

## De ecologische meerwaarde van het aanbrengen van grindbedden in de Tongelreep

*Mandy Velthuis, Annieke Borst (Wageningen Environmental Research), Mark Scheepens, Ineke Barten (waterschap De Dommel), Albert Dees (AQUON), Mieke Moeleker (AQUON, waterschap Aa en Maas), Bart Brugmans (waterschap Aa en Maas), Ralf Verdonschot (Wageningen Environmental Research)*

**Beekfauna kan profiteren van het aanbrengen van grindbedden in beken. Eén van de weinige beken in Nederland waarin grind is aangebracht is de Tongelreep in Noord-Brabant. Dit artikel beschrijft de ervaringen met deze maatregel, waarbij is gekeken naar de stabiliteit van de grindbedden en de aanwezigheid van macrofauna. De grindbedden bleken zich niet te verplaatsen, maar varieerden wel in grootte door tijdelijke sedimentbedekking. Het aantal op het ingebrachte grind aanwezige kenmerkende taxa was opvallend hoog. Het stimuleren van het ontstaan van grindbedden verdient daarom meer aandacht bij het ontwerp van beekherstelmaatregelen.**

Grindbedden hebben een belangrijke functie in laaglandbeken. Ze vormen het paaisubstraat voor verschillende beekvissoorten en herbergen een diverse en kenmerkende macrofaunagemeenschap [1]. Dit komt door de opbouw van een grindpakket; veel stabiel hard oppervlak, met hiertussen open ruimtes en luwten waar water passeert met een continu hoge zuurstofverzadiging. Hier kunnen dieren leven of eieren worden afgezet zonder dat deze door de stroming weggespoeld worden.

In beken waar van nature grindbedden voorkomen, zijn deze op veel plaatsen ongeschikt geworden als habitat, of volledig verdwenen. Een belangrijke oorzaak van het verdwijnen van grindbedden is het overdimensioneren van het beekprofiel bij herinrichting. Hierdoor is er bij lage afvoeren te weinig stroming, waardoor het grind niet schoonspoelt. Daarnaast ontbreekt gewoonlijk dood hout, wat lokaal voor stroomversnellingen zorgt. De grootste bedreiging voor grindbedden is het dichtslaan van de ruimtes en luwe plekken tussen de korrels [2]. Dit kan optreden door verslibbing of aanzanding bij een verlaagde afvoer, waardoor de ruimtes verstopt raken en de zuurstofvoorziening verslechtert. Massale aangroei van algen heeft vergelijkbare negatieve effecten. Dit treedt op door eutrofiëring, vaak in combinatie met te veel licht door het verdwijnen van bomen op de oevers.

### Stysteemherstel

Het revitaliseren van grindbedden vraagt systeemherstel; zowel van de hydrologische en morfologische processen in het beeksysteem, als de verrijking van het beekwater met voedingsstoffen. Hiervoor is een gerichte aanpak vereist.

In de tussentijd kan als versterkende maatregel het inbrengen van grind worden overwogen, of wanneer andere gebruiksfuncties van de beek of het beekdal het inzetten van natuurlijke processen belemmeren. Het inbrengen van grind is in Nederland een maatregel die weinig wordt toegepast. Dit in tegenstelling tot Groot-Brittannië en de Verenigde Staten, waar het aanleggen van grindbedden als paaisubstraat voor zalmachtigen een standaardmaatregel is [3].

Een van de weinige plekken in Nederland waar grind is gesuppleerd is de Tongelreep in Noord-Brabant, waar waterschap De Dommel op vijf locaties grind heeft ingebracht. Na de ingreep zijn de vorm en ligging van de grindbanken gedurende drie jaar gevolgd. Verder is onderzocht welke

macrofaunagemeenschap op het grind voorkomt ten opzichte van naastgelegen controlelocaties zonder grind.



*Afbeelding 1. Grindbed in de Tongelreep. Vooral aan de linkerkant van de loop is het grindbed goed zichtbaar, rechts is aanzanding te zien en heeft vegetatie zich gevestigd. De korrels zijn veelal donker gekleurd door de ontwikkeling van een biofilm die vooral bestaat uit algen*

