

Martijn Dorenbosch, Nils van Kessel,
Jan Kranenborg, Frank Spikmans, Wilco Verberk & Rob Leuven

Het belang van nieuwe uiterwaardwateren als kraamkamer voor riviervissen

Het Nederlandse rivierenlandschap is de afgelopen eeuwen sterk door de mens veranderd. Hierdoor is de ooit zo karakteristieke riviervisgemeenschap met trekvis, zoals de Houting (*Coregonus oxyrinchus*), Fint (*Alosa fallax*), Elft (*Alosa alosa*), Zalm (*Salmo salar*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*), en typerende soorten van stromende wateren zoals de Kopvoorn (*Squalius cephalus*), Serpeling (*Leuciscus leuciscus*), Barbeel (*Barbus barbus*), Sneep (*Chondrostoma nasus*) en Winde (*Leuciscus idus*) sterk in soortdiversiteit en dichtheden afgenomen. Door grootschalige normalisering van de Nederlandse rivieren en verslechtering van de waterkwaliteit bereikte de visfauna een dieptepunt halverwege de vorige eeuw. Vanaf de jaren '80 is de waterkwaliteit echter sterk verbeterd en vanaf de jaren '90 zijn op diverse plekken in uiterwaarden nieuwe wateren aangelegd. Welke rol hebben deze nieuwe habitats voor vissoorten en hebben ze een meerwaarde ten opzichte van bestaande rivieroever?

Verbeteringen in waterkwaliteit en het opheffen van een aantal belangrijke migratiebarrières hebben in de afgelopen decennia geleid tot een beginnend herstel van riviergebonden waterorganismen, waaronder diverse soorten rivierkarakteristieke libellen en haften (Klink, 2008) en vissen (Grift, 2001). Verder herstel van de visfauna lijkt in belangrijke mate te worden beperkt door het ontbreken van geschikt habitat: lokaal ontbreken geschikte substraten zoals ondiepe zand- en grindbanken

en ondergedoken vegetatie, terwijl nauwelijks variatie in stromingsdynamiek aanwezig is (Aarts et al., 2004; Verberk et al., 2009). Onderzoek door Grift (2001) toonde aan dat stroomminnende (rheofiele) vissen gebruik maken van recentelijk aangelegde meestromende nevengeulen langs de Waal. Ook in de Duitse Rijn is aangetoond dat aangetakte zijwateren door rheofiele vissen gebruikt worden (Staas & Neumann, 1994, 1996). Dit laat zien dat natuurontwikkelingsprojecten in

Groepje juveniele Snepen onder overhangende plantenwortels (foto: blikonderwater.nl).

uiterwaarden een impuls kunnen geven aan het herstel van riviervissen. In zowel het stroomgebied van de Rijn als de Maas zijn in de afgelopen 20 jaar diverse natuurherstelprojecten uitgevoerd. Hierdoor zijn nieuwe biotopen als nevengeulen en aangetakte strangen met ondiepe langzaam stromende habitats gecreëerd.

In 2009 is onderzocht welke juveniele riviervissen gebruik maken van deze nieuw aangelegde biotopen en habitats in de uiterwaarden langs de Lek, Nederrijn, IJssel, Waal en Maas (fig. 1).

Op basis van dit onderzoek worden aanbevelingen gedaan over maatregelen en inrichtingsvarianten om zo de effectiviteit te verhogen van natuurontwikkelingsprojecten die in de nabije toekomst worden uitgevoerd. In het onderzoek stonden twee vragen centraal: 1) hoe zijn de visgemeenschappen van de nieuw aangelegde habitats samengesteld, en 2) hebben deze nieuwe habitats een meerwaarde ten opzichte van bestaande rivieroever?

Methodiek en habitattypen

In juli 2009 zijn in 28 uiterwaarden van de Rijntakken en Maas 37 locaties onderzocht op het voorkomen van juveniele vissen (fig. 1). De bemonsterde locaties die in het kader van natuurontwikkeling in de laatste twee decennia waren aangelegd zijn hierbij onderver-

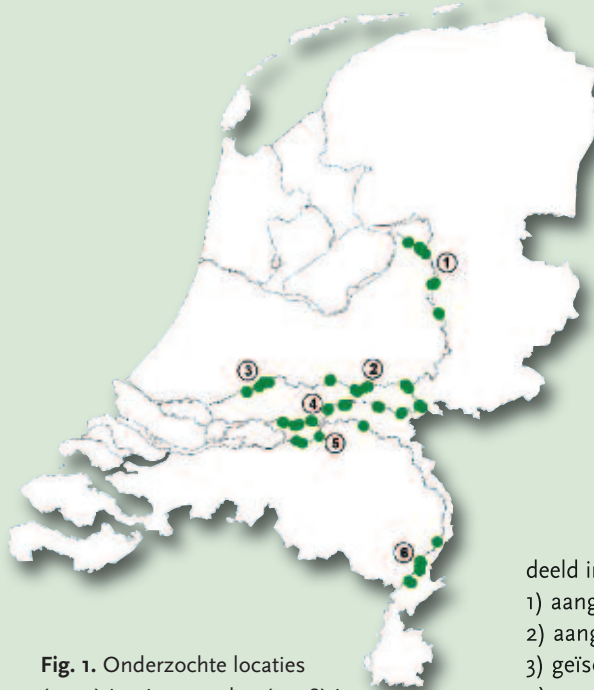


Fig. 1. Onderzochte locaties (n=37) in uiterwaarden (n=28) in het Nederlandse rivierengebied. Op één locatie kunnen meerdere habitats zijn bemonsterd.

| | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. IJssel | 4. Waal |
| Vreugderijkerwaard | Klompwaard |
| Deventer | Gameren |
| Scheren Welle | Opijnen |
| Duursche Waarden | Benden Leeuwen |
| | Passewaay |
| 2. Nederrijn | Oude Waal |
| Amerongse | Ewijkse Plaat |
| Bovenpolder | Herwijnen |
| Bakenhof | |
| Blauwe Kamer | 5. Maas (west) |
| Wageningen | Hedel |
| Uiterwaarden | Well |
| | Gewande |
| 3. Lek | Ravenstein |
| Jaarsveld | Loonse Waard |
| Schoonhoven | |
| Uitweg | 6. Maas (oost) |
| | Asseltse Plassen |
| | Isabellagreed |
| | Neer/Hanssummerweerd |
| | Steyl |

Kader 1. Juvenile vissen als indicatoren

Het onderzoek was specifiek gericht op het gebruik van nieuwe uiterwaardwateren door juvenile vissen. Aan de hand van het voorkomen van juvenile vis kan snel een representatief beeld worden verkregen van de kwaliteit van een riviertraject op basis van zowel de aanwezigheid van soorten alsmede hun reproductiesucces. Bovendien is de juvenile fase voor veel vissoorten het meest kritische levensstadium. Tenslotte vervullen juvenile vissen een belangrijke rol in het ecosysteem voor zowel lagere als hogere trofische niveaus. Naar verwachting zouden de nieuw aangelegde habitats binnen het riviersysteem functioneren als kraamkamer voor vissen. Een kraamkamer is in deze context een habitat waar per oppervlakte eenheid meer juvenile vissen voorkomen in vergelijking met een ander habitat. De samenstelling van de juvenile visgemeenschap in (een combinatie van verschillende typen) nieuw aangelegde habitats in uiterwaarden is daarmee een belangrijke graadmeter voor het ecologisch functioneren van uiterwaardplassen langs de grote rivieren.

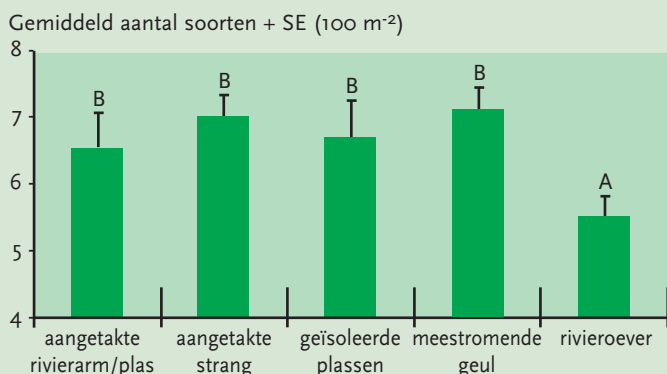
deelt in vier verschillende habitats, namelijk 1) aangetakte rivierarmen en plassen (n=6), 2) aangetakte strangen (n=7), 3) geïsoleerde plassen (n=4) en 4) meestromende nevengeulen (n=6). Hierbij zijn aangetakte strangen slechts aan één zijde aan de rivier aangetakt, terwijl meestromende nevengeulen aan twee zijden zijn aangetakt. Aangetakte rivierarmen en plassen (bijvoorbeeld oude klei- en zandwinplassen) zijn ouder dan 20 jaar, eenzijdig aan de rivier aangetakt, en hebben een groter oppervlakte en/of grotere diepte in vergelijking tot aangetakte strangen. Daarnaast zijn de bestaande rivieroeveren als vijfde habitat bemonsterd (n=14), ter vergelijking met de nieuw aangelegde habitats (voor meer details over de habitattypen zie Dorenbosch et al., 2011). Iedere locatie werd wadend met een zegen bemonsterd (lengte 25 m, kleinste maaswijdte 5 mm) waarbij per locatie meerdere trajecten werden bemonsterd (2 - 7, afhankelijk van het wateroppervlak, in totaal 153 trajecten met een oppervlakte van circa 56.000 m²). Van alle gevangen vissen werd de soort en totaallengte bepaald. Op basis van de lengtefrequentie is onderscheid gemaakt tussen nuljarige dieren (geboren in 2009) en meerjarige dieren (geboren vóór 2009). Omdat het onderzoek en de gebruikte vangtuigen zich richtten op het in beeld brengen van de kraamkamerfunctie (kader 1) zijn voor de analyses alleen de

gegevens van nuljarige vissen gebruikt. De term 'juvenile vissen' in dit artikel beschrijft dus nuljarige vissen.

