



Foto Mark van Veen.  
Elzenbroekbos bij  
de noordtak van de  
Springendalse beek.

# De terugkeer van het verdwenen hout

## Randvoorwaarden voor de ontwikkeling van elzenbroekbos in beekdalen

Van nature waren onze beekdalen voor een groot deel begroeid met elzenbroekbos. Van dat broekbos is nog maar weinig over. In het kader van de waterbergingsopgave lijken er goede kansen te zijn om in de beekdalen weer nieuwe elzenbroekbossen te ontwikkelen. Door intensief landbouwkundig gebruik zijn bodem en water vaak sterk verrijkt met voedingsstoffen. In hoeverre vormt dat een belemmering voor herstel van elzenbroekbos?

Vóór de ontginning door de mens waren ook de beekdalen in het dekzandlandschap voor een groot deel begroeid met bomen. In de loop van de eeuwen werd steeds meer bos ontgonnen, maar de beekdalen waren lange tijd te nat en daarom onaantrekkelijk voor landbouwkundig gebruik. Uiteindelijk werden ze toch geschikt gemaakt als extensief grasland, door het kappen van het (elzen)bos en door het graven van drainerende sloten, loodrecht op de beek. Natte delen van het beekdal werden vaak opgehoogd met zand. Restanten van het oorspronkelijk 'oerbos' bleven alleen in de natste delen over en werden gebruikt voor het winnen van hak- en geriefhout (Verdonk, 2016).

Figuur 1 laat de veranderingen zien van het landschap rondom de Kromhurken, een elzenbroekbos in het dal van de Keersop bij Bergeijk. Aan het begin van de twin-

tigste eeuw werd het beekdal nog gekenmerkt door een coulissenlandschap met houtwallen, kleine weilandjes en deels ook akkertjes. Er liepen landwegen het gebied in en ook buiten de broekboskern lagen nog natte bossjes. Al met al valt op dat er opvallend veel hout aanwezig was in het beekdal. Buiten het beekdal lagen vooral uitgestrekte heidevelden. Met de komst van prikkeldraad en het gebruik van steenkool als brandstof verloren de houtwallen in de twintigste eeuw hun functie. Aan het begin van de jaren '70 van de vorige eeuw was het meeste hout dan ook uit het beekdal verdwenen en was alleen nog de oude broekboskern aanwezig. De heidevelden zijn ook verdwenen en omgevormd naar vruchtbare landbouwgrond en elders in naaldbossen. Na de ruilverkaveling in 1973 zijn de percelen veel groter geworden en worden grote delen van het beekdal (figuur 1; de

elzenbroekbos  
beekdalen  
broekbosherstel  
nutriënten

**A.J.P. (Fons) Smolders**  
Onderzoekscentrum B-WARE,  
Postbus 6558, 6503 GB  
Nijmegen & Radboud  
Universiteit Nijmegen,  
a.smolders@b-ware.eu

**J. (Han) Runhaar**  
KWR Water Research Institute

**R. (Roos) Loeb**  
Onderzoekscentrum B-WARE

**E.C.H.E.T. (Esther)  
Lucassen**  
Onderzoekscentrum B-WARE



**Figuur 1** De omgeving van het Elzenbroekbos De Kromhurken bij Bergeijk in 1903, 1973 en 2016. Beeld: Kadaster Apeldoorn.

**Figuur 1** The surroundings of alder woodland 'De Kromhurken' near Bergeijk in 1903, 1973 and 2016. Image: Kadaster Apeldoorn.

witte vlakken in 2016) gebruikt voor de teelt van snijmais. Ondertussen wordt er ook aan natuurontwikkeling gedaan: rondom de oude broekboskern van de Kromhurken zijn delen van de bouwvoor afgeplagd en komt bos tot ontwikkeling, deels spontaan en deels na aanplant van zwarte els (*Alnus glutinosa*). De grens tussen natuur en zeer intensief gebruikte landbouwgrond is echter zeer scherp.

Het ontwikkelen van nieuwe broekbossen op voormalige landbouwgronden wordt beschouwd als een interessante optie, omdat broekbossen in ecologische zin relatief voedselrijke systemen zijn. Een deel van de huidige landbouwgronden in beekdalen is in het verleden immers ook broekbos geweest.

Omdat als gevolg van klimaatverandering vaker perioden met extreme neerslag optreden krijgen beekdalen steeds meer een functie voor de berging van water. Dat biedt kansen om hier weer nieuwe elzenbroekbossen aan te leggen en zo de biodiversiteit te vergroten en ook een bijdrage te leveren aan het vastleggen van koolstof, niet alleen in de vorm van hout maar ook in de vorm van broekveen.