## **Methode**

### ***Studielocatie***

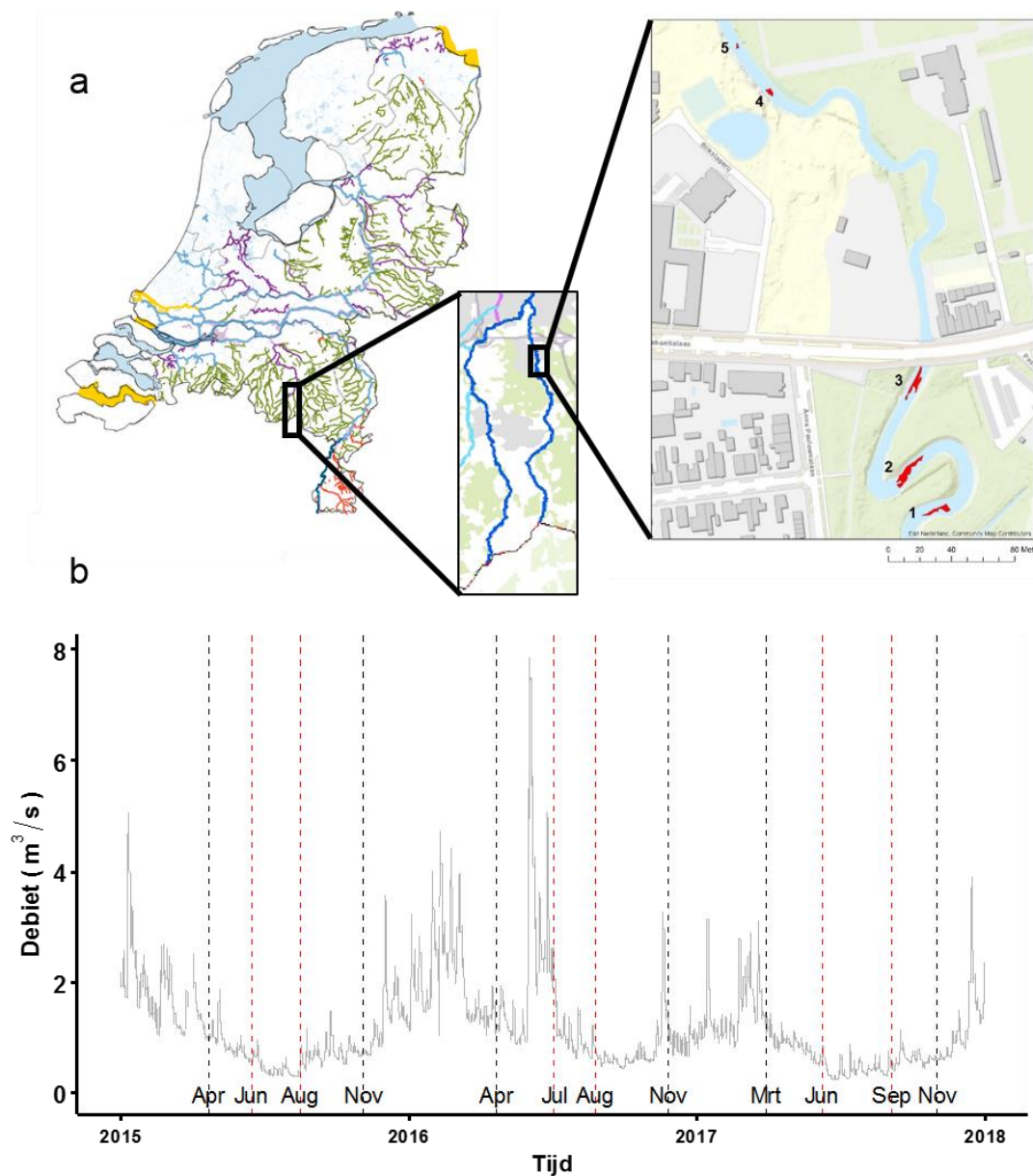
De Tongelreep maakt deel uit van het stroomgebied van de Dommel. In de ondergrond is hier van nature grind aanwezig, met name in de bovenloop (de 'formatie van Sterksel'). Op de meeste plekken komt de 'formatie van Boxtel' aan de oppervlakte, bestaande uit grof zand met sporadisch grind.

Het experiment met het inbrengen van grind is uitgevoerd ter hoogte van Aalst. In dit traject was geen ruimte om natuurlijke beekprocessen de ruimte te geven, waardoor het grind vrij kon spoelen, als gevolg van de aanwezigheid van objecten met cultuurhistorische waarde en een sportpark. In 2012 zijn drie grindbedden met een volume van ieder ongeveer 2.5 m<sup>3</sup> ingebracht, gevolgd door nog eens twee grindbedden van ongeveer 1 m<sup>3</sup> in 2015 (afbeelding 1). Hiervoor werd grind met een korrelgrootte van 4-32 mm gebruikt. Aan het begin van de monitoringsperiode (april 2015) waren de grindbedden gemiddeld 15±5 meter lang en bedroeg de oppervlakte gemiddeld 36±13 m<sup>2</sup> (zie afbeelding 2). De dikte bedroeg 10-20 cm.

### ***Eigenschappen grindbedden***

De stroomsnelheid, waterdiepte en substraatbedekking zijn tijdens de macrofaunamonsteringen in 2016 en 2017 vier keer gemeten. In het voor- en najaar van 2015, 2016 en 2017 werd de positie van de grindbedden vastgelegd door de grindbedcontouren met *differential GPS* (dGPS) in te meten. In

Geo-informatiesysteem ArcGIS zijn vervolgens de oppervlakte en de X,Y-coördinaten van het centrum van het grindbed bepaald.



Afbeelding 2. (a) Ligging van de vijf aangebrachte grindbedden (in rood) in de Tongelreep. (b) Debiet en monsterndata. De grijze lijnen geven de grindbed-inmeetmomenten weer, de rode lijnen de macrofaunabemonsteringsmomenten

### **Samenstelling macrofauna grindbedden**

Macrofauna werd tweemaal per jaar bemonsterd in de periode 2015-2017 (juni-juli en augustus-september) met een Surber-sampler (oppervlakte 25x25 cm, maaswijdte 0.5 mm). De monstername vond plaats op de vijf grindbedden en op vijf nabijgelegen controleplekken met zand en detritus. Voor iedere monsterlocatie werd de totale soortenrijkdom en het aantal kenmerkende taxa voor het KRW-watertype R5 bepaald. Hiervoor werd de data taxonomisch afgestemd om dubbeltellingen in verschillende taxonomische niveaus te voorkomen bij het bepalen van de soortenrijkdom [4]. Verder

zijn de gemiddelde milieu- en habitatpreferentiescores voor taxa met een preferentie voor de substraatklassen grind en stenen en voor de stromingsklasse snel stromend water vastgesteld [5].

