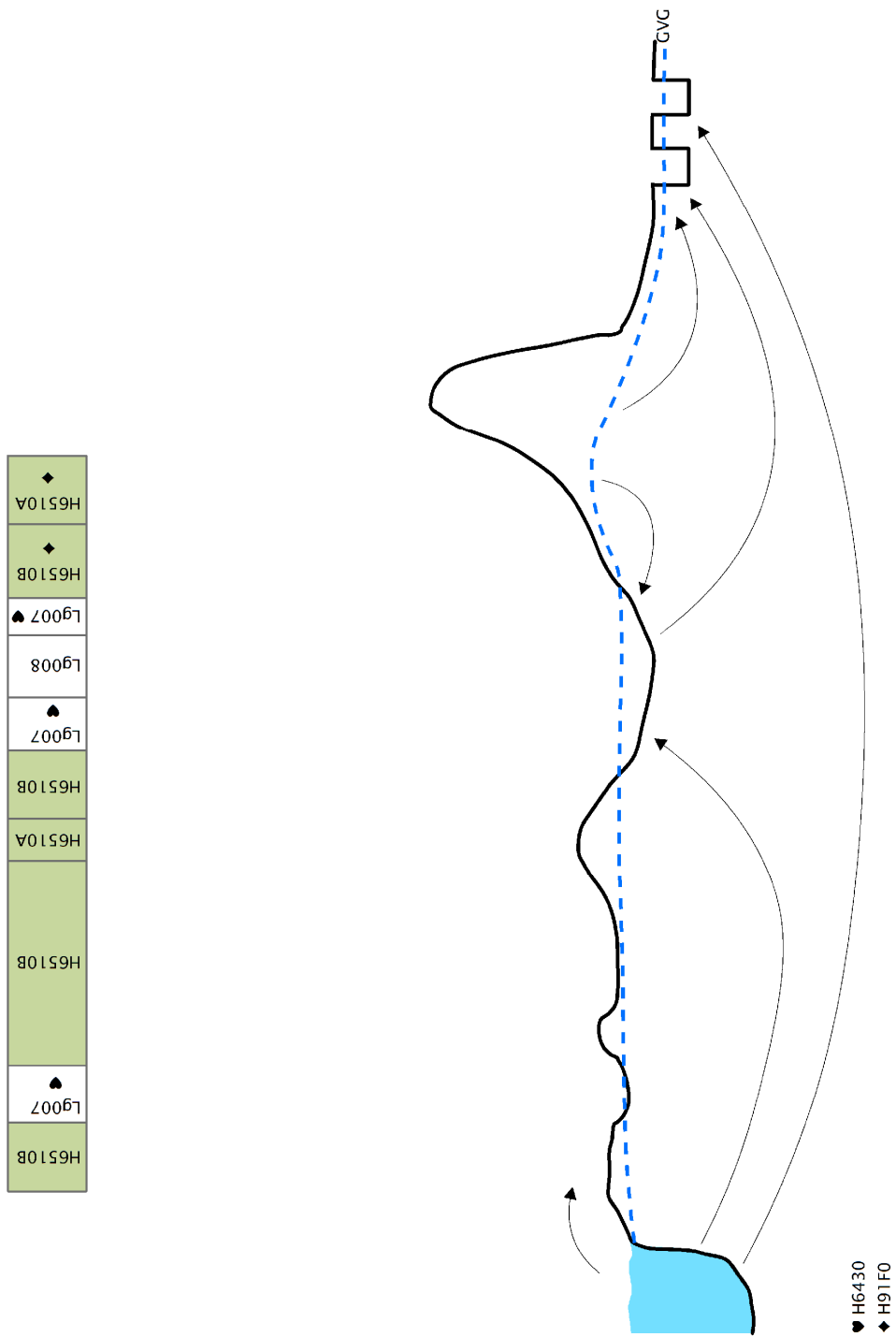
Dit gradiënttype is gekenmerkt door het voorkomen van Kievitsbloemgraslanden. Het type komt tegenwoordig alleen nog voor in uiterwaarden langs de benedenlopen van de Overijsselse Vecht, het Zwarte Water en de IJssel (tot langs het Zwarte Meer) in de zone waar de rivier uitstroomt in het Zeekleigebied rond de voormalige Zuiderzee. Door de grote komberging van de Zuiderzee was het oorspronkelijke getij gedempt. Door storm konden echter zeer grote waterstandwisselingen optreden zoals aan de oevers van het Zwarte Meer. Deze wisselingen gingen gepaard met sedimentatie en erosie van zandig en kleiig materiaal. Deze krachtige landschapsvormende processen zijn in de huidige gradiënt echter vrijwel verdwenen. Wel treden nog steeds overstromingen op met rivierwater.

Vroeger kwam deze gradiënt ook voor langs de Merwede, Oude- en Nieuwe Maas, Hollandse IJssel, Lek, Oude Rijn, Utrechtse Vecht, Angstel, de Mark, de benedenloop van de Drentsche Aa en langs de laaglandriviertjes die in de Lauwerszee en de Middellzee uitmondten (Weeda et al. 2002). Op deze (voormalige) groeiplaatsen doorsnijden rivieren en bredere beken een overgang van laagveen- naar zeekleigebieden met zoetwatergetijdenwerking. Deze zone wordt perimarien genoemd d.w.z. het zoetwatergedeelte van de kustvlakte, dat de overgang vormt tussen de riviervlakte en het mariene gedeelte van de kustvlakte - en waar zoute of brakke afzettingen ontbreken (Braams 1995). In de perimariene zone waren de getijdeverschillen geringer dan in riviergradiënttype 5 vanwege de grotere afstand tot de zee, zoals ook kan worden afgeleid uit de voormalige groeiplaatsen van de Kievitsbloem-associatie (Weeda et al. 2002).

De bodemopbouw is variabel en afhankelijk van een meer boven- of benedenstroomse ligging. Langs de Overijsselse Vecht bestaat de bodem uit zavel met lokaal grof zandig materiaal, dat kalkloos tot kalkhoudend kan zijn. Langs de IJssel en het Zwarte water hebben de gronden veelal een toplaag met kalkarme zavel en lichte klei waaronder zowel veen, klei of zand kan voorkomen. Rivierpeilen en kleine hoogteverschillen in de uiterwaarden bepalen de inundatieduur en het vochtgehalte en daarmee het vegetatiepatroon. De lengte van de gradiënt van rivier naar binnendijkse polder varieert van 350 meter tot 1000 meter.

Vegetatiegradiënt

Op de laagste, langst overstroomde delen in de gradiënt komen veelal graslanden van het Zilverschoon-verbond (12Ba) voor, die deel uitmaken van LG008 "Nat, matig voedselrijk grasland" (Figuur 15). De wat minder langdurig overstroomde delen zijn begroeid met graslanden van het Dotterbloem-verbond (16Ab) die behoren tot LG 007 "Dotterbloemgrasland van veen en klei". Gewone dotterbloem kan in deze zone met hoge bedekking voorkomen en worden begeleid door onder andere Waterkruiskruid, Draadrus, Bosbies en in het Vechtdal ook Noordse zegge. Op de betrekkelijk kortstondig overstroomde hogere kopjes en ruggen komen Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (*Glanshaver*) (H6510A) voor. Deze droge vormen van het Glanshaverhooiland zijn gekenmerkt door onder meer Glanshaver, Grote pimpernel, Knoopkruid en Gewone veldbies en komen voor op een wat zandiger substraat. Tussen deze hogere kopjes en ruggen en de lagere, langdurig overstroomde delen bevinden zich Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (*Grote vossenstaart*) (H6510B). Vegetatiekundig behoren deze hooilanden tot de Kievitsbloem-associatie (16Ba1).



Figuur 15: Gradiënttype 5, benedenlopen rivieren met zwak getij. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

In oude strangen en kolken is habitatype H3150 “Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden” (niet opgenomen in de figuur) ontwikkeld. Deze stangen en kolken zijn omzoomd met Ruigten en zomen (H6430). Op venige en kleiige gronden het begroeiingen van de Associatie van Moerasspirea en Valeriaan (32Aa1) en op kleiige gronden begroeiingen van de Rivierkruiskruid-associatie (32Ba1). Deze ruigten kunnen ook ontstaan door het niet langer maaien van graslanden van het Dotterbloem-verbond.

Bossen komen heel weinig voor in dit gradiënttype. Het betreft Droge hardhoutoobossen (H91F0) die in de gradiënt eenzelfde positie innemen als de Glanshaver- en vossenstaarthooilanden. Deze oobossen behoren vegetatiekundig tot het Abelen-Iepenbos, subassociatie met look (43Aa1a) met onder andere Slangenlook, Gewone vogelmelk, Wilde kievitsbloem en Gulden boterbloem.

Fauna

De grazige uiterwaarden met een afwisseling van verschillende typen graslanden (V1) bieden leefgebied voor bloembezoekende insecten als vlinders en bijen. Hommels zijn onmisbaar (F1) voor Kievitsbloemgraslanden; Zonder hommels kunnen Kievitsbloemen niet overleven. Hommelkoninginnen bezoeken de bloeiende Kievitsbloemen en zorgen voor een zeer effectieve zaadzetting en voorkomen ernstige aantasting door bodemschimmels. Aangezien alleen de hommelkoninginnen de winter overleven, maar inundatie niet verdragen, zijn geschikte, hoogwatervrije overwinteringsplekken binnen een vliegafstand van zo'n 1.5 km van de kievitsbloemhooilanden essentieel (V1).

