



Kansen voor de ongewervelden van beekdalen bij integraal beekherstel

Habitattypen die in beekdalen voorkomen op het grensvlak van water en land, zoals kleine zeggenmoerassen en elzenbroekbossen, herbergen onder ongestoorde omstandigheden een grote diversiteit aan ongewervelden. Vaak stellen deze karakteristieke semi-terrestrische soorten bijzondere eisen aan hun leefgebied. Dit artikel gaat in op deze randvoorwaarden, plaatst deze in het perspectief van de huidige beheerpraktijk en geeft aanbevelingen om het beheer voor deze ongewervelden te optimaliseren.

In de Nederlandse beekdalen op de hogere zandgronden waren in het verleden, onder invloed van toestromend grondwater, op grote schaal veenvormende systemen aanwezig, zoals doorstroommoerassen met kleine zeggenvegetaties en broekbossen (Van Diggelen & Verdonschot, dit nummer; figuur 1). Door geleidelijke overgangen van deze systemen naar regenwater- en oppervlaktewatergevoede situaties, waren op relatief korte afstand van elkaar allerlei gradiënten van diverse milieuomstandigheden aanwezig. De beken hadden over het algemeen een moeraskarakter en werden geflankeerd door overstromingsvlaktes met bijvoorbeeld grote zeggenvegetaties. Verstoringen, zoals overstromingen, het omvallen van bomen en activiteit van bevers, maakten de structurele complexiteit van het systeem nog groter. Door deze habitatheterogeniteit en -complexiteit op een relatief kleine oppervlakte hebben beekdalen in potentie een hoge biodiversiteit (Naiman & Decamps, 1997; Ramey & Richardson, 2017). In dit systeem nemen ongewervelden een belangrijke positie in, met name veel soorten die aangepast zijn aan het leven op de overgang tussen water en land: de zogenaamde semi-terrestrische fauna.

In de vorige eeuw zijn beekdalsystemen omgevormd naar gebieden met intensieve landbouw en doorsneden met een netwerk aan watergangen en andere drainage-middelen ten behoeve van de ontwatering. De oorspronkelijke doorstroommoerassen zijn vergraven tot gekanaliseerde watergangen met een overgedimensioneerd en genormaliseerd profiel, die het beekdal draineerden en

verdroogden. Deze watergangen hebben amper interactie met de aanliggende gronden in het beekdal en zijn, vaak met stuw en intensief beheer van de watervegetatie, ingericht om water zo efficiënt mogelijk af- of aan te voeren ten behoeve van agrarische activiteiten. Op de meeste plekken is, door de combinatie van een steil talud en een veranderde hydrologie, geen sprake meer van een geleidelijke overgang van water naar land. In combinatie met een hoge belasting met stoffen vanuit de aanliggende gronden heeft dit geleid tot een groot verlies aan biodiversiteit (Verdonschot *et al.*, 2017).

De meerwaarde van integraal beekherstel

Naast het nemen van maatregelen in de beek zelf zoals het inbrengen van dood hout, en herinrichting zoals het herprofilen van de loop, zetten waterbeheerders en terreinbeherende organisaties steeds vaker in op beekdalbreed herstel. Hierbij spelen de watergerelateerde klimaatopgaven een rol: één van de doelen is het klimaatbestendig inrichten van beekdalen zodat deze meer water vasthouden en dit vertraagd afvoeren (Verdonschot, 2009). Daarnaast is er binnen de Kaderrichtlijn Water meer aandacht gekomen voor doorstroommoerassen en moerasbeken (Van der Molen *et al.*, 2018). Bij beekdalbreed herstel worden niet alleen maatregelen in de beek zelf uitgevoerd, maar wordt het beekdal nadrukkelijk betrokken (Verdonschot *et al.*, 2017). Er wordt integraal naar het beekstelsysteem gekeken, waarbij de focus ligt op maatregelen om het beekdal te vernatten, zoals het dempen van sloten met een

hersteleecologie
biodiversiteit
macrofauna
beekdallandschap

R.C.M. (Ralf)

Verdonschot

Wageningen Environmental
Research, Postbus 47,
6700 AA Wageningen,
ralf.verdonschot@wur.nl

P.F.M. (Piet)

Verdonschot

Wageningen Environmental
Research & Institute for
Biodiversity and Ecosystem
Dynamics (IBED-FAME),
Universiteit van Amsterdam

Foto **Gertjan van Noord**.
Drentsche Aa.