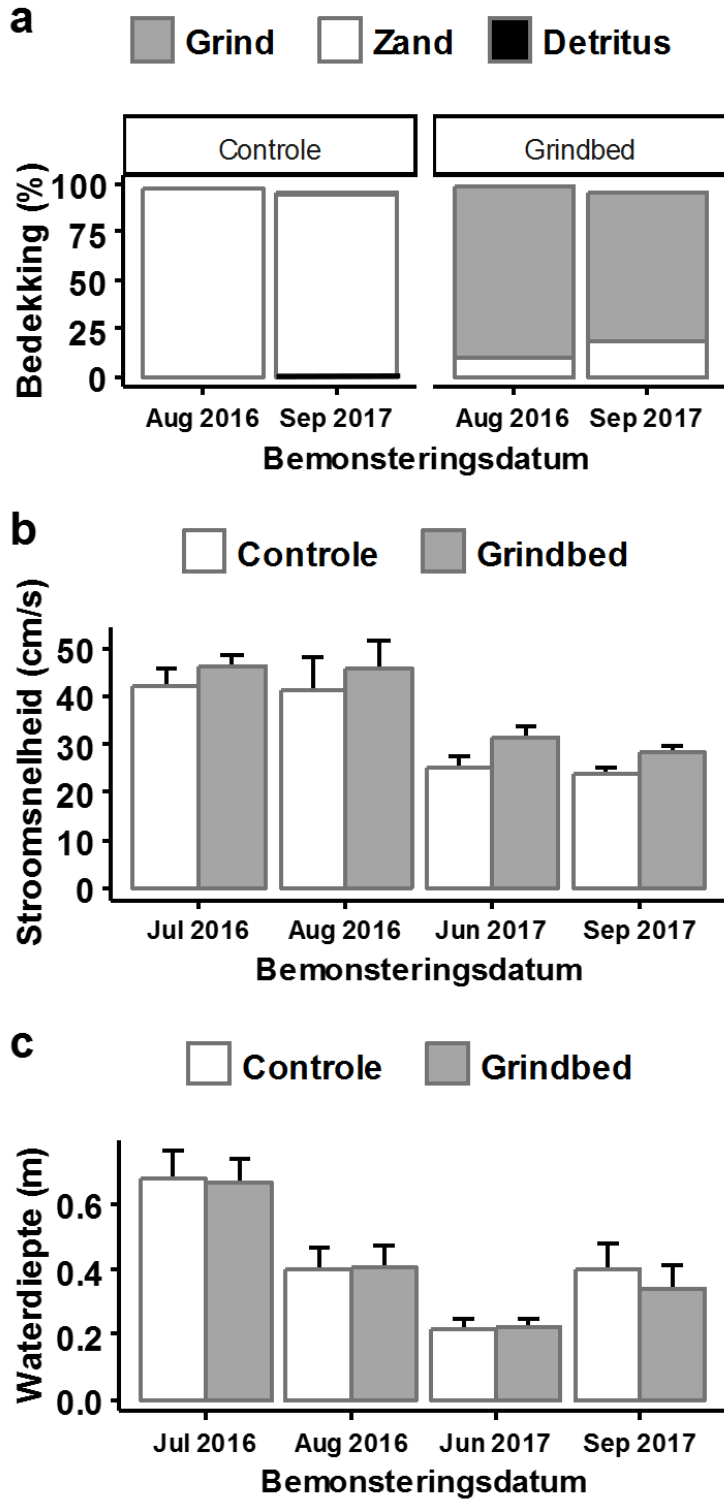
### **Statistiek**

Alle statistiek is uitgevoerd met behulp van *generalized linear mixed-effect*-modellen in R [6], [7]. Met deze modellen zijn de variabelen totale soortenrijkdom en aantal kenmerkende soorten, de habitatpreferentiescores en omgevingsvariabelen (stroomsnelheid en waterdiepte) getest op effecten van substraattypen (grindbedden versus controle). Hierbij is de locatie van de bemonstering meegenomen als *random term*, aangezien deze locaties op meerdere tijdstippen zijn bemonsterd. De *residuals* van de modellen zijn op normaliteit getest en indien nodig zijn de variabelen getransformeerd. Omdat de grindbedden in verschillende jaren aangelegd zijn, is getest of het jaar van aanleg effect had op de gevonden resultaten. Indien dit het geval was, is hiervoor gecorrigeerd door deze factor als *random term* mee te nemen in de analyse. Voor de stabiliteit van de grindbedden zijn de grindbedoppervlakte en de X- en Y-coördinaten van de grindbedden getest op tijdseffecten. Wanneer er namelijk een gerichte verplaatsing zou optreden, is dit terug te zien in een trend in de coördinaten.

