

# Beekdallandschap

Grootjans, A.P., F.H. Everts, A.T.W. Eysink, A.J.M. Jansen, A.J.P. Smolders & E. Takman.

## Algemene karakterisering en indeling

Beekdalen zijn bij uitstek gradiëntrijke landschappen. De waterhuishouding heeft een belangrijke ruimtelijk structurerende werking op de vegetatie. Factoren als kwel (lokaal, subregionaal, regionaal), kwelintensiteit, natuurlijke of door de mens gestuurde of onbewust veroorzaakte inundaties, stagnatie en al of niet geremde afvoer van beekwater onder invloed van verschillen in verval dragen bij aan de grote verscheidenheid aan veenvormende en niet-veenvormende plantengemeenschappen en derhalve aan die van habitattypen. Binnen een beekdal vormen de oorsprong, bovenloop, middenloop en benedenloop de belangrijkste verscheidenheid aan gradiënttypen.

Gradiënten van beekdalen hebben een zeker raakvlak met die van het nat-zandlandschap. De grens is niet altijd scherp en de lezer dient bij zijn zoektocht naar de voor zijn gebied representatieve gradiënt soms meerdere landschappen te bekijken.

Hoofdcriteria zijn dat:

- beekdalen gekenmerkt worden door zowel dwarsgradiënten als lengtegradiënten, terwijl het natte zandlandschap gekenmerkt wordt door alleen dwarsgradiënten;
- in beekdalen in stroomafwaartse richting (lengtegradiënt) een verschuiving optreedt in de voeding van grondwater door kwel van voornamelijk lokale naar voornamelijk bovenlokale herkomst waarbij water al dan niet via een beek oppervlakkig wordt afgevoerd en de kans op overstromingen vanuit de beek toeneemt;
- In het natte zandlandschap het grondwater voornamelijk door regenwater wordt gevoed, regelmatig ook in combinatie met (licht) basenhoudende kwel van meer lokale herkomst, de afvoer gaat echter voornamelijk via de bovengrond.

## 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 beekdallandschap is een bijzonder landschap vanwege het lijnvormige karakter van het belangrijkste onderdeel van het landschap, de beek. Daarom heeft het beekdallandschap op heel veel plekken een verbinding met andere landschappen. Hier komen diersoorten aan de orde die zich over de landschapsgrenzen heen bewegen d.w.z. gebruik maken van de gehele gradiënt en soorten die gebonden zijn aan de variatie van en binnen de beekdalgradiënttypen. In deze paragraaf worden enkele algemene aspecten die van belang zijn voor fauna beschreven. Het betreft mozaïeken van habitats, vegetatiestructuur, overgangen tussen droog en nat en dynamische processen. In de afzonderlijke gradiënttypen worden deze aspecten verder uitgewerkt aan de hand van kenmerkende soorten.

Een beekdal met een grote terreinheterogeniteit biedt meer ruimte voor soorten dan de afzonderlijke habitattypen en landschapselementen ([Bijlsma et al. 2010](#)). Binnen beekdalen geldt dit zowel voor de gradiënt loodrecht op de beek als voor de gradiënt van bron naar benedenloop.

Loodrecht op de beek is sprake van een gradiënt van droog naar nat (V1). Dit geldt zowel op landschapsschaal (vaak van droge heidelandschappen tot vochtige beekdalgraslanden) maar ook op kleinere schaal onder invloed van fijnschalig reliëf. Beide vormen zijn van belang voor fauna. Op landschapsschaal kunnen de hogere delen worden gebruikt als broedgebied en de lagere, voedselrijke delen om te foerageren. Op fijnere schaal kunnen bijen nestelen in hogere zandkopjes terwijl ze foerageren op wilgen in vochtige laagtes in de nabijheid.

Ook de geleidelijke overgangen tussen de onderdelen in een beekdallandschap (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 beken buiten hun oevers treden.

De dynamiek in een beekstelsel bepaalt in grote mate de aanwezigheid en kwaliteit van gradiënten. Door temporele overstromingen ontstaat er zowel in de tijd als in de ruimte een gradiënt van natte naar droge omstandigheden. Daarnaast zorgt stroming van de beek voor de vorming van specifieke structuren die voor verschillende diersoorten van belang zijn. Door watererosie ontstaan steile oevers in de buitenbocht terwijl in de binnenbochten zandbanken worden afgezet, waar zich pioniers kunnen vestigen. Binnen de beek zelf zorgen holle oevers, sneller en langzamer stromende delen, vegetatie of dood hout (V2), zand- en grindbankjes of veldjes met organische stof op de bodem (V1a) voor faunistisch belangrijke structuren. Zo is de Bosbeekjuffer gebonden aan snel stromende, zuurstofrijke wateren, maar hebben de larven een voorkeur voor stromingsarme delen zoals holle oevers (Kroes et al. 2002). Zand- en slibbankjes zijn weer van groot belang voor de larven van de Beekprik (Maitland 2003). Deze bodemstructuren ontstaan alleen bij enige vorm van waterdynamiek (Aggenbach et al. 2009). Dood hout (V2) zorgt voor structuur en biedt beschutting voor veel diersoorten, maar dient ook als voedsel voor bijvoorbeeld de kokerjuffer *Lype phaeopa* (Spänhoff et al. 2003).

## Gradiënttypen

Het aantal gradiënttypen dat voor een systematische beschrijving kan worden onderscheiden is talrijk en hangt nauw samen met de geologische verscheidenheid in ons land. De beekdalen van de Pleistocene plateaus met hun golvende dekzandlandschap, die in reliëfrijke gebieden als in Twente en de Veluwezoom, en in het kalkrijke heuvelland van Zuid-Limburg weerspiegelen de voornaamste bandbreedte. Het zal duidelijk zijn dat bij de beschrijving keuzes zijn gemaakt, waarbij uiteindelijk zes gradiënttypen zijn onderscheiden die de belangrijkste variatie beschrijven:

- Gradiënttype 1: Beekdalen met lokale kwel in de bovenloop;
- Gradiënttype 2: Beekdalen met regionale kwel in de middenloop;
- Gradiënttype 3: Overstroomde beekdalen van de benedenloop;
- Gradiënttype 4: Reliëfrijke beekdalen van de Hogere zandgronden met basenarm hellingveen;

- Gradiënttype 5: Reliëfrijke beekdalen van de Hogere zandgronden (stuwwallen, terras- en dalranden);
- Gradiënttype 6: Reliëfrijke beekdalen van het Heuvelland.

Deze gradiënttypen vallen uiteen in twee groepen: de relatief vlakke beekdalen (gradiënttypen 1 t/m 3) en de reliëfrijke beekdalen (gradiënttypen 4 t/m 6). De relatief vlakke beekdalen zijn onderscheiden op basis van de lengterichting. Het onderscheid binnen de reliëfrijke beekdalen is gebaseerd op geologische verschillen.

### Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., D. Groenendijk, R.H. Kemmers, H.H. van Kleef, A.J.P. Smolders, W.C.E.P. Verberk & P.F.M. Verdonschot 2008. *Preadvies beekdallandschap*. KWR 08.048, Kiwa Water Research/ Alterra/ Stichting Bargerveen/ Vlinderstichting/ BWare, Nieuwegein.
- 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.
- Harper, D., J. Mekotova, S. Hulme, J. White J. & J. Hall 1997. Habitat heterogeneity and aquatic macroinvertebrate diversity in floodplain forests. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 275–285.
- Kroes, R., D. Groenendijk & H.G. van der Geest 2002. Invloed van voedselaanbod en stroomsnelheid op de microhabitatselectie door larven van Bosbeekjuffer (*Calopteryx virgo*). *Brachytron* 6(2): 43–46.
- Maitland, P.S. 2003. Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 5. English Nature, Petersborough.
- Spänhoff, B., U. Schulte, C. Alecke, N. Kaschek & E.I. Meyer 2003. Mouthparts, gut contents, and retreat-construction by the wooddwelling larvae of Lype phaeopa (Trichoptera: Psychomyiidae). *European Journal Entomology* 100: 563–570.
- Verberk, W.C.E.P., G.A. van Duinen, A.M.T. Brock, R.S.E.W. van Leuven, H. Sipel, 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: Beekdalen met lokale kwel in de bovenloop

## Beknopte beschrijving

De bovenlopen van beekdalen liggen veelal in ontkalkte Pleistocene plateaus en ontvangen grondwater van relatief kleine hydrologische systemen die matig basenrijk, ijzerrijk grondwater aanvoeren (Everts & de Vries 1991, Jalink et al. 2003). De aanvoer van grondwater (kwel) is daarom vaak periodiek (maar kan ook permanent zijn). Indien op de flanken sterk uitgeloogde, slecht doorlatende klei of leemlagen aanwezig zijn, kan ook zeer basenarm grondwater het beekdal bereiken. De bovenlopen van beekdalen zijn relatief smal en ondiep. In het beekdal kunnen veenpakketten van meer dan een meter diep voorkomen, indien grondwater uit naastliggende relatief grote hydrologische systemen het maaiveld kan bereiken. De lengte van de dwarsgradiënt is veelal niet meer dan enkele honderden meters, tot hooguit enkele kilometers.

Bovenlopen worden vaak geflankeerd door schijnbaar geïsoleerde veentjes in het natte zandlandschap. Soms gaat het om zogenoemde pingo's die ooit door basenrijkgrondwater zijn beïnvloed, maar door veranderende hydrologische omstandigheden zijn verzuurd. Andere heideveentjes liggen in clusters of 'kralen' bij elkaar, omdat ze deel uit maakten van fossiele afwateringsstelsels (zie Nat zandlandschap, gradiënttype 4). Dergelijke veentjes maakten dus deel uit van een vroeger beekdalstelsel, maar zijn nu onderdeel van het Natte zandlandschap. De veentjes zijn echter nog steeds met elkaar en ook met de beekdalen van de bovenloop verbonden, soms alleen maar in zeer natte perioden (Bakker et al. 1986, Verschoor et al. 2003).

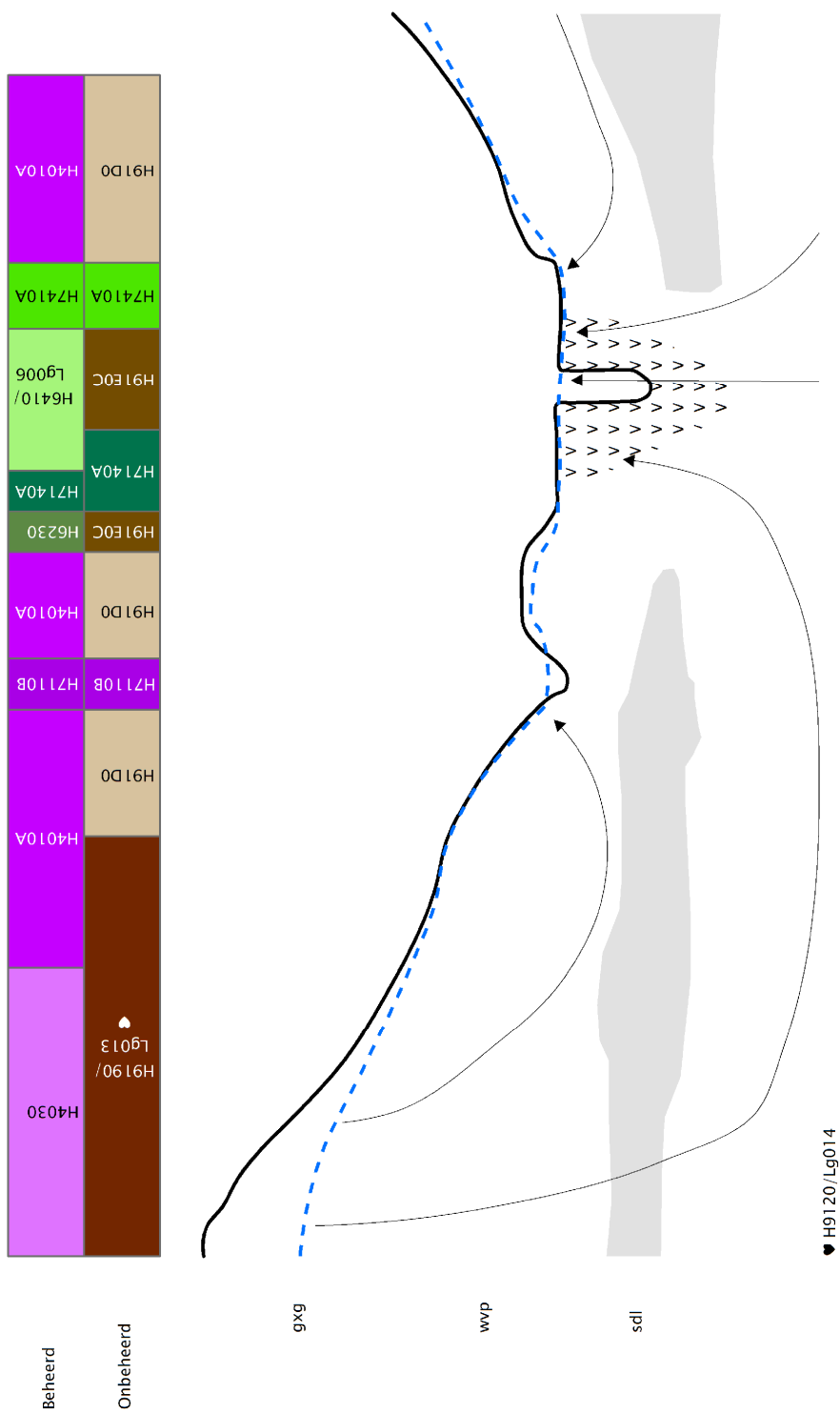
## Vegetatiegradiënt

De hoge delen van de gradiënt bestaan in zowel in de niet beïnvloede (Figuur 1) als in de licht beïnvloede situatie (Figuur 2) uit Droge en Vochtige heiden (respectievelijk H4030 en H4010A), alsmede uit een mozaïek van bostypen: op leem-arme zandgronden Oude eikenbossen (H9190) dan wel Bos van arme zandgronden (LG013) en op leemrijke zandgronden Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) dan wel Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (LG 14). Op plaatsen met basenrijkere leem aan of dicht onder maaiveld kunnen Eiken-Haagbeukenbossen, *hogere zandgronden* (H9160A) ontwikkeld zijn (niet opgenomen in de doorsneden). Sommige infiltratiegebieden zijn in het begin van de vorige eeuw ingeplant met dennenbossen (Bos van arme zandgronden, LG13).

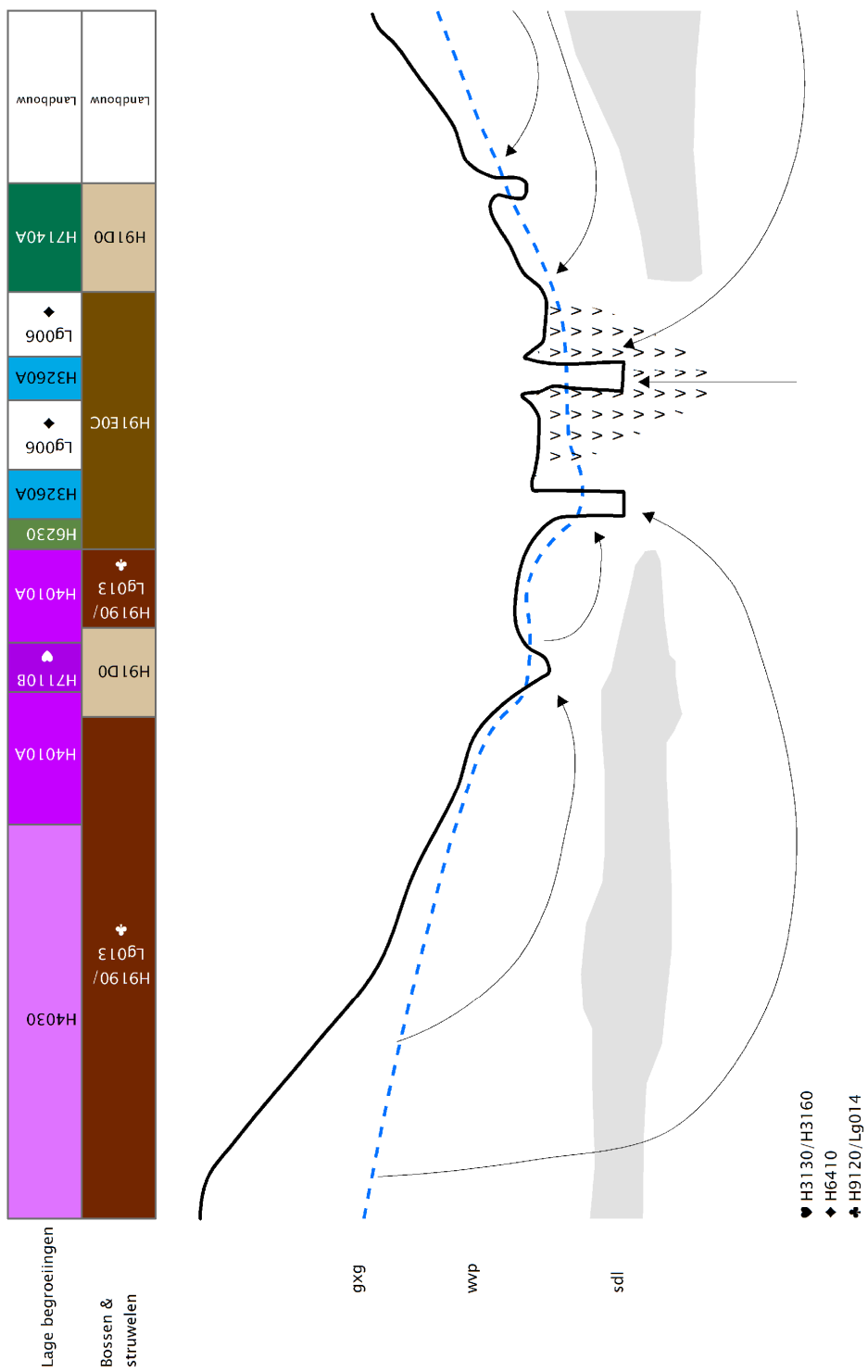
Andere delen zijn ontgonnen tot landbouwgronden.

Op de flanken waar zich gedurende het winterhalfjaar langdurig lateraal bewegend zuur water aan maaiveld bevindt, zijn Vochtige heiden met Beenbreek en veenmossen en/of Gagelstruwelen (40-RG1-[40Aa]) of Hoogveenbossen (H91D0) ontwikkeld. Soms zijn in de licht beïnvloede toestand op de flanken kleine hoogveentjes (Heideveentjes, H7110B) bewaard gebleven. Indien deze laagten geheel uitgeveend zijn, zijn Zwak gebufferde vennen (H3130) of Zure vennen (H3160) ontstaan.

Op de overgang van het inziggebied naar het beekdal kunnen op minerale bodems wat beter gebufferde, vochtige plekken, zowel in de niet als licht beïnvloede toestand, plaatselijk Heischrale graslanden (H6230) voorkomen of Beekbegeleidende bossen (H91E0C) van het Verbond van Els en Vogelkers (43Aa).



Figuur 1: Gradiënttype 1, bovenloop – niet beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.



Figuur 2: Gradiënttype 1, bovenloop – licht beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

In de lage delen van het beekdal overheersen in de halfnatuurlijke, licht beïnvloede toestand Kleine-zeggenmoerassen (Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*), H7140A) en/of Beekbegeleidende bossen (H91E0C, zure Elzenbroeken: 39Aa2e)). Op plaatsen waar basenrijker grondwater uittreedt, zijn op minerale bodems Beekbegeleidende bossen van het Verbond van Els en Vogelkers en op sterk moerige en veenbodems van het Elzenbroek (39Aa2) ontwikkeld. Hooilanden op deze door basenrijke grondwater gevoede plaatsen behoren tot de Blauwgraslanden (H6410) of – wanneer veenbodems voorkomen – tot de Dotterbloemhooilanden (LG06).

De beek kan 's zomers droogvallen of het hele jaar door water voeren. In beschaduwde situaties is de vegetatie spaarzaam (deze kunnen onderdeel uitmaken van Lg1: Permanente bron en langzaam stromende beek). In open situaties komen rijkere begroeiingen voor, met name behorend tot het Verbond van Grote waterranonkel (5Ca), die onderdeel zijn van Beken en rivieren met waterplanten (*waterranonkels*) (H3260A). In de niet beïnvloede toestand kunnen op plaatsen met een permanente voeding van basenarm grondwater zure Kleine-zeggenmoerassen en/of Beekbegeleidende bossen (zure Elzenbroeken) ontstaan. Op plaatsen waar basenrijk(er) grondwater uittreedt, zijn op minerale bodems Beekbegeleidende bossen van het Verbond van Els en Vogelkers en op sterk moerige en veenbodems van het Elzenbroek ontwikkeld. Hooilanden op deze door basenrijke grondwater gevoede plaatsen behoren tot de Blauwgraslanden of tot de Dotterbloemhooilanden. Indien onder natuurlijke, veenvormende omstandigheden een beek aanwezig is, wat lang niet altijd het geval hoeft te zijn, dan zijn begroeiingen aanwezig met veel Gewone waterranonkel en Waterviolier.

## Fauna

De gehele gradiënt wordt onder andere gebruikt door de Grauwe klauwier en de Nachtzwaluw. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd (V1). Voor de Grauwe Klauwier liggen broed- en foerageerplekken dicht bij elkaar in het beekdal (mesoschaal: 1 à 2 hectare), voor de Nachtzwaluw kunnen deze plekken zeer ver uit elkaar liggen (macroschaal: tot enkele kilometers). Voor beide soorten geldt dat een gevarieerd landschap met geleidelijke overgangen voor een hoge biodiversiteit zorgt (F3) waardoor er in een divers aanbod is van voedsel. Kleine dagactieve gewervelden en ongewervelden voor de Grauwe klauwier en nachtactieve ongewervelden (m.n. vlinders, kevers, muggen en schietmotten) voor de Nachtzwaluw. De foerageergebieden kunnen dus sterk verschillen van de broedgebieden (V1). Afwisseling van bossen, kapvlakten en heide om te broeden en nachtvlinderrijke delen zoals als vennen, hooilanden en moerassen zijn daarbij van belang (De Kruif & Groenendijk 2011). In de goed ontwikkelde Blauwgraslanden met Klokjesgentianen komt het Gentiaanblauwtje voor. Deze sterk bedreigde soort is zowel afhankelijk van de waardplant (Klokjesgentiaan) als het voorkomen van een aantal knooppiersoorten (Bossteekmier en Moerassteekmier). Voor deze soorten is een gradiënt in zowel vocht als begroeiing van belang (V1a). De open begroeiingen bieden kiemmogelijkheden voor de Klokjesgentiaan, de sterker begroeide delen bieden nestmogelijkheden voor de knooppieren. De Klokjesgentianen zijn daarnaast kenmerkend voor vochtige omstandigheden terwijl voor de mieren de aanwezigheid van drogere delen (ook in de winter) van belang is. Voor de Zilveren maan is een combinatie van vochtige hooilanden, waar de waardplant Moerasviooltje groeit,

met ruigere en bloemrijkere delen voor de nectar van belang (V1). Beekbegeleidende bossen kunnen bijzonder soortenrijk zijn. In de structuurrijke bossen met voldoende open plekken (V6) met Wilde kamperfoelie vindt de Kleine ijsvogelvlinder geschikt leefgebied. Goed ontwikkelde bosranden en overgangen naar graslanden (V5) zijn rijk aan insecten en bieden onder andere geschikt leefgebied voor het Bont dikkopje. In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

### Sturende processen

- Bovenlopen kennen vaak sterk wisselende waterstanden en eventuele veenpakketten zijn veelal minder dan een meter dik. Bovenlopen met slecht doorlatende lagen in de ondergrond kunnen echter zeer nat zijn, en de lagere delen kunnen dan veenpakketten hebben die 1–2 meter dik zijn. In de natte perioden kan het neerslagwater moeilijk de grond in dringen waardoor de grondwaterstanden aan of vlak onder het maaiveld verblijven. Daardoor ontwikkelen zich lokaal grondwaterstromen die zijdelings richting het beekdal stromen en daar aan de flanken van de beekdalen uittreden. Ze kunnen vaak ver het beekdal binnendringen. Het uittredende grondwater is overwegend basenarm omdat de oppervlakkige afzettingen meestal sterk zijn uitgeloozd. In het droge seizoen verdwijnen deze lokale systemen (grotendeels) en daarmee ook het zijdelings uittreden van basenarm grondwater.
- Diepere grondwaterstromen komen in de lagere delen in het beekdal naar boven. Hier bevinden zich meestal geen slechtdoorlatende lagen, want die zijn in een ver verleden al weg geërodeerd. Verspoelde (kei)leem kan in de vorm van beekleem wel in bovenlopen zijn afgezet. Dat kan lokaal de kwelintensiteit in het beekdal verminderen.

### Standplaatscondities

Langs de flanken treedt over het algemeen basenarm grondwater uit. De grondwaterstroom die midden in het beekdal omhoog komt is vaak matig rijk aan calcium en bicarbonaat, maar zeer rijk aan ijzer.

De grondwaterstanden zakken in de zomer op de flanken van veel bovenlopen betrekkelijk diep weg (dieper dan 30 cm beneden maaiveld), waardoor geen veenvorming kan optreden (zoals wel (vaak) het geval is in gradiënttypen Bd2, Bd3, Bd4 en Bd5). Langs de beek kunnen wel veenpakketten aanwezig zijn, waarin zich soms veel houtresten (van Zwarte els) bevinden. Dat wijst op de vroegere aanwezigheid van natuurlijke bossen. Vooral wanneer de veenpakketten dikker zijn dan een meter, wijst de samenstelling van het veen op vroegere boomloze begroeiingen in een overheersend matig voedselrijk milieu (Everts & de Vries 1991). In sommige bovenlopen kan de bodem ook basenrijk zijn door de aanwezigheid van kalkhoudende afzettingen (Willinks Weust bij Winterswijk, Brabantse leem). Deze situaties worden niet hier, maar bij het Nat zandlandschap (gradiënttype NZ-6) besproken.



## **Knelpunten**

Goed bewaard gebleven bovenlopen zijn relatief zeldzaam. Reden is dat ze gemakkelijk te ontwateren zijn. Bovendien werden de hogere gronden (de inzijggebieden) in de vorige eeuw ontgonnen en geschikt gemaakt voor moderne landbouw. Tijdens de periode van de ruilverkavelingen na de Tweede Wereldoorlog zijn met name de bovenlopen van de beken rechtgetrokken en zijn allerlei parallelle leidingen aangelegd om het grondwater sneller af te voeren. Tijdens de ruilverkavelingen zijn ook diepe sloten in de veenpakketten gegraven. Daardoor daalden niet alleen de grondwaterstanden, maar trad ook verzuring op door een vergrote invloed van regenwater (vorming van neerslaglenzen) in de bovenste bodem. Aldus verdwenen niet alleen de zure Kleine-zeggenmoerassen (door verlaging van de grondwaterstanden), maar bleven zelfs Dotterbloemhooilanden niet behouden (onder invloed van verzuring). Als gevolg hiervan zijn slechts enkele van de meest krachtige halfnatuurlijke ecosystemen bewaard gebleven.

### *Verdroging*

- Gedaalde grondwaterstanden zijn vaak het gevolg van de diepe en intensieve ontwatering in omliggende landbouwgebieden. Het gaat daarbij om zowel ontwatering in de intrekgebieden als op de beekdalflanken. Maar ook in het beekdal zelf kunnen diepe 'landbouwdoorvoersloten' – via welke landbouwgebieden naar het lager gelegen beekdal afwateren – voor verdroging zorgen. Verder draagt in sommige gebieden onttrekking van grondwater voor de drink- en industriewatervoorziening of landbouw (beregening) bij tot verlaging van grondwaterstanden in het beekdal. Ten slotte is de beek zelf vaak sterk verdiept, soms veroorzaakt door beeknormalisaties, maar meestal ook door het intensief (jaarlijks) schonen van de beekloop. Deze verdieping zorgt voor een versterkte erosie door de beek zelf waardoor de beek zichzelf nog dieper insnijdt en de drainagebasis wordt verlaagd. Ook bebossing van het inzijggebied kan sterk verdrogend werken. (Donkere) naaldbossen kunnen tot 50 % van het regenwater onderscheppen (Van Mullekom et al. 2009). Al deze ingrepen leiden tot een daling van de regionale drainagebasis, lagere stijghoogten van het diepere grondwater en tot een vermindering van kwelintensiteit, dat wil zeggen dat minder grondwater het maaiveld van het natuurgebied bereikt en meer grondwater naar de watergangen stroomt. Daling van de grondwaterstanden en de drainagebasis benadeelt alle habitattypen, leefgebieden en andere levensgemeenschappen die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden. De effecten zijn afhankelijk van de mate van grondwaterstands daling.
- In beekdalen met veenpakketten zorgen gedaalde grondwaterstanden voor klink en mineralisatie van het veen. Hierdoor kan het veen op termijn geheel verdwijnen. De weerstand van het compactere veen tegen grondwaterstroming wordt groter, waardoor grondwater de wortelzone van de vegetatie moeilijker en met lagere intensiteit kan bereiken. De mineralisatie van veen leidt tot een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve.
- Gedaalde grondwaterstanden – in combinatie met een verlaagde stijghoogte van het grondwater – zorgen voor een grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone van de vegetatie. De standplaats raakt gestratificeerd: een meer of minder dikke laag zuur regenwater bevindt zich boven het basenrijke grondwater. Het gevolg is dat

soorten van zure of zuurdere omstandigheden toenemen ten koste van soorten van (zeer) basenrijke omstandigheden. Vaak weten alleen diep(er) wortelende basenminnende soorten zich onder zulke gestratificeerde omstandigheden nog te handhaven.