Soortenrijkdom en soortensamenstelling

In totaal zijn meer dan 67.000 vissen gevangen, verdeeld over 32 soorten (kader 2). In de vier typen nieuw aangelegde uiterwaardwateren was de soortenrijkdom gemiddeld hoger dan in de bestaande rivieroeveren (fig. 2). De drie permanent met de rivier verbonden habitats (aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang en meestromende nevengeul) werden gedomineerd door de rheofiele Winde, de eurytope Baars (*Perca fluviatilis*) en Blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en de uitheemse rheofiele Roofblei (*Leuciscus aspius*) (fig. 3). Daarnaast kwamen de uitheemse rheofielen Kesslers grondel (*Ponticola kessleri*) en Witvingrondel (*Romanogobio belingi*) relatief veel voor in de meestromende nevengeulen. In de rivieroeveren kwamen de rheofielen Sneep en Witvingrondel relatief veel voor, waarbij wel sprake was van relatief lage dichtheden. Juvenielen van limnofiele soorten zijn daarentegen helemaal niet waargenomen in meestromende nevengeulen en rivieroeveren; zij waren uitsluitend aanwezig in geïsoleerde vegetatierijke plassen. In de geïsoleerde plassen was de soortensamenstelling anders dan in de met de rivier verbonden uiterwaardwateren. De eurytope soorten Brasem (*Abramis brama*), Snoekbaars

Fig. 2. Gemiddelde soortenrijkdom juvenile vissen van de vijf habitattypen. Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitattypen weer (ANOVA: P<0,05; Foutbalken: standaardfout).



Kader 2. Indeling Nederlandse zoetwatervisfauna

Op basis van habitatvoorkeur (stroomsnelheid en paaisubstraat) en migratiegedrag kan de Nederlandse zoetwatervisfauna worden ingedeeld in zogenaamde ecologische groepen (of gilden) (Aarts & Nienhuis, 2003). Er wordt onderscheid gemaakt in drie hoofdgroepen, namelijk 1) limnofiel, 2) eurytoop en 3) rheofiel.

Limnofiele soorten zijn plantenminnende vissoorten die een voorkeur hebben voor stilstaand of langzaam stromend water, zoals de Bittervoorn (*Rhodeus amarus*) en de Rietvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*). Tenminste één van de levensstadia van limnofiele soorten is gebonden aan waterplanten. Eurytope soorten zijn tolerante vissoorten die zich kunnen handhaven in een verscheidenheid aan watertypen, zowel stromende als stilstaande wateren. Het betreft o.a. de Brasem (*Abramis brama*) en de Blankvoorn (*Rutilus rutilus*). Rheofiele soorten zijn vissoorten waarvan één of meerdere levensstadia gebonden zijn aan stromend water, zoals de Winde en de Barbeel.