### **Resultaten**

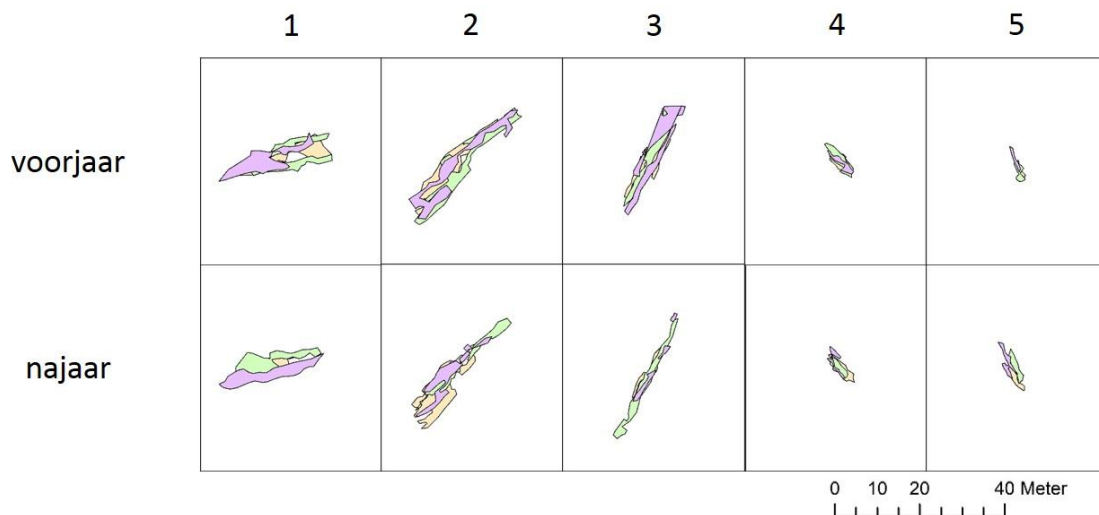
#### ***Eigenschappen grindbedden***

De metingen lieten zien dat de sedimentatie op de grindbedden beperkt bleef, aangezien de oppervlakte van de grindbedden aan het eind van de monitoring nog steeds voor circa 80 procent uit grind bestond (zie afbeelding 3a). Er vonden in de tijd wel veranderingen plaats in de oppervlakte van de grindbedden; een gemiddelde verplaatsing van  $1.0 \pm 0.3$  meter tussen de begin- en de eindpositie van het centrum van een grindbed. Deze verplaatsing was vooral een vormverandering en geen significante benedenstrooms gerichte verplaatsing van het grindbed. Dit geeft aan dat de grindbedden over een periode van vijf jaar (vanaf 2012) op hun plek in de beek bleven liggen (afbeelding 4). Er was geen significant verschil in oppervlakte van de grindbedden tussen seizoenen. Boven de grindbedden was de stroomsnelheid niet significant hoger en het water niet ondieper in vergelijking met de controles (afbeelding 3b, c).



Afbeelding 3. Eigenschappen van grindbedden en controlelocaties. De gemiddelde ( $\pm$ SE) substraatbedekking (a), stroomsnelheid (b) en waterdiepte (c) is gegeven per monsterlocatie