De condities waaronder we nu nieuwe broekbossen willen ontwikkelen zijn echter compleet anders dan de condities waaronder deze in het verleden spontaan ontstonden in de beekdalen. Aan het begin van de twintigste eeuw werden de beekdalen relatief extensief gebruikt en werd er nauwelijks of helemaal niet bemest, terwijl de directe omgeving van de beekdalen vaak bestond uit zeer voedselarme woeste heidegronden of venen. Nu wordt zowel het beekdal als de directe omgeving gekenmerkt door intensief gebruikte landbouwgronden. De bodems die vrijkomen voor natuurontwikkeling zijn daarom vaak (zeer) voedselrijk, veel droger dan vroeger en grond- en oppervlaktewater zijn vaak vermest.

## Kansen voor broekbosontwikkeling in relatie tot nutriëntenbeschikbaarheid

In een OBN-onderzoek naar het herstel van verdroogde broekbossen in beekdalen (Runhaar et al., 2013) werd geconstateerd dat we weliswaar al veel weten over eisen die broekbossen stellen aan de hydrologie, maar dat er relatief weinig kennis is over de nutriëntenhuishouding. Daaraan is in een vervolgonderzoek aandacht besteed (Runhaar et al., 2018). In dit onderzoek is name gekeken naar (a) welk nutriënt (N, P of K) het meest beperkend is voor de plantengroei en (b) in hoeverre de beschikbaarheid van nutriënten een knelpunt vormt voor de ontwikkeling van soortenrijke broekbossen op voormalige landbouwgronden en in waterbergingsgebieden. Om deze vragen te beantwoorden is een vergelijkend onderzoek uitgevoerd waarbij in een groot aantal broekboslocaties de vegetatiesamenstelling en gehalten aan nutriënten in bodem, bodemvocht en gewas zijn bepaald. In het onderzoek lag de nadruk op elzenbroekbossen, het type broekbos dat het meest kenmerkend is voor beekdalen.

Voor het onderzoek zijn broekbossen geselecteerd op plekken in beekdalen die qua hydrologische condities potentieel geschikt leken voor ontwikkeling van soortenrijke broekbossen. Belangrijkste eis was dat de grondwaterstand een groot deel van het jaar tot aan of boven maai-veld staat, met als aanvullende eis dat er ten minste een deel van het jaar sprake moet zijn van grondwateraanvoer. Gestreefd is naar een goede verdeling tussen al langer bestaande broekbossen en broekbossen die in de afgelopen tientallen jaren zijn ontstaan op al dan niet afgegraven voormalige landbouwgrond. Binnen beide categorieën is gezocht naar locaties met en zonder regelmatige overstroming door beekwater. De meeste geselecteerde broekbossen worden gedomineerd door zwarte els (*Alnus glutinosa*). Ter vergelijking zijn ook een aantal broekbossen geselecteerd waarin naast elzen ook wilgen en berken tal-

Code	Naam	Omschrijving	Locaties
Ref	Referentie	Al langere bestaande broekbossen met een goed ontwikkelde broekbosvegetatie, merendeels gekenmerkt door natte condities en aanwezigheid van kwel.	Kromhurken (referentie), Strijper Aa elzenbroek, Strijper Aa wilgenbroek, Ooijen-Wanssum, Dubbroek, Lommerbroek veenmosrijk, Lommerbroek Calla, Voltherbroek, Kloppersblok
OV	Overstroomd	Idem, incidenteel tot regelmatig overstroomd.	Swalmdal elzenbroek, Swalmdal wilgenbroek, Heuloërbroek, Logtse Velden wilgenbroek, Rosep
OA	Overstroomd op afgegraven landbouwgrond	Incidenteel tot regelmatig overstroomde broekbossen die zich recent hebben ontwikkeld op afgegraven voormalige landbouwgrond.	Grote Molenbeek, Westelbeerse Broek*, Kromhurken retentie, Everlose Beek, Verloren Beek
LB	Voormalige landbouwgrond	Broekbos dat zich recent heeft ontwikkeld op voormalige landbouwgrond.	De Heest, Koelbroek**
LA	Afgegraven voormalige landbouwgrond	Broekbos dat zich recent heeft ontwikkeld op afgegraven landbouwgrond.	Holmers, Vossenbroek

\*) geen chemische analyses bodem en vegetatie

\*\*) Overstroomt incidenteel met beekwater.

rijk voorkomen, en twee wilgenbroekstruwelen die gedomineerd worden door grauwe wilg (*Salix cinerea*).

In tabel 1 zijn de onderzochte locaties geordend naar de voor dit onderzoek relevante eigenschappen. Het aantal broekbossen op voormalige landbouwgronden was wat minder dan beoogd (9 van de 23 locaties), omdat veel van de aangedragen locaties te droog waren. De oorzaak van een achterblijvende ontwikkeling richting broekbos is op deze locaties bij voorbaat evident, daarom zijn ze in het onderzoek niet meegenomen.

## Vegetatiesamenstelling op de onderzoekslocaties

Tabel 2 geeft een overzicht van de vegetatiekundige indeling van de locaties en het voorkomen van een aantal structuurbepalende en/of indicatieve soorten. De vegetatie in de referentielocaties (categorie Ref) bestaat in de meeste gevallen uit een goed ontwikkelde 'typische' vorm van het elzenzegge-elzenbroek (39Aa2a *Carici elongatae* - *Alnetum typicum*), waarin de voor dit vegetatietype kenmerkende elzenzegge (*Carex elongata*) en stijve zegge

(*Carex elata*) talrijk voorkomen. Ook soorten die kenmerkend zijn voor permanent natte, kwelgevoede omstandigheden, zoals waterviolier (*Hottonia palustris*) en holpijp (*Equisetum fluviatile*), komen in deze bossen talrijk voor. Het veenmosrijke elzenbroekbos in het Lommerbroek (Lomm-sph) valt onder een zuurdere vorm van het elzenbroek (39Aa2e *Carici elongatae* - *caricetosum curtae*) en kan worden gezien als een overgang naar berkenbroekbos.

In de overstroomde elzenbroekbossen (categorie OV) komen nog relatief veel voor elzenbroekbossen kenmerkende soorten voor. De elzenbroekbossen in het Heuloërbroek en langs de Rosep, die slechts incidenteel overstroomd met oppervlaktewater, onderscheiden zich qua vegetatiesamenstelling weinig van de referentiebroekbossen. De twee locaties langs de benedenloop van de Swalm, die regelmatig overstroomd, hebben een tamelijk ruige ondergroei met soorten als grote brandnetel (*Urtica dioica*), reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*) en oeverzegge (*Carex riparia*). Desondanks zijn ze wel vrij soortenrijk met onder meer soorten als dotterbloem (*Caltha palustris*), zwarte

**Tabel 1** Verdeling van broekbossen over de binnens dit onderzoek onderscheiden categorieën.

**Table 1** Distribution of wet woodlands over the categories distinguished within the study.

Locatie	Hoogte boomlaag (m)	Bomen/struiken					Kensoorten/diff.soorten					Hydrologie					Ruigtesoorten			Graslandind.			Aantal soorten	Vegetatietype				
		Kroonslating (%)	Alnus glutinosa	Betula pubescens	Fraxinus excelsior	Salix alba	Salix cinerea	Carex elaeagata	Carex elata	Carex paniculata	Carex remota	Carex riparia	Sphagnum fimbriatum	Sphagnum palustre	Hottonia palustris	Equisetum fluviatile	Calla palustris	Scirpus sylvaticus	Caltha palustris	Urtica dioica	Juncus effusus	Glyceria fluitans			Phalaris arundinacea	Glechoma hederacea	Poa trivialis	Agrostis stolonifera
<i>Referentie (ref)</i>																												
Dubbroek (DB)	20	92	5	.	.	.	1	3	.	2a	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	28	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum	
Ooijen-Wanssum (OW)	15	92	5	2b	.	2a	2a	3	2b	2m	1	.	.	.	.	2b	.	r	.	1	2m	.	.	.	22	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum		
Lommerbroek slangewortel (LOMcal)	20	58	4	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	2m	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum
Strijper Aa elzenbroek (STRaln)	15	91	5	.	.	r	2a	2b	.	1	2m	.	2a	.	.	.	.	+	+	2m	+	.	.	.	32	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum		
Kloppersblok (KB)	30	86	5	.	2a	.	2a	.	1	1	.	.	.	2m	1	+	.	+	2b	+	.	1	3	40	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum			
Kromhurken referentie (KHref)	15	86	3	3	.	2a	2a	.	.	.	2m	2m	1	2m	.	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.	34	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum		
Lommerbroek veenmosrijk (LOMsph)	20	83	4	2b	.	.	r	.	1	.	2m	4	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	21	39Aa2e Carici elongatae caricetosum curtae		
Strijper Aa wilgenbroek (STRsal)	8	88	2a	.	.	5	2a	1	.	.	2a	2a	2b	.	.	.	.	.	1	2b	.	.	.	.	19	36Aa2 Salicetum cinereae		
Voltherbroek (VO)	30	86	5	.	.	r	+	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	23	[Alnion glutinosae] RG Carex riparia		
<i>Overstroomd (OV)</i>																												
Swalmdal benedenloops (SWAaln)	15	85	3	.	3	r	.	.	r	+	3	.	.	.	.	.	1	3	.	.	1	1	+	.	39	[Alnion glutinosae/Salicion albae]		
Swalmdal bovenloops (SWAsal)	20	85	.	.	3	4	.	.	1	4	.	.	1	.	.	.	r	1	.	.	.	.	.	.	38	[Salicion albae/Alnion glutinosae]		
Heuloëbroek (HEU)	20	87	5	.	.	.	1	.	2b	2a	.	.	.	2a	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	27	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum		
Rosep (ROS)	15	82	4	r	.	2a	+	3	.	1	.	.	.	.	.	3	.	+	1	.	2m	.	.	.	28	39Aa2 Carici elongatae-alnetum typicum		
Logtse Velden (LV)	6	93	.	.	.	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	.	.	2m	17	36Aa2 Salicetum cinereae		
<i>Overstroomd op afgegraven landbouwgrond (OA)</i>																												
Verloren Beek (VDB)	25	85	5	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	+	3	r	.	2m	1	2m	2a	38	[Alnion glutinosae] RG Urtica dioica		
Grote Molenbeek (GMB)	12	96	5	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	1	2b	.	26	-		
Everlose Beek (EVB)	15	94	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	1	+	.	20	[Alnion glutinosae] RG Urtica dioica		
Kromhurken- waterberging (KHwb)	8	91	5	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	.	.	.	2b	1	24	-		
Westelbeerze Broek -WBR)	15	94	3	r	.	3	+	.	r	.	.	.	.	.	.	2b	.	2a	1	.	.	1	2m	+	28	-		
<i>Voormalige landbouwgrond (LB)</i>																												
Koelbroek (KB)	10	93	5	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	1	2m	.	14	[Alnion glutinosae] RG Urtica dioica		
De Heest (HST)	15	87	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	4	2a	.	.	2b	2m	26	-		
<i>Afgegraven voormalige landbouwgrond (LA)</i>																												
Vossenbroek (VOS)	4	78	5	.	.	2a	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	+	.	.	.	30	-		
Holmers (HOL)	15	66	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	+	.	.	.	.	r	2a	.	.	.	2m	20	-		

**Tabel 2** Overzicht vegetatiekundige indeling locaties met voorkomen van planten die bepalend zijn voor structuur (bodem/struiken), de plantensociologische indeling (kensoorten en differentiërende soorten), hydrologie (nat gebufferd, meest kwelsoorten) en eutrofiering (ruigtesoorten) en indicatoren voormalig graslandbeheer.

**Table 2** Overview of vegetation classification of sites with occurrence of plants that determine structure (soil/shrubs), the plant sociological classification (typical species and differentiating species), hydrology (wet buffered, most seepage species) and eutrophication (common species) and indicators of former grassland management.

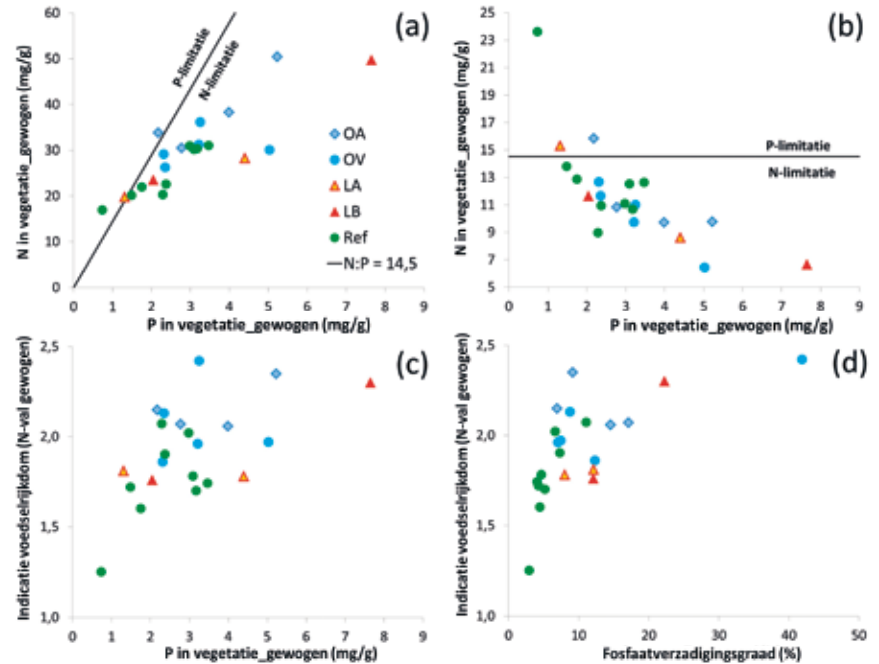
bes (*Ribes nigrum*) en groot springzaad (*Impatiens noli-tangere*).

In de regelmatig overstromde elzenbroekbossen die zijn ontstaan op ten behoeve van waterberging vergraven delen langs de beek (categorie OA), zijn weinig of geen voor elzenbroekbossen kenmerkende soorten aangetroffen. De soorten die voorkomen zijn over het algemeen kenmerkend voor verstoorde en voedselrijke milieus. Deels gaat het om soorten die nog herinneren aan het vroegere gebruik als weiland. De geringe soortenrijkdom en het ontbreken van kenmerkende soorten kan grotendeels worden verklaard uit het feit dat het gaat om jonge bossen die nog weinig tijd hebben gehad zich te ontwikkelen.

De vier niet-overstromde broekbossen op voormalige landbouwgrond (categorieën LB en LA) verschillen onderling sterk. De locatie in het Koelbroek is ontstaan op een verlaten maisakker die door peilopzet van de beek is vernat. De ondergroei wordt gedomineerd door grote brandnetel. Het broekbos in de Heest heeft zich ontwikkeld op voormalig extensief beweide grasland, de ondergroei wordt hier gedomineerd door pitrus (*Juncus effusus*). Dat laatste is ook het geval in het Vossenbroek, dat weliswaar oppervlakkig is afgegraven, maar waar nog een deel van de organische toplaag bewaard is gebleven. In de Holmers is de organische toplaag geheel afgegraven. Daarna is het waterpeil sterk opgezet, waardoor een groot deel van de vegetatieopname permanent of vrijwel permanent onder water staat. Dat verklaart dat hier naast waterviolier en holpijp ook klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*) voorkomt.

### Nutriëntentoestand

Om een indruk te krijgen van de aard van de nutriëntenbeperking voor de vegetatie, en dan met name de ondergroei, is per locatie gekeken naar de gemiddelde gehalten van de nutriënten stikstof (N) en fosfor (P) en



**Figuur 2** Gewogen N-gehalten (a) en N:P-ratio's (b) voor de verschillende categorieën broekbossen, uitgezet tegen de gewogen P-gehalten en de indicatie voor de voedselrijkdom uitgezet tegen de gewogen P-gehalten in de vegetatie (c) en de fosfaatverzadigingsgraad (d).

**Figure 2** Weighted N-contents (a) and N:P-ratios (b) for the different locations plotted against the weighted P-contents and the indication of the nutrient richness plotted against the weighted P-contents in the vegetation (c) and the phosphate saturation degree (d).

de N:P-ratio's van de geanalyseerde plantensoorten (figuur 2). Daarbij is gebruik gemaakt van een gewogen gemiddelde, waarbij is uitgegaan van de bedekking van de plantensoorten zoals afgeleid uit de abundantie/bedekkingsklasse volgens Braun-Blanquet (Runhaar et al., 2019; tabel 2). Bij het bepalen van de ratio's per locatie is alleen de ondergroei meegenomen en zijn de boomsoorten buiten beschouwing gelaten.

We zien dat de P- en N-gehalten van de vegetatie met elkaar gecorreleerd zijn. Naarmate een vegetatie rijker is aan fosfor is deze dus ook rijker aan stikstof (figuur 2a). Naarmate het P-gehalte van de vegetatie toeneemt, neemt de N:P-ratio af (figuur 2b). Voor stikstof is er sprake van eenzelfde trend, waarbij de N:P-ratio dus lager is bij hogere N-gehalten. Het is duidelijk dat

op de voedselrijkere locaties de vegetaties zowel meer stikstof als meer fosfor bevatten. De N-gehalten stijgen echter veel minder sterk dan de P-gehalten, waardoor de N:P-ratio afneemt en de vegetaties sterker N-gelimiteerd worden. De P-rijkdom van de vegetatie bleek samen te hangen met de fosfaatverzadiging van de bodem (figuur 2c). Hetzelfde geldt voor de voedselrijkdom-indicatie (figuur 2d), berekend uit de indicatiewaarden die door Witte et al. (2007) zijn afgeleid uit de indeling van plantensoorten in ecologische soortengroepen. De concentratie anorganisch stikstof in de bodems (een goede maat voor de N-beschikbaarheid) liet geen correlatie zien met de voedselrijkdom-indicatie en ook niet met het gewogen N-gehalte van de ondergroei (Runhaar et al., 2019). De voedselrijkdom en vegetatieontwikkeling van het systeem wordt dus, in ieder geval voor een belangrijk deel, verklaard door de P-beschikbaarheid in de bodem en door de hiermee gepaard gaande toename van de P- (en N-)opname door de vegetatie. De referentiebroekbossen hebben gemiddeld wat lagere N- en P-gehalten dan de overige broekbossen (figuur 2a), maar ook binnen de referentiebroekbossen bestaan grote verschillen in voedselrijkdom. De laagste nutriëntengehalten, en ook de laagste N:P-ratio's, werden gemeten op de drie referentielocaties waar sprake was van een codominantie van berk en veenmos in de ondergroei: de referentie-locatie bij Kromhurken, de veenmosrijke locatie bij het Lommerbroek en de locatie Ooijen-Wanssum.

In de overige categorieën zijn er een aantal locaties die duidelijk gekenmerkt worden door voedselrijkere omstandigheden. In vergelijking met de referentielocaties hebben de overstromde locaties op afgegraven landbouwgrond, aangelegd ten behoeve van waterberging (categorie OA), hogere P- en N-gehalten en een indicatie voor grotere voedselrijkdom. Dit hangt deels samen met het feit dat bij afgraven niet altijd de volledige top-

laag wordt verwijderd. Daarnaast overstromen de locaties aan de Everlose Beek en de Grote Molenbeek regelmatig, waarbij, zoals aan de bodemopbouw is af te lezen, ook relatief veel slib wordt afgezet. Binnen de overstromde locaties in bestaande broekbossen (categorie OV) zijn er grote verschillen in voedselrijkdom. Een deel van deze locaties (Verloren Beek, Swalmdal-*alnus*, Swalmdal-*salix*) heeft duidelijk hogere N- en P-gehalten in de vegetatie en een hogere voedselrijkdom-indicatie dan de referentielocaties. Een ander deel (Heuloërbroek, Rosep en Logtse Velden) heeft echter waarden die niet of nauwelijks afwijken van de referentielocaties. Deze verschillen hangen zeer waarschijnlijk samen met verschillen in overstromingsfrequentie en mate van slibafzetting. Zo overstromt het Heuloërbroek slechts incidenteel met Maaswater en zijn er geen sporen die wijzen op slibafzetting, terwijl er bij de Verloren Beek juist sprake is van een goed waarneembare slibafzetting. Binnen de twee broekbossen op niet overstromde landbouwgrond (categorie LB) bestaan grote verschillen in voedselrijkdom, afhankelijk van de landbouwvoorgeschiedenis en de diepte van afgraving. Locatie Koelbroek, op een niet-afgegraven voormalige maisakker, scoort zeer hoog op voedselrijkdom-indicatie en nutriëntengehalten in vegetatie en bodem. Op locatie De Heest, een niet-afgegraven voormalig extensief gebruikt weiland, wijken deze waarden niet af van die in de referentielocaties. Van de beide broekbossen op afgegraven landbouwgrond (categorie LA) scoort de locatie Vossenbroek hoog wat betreft nutriëntengehalten en voedselrijkdom van de vegetatie. Dit hangt samen met het feit dat de organische toplaag hier slechts gedeeltelijk is afgegraven. De Holmers, waar de gehele organische toplaag is verwijderd, is qua voedselrijkdom-indicatie en nutriëntengehalten in vegetatie en bodem vergelijkbaar met de armste referentielocaties. We kunnen concluderen dat de voedselrijkdom van de

vegetatie in belangrijke mate wordt bepaald door de P-verzadiging van de bodem: op fosfaatrijke bodem zijn de N- en P-gehalten van de planten het hoogst en wordt de vegetatie gedomineerd door snelgroeiende, voedselminnende soorten. Dat lijkt op het eerste gezicht strijdig met de conclusie dat N:P-ratio's in de ondergroei laag zijn, wat over het algemeen wordt gezien als een teken van N-limitatie. Dit is echter een schijntegenstelling: hoewel het relatieve aandeel van N ten opzichte van P afneemt bij een hogere beschikbaarheid van P, neemt in absolute zin de hoeveelheid N in de vegetatie juist toe. Dit verklaart ook waarom de relatieve groeisnelheid van soorten meestal negatief gecorreleerd is met de N:P-ratio (en dus positief gecorreleerd met het P-gehalte) van de planten (Güsewell, 2004). De resultaten suggereren dat er een optimum is voor de P-beschikbaarheid in een goed ontwikkeld elzenbroekbos. Van een lage beschikbaarheid is meestal sprake wanneer de aanvoer van grondwater beperkt is. Er komt dan gewoonlijk een zuurder en tevens meer P-gelimiteerd berkenbroekbos tot ontwikkeling. Bij een te hoge P-beschikbaarheid kan verzuuring optreden. Dit komt omdat de N-beschikbaarheid in broekbossen nooit echt laag is, mede door de stikstofbinding door elzen en mogelijk ook door atmosferische depositie en aanvoer van stikstof via verrijkt grond- en oppervlaktewater. Zo kan, wanneer de ondergroei niet gelimiteerd wordt door fosfor, de binding van stikstof door elzen leiden tot een sterkere groei van snelgroeiende soorten in de ondergroei.

In de onderzochte voedselrijke Nederlandse broekbossen verliest de N:P-ratio van de ondergroei aan betekenis. In feite is de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem en het hiermee samenhangende P-gehalte van de vegetatie sturend voor de vegetatieontwikkeling. Behalve een goede hydrologie is dus ook een relatief lage P-beschikbaarheid van belang om een broekbos met karakteristieke ondergroei te kunnen ontwikkelen.

## Consequenties voor ontwikkeling van elzenbroekbos

Op voormalige landbouwgronden is de P-beschikbaarheid (veel) te hoog voor een goede kwaliteit elzenbroekbos. Het verwijderen van de voedselrijke bouwvoor is in de meeste gevallen dan ook een randvoorwaarde. In beekdalen die bezand zijn kan dit betekenen dat oude, veraarde maar relatief voedselarme broekveenlagen weer aan het oppervlak komen te liggen; in feite dus de oude broekbosbodems. Dit zijn ook de locaties waar broekbosontwikkeling voor de hand ligt omdat hier in het verleden broekbossen hebben gestaan. Een voordeel van het verwijderen van de fosforrijke toplaag is dat het maaiveld lager komt te liggen en het dus ook natter wordt. Het is wel belangrijk om te voorkomen dat de nieuwe laagtes te veel grondwater onttrekken aan nog bestaande goed ontwikkelde broekboskernen - hiermee zou het kind met het badwater worden weggegooid.

Er is ook geëxperimenteerd met het toedienen van ijzerslib (waterijzer) uit een drinkwaterwinning om fosfaat in de bodem te binden (Lucassen *et al.*, 2018). Hieruit bleek dat de fosforbeschikbaarheid geremd werd als ijzerslib door bodems gemengd werd die na afgraven nog steeds te voedselrijk zijn. Voor elzenbroekbos karakteristieke soorten deden het goed in proefplots waar deze behandeling was toegepast bij een permanent hoog waterpeil. Als additionele maatregel is toevoeging van ijzerslib dus zeker kansrijk, maar voor dit op grote schaal kan worden toegepast is nog wel meer onderzoek nodig. Voorwaarde is ook dat het ijzerslib arm is aan fosfor en ammonium.

Uit ons onderzoek is gebleken dat ook overstroming met beekwater in veel gevallen tot een verzuuring van de vegetatie leidt. Het Nederlandse beekwater is vaak rijk aan nitraat, maar vooral de afzetting van beekslib lijkt de oorzaak te zijn van de verzuuring. Uit onderzoek in regelmatig overstroomde beekdalen (Runhaar & Jansen, 2004; Sival *et al.*, 2010) komt afzetting van fosforrijk beekslib naar voren



als belangrijkste oorzaak voor de relatief hoge P-gehalten in beekdaloverstromingsvlaktes. Het onderzoek van Sival *et al.* (2010) laat zien dat de aanvoer van fosfor door slib binnen overstromde delen varieert tussen 0,1 en 50 kg P/ha, afhankelijk van onder meer de afstand tot de beekloop en de hoeveelheid sediment in het overstromingswater. Het slib in de beken is voor een groot deel afkomstig van erosie van voedselrijke bodemdeeltjes uit bovenstrooms gelegen landbouwgronden (Smolders *et al.*, 2017). Zolang dit het geval is brengt inundatie van broekbossen met beekwater het risico van eutrofiëring met zich mee. Met name wanneer broekbosontwikkeling wordt gecombineerd met waterberging is dit een belangrijk aandachtspunt. Het is in ieder geval goed om waterbergingsgebieden waar broekbosontwikkeling wordt nagestreefd niet te klein te maken, om de hoeveelheid slib per oppervlakte beperkt te houden en te zorgen dat er op grotere afstand van de beek ook plekken zijn waar weinig of geen fosfaatrijk slib wordt afgezet. Naast de fosforrijkdom van de bodems is de hydrologie een belangrijk knelpunt voor de ontwikkeling van broekbossen. In hoeverre hogere fosfaatgehalten leiden tot verzuuring hangt mede af van de hydrologie. De broekbossen langs de Swalm en de Verloren Beek laten zien dat onder voldoende natte, door kwel gevoede, situaties zelfs bij frequente overstroming en hoge fosfaatgehalten, nog een relatief soortenrijke ondergroei kan voorkomen met soorten als dotterbloem, zwarte bes en groot springzaad. Er moet dan wel voldoende aanvoer zijn van grondwater en dit moet ook nog eens de juiste kwaliteit hebben. Voor veel beekdalen zijn beide aspecten op dit moment een groot probleem, zoals ook blijkt uit de artikelen elders in dit nummer. Specifiek voor broekbossen geldt dat het grondwater voldoende ijzer moet bevatten en niet te veel sulfaat (Lucassen *et al.*, 2004), terwijl juist met name het sulfaatgehalte van het grondwater sterk is toegenomen als gevolg van verdroging en nitraatuitspoeling. Voor broekbossen die gevoed

worden met sulfaatrijk grondwater is het van belang dat er voldoende doorstroming plaatsvindt waardoor als gevolg van sulfaatreductie gemobiliseerde voedingsstoffen kunnen worden afgevoerd (Smolders *et al.*, 2003; Lucassen *et al.*, 2004). Het is van belang om hier bij het nemen van vernattingsmaatregelen rekening mee te houden.

### **Doorkijkje klimaat en nieuwe broekbossen**

In Nederlandse beekdalen zijn elzenbroekbossen met een goed ontwikkelde ondergroei erg schaars geworden. Veel bos is door intensivering van de landbouw verdwenen en wat nog resteert is vaak van een matige kwaliteit, als gevolg van verdroging en eutrofiëring door overstroming met voedselrijk beekwater. De beste kansen voor het herstel van elzenbroekbos met een goed ontwikkelde ondergroei ontstaan wanneer we gaan voor een integraal herstel van onze beekdalen. Alleen door maatregelen op landschapsschaal kan het noodzakelijke herstel van kwelstromen en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit worden gerealiseerd. Na herstel van de hydrologie liggen er voor de ontwikkeling van elzenbroekbos op voormalige landbouwgronden in principe goede kansen wanneer de beschikbaarheid van fosfaat kan worden verminderd. Onder suboptimale hydrologische omstandigheden zouden nieuwe bossen in beekdalen ook kunnen worden gebruikt voor de productie van hout. De terugkeer van het verdwenen hout zal in ieder geval leiden tot een toename van de (bio)diversiteit in het nu sterk gedegradeerde beekdallandschap en zal tevens een bijdrage leveren aan het vastleggen van koolstof.

---

## Summary

The return of the vanished wood: preconditions for the development of Alder woodland in brook valleys

**Fons Smolders, Han Runhaar, Roos Loeb en Esther Lucassen**

Stream valley, alder woodland, restoration, nutrients

Originally our brook valleys were largely covered with Alder forests but nowadays little is left of these marshy woodlands. In the context of water storage, there seem to be good opportunities to develop new alder woodland in brook valleys. The intensive agricultural use often results in heavily nutrient-enriched soil and (ground) water. Nevertheless the development of new alder forests on former agricultural land is often seen as an in-

teresting option because this forest type is ecologically known as a relatively nutrient-rich system. In an OBN study on the restoration of desiccated mixed forests in brook valleys, it was concluded that already a lot is known about the hydrological requirements of wet alder woodlands, but that there is relatively little knowledge about the role of nutrient availability in these forests. Therefore, in a follow-up study more attention was paid to the specific role of nutrients. The results show that phosphorus availability plays an important role. Well-developed species-rich vegetation is only observed in forests where the undergrowth is P limited. This means that for the development of new wet forests on former agricultural soils the creation of adequate hydrological conditions and the realization of P limited conditions are both important.

---

## Literatuur

**Güsewell, S., 2004.** N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New Phytologist* 164: 243–266.

**Lucassen, E.C.H.E.T., E. Brouwer, A.J.P. Smolders *et al.*, 2018.** Broekbosontwikkeling op landbouwgronden. Heeft het toevoegen van drinkwaterslib en doelsoorten een meerwaarde? *LANDSCHAP* 35(4): 198–209.

**Lucassen E.C.H.E.T., 2004.** Biogeochemical constraints for the restoration of sulphate rich fens. Nijmegen. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.

**Runhaar, J. & P.C. Jansen, 2004.** Overstroming en vegetatie. Vergelijkend onderzoek in 5 beekdalallocaties. Wageningen. Alterra, Wageningen UR. Rapport 1079.

**Runhaar J., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders *et al.*, 2013.** Herstel broekbossen. Den Haag. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken. Rapport OBN-169-BE.

**Runhaar J., R.C.M. Verdonschot, C. Swinkels *et al.*, 2019.** Ontwikkeling broekbossen. Driebergen. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE). Rapport OBN-227-BE.

**Sival, F.P., H. ten Beest & R. Engelbertink, 2010.** Sedimentatie en nutriëntenaanvoer in kleine rivier- en beekdalgraslanden. Wageningen. Alterra, Wageningen UR. Rapport 1064.

**Smolders A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen & J.G.M. Roelofs, 2003.** Waterpeilregulatie in broekbossen, bron van aanhoudende zorg. *H20* 36(24): 17–19.

**Smolders, A., E. Lucassen, J. Roelofs *et al.*, 2017.** Woekering van waterplanten in beken tot op de bodem uitgezocht. *H20-Online*, 16 februari 2017.

**Verdonk H., 2016.** Het vergeten landschap. Beekdalen in de Kempen. Uitgegeven in eigen beheer, 93 pp.

**Witte, J.P.M., R. Wójcik, P.J.J.F. Torfs *et al.*, 2007.** Bayesian classification of vegetation types with Gaussian mixture density fitting to indicator values. *Journal of Vegetation Science* 18: 605–612.