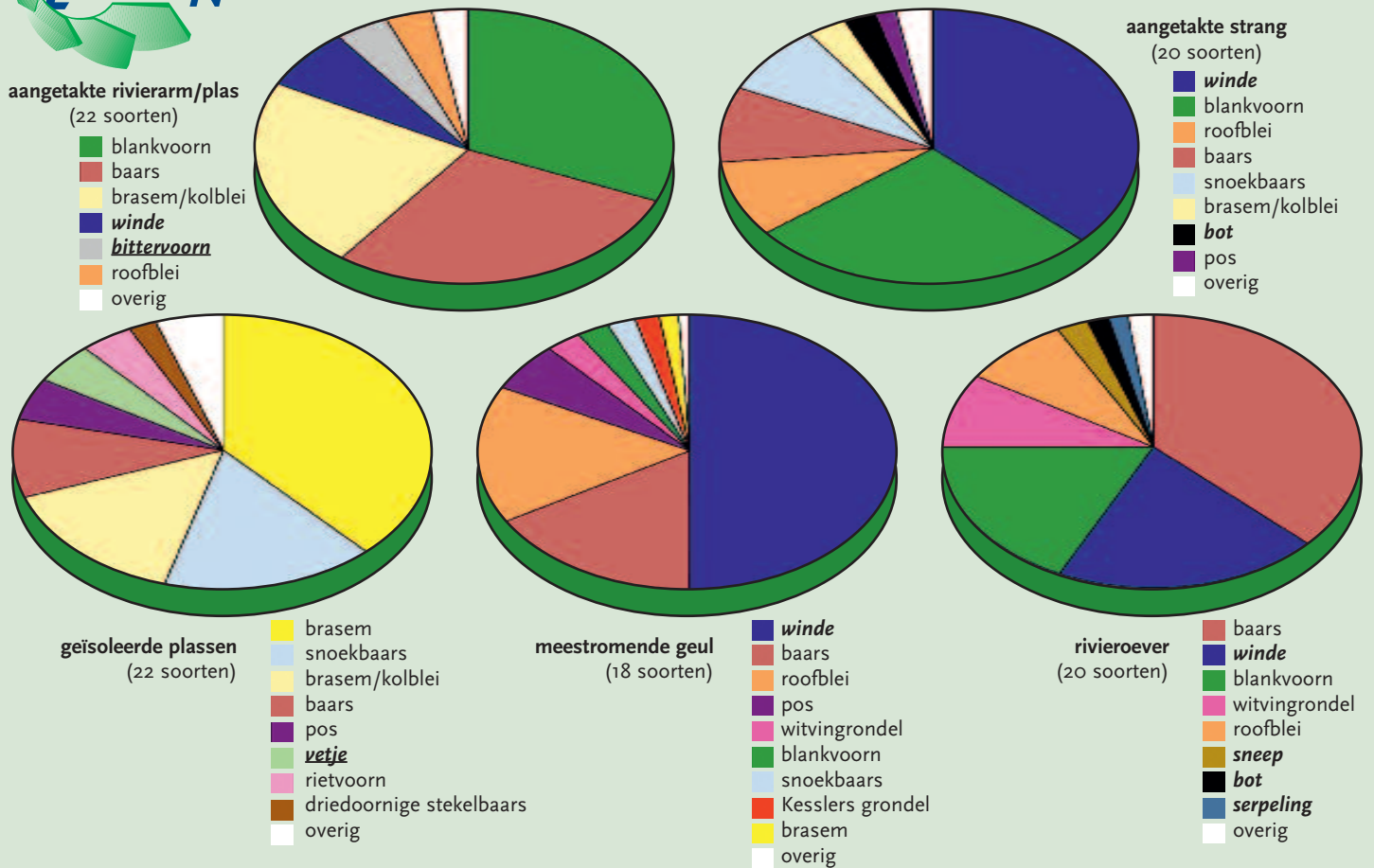


Fig. 3. Relatieve dominantie van soorten per habitattyp (uitgedrukt als % van de totale gemiddelde juveniele visdichtheid; soorten met een dominantie <1,5% zijn bij elkaar gevoegd als 'overig'). Doelsoorten voor natuurontwikkeling in uiterwaarden zijn in *vet cursief* weergegeven (rheofiele soorten) of *vet cursief en onderstreept* (limnofiele soorten),

(*Sander lucioperca*) en de limnofiele soorten Rietvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*), Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) en het Vetje (*Leucaspis delineatus*) kwamen hier relatief veel voor. Van de limnofiele soorten kwam de Bittervoorn (*Rhodeus amarus*) plaatselijk veel voor in aangetakte rivierarmen en plassen.

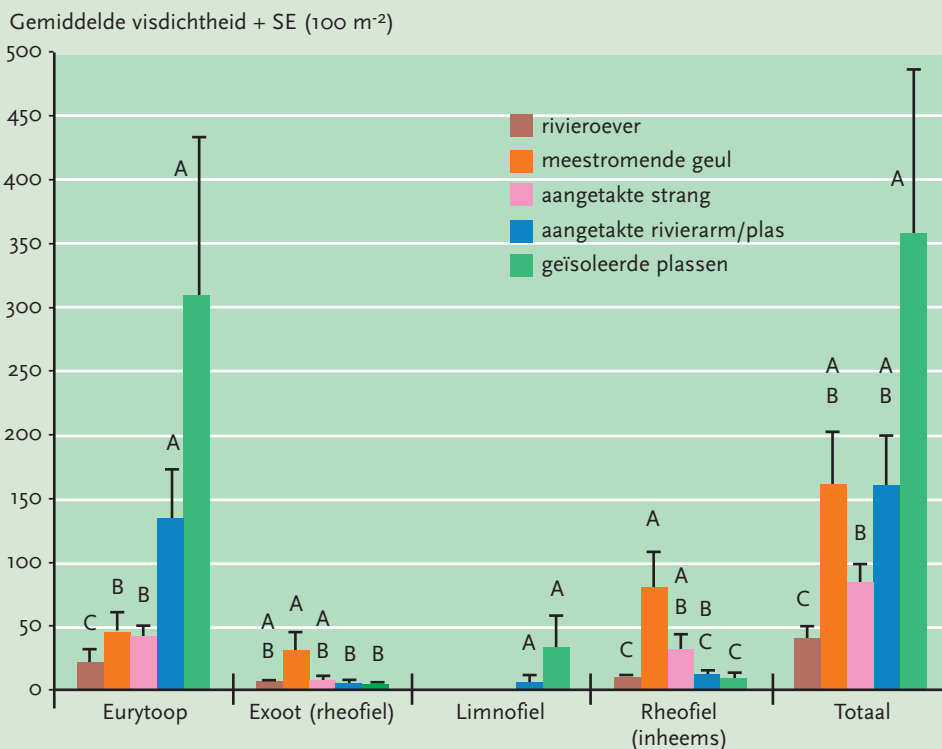


Fig. 4. Gemiddelde juveniele visdichtheid met standaardfout (SE) van vier ecologische groepen en de totale visgemeenschap per habitattyp. Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitattypen weer (ANOVA: $P < 0,05$).

Dichtheden

De dichtheden van juveniele vissen waren, net als de soortenrijkdom, het hoogst in de vier typen nieuw aangelegde habitats in vergelijking met de bestaande rivieroevers (fig. 4). Rheofiele soorten komen in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen in significant hogere dichtheden voor dan in de andere habitats. Ook de eurytope soorten bereiken in geïsoleerde plassen de hoogste dichtheid, maar komen daarnaast ook in de andere onderzochte habitats in relatief hoge dichtheden voor.

De rheofiele uitheemse vissoorten komen met name in de meestromende nevengeulen in hoge dichtheden voor en dragen hier plaatselijk substantieel bij aan de totale visdichtheid.

Belang van nieuw aangelegde uiterwaardwateren in vergelijking met rivieroevers

In vergelijking tot de nieuw aangelegde uiterwaardwateren is de functie van bestaande rivieroevers als opgroei-habitat voor juveniele riviervissen beperkt. Dit is mede te verklaren



Nevengeul bij Opijnen (juli 2009). De nevengeul vormt een schakering van diepe en ondiepe delen en omvat daarmee veel geschikte habitats voor juveniele vissen (foto: M. Dorenbosch).