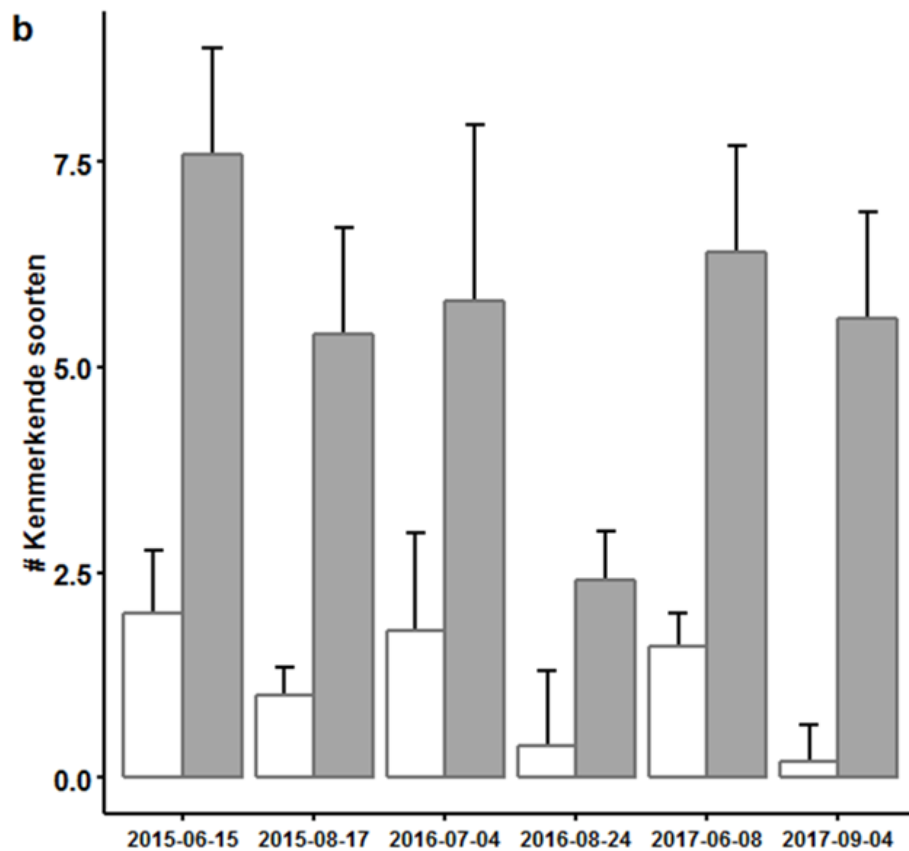
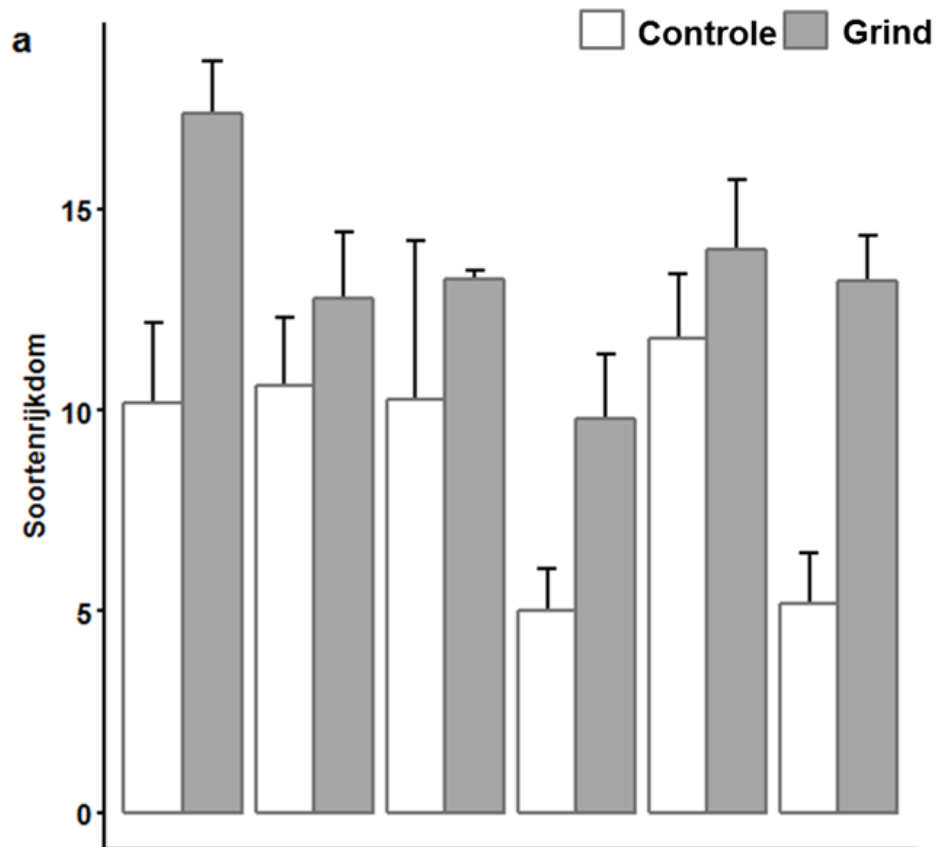
Afbeelding 4. Vormverandering van de grindbedden 1-5 in de Tongelreep. Kleuren geven het moment van inmeten weer: beige is 2015, groen 2016 en paars 2017