#### *Vermesting*

- In beekdalen is vermesting van grondwater na verdroging het grootste milieuknelpunt voor grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden (Aggenbach et al. 2009). Deze vermesting kan door interactie met bodemmineralen nog lang doorwerken in de beekdalen en leidt er vaak toe dat soorten die gevoelig zijn voor een hoge nutriëntenbeschikbaarheid in bodem en grondwater nog steeds in hoog tempo achteruit gaan. Vermesting zorgt voor een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. De mate waarin dat gebeurt, is afhankelijk van de concentratie van nutriënten, de grondwaterstand en de chemische samenstelling van het grondwater in de wortelzone. Door vroegere overbemesting van intrekgebieden zijn nog steeds matig tot sterk vervuilde grondwaterstromen op weg naar het beekdal. Uitspoeling van het zeer mobiele nitraat uit bossen (als gevolg van ingevangen atmosferische stikstofdepositie) en zwaar bemeste landbouwgronden heeft geleid tot een sterke verandering van de grondwaterkwaliteit. In beekdalen met veel organische stof verdwijnt nitraat veelal snel indien het grondwater door de veenpakketten stroomt (denitrificatie). Nitraat kan in de ondergrond ook reageren met pyriethoudende afzettingen, waarbij het nitraat weliswaar verdwijnt, maar sulfaat ontstaat (Smolders et al. 2010). Sulfaat kan indirect tot een eutrofiëring van grondwatergevoede systemen leiden. Sulfaat reageert onder anaerobe condities met organisch materiaal waardoor dit wordt afgebroken en nutriënten vrij kunnen komen. Het sulfide dat hierbij wordt gevormd, reageert met ijzerhydroxidecomplexen in de bodem, waardoor het hieraan gebonden fosfaat vrij kan komen. Dit proces wordt interne eutrofiëring genoemd en speelt vooral een rol in systemen met lage ijzergehalten in de bodem (Smolders et al. 2006, Smolders et al. 2010). In veel kwelgebieden is in de loop van vele eeuwen echter dermate veel ijzer aangevoerd dat een overmaat van ijzeroxiden ten opzichte van fosfaten aanwezig is, waardoor de fosfaatverzadigingsindex laag is en fosfaat dermate sterk gebonden is dat P-mobilisatie geen wezenlijk probleem oplevert.
- Overstroming met voedselrijk beekwater tijdens piekafvoeren. Deze piekafvoeren zijn veelal het gevolg van intensieve drainage van het intrekgebied van het grondwater. Regenwater wordt dan snel – via afstroming over maaiveld of via buisdrains – naar de watergangen gebracht die op de beek afwateren. Zeker wanneer zulke percelen net bemest zijn komen heel grote hoeveelheden voedingsstoffen in het oppervlaktewater terecht. Ze uiteten zich in (oever)begroeiingen van hoogproductieve ruigtekruiden zoals die van Grote brandnetel. Deze situatie zal blijven voortbestaan zo lang landbouwgebieden nog via het lager gelegen beekdal moeten afwateren.
- Vanwege de slechte – nutriëntenrijke en bij piekafvoeren sedimentrijke – waterkwaliteit is de waterplantvegetatie van beken sterk verarmd. Soorten met drijvende bladeren worden bevoordeeld ten koste van soorten met ondergedoken bladeren. Vermesting leidt eveneens tot een afname van zuurstofspanning in de vaak

zwak gebufferde bovenloopjes die leefgebied kunnen zijn van de Beekprik (Lg001: Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop).

#### *Beheer*

- Het intensief schonen van de beek zorgt niet alleen voor een snelle afvoer van water. Het verstoort de opbouw van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grond, hout) wat het leefgebied van de Beekprik negatief beïnvloedt. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen. Het zorgt ten slotte voor een significante verdieping van de beekbodem en daarmee van de drainagebasis en aldus voor verdroging van het aangrenzende beekdal;
- Een belangrijk intern knelpunt is in veel gebieden nog het maaibeheer dat een zekere drooglegging van de (veen)bodems vereist, indien met traditionele (zware) tractoren wordt gemaaid. Verder treedt veel insporing op, leidend tot bodemcompactie. Daardoor kan baserijk grondwater het maaiveld moeilijker bereiken (grotere weerstand tegen uittreden) en stagneert regenwater gemakkelijker. In hoeverre dat de vegetatieontwikkeling beïnvloedt is niet onderzocht. Er zijn echter aanwijzingen dat kenmerkende grondwaterafhankelijke bladmossen (Braunmoosen) niet (goed) bestand zijn tegen de effecten van insporing en bodemcompactie (Jansen et al. 2001). Door het nemen van antiverdrogingsmaatregelen wordt dit probleem steeds nijpender. Er zijn in Nederland al veel technische innovaties gedaan om lichtere maaimachines te ontwikkelen, maar dit leidt nog steeds tot een (te) sterke invloed van de rupsbanden op de bodem. Verdere technische innovaties zijn wenselijk om het noodzakelijke maaibeheer voort te kunnen zetten (**kennislacune**).
- Vaak wordt het gehele perceel in eens gemaaid en wordt het maaisel direct afgevoerd. Voor bijvoorbeeld sprinkhanen die een belangrijk voedsel zijn voor insectenetende vogels als Grauwe klauwier is een dergelijk maaibeheer zeer negatief. Na het maaien zijn er bovendien geen ruigere delen meer om te schuilen, terwijl alle dieren in het maaisel uit het gebied worden verwijderd.

#### *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 gradiënt**

- In deze grondwaterafhankelijke systemen heeft het bestrijden van verdroging prioriteit. Hierbij wordt het functioneren van de hydrologische systemen die voor deze natte natuurgebieden van belang zijn zo veel mogelijk hersteld. Maatregelen die aan herstel of verbetering bijdragen zijn gericht op verhoging van de grondwaterstanden en bevordering van het uittreden van grondwater in de wortelzone van de vegetatie. Het betreft:
  - in het beekdal zelf het verondiepen of dempen van watergangen (sloten en greppels) en dichtmaken van buisdrains;

- 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;
  - het omleiden van diepe 'landbouwdoorvoersloten';
  - het dempen of verondiepen van beken dan wel het stoppen met of het aanzienlijk extensiveren van beekonderhoud (maaïen, baggeren);
  - De combinatie van meerdere van deze maatregelen draagt bij aan het vasthouden van water (en in laagten tot berging van regen- en grondwater op maaiveld) waardoor de afvoer van de beek meer getemperd zal zijn. Het risico op inundaties met (voedselrijk en/of vermist) beekwater vermindert aldus. Dit zal des te meer het geval zijn indien zulke maatregelen niet alleen langs de beekloop zelf worden genomen.
- Vermesting en door meststoffen veroorzaakte verzuring in het beekdal kan worden voorkomen en/of bestreden door:
    - De creatie van bosstroken van enkele tientallen meters breedte rondom het natuurgebied (Verhagen & Van Diggelen 2006), in het bijzonder in het zuidwesten (overheersende windrichting) of aan die zijden van het reservaat waar lokaal de grootste stikstofemissies plaatsvinden. Deze bosstroken zullen als stikstofvangers functioneren waardoor de depositie op het benedenwindse natuurgebied aanzienlijk vermindert (Verhagen & Van Diggelen 2006). Desondanks zal er via blad- en naaldval indirect toch een aanzienlijke stikstofbelasting blijven plaatsvinden. Welk deel van de ingevangen stikstof via blad- en naaldval alsnog in een reservaat terecht komt – en tot hoever – is onbekend (**kennislacune**). In kleinere natuurgebieden is de aanleg van brede stroken echter meestal niet mogelijk en kan het beste omvorming van bos naar lage begroeiingen worden nagestreefd om de interceptie van stikstof in de centra te verminderen, in ieder geval bij een N-belasting die betrekkelijk laag is in vergelijking tot de kritische depositie, hoewel het areaal dat wordt beïnvloed door lokale stikstofemissies dan groter is. Is de N-belasting hoog in vergelijking tot de kritische depositie dan is het zoveel mogelijk afschermen met bomen wellicht toch te overwegen om in ieder geval in de kern van het reservaat een lagere N-belasting te bereiken
    - Het stoppen van bemesting in het intrekgebied om de kwaliteit van het toegevoerde grondwater te verbeteren. Het stoppen of aanzienlijk verminderen van bemesting van het intrekgebied voorkomt vermist van het grondwater en daarmee vermist van het beekdal;
    - In het beekdal zelf kan na verwerving van gronden als natuurgebied vermist worden bestreden via inrichtingsmaatregelen en/of verschravingsbeheer zoals het verwijderen van de bemeste toplaag, uitmijnen, maaïen en afvoeren en/of begrazen. In geëgaliseerde gronden, waarin de laagten zijn opgehoogd, is herstel van de vroegere laagten mogelijk door terug te graven naar het originele maaiveld. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregelen op standplaatschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats).
    - Verbetering van de kwaliteit van het beekwater kan – indien bemesting van landbouwpercelen niet kan worden gestopt of aanzienlijk verminderd – deels

worden bereikt door op deze landbouwgronden in ieder geval langs de beek bemestingsvrije zones in te stellen.

- Het beheer van beekdalen kan worden geoptimaliseerd door:
  - Het extensiveren van beekonderhoud door minder frequent of niet meer te maaien en/of te baggeren. Dit zal op termijn leiden tot de vorming van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grind, hout), wat de habitat van beekvissen als de Beekprik en watermacrofaunasoorten zal verbeteren. Het draagt tevens bij aan vermindering van de drainage door de beek waardoor zich in het beekdal minder verdroogde levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen; ;
  - De natste delen met aangepaste maaiapparatuur tet maaien om zo compactie van de bodem en diepe spoorvorming tegen te gaan en (naar verwachting) het ontstaan van een goedontwikkelde moslaag te bevorderen. Voor behoud of herstel van een gevarieerde fauna het maaisel niet direct afvoeren en delen van de vegetatie laten staan. Onder zeer natte omstandigheden kan ook worden gekozen voor herstel van veenvormende begroeiingen, vooral bij een lage ijzerrijkdom van de bodem. Dan zijn de vooruitzichten voor herstel van veenvorming en herstel van mesotrafente doelvegetatietypen vermoedelijk veel beter dan in geval van een hoge ijzerrijkdom (Aggenbach et al. 2011, Aggenbach et al. 2013). Dan hoeft niet meer gemaaid te worden (Verberk et al. 2009).

#### *Aandachtspunten*

- Bij maaiveldverlaging door afgraving van de toplaag in de nabijheid van bestaande grondwaterafhankelijke natuurgebieden is een zorgvuldige afweging nodig om het risico van verdrogings schade 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);
- In bovenlopen die gekenmerkt zijn door oppervlakkige afvoer van water over maaiveld is herstel van deze afvoer cruciaal om verzuring en/of interne eutrofiëring te voorkomen. Deze oppervlakkige, getemperde afvoer wordt hersteld door:
  - het dichteren van watergangen zoals greppels en sloten;
  - het afgraven van dammen of kaden die deze afvoer belemmeren (De Boo 1996).
- Plaatselijk zijn goede mogelijkheden voor het herstellen van natuurlijke processen, waarbij de meer natuurlijke natte ecosystemen zich op termijn ook zonder menselijk ingrijpen kunnen handhaven. Zie box 1;
- Op locaties waar nog bijzondere fauna aanwezig is moet bij hydrologisch herstel van te voren worden bepaald in hoeverre deze fauna wordt in haar voortbestaan bedreigd door plotsklaps stijgende waterstanden. Om te voorkomen dat als gevolg van de vernatting deze soorten zullen verdwijnen zullen in de nabijheid nieuwe leefgebieden dienen te worden gecreëerd, vaak door het kappen van bos op wat hogere koppen of

op de flanken van het beekdal. Indien dit niet mogelijk is, dient vernatting gefaseerd op te treden. Maar ook in dat laatste geval is blijft het noodzakelijk zulke soorten hoger op de gradiënt uitwijkmogelijkheden te bieden om overleving tijdens zeer natte jaren te waarborgen. Voor zulke zeldzame soorten is herkolonisatie lastig c.q. vrijwel onmogelijk vanwege hun zeer versnipperde voorkomen in combinatie met hun geringe dispersievermogen.

### Voorbeelden

Drenthe: boswachterij Geeserstroom; dal van de Elperstroom (Verberk et al. 2009); Anderense Diep in stroomdal Drentsche Aa (Everts & De Vries 1991). Tempelstukken en Peestermaden in stroomdal Peizer Diep (Everts & de Vries 1991); Overijssel: Stroothuizen (Jansen et al. 1996, De Boo 1996). Gelderland: Aaltens Goor (Witteveen+Bos 2007, Jansen et al. 2011). Noord-Brabant: De Hoevens (Alphen-Chaam; Zwaard & Van der Burg 2012).

### Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., D. Groenendijk, R.H. Kemmers, H.H. van Kleef, A.J.P. Smolders, W.C.E. P. Verberk, P.F.M. Verdonschot 2009. Preadvies beekdallandschappen; Knelpunten, kennislacunes en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen. Rapport Ministerie LNV, Directie Kennis.
- Aggenbach, C.J.S., R. van Diggelen, A.P. Grootjans, H.H. van Kleef, L.P.M. Lamers & A.J.P. Smolders 2011. Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen. Rapport nr. 2011 / OBN 145-BE. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Aggenbach, C.J.S., W.-J. Emsens, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen 2013. Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen: rapport 1e fase. Rapport nr. OBN178-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Bakker, T.W.M., I.I.Y. Castel, F.H. Everts & N.P.J. de Vries 1986. Het Dwingelderveld, een Drents heidelandschap. Pudoc Wageningen.
- De Boo, M. m.m.v. Eysink, A.Th.W. Jansen, A.J.M. & G.B. Vinke 1996. Luisteren naar het landschap: het herstel van een Twentse natte heide. VEWIN, Rijswijk.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Historische Uitgeverij Groningen, 223 pp.
- Jalink, M.H., J. Grijpstra, & A.C. Zuidhoff 2003. Hydro-ecologische systeemtypen met schraallanden in Pleistoceen Nederland. Rapport EC-LNV nr 2003/2250, 75pp.
- Jansen, A.J.M., M.C.C. de Graaf, & J.G.M. Roelofs 1996. The restoration of species-rich heathland communities in The Netherlands. *Vegetatio* 126: 73-88.
- Jansen, A.J.M., A.P. Grootjans & M.H. Jalink 2000. Hydrology of Dutch Cirsio-Molinietum meadows: prospects for restoration. *Applied Vegetation Science* 3: 51-64.
- Jansen, A.J.M., A.P. Grootjans, R.H. Kemmers & G. van Wirdum 2001. Veenvormende plantengemeenschappen in de Drentse Aa mogelijk? Advies van het deskundigenteam Natte schraallanden. Kiwa-rapport KOA 00.132. Kiwa, Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M., A. Klimkowska & A.T.W. Eysink 2011. Aaltens Goor: waterberging en natuurherstel. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede.

- Kruijf, M. & D. Groenendijk 2011. Het voedsel van de nachtzwaluw nader bekeken. *Vlinders* 2011(2): 4–7.
- Runhaar, J. , M. H. Jalink, H. Hunneman en J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. Rapport KWR. Beschikbaar via [minInv.nl/natura2000/ecologische vereisten](http://minInv.nl/natura2000/ecologische-vereisten)
- 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.
- Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers 2010. How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. *Biogeochemistry* 98: 1–7.
- Van Mullekom, M., A.J.P. Smolders A.J.P., E. Brouwer, W. Geraedts W. & J.G.M. Roelofs 2009. Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad voor Natuur, Bos en Landschap* 6 (8): 2–7.
- Verberk, W.C.E.P., A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2009. Natuurherstel van standplaats naar landschap. *De Levende Natuur* 110 (3):105–110.
- Verhagen, R. & R. van Diggelen 2006. Spatial variation in atmospheric nitrogen deposition on low canopy vegetation. *Environmental Pollution* 144, 826–832.
- Verschoor, A.J., G.J. Baaijens, F.H. Everts, A.P. Grootjans, W. Rooke, S. van der Schaaf & N.P.J. de Vries 2003. Hoogveenontwikkeling in veentjes en kleinschalige hoogveencomplexen in het Dwingelderveld; een landschapsbenadering. Deel 2 Landschapontwikkeling en hydrologie. Rapport expertisecentrum LNV 2003/2270.
- Witteveen+Bos, 2007. Haalbaarheid vernatting Aaltense Goor en Zwarte Veen. Rapport DTC182–1, Rotterdam.
- Zwaard, K.M. & R.F. van der Burg 2012. Ecohydrologisch onderzoek Landgoed de Hoevens. Rapport Bosgroep Zuid Nederland, Heeze.

## Gradiënttype 2: Beekdalen met regionale kwel in de middenloop

### Beknopte beschrijving

Beekdalen met een vrijwel permanente toestroming van grondwater zijn vaak in de middenloop van een bekenstelsel gelegen. Dergelijke beekdalen ontvangen hun grondwater vaak uit relatief grote hydrologische systemen, waarvan de infiltratiegebieden op vele kilometers afstand kunnen liggen (Everts & de Vries 1991, Jalink et al. 2003). In Nederland is dit (diepe) grondwater van nature veelal basen- en ijzerrijk, maar zeer arm aan sulfaat. Het water is niet sterk vervuild door landbouwkundige activiteiten en kan honderden jaren vanuit de infiltratiegebieden onderweg zijn voordat het in het beekdal uittreedt. De veenpakketten kunnen 2–4 meter dik zijn. De lengte van de dwarsgradiënt is veelal enkele honderden meters. Onder invloed van sterke kwel van grondwater hebben zich bolle veenpakketten gevormd. In de hydrologisch niet optimale toestand is deze bolling van het veen nog wat versterkt doordat het veen langs de beek is gedaald vanwege klink en mineralisatie. Om de beekdalen in gebruik te kunnen nemen als hooilanden zijn beken gegraven of zijn bestaande beken verdiept. Daardoor daalde langs de beek de waterstanden.

Delen van middenlopen met sterke kwel zijn in de ruilverkavelingen van de vorige eeuw gedeeltelijk bewaard gebleven omdat de kosten om deze gebieden te ontwateren te hoog waren om ze voor de landbouw geschikt te maken.

### Vegetatiegradiënt

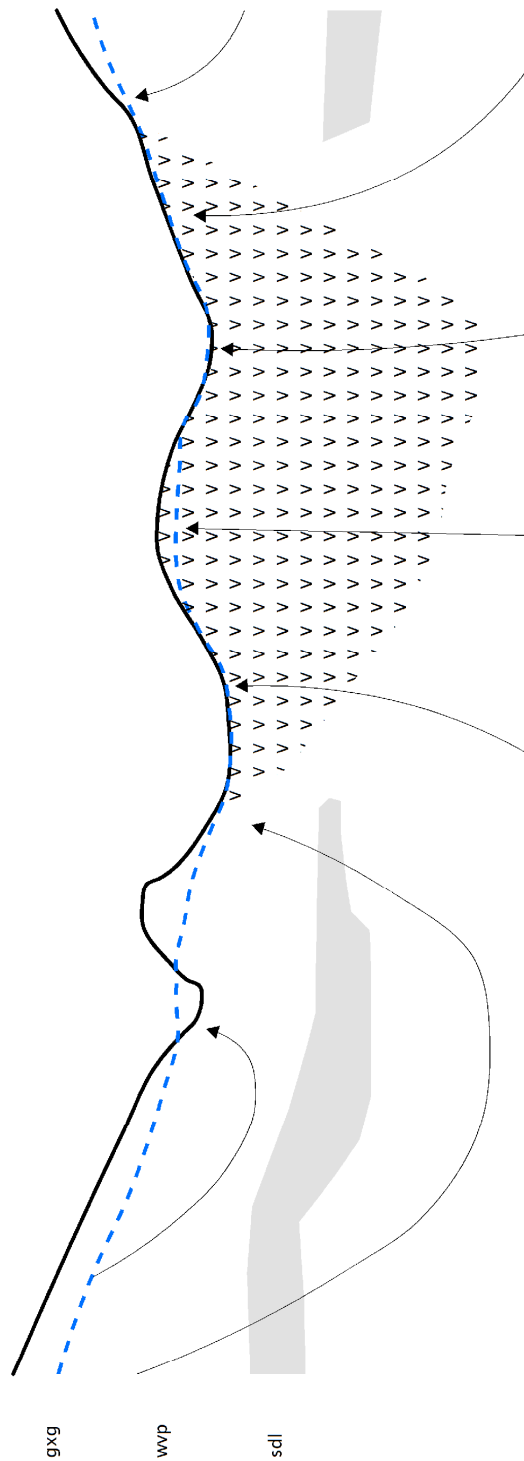
De hoge delen van de gradiënt bestaan in zowel de niet beïnvloede (Figuur 3) als in de licht beïnvloede situatie (Figuur 4) uit Droge en Vochtige heiden (respectievelijk H4030 en H4010A), alsmede uit een mozaïek van bostypen: op leemarme zandgronden Oude eikenbossen (H9190) dan wel Bos van arme zandgronden (LG013) en op leemrijke zandgronden Beuken–eikenbossen met hulst (H9120) dan wel Eiken– en beukenbos van lemige zandgronden (LG 14). Op plaatsen met basenrijkere leem aan of dicht onder maaiveld kunnen Eiken–Haagbeukenbossen *van de hogere zandgronden* (H9160A) ontwikkeld zijn (niet opgenomen in de doorsneden). Sommige infiltratiegebieden zijn in het begin van de vorige eeuw ingeplant met dennenbossen (Bos van arme zandgronden, LG13). Andere delen zijn ontgonnen tot landbouwgronden.

Op de flanken waar zich gedurende het winterhalfjaar langdurig lateraal bewegend zuur water aan maaiveld bevindt zijn Vochtige heiden met Beenbreek en veenmossen en/of Gagelstruwelen (40–RG1–[40Aa]) of Hoogveenbossen (H91D0) ontwikkeld. Soms zijn in de licht beïnvloede toestand op de flanken kleine hoogveentjes (Heideveentjes, H7110B) bewaard gebleven, Indien deze laagten geheel uitgeveend zijn, zijn Zwak gebufferde vennen (H3130) of Zure vennen (H3160) ontstaan. Deze zijn kenmerkend voor het Nat zandlandschap.

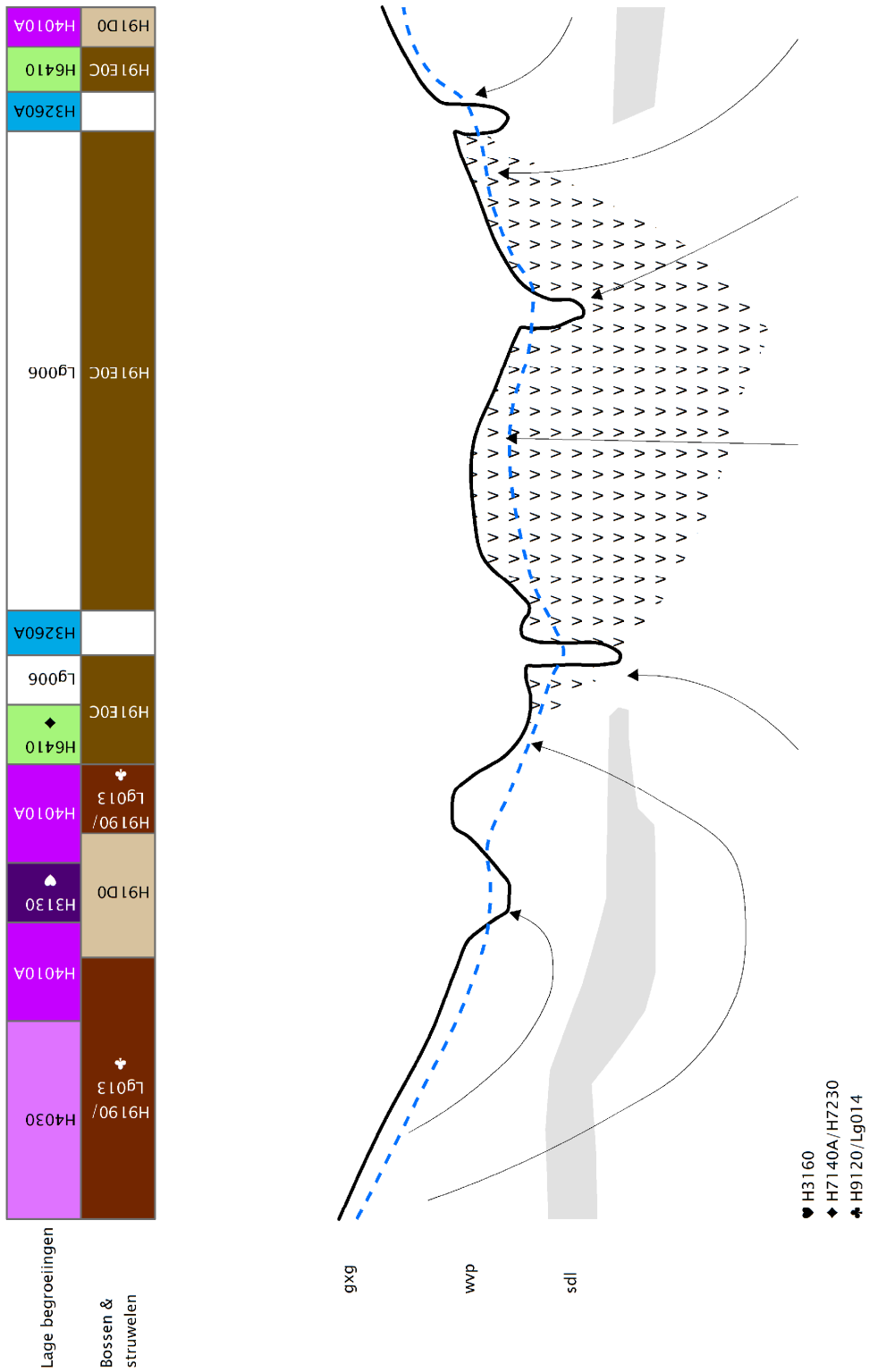
Op de overgang van het inziggebied naar het beekdal kunnen op minerale bodems plaatselijk Blauwgraslanden (H6410) voorkomen of Beekbegeleidende bossen (H91E0C)



Beheerd	Onbeheerd
H4030	H91 90 / Lg013
H4010A	H4010A
H7110B	H91 D0
H4010A / H91 90	Lg013
H6410	H91 E0C
H7230	H7230
H7230	H7230
Lg006	H91 E0C
H7230	H7230
H7230	H7230
Lg006	H91 E0C
H6410	H91 E0C
H4010A	H91 D0



Figuur 3: Gradiënttype 2, middenloop met sterke kwel – hydrologisch optimaal. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.



*Figuur 4: Gradiënttype 2, Middenloop met sterke kwel – hydrologisch niet optimaal. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.*

van het Verbond van Els en Vogelkers (43Aa). Het gaat hier om wat beter gebufferde, vochtige plekken, zowel in de niet als licht beïnvloede toestand, In het beekdal overheersen op de dikke veenpakketten Dotterbloemhooilanden (LG006) of beekbegeleidende Elzenbroekbossen (H91E0C; 39Aa2). Langs de beek, en vaak als zoom langs beekbegeleidende bossen, komt Grote-zeggenmoeras (Lg05) voor.

In sommige beekdalen zijn – afhankelijk van het grondwaterregime en de basenrijkdom van het grondwater – Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*; H7140A), Blauwgraslanden (H6410) of Alkalisch laagveen (H7230) aanwezig. Deze gemeenschappen bevinden zich langs de randen op minerale gronden of op dunne veenpakketten. *Trilvenen* en Alkalische laagvenen komen voor onder de natste omstandigheden, waarbij de Alkalische laagvenen onder (veel) basenrijkere omstandigheden voorkomen dan de *Trilvenen*. Blauwgraslanden zijn droger dan de beide andere typen en kenmerkend voor matig tot zeer basenrijke omstandigheden. In de beek zelf komen waterplantbegroeiingen voor die gerekend worden tot het habitatsubtype (H3260A, Beken en rivieren met waterplanten (*waterranonkels*)). Deze begroeiingen zijn niet gevoelig voor de effecten van stikstofdepositie.

In de hydrologisch optimale situatie (Figuur 3) ontbreekt in zeer sterke kwelgebieden vermoedelijk een beek. In plaats daarvan is een doorstroomveen ontwikkeld (Everts & de Vries 1991, Aggenbach et al. 1990, Succow & Joosten 2001). Daar zijn onder basenrijke omstandigheden Kalkmoerassen (Alkalisch laagvenen) aanwezig en onder (wat) minder basenrijke *Trilvenen*, zowel in een beheerde als niet beheerde situatie. Op de overgangen naar de minerale gronden en nabij het maaiveld wisselen de grondwaterstanden wat sterker en is de invloed van regenwater en/of zijdelings toestromend, zuurder grondwater groter. Onder zulke omstandigheden hebben zich in een niet beheerde situatie Elzenbroekbossen ontwikkeld. Onder invloed van maaibeheer zijn op deze posities in de gradiënt diverse typen natte schraallanden ontstaan. Ten opzichte van de niet beheerde situatie is het areaal Kalkmoerassen toegenomen: vanwege de heel lichte ontwatering wordt het zuurdere water via greppels afgevoerd en kan het basenrijkere water de wortelzone over een groter oppervlak bereiken. Verder zijn Dotterbloemhooilanden ontstaan op de wat sterker ontwaterde delen van het veenpakket en Blauwgraslanden op de overgang van de minerale gronden naar het beekdal.

## Fauna

De gehele gradiënt wordt onder andere gebruikt door Grauwe klauwier en de Nachtzwaluw. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd (V1). Een gevarieerd landschap met geleidelijke overgangen zorgt voor een hoge biodiversiteit (F3) waardoor er in elk seizoen een divers aanbod is van voedsel voor de Grauwe klauwier. Een aanzienlijk deel van het voedsel van Nachtzwaluwen bestaat uit nachtvlinders. De foerageergebieden kunnen verschillen van de broedgebieden (V1). Afwisseling van bossen, kapvlakten en heide om te broeden en nachtvlinderrijke delen zoals als vennen, hooilanden en moerassen zijn daarbij van belang (De Kruijf & Groenendijk 2011). In de goed ontwikkelde Blauwgraslanden met Klokjesgentianen komt het Gentiaanblauwtje voor. Deze sterk bedreigde soort is zowel afhankelijk van de waardplant (Klokjesgentiaan) als het voorkomen van een aantal knooppiersoorten (Bossteekmier en Moerassteekmier). Voor deze soorten is een gradiënt in zowel vocht als begroeiing van

belang (V1a). De open begroeiingen bieden kiemmogelijkheden voor de Klokjesgentiaan, de sterker begroeide delen bieden nestmogelijkheden voor de knoopmieren. De Klokjesgentianen zijn daarnaast kenmerkend voor vochtige omstandigheden terwijl voor de mieren de aanwezigheid van drogere delen (ook in de winter) van belang is. Voor de Zilveren maan is een combinatie van vochtige hooilanden, waar de waardplant Moerasviooltje groeit, met ruigere en bloemrijkere delen voor de nectar van belang (V1). Beekbegeleidende bossen kunnen bijzonder soortenrijk zijn. In de structuurrijke bossen met voldoende open plekken (V6) met Wilde kamperfoelie vindt de Kleine ijsvogelvlieder geschikt leefgebied. Goed ontwikkelde bosranden en overgangen naar graslanden (V5) zijn rijk aan insecten en bieden onder andere geschikt leefgebied voor het Bont dikkopje. In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

### **Sturende processen**

- Het belangrijkste sturende proces voor deze systemen is het optreden van een krachtige opwaartse grondwaterstroming, afkomstig uit grote (veelal bovenlokale hydrologische systemen. Deze zorgt voor een overheersend relatief voedselarm (mesotroof) en basenrijk milieu waarin zuurstofloze omstandigheden heersen en veenvorming kan optreden;
- In middenlopen met sterke, vrijwel permanente kwel is het grondwater afkomstig uit één of meerdere watervoerende pakketten. De grondwatersamenstelling kan daarom variëren, afhankelijk van de mineralogische samenstelling van de afzettingen waaruit het grondwater afkomstig is, maar het grondwater is meestal basen- en ijzerrijk;
- De lokale hydrologische systemen die zich ontwikkelen in meestal sterk uitgeloopte dekzanden hebben op de flanken een grote invloed op de standplaatscondities van de vegetatie indien oppervlakkig slecht doorlatende lagen aanwezig zijn of het eerste (freatische) watervoerend pakket (betrekkelijk) dun is. Richting de beek neemt de invloed van het met hoge intensiteit uittredende grondwater uit de bovenlokale systemen snel toe;
- Door deze complexe hydrologische situatie wordt de vegetatiegradiënt van de middenloop gestuurd door verschillen in de watersamenstelling van het uittredende grondwater. Het grondwater is aan de beekdalflanken meestal matig tot zwak zuur, en in de lage delen neutraal tot basisch;
- Instandhouding van de sterke kwelintensiteit – en druk is cruciaal voor het voortbestaan van de hele gradiënt van beekdalflank tot in het centrum van het beekdal;
- Ook een hoog beekpeil of een ondiepe beek draagt bij aan de instandhouding van de gradiënt. De drainerende werking van de beek is in dat geval gering waardoor het grondwater veel meer in het dal dan in de beek uittreedt.