Nevengeul bij Gameren (juli 2009). Instroomopening (vanuit de Waal gezien) van een van de nevengeulen van Gameren. Duidelijk zichtbaar is een stortstenen drempel waar plaatselijk een hoge stroomsnelheid voorhanden is. Verderop in de nevengeul staat het water echter stil (foto: M. Dorenbosch).



Kribvakken langs de Waal bij Nijmegen bij laag water (februari 2013). Bij laag water is zichtbaar dat zelfs eenvormige kribvakken interessante bodemstructuren bevatten die bij de inrichting van een nevengeul of strang slim ingepast zouden kunnen worden (foto M. Dorenbosch).

doordat rivieroeveren een relatief steil talud hebben en frequent onder invloed staan van sterke stromingen als gevolg van passerende schepen. Dergelijke omstandigheden zijn niet optimaal voor de opgroei van juveniele vissen. Zij hebben juist een voorkeur voor ondiep langzaam stromend water (Grift, 2001).

Belang van onderzochte habitattypen voor rheofiele soorten

Bij de ecologische beoordeling van rivieren, zoals voor de Kaderrichtlijn Water, spelen de rheofiele soorten een belangrijke rol. Juvenielen van rheofiele soorten komen in relatief hoge dichtheden voor in een aantal nieuwe aangelegde habitattypen zoals eenzijdig aangetakte strangen en meestromende nevengeulen. De soortensamenstelling en de dichtheden van soorten verschillen echter tussen de onderzochte habitats (fig. 4 & 5) en tussen locaties (fig. 6). Zo komt van de

rheofiele soorten de Winde in hoge dichtheden voor in meestromende nevengeulen en eenzijdig aangetakte strangen (fig. 5), terwijl rheofielen als de Sneep en Serpeling hoofdzakelijk in rivieroeveren zijn aangetroffen en de Bot (*Platichthys flesus*) vooral voorkwam in eenzijdig aangetakte strangen in de Lek. De verschillen in het voorkomen van soorten hangen waarschijnlijk samen met verschillen in ecologie en met de positie van de onderzochte locaties in het riviersysteem (Dorenbosch et al., 2011). Soorten als de Sneep en Serpeling planten zich voort in sneller stromende grindrijke rivierdelen, terwijl de Winde in staat is om zich voort te planten op langzamer stromende plaatsen, zoals in beekmondingen, strangen, nevengeulen en ondergelopen uiterwaarden. Naast de aanwezigheid van opgroei-habitat is dus ook de aanwezigheid van het voortplantings-habitat van belang. Ondiepe grindban-

ken met snelstromend water, zoals die bijvoorbeeld in de Grensmaas aanwezig zijn, zijn een belangrijke voorwaarde voor de voortplanting van de Kopvoorn, Barbeel en Sneep. Langs de Grensmaas vervulden nevengeulen en aangetakte strangen dan ook een opgroefunctie voor deze rheofiele vissoorten (Kranenbarg et al., 2009). Echter, in de hoofdstroom van de Nederlandse Rijn-takken en het verstuwde deel van de Maas zijn dergelijke paaiomstandigheden nagenoeg afwezig. De juvenielen van kritische rheofiele soorten zoals de Sneep, Serpeling en Barbeel die in de Nederlandse Rijn-takken worden waargenomen zijn mogelijk afkomstig van paaiplaatsen in de Duitse Rijn en worden vanaf daar stroomafwaarts meegevoerd met de rivierstroming om vervolgens in de Nederlandse Rijn-takken op te groeien. Een andere factor die het voorkomen van kritische rheofiele soorten zoals de Sneep, Serpeling en Barbeel kan beïnvloeden is het feit dat de in Nederland aangelegde meestromende nevengeulen weinig snel stromend habitat bevatten; een aantal van de nevengeulen staat zelfs een groot deel van het jaar stil (zie ook Klink et al., dit nummer).

Effect van rivierafvoer op functioneren nevengeulen

Onder invloed van de rivierafvoer kan het functioneren van nevengeulen van jaar tot jaar verschillen. In droge jaren valt de stroming in de nevengeulen eerder in het seizoen stil, waardoor het habitat sneller ongeschikt raakt voor kritische rheofielen. In natte jaren stromen de nevengeulen langer mee en kunnen kritische rheofiele soorten efficiënter gebruik maken van dit habitattypen. Hierbij speelt waarschijnlijk ook mee dat bij hoge afvoeren relatief veel juveniele dieren vanaf stroomopwaartse paaiplaatsen worden meegevoerd naar nevengeulen. Zo vonden Grift