In de winter zijn de uiterwaarden in dit gradiënttype een belangrijk overwinteringsgebied voor onder andere Kolgans en Smient. Voor beide soorten is de aanwezigheid van grazige delen om te foerageren en open water om veilig te rusten essentieel (V1).

Sturende processen

- Kenmerkend is dat de rivier ter plaatse van dit gradiënttype door een vlak laagland stroomt met weinig verval;
- Het ongestuwde rivierpeil wordt in hoge mate bepaald door de rivierafvoer in combinatie met het getij (langs de Hollandse IJssel) of het peil van het IJsselmeer/Ketelmeer, dat door stormen soms sterk kan worden opgestuwd. De amplitudo van het rivierpeil ligt gemiddeld op 150 tot 180 cm (Kiwa & EGG 2005);
- Hoge rivierpeilen treden voor 90% van de gevallen kortstondig op in de periode november tot en met medio april, zowel door hoge afvoeren van de rivieren als door opstuwing ten gevolge van stormen op het IJsselmeer. Het verschil tussen het rivierpeil en het maaiveld van de uiterwaard is in de regel klein waardoor snel overstromingen optreden;
- Regelmatige winter- en voorjaarsinundaties zijn tegenwoordig het belangrijkste sturende proces. Morfodynamische processen (zie onder “Beknopte beschrijving”) spelen tegenwoordig immers nog slechts een bescheiden rol. Deze inundaties zorgen voor een beperkte sedimentatie van vers zand en slib, die samen met de indringing van basenrijk rivierwater in de bovenste bodem zorgen voor instandhouding van de buffering in de wortelzone van de vegetatie over de gehele gradiënt. Dat geldt voor beide subtypen van de Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (*grote vossenstaart en glanshaver*). Het *glanshaver* subtype komt voor bij een gemiddeld lage zomergrondwaterstand. Om de afvoer van basen die gedurende de zomerperiode optreedt via inzijging te compenseren, is sedimentatie van basenrijk slib noodzakelijk. Hetzelfde geldt voor Droge hardhoutoobossen (Wolf et al. 2001);

- Inundaties zorgen ook voor de verspreiding van zaden (van de Kievitsbloem) en het ontstaan open plekken in de grasmat waar die zaden kunnen ontkiemen. Door de wisselende hoogwaterpeilen bij inundatie wordt het drijvende zaad op verschillende hoogten in het meestal microreliëfrijke terrein afgezet. Open plekken ontstaan door de afzetting van vloedmerken (daak of veek) tijdens inundaties (Corporaal 2009). De locaties worden bepaald door het microreliëf (De Goeij et al. 2000). Wanneer deze vloedmerken niet te dik zijn, bieden ze geschikte groeiplaatsen voor Wilde kievitsbloem (Corporaal 2009). Door Inundaties in het vroege groeiseizoen kunnen grassen afsterven en kunnen eveneens open kiem- en opgroeiplaatsen ontstaan. Inundaties dragen verder bij aan een tijdelijk meer geconcentreerde omwoeling van bodem door wormen en mollen, waarbij vers substraat naar boven wordt gebracht en nieuwe open plekken ontstaan. De omwoeling is reliëf gestuurd omdat mollen en muizen bij hoge grondwaterstanden en inundaties uitwijken naar de hogere terreindelen. Inundatie gedurende de bloeitijd van Kievitsbloemen en in het zomerhalfjaar worden overigens zeer slecht verdragen;
- De afzetting van vloedmerken is ook een belangrijke ecologische factor voor de instandhouding van Ruigten en zomen;
- Voorts is een (constant) hoog rivierpeil in het groeiseizoen van belang om te voorkomen dat de grondwaterstanden in de lage delen van de gradiëntnet te diep wegzakken;
- Het gemiddeld vrij constante rivierpeil zorgt voor een grondwaterstroming (onderdijkse kwel) naar de lagere delen van de uiterwaarden en daarmee voor een constant ondiepe grondwaterstand gedurende het hele winterhalfjaar. Doordat de uiterwaarden zijn omgeven door polders met een lager peil dan de rivier, treedt vanuit de rivierbedding en de uiterwaarden wegzijging op naar die polders. De sterkte van die wegzijging wordt bepaald door de dikte van het slecht doorlatende veen- en kleipakket. Is dat dun en ligt de zandondergrond derhalve betrekkelijk dicht bij maaiveld, dan zal water eenvoudiger – en dus sneller – kunnen wegvloeien naar de naastgelegen dieper gedraineerde polders dan bij dikke veen- en kleipakketten. De waterstandsschommelingen zijn dan groter en de zomerstanden zullen dieper wegzakken;
- Voor Kievitsbloemen is insectenbestuiving, vooral door hommels, essentieel. De zaadvorming belooft tot 80% meer met dan zonder insectenbestuiving (Corporaal 2009).

Standplaatscondities

Glanshaver- en vossenstaarthooilanden van het *subtype Glanshaver* en Droge hardhoutooibossen zijn gebonden aan vochtige tot matige droge, relatief voedselrijke klei- en zavelgronden of kleiige zanden. Hun groeiplaatsen worden slechts kortstondig overstroomd, meestal zelfs minder dan 1 dag per jaar, hetgeen neerkomt op een inundatie eens in de 10 à 15 jaar (Wolf et al. 2001). De bodem is overwegend kalkhoudend tot kalkrijk zodat neutrale tot basische omstandigheden heersen (Wolf et al. 2001).

Hooilanden van het Dotterbloem-verbond zijn gebonden aan een constant hoge waterstand. In de winterperiode kan de waterstand een periode van maximaal circa 15 weken boven maaiveld staan. In het groeiseizoen is de stand circa 10–20 cm beneden maaiveld. Tijdens de zomer, na de zaadzetting, kan de grondwaterstand gedurende ongeveer een maand verder wegzakken, tot maximaal 60 centimeter onder maaiveld. De omstandigheden zijn matig voedselrijk tot voedselrijk en basisch tot zwak zuur.

Op plaatsen met langdurige en rechtstreekse overstroming door oppervlaktewater, ontstaat Zilverschoongrasland, waar beweiding in tegenstelling tot graslanden van het Dotterbloem-

verbond de gebruikelijke beheersvorm is. De zuurgraad is neutraal tot zwak zuur en de trofie is te karakteriseren als matig eutroof (Bal et al. 2001).

Glanshaver- en vossenstaarthooilanden van het subtype *Grote vossenstaart* met Wilde kievitsbloem nemen ruimtelijk een overgangspositie in tussen laagten met begroeiingen van het Zilverschoon- en/of Dotterbloem-verbonden en het drogere Glanshaverhooiland / Droge hardhoutoobos. Deze brede spreiding in vochtcondities is een weerspiegeling van de afhankelijkheid van Kievitsbloemhooilanden van wisselende vochtomstandigheden: zomers droog en in de winter en het vroege voorjaar tot aan de vruchtzetting (einde bloei) nat-vochtig (Pranger & De Vries 1994). Een voldoende hoge waterstand in het voorjaar is een belangrijke ecologische factor die onder meer een belangrijke rem vormt op de vroege ontwikkeling van concurrentiekrachtige grassoorten. In de groeiperiode en periode van vruchtrijping van de kievitsbloemen (april tot medio juni) daalt de grondwaterstand meestal vrij snel en droogt de bodem aan het maaiveld oppervlakkig uit. De bodem van dit habitatype is variabel, en kan niet alleen kalkhoudend tot kalkrijk, maar ook ontkalkt zijn. Daar wordt de buffering in stand gehouden door overstroming met basenrijk water of capillaire opstijging van basenrijk grondwater of door kwel van ingezegen rivierwater of van lokaal grondwater uit hogere zandruigen en -koppen (zie verder onder “sturende processen”).

Voor specifieke informatie over de standplaatscondities van de afzonderlijke habitattypen zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats), alsmede die voor de habitattypen “Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden” en “Ruigten en zomen”.

Knelpunten

Verdroging

- Verdroging en daarmee samenhangende verzuring en vermesting is een ernstige bedreiging van habitat- en leefgebiedtypen die van hoge grondwaterstanden afhankelijk zijn: Nat, matig voedselrijk grasland, Dotterbloemgrasland van veen en klei, Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (grote vossenstaart) en Ruigten en zomen. Verlaging van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden leidt tevens tot mineralisatie van organisch materiaal, waardoor extra veel voedingsstoffen beschikbaar komen en typische, laagproductieve soorten verdwijnen ten gunste van hoogproductieve. Drainage in de uiterwaarden en de naastgelegen polders zorgt voor een verhoudingsgewijs grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone van de vegetatie, waardoor verzuring optreedt. Verdroging is het gevolg van:
 - Onderbemaling in buitendijkse polders. Daardoor klinkt de bodem in en neemt de inundatieduur toe. Lage standplaatsen worden daardoor minder geschikt als standplaats voor Wilde kievitsbloem, waarbij de vegetatie geleidelijk verandert in graslanden van het Dotterbloem- en/of Zilverschoon-verbond;
 - Op perceelsniveau leidt lokale drainage (sloten en greppels, onder andere ter compensatie van klink) tot verdroging (drainage van rivierkwel en daling van de grondwaterstanden) en daarmee samenhangend verzuring (grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone). Het aandeel grassen (Ruw beemdgras, Zachte witbol en struisgrassen) en dat van kruiden als Smalle weegbree en Gewoon biggenkruid neemt geleidelijk toe ten koste van onder andere Wilde kievitsbloem.

Verzuring

- Verzuring van de bovengrond (verouderingsproces) benadeelt de habitattypen en soorten die van gebufferde omstandigheden afhankelijk zijn. De verzuring leidt ook tot verhoging van het organische aandeel in de A0-horizont en daarmee tot ongunstiger condities voor soorten van voedselarmere milieus. De verzuring is het gevolg van:
 - Het vrijwel volledig verdwijnen van sedimentatie en erosie. Door de vastlegging van de oevers met stortsteen en de ongunstige breedte/diepteverhouding van de bedding (te diep) is transport van zand en slib uit de bedding op de oevers tijdens hoogwater maar beperkt mogelijk. Nieuwvorming van oeverwallen en kronkelwaardruggen treedt niet of nauwelijks meer op. Oude oeverwallen zijn te hoog opgezand waardoor tijdens hoogwater geen zand of zavel meer kan worden afgezet (Kiwa & EGG 2005). Ook zijn kaden aangelegd om te voorkomen dat tijdens hoogwater zand wordt afgezet. Daardoor is veel reliëf vervaagd en is vorming van nieuw reliëf door het ontbreken van erosie en sedimentatie (nagenoeg) verdwenen;
 - Afname van inundatieduur en -frequentie. Dit leidt tot verzuring en tot een minder open vegetatie waardoor het kieming- en vestigingsmilieu van Kievitsbloem wordt beperkt. Deze afname is en wordt veroorzaakt door:
 - ✓ Te hoge zomerkaden en inpolderingen;
 - ✓ Zomerbedverlaging;
 - ✓ Inrichtingsmaatregelen die opstuwing van IJsselmeerwater tegengaan (balgstuw Ramsgeul).
 - Een te grote verschraling op plekken waar inundaties met slibrijk water niet meer kunnen plaatsvinden. Door verzuring daalt uiteindelijk ook de productiviteit van de vegetatie (Grootjans et al. 1986).

Vermesting

- Vermesting van schrale habitats bevoordeelt hoogproductieve soorten ten koste van laagproductieve. Vermesting wordt veroorzaakt door:
 - Eutrofiëring van rivierwater. Op plaatsen waar dat water inundeert worden meer voedingsstoffen toegevoerd, zeker ook via het slib in het overstromingswater;
 - Ook kwel van geëutrofiëerd rivierwater naar de laagten in de uiterwaarden zorgt voor de toevoer van extra voedingsstoffen. De sulfatrijckdom van het rivierwater is erg hoog (Lamers et al. 2010). Wanneer dit grondwater uittreedt in de wortelzone zal organische stof worden afgebroken, waarbij uiteindelijk meer fosfaat ter beschikking komt voor de vegetatie (interne eutrofiëring; Loeb et al. 2007).

Vervlakking

- Egalisatie van het microreliëf door (her)inrichtingsmaatregelen en (agraris)ch beheer waarbij ruggen zijn of worden afgegraven en zand dat op de oevers is afgezet wordt ondergeploegd. Belangrijke door het reliëf gestuurde standplaatscondities zoals het lokale grondwaterregime en de basenverzadiging van de bodem zijn daardoor verstoord. De vegetatiegradiënt kan zich dan niet volledig ontwikkelen.

Versnippering

- Het ontbreken van goede overwinteringscondities voor hommelmkoninginnen in of in de directe nabijheid van de overstromingsgebieden (Grutters & Corporaal 2011).

Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna:

- Een algemeen probleem voor de fauna dat voortvloeit uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek (V1b), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

Gebrek aan laagdynamische delen

- Voor de bedijking waren de kommen de laagdynamische delen van het rivierenlandschap. Door de bedijking zijn zulke laagdynamische delen vrijwel verdwenen en daarmee uitwijkmogelijkheden voor fauna tijdens hoogwaters. Ook het vrijwel ontbreken van soorten als Ringslang in het huidige Riviereengebied is een gevolg van het ontbreken van (geleidelijke) overgangen tussen hoog- en laagdynamische delen. Integraal herstel van de fauna van het riviereengebied kan alleen plaatsvinden als ook deze overgangen hersteld worden.

Herstelmaatregelen

Herstelmaatregelen voor gradiënten zijn gericht op herstel van sturende processen op landschapsschaal en op het terugdringen van de effecten van maatregelen die samenhangen met de inrichting en het beheer van de rivier en het landgebruik (Londo 1997). Randvoorwaarde is dat de herstelmaatregelen niet ten koste mogen gaan van de veiligheidsdoelstellingen. De hieronder genoemde herstelmaatregelen moeten daarom via onderzoek worden getoetst op hun gevolgen voor veiligheid. Er zijn vier groepen van maatregelen te onderscheiden.

Herstel rivier(morfo)dynamiek

- De eerste groep van maatregelen is gericht op herstel van microreliëf en het bereiken van een optimaal inundatieregime om zo de afzetting van fijn zand, lemig materiaal en of slib te bevorderen door:
 - Herstel van de morfodynamiek van de rivier door onder andere verwijderen van steenstort op oevers, zoals in de benedenloop van de Overijsselse Vecht al is gebeurd (Wolfert et al. 2009);
 - Herstel van de natuurlijke breedte/diepte verhouding van de rivier en een natuurlijke slingerende rivierloop waardoor de vorming van kronkelwaardruggen en oeverwallen wordt gestimuleerd (Wolfert et al. 2002);
 - Het verwijderen en/of doorsteken van kades, het verwijderen van verharde oevers, het terugleggen van dijken en/of het niet langer baggeren van het zomerbed;
 - Verlagen van hoog opgeslibde oeverzones om oeverwalvorming te stimuleren;
 - Afgraven van de opgebrachte grond in geëgaliseerde delen tot het oorspronkelijke maaiveld. Op deze wijze kan de gradiënt (gedeeltelijk) worden hersteld.

Herstel oppervlakte- en grondwaterhuishouding

- De tweede groep van maatregelen is gericht op herstel van het grond- en oppervlaktewaterregime door:
 - Verwijderen of doorsteken van zomerkades. Dit draagt bij aan het herstel van een optimale overstromingsfrequentie (Corporaal 2009);
 - Herstel van interne hydrologie en tegengaan van verdere klink in de uiterwaarden door dempen van watergangen en greppels en stoppen van bemalingen;

- Verminderen van wegzijging naar omliggende polders en tegengaan van verdere klink in de uiterwaarden door verhoging van de polderpeilen.

Herstel mate van voedselrijkdom

- De derde groep van maatregelen is gericht op herstel van de noodzakelijke mate van voedselrijkdom door:
 - Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het rivierwater te nemen zoals voorzien in de Kaderrichtlijn Water.

Ontsnippering

- De laatste, vierde groep van maatregelen is gericht op het verbeteren van de habitat van bestuivers van kievitsbloemen door:
 - Bieden van geschikte overwinteringslocaties voor hommels en andere insecten met een vergelijkbare levensstrategie door kleine stukken struweel en bos te laten ontstaan (of aan te planten op basis van ecologische principes) aan de voet van de dijk (Corporaal 2009).

Aandachtspunten

- Het ontbreken van een verbinding met het niet overstromende achterland vormt een beperking voor de fauna. De dijken zouden dienst kunnen doen als uitwijkmogelijkheid maar deze zijn meestal zeer voedselrijk waardoor een soort als Knoflookpad hier geen geschikte overwinteringslocatie kan vinden. Op de dijken ontbreken vaak struwelen waardoor er geen schuilmogelijkheden zijn voor bijvoorbeeld Ringslangen. Er zou onderzocht moeten worden of er binnen de randvoorwaarden van veiligheid ruimte is om in de dijken uitwijkmogelijkheden te realiseren naar de laagdynamische delen. Dit is een **kennislacune**.
- De laatste jaren zijn onze riviersystemen in hoog tempo gekoloniseerd door vissoorten die daar oorspronkelijk niet in voorkwamen. De meeste van deze invasieve soorten zijn afkomstig uit het oosten van Europa en westelijk Azië. Voorbeelden zijn Donaubrasem, Blauwneus, Blauwband, Roofblei, Zwartbekgrondel en Marmergrondel. De gevolgen van deze nieuwkomers voor onze inheemse visfauna zijn op dit moment nog onbekend. Dit is een **kennislacune**.

Voorbeelden

Uiterwaarden Zwarte water en Overijsselse Vecht (Schaminée & Janssen 2009); Uiterwaarden IJssel (locatie Scherenwelle); Zwarte Meer (oostoever; Grote Buitenlanden: Corporaal 2009).

Literatuur

- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV 2001/020, Wageningen.
- Braams, B.W. 1995. Weyden en zeyden in het broek. Middeleeuwse exploitatie en ontginning van de kommen in land van Heusden en Altena. Proefschrift. Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Corporaal, A. 2009. Ontpoldering van de Grote Buitenlanden. Rapport Alterra, Wageningen.

- De Goeij, A.A.M, R.F.M Krekels m.m.v. A. Corporaal 2000. De Wilde kievitsbloem in Overijssel. Verspreiding, ecologie, knelpunten en beschermingsmaatregelen. Bureau Natuurbalans/Limes Divergens.
- Grootjans, A.P., P.C. Schipper & H. van der Windt 1986. Influence of drainage on N-mineralization and vegetation response in wet meadows II. *Cirsio-Molinietum* stands. *Acta Oecologica/Oecologia Plantarum* 7:3-14.
- Grutters, B. & A. Corporaal 2011. Kievitsbloemen en bondgenoten samen succesvol, In: J.H.J. Schaminée, J.A.M. Janssen & E.J. Weeda (red.), *Gewapende Vrede. Beschouwing over plant-dierrelaties in de natuur*. Vegetatiekundige Monografieën 3. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Kiwa & EGG, 2005. Knelpunten en kansanalyse Natura 2000 gebieden. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 's-Gravenhage.
- Lamers, L. (red.), J. Sarneel, J. Geurts, M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, L. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2006-2009 (Fase 2). Rapport DKI nr. 2010/dk134-O, Ministerie van LNV, Ede, 250 pp.
- Loeb, E. E. van Daalen, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs 2007. How soil characteristics and water quality influence the biogeochemical response to flooding in riverine wetlands. *Biogeochemistry* 85: 289-302.
- Londo, G. 1997. *Bos- en Natuurbeheer in Nederland 6. Natuurontwikkeling*. Backhuys Publishers Leiden
- Pranger, D.P. & N.P.J de Vries 1994. Vegetatiekartering oeverlanden van de Vecht. Rapport EV 94/1. Everts & de Vries, Groningen.
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Janssen (red.) 2009. *Europese Natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Laag Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée, & L. van Duuren 2002. *Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland, deel 2*, pp. 10-37. Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- Wolf, J.A. M., A.H.F. Stortelder & R.W. de Waal 2001. *Ooibossen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Wolfert, H.P., A. Corporaal, G. Maas, K. Maas, B. Makaske & P. Termes 2009. Toekomst van de Vecht als een halfnatuurlijke laaglandrivier. Bouwstenen bij de grensoverschrijdende Vechtvisie 2009. Alterra-rapport 1897. Alterra, Wageningen.
- Wolfert, H.P., P.W.F.M. Hommel, A.H. Prins & M.H. Stam 2002. The formation of natural levees as a disturbance process significant to the conservation of riverine pastures. *Landscape Ecology* 17, Supplement 1: 47-57.

Gradiënttype 6: Benedenlopen rivieren met sterk getij (zoetwatergetijdengebieden)

Beknopte beschrijving

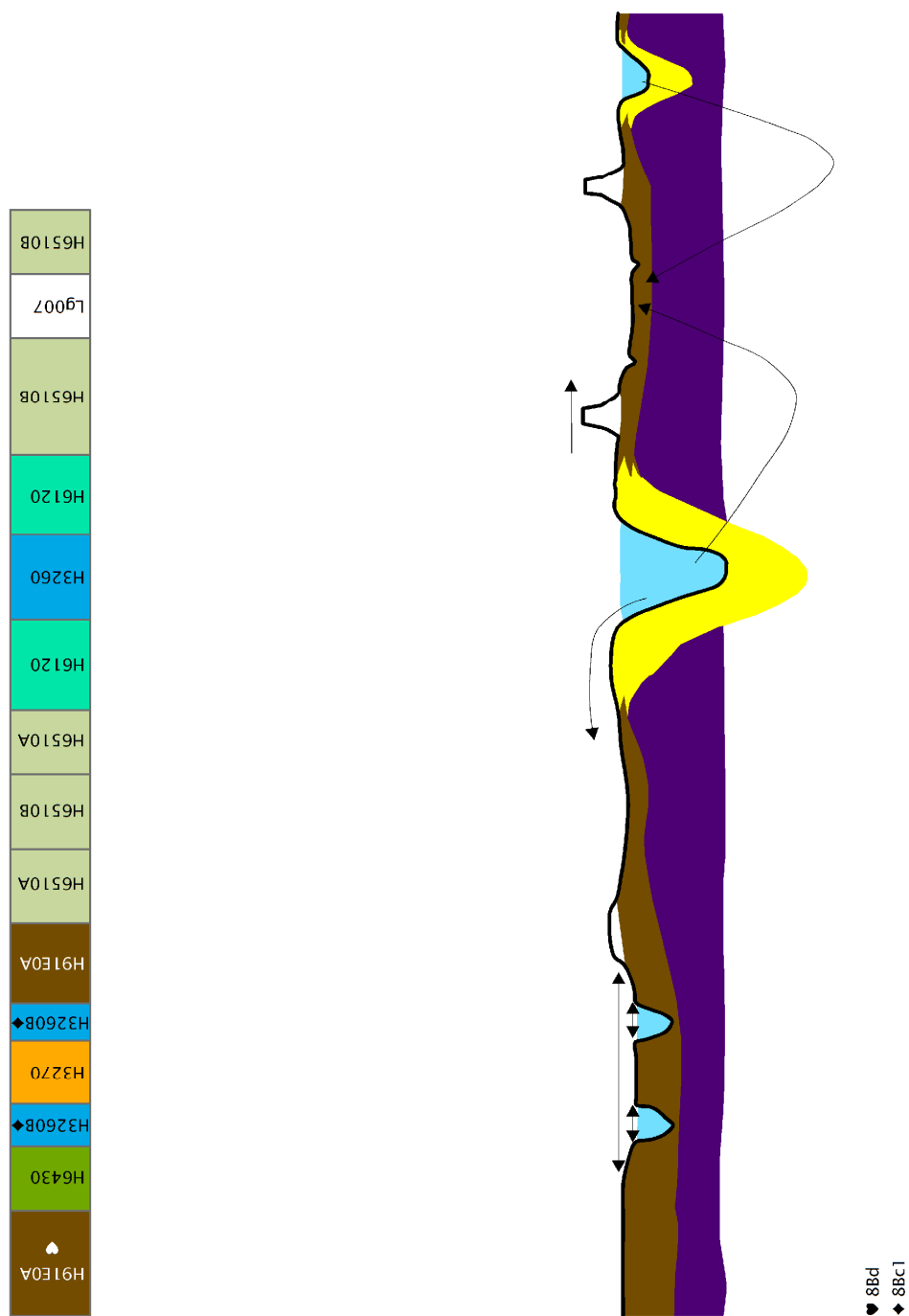
Door de afsluiting van het Haringvliet in 1970 zijn de getijden in het benedenrivierengebied sterk gereduceerd, waardoor vegetatie en landschap ingrijpend zijn gewijzigd. De enige riviertak waar nog een behoorlijke invloed van eb en vloed bleef bestaan, is de Oude Maas. Het getijdeverschil bedraagt hier 80–100 centimeter (Schaminée & Janssen 2009). Het andere grote zoetwatergetijdengebied, de Biesbosch, kende een getijdeslag van circa 2 meter, grotendeels veroorzaakt door stuwing als gevolg van (gedeeltelijke) bedijkingen. Tot in de jaren zestig van de vorige eeuw had het gebied nog in belangrijke mate dit karakter (Zonneveld 1960). Toen besloegen Riet- en biezenkorzen met Driekantige bies en haar bastaarden met de Matten- en Ruwe bies, Spindotter en Bittere veldkers grote oppervlakten in het stelsel van geulen. Na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 werd de getijdeslag beperkt tot 20 à 30 cm in de Brabantse Biesbosch en 50 à 60 centimeter in de Sliedrechtse Biesbosch.

De mens is gaandeweg gebruik gaan maken van de zoetwatergetijdengebieden. Zo waren in het noordelijk deel van de Biesbosch rond het midden van de 19^e eeuw uitgebreide grienden ontstaan en werden in de periferie polders ingericht, zodra de grienden versleten waren en de bodem voldoende was opgeslibd. Op de slikkige randen van de geulen en rivierovers werden op grote schaal biezen geteeld. Om de invloed van inundaties, die noodzakelijk zijn voor de griend- en biezeenteelt, te regelen werden killen gegraven, en duikers en kaden aangebracht. De polders en de niet-bekade hogere delen waren voornamelijk als hooi- en weiland in gebruik. De polders functioneerden veelal als zomer- of calamiteitenpolder: ter bescherming van de dijken van bijvoorbeeld de stad Dordrecht, maar ook vanwege de bemestende werking, werd bij hoge rivierstanden water ingelaten.

Bleven de veranderingen langs de Oude Maas beperkt na de afsluiting van het Haringvliet, in de Biesbosch echter is de begroeiing van de door getijde beïnvloede platen ingrijpend veranderd. In 1995 kwamen vrijwel alle biotopen van de zoetwatergetijdedelta nog voor (Zonneveld 2000, Jansen et al. 2005, Bijkerk et al. 1995), maar wel in wezenlijk andere verhoudingen dan door Zonneveld (1960) beschreven voor de jaren 1950. Door verkleining van de getijdeslag kwamen de lagere delen permanent onder water te staan, terwijl de hogere delen droogvielen en daardoor verruigden. In de grienden vormt Grote brandnetel thans soortenarme ruigten. Daar is de oorspronkelijke zonering verdwenen, waarbij van laag naar hoog Blauwe waterereprijs, Spindotter, Zomerklokje, Bittere veldkers, Moerasvergeet-mij-nietje en Grote brandnetel elkaar opvolgden. Deze soorten zijn thans teruggedrongen tot een smalle zone. Saris (1987) beschrijft deze ontwikkelingen voor de eerste 15 jaar na de afsluiting en De Jong & Everts (1998) voor de tien jaar daarna. In de Sliedrechtse Biesbosch zijn de veranderingen wat minder groot vanwege het grotere getijdeslag.

Graslanden zijn tegenwoordig hoofdzakelijk beperkt tot de zomerpolders (Hengstpolder en Louw Simonswaard) en de hoge platen zoals de Kop van Oude Wiel en het Kraaijennest. In zulke polders stroomt bij hoge rivierstanden water binnen. Op niet-bekade hogere platen treden vaker inundaties op. In de Hengstpolder wordt ook bij lagere rivierstanden water ingelaten en wordt de polder aldus kunstmatig geïnundeerd.

In het kader van 'Ruimte voor de rivier' zijn recentelijk nieuwe geulsystemen aangelegd (Kleine Noordwaard) en de kades om sommige zomerpolders doorgestoken. Dit heeft onder meer geleid



Figuur 16: Gradiënttype 6, benedenlopen rivieren met sterk getij (zoetwatergetijdengebieden). Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

tot het ontstaan van slikkige platen en op de hogere delen tot de ontwikkeling van Glanshaver- en vossenstaarthooilanden.

Langs de Oude Maas is het oppervlak riet- en biezenmoerassen en Ruigten en zomen de laatste decennia afgenomen, als gevolg van het stoppen met beheer –waardoor het areaal wilgenbossen is toegenomen–, een iets afgenomen getijdenverschil, een sterkere stroming in de Oude Maas en toegenomen scheepvaart.

In Figuur 16 staan de hoofdgradiënten in het oostelijke deel van het estuarium, voor de huidige toestand van de Biesbosch. Links in de figuur staat de hoofdgradiënt van het huidige getijdengebied, het rechter deel omvat uiterwaarden en zomerpolders van de bovenstroomse delen van de Biesbosch, waarvan een belangrijk deel van de habitattypen afhankelijk is.

Vegetatiegradiënt

Tegenwoordig zijn de hogere platen begroeid met het habitatsubtype Vochtige alluviale bossen, *zachthoutoibossen* (H91E0A), dat vaak bestaat uit doorgesloten griend. Deze bossen zijn op de hogere delen veelal sterk verruigd: Grote brandnetel en Reuzenbalsemien bepalen het aspect. Plaatselijk zijn soortenrijkere vormen aan te treffen, waarin naast Grote brandnetel ook Groot springzaad en Groot heksenkruid groeien. Het optreden van deze soorten indiceert dat op de hogere delen plaatselijk een ontwikkeling gaande is naar Vochtige alluviale bossen, *essen-iepen bossen* (H91E0B; [Zonneveld 2000](#)). Langs de kreken die nog onder invloed staan van getijde, komen Vochtige alluviale bossen, *zachthoutoibossen* voor met Spindotter en Bittere veldkers. Vegetatiekundig behoren deze bossen tot het Veldkers-ooibos (38Aa3). Langs de Oude Maas zijn deze bossen zeer goed ontwikkeld, over een groot oppervlak en komt er Zomerklokje in voor ([Schaminée & Janssen 2009](#)).

Op de overgang van de Alluviale bossen naar riet- en biezenmoerassen (Riet-verbond; 8Bb) komen ruigten voor van het habitatsubtypen Ruigten en zomen van *Moerasspirea* (H6430A) en van *Harig wilgenroosje* (H6430B), die behalve door de naamgevende soorten gekenmerkt zijn door Rivierkruiskruid en Late guldenroede. In de geulen kunnen plaatselijk waterplantengemeenschappen worden aangetroffen van het habitatsubtype Beken en rivieren met waterplanten, *grote fonteinkruiden* (H3260B) met Doorgroeid fonteinkruid en Rivierfonteinkruid. Waar in deze geulen op ondiepe plekken slib wordt afgezet, komen pioniergemeenschappen voor met Slijkgroen, Blauwe waterereprijs en Waterpeper. Deze begroeiingen worden tot het habitattype Slikkige rivieroever (H3270) gerekend en zijn vooral te vinden in de nieuw aangelegde geulen met flauwe, geleidelijk oplopende oevers zoals in de Kleine Noordwaard ([Everts & De Vries 2011](#)). In dit getijdenlandschap komen plaatselijk Grote-zeggenmoerassen van Oeverzegge (8Bc1) voor die in de successie vooraf gaan aan *Zachthoutoibossen*.

Op de hogere platen, die alleen bij hoge rivierstanden inunderen, vinden drie habitattypen een plaats. Op zandige stroomruggen of rivierduinen komt het Stroomdalgrasland (H6120) voor, zoals op de Kop van de Oude Wiel. Deze groeiplaats wordt in stand gehouden door zandafzetting en rivierduinvorming op de oever tijdens hoogwater als gevolg van turbulente stromingen rond het splitsingspunt van de Merwede in Beneden- en Nieuwe Merwede. Waar de bodem van deze hogere delen bestaat uit rivierklei en zavel worden Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, subtype van *Glanshaver* (H6510A) aangetroffen, waarin Goudhaver en Groot streepzaad het aspect bepalen. In soortenrijke vormen zijn Grote bevernel en Knoopkruid mede-aspectbepalend. Weidekervelgrasland (Associatie van Grote pimpernel en Weidekervel, 16Ba2) wordt gerekend tot het habitatsubtype Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, *Grote vossenstaart* (H6510B). Dit grasland is beperkt tot de lagere delen van de gradiënt en naast de naamgevende soorten

Weidekervel en Grote pimpernel gekenmerkt door Echte koekoeksbloem en Grote bevernel. In de lagere terreinen, die als zomerpolder zijn ingericht, zoals de Hengstpolder wordt de waterstand kunstmatig hoog gehouden. Onder deze omstandigheden komt over vrijwel de gehele gradiënt Weidekervelgrasland voor. Ten slotte bevinden zich op de laagste delen hooilanden van het LG Dotterbloemgrasland van veen en klei (Lg007; Dotterbloem-verbond, 16Ab) (Everts & De Vries 2011, Bijkerk et al. 1995).

De vegetatiezonering op de hogere platen wordt sterk beïnvloed door het gehanteerde polderpeil. De polder Louw Simonswaard bijvoorbeeld kent een veel lager peil dan de Hengstpolder. In eerstgenoemde polder komt Weidekervelgrasland alleen in de laagste delen voor; de hogere delen zijn geheel bezet met Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, subtype van *Glanshaver*. Dat de vegetatiezonering op de hogere platen sterk beïnvloed wordt door het gehanteerde polderpeil, blijkt ook uit de vegetatieontwikkeling gedurende een periode van 10–15 jaar na peilverandering. In de Hengstpolder is door peilverlaging hooiland van het Dotterbloem-verbond deels vervangen door Weidekervelgrasland en in de Louw Simonswaard Weidekervelgrasland door Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, subtype van *Glanshaver*. (Bakker et al. 1999).

De lengte van de gradiënt varieert van 1000 meter tot 2500 meter.

Fauna

De grote oppervlakten met Zachthoutooibos met de aansluitende ruigte- en rietbegroeiingen (V1) maken het zoetwatergetijdgebied een bijzonder rijk vogelgebied. Naast Blauwborst, Nachtegaal en Buidelmees komt in de Biesbosch ook de in Nederland zeldzame Cetti's zanger tot broeden. Ook de Zeearend heeft in 2012 voor het eerst in de Biesbosch gebroed. Een combinatie van grote broedbomen en voldoende gelegenheid om te jagen (plassen, graslanden en ruigten) is essentieel (V1). De structuur binnen het bos (V6) wordt behalve door rivierdynamiek ook bepaald door het voorkomen van de vanaf 1988 geïntroduceerde Bever.

Door de geringe mate van verstoring en de grote oppervlakten aan water, rietvelden en moerasbossen (V1) komen typische moerasvogels voor als Roerdomp en Grote karekiet. Voor deze moerasvogels is vooral de combinatie van broedgelegenheid (moerasbos en rietland) met foerageergebied (ondiep open water of graslanden) van belang (V1 & F1). De aanwezigheid van vochtige ruigten en rietlanden zorgt tevens voor geschikt leefgebied (V1) voor de zeldzame Noordse woelmuis. Deze muis is afhankelijk van enige mate van dynamiek: ze voelt zich vooral thuis in een natte verlandingsvegetatie met overjarig riet die regelmatig overstroomt. Om verbossing tegen te gaan is het nodig dat er om de paar jaar gemaaid wordt. Zonder regelmatige overstroming kan een rietvegetatie zich op termijn niet handhaven én heeft de Noordse woelmuis last van concurrentie door andere muizensoorten (Nijhof & Van Apeldoorn 2001, Van Laar 2002, La Haye & Drees 2004, Witte van den Bosch et al. 2009, Noordijk & De Jong 2010).

De graslanden vormen een belangrijk overwinteringsgebied voor ganzen en eenden zoals Brandgans en Smient; om te overnachten moet tevens voldoende open water aanwezig zijn (V1). De kleidijken rond de Biesbosch vormen geschikte nestgelegenheid voor de Roodrandzandbij. Deze ernstig bedreigde soort komt vrijwel uitsluitend in de Biesbosch voor en is daar vrij talrijk (Van der Meer et al. 2007). Net als veel andere vroeg vliegende bijen heeft ook deze soort wilgen nodig voor zijn nectarvoorziening (V1). Het zoetwatergetijdgebied was voor het afsluiten van het Haringvliet onderdeel van een belangrijke trekroute voor vissen die in zout water leven maar voor de voortplanting afhankelijk zijn van zoet water (zogenaamde anadrome soorten). Tot ver in de twintigste eeuw was de Biesbosch nog de belangrijkste paai- en opgroeigebieden van ons land voor de Fint. Voor deze vissoorten is het essentieel dat gehele gradiënt van foerageergebied (in

dit geval de zee) en de voortplantingsgebieden stroomopwaarts in tact is en vrij van obstakels (V1).

De steile oevers van kreken en omgewaaide boomwortelplaten (V2) bieden broedgelegenheid aan IJsvogels en Overzwaluwen.

Sturende processen

- In het huidige zoetwatergetijdengebied spelen morfologische processen nog slechts een beperkte rol. Onder de huidige weinig dynamische omstandigheden sturen (grond)waterstandfluctuaties – samenhangend met zowel het nog resterende getij als met de hydrodynamiek van de rivier – de zonering van de vegetatie in hoge mate. Deze fluctuaties worden mede door beheer en inrichting bepaald;
- Een tweede, wellicht nog belangrijker sturende factor is de tijd die is verstreken sinds de afsluiting van het Haringvliet en de daarmee samenhangende vegetatiesuccessie. Sindsdien is de getijdendynamiek als sturend proces in het zoetwatergetijdengebied sterk verminderd en grotendeels naar de achtergrond geschoven. Dit heeft niet alleen geleid tot sterk gewijzigde abiotische omstandigheden, maar ook tot verstrekkende veranderingen in het beheer. Landschap, vegetatie en fauna zijn sindsdien nog voortdurend in ontwikkeling.
 - Voor de Zachthoutoibossen van het Veldkers–oobos is het beperkte getij bepalend. Naarmate het getijverschil groter is, komt dit bostype meer voor en neemt het een bredere zone in. Optimaal voor dit oobostype is een getijverschil van meer dan 80 cm. In de verdroogde vormen met Brandnetel is getijverschil vrijwel afwezig, wat zich uit in een zeer hoogproductieve ondergroei. Naar verwachting zullen zich op zulke plaatsen op de lange duur Hardhoutoibossen ontwikkelen (Jansen et al. 2005);
 - Ook de vegetatie van Ruigten en zomen van Moerasspirea en van Harig wilgenroosje moeten in haar huidige omvang en areaal beschouwd worden als een reactie op de gewijzigde getijdeverschillen. Ze ontwikkelen zich op rivierkleigronden uit verruigende riet- en biezenmoerassen onder invloed van een slechts beperkte inundatiefrequentie en door het achterwege blijven van beheer;
 - Slikkige rivieroevers zijn na afsluiting van het Haringvliet meestal te vinden in de “bovenloop” van ondiepe slenken, waar nog getij aanwezig is en waar door erosie en sedimentatie nog steeds kale bodems (pioniermilieus) in stand blijven. In nieuw gegraven slenken (in het kader van Ruimte voor de Rivier) en op plaatsen waar de toestroom van rivierwater door drempels wordt gereguleerd, komt dit habitattype inmiddels weer over grote oppervlakten voor (Kleine Noordwaard, Everts & de Vries 2011).
- Voor de gradiënten op de hoge platen zijn niet alleen regelmatige inundaties in het winterseizoen sturend, maar ook voldoende hoge en dynamische grondwaterstanden.
 - Voor de stroomdalgraslanden vormen inundaties met rivierwater een belangrijke rol bij de buffering. Zowel aanvoer van vers basenrijk zand als indringing van basenrijk rivierwater in de wortelzone zorgen voor buffering;
 - Op de hogere delen is de vegetatie van Stroomdalgraslanden en van Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, subtype van glanshaver afhankelijk van een goede basenvoorziening enerzijds en een relatief lage zomergrondwaterstand anderzijds, wat wordt gestuurd door getijverschillen, maar tegenwoordig vooral door fluctuaties in rivierpeilen. Dankzij rivierinundaties kunnen plaatselijk nog steeds kalk- en/of basenrijk zand en slib worden afgezet waardoor de basenvoorziening van de toplaag van de bodem op een hoog niveau gehandhaafd blijft;

- De laagste delen met hooilanden van het Dotter-verbond zijn het natst, waarbij het grondwater alleen in een korte periode in de zomer wegzakt. Dit grondwaterregime wordt gestuurd door kwel van rivieroevergrondwater (rivierkwel), dankzij de geringe verticale weerstand van de onderliggende stroomruggen. Afname van de inundatieduur leidt tot een verhoging van de soortenrijkdom waarbij kruiden en grassen toenemen. Bovendien neemt de invloed van rivierkwel dan toe, wat zich uit in een toename van soorten van harde wateren als Holpijp en Bosbies;
- Het middendeel van de gradiënt met Weidekervelaslanden kent over het seizoen gezien een beperkte inundatieduur (Weeda 1991).

Standplaatscondities

Slikkige rivieroeveren zijn afhankelijk van ondiepe slenken met flauwe oevers, waar de getemperde rivierdynamiek leidt tot geregelde afzetting van vers zeer tot uiterst voedselrijk slik. De overstromingen treden incidenteel tot dagelijks op, in dat laatste geval wel kortstondig. Het waterregime varieert daarbij van ondiep droogvallend tot vochtig. De waterkwaliteit is te karakteriseren als neutraal tot basisch.

In de gradiënt worden deze pioniers gevolgd door Riet- en biezenmoerassen die kenmerkend zijn voor zeer harde, voedselrijke wateren met onder invloed van het getij (sterk) wisselende standen. De Associatie van Heen en Grote waterweegbree (8Bb3) komt voor op plaatsen met de grootse waterdynamiek (laaggelegen platen en oevers en oeverwallen). De Riet-associatie (8Bb4) gedijt op de minder dynamische kommen achter de oeverwallen (Schaminée et al. 1995).

Een groot deel van deze moerassen heeft zich na de afsluiting van het Haringvliet als gevolg van verdroging ontwikkeld tot Ruigten en zomen. Die van het *Moerasspirea*-subtype komen voor op zeer natte tot zeer vochtige, matig tot zeer voedselrijke en (zeer) basenrijke standplaatsen die slechts incidenteel worden overstroomd. De standplaatscondities van Ruigten en zomen van het subtype van *Harig wilgenroosje* stemmen in hoge mate overeen met die van de *Moerasspirea*-ruigten, zij het dat ze op nog basen- en voedselrijke standplaatsen voorkomen. Bovendien worden ze regelmatig overstroomd. Grote-zeggenmoerassen van de Oeverzegge-associatie komen eveneens voor in de kommen. Deze begroeiing verdraagt net als *Moerasspirea*-ruigten slecht overstroming, er vindt nagenoeg geen sedimentatie meer plaats, maar is gebonden aan nattere omstandigheden: tot in de zomer dient het grondwater zich in de wortelzone te bevinden (Zonneveld 2000).

Het habitatsubtype Vochtige alluviale bossen, *zachtouthoibossen* komt voor op de hoogste delen. Hun standplaats is zeer tot uiterst voedselrijk en kent een zuurgraadbereik van neutraal tot basisch. Daarom zijn deze bossen rijk aan ruigtekruiden. Op door getij beïnvloede plaatsen is de ondergroei tamelijk open en treden soorten op de voorgrond die zijn aangepast aan zulke (relatief) dynamische omstandigheden zoals Spindotter (Wolf et al. 2001).

De hoge platen bezitten een fraaie vochtgradiënt die samenhangt met hoogte en bodemsamenstelling. De Stroomdalgraslanden (H6120) zijn gebonden aan voedselarme, zwak gebufferde tot neutrale (pH >6) en matig voedselarme tot licht voedselrijke omstandigheden. Deze graslanden zijn gevoelig voor verzuring d.w.z. de opgeloste basen spoelen snel en diep uit naar de ondergrond vanwege het goed doorlatende karakter van de zand- en de lichte zavelbodems. Frequent verversing van de toplaag van de bodem met kalkhoudend zand is voor de begroeiingen van dit habitatype van groot belang. Kortstondige overstromingen met zandafzetting in de winter en het instuiven van kalkrijk zand in de zomer houden de buffering in stand; overstroming in de zomer wordt echter slecht verdragen.

De Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, subtype *Grote vossenstaart* (H6510B; inclusief Weidekervelhooilanden) zijn afhankelijk van vochtige tot natte omstandigheden. Ze vormen in de benedenloop van Waal, Maas en IJssel ecologisch en ruimtelijk een overgang tussen de natte hooilanden van het Dotterbloem-verbond (16Ab) en de drogere *Glanshaverhooilanden* (H6510A) (Weeda 1991, Bijkerk et al. 1995). De kalkrijke bodem bestaat uit zavel of klei, waarbij kalk de buffering op een hoog niveau (pH 7–8) in stand houdt. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand ligt circa 10–20 onder maaiveld. In de zomer zakt de grondwaterstand weg tot circa 40–50 cm onder maaiveld. De waterstandfluctuaties vormen een belangrijke standplaatsfactor, waarbij inundaties in winter en vroege voorjaar regelmatig en kort zijn en worden afgewisseld met perioden met lagere standen. Het grondwaterregime van de Weidekervelgraslanden (behorend tot Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, subtype van *Grote vossenstaart*) kent over het seizoen gezien een beperkte inundatieduur van maximaal circa 30 dagen (Weeda 1991). Van de regelmatige korte inundaties in het vroege voorjaar wordt verondersteld dat zij een rem vormen op de ontwikkeling van concurrentiekrachtige soorten zoals Riet en andere grassen (Bakker et al. 1999). Bij minder goed ontwikkelde plantengemeenschappen die tot het subtype van *Grote vossenstaart* (H6510B) worden gerekend is vooral een hoge voorjaarsstand belangrijk. Hooilanden van het Dotterbloem-verbond zijn gebonden aan een constant hoge waterstand. In de winterperiode kan de waterstand een periode van maximaal circa 15 weken boven maaiveld staan. In het groeiseizoen is de stand circa 10–20 cm beneden maaiveld. Tijdens de zomer, na de zaadzetting, kan de grondwaterstand gedurende ongeveer een maand verder wegzakken, tot maximaal 60 centimeter onder maaiveld. De omstandigheden zijn matig voedselrijk tot voedselrijk en basisch tot zwak zuur.

Voor specifieke informatie over de standplaatscondities van de afzonderlijke habitattypen zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats)."

Knelpunten

Verdroging

- Afname van de getijdeverschillen door afsluiting van het Haringvliet in 1970 heeft geleid tot ernstige verdroging. Dit heeft gezorgd voor:
 - Een sterke verzuivering (eutrofiëring) van de Vochtige alluviale bossen, *zachthoutooibossen* en een sterke afname van het areaal en de kwaliteit van Veldkers-ooibos, de plantengemeenschap die in het zoetwatergetijdengebied de zachthoutooibossen voornamelijk vertegenwoordigt;
 - Het op grote schaal ontstaan van Ruigten en zomen ten koste van het areaal riet- en biesenmoerassen. Langs de Oude Maas, waar de condities voor riet- en biesenmoerassen veel gunstiger zijn dan in de Biesbosch, heeft het niet meer maaien van deze moerassen bijgedragen aan het ontstaan van ruigten. De meeste Ruigten en zomen worden gedomineerd door hypertrofe, deels invasieve soorten.
- Afname van inundatieduur en -frequentie in de zomerpolders door instelling van een te laag zomerpolderpeil of van te vaste polderpeilen (weinig schommelingen en beperkte amplitudo) in zomerpolders. Waarschijnlijk sluit het moderne natuurbeheer onvoldoende aan bij de oorspronkelijke beheer: ze werden vaak bevaren, bemalen met windmolens en niet dagelijks bezocht, wat leidde tot veel grotere schommelingen in de waterstanden. De tegenwoordig te laag ingestelde vaste peilen in de zomerpolders hebben verlies van Weidekervelgrasland (habitattype Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, *Grote vossenstaart*) tot gevolg (Louw

Simonswaard). Te vaste polderpeilen leiden tot vernatting in de lage en tot verdroging in de hoge delen van het standplaatsbereik. Riet blijkt toe te nemen als de fluctuaties afnemen. Op de hogere delen worden deze vochtige tot natte graslanden dan vervangen door het drogere subtype met Glanshaver (Bakker et al. 1999, Everts & de Vries 2011).

Verzuring

- Geomorfologische processen van erosie en sedimentatie vinden in het van oorsprong sterk dynamische rivierengebied vrijwel alleen nog plaats in de oeverzone. Door verstening van oevers en door de aanleg van langsdammen in de kribvakken stagneert het proces van erosie en rivierduinvorming, en hierdoor ook de sedimentatie van kalkhoudend zand in de stroomdalgraslanden. Een belangrijk buffermechanisme is hiermee weggefallen;

Vermesting (en toxiciteit)

- Eutrofiëring door intensieve bemesting binnen het Natura 2000-gebied op plaatsen waar Stroomdalgraslanden en Glanshaver- en vossenstaartheoïlanden met Weidekervel hersteld kunnen worden (Kiwa & EGG 2005);
- Het nog steeds zeer voedselrijke karakter van het rivierwater kan eveneens een belemmering vormen voor herstel en ontwikkeling van de Stroomdalgraslanden (Van Lieshout et al. 2003, Kiwa & EGG 2005);
- In de Biesbosch sedimenteert op de lagere platen en slenken zeer veel, zeer voedselrijk slib, dat bovendien rijk is aan bestrijdingsmiddelen (Kiwa & EGG 2005).

Verstarring

- Langs de Oude Maas hebben regulatie van het stroombed van de rivier en intensieve scheepvaart geleid tot erosie van de gorzen; beide belemmeren bovendien het ontstaan van nieuwe platen. Daarmee is het een knelpunt voor het behoud (op de lange termijn) van Slikkige rivieroeveren en Ruigten en zomen (harig wilgenroosje) (Kiwa & EGG 2005);
- In de Biesbosch zijn begroeiingen van Slikkige rivieroeveren vrijwel verdwenen vanwege de thans zeer geringe getijdenverschillen. Door de aanleg van geulen met brede, flauwe oevers in de Kleine Noordwaard heeft het oppervlak van dit habitatype zich weer aanzienlijk kunnen uitbreiden;
- Langs het Hollands Diep en de Oude Maas is vooroeverbescherming aangebracht om verdere erosie van de gorzen tegen te gaan. Deze bescherming is echter niet geperforeerd en plaatselijk te laag, waardoor geen slib wordt achtergelaten en geen nieuwe of jonge aanwassen kunnen ontstaan.

Afname landschappelijke heterogeniteit voor fauna:

- Een algemeen probleem voor de fauna dat voortvloeit uit de verschillende knelpunten die hierboven zijn genoemd, is de verhoogde biomassagroei die leidt tot een grofkorreliger mozaïek (V1b), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

Gebrek aan laagdynamische delen

- Voor de bedijking waren de kommen de laagdynamische delen van het rivierenlandschap. Door de bedijking zijn zulke laagdynamische delen vrijwel verdwenen en daarmee uitwijkmogelijkheden voor fauna tijdens hoogwaters. Ook het vrijwel ontbreken van soorten

als Ringslang in het huidige Rivierengebied is een gevolg van het ontbreken van (geleidelijke) overgangen tussen hoog- en laagdynamische delen. Integraal herstel van de fauna van het rivierengebied kan alleen plaatsvinden als ook deze overgangen hersteld worden.

Herstelmaatregelen gradiënt

Herstelmaatregelen voor gradiënten zijn gericht op herstel van sturende processen op landschapsschaal en op het terugdringen van de effecten van maatregelen die samenhangen met de inrichting en het beheer van de rivier en het landgebruik (Londo 1997). In het Zoetwatergetijdengebied gaat het vooral om maatregelen die gericht zijn op vergroting van het getij, herstel van de riviermorfo- en hydrodynamiek (erosie en sedimentatie van zand en klei), optimalisatie van het polderpeilbeheer en de noodzakelijke mate van voedselrijkdom.

Randvoorwaarde is dat deze herstelmaatregelen niet ten koste mogen gaan van de veiligheidsdoelstellingen. De hieronder genoemde herstelmaatregelen moeten daarom via onderzoek worden getoetst op hun gevolgen voor veiligheid.

Voor de Biesbosch geldt dat de rivierinvloed de komende decennia verder naar het westen zal opschuiven. Dat komt door het wegvallen van het getij en is een consequentie van het voornemen de Haringvlietluizen niet gedeeltelijk open te zetten (het zogenoemde kierbesluit). Bij de aanleg van nieuwe geulen in bijvoorbeeld de Noordwaard zullen deze dan ook veel meer het karakter van een benedenrivier krijgen dan dat van een getijdenkreek.

Hier zijn drie groepen van maatregelen onderscheiden.

- De eerste groep is gericht op herstel van getijden en rivier(morfo)dynamiek en het bereiken van een inundatieregime waarbij de afzetting van zand, en slib wordt bevorderd door:
 - Vergroting van de getijdeverschillen door het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen. Door het recente regeringsbesluit omtrent de Haringvlietsluizen is deze optie minder relevant. Dat kan consequenties hebben voor het ontwerp van nieuwe geulen. In welke mate nog moet worden uitgegaan van een betrekkelijk dynamisch systeem is onduidelijk;
 - Herstel van de morfodynamiek van de rivier. In het oostelijk deel door het verwijderen van langsdammen in de kribvakken, in combinatie met het verwijderen van het achter de dammen afgezette slib. In het westelijk deel door vooroeverbescherming aan te brengen waarbij sedimentatie van slib weer mogelijk wordt.
 - Het doen van zeer beperkte ingrepen kan in grote gebieden het getij opnieuw worden toegelaten en kunnen weer morfodynamisch zeer actieve systemen met kreken en slikkige vlaktes ontstaan. Daarvoor noodzakelijke maatregelen zijn (Kater et al. 2012):
 - ✓ Het doorsteken van kades;
 - ✓ Het zodanig vormgeven van in- en uitstroomopeningen van kreken dat de getijslag in het achterliggende bekken maximaal is, bijvoorbeeld via lagere drempels, andere vormen van inlaten zoals V-vormige en schephoofden.
 - Verwijdering van langsdammen in kribvakken en van steenstort aan de oevers om zo herstel van rivierduinvorming via zandaanvoer vanuit bovenstroomse rivierdelen mogelijk te maken;
 - Aanleg van nieuwe hoogwatergeulen met een zeer geleidelijk reliëf en met bodemgradiënten. Voor een optimale ontwikkeling van bodemgradiënten is het van belang de structuur en ligging van de nieuwe geulen te laten aansluiten bij het historische geulenpatroon. Dit zal leiden tot een gunstige uitgangssituatie voor herstel van vrijwel het gehele spectrum aan habitats binnen de zoetwatergetijde delta;

- Herstel van een optimale overstromingsfrequentie in zomerpolders zowel ten behoeve van Stroomdalgraslanden als van Weidekervelgrasland (habitattype Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, Grote vossenstaart) door het vergroten van de inundatie- droogvaldynamiek en het vergroten van de amplitude (verschil tussen hoogste en laagste standen). Welke stuwpeilen daartoe ingesteld moeten worden, is gebiedsafhankelijk en moet op basis van historische informatie dan wel proefondervindelijk (met monitoring) worden vastgesteld.
- De tweede groep van maatregelen is gericht op herstel van de grondwaterhuishouding door:
 - Herstel van een optimaal zomerpolderpeil, waarbij Weidekervelgrasland (ook buiten het Hengstpolder) over een groter areaal en met van betere kwaliteit tot ontwikkeling kan komen. Onder een optimaal zomerpolderpeil moet worden verstaan een peil dat zorgt een over het seizoen gezien beperkte inundatieduur van maximaal circa 30 dagen (Weeda 1991), bestaande uit elkaar opvolgende korte perioden van inundatie en droogval in het winterhalfjaar. De gemiddelde grondwaterstand is intermediair tussen die van Dotterbloemhooilanden en Glanshaverhooilanden;
 - Een adequaat beheer van in- en uitlaat van water in de zomerpolders. Het uitlaten van water is gericht op het hierboven beschreven dynamische inundatie- en droogvalregime. Wanneer en hoe lang precies moet worden uit- en ingelaten is weliswaar gebiedsafhankelijk, maar tevens onbekend en zal proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Dit is een **kennislacune**.
- De derde categorie maatregelen is gericht op herstel van de noodzakelijke mate van voedselrijkdom door:
 - Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het rivierwater en -slib (nutriënten en toxische stoffen) te nemen zoals voorzien in de Kaderrichtlijn Water.
 - Te stoppen met intensieve bemesting kan op de Kop van de Oude Wiel enkele hectaren Stroomdalgrasland worden gerealiseerd. Elders zijn er na het stoppen met bemesting mogelijkheden voor herstel van Glanshaver- en vossenstaarthooilanden met Weidekervel (Kiwa & EGG 2005).

Aandachtspunten

- Het ontbreken van een verbinding met het niet overstromende achterland vormt een beperking voor de fauna. De dijken zouden dienst kunnen doen als uitwijkmogelijkheid maar deze zijn meestal zeer voedselrijk waardoor een soort als Knoflookpad hier geen geschikte overwinteringslocatie kan vinden. Op de dijken ontbreken vaak struwelen waardoor er geen schuilmogelijkheden zijn voor bijvoorbeeld Ringslangen. Er zou onderzocht moeten worden of er binnen de randvoorwaarden van veiligheid ruimte is om in de dijken uitwijkmogelijkheden te realiseren naar de laagdynamische delen. Dit is een **kennislacune**.
- De laatste jaren zijn onze riviersystemen in hoog tempo gekoloniseerd door vissoorten die daar oorspronkelijk niet in voorkwamen. De meeste van deze invasieve soorten zijn afkomstig uit het oosten van Europa en westelijk Azië. Voorbeelden zijn Donaubrasem, Blauwneus, Blauwband, Roofblei, Zwartbekgrondel en Marmergrondel. De gevolgen van deze nieuwkomers voor onze inheemse visfauna zijn op dit moment nog onbekend. Dit is een **kennislacune**.

Voorbeelden



























Hengstpolder (Bakker et al. 1999), Kop van de Oude Wiel (Weeda 1991), Biesbosch (Everts & De Vries 2011, Jansen et al. 2005, Zonneveld 1960 & 2000), Oude Maas (zogenoemde achterkanten in Kiwa & EGG 2005, Schaminée & Jansen 2009), Hollands Diep (zogenoemde achterkanten in Kiwa & EGG2005, Schaminée & Jansen 2009)

Literatuur









- Bakker, T.W.M., P.R. Nienhuis, F.H. Everts & N.P.J. de Vries 1999. Landschapsecologische analyse Hengstpolder. Rapport EV99/4 Ten Haaf & Bakker, Everts & de Vries e.a. SBB West-Brabant-Deltagebied. Alkmaar/Groningen.
- Bijkerk, W., F.H. Everts, A.G. Knotters, N.P.J. de Vries & P.J.M. Melman 1995. Vegetatiekartering in de Biesbosch. Rapport Everts & de Vries Meetkundige dienst Groningen/ Delft.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries 2011. Vegetatiekartering Biesbosch & Plantensoort-kartering Kleine Noordwaard. Rapport 898 EGG. EGG-consult (Ecologengroep Groningen).
- Jansen, A.J.M., J.H.J. Schaminée, R. van 't Veer, I.S. Zonneveld, P. Bremer, A.T.W. Eysink, R. Havenman & E.J. Weeda 2005. Successie, climax en het beheer van ruigte-, struweel- en bosgemeenschappen. In: E.J. Weeda, J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, *Atlas van de plantengemeenschappen in Nederland deel 4*, p. 8-33. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Jong, J.W. de & F.H. Everts 1998. De vegetatieontwikkeling van de Biesbosch 1984-1995 aan de hand van de karteringen van Saris 1984 en Bijkerk et al. 1995. Rapport EV 98/2. Everts & de Vries, Groningen.
- Kater, E., B. Makaske & G. Maas 2012. Morfodynamiek langs de grote rivieren. O+BN rapport 2012/OBN154-RI. Bosschap, Driebergen.
- Kiwa & EGG 2005. Knelpunten- en kansanalyse Natura 2000 gebieden. Ministerie van Landbouw, Kiwa & EGG Nieuwegein / Groningen.
- La Haye, M. & J.M. Drees, 2004. Beschermingsplan Noordse woelmuis. Rapport EC-LNV nr. 270.
- Londo, G. 1997. *Bos- en Natuurbeheer in Nederland 6. Natuurontwikkeling*. Backhuys Publishers Leiden.
- 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.
- Saris, F. 1987. Patroon en proces in een zoetwatergetijdendelta. Richtlijnen voor het beheer van het nationaal Park de Biesbosch. Studie en informatiecentrum TNO voor Milieu/Onderzoek. Delft.
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Janssen (red.) 2009. *Europese Natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Laag Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff 1995. *De vegetatie van Nederland 2: wateren, moerassen, natte heiden*. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Van Laar, V., 2002. De Noordse woelmuis en het ruime sop. *Natura* 2002 (3): 82-83.
- Van Lieshout, F., E.T.H.M.; Peeters & R.J.M. Franken 2003. De Allier, ecologische referentie voor de Grensmaas? – de macrofaunalevensgemeenschap in relatie tot het ecologisch herstel met een signalering van nieuwe knelpunten. *Natuurhistorisch Maandblad* 92 (2003): 10 – 16.
- Weeda, E.J. 1991. Het Sanguisorbo-Silaetum Klapp ex Hundt 1964 en verwante graslandvegetaties in het Middennederlandse rivierengebied. *Stratiotes* 3:3-32.

- Witte van den Bosch, R.H., D.L. Bekker & J.J.A. Dekker, 2009. Landschapsdynamiek voor Noordse woelmuis. *Landschap* 26: 147–152.
- Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder, R.W. de Waal, K.W. van Dort, S.M. Hennekens, P.W.F.M. Hommel, J.H.J. Schaminée & J.G. Vrieling 2001. *Ooibossen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Zonneveld, I.S. 1960. De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen. Bodemkundige studies 4. *Belmontia* II (6). 1–396.
- Zonneveld, I.S. 2000. *De Biesbosch een halve eeuw gevolgd: van hennip tot netelbos en verder. De vierde dimensie van de vegetatie en de bodem in de Brabantse Biesbosch (1948–1998)*. Uitgeverij Uniepers, Abcoude.

Legenda Rivieren

	H2310	Stuifzandheiden met struikhei
	H3130	Zwak gebufferde vennen
	H3140	Kranswierwateren
	H3150	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden
	H3260	Beken en rivieren met waterplanten
	H3260B	Beken en rivieren met waterplanten (grote fonteinkruid)
	H3270	Slikkige rivieroevers
	H5130	Jeneverbesstruwelen
	H6120	Stroomdalgraslanden
	H6230	Heischrale graslanden
	H6410	Blauwgraslanden
	H6430	Ruigten en zomen
	H6430A	Ruigten en zomen (moerasspirea)
	H6430C	Ruigten en zomen (droge bosranden)
	H6510	Glanshaver- en vossenstaarthooilanden
	H6510A	Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (glanshaver)
	H6510B	Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (grote vossenstaart)
	H7140A	Trilvenen
	H7230	Alkalische laagveen (kalkmoerassen)
	H7410	Overgans- en trilvenen
	H9120	Beuken- en eikenbossen met hulst
	H91E0	Vochtige alluviale bossen
	H91E0A	Vochtige alluviale bossen (zachthoutoobossen)
	H91E0B	Vochtige alluviale bossen (essen- iepenbossen)
	H91E0C	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)
	H91F0	Droge hardhoutoobossen

88b	Riet-verbond
88b4	Riet-associatie
88b4b	Riet-associatie (subassociatie Dotterbloem)
88c1	Oeverzegge-associatie
88d	Grote zeggemoerassen Verbond van Stijve zegge
Lg002	Geïsoleerde meander en petgaten
Lg005	Grote zeggemoeras
Lg007	Dotterbloemgrasland van het veenlandschap
Lg008	Nat, matig voedselrijk grasland
Lg011	Kamgrasweide rivierzeeklei
5Rg5-	Rompgemeenschap Tenger fonteinkruid
[5bc]	

	Maaiveld
	Stroomrichting
	Zand
	Klei
	Veen
	Boezemkwal
	Polderkwal
	Rivierkwal