### **Standplaatscondities**

Aanvoer van basen- en ijzerrijk grondwater is dominant over aanvoer van basenarm grondwater vanuit de flanken. De grondwaterstanden zakken in de zomer meestal niet

dieper weg dan 30 cm beneden het maaiveld. Onder die omstandigheden kan veenvorming optreden. Paleo-ecologisch onderzoek laat zien dat de vroegere veenvormende begroeiingen in middenlopen van beekdalen met een sterke kweldruk voor het overgrote deel boomloos waren (Everts & de Vries 1991). Dit betekent dat deze moerassen permanent met water verzadigd waren en ook 's zomers zeer nat bleven. De vegetatie was overheersend voedselarm en zou nu tot het Alkalisch laagveen (H7230) of overgangs- en trilvenen (H7140A) gerekend worden.

In het huidige beekdallandschap zijn nog soorten aanwezig van de vroegere mesotrofe en basenrijke moerassen, onder andere in verlandende slootjes, waar de vereiste standplaatscondities nog wel aanwezig zijn. Voorbeelden zijn Paardehaarzegge, Ronde Zegge, Snavelzegge en Draadzegge. Waterdrieblad was ook zeer algemeen, maar ook deze soort is tegenwoordig tot kleine oppervlaktes teruggedrongen.

## **Knelpunten**

### *Verdroging*

- Gedaalde grondwaterstanden zijn vaak het gevolg van de diepe en intensieve ontwatering in omliggende landbouwgebieden. Het gaat daarbij om zowel ontwatering in de intrekgebieden als op de beekdalflanken. Maar ook in het beekdal zelf kunnen diepe 'landbouwdoorvoersloten' – via welke landbouwgebieden naar het lager gelegen beekdal afwateren – voor verdroging zorgen. Verder draagt in sommige gebieden onttrekking van grondwater voor de drink- en industriewatervoorziening of landbouw (beregening) bij tot verlaging van grondwaterstanden in het beekdal. Ten slotte is de beek zelf vaak sterk verdiept, soms veroorzaakt door beeknormalisaties, maar meestal ook door het intensief (jaarlijks) schonen van de beekloop. Deze verdieping zorgt voor een versterkte erosie door de beek zelf waardoor de beek zichzelf nog dieper insnijdt en de drainagebasis wordt verlaagd. Ook bebossing van het inzigtgebied kan sterk verdrogend werken. (Donkere) naaldbossen kunnen tot 50 % van het regenwater onderscheppen (Van Mullekom et al. 2009). Al deze ingrepen leiden tot een daling van de regionale drainagebasis, lagere stijghoogten van het diepere grondwater en tot een vermindering van kwelintensiteit dat wil zeggen dat minder grondwater het maaiveld bereikt en meer grondwater naar de watergangen stroomt. Daling van de grondwaterstanden en de drainagebasis benadeelt alle habitattypen, leefgebieden en andere levensgemeenschappen die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden. De effecten zijn afhankelijk van de mate van grondwaterstands daling. In beekdalen met veen zorgen gedaalde grondwaterstanden voor klink en mineralisatie van het veen. Hierdoor kan het veen op termijn geheel verdwijnen. De weerstand van het compactere veen tegen grondwaterstroming wordt groter, waardoor grondwater de wortelzone van de vegetatie moeilijker en met lagere intensiteit kan bereiken. De mineralisatie van veen leidt tot een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. Ten slotte zorgen gedaalde grondwaterstanden – in combinatie met een verlaagde stijghoogte van het grondwater – voor een grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone van de vegetatie. De standplaats raakt gestratificeerd: een meer of minder dikke laag zuur regenwater bevindt zich boven het basenrijke grondwater. Het gevolg is dat soorten van zure of zuurdere omstandigheden toenemen ten koste van soorten van (zeer)

basenrijke omstandigheden. Vaak weten alleen diep(er) wortelende basenminnende soorten zich onder zulke gestratificeerde omstandigheden nog te handhaven.

#### *Verzuring*

- De relatief voedselarme Alkalische laagveengemeenschappen zijn minder gevoelig voor atmosferische verzuring omdat het toestromende grondwater sterk gebufferd is. Valt de toestroom van dit grondwater echter weg, dan zijn deze gemeenschappen uiteraard heel gevoelig voor verzuring (Van Diggelen et al. 1991, Van Diggelen et al. 1996, Jalink 2010).

#### *Vermesting*

- In beekdalen is vermessing van grondwater na verdroging het grootste milieuknelpunt voor grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden (Aggenbach et al. 2009). Deze vermessing kan door interactie met bodemmineralen nog lang doorwerken in de beekdalen en leidt er vaak toe dat soorten die gevoelig zijn voor hoge nutriëntenbeschikbaarheid in bodem en grondwater nog steeds in hoog tempo achteruit gaan. Vermesting zorgt voor een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. De mate waarin dat gebeurt, is afhankelijk van de concentratie van nutriënten, de grondwaterstand en de chemische samenstelling van het grondwater in de wortelzone. Door vroegere overbesteding van intrekgebieden zijn nog steeds matig tot sterk vervuilde ondiepe grondwaterstromen op weg naar het beekdal. Uitspoeling van het zeer mobiele nitraat uit bossen (als gevolg van ingevangen atmosferische stikstofdepositie) en zwaar bemeste landbouwgronden heeft geleid tot een sterke verandering van de grondwaterkwaliteit. In de beekdalen met veel organische stof verdwijnt nitraat veelal snel indien het grondwater door de veenpakketten stroomt (denitrificatie). Nitraat kan in de ondergrond ook reageren met pyriethoudende afzettingen, waarbij het nitraat weliswaar verdwijnt, maar sulfaat ontstaat (Smolders et al. 2010). Sulfaat kan indirect tot een eutrofiëring van grondwatergevoede systemen leiden. Sulfaat reageert onder anaerobe condities met organisch materiaal waardoor dit wordt afgebroken en nutriënten vrij kunnen komen. Het sulfide dat hierbij wordt gevormd, reageert met ijzerhydroxidecomplexen in de bodem, waardoor het hieraan gebonden fosfaat vrij kan komen. Dit proces wordt interne eutrofiëring genoemd en speelt vooral een rol in systemen met lage ijzergehalten in de bodem (Smolders et al. 2006, Smolders et al. 2010). In veel kwelgebieden is in de loop van vele eeuwen echter dermate veel ijzer aangevoerd dat een overmaat van ijzeroxiden ten opzichte van fosfaten aanwezig is, waardoor de fosfaatverzadigingsindex laag is en fosfaat dermate sterk gebonden is dat P-mobilisatie geen wezenlijk probleem oplevert.
- Overstroming met voedselrijk beekwater tijdens piekafvoeren. Deze piekafvoeren zijn veelal het gevolg van de intensieve drainage van het intrekgebied van het grondwater waardoor regenwater snel – via afstroming over maaiveld of via buisdrains – naar de watergangen worden gebracht die op de beek afwateren. Zeker wanneer zulke percelen net bemest zijn komen heel grote hoeveelheden voedingsstoffen in het oppervlaktewater terecht. Ze uiteten zich in (oever)begroeiingen van hoogproductieve ruigtekruiden zoals die van Grote brandnetel. Deze situatie zal blijven voortbestaan zo lang landbouwgebieden nog via het lager gelegen beekdal moeten afwateren.

- Vanwege de slechte – nutriëntenrijke en bij piekafvoeren sedimentrijke – waterkwaliteit is de waterplantvegetatie van beken sterk verarmd. Soorten met drijvende bladeren worden bevoordeeld ten koste van soorten met ondergedoken bladeren. Vermesting leidt eveneens tot een afname van zuurstofspanning in de vaak zwak gebufferde bovenloopjes die leefgebied kunnen zijn van de Beekprik (Lg001: Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop).

#### *Beheer*

- Het intensief schonen van de beek zorgt niet alleen voor een snelle afvoer van water. Het verstoort de opbouw van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grond, hout) wat het leefgebied van de Beekprik negatief beïnvloedt. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen. Het zorgt ten slotte voor een significante verdieping van de beekbodem en daarmee van de drainagebasis en aldus voor verdroging van het aangrenzende beekdal;
- Een belangrijk intern knelpunt is in veel gebieden nog het maaibeheer dat een zekere drooglegging van de (veen)bodems vereist, indien met traditionele (zwarte) tractoren wordt gemaaid. Verder treedt veel insporing op, leidend tot bodemcompactie. Daardoor kan baserijk grondwater het maaiveld moeilijker bereiken (grotere weerstand tegen uittreden) en stagneert regenwater gemakkelijker. In hoeverre dat de vegetatieontwikkeling beïnvloedt is niet onderzocht. Er zijn echter aanwijzingen dat kenmerkende grondwaterafhankelijke bladmossen (Braunmoosen) niet (goed) bestand zijn tegen de effecten van insporing en bodemcompactie (Jansen et al. 2001). Door het nemen van antiverdrogingsmaatregelen wordt dit probleem steeds nijpender. Er zijn in Nederland al veel technische innovaties gedaan om lichtere maaimachines te ontwikkelen, maar dit leidt nog steeds tot een (te) sterke invloed van de rupsbanden op de bodem. Verdere technische innovaties zijn wenselijk om het noodzakelijke maaibeheer voort te kunnen zetten (**kennislacune**).
- Vaak wordt het gehele perceel in een keer gemaaid en wordt het maaisel direct afgevoerd. Voor bijvoorbeeld sprinkhanen die een belangrijk voedsel zijn voor insectenetende vogels als Grauwe klauwier is een dergelijk maaibeheer zeer negatief. Na het maaien zijn er bovendien geen ruigere delen meer om te schuilen, terwijl alle dieren in het maaisel uit het gebied worden verwijderd.

#### *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 gradiënt**

- In deze grondwaterafhankelijke systemen heeft het bestrijden van verdroging prioriteit. Hierbij wordt het functioneren van de hydrologische systemen die voor deze natte natuurgebieden van belang zijn zo veel mogelijk hersteld. Maatregelen die aan herstel of verbetering bijdragen zijn gericht op verhoging van de

grondwaterstanden en bevordering van het uittreden van grondwater in de wortelzone van de vegetatie. Het betreft:

- in het beekdal zelf het verondiepen of dempen van watergangen (sloten, greppels beken) en dichtmaken van buisdrains. Dit geldt zeker voor de (laagste) delen in het beekdal waar door terreinbeheerders al langere tijd een verschrallingsbeheer wordt uitgevoerd. De uitgangssituatie is daar al betrekkelijk voedselarm. De kwaliteit van de gehele gradiënt kan sterk verbeterd worden door (in veengebieden) de voormalige, niet langer functionele landbouwsloten en – greppels te dempen en de sloten te beduikeren die water uit bovenliggende landbouwgebieden afvoeren;
- 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;
- het omleiden van diepe ‘landbouwdoorvoersloten’;
- het dempen of verondiepen van beken dan wel het stoppen met of het aanzienlijk extensiveren van beekonderhoud (maaïen, baggeren);
- De combinatie van meerdere van deze maatregelen draagt bij aan het vasthouden van water (en in laagten tot berging van regen- en grondwater op maaiveld) waardoor de afvoer van de beek meer getemperd zal zijn. Het risico op inundaties met (voedselrijk en/of vermest) beekwater vermindert aldus. Dit zal des te meer het geval zijn indien zulke maatregelen niet alleen langs de beekloop zelf worden genomen, maar ook in haar intrekgebied.
- Vermesting en door meststoffen veroorzaakte verzuring in het beekdal kan worden voorkomen en/of bestreden door:
  - De creatie van bosstroken van enkele tientallen meters breedte rondom het natuurgebied (Verhagen & Van Diggelen 2006), in het bijzonder in het zuidwesten (overheersende windrichting) of aan die zijden van het reservaat waar lokaal de grootste stikstofemissies plaatsvinden. Deze bosstroken zullen als stikstofvangers functioneren waardoor de depositie op het benedenwindse natuurgebied aanzienlijk vermindert (Verhagen & Van Diggelen 2006). Desondanks zal er via blad- en naaldval indirect toch een aanzienlijke stikstofbelasting blijven plaatsvinden. Welk deel van de ingevangen stikstof via blad- en naaldval alsnog in een reservaat terecht komt – en tot hoever – is onbekend (**kennislacune**). In kleinere natuurgebieden is de aanleg van brede stroken echter meestal niet mogelijk en kan het beste omvorming van bos naar lage begroeiingen worden nagestreefd om de interceptie van stikstof in de centra te verminderen, in ieder geval bij een N-belasting die betrekkelijk laag is in vergelijking tot de kritische depositie, hoewel het areaal dat wordt beïnvloed door lokale stikstofemissies dan groter is. Is de N-belasting hoog in vergelijking tot de kritische depositie dan is het zoveel mogelijk afschermen met bomen wellicht toch te overwegen om in ieder geval in de kern van het reservaat een lagere N-belasting te bereiken;
  - Het stoppen van bemesting in het intrekgebied om de kwaliteit van het toegevoerde grondwater te verbeteren. Het stoppen of aanzienlijk verminderen van bemesting van het intrekgebied voorkomt vermisting van het grondwater en daarmee vermisting van het beekdal;



- In het beekdal zelf kan na verwerving van gronden als natuurgebied vermessing worden bestreden via inrichtingsmaatregelen en/of verschrallingsbeheer zoals het verwijderen van de bemeste toplaag, uitmijnen, maaien en afvoeren en/of begrazen. In geëgaliseerde gronden, waarin de laagten zijn opgehoogd, is herstel van de vroegere laagten mogelijk door terug te graven naar het originele maaiveld. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregelen op standplaatsschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
- Verbetering van de kwaliteit van het beekwater kan – indien bemesting van landbouwpercelen niet kan worden gestopt of aanzienlijk verminderd – deels worden bereikt door op deze landbouwgronden in ieder geval langs de beek bemestingsvrije zones in te stellen;
- Bevloeiën met beekwater in de winterperiode en vroege voorjaar. Hierdoor neemt de verzuring in de bovengrond af en kan de soortenrijkdom van de vegetatie weer sterk toenemen (Kemmers et al. 2007, Van der Ploeg 2007, Baaijens et al. 2011).
- Het beheer van beekdalen kan worden geoptimaliseerd door:
  - Het extensiveren van beekonderhoud door minder frequent te maaien en/of te baggeren. Dit zal op termijn leiden tot de vorming van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grind, hout), wat de habitat van beekvissen als de Beekprik en watermacrofaunasoorten zal verbeteren, Het draagt tevens bij aan vermindering van de drainage door de beek waardoor zich in het beekdal minder verdroogde levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen;
  - De natste delen met aangepaste maaiapparatuur te maaien om zo compactie van de bodem en diepe spoorvorming tegen te gaan en (naar verwachting) het ontstaan van een goedontwikkelde moslaag te bevorderen. Voor behoud of herstel van een gevarieerde fauna het maaisel niet direct afvoeren en delen van de vegetatie laten staan. Onder zeer natte omstandigheden kan ook worden gekozen voor herstel van veenvormende begroeiingen, vooral bij een lage ijzerrijkdom van de bodem. Dan zijn de vooruitzichten voor herstel van veenvorming en herstel van mesotrafente doelvegetatietypen vermoedelijk veel beter dan in geval van een hoge ijzerrijkdom (Aggenbach et al. 2011, Aggenbach et al. 2013). Dan hoeft niet meer gemaaid te worden (Verberk et al. 2009).

#### *Aandachtspunten*

- Bij maaiveldverlaging door afgraving van de toplaag in de nabijheid van bestaande grondwaterafhankelijke natuurgebieden is een zorgvuldige afweging nodig om het risico van verdrogings schade 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);

- Vernatting in de beekdalen moet er toe leiden dat de waterstanden zodanig worden verhoogd dat de doorstroming van het systeem kan blijven plaatsvinden, maar onnatuurlijke drainage zoveel mogelijk beperkt wordt. Afvoer van nutriënten via afstromend water is voor veel relatief voedselrijke systemen, zoals Elzenbroeken, van groot belang om eutrofiëring te voorkomen. Vooral als het oppervlaktewater of het aangevoerde grondwater sulfaatrijk is, dreigt het gevaar van fosfaatmobilisatie (Lucassen et al. 2004, Smolders et al. 2006). In gebieden met een zeer sterke kweldruk, die niet langdurig en intensief bemest zijn geweest, is het gevaar voor eutrofiëring bij vernatting niet erg groot, zeker niet wanneer het diepe grondwater ijzerrijk en sulfaatarm is. In het beekdal van de Drentse Aa (omgeving van Oude Molen) is gebleken dat na grootschalige vernatting het ondiepe, maar vervuilde grondwater hoger op de flanken gaat uittreden, en vervolgens over het maaiveld stromend de beek bereikt. Lokaal heeft dit geleid tot het ontstaan van een voedselrijk Rietmoeras. Deze ontwikkeling is waarschijnlijk van tijdelijke aard omdat bemesting in de bovenstroomse gebieden is gestaakt.
- Plaggen van veraarde veengronden in combinatie met sterke vernatting heeft tot resultaat dat een groot deel van de fosfaatvoorraad (tot circa 50%; Grootjans et al. 2004) wordt afgevoerd. Binnen tien jaar kunnen dan op de hoogste delen orchideënrijke graslanden ontstaan en in de laagste delen aanzetten tot kalkmoeras (H7230) of soortenrijk Elzenbroekbos (H91E0\_C) (Grootjans et al. 2007). Voordat tot afgraven van de toplaag wordt overgegaan dient altijd zorgvuldig te worden afgewogen of de drainagebasis voor de bestaande natte natuurwaarden niet te laag komt te liggen (zie onder het eerste aandachtspunt). Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregel op standplaatschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
- Op locaties waar nog bijzondere fauna aanwezig is moet bij hydrologisch herstel van te voren worden bepaald in hoeverre deze fauna wordt in haar voortbestaan bedreigd door plotsklaps stijgende waterstanden. Om te voorkomen dat als gevolg van de vernatting deze soorten zullen verdwijnen zullen in de nabijheid nieuwe leefgebieden dienen te worden gecreëerd, vaak door het kappen van bos op wat hogere koppen of op de flanken van het beekdal. Indien dit niet mogelijk is, dient vernatting gefaseerd op te treden. Maar ook in dat laatste geval is blijft het noodzakelijk zulke soorten hoger op de gradiënt uitwijkmogelijkheden te bieden om overleving tijdens zeer natte jaren te waarborgen. Voor zulke zeldzame soorten is herkolonisatie lastig c.q. vrijwel onmogelijk vanwege hun zeer versnipperde voorkomen in combinatie met hun geringe dispersievermogen.

### Voorbeelden

Onderzoek: Friesland: De Barten in de Lindevallei (Grootjans et al. 2004), Boorne (Altenburg & Wildschut 1983). Drenthe: Drentse Aa (Everts & De Vries 1991, Schipper & Streefkerk 1993, Grootjans et al. 2002), Lieverense Diep (Grootjans et al. 1988) en Reestdal bij Oudavereest (Kemmers et al. 2007, Grootjans et al. 2007). Overijssel: Lemselermaten (Jansen & Roelofs 1996). Noord-Brabant: Urkhovense zeggen (Van der Burg et al. 2007).

## Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., S. Kolkman, U. Vegter & D. Bokeloh 1990. Hydro-ecologie van de Zwarte Beek vallei; een mesotroof veen in de Belgische Kempen. Rapport Laaglandbekenproject nr. 21. Rijksuniversiteit Groningen.
- Aggenbach, C.J.S., D. Groenendijk, R.H. Kemmers, H.H. van Kleef, A.J.P. Smolders, W.C.E. P. Verberk, & P.F.M. Verdonschot 2009. Preadvies beekdallandschappen; Knelpunten, kennislacunes en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen. Ministerie LNV, Directie Kennis, Ede.
- Aggenbach, C.J.S., R. van Diggelen, A.P. Grootjans, H.H. van Kleef, L.P.M. Lamers & A.J.P. Smolders 2011. Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen. Rapport nr. 2011 / OBN 145-BE. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Aggenbach, C.J.S., W.-J. Emsens, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen 2013. Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen: rapport 1e fase. Rapport nr. OBN178-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Altenburg, W. & P. Wildschut 1983. Grondwaterkwaliteit en vegetatie in enkele Noord-Nederlandse beekdalen. Rapport Laaglandbekenproject nr 1. Rijksuniversiteit Groningen.
- Baaijens, G.J., E. Brinkman, P.L. Dauvellier & P.C. van der Molen 2011. Stromend Landschap: Vloeiweidenstelsels in Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Historische Uitgeverij Groningen.
- Grootjans, A.P., R. van Diggelen, M.J. Wassen & W.A. Wiersinga 1988. The effect of drainage on groundwater quality and plant species distribution in stream valley meadows. *Vegetatio* 75: 37-48.
- Grootjans, A.P., J.P. Bakker, A.J.M. Jansen, & R.H. Kemmers 2002. Restoration of brook valley meadows in The Netherlands. *Hydrobiologia* 478:149-170.
- Grootjans, A.P., E.B. Adema & F.H. Everts 2004. Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in boezemlanden en beekdalen (Friesland en Drenthe). Rapport EC-LNV nr. 2004/284-O. Expertisecentrum LNV, Ede.
- Grootjans, A.P., R.H. Kemmers, F.H. Everts & E.B. Adema 2007. Restauratie van veengronden door afgraven en vernatten. *De Levende Natuur* 108(3):108-113.
- Jalink, M.H. 2010. Basenrijk grondwater in het Binnenveld. KWR rapport 2010.102. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (deelrapport tekst en deelrapport figuren).
- Jalink, M.H., J. Grijpstra & A.C. Zuidhoff 2003. Hydro-ecologische systeemtypen met schraallanden in Pleistoceen Nederland. Rapport EC-LNV nr 2003/225O, 75pp.
- Jansen, A.J.M., A.P. Grootjans & M.H. Jalink 2000. Hydrology of Dutch *Cirsio-Molinietum* meadows: prospects for restoration. *Applied Vegetation Science* 3:51-64.
- Jansen, A.J.M. & J.G.M. Roelofs 1996. Restoration of *Cirsio-Molinietum* wet meadows by sod cutting. *Ecological Engineering* 7: 279-298.
- Jansen, A.J.M., A.P. Grootjans, R.H. Kemmers & G. van Wirdum 2001. Veenvormende plantengemeenschappen in de Drentse Aa mogelijk? Advies van het deskundigenteam Natte schraallanden. Kiwa-rapport KOA 00.132. Kiwa, Nieuwegein.
- Kemmers, R.H. J. Bloem en J. Faber. 2010. Bodembiota en stikstofstromen in schraalgraslanden; effecten op de vegetatie. Wageningen. Alterra-rapport 1979.

- 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.
- Kruijf, M. & D. Groenendijk 2011. Het voedsel van de nachtzwaluw nader bekeken. *Vlinders* 2011(2): 4–7.
- Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders A.J.P. van de Crommenacker & J.G.M. Roelofs 2004. Effects of stagnating sulphate-rich groundwater on the mobility of phosphate in freshwater wetlands: a field experiment. *Archiv für Hydrobiologie* 160: 117–131.
- Schipper, P.C. & J.G. Streefkerk 1993. Van stroomdal naar droomdal: integratie van hydrologisch en ecologisch onderzoek ten behoeve van het beheer in de Drentse A. Rapport Staatsbosbeheer, afdeling Terreinbeheer. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- 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.
- Succow, M. & H. Joosten 2001. Landschaftsökologische Moorkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Van der Burg, R., A.J.M. Jansen & E. van Rosmalen 2009. Casus: Beekdalherstel in de Urkhovense Zeggen. *De Levende Natuur* 110 (3): 143–147.
- Van der Ploeg, N. 2007. De Pelterheggen, vloeiveiden van de Plateaux. *De Levende Natuur* 108 (3): 132–134.
- Van Diggelen, R., A.P. Grootjans, R.H. Kemmers, A.M. Kooijman, M. Succow, N.P.J. de Vries & G. van Wirdum 1991. Hydro-ecological analysis of teh fen system Lieper Posse, Eastern Germany. *Journal of Vegetation Science* 2: 465–476.
- Van Diggelen, R., W.J. Molenaar & A.M. Kooijman 1996. Vegetation succession in a floating mire. *Journal of Vegetation Science* 7: 809–820.
- Van Dobben, H.F. & A. van Hinsberg 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000 typen. Alterra rapport 1654, Alterra, Wageningen UR, NL.
- Verberk, W.C.E.P, A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2009. Natuurherstel van standplaats naar landschap. *De Levende Natuur* 110 (3):105–110.
- Verhagen, R. & R. van Diggelen 2006. Spatial variation in atmospheric nitrogen deposition on low canopy vegetation. *Environmental Pollution* 144, 826–832.

## Gradiënttype 3: Overstroomde beekdalen van de benedenloop

### Beknopte beschrijving

Beekdalen van de benedenloop ontvangen van nature veel grondwater uit de naastliggende Pleistocene plateaus, zij het onder een geringe kwelintensiteit, en in de natte periodes werden ze regelmatig overstroomd met slibrijk oppervlaktewater uit de beken die deze grote hoeveelheden water bij hevige neerslag niet snel genoeg konden afvoeren naar zee (Everts & de Vries 1991). Het diepe grondwater is basen- en ijzerrijk, maar van nature zeer arm aan sulfaat (Jalink et al. 2003). Het oppervlaktewater van de beken in de benedenlopen had oorspronkelijk ook grondwaterachtige kenmerken omdat het een mengsel van baserijk grondwater en neerslagwater was. Tegenwoordig wordt de waterkwaliteit van het beekwater in benedenlopen sterk beïnvloed door de landbouw. Dat beekwater kan hoge concentraties, sulfaat, chloride, stikstof en fosfaat bevatten. De veenpakketten kunnen zeer dik zijn (2–8 meter dik). De lengte van de dwarsgradiënt is veelal enkele kilometers.

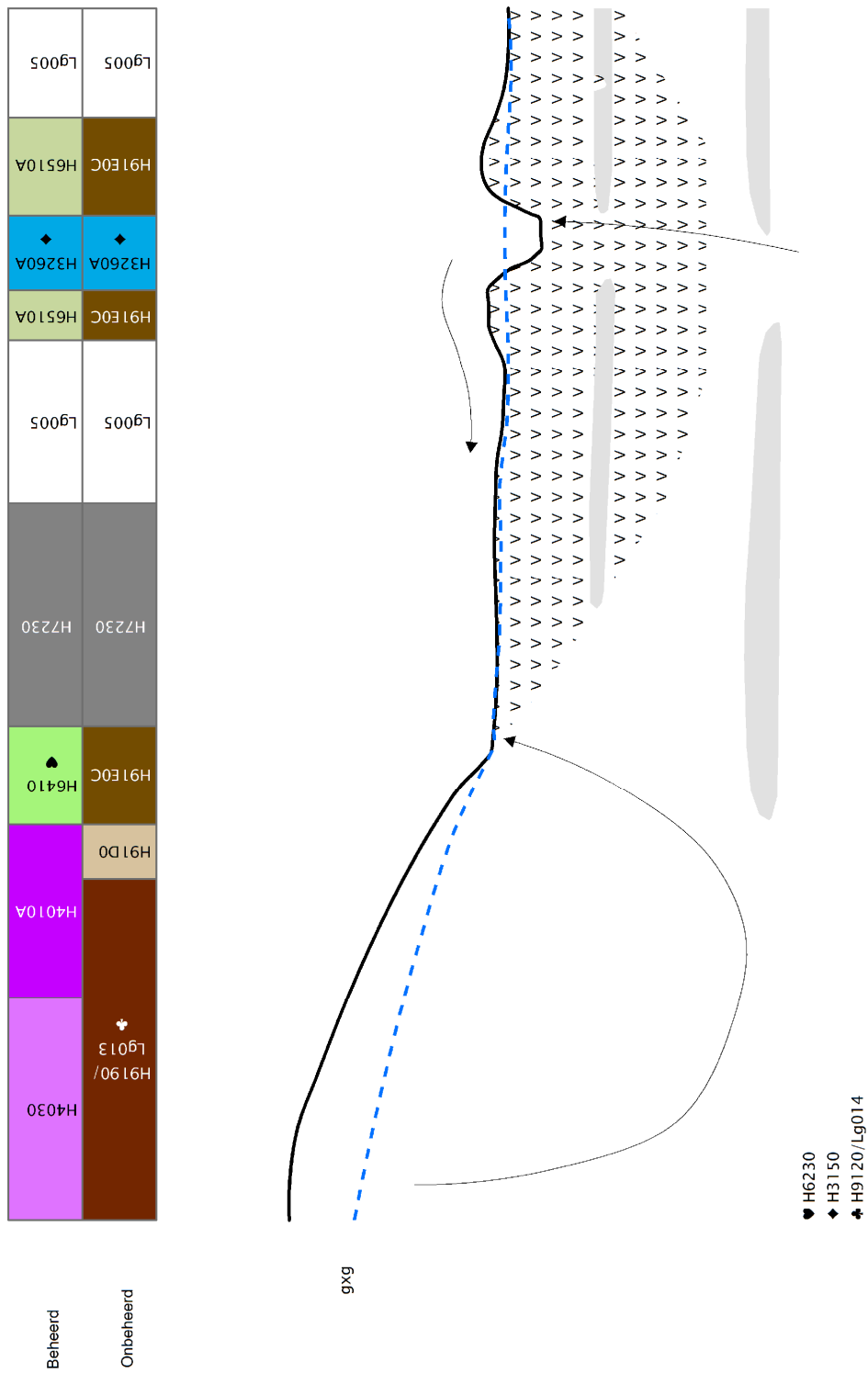
De overstromingen – ook van de hogere gronden – namen toe toen de heiden en venen werden ontgonnen (voor het overgrote deel in de negentiende eeuw) tot landbouwgronden. In de jaren zestig van de vorige eeuw werden de intrekgebieden en/of bovenstroomse delen van de beekdalen via ruilverkavelingen geschikt gemaakt door intensieve ontwatering voor moderne landbouw. Als gevolg daarvan werden en worden grote hoeveelheden oppervlaktewater versneld afgevoerd. Dit had in veel gebieden een grote wateroverlast tot gevolg, waardoor benedenstrooms weer nieuwe constructies gemaakt moesten worden om deze wateroverlast te voorkomen zoals omleidings- of parallelkanalen.

Al met al zijn slechts relictten van benedenstroomse beekdalen in natuurgebieden bewaard gebleven. De meest gebieden zijn veranderd van kwel- in infiltratiegebieden (Aggenbach et al. 2009, Runhaar 1999). Door aanvoer van oppervlaktewater uit de Rijn (vaak via het IJsselmeer) worden de benedenstroomse gebieden in de zomer van water voorzien dat in kwaliteit echter sterk afwijkt van het gebiedseigen grond- en oppervlaktewater.

De benedenloop van beekdalen vertoont geleidelijke overgangen naar het laagveenlandschap (Lv-1) en naar het rivierenlandschap (gradiënttypen Ri-2 en Ri-3). Sommige beken, zoals de Swalm, hebben nabij hun uitmonding in de rivier de grootte van een riviertje. Zulke beken zijn relatief diep ingesneden vanwege het grote verval tussen de rivier waarin ze uitmonden en hun achterland. Het dal is dan betrekkelijk smal zijn en veenbodems ontbreken grotendeels. Moerige eerdgronden zijn dan overheersend. Deze binnen Natura 2000-gebieden weinig voorkomende situatie is niet weergegeven in een figuur.

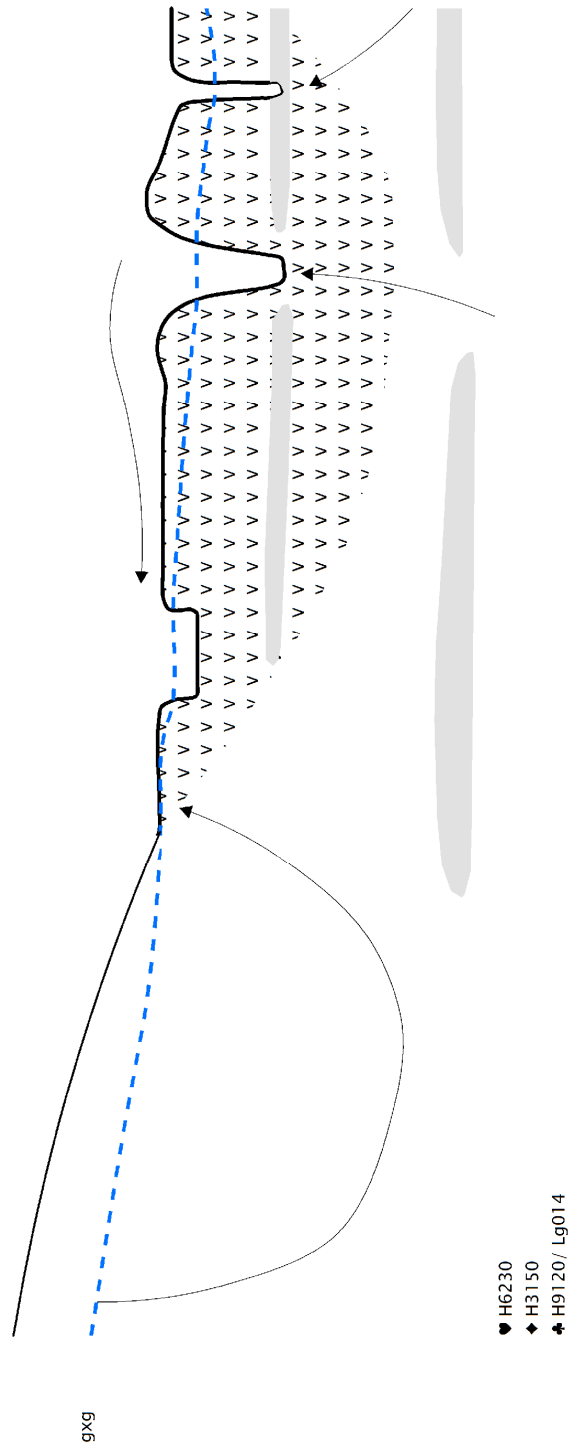
### Vegetatiegradiënt

In de inzijsgebieden van het halfnatuurlijke landschap bestaat de vegetatiegradiënt uit droge Heiden (H4030; droge grondwateronafhankelijke standplaatsen) en vochtige heide (H4010A; vochtige tot natte, regenwater gevoede standplaatsen), alsmede uit een



*Figuur 5: Gradiënttype 3, benedenloop – niet beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.*

Lage begroeiingen	H91 90/ H4030	H91 E0C	Lg013	H91 E0C	Lg006	H7140A	Lg006	Wijgen- struwel	Lg005	H91 E0C	H6510A	H3260A	H6510A	H91 E0C	Lg005
Bossen & struwelen															



Figuur 6: Gradiënttype 3, benedenloop – licht beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

mozaïek van bostypen: op leemarme zandgronden Oude eikenbossen (H9190) dan wel Bos van arme zandgronden (LG013) en op leemrijke zandgronden Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) dan wel Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (LG 14). Op plaatsen met basenrijkere leem aan of dicht onder maaiveld kunnen Eiken-Haagbeukenbossen *van de hogere zandgronden* (H9160A) ontwikkeld zijn (niet opgenomen in de doorsneden). Sommige infiltratiegebieden zijn in het begin van de vorige eeuw ingeplant met dennenbossen (Bos van arme zandgronden, LG13). Andere delen zijn ontgonnen tot landbouwgronden. Op de laagste en natste delen van de flank waar zijdelings basenarm, jong grondwater toestroomt zijn Vochtige heiden met Beenbreek en veenmossen en/of Gagelstruwelen (40-RG1-[40Aa]) of Hoogveenbossen (H91D0) ontwikkeld.

Op de overgang van flank naar beekdal zijn (nog relictten van) Heischrale graslanden (H6230) en Blauwgraslanden (H6410) aanwezig (Figuren 5 & 6). De Heischrale graslanden vormen smalle gordels: in het natte seizoen treedt hier kortstondig basenrijker grondwater uit, waardoor de wortelzone van de vegetatie zich in het calciumbuffertraject blijft bevinden. Dit laatste is zeker het geval op leemrijke zanden. Aan de onderzijde van de Heischrale graslanden zijn Blauwgraslanden tot ontwikkeling gekomen. Deze graslanden worden gedurende een langere periode gevoed door basenrijk grondwater. Op plekken waar inundatie met beekwater voorkomt, komen Blauwgraslanden alleen voor indien het beekwater slibarm en relatief voedselarm is. Dotterbloemhooilanden (LG006) zijn te vinden daar waar langdurig basenrijk grondwater toestroomt en de invloed van overstromingswater vanuit de beek beperkt is. Neemt de invloed van het overstromingswater toe, en wordt er meer slib afgezet, dan komen Grote-zeggenmoerassen (LG005) voor. Op nog nattere standplaatsen die langdurig worden overstroomd, maar s' zomers droogvallen komen door Riet (8Bb) of Liesgras (8-RG1-[8]) gedomineerde begroeiingen voor van de Rietklasse, terwijl direct achter de oeverwal de vegetatie wordt gedomineerd door Rietgras (8-RG9-[8B]). Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*; H7140A), zijn aan te treffen in voormalige veenputten, wanneer deze nog door grondwater worden gevoed of het oppervlaktewater grondwaterachtige kenmerken heeft. De ontwikkeling van *Trilvenen* kan in petgaten of geïsoleerde meanders worden voorafgegaan door Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150), een proces dat vergelijkbaar is met dat in het Laagveenlandschap.

In een niet beheerde en hydrologisch niet optimale toestand (Figuur 6) bestaat een groot deel van het beekdal uit Elzenbroekbossen, behorend tot de Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*) (H91E0C), terwijl op de zeer langdurig geïnundeerde plaatsen wilgenbroekstruwelen van Grauwe wilg (36Aa2) voorkomen. Op de lutumrijke en kleiige oeverwallen en op moerige eerbodems langs kleine riviertjes zoals de Swalm, ten slotte, groeien *Beekbegeleidende bossen* van het Verbond van Els en Vogelkers (H91E0C).

In een hydrologisch niet beïnvloede toestand (Figuur 5) bestaat een groter deel van het beekdal uit het habitatype Alkalisch laagveen (H7230) doordat uittredend basenrijk grondwater niet langer wordt gedraineerd en het beekoverstromingswater minder slibrijk en meer grondwaterachtig is. Grote zeggenmoerassen en andere begroeiingen van de Riet-klasse (zie boven) komen zowel in een beheerde als onbeheerde situatie voor op de plaatsen waar de invloed van slibrijk beekoverstromingswater het grootst is. Aangezien de beek minder diep is en het beekdal zelfs geen drainage kent, treedt in deze delen van het dal ook zonder beheer geen (dichte) opslag op van struiken en bomen.



*Beekbegeleidende bossen* (Elzenbroekbossen) zijn in een niet beheerde toestand hoofdzakelijk beperkt tot de oeverwallen en de overgang van flank naar beekdal. Wanneer het beekdal wordt beheerd als hooiland worden op de beekbegeleidende lutumrijke, zandige tot kleiige oeverwallen Glanshaver- en vossenstaartheoïlanden van het subtype *glanshaver* aangetroffen of Kamgrasweide van het zand- en veengebied (Lg10).

In de beek zelf komen waterplantbegroeiingen voor van het habitatsubtype H3260A, Beken en rivieren met waterplanten (*waterranonkels*) of van het habitattype Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden.

## Fauna

De gehele gradiënt wordt onder andere gebruikt door de Grauwe klauwier en de Nachtzwaluw. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd (V1). Een gevarieerd landschap met geleidelijke overgangen zorgt voor een hoge biodiversiteit (F3) waardoor er in elk seizoen een divers aanbod is van voedsel voor de Grauwe klauwier. Een aanzienlijk deel van het voedsel van Nachtzwaluwen bestaat uit nachtvlinders. De foerageergebieden kunnen verschillen van de broedgebieden (V1). Afwisseling van bossen, kapvlakten en heide om te broeden en nachtvlinderrijke delen zoals als vennen, hooïlanden en moerassen zijn daarbij van belang (De Kruif & Groenendijk 2011). In de goed ontwikkelde Blauwgraslanden met Klokjesgentianen komt het Gentiaanblauwtje voor. Deze sterk bedreigde soort is zowel afhankelijk van de waardplant (Klokjesgentiaan) als het voorkomen van een aantal knooppieresoorten (Bossteekmier en Moerassteekmier). Voor deze soorten is een gradiënt in zowel vocht als begroeiing van belang (V1a). De open begroeiingen bieden kiemmogelijkheden voor de Klokjesgentiaan, de sterker begroeide delen bieden nestmogelijkheden voor de knooppieren. De Klokjesgentianen zijn daarnaast kenmerkend voor vochtige omstandigheden terwijl voor de mieren de aanwezigheid van drogere delen (ook in de winter) van belang is. Voor de Zilveren maan is een combinatie van vochtige hooïlanden, waar de waardplant Moerasviooltje groeit, met ruigere en bloemrijkere delen voor de nectar van belang (V1). De Glanshaverhooïlanden zijn van groot belang voor Pimpernelblauwtje en Donker pimpernelblauwtje mits deze een behoorlijk aandeel Grote pimpernel bezitten en de knooppieren aanwezig zijn. Gradiënten in vocht- en habitattypen zijn van wezenlijk belang: in de vochtige delen staat Grote pimpernel en opener en drogere delen zijn de mieren aanwezig (V1). Beekbegeleidende bossen kunnen bijzonder soortenrijk zijn. In de structuurrijke bossen met voldoende open plekken (V6) met Wilde kamperfoelie vindt de Kleine ijsvogelvlinder geschikt leefgebied. Goed ontwikkelde bosranden en overgangen naar graslanden (V5) zijn rijk aan insecten en bieden onder andere geschikt leefgebied voor het Bont dikkopje.

Grote zeggenmoerassen (LG005) ontstaan op de gradiënt waar de invloed van het overstromingswater toeneemt (V2). Grote-zeggenmoerassen vormen een belangrijk leefgebied voor de Zeggekorfslak (Gmelig Meyling et al. 2006, Killeen 2003).

In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

### Sturende processen

- Vegetatiegradiënten in de benedenlopen worden in stand gehouden door de aanvoer van grondwater uit aangrenzende Pleistocene plateaus en door regelmatig optredende inundaties vanuit de beek. In benedenlopen is de kwelintensiteit – ook in niet of weinig aangetaste situaties – meestal laag (aanzienlijk lager dan in boven- en middenlopen) of op jaarbasis zelfs afwezig (zogenoemde hydrologisch neutrale gebieden waarin op jaarbasis kwel en inzijging met elkaar in evenwicht zijn). Dit wordt veroorzaakt door de geringe hoogteverschillen in het vlakke landschap van de benedenlopen (overgangen naar het laagveen-, zeeklei- of rivierenlandschap);
- In de hogere delen – op de overgang van het inzigggebied (dekzanden) naar het beekdal – zijn lokale grondwatersystemen actief, al dan niet in aanwezigheid van oppervlakkige slecht doorlatende lagen;
- De aanvoer van grondwater zorgt ervoor dat zich veen kan ontwikkelen en dat betrekkelijk voedselarme (mesotrofe) omstandigheden overheersen;
- De overstromingen met beekwater hebben tot gevolg dat zich slib en zand afzetten in de laagste delen van de gradiënt en op oeverwallen. Dit stimuleert de ontwikkeling van meer voedselrijke gemeenschappen;
- Het resultaat van “het samenspel” van deze sturende grondwaterstromingen is een vegetatiegradiënt van voedselarm aan de flanken van het beekdal tot voedselrijk in de laagst gelegen gebieden.

### Standplaatscondities

De standplaats condities in de benedenstroomse delen van de beekdalen worden sterk bepaald door regelmatige overstromingen met beekwater. Langs de randen van het beekdal worden de standplaatscondities echter hoofdzakelijk bepaald door toestromend grondwater. Afhankelijk van het landschap kan dit grondwater basenarm of baserijk zijn. Omdat in het overstromende beekwater vaak veel slib aanwezig is en het water relatief zuurstofrijk is, is ook de bodem relatief vruchtbaar, zodat eutrafente begroeiingen domineren. In halfnatuurlijke situaties waren voedselarme gemeenschappen langs de flanken van het beekdal echter algemeen. In meer natuurlijke situaties kwamen zelfs hoogvenen voor aan de voet van ontkalkte zandruggen met keilemlenzen (Van Diggelen 1998). De regelmatige inundaties zijn historisch gezien van een vrij recente datum. Natuurlijke veensystemen in benedenlopen werden vrijwel niet overstroomd, voordat de mens het landschap hydrologisch naar zijn hand zette. Paleo-ecologisch onderzoek laat zien dat de vroegere samenstelling van de veenvormende vegetaties veel gemeen had met Alkalische laagvenen. De thans aanwezige trilvenen zijn het resultaat van menselijk ingrijpen (uitvenen van natuurlijke alkalische moerassen; Van Wirdum et al. 1992). In het huidige beekdallandschap zijn hier en daar nog relictten van de vroegere mesotrofe en baserijke moerassen aanwezig zoals in verlandende slootjes. Nog dichterbij de vroegere kustlijn waren in de benedenloop ook grote hoogvenen aanwezig. Deze zijn door het stijgende zeewater niveau sinds de ijstijden “verdronken” en bedekt geraakt met een (dun) kleidek.

## Knelpunten

### *Verdroging*

- Gedaalde grondwaterstanden zijn vaak het gevolg van de diepe en intensieve ontwatering in omliggende landbouwgebieden. Het gaat daarbij om zowel ontwatering in de intrekgebieden als op de beekdalflanken. Maar ook in het beekdal zelf kunnen diepe ‘landbouwdoorvoersloten’ – via welke landbouwgebieden naar het lager gelegen beekdal afwateren – voor verdroging zorgen. Verder draagt in sommige gebieden onttrekking van grondwater voor de drink- en industriewatervoorziening of landbouw (beregening) bij tot verlaging van grondwaterstanden in het beekdal. Ten slotte is de beek zelf vaak sterk verdiept, soms veroorzaakt door beeknormalisaties, maar meestal ook door het intensief (jaarlijks) schonen van de beekloop. Deze verdieping zorgt voor een versterkte erosie door de beek zelf waardoor de beek zichzelf nog dieper insnijdt en de drainagebasis wordt verlaagd. Ook bebossing van het inzigggebied kan sterk verdrogend werken. (Donkere) naaldbossen kunnen tot 50 % van het regenwater onderscheppen (Van Mullekom et al. 2009). Al deze ingrepen leiden tot een daling van de regionale drainagebasis, lagere stijghoogten van het diepere grondwater en tot een vermindering van kwelintensiteit, dat wil zeggen dat minder grondwater het maaiveld bereikt en meer grondwater naar de watergangen stroomt. Daling van de grondwaterstanden en de drainagebasis benadeelt alle habitattypen, leefgebieden en andere levensgemeenschappen die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden. De effecten zijn afhankelijk van de mate van grondwaterstands­daling. In beekdalen met veen zorgen gedaalde grondwaterstanden voor klink en mineralisatie van het veen. Hierdoor kan het veen op termijn geheel verdwijnen. De weerstand van het compactere veen tegen grondwaterstroming wordt groter, waardoor grondwater de wortelzone van de vegetatie moeilijker en met lagere intensiteit kan bereiken. De mineralisatie van veen leidt tot een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. Ten slotte zorgen gedaalde grondwaterstanden – in combinatie met een verlaagde stijghoogte van het grondwater – voor een grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone van de vegetatie. De standplaats raakt gestratificeerd: een meer of minder dikke laag zuur regenwater bevindt zich boven het basenrijke grondwater. Het gevolg is dat soorten van zure of zuurdere omstandigheden toenemen ten koste van soorten van (zeer) basenrijke omstandigheden. Vaak weten alleen diep(er) wortelende basenminnende soorten zich onder zulke gestratificeerde omstandigheden nog te handhaven. Vanwege de geringe kwelintensiteit in benedenlopen zorgen ingrepen in de waterhuishouding al snel voor het verdwijnen van kwel aan maaiveld. Het gevolg is dat in benedenlopen de invloed van neerslagwater en/of beekoverstromingswater al snel die van grondwater gaat overheersen (kleine ingreep, grote gevolgen). In de benedenlopen is het vaak de intensieve ontwatering van de omgeving – al dan niet in combinatie met grondwateronttrekkingen – die zorgt voor verlaging van de kwelintensiteit of voor de omslag van kwel naar wegzijging (Van Diggelen et al. 1994, Van Diggelen 1999). Verder speelt in de benedenlopen vaak het probleem van diep bemalen landbouwpolders die als gevolg van oxidatie en klink van het veen steeds lager komen te liggen en de aangrenzende natuurgebieden – waarvan het maaiveld veel hoger is gebleven – steeds sterker gaan draineren. Deze raken daardoor steeds sterker verdroogd en verzuurd (Van Duren et al. 1998).

### *Vermesting*

- In beekdalen is vermisting van grondwater na verdroging het grootste milieuknelpunt voor grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden (Aggenbach et al. 2009). Deze vermisting kan door interactie met bodemmineralen nog lang doorwerken in de beekdalen en leidt er vaak toe dat soorten die gevoelig zijn voor hoge nutriëntenbeschikbaarheid in bodem en grondwater nog steeds in hoog tempo achteruit gaan. Vermisting zorgt voor een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. De mate waarin dat gebeurt, is afhankelijk van de concentratie van nutriënten, de grondwaterstand en de chemische samenstelling van het grondwater in de wortelzone. Door vroegere overbemesting van intrekgebieden zijn nog steeds matig tot sterk vervuilde ondiepe grondwaterstromen op weg naar het beekdal. Uitspoeling van het zeer mobiele nitraat uit bossen (als gevolg van ingevangen atmosferische stikstofdepositie) en zwaar bemeste landbouwgronden heeft geleid tot een sterke verandering van de grondwaterkwaliteit. In de beekdalen met veel organische stof verdwijnt nitraat veelal snel indien het grondwater door de veenpakketten stroomt (denitrificatie). Nitraat kan in de ondergrond ook reageren met pyriethoudende afzettingen, waarbij het nitraat weliswaar verdwijnt, maar sulfaat ontstaat (Smolders et al. 2010). Sulfaat kan indirect tot een eutrofiëring van grondwatergevoede systemen leiden. Sulfaat reageert onder anaerobe condities met organisch materiaal waardoor dit wordt afgebroken en nutriënten vrij kunnen komen. Het sulfide dat hierbij wordt gevormd, reageert met ijzerhydroxide-complexen in de bodem, waardoor het hieraan gebonden fosfaat vrij kan komen. Dit proces wordt interne eutrofiëring genoemd en speelt vooral een rol in systemen met lage ijzergehalten in de bodem (Smolders et al. 2006, Smolders et al. 2010). In veel kwelgebieden is in de loop van vele eeuwen echter dermate veel ijzer aangevoerd dat een overmaat van ijzeroxiden ten opzichte van fosfaten aanwezig is, waardoor de fosfaatverzadigingsindex laag is en fosfaat dermate sterk gebonden is dat P-mobilisatie geen wezenlijk probleem oplevert.
- Overstroming met voedselrijk beekwater tijdens piekafvoeren. Deze piekafvoeren zijn veelal het gevolg van de intensieve drainage van het intrekgebied van het grondwater waardoor regenwater snel – via afstroming over maaiveld of via buisdrains – naar de watergangen worden gebracht die op de beek afwateren. Zeker wanneer zulke percelen net bemest zijn komen heel grote hoeveelheden voedingsstoffen in het oppervlaktewater terecht. Ze uitend zich in (oever)begroeiingen van hoogproductieve ruigtekruiden zoals die van Grote brandnetel. Deze situatie zal blijven voortbestaan zo lang landbouwgebieden nog via het lager gelegen beekdal moeten afwateren.
- De afname van kwel kan 's zomers tot een watertekort leiden, dat kan worden aangevuld met aanvoer van gebiedsvreemd oppervlaktewater. Dat is vaak sulfaatrijk en ijzerarm. Onder natte omstandigheden treedt sulfaatreductie op die gepaard gaat met de afbraak van organisch materiaal. Het hierbij gevormde, voor plantenwortels giftige, sulfide bindt aan ijzercomplexen in de bodem waardoor aan ijzer gebonden fosfaat vrijkomt. Dit alles zorgt dus voor extra veenafbraak, interne eutrofiëring en accumulatie van giftig sulfide in de bodem (zie onder 2.).

### *Beheer*

- Een belangrijk intern knelpunt is in veel gebieden nog het maaibeheer dat een zekere drooglegging van de (veen)bodems vereist, indien met traditionele (zware) tractoren wordt gemaaid. Verder treedt veel insporing op, leidend tot bodemcompactie. Daardoor kan baserijk grondwater het maaiveld moeilijker bereiken (grotere weerstand tegen uittreden) en stagneert regenwater gemakkelijker. In hoeverre dat de vegetatieontwikkeling beïnvloedt is niet onderzocht. Er zijn echter aanwijzingen dat kenmerkende grondwaterafhankelijke bladmossen (Braunmoosen) niet (goed) bestand zijn tegen de effecten van insporing en bodemcompactie (Jansen et al. 2001). Door het nemen van antiverdrogingsmaatregelen wordt dit probleem steeds nijpender. Er zijn in Nederland al veel technische innovaties gedaan om lichtere maaimachines te ontwikkelen, maar dit leidt nog steeds tot een (te) sterke invloed van de rupsbanden op de bodem. Verdere technische innovaties zijn wenselijk om het noodzakelijke maaibeheer voort te kunnen zetten (**kennislacune**).
- Vaak wordt het gehele perceel in een keer gemaaid en wordt het maaisel direct afgevoerd. Voor bijvoorbeeld sprinkhanen die een belangrijk voedsel zijn voor insectenetende vogels als Grauwe klauwier is een dergelijk maaibeheer zeer negatief. Na het maaien zijn er bovendien geen ruigere delen meer om te schuilen, terwijl alle dieren in het maaisel uit het gebied worden verwijderd.

### *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 gradiënt**

- In deze grondwaterafhankelijke systemen heeft het bestrijden van verdroging prioriteit. Hierbij wordt het functioneren van de hydrologische systemen die voor deze natte natuurgebieden van belang zijn zo veel mogelijk hersteld. Maatregelen die aan herstel of verbetering bijdragen zijn gericht op verhoging van de grondwaterstanden en bevordering van het uittreden van grondwater in de wortelzone van de vegetatie. Het betreft:
  - in het beekdal zelf het verondiepen of dempen van watergangen (sloten, greppels beken) en dichtmaken van buisdrains. Dit geldt zeker voor de (laagste) delen in het beekdal waar door terreinbeheerders al langere tijd een verschrallingsbeheer wordt uitgevoerd. De uitgangssituatie is daar al betrekkelijk voedselarm. De kwaliteit van de gehele gradiënt kan sterk verbeterd worden door (in veengebieden) de voormalige, niet langer functionele landbouwsloten en –greppels te dempen en de sloten te beduikeren die water uit bovenliggende landbouwgebieden afvoeren;
  - 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;
  - het omleiden van diepe ‘landbouwdoorvoersloten’;

- o het verondiepen van beken dan wel het stoppen met of het aanzienlijk extensiveren van beekonderhoud (maaien, baggeren);

De combinatie van meerdere van deze maatregelen draagt bij aan het vasthouden van water (en in laagten tot berging van regen- en grondwater op maaiveld) waardoor de afvoer van de beek meer getemperd zal zijn. Het risico op inundaties met (voedselrijk en/of vermest) beekwater vermindert aldus. Dit zal des te meer het geval zijn indien zulke maatregelen niet alleen langs de beekloop zelf worden genomen, maar ook in haar intrekgebied.

#### *Vermesting en verzuring*

- Vermesting en door meststoffen veroorzaakte verzuring in het beekdal kan worden voorkomen en/of bestreden door:
  - o De creatie van bosstroken van enkele tientallen meters breedte rondom het natuurgebied (Verhagen & Van Diggelen 2006), in het bijzonder in het zuidwesten (overheersende windrichting) of aan die zijden van het reservaat waar lokaal de grootste stikstofemissies plaatsvinden. Deze bosstroken zullen als stikstofvangsters functioneren waardoor de depositie op het benedenwindse natuurgebied aanzienlijk vermindert (Verhagen & Van Diggelen 2006). Desondanks zal er via blad- en naaldval indirect toch een aanzienlijke stikstofbelasting blijven plaatsvinden. Welk deel van de ingevangen stikstof via blad- en naaldval alsnog in een reservaat terecht komt – en tot hoever – is onbekend (**kennislacune**). In kleinere natuurgebieden is de aanleg van brede stroken echter meestal niet mogelijk en kan het beste omvorming van bos naar lage begroeiingen worden nagestreefd om de interceptie van stikstof in de centra te verminderen, in ieder geval bij een N-belasting die betrekkelijk laag is in vergelijking tot de kritische depositie, hoewel het areaal dat wordt beïnvloed door lokale stikstofemissies dan groter is. Is de N-belasting hoog in vergelijking tot de kritische depositie dan is het zoveel mogelijk afschermen met bomen wellicht toch te overwegen om in ieder geval in de kern van het reservaat een lagere N-belasting te bereiken;
  - o Het stoppen van bemesting in het intrekgebied om de kwaliteit van het toegevoerde grondwater te verbeteren. Het stoppen of aanzienlijk verminderen van bemesting van het intrekgebied voorkomt vermist grondwater en daarmee vermist beekwater;
  - o In het beekdal zelf kan na verwerving van gronden als natuurgebied vermist grondwater worden bestreden via inrichtingsmaatregelen en/of verschravingsbeheer zoals het verwijderen van de bemeste toplaag, uitmijnen, maaien en afvoeren en/of begrazen. In geëgaliseerde gronden, waarin de laagten zijn opgehoogd, is herstel van de vroegere laagten mogelijk door terug te graven naar het originele maaiveld. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregelen op standplaatsschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
  - o Verbetering van de kwaliteit van het beekwater kan – indien bemesting van landbouwpercelen niet kan worden gestopt of aanzienlijk verminderd – deels worden bereikt door op deze landbouwgronden in ieder geval langs de beek bemestingsvrije zones in te stellen, niet alleen in de benedenloop zelf maar ook stroomopwaarts daarvan;
  - o In gebieden in de benedenloop van beekdalen die vroeger van nature werden overstroomd, maar thans niet meer, kunnen zonder veel inspanningen

waterbergingsgebieden worden ingericht. Veel benedenstroomse beekdalbegroeiingen zijn hieraan aangepast, maar aanvoer van sterk bemest oppervlaktewater moet ontraden worden. Natte graslanden die nog regelmatig bemest worden zijn in zo'n geval geschikter om als waterbergingsgebied te worden ingericht.

- Het beheer van beekdalen kan worden geoptimaliseerd door:
  - Het extensiveren van beekonderhoud door minder frequent te maaien en/of te baggeren. Dit zal op termijn leiden tot de vorming van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grind, hout), wat de habitat van beekvissen als de Beekprik en watermacrofaunasoorten zal verbeteren. Het draagt tevens bij aan vermindering van de drainage door de beek waardoor zich in het beekdal minder verdroogde levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen;
  - De natste delen met aangepaste maaiapparatuur te maaien om zo compactie van de bodem en diepe spoorvorming tegen te gaan en (naar verwachting) het ontstaan van een goedontwikkelde moslaag te bevorderen. Voor behoud of herstel van een gevarieerde fauna het maaisel niet direct afvoeren en delen van de vegetatie laten staan. Onder zeer natte omstandigheden kan ook worden gekozen voor herstel van veenvormende begroeiingen, vooral bij een lage ijzerrijkdom van de bodem. Dan zijn de vooruitzichten voor herstel van veenvorming en herstel van mesotrafente doelvegetatietypen vermoedelijk veel beter dan in geval van een hoge ijzerrijkdom (Aggenbach et al. 2011, Aggenbach et al. 2013). Dan hoeft niet meer gemaaid te worden (Verberk et al. 2009).