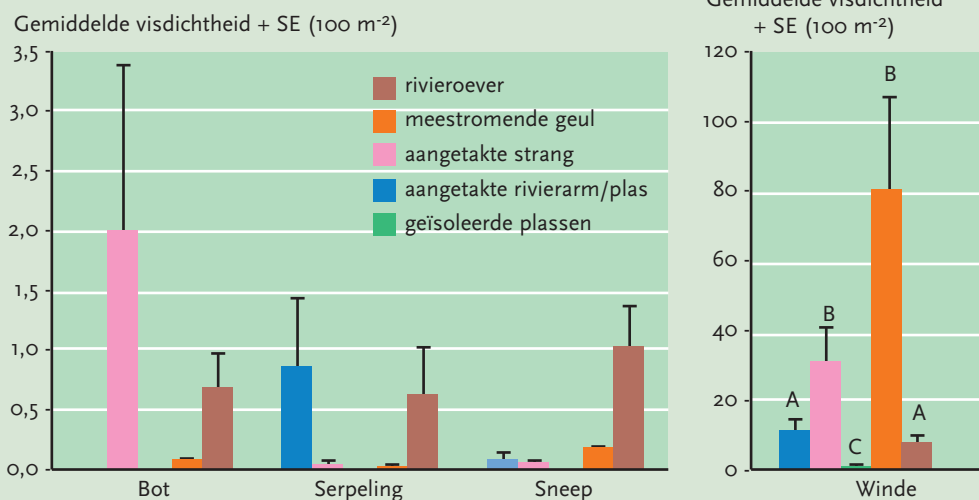


Fig. 5. Gemiddelde juveniele visdichtheid met standaardfout (SE) van vier rheofiele vissoorten. Alleen voor de Winde waren de data geschikt voor een statistische vergelijking: verschillende letters geven hier significante verschillen tussen habitattypen weer (ANOVA: $P < 0,05$). Door het beperkt aantal waarnemingen van Bot, Serpeling en Sneep was statistische toetsing niet mogelijk.

et al. (2003) in de periode 1997-1999 bijvoorbeeld veel juveniele Barbelen in drie stromende nevengeulen, terwijl de soort hier in 2009 niet werd aangetroffen. Opgemerkt dient te worden dat 2009 een zeer droog jaar was, waarbij de stroming in nevengeulen vroeg in het voorjaar stil viel.

Belang van onderzochte habitattypen voor limnofiele soorten

Limnofiele soorten werden relatief weinig aangetroffen in de onderzochte wateren, doordat waterplanten in de meeste wateren ontbraken. Dit werd veroorzaakt door het geringe doorzicht in veel van de onderzochte wateren. De reden hiervoor is dat de meeste wateren met de rivier verbonden zijn of zo dicht bij de hoofdstroom liggen dat ze jaarlijks overstroomd. Plantenrijke wateren komen van nature voor in laag dynamische delen van overstromingsvlakten die weinig overstroomd. Dergelijke wateren zijn als gevolg van bedijking en riviernormalisatie een zeldzaamheid geworden (van den Brink, 1994) en worden plaatselijk bedreigd door Ruimte voor de riviermaatregelen. Met name voor het voortbestaan voor een soort als de Grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*), aangewezen als doelsoort voor de Natura 2000 gebieden 'Uiterwaarden Waal' en 'Uiterwaarden IJssel', is dit een gevaar.

Aanbevelingen voor inrichting uiterwaardwateren

Het onderzoek heeft laten zien dat er goede potenties zijn om herstel van rheofiele riviervissen een nieuwe impuls te geven door natuurontwikkeling in de uiterwaarden. Daarnaast is er zorg voor het behoud van de limnofiele visgemeenschappen in de laag dynamische uiterwaardplassen. Aanbevolen wordt om op het schaalniveau van de gehele overstromingsvlakte van de verschillende riviertrajecten zo divers mogelijke habitats te realiseren waarbij zowel ruimte is voor stabiele, weinig dynamische en geïsoleerde strangen, plassen en moerassen als voor meer dynamische aangetakte plassen, strangen en nevengeulen. Uiterwaardinrichting met de aanwezigheid van een combinatie van meerdere watertypen geeft de grootste kansen op vestiging en duurzame instandhouding van de vissoorten uit de verschillende ecologische visgilden (van den Brink et al., 1996; Aarts et al., 2004). Dit geldt ook voor talrijke andere beschermde en bedreigde soorten van riviersystemen (de Nooij et al., 2006), zoals bijvoorbeeld de Zwarte stern (*Chlidonias niger*), Snor (*Locustella luscinioides*), Watervleermuis (*Myotis*

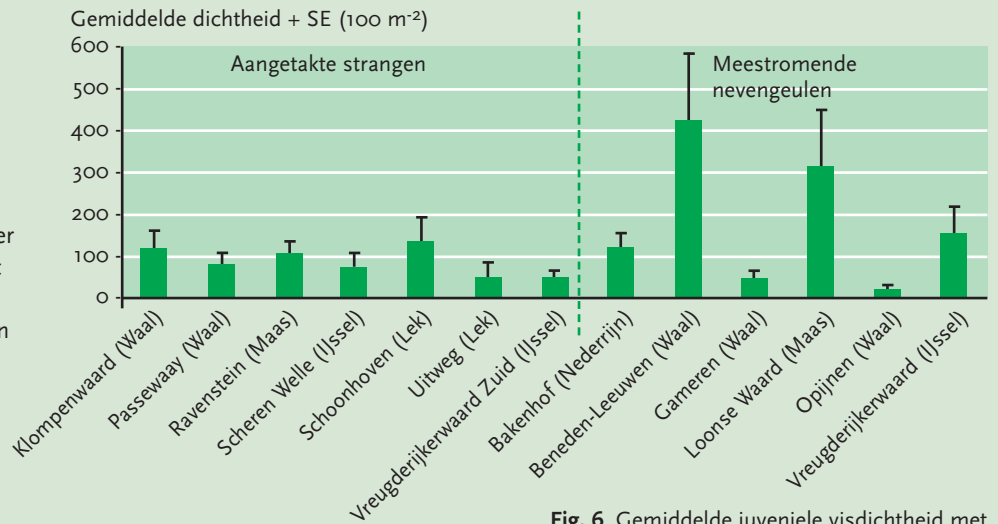


Fig. 6. Gemiddelde juveniele visdichtheid met standaardfout (SE) van de totale juveniele visgemeenschap in aangetakte strangen (n=7) en meestromende nevengeulen (n=6).

daubentonii), Kamsalamander (*Triturus cristatus*), Groene glazenmaker (*Aeshna viridis*), Rivierrombout (*Gomphus flavipes*) en Bruin blauwtje (*Aricia agestis*).