Figuur 1 Enkele voor semi-terrestrische ongewervelden belangrijke habitattypen in een beekdal: elzenbroekbos (links) en kleine zeggenmoerassen (rechts). Foto's: Ralf Verdonshot (links) / Rudy van Diggelen (rechts).

Figure 1 Examples of important habitat types for semi-terrestrial invertebrates in stream valleys: Alder forest (left) and fen peatland (right).



drainerende werking, het verondiepen van de beek of het stoppen met schoningsbeheer. Ten behoeve van de vegetatieontwikkeling wordt in sommige gevallen ook de voedselrijke toplaag van de bodem verwijderd. Gezien de aard van de maatregelen is de ruimtelijke schaal van deze projecten meestal aanzienlijk. Ook de sterke populatiegroei van de bever draagt bij aan de vernatting van beekdalen (Hommersom, 2010).

Doel van de maatregelen is het in gang zetten van een ontwikkeling in de richting van de systemen die oorspronkelijk op deze plekken aanwezig waren, zoals veenvormende vegetaties. Veel onderzoek is al gedaan naar de chemie, de hydrologie en de vegetatie na herstel.



Figuur 2 De loopkever *Carabus granulatus* komt veel voor in broekbossen en moerassen (foto: Dick Belgers).

Figure 2 The carabid beetle *Carabus granulatus* is common in alder forests and stream valley wetlands.

De vraag is echter hoe de fauna, en in het bijzonder de voor dit milieu typerende semi-terrestrische ongewervelden, reageren op de herstelmaatregelen.

Om beter in beeld te krijgen welke eisen deze groep stelt is de faunacomponent het afgelopen decennium meegenomen in verschillende OBN-onderzoeken naar beekdalsystemen (Aggenbach et al., 2014; Verdonshot et al., 2017; Runhaar et al., 2013; 2019). In kleine zeggenmoerassen in Nederland, België, Duitsland en Polen zijn spinnen, loopkevers (figuur 2), nachtvlinders en kokerjuffers onderzocht. Daarnaast zijn in enkele Nederlandse broekbossen loopkevers en spinnen verzameld. Dit artikel beschrijft wat we uit deze onderzoeken hebben geleerd over de eisen die deze dieren stellen, en hoe die eisen zich verhouden tot de beekdalbrede herstelmaatregelen die op dit moment worden toegepast.

Milieufactoren die sturend zijn voor de samenstelling van de ongewerveldenfauna

De meeste ongewervelden in zowel elzenbroekbossen als kleine zeggenmoerassen zijn niet strikt gebonden aan deze habitattypen. Zo vertonen de spinnen- en loopkeverfauna van kleine zeggenvegetaties, grote zeggenvegetaties, rietlanden en graslanden in overstromingsvlaktes grote overeenkomsten (Aggenbach et al., 2014). Ook de fauna in

Omgevingsfactor	Organismegroep			
	Kokerjuffers (Trichoptera)	Loopkevers (Coleoptera: Carabidae)	Spinnen (Aranea)	Nachtvlinders (Lepidoptera: Heterocera)
Mesoschaal (ca. 1 ha)				
Aandeel korte vegetatie			•	
Aandeel open water		•	•	•
Aandeel bedekking bomen en struiken		•	•	•
Hoogte bomen en struiken	•	•	•	•
Plotschaal (enkele tientallen m²)				
Microtopografie	•		•	•
Mate van inundatie			•	•
Mate van ontwatering		•	•	
Jaren sinds laatste beheer			•	
Biomassa totaal		•	•	
Biomassa strooisel		•	•	•
Biomassa mossen		•	•	•
Biomassa vaatplanten	•		•	•
Lichtdoorlatendheid vegetatie		•	•	•

Tabel 1 Invloed van omgevingsfactoren op de samenstelling van verschillende groepen ongewervelden in kleine zeggenmoerassen in Nederland, België, Duitsland en Polen in de studie van Aggenbach *et al.* (2014). Significante verbanden zijn weergegeven met • op basis van variance partitioning analyses die aangeven hoeveelheid variatie in soortensamenstelling verklaard werd door milieufactoren op verschillende schaalniveaus.

Table 1 Influence of environmental variables on the community composition of invertebrates in fen peatlands in the Netherlands, Belgium, Germany and Poland, based on the study of Aggenbach *et al.* (2014). Significant relationships are indicated with •, summarizing the outcome of variance partitioning analyses which determined the amount of variance in species composition explained by the environmental variables on different spatial scales.

broekbossen overlapt met die van bijvoorbeeld wilgenbossen en grote zeggenmoerassen en zelfs gedeeltelijk met die van dotterbloemhooilanden (Runhaar *et al.*, 2013).

De classificering en begrenzing van deze habitattypen bleek niet volledig passend voor de onderzochte faunagroepen. Soorten die karakteristiek zijn voor goed ontwikkelde bossen en moerassen bleken juist te reageren op de meso- en microstructuren binnen deze habitattypen en niet zozeer op de macroschaal waarop de habitattypen zijn gedefinieerd.

Ongewervelde dieren stellen vaak hoge eisen aan bijvoorbeeld de lucht- en bodemvochtigheid en de structuur van bodem en vegetatie (Turin, 2000). Onderzoek in kleine zeggenmoerassen (Aggenbach *et al.*, 2014; tabel 1) en in

broekbossen (Runhaar *et al.*, 2019) bevestigt het belang van en de samenhang tussen de microtopografie, de natheid van het terrein en de vegetatiestructuur. De aanwezigheid van microreliëf, in kleine zeggenmoerassen in de vorm van bijvoorbeeld mosbulten en polvormende zeggen en in broekbossen in de vorm van stamvoeten van bomen, omgevallen bomen en de kuilen die hierdoor achterblijven, zorgen voor kleinschalige gradiënten in onder andere vochtgehalte en microklimaat (figuur 3). Naast dit microreliëf bleek uit beide studies dat een open begroeiing met een afwisselende structuur een belangrijke vereiste is. In de kleine zeggenmoerassen is dit een vegetatie die bestaat uit soortenrijke begroeiingen van mossen en vaatplanten, met een open structuur waardoor licht tot op

de bodem kan doordringen. In de broekbossen gaat het om een mozaïek van begroeide plekken met vaatplanten of mossen, afgewisseld met kale bodem op drooggevalen plekken die langdurig onder water hebben gestaan. Er is een aanvullende verklaring voor de overlap in soortensamenstelling tussen verschillende habitattypen uit beekdalen. In relatief ongestoorde situaties, zoals op de referentielocaties in Duitsland en Polen, ontbreken de huidige, veelal door beheer ontstane scherpe afbakeningingen tussen habitattypen (bos versus korte vegetatie). Deze beekdalen bevatten veel meer graduele overgangen en interne variatie tussen bos, moerasvegetaties en water, wat meer mogelijkheden biedt voor soorten die verschillende landschapselementen op korte afstand van elkaar nodig hebben om hun levenscyclus te kunnen doorlopen. Uit de onderzoeken bleek ook dat op een groter landschappelijk schaalniveau de samenstelling van de ongewerveldenfauna verklaard kon worden door de aanwezigheid van bomen en struiken in de kleine zeggenmoerassen en door plekken met permanent open water (o.a. beekloopjes, slenken, poelen) in zowel de zeggenmoerassen als de broekbossen.

Deze elementen voegen extra variatie toe aan het landschap, waardoor het habitatmozaïek een nog grotere complexiteit krijgt en een variatie aan milieuomstandig-

heden biedt waarvan ongewervelden kunnen profiteren (Nijssen *et al.*, 2019). Groepen bomen of struiken bieden zowel koele, vochtige schaduwplekken als zonbeschenen randen om op te warmen, of een dikke strooisellaag waarin dieren kunnen overwinteren. Ook kunnen de landschapselementen ieder apart een rol spelen in delen van de levenscyclus van ongewervelden. Zo zijn wateren bijvoorbeeld een plek voor voortplanting of een habitat voor het larvale stadium.

Knelpunten in de huidige (herstelde) situatie

De aanwezigheid van structuurvariatie in zeggenmoerassen en broekbossen leidt tot een grote habitatheterogeniteit, waardoor een relatief groot aantal soorten uit verschillende habitattypen op een relatief klein oppervlak samen kan voorkomen (Runhaar *et al.*, 2013; Aggenbach *et al.*, 2014; Verdonschot *et al.*, 2017). De aanwezigheid van mozaïeken en gradiënten is essentieel voor veel soorten die gedurende hun levenscyclus meerdere habitatelementen nodig hebben. Daarbij moeten deze elementen ook nog eens op een overbrugbare afstand van elkaar liggen. Een ongestoord hydrologisch regime in combinatie met een lage nutriëntenbelasting

Figuur 3 Microtopografie in broekbos (stamvoeten en omgevallen bomen, links) en in kleine zeggenmoerassen (mosbulten, rechts) zorgen voor gradiënten in omstandigheden waarvan ongewervelden profiteren. Foto's: Ralf Verdonschot (links) / Rudy van Diggelen (rechts).

Figure 3 Microtopography resulting from the stem bases and fallen trees in alder forests and moss hummocks in fen peatland creates gradients in environmental conditions shaping invertebrate communities.

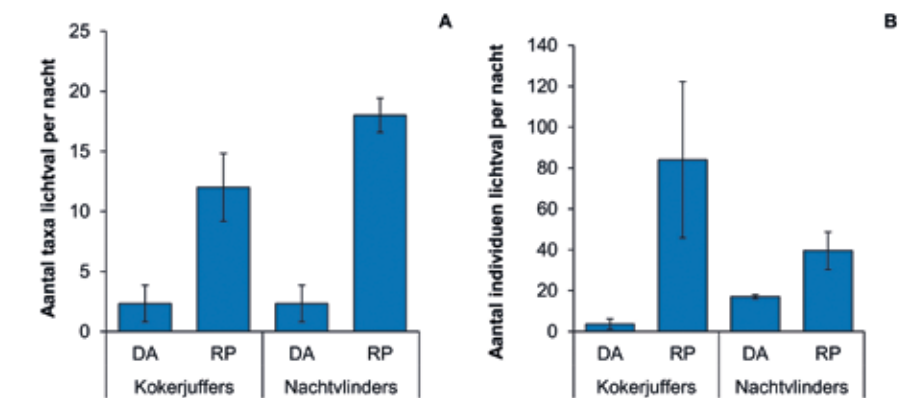


is vereist om de habitatmozaïeken in beekdalsystemen te behouden en daarmee de geschiktheid voor specialistische ongewervelden te waarborgen. Verstoringen in de vorm van toevoer van voedselrijk grond- of oppervlaktewater of een dalende grondwaterstand zorgen al snel voor een te hoge vegetatieproductie en daarmee voor verruiging, waardoor de karakteristieke open mozaïekstructuur verloren gaat. Dit leidt tot verlies van karakteristieke soorten en homogenisering door een toename van soorten met een bredere ecologische amplitude.

Uit onderzoek blijkt dat herstelprojecten in de Nederlandse beekdalen effectief zijn voor een aantal karakteristieke soorten (Verdonschot & Verdonschot, 2020), maar dat deze herstelde beekdalen relatief arm zijn aan soorten en aantallen individuen ten opzichte van weinig gedegradeerde beekdalsystemen in het buitenland (Aggenbach et al., 2014; figuur 4). Dit lijkt vooral samen te hangen met het ontbreken van de kleinschalige variatie die in intacte systemen zo prominent aanwezig is.

Herstelmaatregelen richten zich vaak op een beperkt aantal aspecten. Zo wordt in terreinen waar men streeft naar kleine zeggenmoerassen vaak relatief intensief gemaaid, om het ontstaan van een open soortenrijke vegetatie te bevorderen. Dit maaien gaat echter ten koste van het voor de ongewervelden zo belangrijke microreliëf in het terrein. Ook leidt het maaien tot het verdwijnen van alle opgaande structuur, die bijvoorbeeld van belang is voor het overleven van overwinterende vlinders. Bij een vergelijking tussen niet-gemaaide en gemaaide kleine zeggenmoerassen bleek in de niet-gemaaide delen het aandeel van als rups of pop overwinterende nachtvlindersoorten circa een kwart hoger te liggen dan in de gemaaide delen (Aggenbach et al., 2014).

Bij herstel van broekbossen wordt vaak vernatting toegepast, waarbij het hele bos langdurig of zelfs permanent onder water komt te staan. Hiervan profiteren de karak-



Figuur 4 Vergelijking tussen de taxonrijkdom (A) en de abundantie (B) van volwassen kokerjuffers en nachtvlinders (gemiddeld aantal \pm 1 standaarddeviatie) in lichtvallen in een vrijwel onaangetast kleine zeggenmoeras in Polen (Rospuda; RP, n = 2) en in het beekdal van de Drentse Aa (DA, n = 3) waar herstel van kleine zeggenmoerassen plaatsvindt.

Figure 4 Comparison between light trap catches of adult caddisflies and moths (mean \pm 1 standard deviation) in an undisturbed fen peatland in Poland (Rospuda; RP, n = 2) and a site in the Netherlands (Drentse Aa; DA, n = 3) where restoration measures have been carried out to restore the degraded fen peatlands.

teristieke broekbosbewoners echter niet. De karakteristieke aquatische fauna van broekbossen heeft zich aan periodieke droogval aangepast (Wiggers & Moller Pillot, 2018) en om de vereiste habitatheterogeniteit te krijgen is een periodieke daling van de waterstand tot op maai-veld noodzakelijk (Runhaar et al., 2019).

Om optimale omstandigheden te creëren is een hydrologisch regime nodig waarbij het broekbos in het winterhalfjaar geïnundeerd is, terwijl het in de loop van het zomerhalfjaar droogvalt waarbij alleen lokale kwelplekken en laagtes permanent water blijven bevatten.

Perspectieven voor het beheer

Om de fauna te faciliteren moet in het beheer rekening gehouden worden met instandhouding van kleinschalige variatie en habitatdiversiteit. Om duurzame effecten te bereiken met beheer is het echter ook noodzakelijk de knelpunten in het grotere systeem weg te nemen met maatregelen die de bron van de problemen aanpakken, met name de combinatie van hydrologische verstoring en verrijking met voedingsstoffen. Deze factoren,

die spelen op een regionale schaal, bepalen in hoge mate de uiteindelijke effectiviteit van maatregelen op lokale schaal (Verdonschot *et al.*, 2021).

De consequentie hiervan is dat vooraf, bijvoorbeeld bij het opnieuw inrichten van een gebied, al moet worden nagedacht over de knelpunten die op systeem-schaal een rol spelen in een terrein, en de gevolgen hiervan voor het behalen van de gestelde doelen. Deze knelpunten moeten zo veel mogelijk vooraf worden aangepakt of gemitigeerd, zodat in een later stadium minder of zelfs geen beheer in het terrein meer nodig is en processen zo veel mogelijk natuurlijk kunnen verlopen. Zo zou voorkomen kunnen worden dat telkens terugkerende ingrepen, met negatieve gevolgen voor de fauna, hoog-frequent moeten worden uitgevoerd. Kortom: het is belangrijk om te sturen op processen op een hoger schaal-niveau in plaats van steeds kleinschalige maatregelen uit te voeren.

Ten slotte is herstel van de karakteristieke fauna van zeggenmoerassen en broekbossen afhankelijk van de aanwezigheid van populaties op overbrugbare afstand, die als bron van kolonisten kunnen dienen. Dat de dispersiecapaciteit van soorten beperkend kan zijn voor herstel is bijvoorbeeld aangetoond met een herintro-

ductie-experiment met kokerjuffers (Verdonschot *et al.*, 2019), maar dit geldt hoogstwaarschijnlijk ook voor andere faunagroepen die in beekdalen voorkomen. Aangezien intacte beekdalvenen in Nederland niet meer aanwezig zijn en de meeste broekbossen te lijden hebben onder verdroging en vermessing, is het de vraag in hoeverre het beekdalbrede herstel op korte termijn leidt tot de terugkeer van het gehele spectrum aan specialisten. Dat op korte termijn wel degelijk vestiging van typische moerassoorten kan optreden, laat onderzoek aan loopkevers in grootschalig herstelde moerasbeken en doorstroommoerassen in Drenthe zien (Verdonschot & Verdonschot, 2020). De toekomst moet uitwijzen of andere soorten volgen, of dat voor een deel van de soorten herintroductie overwogen moet worden.

De onderzoeken die aan de basis liggen van dit artikel zijn gefinancierd door het kennisnetwerk ontwikkeling beheer natuurkwaliteit (OBN) onder de projectnummers OBN-169-BE, 183-BE, 199-BE, 215-BE, 227-BE onder begeleiding van het deskundigenteam Beekdallandschap.

Summary

Stream valley invertebrate communities benefit from integrated stream and wetland restoration

Ralf Verdonschot & Piet Verdonschot

restoration ecology, biodiversity, macroinvertebrates, stream-valley-ecosystems

Stream-valley-habitats in the riparian zone of streams, such as fens with small sedge plant communities and

alder forests host in an undisturbed state biodiverse invertebrate assemblages, with many semi-terrestrial invertebrates inhabiting the land-water transitional zone. Specific environmental conditions are required to establish and maintain populations of these species, which are in the light of the restoration and management of the systems, important to identify. Studies in stream valleys in the Netherlands, Belgium, Germany and Poland on carabid beetles, spiders, caddisflies and moths were

used to identify the main drivers of biodiversity in these habitats from the scale of micro- to mesohabitat. On the microscale microtopography and an open vegetation structure were important factors determining the community composition, whilst on the mesoscale the presence of scattered trees and shrubs as well as patches with open water were important factors. In contrast to reference stream valley fens restored sites in the Netherlands

were species poor. This was related to a lack of small-scale habitat variation at the sites, caused by a combination of intensive mowing and a high vegetation production due to eutrophication and hydrological disturbance. Furthermore, species establishment in restored sites might be hampered by a lack of source populations.

Literatuur

Aggenbach, C.J.S., R.C.M. Verdonschot, H.H. de Vries *et al.*, 2014. Effecten van maaibeheer op kleine zeggenmoerassen in beekdalen; effecten op vegetatiestructuur, microtopografie en faunagemeenschappen. Den Haag. Ministerie van Economische Zaken, Directie Agrokennis. Rapport OBN-183-BE.

Hommersom, A., 2010. Bevers in de beek. Vakblad Natuur Bos en Landschap 7: 18-21.

Naiman, R.J. & H. Decamps, 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 621–658.

Nijssen, M., J. Bouwman, H. van Kleef & J. Noordijk, 2019. Kansen voor fauna in natuurbeheer. OBN Expertisegroep Fauna. Zeist. KNNV Publishing.

Ramey, T.L. & J.S. Richardson, 2017. Terrestrial invertebrates in the riparian zone: Mechanisms underlying their unique diversity. *BioScience* 67: 808–819.

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

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

Turin, H., 2000. De Nederlandse loopkevers. Verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae). *Nederlandse Fauna* 3. Leiden. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij en EIS-Nederland.

Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers *et al.*, 2018. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027. Amersfoort. STOWA. Rapport 2018-49.

Verdonschot, P.F.M., H. Runhaar, D. Hendriks & R.C.M. Verdonschot, 2017. Integraal natuurherstel in beekdalen. Ontwikkeling van diffuse afvoersystemen, gedempte afvoerdynamiek en beekprofielherstel. Driebergen. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE). Rapport OBN-227-BE.

Verdonschot, P.F.M., 2009. Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei. Wageningen. Alterra, Wageningen UR.

Verdonschot, R., E. Penning, K. Berends *et al.*, 2021. Aangepast beheer en onderhoud en kleinschalige maatregelen beken. Driebergen. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE). Rapport OBN-243-BE.

Verdonschot, P.F.M. & R.C.M. Verdonschot, 2020. Effecten van integraal beekherstel op de loopkeverfauna. *De Levende Natuur* 121: 129-133.

Verdonschot, R., T. van der Meer & P. Verdonschot, 2019. Herintroductie van macrofauna: een haalbare kaart? *Vakblad Natuur Bos Landschap* 151: 23-25.

Wiggers, R. & H. Moller Pillot, 2018. Macrofauna in broekbossen; leven tussen nat en droog. *Macrofaunanieuws* 146: 2-10.