### **Samenstelling macrofauna grindbedden**

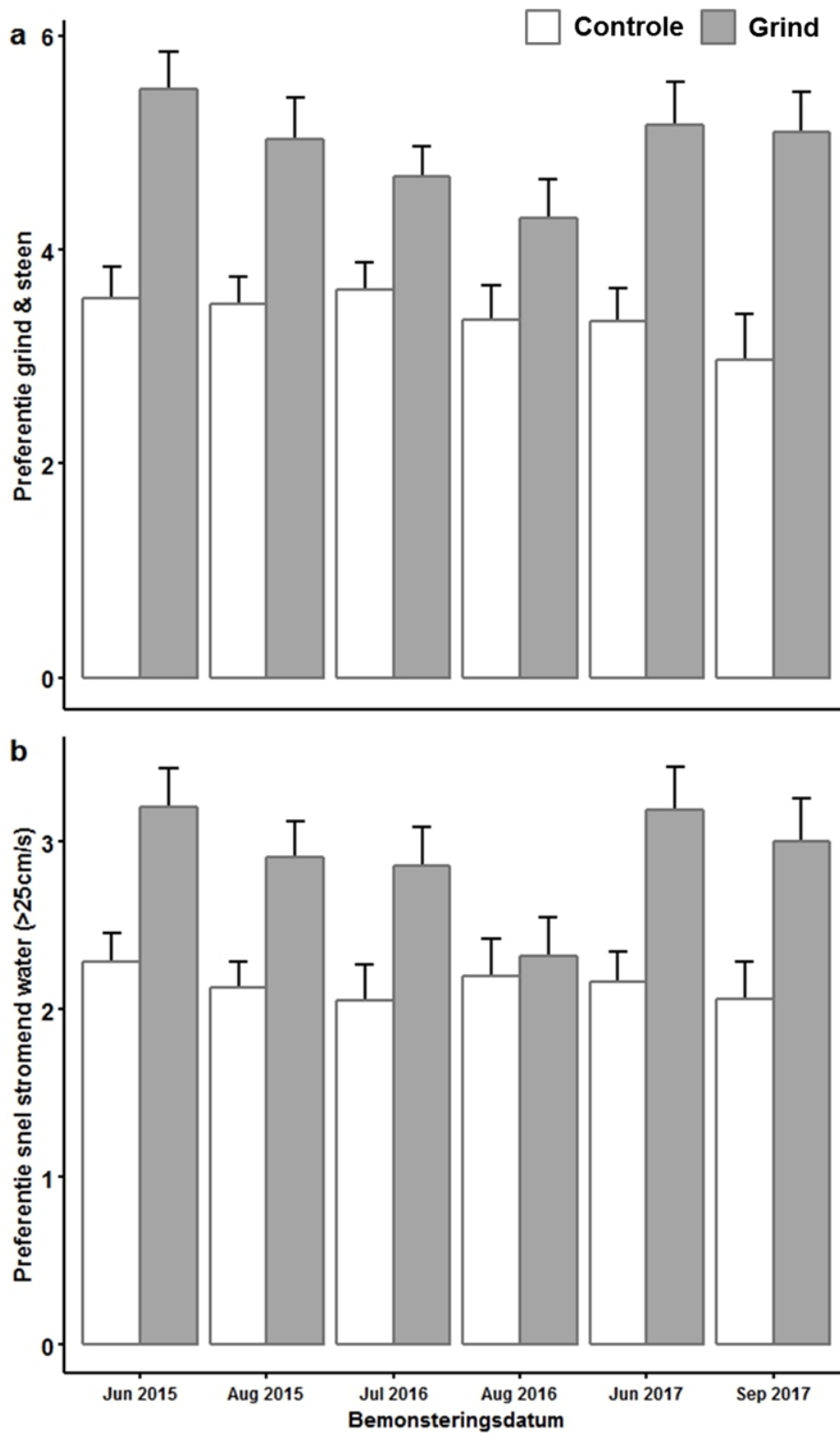
Zowel de totale soortenrijkdom als het aantal kenmerkende soorten voor KRW-watertype R5 was significant hoger op de grindbedden in alle meetjaren ( $P < 0.001$ , zie afbeelding 5). Op de grindbedden kwamen gemiddeld ( $\pm$ SE over de meetmomenten)  $13 \pm 2$  soorten en  $6 \pm 1$  kenmerkende soorten voor, in vergelijking met  $9 \pm 2$  en  $1 \pm 1$  soorten op de controlelocaties. Een dip in de soortenrijkdom in augustus 2016 was waarschijnlijk het gevolg van de extreme piekafvoeren in juni, waardoor dieren of hun eieren weggespoeld zijn, of van de substraatsamenstelling (afbeelding 1).

In totaal werden op de controlelocaties 12 en op de grindbedden 30 kenmerkende taxa aangetroffen. Hiervan waren 21 taxa uniek voor de grindbedden, tegen 3 taxa in de controlelocaties. Met uitzondering van de kever *Limnius volckmari*, waren alle taxa eerder in de Tongelreep aangetroffen. *L. volckmari* was alleen bekend van andere locaties in het beheergebied van De Dommel. Tabel 1 geeft een uitgebreid overzicht van de aangetroffen taxa.

De soorten op de grindbedden hadden een hogere preferentiescore voor grind en steen ( $P < 0.001$ , afbeelding 6a), met een gemiddelde preferentiescore van  $5 \pm 0.8$  op een schaal van 0 tot 10, vergeleken met de controle ( $3.3 \pm 0.6$ ). Bovendien werd er een hogere preferentiescore voor snel stromend water gehaald ( $P < 0.001$ ; afbeelding 6b).



Afbeelding 5. Totale soortenrijkdom (a) en aantal kenmerkende macrofaunasoorten (b) op de grindbedden en in de controle op verschillende meetmomenten. Balken geven het gemiddelde  $\pm$  SE weer



Afbeelding 6. Milieu- en habitatpreferentiescores van de macrofaunagemeenschap voor a) substraatklassen grind en steen, b) stromingsklasse snel stromend water



Tabel 1. Overzicht van de kenmerkende taxa voor het KRW-type R5, aangetroffen op de grindbedden en de controlelocaties (beide n=5) in de Tongelreep in de periode 2015-2017. Binding aan substraat grind en stenen: \* sterke binding, preferentiescore 6 tot 10; \*\* specialist, preferentiescore 10 [8]

Kenmerkend taxon R5	Groep	Totale abundantie	
		Controle	Grind
<i>Stylodrilus heringianus</i>	Borstelwormen	2	1
<i>Ancylus fluviatilis</i> **	Slakken		16
<i>Echinogammarus berilloni</i>	Vlokreeften	26	780
<i>Lebertia insignis</i>	Watermijten		2
<i>Lebertia rivulorum</i>	Watermijten		1
<i>Sperchon clupeiifer</i>	Watermijten		5
<i>Baetis buceratus</i>	Haften		1
<i>Baetis fuscatus</i>	Haften		1
<i>Centroptilum luteolum</i>	Haften		1
<i>Ephemera danica</i>	Haften	1	5
<i>Elmis aenea</i>	Kevers		9
<i>Elmis maugetii</i>	Kevers		8
<i>Limnius volckmari</i> *	Kevers		2
<i>Orectochilus villosus</i>	Kevers		4
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Kevers	1	3
<i>Athripsodes cinereus</i>	Kokerjuffers	1	13
<i>Goera pilosa</i> **	Kokerjuffers		85
<i>Hydropsyche angustipennis</i> *	Kokerjuffers		3
<i>Hydropsyche pellucidula</i> *	Kokerjuffers		93
<i>Silo nigricornis</i> **	Kokerjuffers		1
<i>Calopteryx splendens</i>	Libellen	1	1
<i>Dicranota</i>	Muggen	13	216
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	Muggen		14
<i>Harnischia</i>	Muggen		1
<i>Odontomesa fulva</i>	Muggen	83	
<i>Paracladopelma nigrifulum</i>	Muggen	1	
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	Muggen	1	21
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	Muggen		2
<i>Rheotanytarsus</i>	Muggen		4
<i>Simulium morsitans</i>	Muggen	4	4
<i>Synorthocladus semivirens</i>	Muggen		1
<i>Thienemanniella majuscula</i>	Muggen		2
<i>Atrichops crassipes</i>	Vliegen	1	

## **Discussie**

Het blijkt mogelijk om grindbedden aan te leggen die positief bijdragen aan de soortenrijkdom. Dit is interessant, omdat met een relatief kleine inspanning een potentieel hoge opbrengst in termen van biodiversiteit gerealiseerd kan worden.

### ***Blijven de grindbedden intact?***

De grindbedden in de Tongelreep bleken relatief stabiel tijdens de meetperiode; er traden slechts kleine en ongerichte veranderingen op en de grindbedekking bleef hoog. Voor de stabiliteit van de grindbedden is de stroomsnelheid cruciaal. Lage stroomsnelheden leiden tot verzanding of verslibbing van de grindbedden, een te hoge snelheid tot het verspoelen van het grind [8], [9]. Voor het vaststellen van de stroomsnelheid die de stabiliteit van de grindbedden waarborgt is geen simpele vuistregel, maar deze is onder andere afhankelijk van beekprofiel, bodemstructuur, bodemsamenstelling en nutriënten (algengroei) [9], [10]. Wel blijkt uit de literatuur dat bij een stroomsnelheid boven 60 cm/s de uitspoeling van grind sterk toeneemt [11]. Verslibbing en veralgining zullen in de Nederlandse laaglandbeken een groter probleem zijn, aangezien deze pas vanaf relatief hoge stroomsnelheden (tussen de 20 en 60 cm/s) sterk geremd worden [9]. In de Tongelreep, een relatief snel stromende laaglandbeek, was de stroomsnelheid voldoende (gemiddeld over gemeten jaren 30 cm/s, afbeelding 3b) om de ingebrachte grindbedden te handhaven.

### ***Effect grindbedden op macrofauna***

Het onderzoek toont aan dat het aanbrengen van grind, of de aanwezigheid van dit substraat in het algemeen, een positief effect heeft op de macrofaunagemeenschap in termen van soortenrijkdom en KRW-doelsoorten.

Over de gehele periode was de macrofaunasoortenrijkdom en het aantal kenmerkende soorten veel hoger op de grindbedden. Veel van de kenmerkende soorten werden niet in de controletrajecten met een zandbodem aangetroffen. Met uitzondering van de beekkever *L. volckmari* waren dit allemaal soorten die al eerder in de Tongelreep waren gevonden. Er vindt dus een concentratie plaats van soorten van elders uit het systeem. Of deze dieren van natuurlijke grindbedden in de beek afkomstig zijn of van andere habitattypen, is niet bekend. Slechts een klein aantal soorten heeft een sterke binding met grindbedden of stenen, zoals de slak *Ancylus fluviatis* en de kokerjuffers *Goera pilosa* en *Silo nigricornis*. Kennelijk zijn deze specialisten wel in staat snel de nieuwe grindbedden te koloniseren. De hoge preferentiescores voor de substraattypen grind en stenen en voor hoge stroomsnelheden geven aan dat het typische stromendwatersoorten betreft. Dat de feitelijke stroomsnelheid op de locaties niet verschilde tussen de controle- en grindbedmonsterpunten, terwijl de milieu- en habitatpreferenties hier wel op wezen, laat zien dat de grindbedden een meerwaarde hebben qua milieucondities voor de kenmerkende macrofauna, waaronder zuurstofrijk water dat door het grind stroomt, hard vestigingssubstraat met hierop biofilm dat als voedsel kan dienen en predatievrije zones (vis) in de ruimtes tussen de korrels [1], [12].

### ***Is de macrofauna indicatief voor de habitatgeschiktheid voor andere biologische groepen?***

Naast het belang voor macrofauna zijn grindbedden ook essentieel in de levenscyclus van sommige beekvissen, bijvoorbeeld als paaisubstraat voor de Beekprik. Hoewel niet direct onderzocht, zou het grote aantal kenmerkende macrofaunasoorten een indicatie kunnen zijn van de geschiktheid van het

substraat voor beekvissen. De milieucondities waarop de macrofauna positief reageert zijn immers ook de omstandigheden die bijvoorbeeld de eieren van de Beekprik nodig hebben.

### **Conclusie en aanbevelingen**

De resultaten van dit onderzoek pleiten voor het stimuleren van het ontstaan van grindbedden. Het actief inbrengen van grind is echter een technologische oplossing. Aangezien dit type maatregelen alleen wenselijk is in beken waar van nature al grind aanwezig is, zou een aanpak waarbij met natuurlijke processen gewerkt wordt ('Bouwen-met-Natuur') de voorkeur hebben. De kern hiervan is voldoende plekken met hoge stroomsnelheden te realiseren, zodat het in de bedding aanwezige grind vrij kan spoelen. Dit kan door het stimuleren van vrije doorstroming via het opheffen van stuwen, waardoor grindbedden op natuurlijke wijze vrij spoelen en in stand gehouden kunnen worden. Het versneld beschikbaar maken van grind kan ook door (het stimuleren van) stromingsvariatie met behulp van dood hout, waardoor spoelkommen ontstaan. Hierin komt het grind in de bedding bloot te liggen. Bij het vergraven van beken kan onderzocht worden waar grind in de ondergrond aanwezig is, zodat het verleggen van de beek hierop aangepast kan worden. Daarnaast kan variatie in diepte en breedte in het profiel worden gecreëerd om stromingsvariatie te stimuleren. Hierbij kan ook stroombaanmaaien worden toegepast, waarbij de stroming wordt geconcentreerd in een centrale geul.

In alle gevallen is beschaduwing van grindbedtrajecten belangrijk; om veralgining te voorkomen en omdat veel grindbedbewonende fauna gebaat is bij lage watertemperaturen.

Als natuurlijke processen niet optimaal kunnen functioneren vanwege ruimtegebrek, zoals ook het geval was in de Tongelreep, dan is het inbrengen van grind een te overwegen maatregel. Omdat de aanwezigheid en het in stand blijven van – al dan niet ingebrachte - grindbedden van toegevoegde waarde is voor de biodiversiteit, verdient grind aandacht bij het ontwerp van beekherstelmaatregelen.

*Dit artikel is het vijfde deel uit een serie artikelen naar aanleiding van het project 'Kleinschalige maatregelen in Brabantse beken'. Eerdere delen zijn [hier](#), [hier](#), [hier](#) en [hier](#) terug te lezen.*

*Het project Kleinschalige maatregelen in Brabantse wateren is tot stand gekomen in samenwerking met (en gefinancierd door) de waterschappen Aa en Maas, De Dommel en Brabantse Delta en de provincie Noord-Brabant. In dit project worden de effecten van verschillende wijzen van beheer en onderhoud op de waterkwaliteit en ecologie van het oppervlaktewater in relatie KRW-doelen bestudeerd. Het ministerie van Economische Zaken ondersteunde deze publicatie in het kader van het Innovatielab Building with Nature voor regionale water (KB-24-001-007).*

### **Referenties**

1. Verdonschot, P. et al. (2016). *Kennisoverzicht kleinschalige maatregelen in Brabantse beken*. STOWA rapport 2017-16, STOWA, Amersfoort.
2. Verdonschot, R.C.M. & Verdonschot, P.F.M. (2012). *Habitat- en systeemgeschiktheid van beeksystemen voor beekvissen*. OBN rapport 2012/OBN168-BE, Directie Agro-kennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
3. Brown, R.A. & Pasternack, G.B. (2009). Comparison of methods for analysing salmon habitat rehabilitation designs for regulated rivers. *River Research and Applications* 25, 745-772.

4. Schmidt-Kloiber, A. & Nijboer, R.C. (2004). The effect of taxonomic resolution on the assessment of ecological water quality classes. *Hydrobiologia* 516, 269-283.
5. Verberk, W.C.E.P., Verdonschot, P.F.M., Haaren, T. van, Maanen, B. van (2012). *Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna*. WEW Themanummer 23. Van de Garde-Jémé, Eindhoven.
6. R Core Team (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for statistical computing, Wenen. <https://www.R-project.org/>.
7. Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67, 1-48.
8. Barzilai, R., Laronne, J.B., Reid, I. (2013). Effect of changes in fine-grained matrix on bedload sediment transport in a gravel-bed river. *Earth Surface Processes and Landforms* 38, 441-448.
9. Neverman, A.J., Death, R.G., Fuller, I.C., Singh, R., Procter, J.N. (2018). Towards mechanistic hydrological limits: a literature synthesis to improve the study of direct linkages between sediment transport and periphyton accrual in gravel-bed rivers. *Environmental Management* 62, 740-755.
10. Mueller, E.R., Pitlick, J., Nelson, J.M. (2005). Variation in the reference Shields stress for bed load transport in gravel-bed streams and rivers. *Water Resources Research* 41, 1-10.
11. Whitaker, A.C., Potts, D.F. (2007). Coarse bed load transport in an alluvial gravel bed stream, Dupuyer Creek, Montana. *Earth Surface Processes and Landforms* 32, 1984-2004.
12. Barnes, J.B., Vaughan, I.P., Ormerod, S.J. (2013) Reappraising the effects of habitat structure on river macroinvertebrates. *Freshwater Biology* 58, 2154-2167.