Kritische rheofiele soorten, zoals de Kopvoorn, Sneep, Serpeling en Barbeel, zijn weinig aangetroffen in de onderzochte uiterwaardwateren. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het ontbreken van voortplantingshabitat in de Nederlandse delen van de Rijn en (verstuwde) Maas waardoor juvenielen vooral met de rivierstroming van paaiplaatsen verder stroomopwaarts worden aangevoerd. Om de vestigingskansen voor deze juvenielen te vergroten is het van belang een hoge mate van connectiviteit van nevengeulen met de rivier en voldoende waterinstroming te realiseren door relatief brede en diepe instroomopeningen te creëren. De kans op vestiging van kritische rheofiele soorten is dan hoger door passieve inspoeling van larven of actieve migratie van juvenielen uit de rivier.

Daarnaast is het van het belang om een zo continue mogelijke stroming in nevengeulen te waarborgen. Bij lage waterstanden zal de stroming in nevengeulen doorgaans stil vallen. Dit kan echter beperkt worden door bij de inrichting van de nevengeul voor een zo groot mogelijk verval en diepte te zorgen, en drempels bij de in- en uitstroomopeningen te minimaliseren. Door in nevengeulen smalle en brede en ondiepe en diepe delen met elkaar af te wisselen, ontstaat variatie in diepte en stroomsnelheid. Bij voldoende dynamiek kunnen zich hier de gewenste substraten ontwikkelen, zoals zand- en mogelijk ook grindbanken.

Hoewel rivieroevers een lagere juveniele visdichtheid en -diversiteit herbergen, dienen zij vanwege de ecologische verbinding met de nieuwe uiterwaardwateren in het ontwerp opgenomen te worden, bijvoorbeeld door inpassing in de in- en uitstroomopening van een nevengeul of strang. Daarbij zijn vooral maatregelen vereist om de invloed van sterke stromingen door scheepvaart te verminderen, bijvoorbeeld door het aanleggen

van langsdammen of eilandkribben. Op de langere termijn kan de geschiktheid van nevengeulen voor rheofiele soorten afnemen door verzanding, waardoor de stromingsdynamiek afneemt. Het periodiek uitgraven van verzande nevengeulen kan een maatregel zijn om dit te voorkomen. Bij de aanleg van nieuwe uiterwaardwateren dient de ecologische waarde van mogelijk reeds bestaande, vaak geïsoleerde wateren, behouden te worden. Vanwege het belang van de limnofiele visgemeenschap voor de diversiteit van de riviervisgemeenschap, maar ook vanwege het belang van andere soortengroepen (o.a. van den Brink, 1994) is het niet wenselijk bestaande geïsoleerde wateren te vergraven. Tenslotte dient het gebruik van stortsteen ter bescherming van oevers vanwege de faciliterende werking op de vestiging van bodemgebonden exotische vissoorten zoveel mogelijk vermeden te worden (Dorenbosch et al., 2011). Onderzocht zou moeten worden of meer natuurlijke, bij het rivierecosysteem behorende materialen, bijvoorbeeld houtige gewassen zoals bomen en struiken, hier soelaas kunnen bieden.

Literatuur

- Aarts, B.G.W. & P.H. Nienhuis, 2003. Fish zonation and guilds as the basis for assessment of ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia* 500: 157-178.
- Aarts, B.G.W., F.W.B. van den Brink & P.H. Nienhuis, 2004. Habitat loss as the main cause of the slow recovery of fish faunas of regulated large rivers in Europe: the transversal floodplain gradient. *River Research and Applications* 20: 3-23.
- Brink, F.W.B. van den, 1994. Impact of hydrology on floodplain lake ecosystems along the lower Rhine and Meuse. PhD thesis, University of Nijmegen, Nijmegen.
- Brink, F.W.B. van den, G. van der Velde, A.D. Buijse & A.G. Klink, 1996. Biodiversity in the lower Rhine and Meuse River-Floodplains:



Volwassen Winde boven een ondergelopen uiterwaard (foto: blikonderwater.nl).

its significance for ecological river management. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30: 129–149.

Dorenbosch, M., N. van Kessel, J. Kranenbarg, F. Spikmans, W. Verberk & R. Leuven, 2011.

Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor rivierpiscen. *Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek: Stichting RAVON, Stichting Bargerveen, Radboud Universiteit Nijmegen en Natuurbalans - Limes Divergens, Nijmegen.* Bosschap, bedrijf voor bos en natuur, Driebergen-Rijsenburg. Rapport nr. 2011/OBN143-RI.

Grift, R.E., 2001. How fish benefit from floodplain restoration along the lower River Rhine. PhD Thesis, Wageningen University.