#### *Aandachtspunten*

- De hele gradiënt in benedenstroomse beekdalen herstellen is, 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. 1994, Van Duren et al. 1998). Door maatregelen op de flanken, kunnen in aanwezigheid van hogere ruggen lokale grondwaterstromen gereactiveerd worden. Dan kunnen bestaande heiden, blauwgraslanden, alkalische laagvenen en trilvenen lokaal weer worden hersteld;
- Op plaatsen waar zulke (relicten van) gemeenschappen niet meer aanwezig zijn, bijvoorbeeld in vroegere landbouwgebieden, kunnen mogelijkheden geschapen worden voor de ontwikkeling van soortenrijke moerasbossen. Hiervoor is gedeeltelijk herstel van de kwelstromen langs de flanken van de grotere Pleistocene plateaus een voorwaarde;
- Bij maaiveldverlaging door afgraving van de toplaag in de nabijheid van bestaande grondwaterafhankelijke natuurgebieden is een zorgvuldige afweging nodig om het risico van verdrogings schade 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);

- Het afgraven van veraarde veengronden wordt in de benedenlopen alleen aanbevolen, indien de fosfaatrijke laag heel dun is. Dan zijn er perspectieven voor herstel van grondwaterafhankelijke gemeenschappen van meso- tot 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 eutrofiering: [Lucassen et al. 2004](#), [Smolders et al. 2006](#), [Kemmers 2007](#)). Bovengenoemde gemeenschappen kunnen dan niet ontwikkeld worden.
- Verzuurde Dotterbloemhooilanden kunnen door bevoeiing met sulfaatarm oppervlaktewater gedeeltelijk worden hersteld ([Kemmers et al. 2007](#)). De aanleg van helofytenfilters kan behulpzaam zijn bij het verminderen van de aanvoer van voedingsstoffen via het oppervlaktewater ([Van Duren et al. 1998](#));
- Problemen oplossen in het bovenlokale grondwatersysteem door grondwateronttrekkingen te stoppen, verminderen of verplaatsen leidt in natuurgebieden niet tot verbeteringen wanneer de aldus versterkte opwaartse grondwaterstroom in diepe sloten en diep bemalen polder terecht komt (en wordt afgevoerd). De kostbare maatregelen aan grondwateronttrekkingen renderen in dat geval alleen indien ook maatregelen in het oppervlaktewaterstelsel worden genomen ([Van Loon et al. 2009](#));
- Op locaties waar nog bijzondere fauna aanwezig is moet bij hydrologisch herstel van te voren worden bepaald in hoeverre deze fauna wordt in haar voortbestaan bedreigd door plotsklaps stijgende waterstanden. Om te voorkomen dat als gevolg van de vernatting deze soorten zullen verdwijnen zullen in de nabijheid nieuwe leefgebieden dienen te worden gecreëerd, vaak door het kappen van bos op wat hogere koppen of op de flanken van het beekdal. Indien dit niet mogelijk is, dient vernatting gefaseerd op te treden. Maar ook in dat laatste geval is blijft het noodzakelijk zulke soorten hoger op de gradiënt uitwijkmogelijkheden te bieden om overleving tijdens zeer natte jaren te waarborgen. Voor zulke zeldzame soorten is herkolonisatie lastig c.q. vrijwel onmogelijk vanwege hun zeer versnipperde voorkomen in combinatie met hun geringe dispersievermogen.

### Voorbeelden

Onderzoek: Groningen en Drenthe: Hunzedal ([Van Diggelen et al. 1994](#), [Van Diggelen 1998](#); Drentsche Aa bij de Punt ([Bakker et al. 1987](#)); Reestdal ([Kemmers et al. 2007](#)). Friesland: dal van de Boorne ([Altenburg & Wildschut 1983](#)). Utrecht: Benedenloop Utrechtse Vecht ([Van Loon et al. 2009](#)). Noord-Brabant: Bossche Broek ([Baaijens et al. 2007](#)).

### Literatuur

Aggenbach, C.J.S. , D. Groenendijk, R.H. Kemmers, H.H. van Kleef, A.J.P. Smolders, W.C.E.P. Verberk & P.F.M. Verdonschot 2009. Preadvies Beekdallandschappen. Knelpunten, kennislacunes en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen. KWR 08.048, KWR/ Alterra/ BWare/ Vlinderstichting/ Bargerveen.



- Aggenbach, C.J.S., R. van Diggelen, A.P. Grootjans, H.H. van Kleef, L.P.M. Lamers & A.J.P. Smolders 2011. Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen. Rapport nr. 2011 / OBN 145-BE. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Aggenbach, C.J.S., W.-J. Emsens, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen 2013. Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen: rapport 1e fase. Rapport nr. OBN178-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Altenburg, A. & P. Wilschut 1983. Grondwaterkwaliteit en vegetatie in enkele Noord-Nederlandse beekdalen. Rapport Laaglandbekenproject 1, Laboratorium voor Plantenoecologie, Rijksuniversiteit Groningen/SBB. 86pp.
- Baaijens, G.J. P.C. van der Molen & T. Geensen 2007. Het Bossche Broek: gebiedsanalyse en voorstellen voor schraallandbeheer. Baaijens Advies/Dienst Landelijk Gebied, Dwingeloo/Utrecht.
- Bakker, J.P. Brouwer, C. Van den Hof, L. & A.J.M. Jansen 1987. Vegetational succession, management and hydrology in a brookland (The Netherlands). *Acta Botanica Neerlandica* 36: 39-58.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Historische Uitgeverij Groningen, 223 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.
- Jalink, M.H. Grijpstra, J. & Zuidhoff A.C. 2003. Hydro-ecologische systeemtypen met schraallanden in Pleistoceen Nederland. Rapport EC-LNV nr 2003/2250, 75pp.
- Keijzer, E. 2010. Greenhouse gas balances of Frisian peat pastures. Master thesis IVEM, University of Groningen, 49 pp.
- Kemmers, R.H. 2007. Desorptie en absorptie van fosfaat na vernatting van veengrond uit het Hunzedal. Alterra, Wageningen. Alterrarapport 1575.
- 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.
- Killeen, IJ. 2003. Ecology of Desmoulin's Whorl snail. Conserving Natura 2000. Rivers Ecology Series No. 6. English Nature, Peterborough.
- Kruijf, M. & D. Groenendijk 2011. Het voedsel van de nachtzwaluw nader bekeken. *Vlinders* 2011(2): 4-7.
- 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. *Archief für Hydrobiologie* 160: 117-131.
- 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.
- Van Diggelen, R. A.P. Grootjans & R. Burkunk 1994. Assessing restoration perspectives of disturbed brook valleys: the Gorecht area the Netherlands. *Restoration Ecology* 2 87-96.
- Van Diggelen, R. 1999. *Moving gradients*. 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. Schot, M. F. P. 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 Wirdum, G. A.J. den Held & M. Schmitz 1992 Terrestrializing fen vegetation in former turbaries in the Netherlands. In: *Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation* (ed. J.T.A. Verhoeven), pp. 323–60. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Verberk, W.C.E.P, A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2009. Natuurherstel van standplaats naar landschap. *De Levende Natuur* 110 (3):105–110.
- Verhagen, R. & R. van Diggelen 2006. Spatial variation in atmospheric nitrogen deposition on low canopy vegetation. *Environmental Pollution* 144, 826–832.

## Gradiënttype 4: Reliëfrijke beekdalen van de Hogere zandgronden met basenarm hellingveen

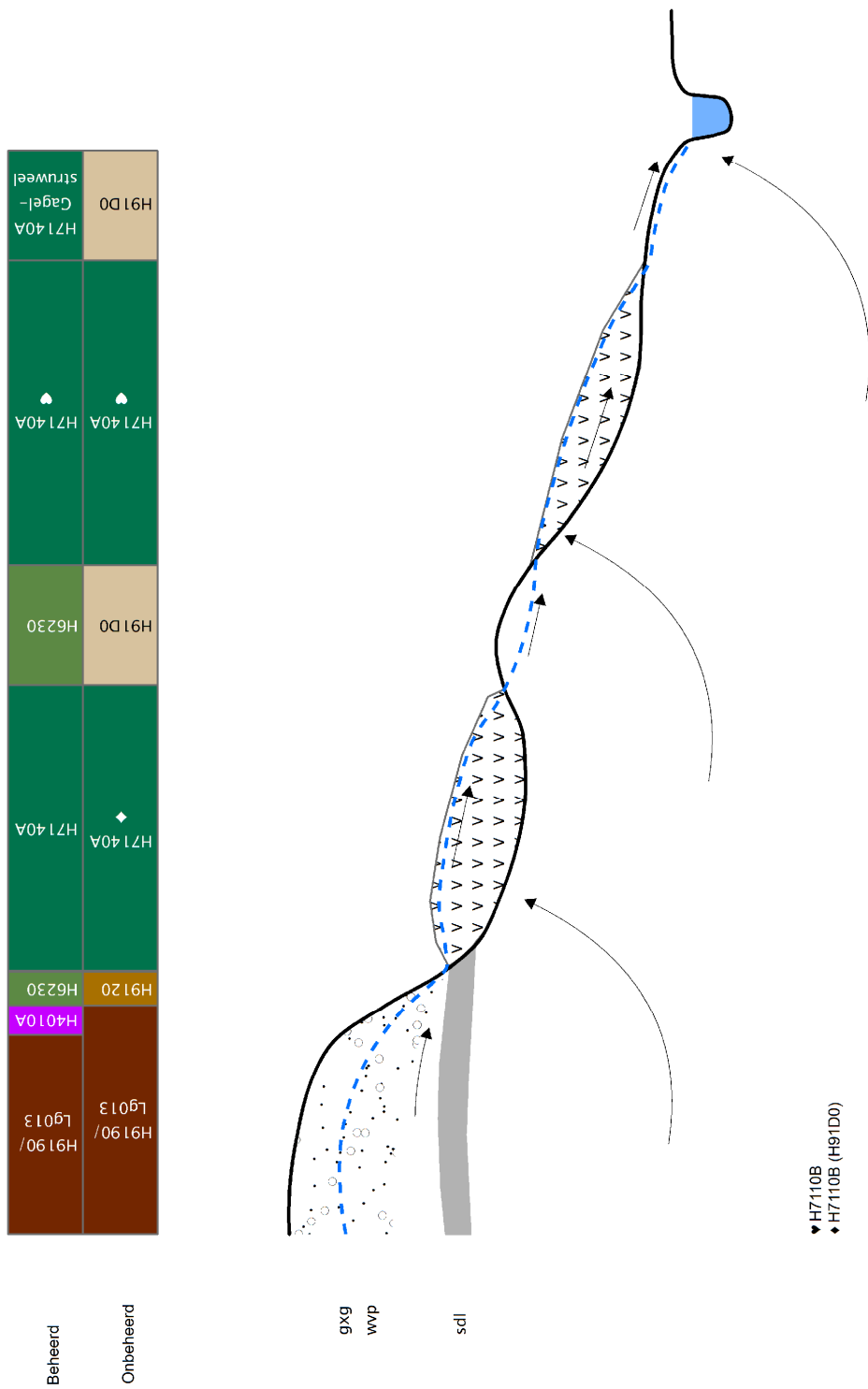
### Beknopte beschrijving

Kleine doorstroomvenen liggen op de flank van grotere grondwatersystemen in gebieden met relatief grote hoogteverschillen. In Nederland is dat vooral op de flanken van stuwwallen, van rivierterrassen zoals in Midden-Limburg en het zandige deel van Zuid-Limburg, en verder aan de randen van diep ingesneden beekdalen in het Veluwe massief. Er treedt het hele jaar door grondwater uit. Daarnaast kunnen slechtdoorlatende lagen van invloed zijn. Doorstroomvenen zijn eigenlijk bronsystemen waar het grondwater over een groter oppervlak diffuus uittreedt. Uittreding via (punt)bronnen vindt plaats bij zeer uitgesproken reliëfverschillen, door gaten in ondoorlatende lagen of juist doordat een ondoorlatende laag dagzoomt. In vergelijking met Reliëfrijke beekdalen (gradiënttype Bd5) zijn de gradiënten in milieuomstandigheden in doorstroomvenen veel geleidelijker en daardoor uitgestrekter. Hellingvenen kunnen ontstaan onder invloed van basenarm en basenrijk water. De meest voorkomende vorm in ons land is het hellingveen met (hoog)veenvorming onder invloed van basenarm grondwater. Dat is de vorm die in dit gradiënttype wordt behandeld. De hier beschreven doorstroomvenen maken geen deel uit van het nat zandlandschap, ondanks het overheersen van zuurminnende gemeenschappen, omdat de invloed van grondwater overheersend is en die van neerslagwater heel beperkt.

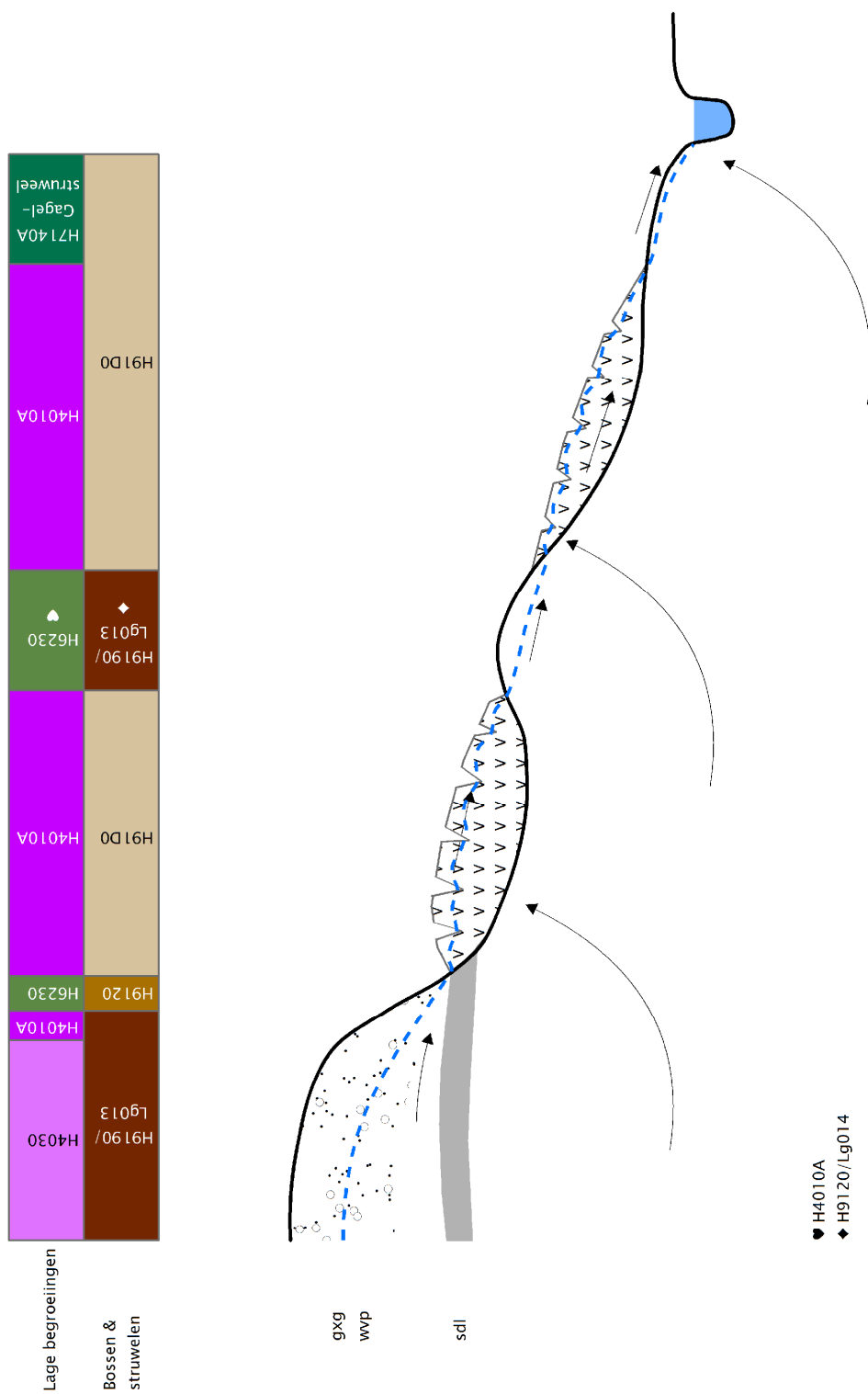
### Vegetatiegradiënt

Op de overgangszone van het Droog of het Nat zandlandschap naar de bovenzijde (de oorsprong) van het hellingveen reikt het basenarme grondwater in de winter tot in maaiveld. Hier ontstaan Vochtige heiden (H4010A) of vochtige vormen van Oude eikenbossen (H9190) dan wel Bos van arme zandgronden (LG013) met een – vanwege de grondwaterinvloed – iets beter gebufferde bodem (Figuren 7 & 8). In de zomer zakt het grondwaterpeil hier tot (ver) beneden de wortelzone. Deze typen ontwikkelen zich bij kalkloze en sterk uitgeloopte slecht doorlatende lagen. Heischrale graslanden (H6230) of Beuken-Eikenbossen (H9120) zijn ontwikkeld wanneer zich in deze overgangszone nabij het maaiveld kalkloze klei- of leemlagen bevinden die niet heel sterk zijn uitgeloopt of het toestromende grondwater zwak gebufferd is.

Onder hydrologisch niet tot nauwelijks beïnvloede omstandigheden (Figuur 7) treedt lager in het dal gedurende het gehele jaar basenarm grondwater uit. Onder die omstandigheden vormt zich veen. Het grondwater stroomt over en door het veenpakket. Gagelstruwelen en/of Berkenbroeken met invloed van grondwater (Hoogveenbossen, H91D0) komen voor op de hogere zandopduikingen in het veen en langs de beek, waar het nog niet al te nat is. In de tussenliggende natste en veenvormende delen is een Kleine-zeggenmoeras (deels behorend tot Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*), H7140A) ontwikkeld, vaak als slenken. Tussen de slenken is de grondwaterinvloed geringer en komt ontwikkeling van minerotroof hoogveen op gang. Door veengroei krijgt dit hoogveen (H7110B) een steeds sterker ombrotroof karakter en kan het ook over het Kleine-zeggenmoeras heen groeien.



*Figuur 7: Gradiënttype 4, basenarm hellingveen – niet beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.*



Figuur 8: Gradiënttype 4, basenarm hellingveen – licht beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

Wanneer het veenpakket oppervlakkig ontwaterd is (Figuur 8), zijn de veenvormende begroeiingen beperkt tot Overgangs- en trilvenen (trilvenen) of zelfs geheel verdwenen. Weliswaar reikt het water in de winter langdurig tot in maaiveld, maar 's zomers zakt het wat dieper weg. De dan aanwezige begroeiingen zijn vergelijkbaar met die in de overgangszone. Onder zulke omstandigheden nemen soortenrijke Vochtige heiden een prominente plaats in. Deze heiden zijn gekenmerkt door hun plaatselijke rijkdom aan veenmossen en rheofiele soorten als Beenbreek, Wilde gagel en Riet. Zonder beheer ontwikkelen deze heiden zich echter tot Berkenbroeken met soorten die duiden op enige grondwaterinvloed (Hoogveenbossen, H91D0). In slenkjes in deze veenmosrijke vochtige heiden zijn rheofiele soorten als Duizendknoopfonteinkruid, Groot Bronkruid en Beekstaartjesmos niet zeldzaam. Voor zulke slenkjes in Hoogveenbossen is het paddenstoeltje Mijtertje kenmerkend.

### **Fauna**

In de veenvormende delen komen planten- en diersoorten voor die kenmerkend zijn voor de overgang van de zure, mineraalarme hoogveenkern naar de meer gebufferde, mineraalrijkere omgeving (V5). Het betreft hier soorten van het habitatype zwak gebufferde vennen (H3130) en hoogvenen (H7110). Speerwaterjuffer en Hoogveenglanslibel zijn kenmerkend voor dergelijke situaties. De Hoogveenglanslibel plant zich uitsluitend voor in met veenmos begroeide veenputjes of in veenmosrijke slenkjes (V6) (Ketelaar et al. 2005). Naast deze voortplantingswateren is het voorkomen van drogere met bos en heide begroeide delen (V1) van belang: om te jagen en voor de net uitgeslopen imago's om uit te harden. In de nabijheid van het voortplantingswater (V1) zijn voor de Speerwaterjuffer min of meer droge bossen met een door grassen gedomineerde ondergroei noodzakelijk om uit te kunnen harden en te overnachten (Ketelaar & Pontenagel 2000). In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

### **Sturende processen**

- De grondwaterstanden in het hoge achterland van het Droog of Nat zandlandschap zijn vaak veel (vele meters) hoger. Dat betekent dat er gedurende het gehele jaar een toestroming van grondwater richting de laagte optreedt. In het geval van basenarme doorstroomvenen bestaat het achterland geheel uit kalkarm zand.
- Het grondwater wordt door de aanwezigheid van slechtdoorlatende bodemlagen en of door een knik in de hellingshoek gedwongen uit te treden en dit gebeurt in een vrij smalle zone. Doordat er het gehele jaar grondwater uittreedt, is de waterstand in deze zone zeer stabiel.
- Boven de zone met uittredend grondwater is het grondwaterpeil lager en zakken de peilen in de zomer verder weg. Lager op de helling vormt het uitgetreden

grondwater een beekje. Dat beekwater kan lager op de helling weer infiltreren om lager op de gradiënt opnieuw uit te treden;

- Het grondwater bevat vrij veel kooldioxide, waardoor er goede omstandigheden zijn voor veenvorming.
- In vergelijking met bronnen treedt het grondwater over een groter oppervlak (diffuser) uit en met een lagere snelheid.

### **Standplaatscondities**

De plantengemeenschappen in deze gradiënt zijn kenmerkend voor oligotrofe tot mesotrofe omstandigheden. De laagste delen kunnen in heel natte jaren permanent water blijven voeren, maar de bovenste delen van de gradiënt kunnen in de loop van het voorjaar droogvallen, vooral als er ontwateringswerken zijn uitgevoerd in de omgeving. De grondwaterstanden kunnen dan dieper wegzakken. Zelfs in dit – in vergelijking met het volgende gradiënttype – basenarme gradiënttype is het ondiepe grondwater in de laagten beduidend rijker aan basen, dan in de aangrenzende hogere gronden.

### **Knelpunten**

#### *Verdroging*

- Vrijwel alle doorstroomsystemen zijn ontwaterd. De eerste herstelopgave is het verminderen of opheffen van de verdroging als gevolg van:
  - het verminderen of stoppen van de diffuse uittreding van grondwater in hellingvenen door het graven van sloten, sprengen en het verdiepen dan wel rechte trekken van beken. Zelfs sloten van geringe diepte zorgen aldus voor verdroging waardoor de waterstanden sterker gaan schommelen en versterkte mineralisatie van het veenpakket optreedt. Kenmerkende soorten van permanent natte omstandigheden verdwijnen of gaan in bedekking sterk achteruit zoals Waterveenmos, Geoord veenmos en Hoogveen-veenmos. Pijpenstrootje zal toenemen; bij geringere ontwatering zal het aandeel soorten van Vochtige heide toenemen ten koste van soorten van Levend hoogveen;
  - een (sterk) verminderde kweldruk door drainage, drinkwateronttrekking en grootschalige bosaanplant in het voedingsgebied zoals op de Veluwe. Daardoor zal er niet langer het gehele jaar grondwater uittreden en/of zal de waterstand in de uittreezone sterker gaan schommelen. De gevolgen voor het ecosysteem zijn overeenkomstig met die beschreven onder her eerste aandachtsbolletje;
  - een sterke verdieping van beken welke veroorzaakt kan zijn door beeknormalisatie, maar ook het gevolg kan zijn van het intensief (jaarlijks) schonen van de beekloop met zijn oevers. In beide gevallen zorgt dat voor een versterkte erosie door de beek zelf, waardoor de beek zichzelf dieper insnijdt en de drainagebasis wordt verlaagd.

#### *Vermesting en verzuring*

- Verzuring van het toestromende grondwater treedt op als gevolg van nitraatuitspoeling uit landbouwgronden en soms ook uit bossen. De buffercapaciteit van het toestromende grondwater vermindert aldus, waardoor Kleine- zeggemoerassen versneld overgroeid raken met veenmossen. Wanneer het

uittredende water grote hoeveelheden nitraat bevat, kan ijzergebrek optreden in de planten (chloroseverschijnselen) (Smolders et al. 1997);

- Vermesting onder invloed van toestromend nitratrijk grondwater. Waar zulk nitratrijk grondwater het maaiveld bereikt, komt geen hoogveenvormende vegetatie voor en wordt de vegetatie wordt gedomineerd door hoog productieve soorten als Pijpenstrootje, wilgensoorten en Zwarte els (Van Dijk et al. 2012);
- Wanneer door verdroging ook sulfaat wordt vrijgemaakt – en dat is in gebieden met zwavelafzettingen aan maaiveld (Van Dijk et al. 2012) niet onwaarschijnlijk –, kan dit onder invloed van zogenoemde interne eutrofiëring leiden tot een verhoogde beschikbaarheid van voedingstoffen (Smolders et al. 2006, Lamers et al. 1998).

#### *Beheer*

- Het intensief schonen van de beek aan de voet van het hellingveen zorgt niet alleen voor een snelle afvoer van water. Het verstoort de opbouw van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grond, hout), wat het leefgebied van de Beekprik negatief beïnvloedt. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen die de afvoersnelheid van water temperen. Het zorgt ten slotte voor een significante verdieping van de beekbodem en daarmee van de drainagebasis en aldus voor verdroging van het aangrenzende beekdal.

#### *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 gradiënt**

- In deze grondwaterafhankelijke systemen heeft het bestrijden van verdroging prioriteit via het vergroten van de doorstroming met grondwater door:
  - het verondiepen of dempen van drainage (sloten en greppels) in het (voormalige) doorstroomveen om de doorstroming nabij het maaiveld over een zo groot mogelijk oppervlak te herstellen;
  - het in het intrekgebied verminderen of geheel verwijderen van drainage (sloten, greppels), het verminderen of stoppen van grondwateronttrekking, het omvormen van naald- naar loofbos of van bos naar lage begroeiingen om de hoeveelheid toegevoerd grondwater te verbeteren of herstellen;
  - het verondiepen van beken dan wel het stoppen met of het aanzienlijk extensiveren van beekonderhoud (maaien, baggeren);
  - De combinatie van meerdere van deze maatregelen draagt bij aan het vasthouden van water (en in laagten tot berging van regen- en grondwater op maaiveld) waardoor de afvoer van de beek meer getemperd zal zijn. Het risico op inundaties met (voedselrijk en/of vermest) beekwater vermindert aldus. Dit zal des te meer het geval zijn indien zulke maatregelen niet alleen langs de beekloop zelf worden genomen, maar ook in haar intrekgebied.



- Verbetering van de doorstroming met grondwater vraagt om grondwater van een goede kwaliteit waarmee verzuring en vermesting worden voorkomen. Dat kan worden bereikt door:
  - Het omvormen van bos naar lage begroeiingen en het stoppen van bemesting in het intrekgebied. De omvorming van bossen draagt bij aan een verminderde stikstofbelasting – en daarmee verzuring – van het grondwater.
  - Het stoppen van bemesting van het intrekgebied voorkomt vermesting van het grondwater en daarmee van het doorstroomveen.
- Het beheer van beekdalen kan worden geoptimaliseerd door:
  - De natste delen met aangepaste maaiapparatuur te maaien om zo compactie van de bodem en diepe spoorvorming tegen te gaan en (naar verwachting) het ontstaan van een goedontwikkelde moslaag te bevorderen. Voor behoud of herstel van een gevarieerde fauna het maaisel niet direct afvoeren en delen van de vegetatie laten staan. Onder zeer natte omstandigheden kan ook worden gekozen voor herstel van veenvormende begroeiingen, vooral bij een lage ijzerrijkdom van de bodem. Dan zijn de vooruitzichten voor herstel van veenvorming en herstel van mesotrafente doelvegetatietypen vermoedelijk veel beter dan in geval van een hoge ijzerrijkdom (Aggenbach et al. 2011, Aggenbach et al. 2013). Dan hoeft niet meer gemaaid te worden (Verberk et al. 2009).

#### *Aandachtspunten*

Het herstellen van doorstroomvenen is complex. De volgende punten behoeven aandacht:

- Veel van de voormalige basenarme doorstroomvenen zijn sterk gedegradeerd, waardoor ze vaak nog moeilijk als zodanig herkenbaar zijn. De verleiding is dan groot herstelmaatregelen te concentreren op slechts een deel van de gradiënt. Herstelmaatregelen moeten zich allereerst en bovenal richten op een grotere aanvoer van grondwater vanuit het achterland;
- Het doorstroomkarakter dient behouden te blijven of te worden hersteld, waarbij waterafvoer over maaiveld een randvoorwaarde is. De vegetatieontwikkeling zelf zal bijdragen aan het ontstaan en/of de versterking van de gewenste natuurlijke doorstroming. Na plaggen of ontgronden bestaat het risico van versnelde oppervlakkige afvoer over en insnijding van drainerende waterloopjes in kale zandbodems, wat het ontstaan van hellingveentjes kan belemmeren. Bij deze wijze van plaggen en/of ontgronden dient daarmee rekening te worden gehouden. Wat de beste wijze is, is onvoldoende bekend. Dit is een **kennislacune**.
- Soorten van het oorspronkelijke doorstroomveen die zich alleen nog hebben weten te handhaven langs de gegraven watergangen (relictpopulaties) kunnen door het dempen van die watergangen verdwijnen. Desondanks is het essentieel de grondwaterinvloed weer tot in maaiveld te brengen en niet het maaiveld te verlagen tot het niveau van de relictpopulaties omdat dan een grote kans bestaat dat ze zullen verdwijnen. In zulke gevallen is het te overwegen om bij het nemen van de herstelmaatregel tevens lokale herintroductie toe te passen, bijvoorbeeld door maaisel van gemeenschappen met relictpopulaties neer te leggen op de herstellocatie. Zulke relictpopulaties kunnen ook tijdelijk geëvacueerd worden en na uitvoering van de maatregelen worden teruggebracht in het terrein;

- Op locaties waar nog bijzondere fauna aanwezig is moet bij hydrologisch herstel van te voren worden bepaald in hoeverre deze fauna in haar voortbestaan wordt bedreigd door plotsklaps stijgende waterstanden. Om te voorkomen dat als gevolg van de vernatting deze soorten zullen verdwijnen zullen in de nabijheid nieuwe leefgebieden dienen te worden gecreëerd, vaak door het kappen van bos op wat hogere koppen of op de flanken van het beekdal. Indien dit niet mogelijk is, dient vernatting gefaseerd op te treden. Maar ook in dat laatste geval is blijft het noodzakelijk zulke soorten hoger op de gradiënt uitwijkmogelijkheden te bieden om overleving tijdens zeer natte jaren te waarborgen. Voor zulke zeldzame soorten is herkolonisatie lastig c.q. vrijwel onmogelijk vanwege hun zeer versnipperde voorkomen in combinatie met hun geringe dispersievermogen;
- Langs de Veluwe zijn sinds de Middeleeuwen veel sprengen gegraven voor het aandrijven van watermolens. Dit is plaatselijk ten koste gegaan van hellingvenen. Herstel van hellingvenen gaat moeilijk of niet samen met het behoud van de historische sprengenstelsels (Hesen et al. 2000).

### Voorbeelden

Veluwe: Landgoed Tongeren en Wisselse veen nabij Epe (lokaal ook met basenrijke delen; Van Mullekom et al. 2007); de IJzeren Man op de Hoge Veluwe (Jansen et al. 2008); Verbrande Bos in dal van de Hierdense Beek (Jansen et al. 1996).  
 Midden- en Zuid-Limburg: Haselaersbroek (bij Echt, bovenzijde gradiënt; Jansen & Verbeek 2009, Natuurbalans/Limes Divergens 1999, Janssen 2000); Meinweg (omgeving Roode beek); Brunsummerheide (brongebied van de Rode beek (Van Dijk et al. 2009, Van Dijk et al. 2012) en de Breukberg (Boonman & Van der Mast 1978, Hermans & Van der Mast 1994, Van der Mast 1992).

### Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., R. van Diggelen, A.P. Grootjans, H.H. van Kleef, L.P.M. Lamers & A.J.P. Smolders 2011. Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen. Rapport nr. 2011 / OBN 145-BE. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Aggenbach, C.J.S., W.-J. Emsens, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen 2013. Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen: rapport 1e fase. Rapport nr. OBN178-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Boonman, A. & G.G.F. van der Mast 1978. Ecologie van de natuurparken Brunsummerheide en Schinveldse bossen. Intern rapport van het Recreatieschap Oostelijk Zuid Limburg, Heerlen.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Historische Uitgeverij Groningen, 223 pp.
- Hermans, J.T. & G.G.F. van der Mast 1994. De Brandenburg op de Brunsummerheide en de Breukberg. Excursieverslagen 1992. Plantensociologische Kring Nederland, Wageningen.

- Hesen, P.L.G.M., M.H. Jalink, A.J.M. Jansen & A. Oosterhof 2000. Ecologische potenties Oost-Veluwe: methode voor het aanwijzen van kansrijke gebieden bij verdrogingsbestrijding. Rapport SWI 99.238. Kiwa N.V. Nieuwegein.
- Horsthuis, M.A.P. & L. Van Tweel, 2002. Een rasterkartering in het brongebied van de Mosbeek. *Stratiotes* 24: 13–26.
- Jalink, M.H., J. Grijpstra & A.C. Zuidhoff 2003. Hydro-ecologische systeemtypen met schraallanden in Pleistoceen Nederland. Rapport EC-LNV nr 2003/225O, 75pp.
- Jansen, A.J.M., M.C.C. de Graaf & J.G.M. Roelofs 1996. The restoration of species-rich heathland communities in The Netherlands. *Vegetatio* 126: 73–88.
- Jansen, A.J.M., M.A.P. Horsthuis & J. Sevink, 2008. EGM Vooronderzoek Deelensche Veld. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede. 100 p.p. + bijlagen.
- Jansen, A.J.M. & P. Verbeek, 2009. EGM vooronderzoek Haeselaarsbroek. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede.
- Janssen, I.C.J.M. 2000. Monitoring van het Haeselaarsbroek in het brongebied van de Pepinusbeek. Ontwikkelingen in een natuurherstelproject in de Midden-Limburgse gemeente Echt. Nijmegen; Katholieke Universiteit Verslagen Milieukunde nr. 189. Sittard; Intern stagerapport Waterschap Roer en Overmaas.
- Ketelaar, R., D. Groenendijk & P. Joop 2005. Soortbeschermingsplan Hoogveenglanslibel. Rapport DK nr. 2005/033, Ede.
- Ketelaar, R. & G.-J. Pontenagel 2000. Waar overnacht de Speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*)? *Brachytron* 4(2); 20–22.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs 1998. Sulfate-induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science and Technology* 32: 199–205.
- Natuurbalans/Limes Divergens, 1999. Flora en fauna in het Haeselaarsbroek. Ontwikkelingen in een natuurherstelproject 1998.
- Smolders, A.J.P., R.J.J. Hendriks, H.M. Campschreur & J.G.M. Roelofs 1997. Nitrate induced iron deficiency chlorosis in *Juncus acutiflorus*. *Plant and Soil* 196: 37–45.
- Van der Mast, G.G.F. 1992. Het dal van de Rode beek. Excursieverslagen 1991. Plantensociologische Kring Nederland, Wageningen.
- Van Dijk, G., C. Fritz, A.J.P. Smolders, N. Straathof, G.J. van Duinen & A.P. Grootjans 2009. De Brunsummerheide, een uniek maar bedreigd stukje Nederland, – een systeemanalyse van het hellingveen op de Brunsummerheide. *Natuurhistorisch Maandblad* 98: 233–238.
- Van Dijk, G., A.J.P. Smolders, C. Fritz, A.P. Grootjans, N. Straathof & G.J. van Duinen 2012. Ecologische gradiënten op de helling in de Brunsummerheide. *De Levende Natuur* 113 (4): 174–179.
- Van Mullekom, M., A.J.P. Smolders, E. Brouwer & J.G.M. Roelofs 2007. Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse veen. Onderzoekcentrum B-ware, in opdracht van Stichting het Geldersch Landschap.
- Verberk, W.C.E.P., A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2009. Natuurherstel van standplaats naar landschap. *De Levende Natuur* 110 (3):105–110.

## Gradiënttype 5: Reliëfrijke beekdalen van de Hogere zandgronden (stuwwallen, terras- en dalranden)

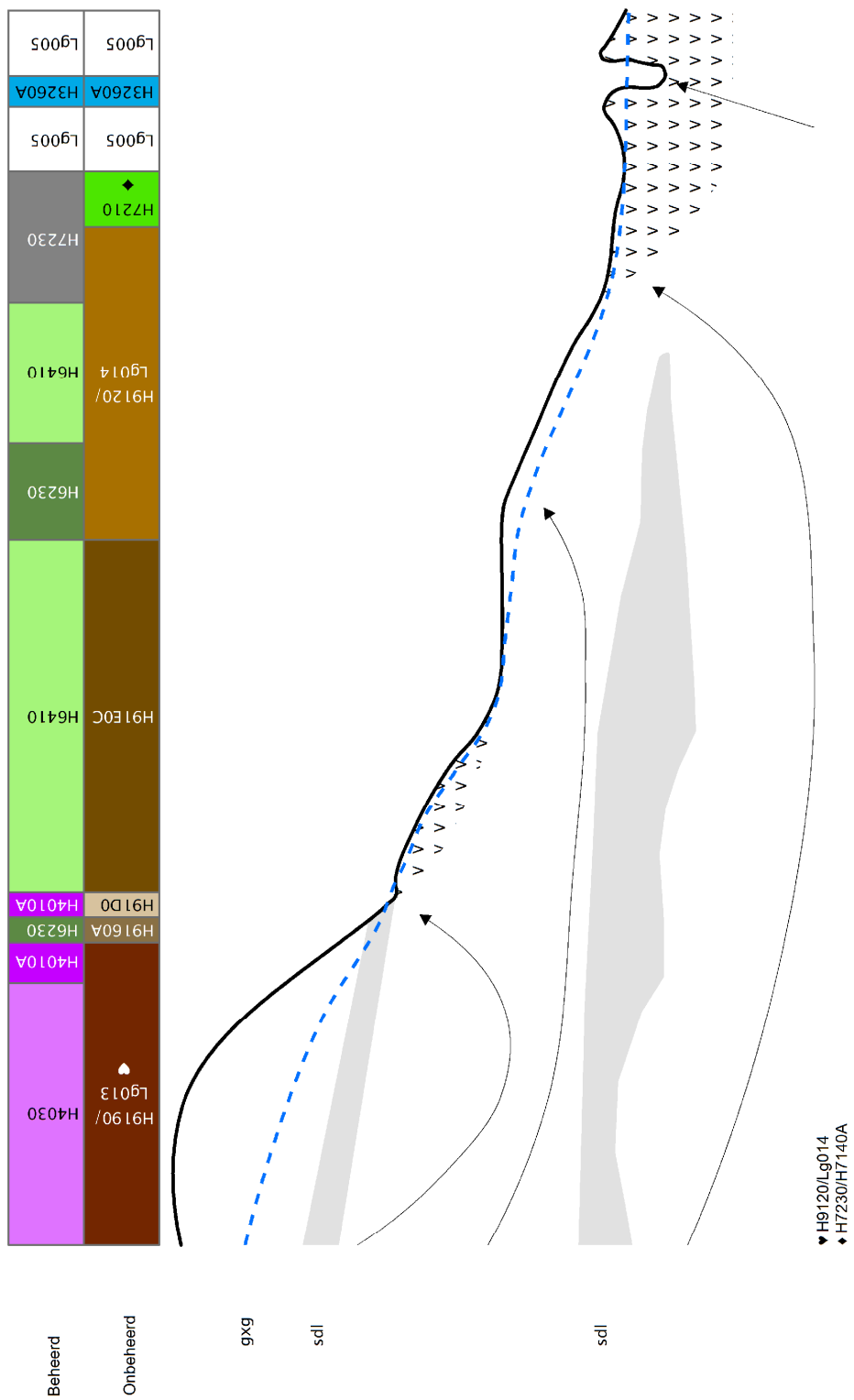
### Beknopte beschrijving

Beekdalen in reliëfrijke gebieden hebben veel gemeen met beekdalen in bovenlopen (gradiënttype 1). Ze verschillen daarvan door het permanent optreden van kwel met een hoge intensiteit, wat heel vaak gepaard gaat met het optreden van bronnen langs een groot deel van de gradiënt (Jalink et al. 2003). Op de flanken zijn veelal slecht doorlatende klei- of leemlagen aanwezig die het grondwater dat door (freatische) watervoerende pakketten wordt aangevoerd op de helling doet uittreden. In de laagste delen van het beekdal komen relatief dunne veenpakketten voor van 1–2 m dik. De gradiënt is meestal ten hoogste enkele honderden meters breed. De beekdalen waarlangs de bronnen zich bevinden variëren in lengte van enkele honderden meters tot vele kilometers. Met name in Oost-Nederland (Twente, Veluwe, Rijk van Nijmegen) zijn verschillende beekdalen van dit type bewaard gebleven omdat het ontginnen van deze reliëfrijke gebieden geen optie was. Wel zijn veel beken in de tweede helft van de twintigste eeuw rechtgetrokken en verdiept en zijn beekbegeleidende ecosystemen ernstig aangetast (Aggenbach et al. 2009, Runhaar 1999).

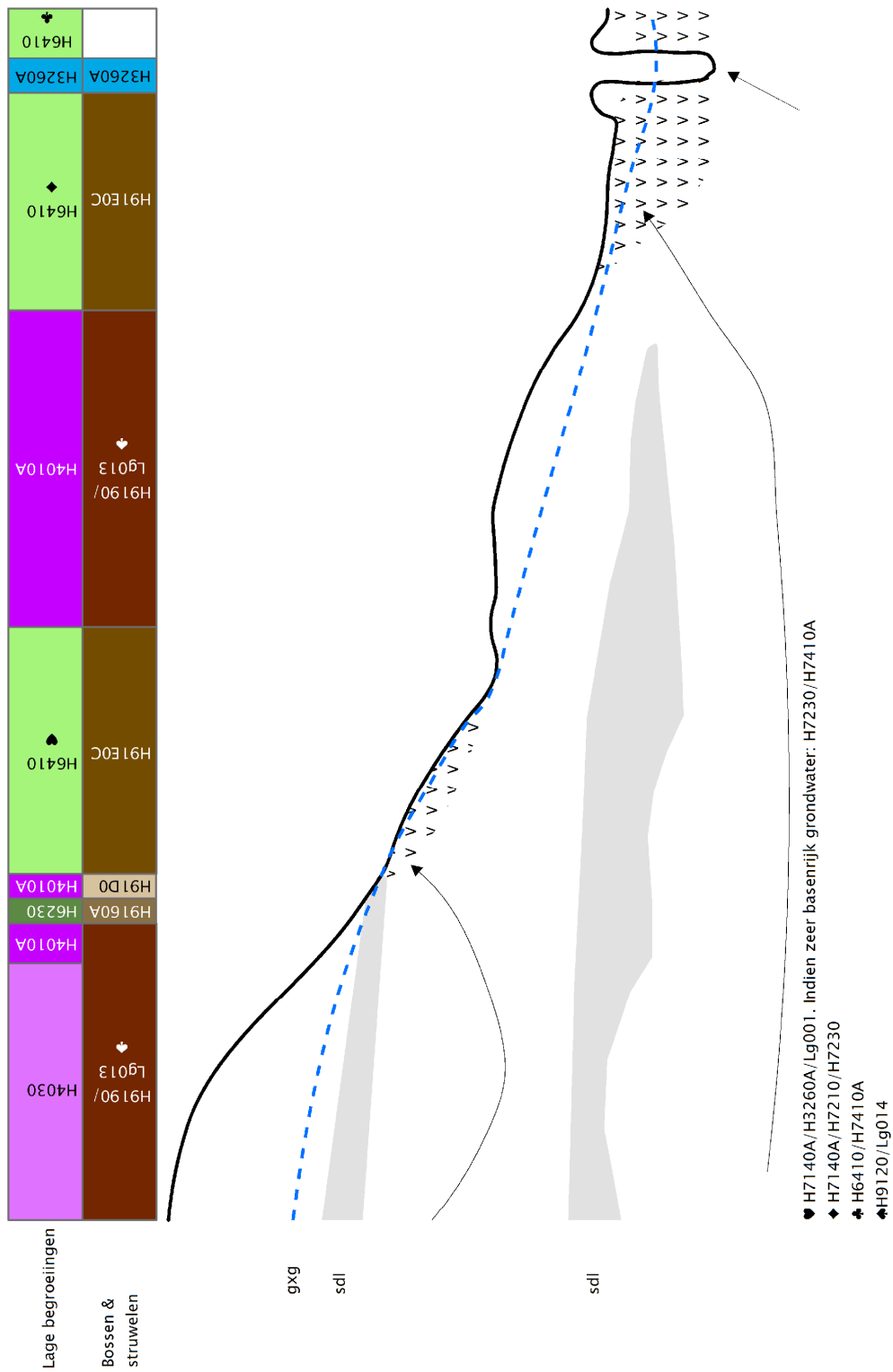
### Vegetatiegradiënt

In de hydrologisch optimale toestand bevindt het grondwater zich over een groot oppervlak nabij het maaiveld en/of treedt het langdurig en met een hoge(re) intensiteit uit (Figuur 9). In een niet gehooïd of begraasd landschap heeft dat tot gevolg dat Vochtige alluviale, beekbegeleidende bossen (H91E0C) over een groot oppervlakte voorkomen, terwijl zich laag op de flanken Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*; H7140A), Alkalische laagvenen (H7230) of Galigaanmoerassen (H7210) kunnen handhaven. Grote-zeggenmoerassen (LG005) treden op de voorgrond daar waar in de benedenloop van zulke bronbeken, vaak nabij de uitmonding op een grotere beek of kleine rivier, beekoverstromingen optreden. Vanwege de zeer natte, grondwater beïnvloede omstandigheden kunnen zich op de hogere koppen Heischrale graslanden of Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) dan wel Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (LG 14) ontwikkelen.

In de inziggebieden van het halfnatuurlijke landschap (Figuren 9 & 10) bestaat de vegetatiegradiënt uit Droge heiden (H4030; droge grondwateronafhankelijke standplaatsen) en Vochtige heide (H4010A; vochtige tot natte, regenwater gevoede standplaatsen), alsmede uit een mozaïek van bostypen: op leemarme zandgronden Oude eikenbossen (H9190) dan wel Bos van arme zandgronden (LG013) en op leemrijke zandgronden Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) dan wel Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (LG014). Op de flanken van sommige stuwwallen zijn plaatselijk lösslemen afgezet zoals op de Zuidelijke Velwezooam en in het Rijk van Nijmegen. Zijn deze lemen ontkalkt en matig zuur dan zijn Beuken-eikenbossen met hulst dan wel Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden ontwikkeld. Plaatselijk is deze lössleem echter minder sterk uitgeloofd of zijn basenrijke Tertiaire lemen aanwezig en komen Eiken-Haagbeukenbossen (H9160A) voor. Graslanden op dergelijke plaatsen behoren tot de Heischrale graslanden (H6230).



*Figuur 9: Gradiënttype 5, kalkarme bronbeken – niet beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.*



Figuur 10: Gradiënttype 5, kalkarme bronbeken – licht beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

Sommige inzigggebieden zijn in het begin van de vorige eeuw ingeplant met dennenbossen (Bos van arme zandgronden, LG13). Andere delen zijn ontgonnen tot landbouwgronden.

Daar waar het eerste lateraal stromende water aan maaiveld uittreedt, kunnen veenmosrijke Vochtige heiden (H4010A) met Beenbreek en /of Veldrus, Gagelstruwelen (40-RG1-[40Aa]) of Hoogveenbossen (H91D0) voorkomen. Aan de bovenzijde worden deze rheofiele en zuurminnende begroeiingen begrensd door Heischrale graslanden. Desondanks is het uittredende basenarme water vaak wat meer gebufferd dan dat in hellingvenen (gradiënttype 4) en in bovenlopen (gradiënttype 1).

De eerste - vaak scheefgestelde - slecht doorlatende klei- of leemlagen dagzomen al relatief hoog in de gradiënt, waardoor daar vlak onder in niet gemaaide of begraasde situaties Vochtige alluviale, *beekbegeleidende bossen* (Elzenbroeken (subassociatie met Bittere veldkers); H91E0C) met plaatselijk brongemeenschappen van de Associatie van Paarbladig goudveil (7Aa2) optreden en langs de bronbeekjes gemeenschappen van de Kegelmos-associatie (7Aa3). Wanneer dergelijke plaatsen wel worden gehooïd of begraasd, zijn weidebronnen met bijbehorende bronbeekjes tot ontwikkeling gekomen, die tot het habitatsubtype (H3260A, Beken en rivieren met waterplanten (*waterranonkels*)) gerekend worden of tot het leefgebied Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop (LG001). Kenmerkende plantengemeenschappen zijn de Associatie van Klimopwaterranonkel (5Ca2), haar contactgemeenschap de Bronkruid-associatie (7Aa1), de Associatie van Teer vederkruid (5Ca3; in Veluwse sprengbeken) en soms dominanties van Kleine watereppe. Deze weidebronnen en hun bronbeekjes liggen binnen hooilanden van de zure of basenminnende Kleine-zeggenmoerassen (H7140A; Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*)) of binnen Dotterbloemhooilanden van de Veldrus-associatie (H6410). Soms komt het grondwater in contact met kalkhoudende afzettingen en treedt in de beekbegeleidende hooilanden en bossen basenrijk grondwater uit met een hoge intensiteit. Dan zijn basifiele *trilvenen* ontwikkeld die tot Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge (9Ba1) of tot het Alkalisch laagveen (H7230; Associatie van Vetblad en Vlozegge) worden gerekend. Ook kunnen dan Galigaanmoerassen (H7210) voorkomen. Niet gemaaide of begraasde delen bestaan uit Vochtige alluviale, *beekbegeleidende bossen*, meestal Elzenbroekbossen en op plaatsen waar zeer basenrijk grondwater toestroomt of door beek- of rivierinundaties lemen of kleien zijn afgezet Goudveil-Essenbos.

## Fauna

De gehele gradiënt wordt onder andere gebruikt door de Grauwe klauwier en de Nachtzwaluw. De broedbiotoop is dan vaak gelegen op de overgangen van droog naar vochtig, waarbij er in de voedselrijkere graslanden wordt gejaagd (V1). Een gevarieerd landschap met geleidelijke overgangen zorgt voor een hoge biodiversiteit (F3) waardoor er in elk seizoen een divers aanbod is van voedsel voor de Grauwe klauwier. Een aanzienlijk deel van het voedsel van Nachtzwaluwen bestaat uit nachtvlinders. De foerageergebieden kunnen verschillen van de broedgebieden (V1). Afwisseling van bossen, kapvlakten en heide om te broeden en nachtvlinderrijke delen zoals als vennen, hooilanden en moerassen zijn daarbij van belang (De Kruif & Groenendijk 2011). In de goed ontwikkelde Blauwgraslanden met Klokjesgentianen komt het Gentiaanblauwtje

voor. Deze sterk bedreigde soort is zowel afhankelijk van de waardplant (Klokjesgentiaan) als het voorkomen van een aantal knooppiersoorten (Bossteekmier en Moerassteekmier). Voor deze soorten is een gradiënt in zowel vocht als begroeiing van belang (V1a). De open begroeiingen bieden kiemmogelijkheden voor de Klokjesgentiaan, de sterker begroeide delen bieden nestmogelijkheden voor de knooppieren. De Klokjesgentianen zijn daarnaast kenmerkend voor vochtige omstandigheden terwijl voor de mieren de aanwezigheid van drogere delen (ook in de winter) van belang is. Voor de Zilveren maan is een combinatie van vochtige hooilanden, waar de waardplant Moerasviooltje groeit, met ruigere en bloemrijkere delen voor de nectar van belang (V1). Beekbegeleidende bossen kunnen bijzonder soortenrijk zijn. In de structuurrijke bossen met voldoende open plekken (V6) met Wilde kamperfoelie vindt de Kleine ijsvogelvinder geschikt leefgebied. Goed ontwikkelde bosranden en overgangen naar graslanden (V5) zijn rijk aan insecten en bieden onder andere geschikt leefgebied voor het Bont dikkopje. In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

Laag op de beekdalflank kan de combinatie van Overgangs- en trilvenen (*trilvenen*; H7140A), Alkalische laagvenen (H7230) en/of Galigaanmoerassen (H7210) (V1) bijzonder rijk zijn aan libellen. Zo kwam in het tegenwoordig vrijwel volledig ontgonnen Koningsven de uit Nederland verdwenen Dwergjuffer voor, samen met onder andere Sierlijke witsnuitlibel en (in hoge dichtheden) Speerwaterjuffer (Ketelaar & Bouwman 2008).

In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

### Sturende processen

- In dit gradiënttype zorgen het sterke reliëf en de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen in het (ondiep) ontkalkte landschap er voor dat relatief basenarme grondwaterstromen overheersen. Vanwege de hoge flux van het uittredende grondwater kunnen desondanks relatief sterk basenminnende habitattypen tot ontwikkeling komen;
- Plaatselijk kan het grondwater echter in contact komen met kalkhoudende afzettingen zoals lösslemen en Tertiaire kleien. In dergelijk gevallen is het grondwater baserijk tot zeer baserijk (Van der Veen et al. 2007).
- Het zijn lokale hydrologische systemen die de hydrologie van dit gradiënttype bepalen. Het grondwater is afkomstig uit de omliggende heuvels of stuwwallen.

### Standplaatscondities

De plantengemeenschappen in de gradiënt zijn kenmerkend voor oligotrofe tot licht eutrofe omstandigheden.

Het grondwater is afhankelijk van de geologische omstandigheden, matig baserijk tot zeer baserijk. In de droge en vochtige inziggebieden is de invloed van regenwater



overheersend. Daar waar het eerste lateraal stromende water aan maaiveld uittreedt, is het grondwater basenarm. Het is vaak wat meer gebufferd dan dat in hellingvenen (gradiënttype 4) en in bovenlopen (gradiënttype 1) die ontwikkeld zijn in landschappen met (veel) sterker uitgeloopte bodems dan de oude (al dan niet gestuwde) rivierafzettingen van dit gradiënttype.

In de inziggebieden, veelal begroeid met droge heiden en/of droge bossen zijn de grondwaterstanden laag. In de overgang naar het beekdal, in de vochtige inziggebieden, kunnen de grondwaterstanden zich 's winters aan of ondiep onder maaiveld bevinden. In de zomer zakken de grondwaterstanden echter vaak diep weg (80 cm en dieper). De laagste delen zijn nat. (Een deel van) De bronnen voeren vaak gedurende het gehele jaar water en in de niet-beïnvloede situatie zijn de venen het gehele jaar waterverzadigd. In de licht beïnvloede situatie kunnen de standen tot enkele decimeters onder maaiveld dalen.

## **Knelpunten**

### *Verdroging*

- Gedaalde grondwaterstanden zijn vaak het gevolg van de diepe en intensieve ontwatering in de aangrenzende landbouwgebieden. Het gaat daarbij om zowel ontwatering in de intrekgebieden als op de beekdalflanken. Maar ook in het beekdal zelf kunnen diepe 'landbouwdoorvoersloten' – via welke landbouwgebieden naar het lager gelegen beekdal afwateren – voor verdroging zorgen. Verder draagt in sommige gebieden onttrekking van grondwater ten behoeve van de drink- en industriewatervoorziening, of ten behoeve van de landbouw (beregening) bij tot verlaging van grondwaterstanden in het beekdal. In deze beekdalen met grote hoogteverschillen levert sterke verdieping van beken – net als in gradiënttype 6 – een grote bijdrage aan de verdroging, een grotere dan in de overige gradiënten. Deze verdieping is vaak het gevolg van beeknormalisaties. De effecten worden verder versterkt door het jaarlijks schonen van de beekloop met zijn oevers. In beide gevallen zorgt dat voor een versterkte erosie door de beek zelf waardoor de beek zichzelf dieper gaat insnijden, ook bovenstrooms (terugschrijdende erosie), en de drainagebasis verder wordt verlaagd. Daarom zijn de beekbegeleidende Dotterbloemhooilanden en Kleine-zeggenmoerassen vaak (sterk) verzuurd, terwijl *Beekbegeleidende bossen* of (sterk) verzuurd of verruigd zijn. Ook bebossing van het inziggebied kan sterk verdrogend werken. (Donkere) naaldbossen kunnen tot 50 % van het regenwater onderscheppen (Van Mullekom et al. 2009, Van der Veen et al. 2007). Al deze ingrepen leiden tot een daling van de regionale drainagebasis, lagere stijghoogten van het diepere grondwater en tot een vermindering van kwelintensiteit dat wil zeggen dat minder grondwater het maaiveld bereikt en meer grondwater naar de watergangen stroomt. Daling van de grondwaterstanden en de drainagebasis benadeelt alle habitattypen, leefgebieden en andere levensgemeenschappen die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden. De effecten zijn afhankelijk van de mate van grondwaterstands daling. In beekdalen met veen zorgen gedaalde grondwaterstanden voor klink en mineralisatie van het veen. Hierdoor kan het veen op termijn geheel verdwijnen. De weerstand van het compactere veen tegen grondwaterstroming wordt groter, waardoor grondwater de wortelzone van de

vegetatie moeilijker en met lagere intensiteit kan bereiken. De mineralisatie van veen leidt tot een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. Ten slotte zorgen gedaalde grondwaterstanden – in combinatie met een verlaagde stijghoogte van het grondwater – voor een grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone van de vegetatie. De standplaats raakt gestratificeerd: een meer of minder dikke laag zuur regenwater bevindt zich boven het basenrijke grondwater. Het gevolg is dat soorten van zure of zuurdere omstandigheden toenemen ten koste van soorten van (zeer) basenrijke omstandigheden. Vaak weten alleen diep(er) wortelende basenminnende soorten zich onder zulke gestratificeerde omstandigheden nog te handhaven. Ook de bronssystemen kunnen bij geringe ingrepen in de waterhuishouding 's zomers droogvallen. Aangezien in bronssystemen vaak (dunne) veenpakketten voorkomen, worden bij droogval van de bronnen daaruit veel voedingstoffen vrijgemaakt. Als gevolg hiervan zijn veel bronnen, verzuurd, hoewel kenmerkende voorjaarsbloeiërs zoals Bittere veldkers en Paarbladig goudveil lang kunnen standhouden.

#### *Vermesting*

- In beekdalen is vermessing van grondwater na verdroging het grootste milieuknelpunt voor grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden (Aggenbach et al. 2009). Deze vermessing kan door interactie met bodemmineralen nog lang doorwerken in de beekdalen en leidt er vaak toe dat soorten die gevoelig zijn voor hoge nutriëntenbeschikbaarheid in bodem en grondwater nog steeds in hoog tempo achteruit gaan. Vermesting zorgt voor een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. De mate waarin dat gebeurt is afhankelijk van de concentratie van nutriënten, de grondwaterstand en de chemische samenstelling van het grondwater in de wortelzone. Door vroegere overbemesting van intrekgebieden zijn nog steeds matig tot sterk vervuilde ondiepe grondwaterstromen op weg naar het beekdal. Uitspoeling van het zeer mobiele nitraat uit bossen (als gevolg van ingevangen atmosferische stikstofdepositie) en zwaar bemeste landbouwgronden heeft geleid tot een sterke verandering van de grondwaterkwaliteit. In de beekdalen met veel organische stof verdwijnt nitraat veelal snel indien het grondwater door de veenpakketten stroomt (denitrificatie). Nitraat kan in de ondergrond ook reageren met pyriethoudende afzettingen, waarbij het nitraat weliswaar verdwijnt, maar sulfaat ontstaat (Smolders et al. 2006, Smolders et al. 2010). Sulfaat kan indirect tot een eutrofiëring van grondwatergevoede systemen leiden. Sulfaat reageert onder anaerobe condities met organisch materiaal waardoor dit wordt afgebroken en nutriënten vrij kunnen komen. Het sulfide dat hierbij wordt gevormd, reageert met ijzerhydroxidecomplexen in de bodem, waardoor het hieraan gebonden fosfaat vrij kan komen. Dit proces wordt interne eutrofiëring genoemd en speelt vooral een rol in systemen met lage ijzergehalten in de bodem (Smolders et al. 2006, Smolders et al. 2010). In veel kwelgebieden is in de loop van vele eeuwen echter dermate veel ijzer aangevoerd dat een overmaat van ijzeroxiden ten opzichte van fosfaten aanwezig is, waardoor de fosfaatverzadigingsindex laag is en fosfaat dermate sterk gebonden is dat P-mobilisatie geen wezenlijk probleem oplevert.
- Overstroming met voedselrijk beekwater tijdens piekafvoeren. Deze piekafvoeren zijn veelal het gevolg van de intensieve drainage van het intrekgebied van het grondwater

waardoor regenwater snel – via afstroming over maaiveld of via buisdrains – naar de watergangen worden gebracht die op de beek afwateren (Van Dongen 2010). Zeker wanneer zulke percelen net zijn bemest komen heel grote hoeveelheden voedingsstoffen in het oppervlaktewater terecht. Ze uiten zich in (oever)begroeiingen van hoogproductieve ruigtekruiden zoals die van Grote brandnetel. Deze situatie zal blijven voortbestaan zo lang landbouwgebieden nog via het lager gelegen beekdal moeten afwateren.

- Vermesting leidt eveneens tot een afname van zuurstofspanning in de vaak zwak gebufferde bovenloopjes die leefgebied kunnen zijn van de Beekprik (Lg001: Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop).

#### *Beheer*

- Het intensief schonen van de beek zorgt niet alleen voor een snelle afvoer van water. Het verstoort de opbouw van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grond, hout) wat het leefgebied van de Beekprik negatief beïnvloedt. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen die de afvoersnelheid van water temperen. Het zorgt ten slotte voor een significante verdieping van de beekbodem en daarmee van de drainagebasis en aldus voor verdroging van het aangrenzende beekdal; Een belangrijk intern knelpunt is in veel gebieden nog het maaibeheer dat een zekere drooglegging van de (veen)bodems vereist, indien met traditionele (zwarte) tractoren wordt gemaaid. Verder treedt veel insporing op, leidend tot bodemcompactie. Daardoor kan baserijk grondwater het maaiveld moeilijker bereiken (grotere weerstand tegen uittreden) en stagneert regenwater gemakkelijker. In hoeverre dat de vegetatieontwikkeling beïnvloedt is niet onderzocht. Er zijn echter aanwijzingen dat kenmerkende grondwaterafhankelijke bladmossen (Braunmoosen) niet (goed) bestand zijn tegen de effecten van insporing en bodemcompactie (Jansen et al. 2001). Door het nemen van antiverdrogingsmaatregelen wordt dit probleem steeds nijpender. Er zijn in Nederland al veel technische innovaties gedaan om lichtere maaimachines te ontwikkelen, maar dit leidt nog steeds tot een (te) sterke invloed van de rupsbanden op de bodem. Verdere technische innovaties zijn wenselijk om het noodzakelijke maaibeheer voort te kunnen zetten (**kennislacune**).
- Vaak wordt het gehele perceel in een keer gemaaid en wordt het maaisel direct afgevoerd. Voor bijvoorbeeld sprinkhanen die een belangrijk voedsel zijn voor insectenetende vogels als Grauwe klauwier is een dergelijk maaibeheer zeer negatief. Na het maaien zijn er bovendien geen ruigere delen meer om te schuilen, terwijl alle dieren in het maaisel uit het gebied worden verwijderd.

#### *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 (VIb), zowel in plantengemeenschappen/habitattypen als in vegetatiestructuren. In een grofkorreliger mozaïek komen minder (karakteristieke) diersoorten voor dan in een fijnkorrelige.

### Herstelmaatregelen gradiënt

- In deze grondwaterafhankelijke systemen heeft het bestrijden van verdroging prioriteit. Hierbij wordt het functioneren van de hydrologische systemen die voor deze natte natuurgebieden van belang zijn zo veel mogelijk hersteld. Maatregelen die aan herstel of verbetering bijdragen zijn gericht op verhoging van de grondwaterstanden en bevordering van het uittreden van grondwater in de wortelzone van de vegetatie. Het betreft:
  - in het beekdal zelf het verondiepen of dempen van watergangen (sloten, greppels) en dichtmaken van buisdrains. Dit geldt zeker voor de (laagste) delen in het beekdal waar door terreinbeheerders al langere tijd een verschrallingsbeheer wordt uitgevoerd. De uitgangssituatie is daar al betrekkelijk voedselarm. De kwaliteit van de gehele gradiënt kan sterk verbeterd worden door (in veengebieden) de voormalige, niet langer functionele landbouwsloten en – greppels te dempen en de sloten te beduikeren die water uit bovenliggende landbouwgebieden afvoeren;
  - 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;
  - het omleiden van diepe ‘landbouwdoorvoersloten’;
  - het verondiepen van beken dan wel het stoppen met of het aanzienlijk extensiveren van beekonderhoud (maaien, baggeren);
  - De combinatie van meerdere van deze maatregelen draagt bij aan het vasthouden van water (en in laagten tot berging van regen- en grondwater op maaiveld) waardoor de afvoer van de beek meer getemperd zal zijn. Het risico op inundaties met (voedselrijk en/of vermest) beekwater vermindert aldus. Dit zal des te meer het geval zijn indien zulke maatregelen niet alleen langs de beekloop zelf worden genomen, maar ook in haar intrekgebied.
- Vermesting en door meststoffen veroorzaakte verzuring in het beekdal kan worden voorkomen en/of bestreden door:
  - De creatie van bosstroken van enkele tientallen meters breedte rondom het natuurgebied (Verhagen & Van Diggelen 2006), in het bijzonder in het zuidwesten (overheersende windrichting) of aan die zijden van het reservaat waar lokaal de grootste stikstofemissies plaatsvinden. Deze bosstroken zullen als stikstofvangers functioneren waardoor de depositie op het benedenwindse natuurgebied aanzienlijk vermindert (Verhagen & Van Diggelen 2006). Desondanks zal er via blad- en naaldval indirect toch een aanzienlijke stikstofbelasting blijven plaatsvinden. Welk deel van de ingevangen stikstof via blad- en naaldval alsnog in een reservaat terecht komt – en tot hoever – is onbekend (**kennislacune**). In kleinere natuurgebieden is de aanleg van brede stroken echter meestal niet mogelijk en kan het beste omvorming van bos naar lage begroeiingen worden nagestreefd om de interceptie van stikstof in de centra te verminderen, in ieder geval bij een N-belasting die betrekkelijk laag is in vergelijking tot de kritische depositie, hoewel het areaal dat wordt beïnvloed door lokale stikstofemissies dan groter is. Is de N-belasting hoog in vergelijking tot de kritische depositie dan is het zoveel mogelijk afschermen met bomen wellicht

- toch te overwegen om in ieder geval in de kern van het reservaat een lagere N-belasting te bereiken;
- Het stoppen van bemesting in het intrekgebied om de kwaliteit van het toegevoerde grondwater te verbeteren. Het stoppen of aanzienlijk verminderen van bemesting van het intrekgebied voorkomt vermesting van het grondwater en daarmee vermesting van het beekdal;
  - In het beekdal zelf kan na verwerving van gronden als natuurgebied vermesting worden bestreden via inrichtingsmaatregelen en/of verschrallingsbeheer zoals het verwijderen van de bemeste toplaag, uitmijnen, maaien en afvoeren en/of begrazen. In geëgaliseerde gronden, waarin de laagten zijn opgehoogd, is herstel van de vroegere laagten mogelijk door terug te graven naar het originele maaiveld. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregelen op standplaatsschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
  - Verbetering van de kwaliteit van het beekwater kan – indien bemesting van landbouwpercelen niet kan worden gestopt of aanzienlijk verminderd – deels worden bereikt door op deze landbouwgronden in ieder geval rond de bronnen of langs de beek bemestingsvrije zones in te stellen.
- Het beheer van beekdalen kan worden geoptimaliseerd door:
    - Het extensiveren van beekonderhoud door minder frequent te maaien en/of te baggeren. Dit zal op termijn leiden tot de vorming van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grind, hout), wat de habitat van beekvissen als de Beekprik en watermacrofaunasoorten zal verbeteren. Het draagt tevens bij aan vermindering van de drainage door de beek waardoor zich in het beekdal minder verdroogde levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen;
    - De natste delen met aangepaste maaiapparatuur te maaien om zo compactie van de bodem en diepe spoorvorming tegen te gaan en (naar verwachting) het ontstaan van een goedontwikkelde moslaag te bevorderen. Voor behoud of herstel van een gevarieerde fauna het maaisel niet direct afvoeren en delen van de vegetatie laten staan. Onder zeer natte omstandigheden kan ook worden gekozen voor herstel van veenvormende begroeiingen, vooral bij een lage ijzerrijkdom van de bodem. Dan zijn de vooruitzichten voor herstel van veenvorming en herstel van mesotrafente doelvegetatietypen vermoedelijk veel beter dan in geval van een hoge ijzerrijkdom (Aggenbach et al. 2011, Aggenbach et al. 2013). Dan hoeft niet meer gemaaid te worden (Verberk et al. 2009).

#### *Aandachtspunten*

- De beekbodem kan in de loop van de tijd onder invloed van piekafvoeren en terugschrijdende erosie te diep ingesleten zijn geraakt. Wanneer zich in de beek nog een waardevolle aquatische flora en fauna bevinden is het niet gewenst – nadat de oorzaken van de beekverdieping zijn weggenomen – de beek in een keer (én overal tegelijk) te verondiepen door het inbrengen van zand. Dat is niet alleen om habitatverlies en populatievernietiging van bijzondere soorten als de Beekprik tegen te gaan, maar eveneens om nieuwe, gevarieerde habitats van beekbodems te laten vormen door de beek zelf waardoor bedreigde soorten de nieuw ontstane habitats geleidelijk kunnen koloniseren. Geleidelijke verondieping kan het best worden gerealiseerd door het aanbrengen van takkenbossen, waardoor fysieke doorstroming

mogelijk blijft en tegelijkertijd geleidelijke ophoging van de beekbodem plaatsvindt door invang van zand. Dit proces kan vervolgens in kleinere beken worden versterkt dan wel overgenomen door snel koloniserende plantensoorten als Kleine waterrepe (mond. med. A.T.W. Eysink);

- Bij maaiveldverlaging door afgraving van de toplaag in de nabijheid van bestaande grondwaterafhankelijke natuurgebieden is een zorgvuldige afweging nodig om het risico van verdrogings schade 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);
- Bronsystemen waarvan het maaiveld is opgehoogd door het opbrengen van grond kunnen worden hersteld door terug te graven naar het oorspronkelijke maaiveld. Dit vraagt om een gedetailleerd en nauwkeurig bodemkundig onderzoek. Aldus wordt niet alleen over een groot oppervlak voedselarme bodem aan maaiveld gebracht, maar wordt tevens het oude maaiveldverhang en -reliëf hersteld. Wanneer op deze wijze wordt afgegraven ontstaat uit de bronnen vanzelf een beekje, op de juiste plaats en van de juiste diepte. Het reconstrueren van de vroegere beek door te graven kan dus beter achterwege worden gelaten. De oude beek is feitelijk niet te reconstrueren en het water is prima in staat zijn eigen weg te vinden;
- Na herinrichting van voormalige landbouwgronden met bronnen en beekjes kan worden gekozen tussen bronbossen en bronweiden. Deze keuze wordt (mede)bepaald door lokale omstandigheden. Herstel van het habitatsubtype Vochtige, alluviale *beekbegeleidende bossen* draagt bij aan verbetering, herstel en ontwikkeling van de in ons land zeldzame en bedreigde levensgemeenschappen van beschaduwde bronnen en beken (Verdonschot 2000, Van der Molen & Verdonschot 2002, Verdonschot et al. 2004). De kansen hiervoor zijn het grootst daar waar zulke aquatische levensgemeenschappen plaatselijk nog goed ontwikkeld voorkomen (Verdonschot & Nijboer 2001);
- Op locaties waar nog bijzondere fauna aanwezig is moet bij hydrologisch herstel van te voren worden bepaald in hoeverre deze fauna wordt in haar voortbestaan bedreigd door plotsklaps stijgende waterstanden. Om te voorkomen dat als gevolg van de vernatting deze soorten zullen verdwijnen zullen in de nabijheid nieuwe leefgebieden dienen te worden gecreëerd, vaak door het kappen van bos op wat hogere koppen of op de flanken van het beekdal. Indien dit niet mogelijk is, dient vernatting gefaseerd op te treden. Maar ook in dat laatste geval is blijft het noodzakelijk zulke soorten hoger op de gradiënt uitwijkmogelijkheden te bieden om overleving tijdens zeer natte jaren te waarborgen. Voor zulke zeldzame soorten is herkolonisatie lastig c.q. vrijwel onmogelijk vanwege hun zeer versnipperde voorkomen in combinatie met hun geringe dispersievermogen;
- Na uitvoering van de maatregelen moet in het operationele beheer altijd rekening worden gehouden met een periode van overgangsbeheer. De aard en de duur van dat

overgangsbeheer wordt bepaald door de optredende ontwikkelingen en kan worden ingezet om daar waar nodig tijdig bij te sturen.

## Voorbeelden

*Algemeen:* Bronnen in Twente (Horsthuis 2007).

### *Gebieden:*

Overijssel: Springendal (De Hullu et al. 2000, Verdonschot et al. 2004); Mosbeek, Hazelbekke en Springendal in Springendal & Dal van de Mosbeek (Eysink et al. 1999, De Hullu et al. 2000, Degen et al. 2001, Horsthuis & Van Tweel 2002); stuwwal van Ootmarsum: Braamberg, Roezebeek, Vlasbeek, Dal van de Kersberg, 't Ribbert, Moerbekkedal; Landgoederen Oldenzaal: Stakenbeek, Elfterheurne, Heuileandeke, Bloemenbeek, Dal van de Hanhofbeek; Mokkelengoor (Grootjans et al. 2003: verdwenen); Gelderland: De Bruuk (Jongman et al. 2009); landgoed Middachten (Jansen et al. 2006, Van der Veen et al. 2007), Wylerberg bij Beek (Ubbergen), voormalige Beekbergerwoud (Hanhart & Maljaars 2011: verdwenen).

Limburg: St. Jansberg en voormalige Koningsven (bij Plasmolen; Höppner 1926), Haeselaarbroek (Jansen & Verbeek 2009; grotendeels verdwenen); Leiffenderven (Schinveld; verdwenen).

## Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., D. Groenendijk, R.H. Kemmers, H.H. van Kleef, A.J.P. Smolders, W.C.E. P. Verberk, P.F.M. Verdonschot 2009. Preadvisie beekdallandschappen; Knelpunten, kennislacunes en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen. Rapport Ministerie LNV, Directie Kennis.
- Aggenbach, C.J.S., R. van Diggelen, A.P. Grootjans, H.H. van Kleef, L.P.M. Lamers & A.J.P. Smolders 2011. Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen. Rapport nr. 2011 / OBN 145-BE. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Aggenbach, C.J.S., W.-J. Emsens, D.G. Cirkel, A.J.P. Smolders, P.J. Stuyfzand & R. van Diggelen 2013. Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen: rapport 1e fase. Rapport nr. OBN178-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Degen, M., B. van Doorn & J. Wiggers-Bannink 2001. De Springendalse beek. Onderzoek naar abiotiek van nieuwe bronnen in ontwikkeling. Rapport. Alterra, Wareningen.
- De Hullu, P.C., A.Th.W. Eysink & A.J.M. Jansen 2000. Terug naar de bronnen van het Springendal. *Aarde en Mens* 4(3): 43-47.
- De Kruijf, M. & D. Groenendijk 2011. Het voedsel van de nachtzwaluw nader bekeken. *Vlinders* 2011 (2): 4-7.
- Eysink, A.Th.W., M.A.P. Horsthuis & C.G. Abbink-Meijerink 1999. Terug naar de bron - plantensoorten als indicator voor herstelbeheer van bronnen in Oost-Nederland. *Stratiotes* 19: 103-128.
- Grootjans, A.P., G.J. Baaijens, F.H. Everts & P.J. Stuyfzand 2003. Ecohydrologische analyse van het Mokkelengoor. Rapport Bureau Everts & de Vries/Rijksuniversiteit Groningen.

- Hanhart, K. & G.J. Maljaars 2011. Eco-hydrologisch onderzoek Beekbergerwoud. Hanhart Consult, Lochem, in opdracht van de Vereniging Natuurmonumenten, beheereenheid Oost-Veluwe.
- Höppner, H. 1926. Die Phanerogamenflora der Seen und Teiche des unteren Niederrheins. *Groesbeeks Milieujournaal* 113 (2002): 1-11 (vertaling).
- 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.
- Jalink, M.H. & A.J.M. Jansen 1996. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdalgemeenschappen. Deel 2 uit de serie 'Indicatorsoorten'. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jalink, M.H., J. Grijpstra, & A.C. Zuidhoff 2003. Hydro-ecologische systeemtypen met schraallanden in Pleistoceen Nederland. Rapport EC-LNV nr 2003/2250, 75pp.
- Jansen, A.J.M., G. Bongers, H. van den Dool & B. Meijer 2006. Van zacht Veluwewater tot hard bronwater: de calciumbron van Middachten? Rapport Van Hall Larenstein, Velp.
- Jansen, A.J.M. & P. Verbeek 2009. EGM vooronderzoek Haeselaarsbroek. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede.
- Jongman, M., F.H. Everts, A.P. Grootjans & H. Woesthuis 2009. Herstel van Blauwgraslanden in de Bruuk bij Nijmegen. *De Levende Natuur* 209-214.
- Kemmers, R.H. & P.C. Jansen 1980. De invloed van chemische factoren in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het CRM-reservaat 'Groot-Zandbrink'. ICW-nota 1181, Wageningen.
- Ketelaar, R. & J.H. Bouwman 2008. Een reconstructie van de libellen- en dagvlinderfauna van het Koningsven (Odonata, Lepidoptera). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 29: 1-16.
- 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.
- Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers 2010. How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. *Biogeochemistry* 98: 1-7.
- Van den Broek, T., A.J. Smolders, M.J. Emke, J.M. de Wit, & G.J. Baaijens 2009. Ecohydrologisch herstelplan Groot Zandbrink. Rapport Royal Haskoning, Rotterdam & Baaijens Advies, Dwingelloo, 144 pp.
- Van der Molen, J.S. & P.F.M. Verdonschot 2002. Effecten op aquatische oecosystemen. Een beslissingondersteunend systeem voor de beoordeling van de effecten van ingrepen in de hydromorfologie op aquatische systemen. STOWA-rapport 2002-09. STOWA, Utrecht.
- Van der Veen, R., K. Hanhart, A.J.M. Jansen & F. Verhagen 2007. Geohydrologische aanpassingen in historisch perspectief, tussen de Veluwe en het IJsseldal. *H<sub>2</sub>O* 40 (1): 33-36.
- Verberk, W.C.E.P., A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2009. Natuurherstel van standplaats naar landschap. *De Levende Natuur* 110 (3):105-110.
- Verdonschot, P.F.M. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 2: Beken. Achtergronddocument bij het 'Handboek



- Natuurdoeltypen in Nedrland'. Rapport EC-LNV nr. AS-02, Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., T.H. van den Hoek & M.W. van den Hoorn 2004. De effecten van bodemverhoging op het beekecosysteem van de Springendalse beek. Alterra-rapport 1075. Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. & R.C. Nijboer 2001. Towards a decision support system for stream restoration in the Netherlands: An overview of restoration projects and future needs. In: Nienhuis, P.H. & R.D. Gulati (eds.), 2002. *Ecological Restoration of Aquatic and Semi-Aquatic Ecosystems in the Netherlands (NW Europe)*. *Hydrobiologia*, 478, 131–148.
- Verhagen, R. & R. van Diggelen 2006. Spatial variation in atmospheric nitrogen deposition on low canopy vegetation. *Environmental Pollution* 144, 826–832.

## Gradiënttype 6: Reliëfrijke beekdalen van het Heuvelland

### Beknopte beschrijving

Reliëfrijke beekdalen met een kalkrijk substraat (kalkrijk zand, löss of mergel), zijn vrijwel beperkt tot Zuid-Limburg (Schaminée et al. 2009). Op de steile hellingen kunnen zich heel lokaal (punt)bronnetjes ontwikkelen op plaatsen waar een lokaal watervoerend pakket dagzoomt boven een slecht doorlatende laag. Lager in het landschap treedt grondwater vaak meer diffuus uit aan de voet van de helling, daar waar zich een scherpe knik in het maaiveld bevindt. Op lagere plekken in het beekdal kunnen veenpakketten aanwezig zijn, meestal van geringe dikte. Dergelijke plekken liggen vaak in de nabijheid van geologische breuklijnen (Aggenbach & Jansen 1989, Meeuwissen & Van den Brand 2003). Op de plek van een breuklijn zijn de geologische afzettingen verschoven, waardoor watervoerende pakketten niet aansluiten. Er hebben zich versmeerde lagen gevormd of het water moet stromen van een beter naar een minder doorlatend pakket. Op dergelijke plekken treedt grondwater – vaak onder hoge druk – uit en hebben zich veensystemen ontwikkeld.

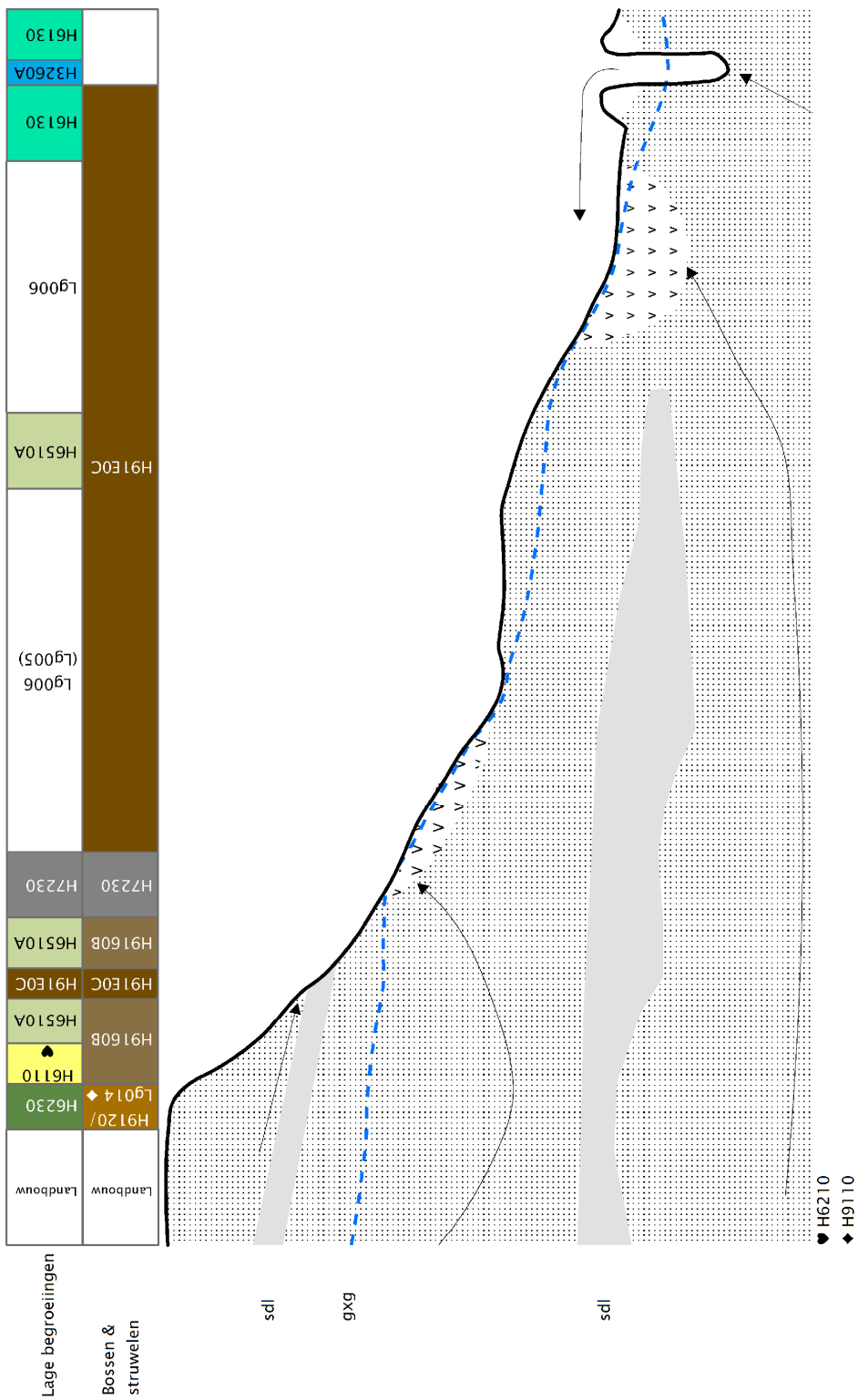
De gradiënt is over de hele lengte kalkrijk, niet alleen de bodem, maar ook het grondwater. De ondiepe grondwaterstromen zijn dan het meest kalkrijk en indien ze oververzadigd zijn voor calciëet en het water uittreedt, kan er in de bronnetjes kalk worden afgezet. Dit wordt wel moeraskalk of tufa genoemd, maar een betere naam is travertijn (Pentecost 2005), waarmee terrestrische kalkafzettingen worden aangeduid. Ze kunnen zowel zacht zijn, zoals meerkalk (= tufa), maar ook zo hard als steen (kristallijne vorm van travertijn). Tegenwoordig treffen we deze kalkbronnetjes alleen nog in Zuid-Limburgse bronbossen aan, maar in vroegere tijd werd via het grondwater ook kalk afgezet aan de voet van stuwwallen (Grootjans et al. 2003, Jalink 2010, Jansen et al. 2010, Jansen & Bouwman 2010). Zelfs in Drenthe zijn in beekdalen met sterke kwel moeraskalk-afzettingen gevonden, te midden van boomloze zeggenmoerassen (Everts & de Vries 1991). Deze beschrijving beperkt zich tot de reliëfrijke (beek)dalen van Zuid-Limburg. Gebieden buiten Zuid-Limburg waar vroeger kalk werd afgezet, kunnen in de huidige situatie alle tot gradiënttype 5 worden gerekend.

### Vegetatiegradiënt

Op de hoogste delen, op lössbodems bevinden zich vrijwel altijd landbouwgronden (Figuur 11).

Daar waar oude Maasafzettingen dagzomen aan de rand van steilranden komen Heischrale graslanden (H6230) voor. Waar krijtafzettingen dagzomen worden kalkgraslanden (H6210); aangetroffen en op kale rotsrichels pionierbegroeiingen op rotsbodems (H6110). Voor een uitgebreide kenschets van het droge deel van deze gradiënt zie gradiënttype 1 van het Heuvelland.

Op de lagere, minder steile delen van de helling waar een meer of minder dik colluviumdek is afgezet, en die daarom vochtiger zijn, zijn Glanshaver- en vossenstaartheoïlanden (*glanshaver*; H6510A) aanwezig of op begraasde plaatsen Kamgrasweiden (daarvan behoort de Associatie van Ruige weegbree en Aarddistel tot het habitattypen Kalkgraslanden, H6210) tot ontwikkeling gekomen. Voor een uitgebreidere kenschets van het vochtige deel van deze gradiënt zie de gradiënttypen van het Heuvelland.



Figuur 11. Gradiënttype 6, kalkrijke bronbeken van het Heuvelland – licht beïnvloede situatie. Voor legenda zie aan het einde van dit hoofdstuk.

Deze colluviale hellingzone is gekenmerkt door een grote verscheidenheid aan bodemtypen als gevolg van afzettingen uit verschillende geologische tijdsperioden, waaronder diverse met een slecht doorlatend karakter, en anderzijds de aanwezigheid van een pakket verspoelde lössleem dat gemengd is met andere typen moedermateriaal zoals kalkbrokjes en grinden en zanden van rivierterrassen. In deze hellingen kan op verschillende niveaus grondwater uittreden: in bronnen, maar (vooral lager op de helling in het beekdal) ook meer diffuus. De ligging van de bronnen wordt bepaald door de aanwezigheid van slecht doorlatende klei- en/of leemlagen: waar deze lagen in de helling dagzomen treedt grondwater uit, afkomstig uit het bovenliggende watervoerende pakket. De bronnen behoren tot de Associatie van Paarbladig goudveil (7Aa2); ze zijn vrijwel altijd omgeven door geboomte. De steilere oevers van de beekjes die opwellen uit deze bronnen kunnen begroeid zijn met gemeenschappen van de Kegelmos-associatie (7Aa3). Beide brongemeenschappen worden, samen met het omringende bos, gerekend tot de Vochtige alluviale, *beekbegeleidende bossen* (H91E0C). Op plaatsen met meer diffuus uittredend grondwater komen Dotterbloemgraslanden van beekdalen (LG006) voor. In het Heuvelland gaat het om begroeiingen van de Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge en de Bosbies-associatie. Wanneer de eerstgenoemde associatie niet meer wordt gemaaid, ontstaat een door Moeraszegge gedomineerde vegetatie (8-RG8). Zulke begroeiingen worden tot het Grote-zeggenmoeras (LG005) gerekend. Zeer zeldzaam komt in zulke kwelgebieden over kleine oppervlakten Kalkmoeras (Alkalisch laagveen, H7230) voor. In een minder (hydrologisch) beïnvloede toestand zal dit type waarschijnlijk een grotere verbreiding hebben gekend. Dotterbloemgraslanden zullen in een hydrologisch optimale situatie (met minder diepe beken) gedeeltelijk uit Kalkmoeras hebben bestaan, namelijk op die plekken met de sterkste kwel. De overige delen bestaan uit Vochtige alluviale, beekbegeleidende bossen.<sup>1</sup> Op nog slechts één locatie langs de Geul komen Zinkweiden (H6130) voor. Van oudsher kwam dit type ruimer verbreid voor op de meer zandige delen van de overstromingsvlakte van deze beek. Met de overstromingen werd hier in het verleden zinkhoudend sediment afgezet, afkomstig van zink- en loodmijnen in België. In de beken zelf komen begroeiingen van de Associatie van Vlottende waterranonkel (5Ca4) voor. Deze worden tot het habitatsubtype H3260A (Beken en rivieren met waterplanten (*waterranonkels*)) gerekend. Wanneer dit gradiënttype uit bossen bestaat, zijn de oude Maasafzettingen begroeid met Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) of Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (LG 14). Waar uitgeoogde Tertiaire afzettingen aan maaiveld liggen komt het Veldbies-Beukenbos (H9110) voor. Voor een uitgebreide kenschets van het droge deel van deze gradiënt zie de gradiënttypen van het Heuvelland. Hellingafwaarts, op steile plekken die voor agrarisch gebruik vaak ongeschikt waren, is het Eiken-Haagbeukenbos (*heuvelland*; H9160B) tot ontwikkeling gekomen. De subassociatie met Witte klaverzuring (43Ab1f) komt voor op de meest kalkarme standplaatsen, vaak hoger op de hellingen waar löss is vermengd met armere terrasafzettingen. Daar waar mergel zich nabij of aan maaiveld bevindt, kan de subassociatie met orchissen (43Ab1b) worden gevonden of struwelen van de Associatie van Hazelaar en Purperorchis (37Ac5). Deze struwelen ontstaan na het kappen van het

---

<sup>1</sup> Vanwege de zeer grote overeenkomsten tussen de hydrologisch optimale en licht-beïnvloede situatie is voor deze gradiënt met één figuur volstaan.

bos of bij dichtgroei van kalkgraslanden. Deze struwelen behoren eveneens tot het subhabitattype H9160B. Verder hellingafwaarts is op colluviale bodems eveneens Eiken-Haagbeukenbos (*heuvelland*) ontwikkeld. Naast de typische subassociatie (43Ab1c) kan hier de subassociatie van Daslook (43Ab1d) voorkomen, alsmede de subassociatie met Stijve naaldvaren (43Ab1a) die gebonden is aan grubben. Voor een uitgebreide kenschets van dit droge tot vochtige deel van dit gradiënttype zie de herstelstrategieën voor het Heuvelland.

In deze hellingen kan op verschillende niveaus grondwater uittreden: in bronnen, maar lager op de helling in het beekdal ook meer diffuus. De ligging van de bronnen wordt bepaald door de aanwezigheid van slecht doorlatende klei- en/of leemlagen (zie boven): Rond deze bronnen (zie boven) worden Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*) aangetroffen. Deze kunnen worden gerekend tot de Elzenbroekbossen (39Aa2b, Elzenzegge-Elzenbroek subassociatie met Bittere veldkers) wanneer het water wat minder baserijk is en tot het Verbond van Els en Vogelkers (43Aa), wanneer het water (zeer) baserijk is. Indien het uittredende grondwater is oververzadigd met kalk, wat in ons land en ook in Zuid-Limburg zelden het geval is, wordt zelfs travertijn afgezet. Op dergelijke plaatsen zijn kalktufbronnen (H7220) ontwikkeld.

Verder hellingafwaarts in de lage delen van het beekdal met diffuse kwel komen wederom Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidende bossen*) voor. Op incidenteel door beken overstroomde locaties, vaak aan de voet van Eiken-Haagbeukenbossen (*heuvelland*) gaat het om bossen van Verbond van Els en Vogelkers, en in de lage delen op plaatsen met diffuse kwel om Elzenbroeken (39Aa2b).

## Fauna

Op de beheerde hogere delen vormen de kalkgraslanden (H6210) en de heischrale graslanden (H6230) een belangrijk biotoop voor dagvlinders en andere insecten. Deze worden uitvoerig besproken in de gradiënttypen van het Heuvelland. Voor de Spaanse vlag is de combinatie van verschillende begroeiingen van belang, waarbij relatief schaduwrijke, vochtige en beschutte plaatsen voor de rupsen worden afgewisseld met droge en warme plekje voor de vlinders (V1) (Op de [Kamp & Groenendijk 2003](#)). Deze situaties doen zich voor daar waar kalkgraslanden (H6210) of Glanshaverhooilanden (H6510A) overgaan in Eiken-haagbeukenbossen. De Glanshaverhooilanden zijn ook van groot belang voor Pimpernelblauwtje en Donker pimpernelblauwtje mits er een behoorlijk aandeel aan Grote pimpernel staat en de knoopmieren aanwezig zijn. Gradiënten in vocht- en habitattypen zijn van wezenlijk belang: in de vochtige delen staat Grote pimpernel en opener en drogere delen zijn de mieren aanwezig (V1). In beheerde situaties zijn in de lagere delen graslanden ontwikkeld. Het betreft Glanshaverhooilanden (H6510A), Dotterbloemhooilanden van beekdalen (LG006) en Stroomdalgraslanden (H6120). Deze delen zijn van belang voor insectenetende vogels als Grauwe klauwier en Roodborsttapuit (F3). De Roodborsttapuit is inmiddels vrijwel verdwenen uit dit gradiënttype als gevolg van het verdwijnen van het kleinschalige (V1) cultuurlandschap ([Hustings 1986](#)). Voor veel vogels is vooral de afwisseling van open vegetatie om te fourageren en bosjes en struwelen om te broeden van groot belang. Beekbegeleidende bossen kunnen bijzonder soortenrijk zijn. In de structuurrijke bossen met voldoende open plekken (V6) met Wilde kamperfoelie vindt de Kleine ijsvogelvlinder geschikt leefgebied. Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidend*; H91EOC) kunnen zeer

soortenrijk kunnen zijn. Dergelijke bossen vormen de biotoop voor de Vuursalamander wanneer ze structuurrijk zijn en in de bronbeekjes stenen en omgevallen bomen liggen (V1). De inmiddels uit Nederland verdwenen Grote ijsvogelvlinder kwam in structuurrijke beekbegeleidende bossen met Ratelpopulier voor. In de beek zelf zorgen de water- en oeverbegroeiing én een fijnschalige morfologie (V6) voor een gevarieerde en kenmerkende watermacro- en vissenfauna. Ook de aanwezigheid van dood hout en omgevallen bomen kan zorgen voor een toename van de structuur (V2) ten behoeve van watermacrofauna en beekvissen.

### Sturende processen

- De vaak uitgestrekte lössplateaus, in combinatie met het sterke reliëf en slecht doorlatende lagen in de ondergrond, bepalen hoeveel grondwater er in de beekdalen kan uittreden. In geval van geologische breuken is veelal niet goed aan te geven waar het grondwater vandaan komt;
- Soms (Aggenbach & Jansen 1989) zijn de diepste grondwaterstromen die het veen voeden relatief het minst kalkrijk. Het zijn dan de lokale grondwaterstromen die uittreden op de hoger gelegen flanken die het meest basen- of kalkrijke grondwater aanvoeren. Dit ondiepe grondwater dat de biologisch zeer actieve bos- of graslandbodems heeft doorstroomd en daar veel CO<sub>2</sub> heeft kunnen opnemen, kan vervolgens in een kalkhoudende bodem veel meer kalk oplossen dan de diepere grondwaterstromen. Het is dan die lokale grondwaterstroom die zorgt voor kalkafzettingen (kalktufbronnen), wanneer het grondwater uittreedt, CO<sub>2</sub> ontsnapt en de pH stijgt (Pentecost 2005, Kemmers 1986);
- Daarom is zonder nader (geo-)hydrologisch en hydrochemisch onderzoek niet in zijn algemeenheid aan te geven welke herstelstrategie – met een focus op lokale of op bovenlokale maatregelen – moeten worden gevolgd;
- Plaatselijk kunnen meer uitgeloopte afzettingen dagzomen zoals die van het Vaalser groenzand, het Akens zand of van het Vuursteeneluvium. Bronnen die gevoed worden door grondwater uit deze afzettingen worden omringd door Elzenbroekbossen, terwijl bronnen waar zeer basenrijk of kalkhoudend water uittreedt omgeven zijn door bossen van het Verbond van Els en Vogelkers.

### Standplaatscondities

Het uittredende grondwater in kwelzones en bronnen van het heuvellandschap is kalkrijk tot zeer kalkrijk en bevat tegenwoordig ook hoge concentraties nitraat en sulfaat (Schaminée et al. 2009). Als gevolg van erosie zijn beeklopen dieper geworden en is de aanvoer van grondwater in de natte bossen en de bronnen verminderd en zijn de mineralisatieprocessen in de bodem versterkt, waardoor voedselrijkere standplaatsen zijn ontstaan. Voordat de intensieve landbouw zijn intrede deed op de Zuid-Limburgse plateaus was het grondwater minder vervuild. De aanvoer van grondwater in de bronsystemen was bovendien heel constant en in veel gevallen bevatte het grondwater voldoende CO<sub>2</sub>, calcium en bicarbonaat om kalk af te zetten aan het oppervlak. Goed ontwikkelde kalkmoerassen ontstaan veelal bij calcium- en bicarbonaatgehaltes van 4 tot 10 meq./l (Hajek et al. 2002). Tijdens het neerslaan van kalk wordt ook fosfaat gebonden (Boyer & Wheeler 1989).

## Knelpunten

### *Verdroging*

- Gedaalde grondwaterstanden zijn vaak het gevolg van de diepe en intensieve ontwatering in omliggende landbouwgebieden. Het gaat daarbij om zowel ontwatering in de intrekgebieden als op de beekdalflanken. Maar ook in het beekdal zelf kunnen diepe 'landbouwdoorvoersloten' – via welke landbouwgebieden naar het lager gelegen beekdal afwateren – voor verdroging zorgen. Verder draagt in sommige gebieden onttrekking van grondwater ten behoeve van de drink- en industriewatervoorziening bij tot verlaging van grondwaterstanden in het beekdal. In deze beekdalen met grote hoogteverschillen levert sterke verdieping van beken – net als in gradiënttype 5 – een grote bijdrage aan de verdroging, een grotere dan in de overige gradiënten (Schaminée et al. 2009). Deze verdieping is vaak het gevolg van beeknormalisaties, maar in het Heuvelland heeft ook het verdwijnen van de vele watermolens een sterk eroderend effect gehad in de beekdalen (Schaminée et al. 2009). De effecten worden verder versterkt door het jaarlijks schonen van de beekloop met zijn oevers. In beide gevallen zorgt dat voor een versterkte erosie door de beek zelf waardoor de beek zichzelf dieper gaat insnijden, ook bovenstrooms (terugschrijdende erosie), en de drainagebasis verder wordt verlaagd. Daarom zijn veel bronvegetaties en *Beekbegeleidende bossen* verdroogd. Al deze ingrepen leiden tot een vermindering van kwelintensiteit, dat wil zeggen dat minder grondwater het maaiveld bereikt. Daling van de grondwaterstanden en de drainagebasis benadeelt alle habitattypen, leefgebieden en andere levensgemeenschappen die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden. De effecten zijn afhankelijk van de mate van grondwaterstands daling. In beekdalen met veen zorgen gedaalde grondwaterstanden voor klink en mineralisatie van het veen. Hierdoor kan het veen op termijn geheel verdwijnen. De weerstand van het compactere veen tegen grondwaterstroming wordt groter, waardoor grondwater de wortelzone van de vegetatie moeilijker en met lagere intensiteit kan bereiken. De mineralisatie van veen leidt tot een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. Ten slotte zorgen gedaalde grondwaterstanden – in combinatie met een verlaagde stijghoogte van het grondwater – voor een grotere invloed van neerslagwater in de wortelzone van de vegetatie. Het gevolg is dat soorten van zure of zuurdere omstandigheden toenemen ten koste van soorten van (zeer) basenrijke omstandigheden. Verdroging zorgt dan voor verzuring van de bovenste bodem, zoals wordt geïndiceerd door het in hoge bedekking voorkomen van Ruwe smele. Deze soort geeft aan dat de grondwaterstanden sterk schommelen (Jalink & Jansen 1995). Ook IJle zegge komt dan vaak in hoge bedekkingen voor (Jalink & Jansen 1995). Veel kenmerkende freatofyten zijn dan al verdwenen. Bij nog lagere grondwaterstanden en daardoor ontstane sterkere verzuring treden dominanties van bramen op. Op venige bodems treedt bij verdroging een sterke eutrofiëring door mineralisatie bij een nog steeds vrij hoge pH. In geval van lichte verdroging treden facies van Moeraszegge op de voorgrond, bij sterkere verdroging ruigtekruidenbegravingen.

### *Vermesting*

- In de beekdalen van het Heuvelland is vermisting van grondwater na verdroging het grootste milieuknelpunt voor grondwaterafhankelijke habitattypen en leefgebieden (Aggenbach et al. 2009). Met name langs de Hemelbeek, de Geul, maar ook in delen van de Geleenbeek, worden zeer hoge concentraties nitraat en sulfaat in het grondwater gemeten (Schaminée et al. 2009). Deze vermisting kan door interactie met bodemmineralen nog lang doorwerken in de beekdalen en leidt er vaak toe dat soorten die gevoelig zijn voor een hoge nutriëntenbeschikbaarheid in bodem en grondwater nog steeds in hoog tempo achteruit gaan. Vermisting zorgt voor een grotere beschikbaarheid van nutriënten waardoor hoogproductieve plantensoorten worden bevorderd ten koste van laagproductieve. De mate waarin dat gebeurt is afhankelijk van de concentratie van nutriënten, de grondwaterstand en de chemische samenstelling van het grondwater in de wortelzone. Door vroegere overbemesting van intrekgebieden zijn nog steeds matig tot sterk vervuilde ondiepe grondwaterstromen op weg naar beekdalen. Uitspoeling van het zeer mobiele nitraat uit bossen (als gevolg van ingevangen atmosferische stikstofdepositie) en vooral uit zwaar bemeste landbouwgronden heeft geleid tot een sterke verandering van de grondwaterkwaliteit. In de beekdalen met veel organische stof verdwijnt nitraat veelal snel indien het grondwater door de veenpakketten stroomt (denitrificatie). Interne eutrofiëring als gevolg van kwel van sulfaatrijk grondwater in bodems rijk aan organische stof kan plaatselijk een probleem zijn;
- Overstroming met voedselrijk beekwater tijdens piekafvoeren. Deze piekafvoeren zijn veelal het gevolg van de intensieve drainage van het intrekgebied van het grondwater waardoor regenwater snel – via afstroming over maaiveld of via buisdrains – naar de watergangen worden gebracht die op de beek afwateren. Zeker wanneer zulke percelen net bemest zijn komen grote hoeveelheden voedingsstoffen in het oppervlaktewater terecht. Ze uitend zich in (oever)begroeiingen van hoogproductieve ruigtekruiden zoals die van Grote brandnetel. Deze situatie zal blijven voortbestaan zo lang landbouwgebieden nog via het lager gelegen beekdal moeten afwateren;
- Vermisting leidt eveneens tot een afname van zuurstofspanning in de vaak zwak gebufferde bovenloopjes die leefgebied kunnen zijn van de Beekprik (Lg001: Permanente bron & Langzaam stromende bovenloop).

### *Beheer*

- De aanplant van snelgroeierende boomsoorten voor de houtproductie, voornamelijk populieren in de natste delen van de beekdalen, soms zelfs op ontwaterde veenpakketten, is zeer nadelig voor het behoud van biodiversiteit in beekdalen. Een goede groei van Populieren vergt niet alleen handhaving van drainagesystemen, maar veroorzaakt ook een sterke eutrofiëring van de bodem omdat Populierenbladeren extreem rijk zijn aan voedingsstoffen (Lucassen et al. 2009). Meer natuurlijke, open, vochtige bossen met Ratelpopulieren vormen geschikt leefgebied voor de uit Nederland verdwenen Grote ijsvogelvlinder. Mogelijk dat deze soort is verdwenen door de aanplant van andere populieren dan Ratelpopulier welke ongeschikt zijn als waardplant (Bos et al. 2006). Ook de eenzijdige levensopbouw van de huidige populierenbossen maken deze ongeschikt voor de soort;
- Het intensief schonen van de beek zorgt niet alleen voor een snelle afvoer van water. Het verstoort de opbouw van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib,



zand, grond, hout) wat het leefgebied van de Beekprik negatief beïnvloedt. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen. Voor het ontwikkelen van overgangen binnen dit gradiënttype en daarmee het behoud van karakteristieke diersoorten is het daarom noodzakelijk de beek minder frequent te schonen en gefaseerd in tijd en ruimte. Het belemmert tevens de ontwikkeling van rijpere, vollediger ontwikkelde waterplantengemeenschappen die de afvoersnelheid van water temperen. Het zorgt ten slotte voor een significante verdieping van de beekdodem en daarmee van de drainagebasis en aldus voor verdroging van het aangrenzende beekdal;

#### *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 gradiënt**

- In deze grondwaterafhankelijke systemen heeft het bestrijden van verdroging prioriteit. Hierbij wordt het functioneren van de hydrologische systemen die voor deze natte natuurgebieden van belang zijn zo veel mogelijk hersteld. Maatregelen die aan herstel of verbetering bijdragen zijn gericht op verhoging van de grondwaterstanden en bevordering van het uittreden van grondwater in de wortelzone van de vegetatie. Het betreft:
  - in het beekdal zelf het verondiepen of dempen van watergangen (sloten, greppels) en dichtmaken van buisdrains. De kwaliteit van de gehele gradiënt kan sterk verbeterd worden door de voormalige, niet langer functionele landbouwsloten en -greppels te dempen en de sloten die water uit bovenliggende landbouwgebieden afvoeren, te beduikeren;
  - in het intrekgebied het verminderen of geheel verwijderen van drainage (sloten, greppels, buisdrains), het verminderen of stoppen van grondwateronttrekkingen;
  - het dempen of verondiepen van beken dan wel het stoppen met of het aanzienlijk verminderen van beekonderhoud (maaien, baggeren); De combinatie van meerdere van deze maatregelen draagt bij aan het vasthouden van water (en in laagten tot berging van regen- en grondwater op maaiveld) waardoor de afvoer van de beek meer getemperd zal zijn. Het risico op inundaties met (voedselrijk en/of vermest) beekwater vermindert aldus. Dit zal des te meer het geval zijn indien zulke maatregelen niet alleen langs de beekloop zelf worden genomen, maar ook in haar intrekgebied.
- Vermesting en door meststoffen veroorzaakte verzuring in het beekdal kan worden voorkomen en/of bestreden door:
  - Het stoppen of aanzienlijk verminderen van bemesting van het intrekgebied voorkomt vermesting van het grondwater en daarmee van het beekdal;
  - De creatie van bosstroken van enkele tientallen meters breedte rondom het natuurgebied (Verhagen & Van Diggelen 2006), in het bijzonder in het

zuidwesten (overheersende windrichting) of aan die zijden van het reservaat waar lokaal de grootste stikstofemissies plaatsvinden. Deze bosstroken zullen als stikstofvangers functioneren waardoor de depositie op het benedenwindse natuurgebied aanzienlijk vermindert (Verhagen & Van Diggelen 2006).

Desondanks zal er via blad- en naaldval indirect toch een aanzienlijke stikstofbelasting blijven plaatsvinden. Welk deel van de ingevangen stikstof via blad- en naaldval alsnog in een reservaat terecht komt – en tot hoever – is onbekend (**kennislacune**). In kleinere natuurgebieden is de aanleg van brede stroken echter meestal niet mogelijk en kan het beste omvorming van bos naar lage begroeiingen worden nagestreefd om de interceptie van stikstof in de centra te verminderen, in ieder geval bij een N-belasting die betrekkelijk laag is in vergelijking tot de kritische depositie, hoewel het areaal dat wordt beïnvloed door lokale stikstofemissies dan groter is. Is de N-belasting hoog in vergelijking tot de kritische depositie dan is het zoveel mogelijk afschermen met bomen wellicht toch te overwegen om in ieder geval in de kern van het reservaat een lagere N-belasting te bereiken;

- In het beekdal zelf kan na verwerving van gronden als natuurgebied vermessing worden bestreden via inrichtingsmaatregelen en/of verschalingsbeheer zoals het verwijderen van de bemeste toplaag, uitmijnen, maaien en afvoeren en/of begrazen. In geëgaliseerde gronden, waarin de laagten zijn opgehoogd, is herstel van de vroegere laagten mogelijk door terug te graven naar het originele maaiveld. Voor specifieke informatie over deze herstelmaatregelen op standplaatsschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
  - Verbetering van de kwaliteit van het beekwater kan – indien bemesting van landbouwpercelen niet kan worden gestopt of aanzienlijk verminderd – deels worden bereikt door op deze landbouwgronden in ieder geval rond de bronnen of langs de beek bemestingsvrije zones in te stellen.
- Het beheer van beekdalen kan worden geoptimaliseerd door:
    - Het extensiveren van beekonderhoud door minder frequent te maaien en/of te baggeren. Dit zal op termijn leiden tot de vorming van een beekbodem met een gevarieerd substraat (slib, zand, grind, hout), wat de habitat van beekvissen als de Beekprik en watermacrofaunasoorten zal verbeteren. Het draagt tevens bij aan vermindering van de drainage door de beek waardoor zich in het beekdal minder verdroogde levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen;

#### *Aandachtspunten*

- De beekbodem kan in de loop van de tijd onder invloed van piekafvoeren en terugschrijdende erosie te diep ingesleten zijn geraakt. Wanneer zich in de beek nog een waardevolle aquatische flora en fauna bevinden is het niet gewenst – nadat de oorzaken van de beekverdieping zijn weggenomen – de beek in een keer (én overal tegelijk) te verondiepen door het inbrengen van minerale substraten (in het Heuvelland: Maasterrasafzettingen, löss en/of colluvium). Dat is niet alleen om habitatverlies en populatievernietiging van bijzondere soorten als de Beekprik tegen te gaan, maar eveneens om nieuwe, gevarieerde habitats van beekbodems te laten vormen door de beek zelf waardoor bedreigde soorten de nieuw ontstane habitats geleidelijk kunnen koloniseren. Geleidelijke verondieping kan het best worden

gerealiseerd door het aanbrengen van takkenbossen, waardoor fysieke doorstroming mogelijk blijft en tegelijkertijd geleidelijke ophoging van de beekbodem plaatsvindt door invang van zand. Dit proces kan in de kleinere beken vervolgens worden overgenomen door snel koloniserende plantensoorten als Kleine watereppe (mond. med. A.T.W. Eysink);

- Bij maaiveldverlaging door afgraving van de toplaag in de nabijheid van bestaande grondwaterafhankelijke natuurgebieden is een zorgvuldige afweging nodig om het risico van verdrogings schade 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 standplaatschaal zie Deel II (Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats);
- Bronsystemen waarvan het maaiveld is opgehoogd door het opbrengen van grond kunnen worden hersteld door terug te graven naar het oorspronkelijke maaiveld. Dit vraagt om een gedetailleerd en nauwkeurig bodemkundig onderzoek. Aldus wordt niet alleen over een groot oppervlak voedselarme bodem aan maaiveld gebracht, maar wordt tevens het oude maaiveldverhang en -reliëf hersteld. Wanneer op deze wijze wordt afgegraven ontstaat uit de bronnen vanzelf een beekje, op de juiste plaats en van de juiste diepte. Het reconstrueren van de vroegere beek door te graven kan dus beter achterwege worden gelaten. De oude beek is feitelijk niet te reconstrueren en het water is prima in staat zijn eigen weg te vinden.
- Na herinrichting van voormalige landbouwgronden met bronnen en beekjes kan worden gekozen tussen bronbossen en bronweiden. Deze keuze wordt (mede)bepaald door lokale omstandigheden. Herstel van het habitatsubtype Vochtige, alluviale *beekbegeleidende bossen* draagt bij aan verbetering, herstel en ontwikkeling van de in ons land zeldzame en bedreigde levensgemeenschappen van beschaduwde bronnen en beken (Verdonschot 2000, Van der Molen & Verdonschot 2002, Verdonschot et al. 2004). De kansen hiervoor zijn het grootst daar waar zulke aquatische levensgemeenschappen plaatselijk nog goed ontwikkeld voorkomen (Verdonschot & Nijboer 2001);
- Op locaties waar nog bijzondere fauna aanwezig is moet bij hydrologisch herstel van te voren worden bepaald in hoeverre deze fauna wordt in haar voortbestaan bedreigd door plotsklaps stijgende waterstanden. Om te voorkomen dat als gevolg van de vernatting deze soorten zullen verdwijnen zullen in de nabijheid nieuwe leefgebieden dienen te worden gecreëerd, vaak door het kappen van bos op wat hogere koppen of op de flanken van het beekdal. Indien dit niet mogelijk is, dient vernatting gefaseerd op te treden. Maar ook in dat laatste geval is blijft het noodzakelijk zulke soorten hoger op de gradiënt uitwijkmogelijkheden te bieden om overleving tijdens zeer natte jaren te waarborgen. Voor zulke zeldzame soorten is herkolonisatie lastig c.q. vrijwel onmogelijk vanwege hun zeer versnipperde voorkomen in combinatie met hun geringe dispersievermogen;

- Na uitvoering van de maatregelen moet in het operationele beheer altijd rekening worden gehouden met een periode van overgangsbeheer. De aard en de duur van dat overgangsbeheer wordt bepaald door de optredende ontwikkelingen en kan worden ingezet om daar waar nodig tijdig bij te sturen;
- Op laaggelegen percelen waar populieren zijn aangeplant kan herstel van het habitatsubtype Vochtige, alluviale *beekbegeleidende bossen* worden bereikt door de aangeplante Populieren te kappen of te ringen en vervolgens de ontwateringsloten te dempen. Vervolgens zullen zich zonder maaibeheer weer Vochtige alluviale bossen (*beekbegeleidend*; H91EOC) ontwikkelen, die zeer soortenrijk kunnen zijn. Dergelijke bossen vormen het leefgebied voor de Vuursalamander en de inmiddels uit Nederland verdwenen Grote ijsvogelvlieder;
- Op zeer natte plaatsen met een sterke kwel van zeer basenrijk grondwater kunnen zich op beperkte schaal ook Alkalische laagvenen ontwikkelen (Schaminée et al. 2009). Wanneer zo'n plek in landbouwkundig gebruik is geweest, is de basenrijke venige laag meestal sterk verrijkt met fosfaat. Er is nog weinig ervaring met herstel van deze systemen, maar het is raadzaam eerst de waterhuishouding zo veel mogelijk te herstellen en te volgen of weer voldoende fosfaat wordt vastgelegd.

### Voorbeelden

























Bovenste Hof bij Brunssum (Aggenbach & Jansen 1989), Bunder- en Elsloërbos (Jalink & Jansen 1996), Dal van de Cottesserbeek, Kathager Beemden (Schaminée et al. 2009, Weeda 2007, Weeda 2008, Weeda et al. 2011), Ravensbos (Weeda et al. 2011).

### Literatuur










- Aggenbach, C.J.S. & A.J.M Jansen 1989. Hydro-ecologie van een bronnetjesbos in Zuid-Limburg. *De Levende Natuur* 92: 12-18.
- Bos, F.M., M. Bosveld, D. Groenendijk, C. van Swaay, I. Wynhoff & De Vlinderstichting 2006. *De dagvlinders van Nederland, verspreiding en bescherming (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)*. – *Nederlandse Fauna 7*. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey Nederland, Leiden.
- Boyer, M.L.H. & B.D. Wheeler 1989. Vegetation patterns in spring-fed calcareous fens: calcite precipitation and constraints on fertility. *Journal of Ecology* 77: 597-609.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries, 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Historische Uitgeverij Groningen, 223 pp.
- Hájek, M., P. Hekera, & P. Hájková 2002. Spring Fen Vegetation and Water Chemistry in the Western Carpathian Flysch Zone. *Folia Geobotanica* 37: 205-224.
- Grootjans, A.P., G.J. Baaijens, F.H. Everts & P.J. Stuyfzand 2003. Ecohydrologische analyse van het Mokkelengoor. Rapport Bureau Everts & de Vries/Rijksuniversiteit Groningen.
- Hustings, F. 1986. Veranderingen in de stand van de Roodborsttapuit *Saxicola torquata* in 170-84. *Limosa* 59; 153-162.
- Jalink, M.H. 2010. Basenrijk grondwater in het Binnenveld. KWR rapport 2010.102. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (deelrapport tekst en deelrapport figuren).

- Jalink, M.H. & A.J.M. Jansen 1996. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdalgemeenschappen. Deel 2 uit de serie 'Indicatorsoorten'. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jansen, A.J.M. & J. Bouwman 2010. Hydro-ecologische analyse landgoederen Appel-Zuid, Gerven en Hell. Rapport Unie van Bosgroepen, Ede.
- Jansen, A.J.M., M.I. Kamphuis, J.H. Bouwman, M.A.P. Horsthuis & L.J.A.M. Ruesen 2010. Landgoederen Westerflinter en Diepenheim: hydro-ecologische en cultuurhistorische analyse. Rapport Unie van Bosgroepen. Unie van Bosgroepen, Ede.
- Kemmers, R.H. 1986. Calcium as a hydrochemical characteristic for ecological states. *Ecology (CSSR)* 5: 3.
- Ketelaar, R. & Bouwman J.H. 2008. Een reconstructie van de libellen- en dagvlinderfauna van het Koningsven (*Odonata, Lepidoptera*). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 29: 1-16.
- Koese, B. 2007. Kokerjuffers. In: Kalkman, V.J. De soorten van het leefgebiedenbeleid. –EIS-Nederland, Leiden.
- Lucassen, E.C.H.E.T., J.G.M. Roelofs & R. Bobbink 2009. Casus herstel en herontwikkeling van zinkvegetatie. *De Levende Natuur* 110: 116-117.
- Meeuwissen, I.J.M. & L. van den Brand, 2003. Brabantse wijstgronden in beeld, inventarisatie en verkenning van de aanpak. Waterschap de Aa, Boxtel.
- Op den Kamp, O. & D. Groenendijk 2003. De Spaanse vlag in Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 92: 174-175.
- Pentecost, A. 2005. *Travertine*. Springer.
- Schaminée, J.H.J., C.J.S. Aggenbach, B. Crombaghs, M. de Haan, P. Hommel, A.J. Smolders, W.C.E.P. Verberk, R. De Waal, M. Wallis de Vries & E.J. Weeda 2009. Preadvies Beekdalen Heuvellandschap. OBN Rapport DK nr 2009/dk108-O. 110 pp.
- Van der Molen, J.S. & P.F.M. Verdonschot 2002. Effecten op aquatische oecosystemen. Een beslissingondersteunend systeem voor de beoordeling van de effecten van ingrepen in de hydromorfologie op aquatische systemen. STOWA-rapport 2002-09. STOWA, Utrecht.
- Verdonschot, P.F.M. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 2: Beken. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nedrland'. Rapport EC-LNV nr. AS-02, Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., T.H. van den Hoek & M.W. van den Hoorn 2004. De effecten van bodemverhoging op het beekecosysteem van de Springendalse beek. Alterra-rapport 1075. Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. & R.C. Nijboer 2001. Towards a decision support system for stream restoration in the Netherlands: An overview of restoration projects and future needs. In: Nienhuis, P.H. & R.D. Gulati (eds.), 2002. *Ecological Restoration of Aquatic and Semi-Aquatic Ecosystems in the Netherlands (NW Europe)*. *Hydrobiologia*, 478, 131-148.
- Weeda, E.J. 2007. De Kathager Beemden: grasland vol moeras- en bosplanten, met het *Crepido-Juncetum acutiflori* als spil. *Stratiotes* 33/34: 35-68.
- Weeda, E.J. 2008. Plantensociologische positie van Cyperaceae en Juncaceae in hellingmoerassen in Zuid-Limburg. *Stratiotes* 37/37: 15-60.
- Weeda, E.J. H. de Mars & S.M.A. Keulen, 2011. Kalkmoeras in Zuid-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 100 (11): 233-243.

Legenda Beekdalen

	H3130	Zwakgebufferde vennen
	H3150	Meren met krabbenscheer & fonteinkruiden
	H3160	Zure vennen
	H3260A	Beken en rivieren met waterplanten (wateranonkels)
	H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)
	H4030	Droge heiden
	H6110	Pioniersbegroeiing op rotsbodern
	H6130	Zinkweiden
	H6210	Kalkgraslanden
	H6230	Heischrale graslanden
	H6410	Blauwgraslanden
	H6510A	Glanshaver- en vossenstaartheuveln (glanshaver)
	H7110B	Actieve hoogvenen (heideveentjes)
	H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilvenen)
	H7210	Galigaanmoerassen
	H7230	Kalkmoerassen
	H7410A	Trilvenen
	H9110	Veldbies-beukenbossen
	H9120	Beuken-eikenbossen met hulst
	H9160A	Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)
	H9160B	Eiken-haagbeukenbossen (heuveln)
	H9190	Oude eikenbossen
	H91D0	Hoogveenbossen
	H91E0C	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)

Lg001	Bron & bovenloop
Lg005	Grote zeggenmoeras
Lg006	Dotterbloemgrasland van het beekdallandschap
Lg013	Bos van de arme zandgronden
Lg014	Eiken- & beukenbos van de lemige zandgronden

	Maaiweld
	Grondwaterstand
	Stroomrichting
	Slecht doorlatende laag (sdl)
	Veen
	Wyp
	Watervoerend pakket
	Grind
	Kalk

!! Habitattypen die niet in de bovenste balken worden vermeld, hebben ook geen kleurcode