Grift, R.E., A.D. Buijse, W.L.T. Van Densen, M.A.M. Machiels, J. Kranenbarg, J.G.P. Klein Breteler & J.J.G.M. Backx, 2003. Suitable habitats for o-group fish in rehabilitated floodplains along the lower River Rhine. *River Research and Applications* 19: 353–374.

Klink, A., 2008. Pre-advies Rivierengebied: onderdeel aquatische macrofauna. *Hydrobiologisch Adviesbureau Klink, Wageningen.*

Kranenbarg, J., A. de Bruin, F. Spikmans, M. Dorenbosch, N. van Kessel, R. Leuven & W. Verberk, 2009. Kansen voor rivierpiscen, een onderzoek naar het functioneren van oeverbiotopen langs de Maas voor juveniele vis. *Stichting Bargerveen, Radboud Universiteit Nijmegen, Stichting RAVON & Natuurbalans Limes Divergens.*

Nooij, R.J.W. de, W.C.E.P. Verberk, H.J.R. Lenders, R.S.E.W. Leuven & P.H. Nienhuis, 2006. The importance of hydrodynamics for protected and endangered biodiversity of lowland rivers. *Hydrobiologia* 565: 153–162.

Staas, S. & D. Neumann, 1994. Reproduction of fish in the lower river Rhine and connected gravel-pit lakes. *Water Science & Technology* 29: 311–313.

Staas, S. & D. Neumann, 1996. The occurrence of larval and juvenile 0+ fish in the Lower River Rhine. *Archiv für Hydrobiologie Supplement* 113, Large Rivers 10: 325–332.

Verberk, W.C.E.P., W. Helmer, K.V. Sýkora, R.S.E.W. Leuven, F.J.A. Saris, H.P. Wolfert &

H. Hekhuis, 2009. Kansen voor verder herstel van het rivierenlandschap. *De Levende Natuur* 110(3): 148–152.

Summary

The nursery function of newly constructed and restored floodplain habitats for juvenile riverine fish

Over the centuries, large rivers in the Netherlands have been heavily modified as a result of river regulation and habitat deterioration. Together with a poor water quality, this has led to an impoverished fish community. Towards the end of the twentieth century, the river water quality was greatly improved, and many habitat rehabilitation projects were carried out, i.e. (re-) creation of secondary channels, and restoration of the connection between the main channel and disconnected oxbow lakes and (periodically) isolated water bodies. The significance of these newly created riverine habitats for juvenile riverine fish was compared with existing habitats in the main channel of the rivers Rhine and Meuse. All types of newly created and restored floodplain habitats displayed a higher fish species diversity and density than existing habitats in the main channel. The newly constructed and restored habitats in floodplains display an important nursery function for riverine fish. Water bodies connected to a main river channel were found to be dominated by the rheophilous Ide (*Leuciscus idus*), the eurotopic species Perch (*Perca fluviatilis*) and Roach (*Rutilus rutilus*), and the non-native rheophilous species Asp (*Leuciscus aspius*). Isolated water bodies were dominated by the eurotopic species Bream (*Abramis brama*), Three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) and the non-native Pike-perch (*Sander lucioperca*), and the limnophilous species Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) and Belica (*Leucaspius delineatus*). For future rehabilitation projects we advise creating a high degree of habitat heterogeneity within newly created floodplain habitats in addition to further preservation of low dynamic and isolated water bodies to ensure further recovery of both rheophilous and limnophilous riverine fish communities.

Dankwoord

De auteurs bedanken het Bosschap, het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) - Rivierenlandschap, het Ministerie van Economische zaken, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Rijkswaterstaat Limburg en het Team Invasieve Exoten van het Bureau Risicobeoordeling & Onderzoeksprogrammering (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) voor de financiële ondersteuning van het project. Rijkswaterstaat Waterdienst wordt bedankt voor het beschikbaar stellen van een deel van de visgegevens. Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en het Utrechts Landschap worden bedankt voor de medewerking bij het betreden van hun natuurgebieden. Medewerkers van Stichting RAVON, Natuurbalans-Limes Divergens BV en Stichting Bargerveen worden bedankt voor de hulp bij het veldwerk en Jon Matthews voor het redigeren van de Engelstalige samenvatting.

Dr. M. Dorenbosch¹, Drs. N. van Kessel^{2,3,7}, Ir. J. Kranenbarg^{4,7}, Drs. F. Spikmans^{4,7}, Dr. W.C.E.P. Verberk^{5,6}, Dr. R.S.E.W. Leuven^{3,7}

¹) Bureau Waardenburg BV
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
m.dorenbosch@buwa.nl

²) Natuurbalans – Limes Divergens BV
Postbus 6508, 6503 GA Nijmegen
nils_kessel@yahoo.com

³) Radboud Universiteit Nijmegen, Instituut voor Water en Wetland Research, Milieukunde
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen
r.leuven@science.ru.nl

⁴) Stichting RAVON
Postbus 1413, 6501 BK Nijmegen
j.kranenbarg@ravon.nl & f.spikmans@ravon.nl

⁵) Radboud Universiteit Nijmegen, Instituut voor Water en Wetland Research, Dierecologie en Ecofysiologie
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen
w.verberk@science.ru.nl

⁶) Stichting Bargerveen
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

⁷) Nederlands Expertise Centrum Exoten (NEC-E)
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen