

Kennisnetwerk OBN

Populatie-ontwikkeling na
herintroductie van de kokerjuffer
Lepidostoma basale op de
Zuidwest-Veluwe



Populatie-ontwikkeling na herintroductie van de kokerjuffer *Lepidostoma basale* op de Zuidwest-Veluwe

R.C.M. Verdonschot – Wageningen Environmental Research
G.H. van der Lee – Wageningen Environmental Research

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

©2021 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Rapport Monitoring OBN-29-BE
Driebergen, 2021

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12 en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

*Wijze van citeren: Verdonschot, R.C.M., Van der Lee, G.H., 2021. **Populatie-ontwikkeling na herintroductie van de kokerjuffer *Lepidostoma basale* op de Zuidwest-Veluwe**. Rapport nummer OBN-29-BE, VBNE, Driebergen.*

Deze uitgave is online gepubliceerd op www.natuurkennis.nl

Samenstelling R.C.M. Verdonschot – Wageningen Environmental Research
G.H. van der Lee – Wageningen Environmental Research

Foto voorkant Larven van de kokerjuffers *Lepidostoma basale* en *Silo nigricornis* op hout. Fotograaf: Ralf Verdonschot

Productie Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)
Adres: Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen
Telefoon: 0343-745250
E-mail: info@vbne.nl

Inhoud

Samenvatting	4
Summary	6
1. Inleiding	8
1.1 Achtergrond	8
1.2 Vraagstelling	10
2. Aanpak	11
2.1 Onderzoeksgebied	11
2.2 Methode	11
2.3 Analyses	12
3. Resultaten	14
3.1 Populatieontwikkeling	14
3.2 Verspreiding binnen de Heelsumse beek	14
3.3 Verspreiding in beken in de omgeving	16
3.4 Populatieontwikkeling overige macrofaunasoorten	19
4. Conclusies, discussie en beheersaanbevelingen	20
5. Literatuur	22

Samenvatting

De aanwezigheid van kenmerkende macrofauna, zoals waterinsecten, is een belangrijke graadmeter voor het succes van beekherstelprojecten. Ondanks herstelmaatregelen keren veel soorten echter niet terug. Dit kan een aanwijzing zijn dat niet alle problemen zijn aangepakt, maar ook dat soorten niet in staat zijn de herstelde beken te bereiken. In versnipperde gedegradeerde landschappen kunnen verspreidingsproblemen een belangrijke rol spelen. Veel waterinsecten zijn teruggedrongen in kleine, geïsoleerde populaties en zijn ook nog eens slechte vliegers. De combinatie van weinig individuen die zich zouden kunnen verspreiden en een geringe afstand die kan worden afgelegd zorgt ervoor dat de kans op (her)kolonisatie van potentieel geschikte beektrajecten gering is.

Naast het inzetten op het vergroten van de bronpopulaties en het verbeteren van verbindingen tussen watersystemen is een derde beheeroptie het herintroduceren van ontbrekende soorten. De kennis over herintroducties in het aquatische milieu is echter beperkt en succesvolle voorbeelden zijn schaars. Daarom is in het kader van het OBN-project "Herstel van laaglandbeken door het herintroduceren van macrofauna" in 2014 een herintroductie uitgevoerd van de kokerjuffer *Lepidostoma basale* (Trichoptera: Lepidostomatidae) in de Heelsumse beek op de Zuidwest-Veluwe. Dit is een doelsoort van laaglandbeken die sterk is afgenomen in Noordwest-Europa door habitatvernietiging en verslechtering van de waterkwaliteit. Het doel van de herintroductie was te onderzoeken of het mogelijk was om macrofauna uit te zetten op plekken die fysisch-chemisch en hydromorfologisch hersteld waren, maar door dispersiebarrières onbereikbaar zijn geworden voor de soorten die er van oorsprong thuishoorden. Het project slaagde in zijn opzet; de soort vestigde zich en vertoonde sterke groei.

Dit onderzoek gaat in op twee tot nu toe onbeantwoorde vragen. Ten eerste is het de vraag of ook nabijgelegen beken gekoloniseerd zijn door individuen uit de geherintroduceerde populatie. Dat zou langdurig voortbestaan garanderen, omdat een populatie in één beek kwetsbaar blijft voor calamiteiten, zoals de effecten van extreem weer. Ten tweede is het onduidelijk wat het effect is van de sterke toename van de soort op de rest van de levensgemeenschap. In april 2021 zijn zowel de Heelsumse beek als de beken en sprengen in de omgeving onderzocht op het voorkomen van *L. basale* door geschikt substraat in de vorm van beekhout af te zoeken en de aanwezige larven en poppen te tellen. Ook is een tijdreeksanalyse uitgevoerd van de monitoringsdata van een macrofaunameetpunt van het waterschap Vallei en Veluwe dat samenvalt met de uitzetlocatie van de soort.

In totaal werden 1430 individuen geteld in de Heelsumse beek verspreid over een trajectlengte van 2 kilometer, het hoogste aantal sinds het begin van de tellingen. De hoogste dichtheden werden bereikt in een traject van 0.6 kilometer rondom de oorspronkelijke uitzetlocatie, met 125 individuen op een boomstam als hoogste dichtheid. Stroomafwaarts in de uiterwaarden van de Nederrijn waren net zoals in 2018 enkele exemplaren aanwezig op hout dat door bevers in de beek was gebracht. In de 7 beken en sprengen rondom de Heelsumse beek werden geen exemplaren aangetroffen. Wel werd tijdens de monitoring geconstateerd dat veel potentieel geschikt habitat kampte met lage afvoeren, stagnatie en verslibbing. Deze voor *L. basale* ongunstige omstandigheden zijn vooral een doorwerking van de droogte van de afgelopen jaren; een combinatie van te veel onttrekking van water in het gebied terwijl de aanvulling onvoldoende is. Echter ook op de nog wel geschikte plekken werd de soort niet aangetroffen. Tenslotte kon op basis van de waterschapsdata worden vastgesteld dat sinds de herintroductie van *L. basale* geen significante veranderingen hebben plaatsgevonden in de populaties van de al aanwezige soorten, wat aangeeft dat de soort een aanvulling is op de levensgemeenschap en geen biotische interacties, zoals concurrentie, heeft veroorzaakt.

Op basis van het onderzoek dat de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden kan worden geconcludeerd dat herintroductie van macrofauna een haalbare maatregel is om doelsoorten terug te krijgen in herstelde beeksystemen. Randvoorwaarde hiervoor is wel dat de locatie voldoet aan de habitateisen die een soort stelt. In het geval van *L. basale* is veel potentieel habitat op dit

moment niet geschikt, wat verdere expansie van de populatie in de weg zit. Maatregelen zijn daarom wenselijk. Het meest kansrijk voor populatieuitbreiding zijn het uiterwaardentraject van de Heelsumse beek en de Renkumse beken. In het uiterwaardentraject gaat het om het stimuleren van de opslag van beekbegeleidende bomen en het verminderen van de toevoer van fijn sediment, terwijl in de Renkumse beken met name grootschaligere hydrologische maatregelen noodzakelijk zijn om meer stroming en een stabielere afvoer te krijgen. Hierbij valt te denken aan het terugdringen van grondwateronttrekkingen, concentreren van het beschikbare water in de ecologisch meest waardevolle loop van het bekenstelsel en door zo veel mogelijk water vast te houden in de kop van het systeem via het stimuleren van de ontwikkeling van veenvormende vegetaties.

Summary

The presence of characteristic stream macroinvertebrates is an important indicator of the success of stream restoration projects. However, despite restoration measures are taken, many target macroinvertebrate species do not return to the restored stream sections. This may indicate that not all environmental stressors have been addressed, as well as that the targetted species are unable to reach the restored streams. Dispersal problems can play an important role in fragmented degraded landscapes. The occurrence of many species has been reduced to small, isolated populations and they are often poor dispersers.

The combination of a low number of dispersers and only a small distance which could be covered by these individuals results in a small chance of (re)colonization of potentially suitable stream sections. In addition to focusing on increasing the size of source populations by habitat restoration and improving connections between water systems to facilitate dispersal, a third management option is to reintroduce the missing species. However, knowledge on reintroductions in aquatic systems is limited and successful examples are scarce. Therefore, in the context of the OBN project "Restoring lowland streams by reintroducing macrofauna" in 2014, a reintroduction of the caddisfly *Lepidostoma basale* (Trichoptera: Lepidostomatidae) was carried out in stream Heelsum on the Southwest Veluwe. This is a target species of lowland streams that has declined sharply in northwestern Europe due to habitat destruction and water quality deterioration. The aim of this reintroduction project was to investigate whether it was possible to introduce macrofauna at sites which have been restored physicochemically and hydromorphologically, but could not be reached by colonists due to dispersal barriers.

The project turned out to be succesful and resulted in the establishment of the species followed by exponential growth of the population. Nevertheless, two unanswered questions remained, which are addressed in this study. First, it is the question whether nearby streams also have been colonized by individuals from the reintroduced population. That would guarantee long-term survival, because a population in only one stream remains vulnerable to disturbance, such as the effects of extreme weather events. Second, it is unclear how the macroinvertebrate community which was already present responded to the establishment of the introduced species. In April 2021, the Heelsumse beek as well as the streams in the surrounding areas, 7 in total, were investigated to determine the occurrence and abundance of *L. basale*. Suitable substrate consisting of woody debris, such as branches and logs, were searched for larvae and pupae. Furthermore, a time series analysis was performed of the long-term monitoring dataset collected by the waterboard Vallei and Veluwe at the location where the larvae were intially introduced.

In 2021 a total of 1430 individuals was recorded in the Heelsumse beek in a stream stretch with a length of 2 kilometers, the highest abundance recorded since the start of the counts. Highest densities, with a maximum of 125 individuals on a single log, were reached around the initial release site, concentrated in a stretch of 0.6 kilometer long. The most downstream sites where the species was present was again (also in 2018) located in the floodplains of the Lower Rhine, where several individuals were recorded on wood that had been brought into the stream by beavers. No individuals were found in the other streams surveyed. However, during the monitoring it became clear that many potentially suitable habitats suffered from low discharges, resulting in stagnation and siltation. These unfavorable conditions for *L. basale* were associated with the droughts of recent years. Nonetheless, also stretches which were not affected did not contain individuals of *L. basale*. Finally, based on the waterboard dataset of the macrofauna assemblages in stream Heelsum it was established that no significant changes have occurred since the reintroduction of *L. basale* in the populations of the caddisfly species which were already present. This indicated that in terms of biotic interactions the species could be seen as complementary to the assemblage and that no negative interactions, such as competition, occurred.

Based on the study it can be concluded that reintroduction of macrofauna is a feasible measure to re-establish populations of target species in restored stream systems, given that the habitat requirements of the species are met at the site. It are those preconditions that do not seem to be fully met in the floodplain stretch of stream Heelsum and in parts of the other streams nearby, hindering further population expansion. To improve the conditions in these locations restoration measures are required. In the floodplain stretch this means stimulating the development of riparian trees and reducing the influx of fine sediment through local measures, whilst in the other streams especially larger-scale hydrological measures are necessary to improve flow conditions and to obtain a more stable discharge regime.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

De afgelopen decennia zijn op veel plekken op de hogere zandgronden beekherstelprojecten uitgevoerd. Een belangrijke graadmeter voor het succes van deze projecten wordt afgeleid aan de hand van de macrofauna die er aangetroffen wordt, waaronder waterinsecten als kokerjuffers, haften, steenvliegen en kevers. Volgens de methodiek die voorgeschreven wordt vanuit de Kaderrichtlijn Water gaat het hierbij met name om het aantal en de abundantie van de zogenoemde kenmerkende soorten die typerend zijn voor het watertype waartoe de beek behoort. Uit onderzoek blijkt echter dat op veel plekken het herstel van de macrofaunalevensgemeenschap achterblijft (Dos Reis Oliveira et al. 2020). Gezien het belang van biodiversiteit voor het ecologisch functioneren van de ecosystemen is dit een onwenselijke situatie.

De oorzaak van het uitblijven van grote veranderingen in de levensgemeenschappen van beken is tweeledig. Ten eerste wordt het veroorzaakt door het niet op orde zijn van de milieuomstandigheden die een soort gedurende de levenscyclus nodig heeft, oftewel de herstelmaatregelen hebben niet alle stressoren die een rol spelen voor de soort weggenomen. Ten tweede kan het simpelweg het gevolg zijn van het niet kunnen bereiken van de herstellende plekken. Het wordt namelijk steeds duidelijker dat in versnipperde gedegradeerde landschappen verspreidingsproblemen een belangrijke factor zijn voor de macrofauna; veel kenmerkende waterinsecten zijn teruggedrongen in kleine, geïsoleerde populaties en zijn ook nog eens slechte vliegers die actief maximaal een afstand van enkele kilometers kunnen afleggen (Sundermann et al. 2011).

De combinatie van weinig individuen die zich zouden kunnen verspreiden en een geringe afstand die kan worden afgelegd zorgt ervoor dat de kans op (her)kolonisatie van potentieel geschikte beektrajecten relatief klein is. Er zijn verschillende beheersopties om het verspreidingspotentieel te verbeteren. Ten eerste kan ingezet worden op het vergroten van de bronpopulaties door middel van maatregelen die de omstandigheden voor de soorten verbeteren. Een tweede optie is het verbeteren van de verbindingsmogelijkheden tussen populaties. Het blijkt dat kokerjuffers bijvoorbeeld profiteren van de aanwezigheid van bos langs de beek omdat ze hierbinnen grotere afstanden kunnen afleggen (Collier & Smith 1998). Herstel van beekbegeleidende bossen langs beken kan daarmee leiden tot meer verplaatsingen. Een derde optie is het herintroduceren van soorten op plekken waar ze verdwenen zijn als mogelijke oplossing voor niet (op een redelijke termijn overbrugbare) verspreidingsproblemen.

Kennis over herintroducties in het aquatische milieu is beperkt en succesvolle voorbeelden zijn schaars (Jourdan et al. 2019). Eén van de weinige geslaagde projecten wereldwijd is het OBN-project "Herstel van laaglandbeken door het herintroduceren van macrofauna" (Verdonschot et al. 2015, 2019, 2021). In het kader van dit project heeft een herintroductie van de kokerjuffer *Lepidostoma basale* (Trichoptera: Lepidostomatidae) plaatsgevonden. Dit is een kenmerkende soort van relatief schoon en koel langzaam stromend water, dat hout bevat als substraat voor de larven en waar beekbegeleidende bomen op de oevers staan waarin de volwassen dieren zich in kunnen ophouden (Hoffmann 2000). De soort is in heel Noordwest-Europa sterk achteruit gegaan door habitatvernietiging en verslechtering van de waterkwaliteit. In Nederland was de soort in het verleden op de hoge zandgronden van Drenthe tot Limburg aanwezig, maar is in verspreiding teruggedrongen tot enkele beken in het midden en zuiden van Limburg (Higler 2008).

Het doel van het introduceren van *L. basale* was om te onderzoeken of het mogelijk was om macrofauna uit te zetten op plekken die fysisch-chemisch en hydromorfologisch hersteld waren, maar door dispersiebarrières onbereikbaar zijn geworden voor de soorten die er van oorsprong thuishoorden. Tegelijkertijd werd zo een ontbrekende schakel in het functioneren van het beekecosysteem teruggebracht, omdat de soort een belangrijke rol speelt in de verwerking van organisch materiaal in de beek en door de hoge dichtheden die kunnen optreden (Hoffmann 2000, Verdonschot et al. 2015). De herintroductie is in 2014 uitgevoerd, waarbij vanuit een grote populatie in de Rode beek in de Meinweg in Limburg larven zijn overgeplaatst naar een hersteld traject in de Heelsumse beek op de Zuidwest-Veluwe. Tot en met 2018 is de ontwikkeling van de populatie in de beek gevolgd door stelselmatig geschikt habitat af te zoeken naar larven.

De populatie is in de jaren na herintroductie gegroeid en in het laatste meetjaar had de populatie een omvang bereikt die groter was dan in de meeste andere Nederlandse beken waar de soort voorkomt (Verdonschot et al. 2019). Wil dit nu zeggen dat de herintroductie een succes is? Verdonschot et al. (2015) geven een stappenplan voor het vaststellen van een geslaagde herintroductie, waarbij drie fasen doorlopen moeten worden voordat het langdurig voortbestaan van de herintroduceerde populatie gewaarborgd is:

1. **Overlevingsfase.** Succesvolle vestiging op herintroductielocatie. Het aantreffen van nakomelingen van de geïntroduceerde soort op de uitzetlocatie geeft aan dat de soort zich gevestigd heeft, tenminste op de korte termijn.
2. **Opbouwfase.** Vorming van een zichzelf in stand houdende populatie. Hoe meer generaties er voortkomen uit de oorspronkelijk geherintroduceerde populatie, des te sterker is de aanwijzing dat er een levensvatbare populatie is ontstaan die ook op de langere termijn kan standhouden.
3. **Expansiefase.** Uitbreiding van de soort. Vestiging van nieuwe deelpopulaties, eerst in de beek en later op andere plekken binnen het stroomgebied, geeft aan dat de herintroductie succesvol is.

Gezien de sterke populatiegroei van de afgelopen jaren is aan de criteria van de opbouwfase ruimschoots voldaan. Er is in de onderzoeksperiode echter nog niet vastgesteld in hoeverre ook de expansiefase gerealiseerd is, oftewel dat nabijgelegen beken gekoloniseerd zijn door individuen uit de geherintroduceerde populatie. Dit zou langdurig voortbestaan garanderen, omdat een populatie in één beek kwetsbaar blijft voor calamiteiten, bijvoorbeeld samenhangend met weersextremen zoals de warme droge zomers van 2019-2020. Verder is het onduidelijk wat het effect is van de sterke toename van de soort in de Heelsumse beek op de rest van de levensgemeenschap. Het is mogelijk dat de soort simpelweg een toevoeging is aan de gemeenschap en geen invloed heeft op de andere soorten, omdat de soort een (deels) andere niche inneemt dan de soorten die al aanwezig zijn. Echter, omdat de soort een sleutelrol vervult in de afbraakcyclus van organisch materiaal is het ook mogelijk dat andere soorten hiervan profiteren en ook in dichtheid toenemen. Vice versa zou het ook concurrentie kunnen opleveren, om voedsel, maar ook bijvoorbeeld om ruimte gezien de hoge dichtheden die de soort kan bereiken.

1.2 Vraagstelling

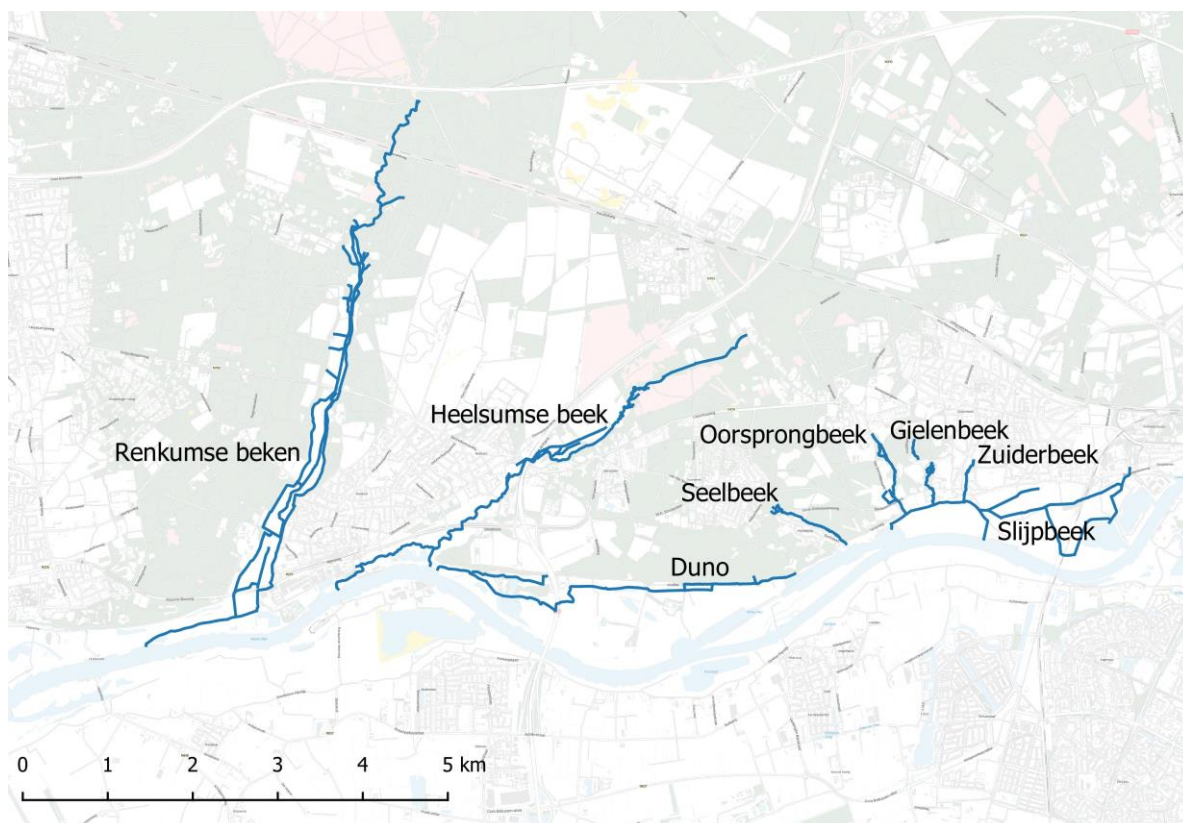
In het onderzoek komen de volgende vragen aan bod:

1. Hoe heeft de populatie van *Lepidostoma basale* zich sinds 2014 ontwikkeld in de Heelsumse beek?
2. Is ook geschikt habitat in de nabijgelegen beken op de Zuidwest-Veluwe gekoloniseerd, binnen een straal van 5 km ten opzichte van de beek waar de soort is uitgezet?
3. Zo ja, is er een relatie te leggen tussen de locaties waar kolonisatie heeft plaatsgevonden en het aanliggende landschap? Zijn er aanwijzingen dat er sprake is van een mogelijke corridorfunctie van bijvoorbeeld bospercelen die het ene beekdal met het andere verbinden?
4. Zijn er veranderingen opgetreden in de populaties van andere macrofaunasoorten nadat *L. basale* zich heeft gevestigd?

2. Aanpak

2.1 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied omvat de beken en sprengen op de Zuidwest-Veluwe. De Heelsumse beek met de geïntroduceerde populatie *L. basale* is als middelpunt genomen met daaromheen een zoekgebied van 5 kilometer. Dit is de afstand waarbinnen dispersie zich gewoonlijk concentreert (Sundermann et al. 2011). Binnen het zoekgebied zijn alle stromende wateren geselecteerd: in totaal 7 beken en sprengen (Figuur 2.1).



Figuur 2.1. Beeksystemen op de Zuidwest-Veluwe; het zoekgebied voor larven van *Lepidostoma basale*.

Figure 2.1. Streams in the southwestern part of the Veluwe; area searched for larvae of *Lepidostoma basale*.

2.2 Methode

De aanwezigheid van *L. basale* is vastgesteld door stelselmatig geschikt substraat in de vorm van beekhout af te zoeken in de periode 30 april - 1 juni. Hiervoor werd door twee personen in stroomopwaartse richting door de beek gelopen waarbij potentieel geschikt materiaal uit het water getild werd. Dit varieerde van kleine takken tot delen van boomstammen. Het aantal larven en poppen dat op het materiaal aanwezig was is geteld (Figuur 2.2). De larven en poppen zijn door de karakteristieke vorm van de koker en het kopkapsel van larve met het blote oog herkenbaar. De coördinaten van de vindplaatsen zijn met behulp van GPS vastgelegd met een nauwkeurigheid van 5 m.



Figuur 2.2. Larven van *L. basale* op een stuk hout uit de Heelsumse beek.

Figure 2.2. Larvae of *L. basale* on a piece of wood from stream Heelsum.

De macrofaunagegevens van Waterschap Vallei en Veluwe op het meetpunt 289051 (Heelsumse beek bij Kerkweg-brug) zijn gebruikt om veranderingen in de macrofaunalevensgemeenschap vast te stellen nadat *L. basale* is geïntroduceerd. Deze locatie valt samen met de locatie waar *L. basale* is geïntroduceerd. Omdat de locatie deel uitmaakt van het routinematig meetnet van het waterschap worden er bijna jaarlijks 5-m-standaardnet-monsters genomen in het voorjaar en najaar, die teruggaan tot 1994 (najaar) en 1995 (voorjaar). Door het gestandaardiseerde karakter van de monitoring maakt het een bruikbare dataset om ontwikkelingen in de macrofaunagemeenschap van de beek vast te stellen.

2.3 Analyses

Heatmaps van dichtheden in de verschillende jaren zijn gegenereerd in QGIS 3.10. In dit programma zijn ook de kolonisatie-afstanden in de beek bepaald met behulp van de Plug-in Networks 2.4.6.

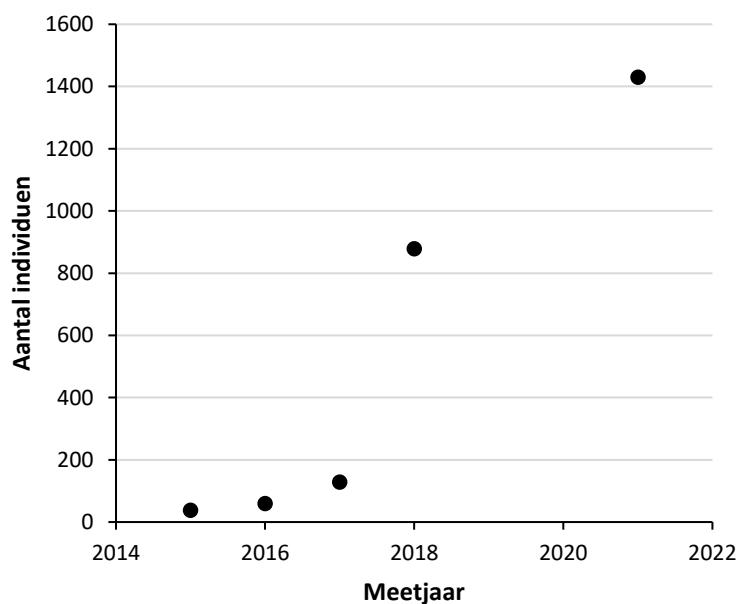
Veranderingen in de abundantie van macrofaunasoorten in de voorjaars- en najaarsbemonsteringen op waterschapsmeetpunt 289051 in de Heelsumse beek zijn vastgesteld met een change-point-analyse. Deze analyse kan worden toegepast om te bepalen of én wanneer er structurele veranderingen in het gemiddelde of de trend over tijd hebben plaatsgevonden (Zeileis et al. 2003, Chandler & Scott 2011, De Jong et al. 2013). We hebben voor iedere macrofaunasoort geanalyseerd of er structurele veranderingen in de gemiddelde abundantie hebben plaatsgevonden door horizontale lineaire regressielijnen over tijdsegmenten met vergelijkbare abundantie te fitten.

De analyse is uitgevoerd met package strucchange (Zeileis et al. 2002; v.1.5.2) in R (R Core Team 2021). Voorafgaand aan de analyse is de abundantie $\log_{10}(x+1)$ -getransformeerd om het effect van enkele jaren met hoge abundantie te reduceren. Vervolgens hebben we het empirische fluctuatieproces (efp functie) berekend met behulp van de OLS-gebaseerde CUSUM-test, omdat deze test ook structurele veranderingen vroeg en laat in de meetperiode kan detecteren (Ploberger & Krämer, 1992, Zeileis et al. 2002). Als randvoorwaarde hebben we de minimale lengte van een segment tussen twee changepoints op 4 jaar gesteld. Om te testen of er significante veranderingen hebben plaatsgevonden, hebben we de structurele veranderingstest (sctest functie) toegepast op de berekende OLS-residuen. Als er aanwijzing was voor een significante structurele verandering ($p < 0.05$) hebben we vervolgens met de breakpoints functie worden bepaald wanneer een of meerdere veranderingen hebben plaatsgevonden. Het optimale aantal 'changepoints' is per soort voor iedere locatie berekend met behulp van het 'Bayesian Information Criterion' (BIC) door de residuele som van kwadraten (RSS) te minimaliseren (Vanoni et al. 2016). Het jaartal waaraan de 'changepoints' worden toegekend is het laatste jaar van het voorafgaande segment met een 95% betrouwbaarheidsinterval.

3. Resultaten

3.1 Populatieontwikkeling

Vanaf 2014 heeft *L. basale* zich over de Heelsumse beek verspreid, waarbij de populatie groeide van 38 waargenomen individuen in 2015 tot 1430 waargenomen individuen in 2021 (Figuur 3.1). In 2021 bedroeg de mediane groepsgrootte 6 exemplaren met een spreiding tussen de 1 en 125 exemplaren. Ter vergelijking, in 2018 was dit een mediaan van 4 exemplaren en een spreiding tussen de 1 en 130 exemplaren.

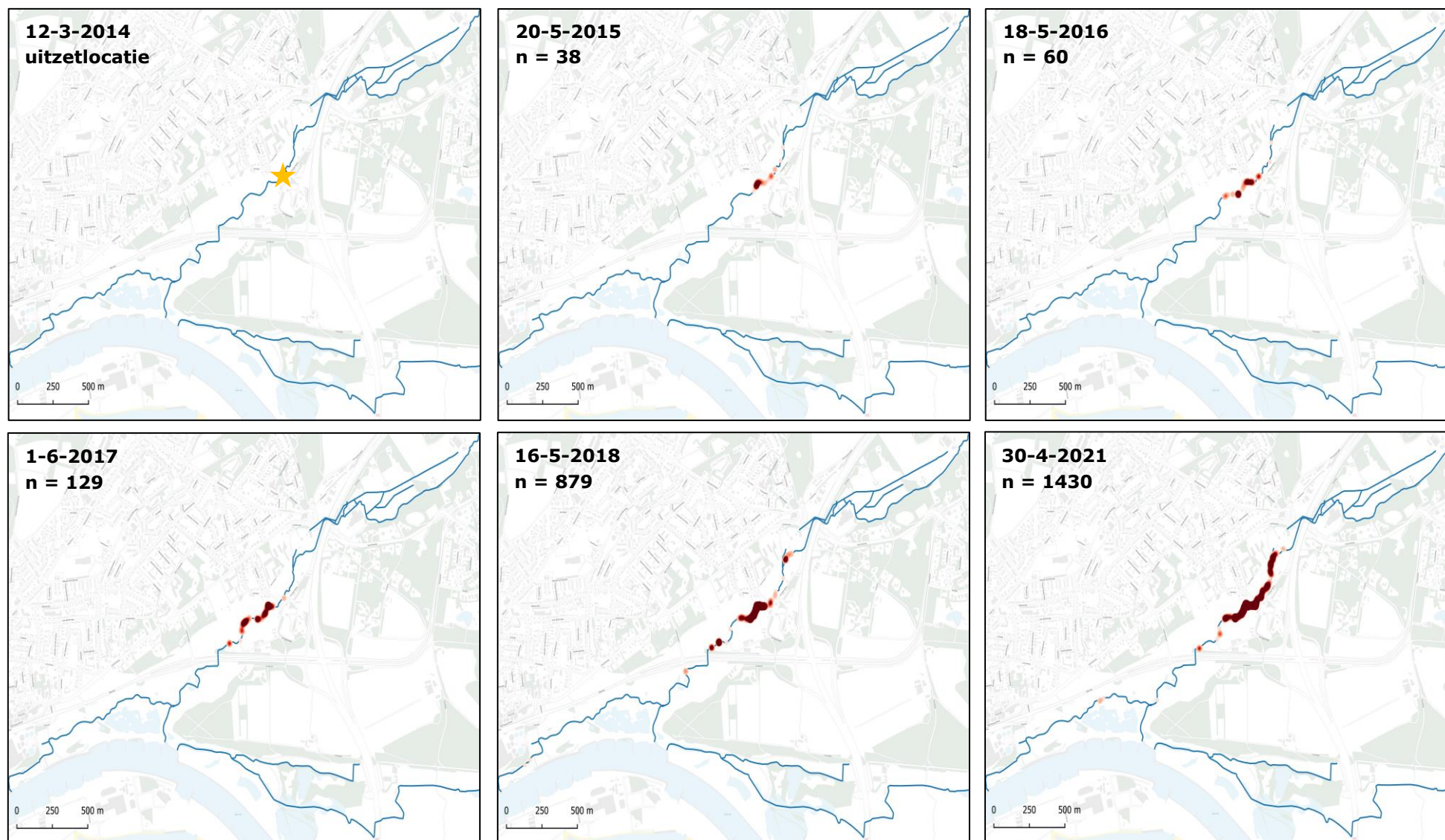


Figuur 3.1. Totaal aantal op beekhout aangetroffen individuen van *L. basale* in de Heelsumse beek in de meetjaren na de introductie in 2014.

Figure 3.1. Total number of recorded individuals of *L. basale* during surveys of stream Heelsum in the years after the 2014 introduction.

3.2 Verspreiding binnen de Heelsumse beek

Er trad een duidelijke concentratie op van individuen over een traject van circa 0,6 kilometer rondom de uitzetplek (Figuur 3.2). Verder benedenstrooms, inclusief het traject in de uiterwaarden van de Nederrijn in zowel 2018 als 2021, werden sporadisch individuen waargenomen op hout dat door bevers in de beek terecht gekomen was. De uitbreiding vond over de grootste afstand plaats in stroomafwaartse richting (Tabel 3.1, Figuur 3.3). De maximale afstand die hierbij was gekoloniseerd ten opzichte van de uitzetlocatie bedroeg in totaal 2,5 kilometer, waarvan in 2018 de grootste afstandstoename had plaatsgevonden. In stroomopwaartse richting bedroeg de kolonisatieafstand slechts 0,4 km.

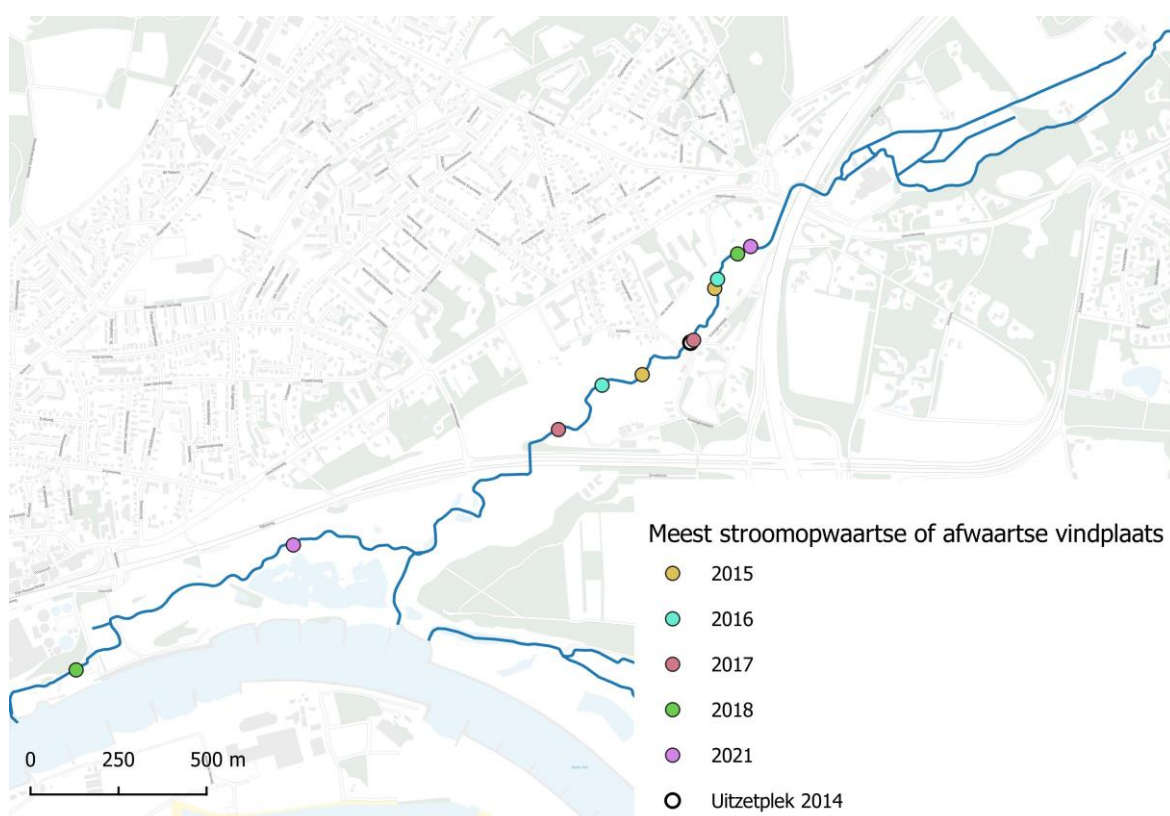


Figuur 3.2. Verspreiding *L. basale* in verschillende jaren in de Heelsumse beek. Donkerrood op heatmap geeft aantal individuen >5 weer.
Figure 3.2. Distribution of *L. basale* in the years after reintroduction in stream Heelsum. Heatmap indicates a density of >5 individuals (dark red).

Tabel 3.1. Toename in afstand per jaar in stroomopwaartse en stroomafwaartse richting ten opzichte van de meest beneden- of bovenstroomse vindplaats van *L. basale* in het voorgaande jaar. De afstand is uitgedrukt in zowel de afstand wanneer de beekloop gevolgd wordt als de kortste afstand tussen de punten over het land.

Table 3.1. Increase in instream and overland distance covered by individuals of the population when the furthest upstream and downstream points with individuals in subsequent years are compared.

Meetjaar	Toename in afstand ten opzichte van meest stroomopwaartse of stroomafwaartse vindplaats voorgaande meetjaar (m)			
	Stroomafwaartse richting		Stroomopwaartse richting	
	beek volgend	hemelsbreed	beek volgend	hemelsbreed
2014 > 2015	192	164	199	168
2015 > 2016	131	121	30	28
2016 > 2017	225	177	-217	-187
2017 > 2018	1950	1531	318	274
2018 > 2021	-841	-713	44	42



Figuur 3.3. Meest boven- en benedenstroomse vindplaatsen van *L. basale* in de jaren na de introductie in de Heelsumse beek.

Figure 3.3. Most up- and downstream locations of *L. basale* in the years after introduction in stream Heelsum.

3.3 Verspreiding in beken in de omgeving

In de 7 beken en sprengen ten westen en oosten van de Heelsumse beek (afgezocht gebied kaart Figuur 2.1, impressie beken Figuur 3.4) werden op 22-30 april 2021 op geen enkele locatie met beekhout larven of poppen van *L. basale* aangetroffen.



Gielenbeek



Seelbeek



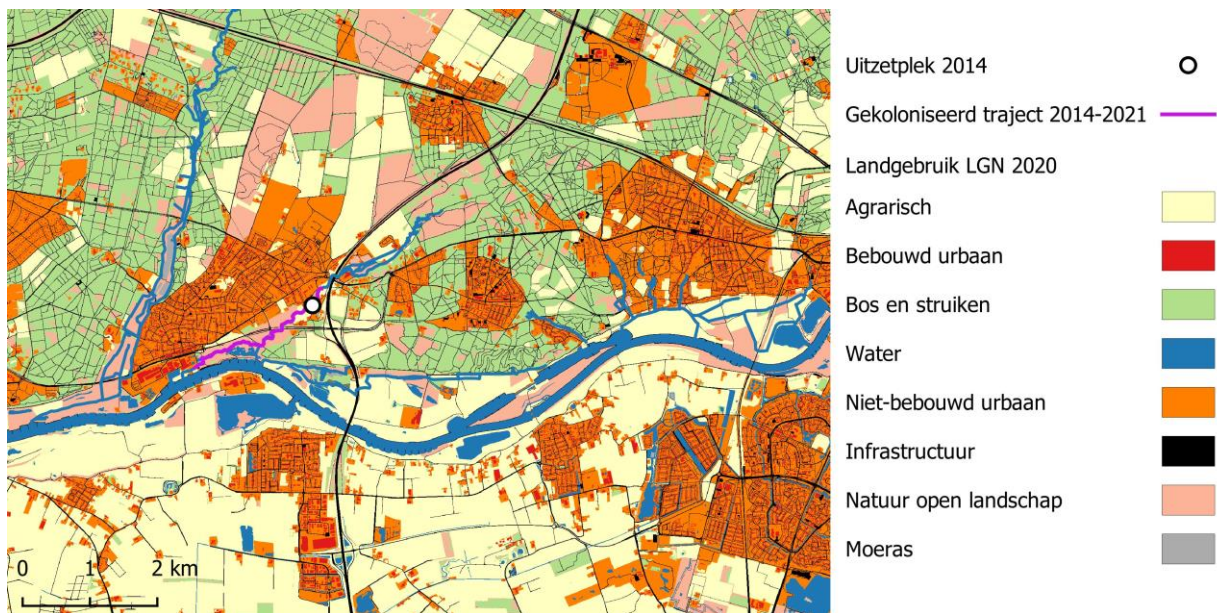
Oorsprongbeek



Renkumse beek

Figuur 3.4. Impressie van enkele beken rondom de Heelsumse beek. Larven of poppen van *L. basale* werden niet aangetroffen tijdens het onderzoek.
Figure 3.3. Impression of several streams in the surroundings of stream Heelsum. None of these locations contained larvae or pupae of *L. basale*.

Omdat er geen larven of poppen van *L. basale* zijn aangetroffen in andere beken of sprengen is er geen directe relatie te leggen tussen de locaties waar kolonisatie heeft plaatsgevonden en het tussenliggende landschap. De landgebruikskaart van het gebied laat zien dat de Heelsumse beek aan de westzijde door bebouwd urbaan en open agrarisch gebied wordt begrensd, wat moet worden gepasseerd om de Renkumse beken te bereiken (Figuur 3.5). Aan de zuidzijde zou de Nederrijn kunnen worden gevolgd in stroomafwaartse richting om zo het industriële complex van Parenco te passeren en in stroomopwaartse richting om de oostelijk gelegen beekmondingen te bereiken. In oostelijke richting kan ook direct het bos of de bosrand (met hierin watergangen) worden gevolgd tot de Duno, Seelbeek en verder, met alleen een onderbreking door infrastructuur (snelweg A50) direct naast de Heelsumse beek. Als over de snelweg vliegen een barrière zou zijn, kan als alternatief onder de overspanning van de brug over de Nederrijn door worden gevlogen.



Figuur 3.5. Landgebruik onderzocht gebied op basis van de LGN 2020 classificatie samengevoegd naar voor het onderzoek relevante landgebruiksvormen. Het traject waar *L. basale* is aangetroffen is aangegeven met een paarse lijn.

Figure 3.5. Land use studied catchments based on the LGN2020 land use classification grouped to for this study relevant groups of land use classes. Distribution of *L. basale* is indicated with a purple line.

3.4 Populatieontwikkeling overige macrofaunasoorten

De changepoint-analyses van de voorjaars- en najaarsbemonsteringen op het waterschapsmeetpunt in de Heelsumse beek laten zien dat van de in totaal 131 aanwezige soorten 9 soorten in aantal zijn toegenomen (Tabel 3.2). Daarnaast is een afname vastgesteld bij 2 soorten. Het gaat hierbij om 4 soorten kokerjuffers (inclusief *L. basale*), 6 soorten watermijten en 1 steenvlieg.

In de najaarsbemonsteringen verscheen *L. basale* in 2014 en in de voorjaarsbemonsteringen in 2015, waarna het aantal individuen verder toenam in de tijd. De waterschapsdata ondersteunen hiermee het resultaat van de bemonstering die in het kader van dit project is uitgevoerd.

Veranderingen in de andere soorten die samenvielen met het verschijnen van *L. basale* werden alleen opgemerkt voor *Lebertia inaequalis*, die toenam vanaf 2014 in de najaarsmonsters. Dit is een op vedermuggen parasiterende algemene watermijten-soort die typisch is voor langzaam stromende beken, vaak met waterplanten. Deze soort heeft daarmee geen ecologische preferenties die te relateren zijn aan de invloed die *L. basale* op het systeem zou kunnen hebben. De overige aantalsveranderingen traden of op voordat *L. basale* werd geïntroduceerd (de kokerjuffers *Silo nigricornis*, *Agapetus fuscipes* en *Sericostoma personatum* en de steenvlieg *Nemoura cinerea*), of waren taxonomisch van aard en het gevolg van toegenomen determinatiekennis (overige watermijten).

Sinds de introductie van *L. basale* zijn dus geen veranderingen opgetreden in de populaties van andere soorten in de levensgemeenschap.

Tabel 3.2. Resultaten change-point-analyses waarmee veranderingen in het voorkomen van soorten (toename abundantie +, afname -) kunnen worden gedetecteerd in tijdsreeksen. Significantiedrempel veranderingen: $P < 0.05$. Er wordt onderscheid gemaakt in aantalsveranderingen van soorten die als gevolg van taxonomische effecten (determinatie) en soorten die hierdoor in de tijd niet beïnvloed worden (herkenbaar). Seizoenen zijn apart geanalyseerd.

Table 3.2. Results change-point-analysis which is used to detect changes in occurrence and abundance of species (+ increase, - decrease) in time-series of monitoring data. Significance threshold: $P < 0.05$. A distinction is made between species which appeared because of taxonomical changes in time (identification) and species which are not influenced by these effects (recognizable). Seasons are analysed separately.

Taxa	Groep	Status	Seizoen	Effect en jaar respons	Sign. effect (P)
<i>Hygrobates arenarius</i>	Watermijten	Determinatie	najaar	+, 2015	0.025
<i>Hygrobates setosus</i>	Watermijten	Determinatie	najaar	+, 2010	0.040
			voorjaar	+, 2009	0.023
<i>Hygrobates nigromaculatus</i>	Watermijten	Determinatie	voorjaar	-, 2010	0.043
<i>Lebertia inaequalis</i>	Watermijten	Herkenbaar	najaar	+, 2014	0.010
<i>Hygrobates arenarius</i>	Watermijten	Determinatie	najaar	+, 2015	0.025
<i>Sperchon setiger</i>	Watermijten	Determinatie	najaar	+, 2010	0.011
<i>Sericostoma personatum</i>	Kokerjuffers	Herkenbaar	najaar	+, 2013	0.027
<i>Lepidostoma basale</i>	Kokerjuffers	Herkenbaar	najaar	+, 2014	0.043
			voorjaar	+, 2015	0.043
<i>Silo nigricornis</i>	Kokerjuffers	Herkenbaar	najaar	+, 2009	0.008
<i>Agapetus fuscipes</i>	Kokerjuffers	Herkenbaar	najaar	+, 2010	0.021
<i>Nemoura cinerea</i>	Steenvliegen	Herkenbaar	voorjaar	-, 2013	0.014

4. Conclusies, discussie en beheersaanbevelingen

L. basale heeft in de afgelopen jaren een relatief grote stabiele populatie opgebouwd in de middenloop van de Heelsumse beek. De soort heeft hoge dichtheden bereikt over een beeklengte van ca. 0,6 kilometer rondom de oorspronkelijke introductielocatie, in zowel benedenstroomse als bovenstroomse richting. Hier is veel habitat aanwezig dat voldoet aan de eisen van de verschillende levensstadia van de soort (Verdonschot et al. 2015). Binnen het beekstelsel heeft kolonisatie in stroomafwaartse richting plaatsgevonden over een lengte van 2,5 kilometer, terwijl deze afstand in stroomopwaartse richting slechts 0,4 kilometer bedroeg. Dit verschil kan mogelijk verklaard worden door stroomafwaartse drift, het actief of passief met de stroming meegevoerd worden van eieren en larven.

Benedenstrooms in de uiterwaarden van Nederrijn zijn zowel in 2018 als 2021 enkele exemplaren aangetroffen. Of deze individuen via stroomafwaartse drift in dit traject terecht zijn gekomen of dat vrouwtjes actief eieren hebben afgezet is niet bekend. Van populatieopbouw zoals bovenstrooms is waargenomen is echter geen sprake. Waarschijnlijk voldoet dit traject niet aan de habitateisen van de soort, met name door een gebrek aan beschaduwing van de beekloop en de aanwezigheid van veel fijn sediment (klei). Houtaanvoer naar de beek is er echter voldoende door beveractiviteiten. Door in dit traject meer boomopslag toe te laten langs de beek en erosie van de oevers te voorkomen door de beek uit te rasteren zodat vee de oevers niet kan vertrappen zijn twee maatregelen waarmee op korte termijn de kans op het ontstaan van een populatie kan worden vergroot.

Andere beken en sprengen in de omgeving bleken niet te zijn bereikt. Of dit een dispersie- of een habitatgeschiktheidskwestie is — en of kolonisatie in de toekomst wel zal kunnen plaatsvinden — is niet duidelijk geworden op basis van de resultaten, omdat er geen individuen zijn aangetroffen in de andere beken. Mogelijk vindt dispersie pas plaats als een bepaalde populatieomvang is bereikt. Omdat nog steeds populatiegroei optreedt (Figuur 3.1), zou het kunnen dat de populatie nog steeds in de opbouwfase is en de noodzaak of trigger voor dispersie nog niet is bereikt omdat nog steeds habitat in de Heelsumse beek bezet kan worden. Daarnaast kon ook niet worden vastgesteld of bepaalde landschapselementen of typen landgebruik als corridor of juist als barrière fungeerden. Mogelijk dat aan de westzijde de strook urbaan bebouwd gebied en open agrarisch landschap uitwisseling tussen de Heelsumse beek en de Renkumse beken verhinderde, terwijl aan de oostzijde de snelweg A50 een obstakel zou kunnen zijn. Tegelijkertijd zou de Nederrijn en de het bos met watergangen langs de Veluwe-rand juist als corridor kunnen fungeren. Naast de mogelijkheid van het uitblijven van dispersie of de aanwezigheid van barrières lijkt de habitatgeschiktheid van beektrajecten een belemmering. Tijdens het onderzoek bleek de afvoer van de beken en sprengen in de omgeving laag ten opzichte van de afvoer van de Heelsumse beek. Stagnatie en verslibbing kwam in veel trajecten voor, wat duidt op ongeschikt habitat voor de soort. Deze situatie is het gevolg van een combinatie van factoren: de droogte van de afgelopen jaren, wateronttrekking en te weinig aanvulling van het grondwater zorgen voor problemen met de watervoerendheid van de beken in dit deel van de Veluwe. Om de habitatgeschiktheid in de beken te verbeteren is hydrologisch herstel dan ook de belangrijkste stuurknop. Hiervan profiteert niet alleen *L. basale*, maar veel andere kenmerkende beekmacrofauna die afhankelijk zijn van voldoende stroming en een stabiele afvoer.

Maatregelen kunnen bijvoorbeeld het terugdringen van onttrekkingen op de Zuidwest-Veluwe (proceswater industrie, drinkwaterwinning) zijn, het verminderen van de drainage en het verhogen van de infiltratie in de inrijgebieden, terwijl in de beekdalen het water vertraagd moet worden afgevoerd. Om dit laatste te bereiken kan in de koppen van de systemen worden ingezet op de ontwikkeling van doorstroommoerassen. Stuwten in de beek plaatsen verder benedenstrooms,

zoals werd waargenomen in de Renkumse beken, werkt juist negatief door op de beekfauna omdat dit leidt tot verminderde stroming. In de beken zelf kan worden gewerkt aan de watervoerendheid. Veel van de beken in het gebied bestaan uit een groot aantal parallele takken of sprengen. De kenmerkende beekmacrofauna zou ervan profiteren als een deel hiervan zou worden afgekoppeld, zodat water geconcentreerder in één loop kan afstromen met als gevolg meer stroming en een stabielere afvoer. Nu wordt het water in veel systemen over een netwerk van beektakken verdeeld, waardoor de afvoer in afzonderlijke takken gering is en sterk kan fluctueren.

Geconcludeerd kan worden op basis van het onderzoek dat de afgelopen jaren is uitgevoerd aan *L. basale* dat herintroductie van macrofauna een haalbare maatregel is om doelsoorten terug te krijgen in herstelde beeksystemen. Randvoorwaarde hiervoor blijft wel dat de beoogde herintroductielocatie voldoet aan de habitateisen die een soort stelt. Bij het overwegen van een herintroductie is het daarom essentieel voldoende kennis te hebben van zowel de eisen van de beoogde soort als de omstandigheden op de uitzetplek. Verdonschot et al. (2015) beschrijven het afwegingskader dat hiervoor nodig is. Ondanks dat *L. basale* een functioneel gezien een belangrijke rol speelt in laaglandbeken en in hoge dichtheden voorkomt hebben deze eigenschappen er niet toe geleid dat er in de afgelopen jaren veranderingen in aantallen en soorten in de al aanwezige levensgemeenschap zijn opgetreden. Dit wijst erop dat er een lege niche is ingevuld (hier is de soort overigens ook op geselecteerd) zonder dat dit positieve of negatieve effecten heeft gehad op de andere macrofauna die in de beek aanwezig is. De roept de vraag op in hoeverre de Heelsumse Beek iets is opgeschoten met deze herintroductie, behalve dat het systeem een soort rijker is. De functionele rol van de soort suggereert dat de larven een bijdrage leveren aan de organisch materiaal afbraak, maar omdat hier geen metingen aan zijn verricht in de Heelsumse beek kunnen hier geen uitspraken over worden gedaan. Van een 'sleutelrol' lijkt echter geen sprake, omdat je dan ook verschuivingen in de populaties van andere soorten zou verwachten. Daarbij is het wel de vraag hoe lang het duurt voordat deze invloed zichtbaar wordt, wat ook geldt voor interacties met andere soorten. Mogelijk is daar bijvoorbeeld een bepaalde populatiegrootte voor nodig, die op dit moment nog niet bereikt is. Het is daarom niet ondenkbaar dat op de langere termijn alsnog nog veranderingen kunnen optreden. Anderzijds betreft de herintroductie natuurlijk maar één enkele soort, waardoor het misschien ook niet realistisch is om te verwachten dat dat tot grote verschuivingen leidt.

Het onderzoek roept dan ook een aantal vragen op die in vervolgonderzoek kunnen worden opgepakt. Ten eerste de vraag wat nu limiterend is voor het uitblijven van de kolonisatie van nabijgelegen beken: dispersielimitaties of habitatkwaliteit? Hiervoor kan dezelfde monitoring over een aantal jaren herhaald worden om te bekijken of dan wel verspreiding heeft plaatsgevonden. Alternatief is de soort ook in de andere beken te herintroduceren om te bekijken of zich er een zich instandhoudende populatie vormt, maar dit belemmert wel het op de langere termijn vaststellen van natuurlijke kolonisatie. Belangrijke onbeantwoorde vraag hierbij is hoe het dispersieproces verloopt, wanneer vindt het plaats in de populatie, welke landschapstypen of elementen worden hiervoor gebruikt wanneer individuen dispergeren en welke afstanden kunnen worden overbrugd? Pas wanneer dispersie wordt vastgesteld, en daar leent deze geherintroduceerde populatie zich perfect voor omdat de soort in de wijde omgeving niet voorkomt, kan meer inzicht worden gekregen in de achterliggende mechanismen. Ten tweede is het de vraag wat de meerwaarde is van een soort toevoegen aan een bestaande levensgemeenschap. Kunnen soorten ongelimiteerd worden toegevoegd in systemen met de juiste milieucondities, of zijn er momenten waarop biotische interacties een rol gaan spelen en wanneer treedt dit op? Heeft het toevoegen van soorten gevolgen voor het ecosysteem functioneren, op welke functies en onder welke omstandigheden? Is deze invloed überhaupt meetbaar? Kortom, naast dat het onderzoek een 'modelstudie' is voor herintroducties van macrofauna in de toekomst, waarin één of misschien meerdere soorten tegelijk kunnen worden geherintroduceerd, biedt het mogelijkheden om allerlei fundamentele vragen over het functioneren van aquatische ecosystemen en levensgemeenschappen op te lossen.

5. Literatuur

- Chandler, R., Scott, M. (2011) Statistical methods for trend detection and analysis in the environmental sciences. John Wiley & Sons: Chichester.
- Collier KJ, Smith BJ (1998) Dispersal of adult caddisflies (Trichoptera) into forests alongside three New Zealand streams *Hydrobiologia* 361: 53–65.
- De Jong, R., Verbesselt, J., Zeileis, A., Schaepman, M. E. (2013) Shifts in global vegetation activity trends. *Remote Sensing* 5: 1117–1133.
- Dos Reis Oliveira, P.C., Van der Geest, H.G., Kraak, M.H.S., Westveer, J.J., Verdonschot, R.C.M., Verdonschot P.F.M. (2020) 40 years of stream restoration: lessons learned and future perspectives. *Journal of Environmental Management* 264: 110417
- Jourdan, J., Plath, M., Tonkin, J.D., Ceylan, M., Dumeier, A.C., Gellert, G., Graf, W., Hawkins, C.P., Kiel, E., Lorenz, A.W., Matthaei, C.D., Verdonschot, P.F.M., Verdonschot, R.C.M., Haase P. (2019) Reintroduction of freshwater macroinvertebrates: challenges and opportunities. *Biological Reviews* 94: 368–387.
- Hoffmann, A. (2000) The Association of the Stream Caddisfly *Lasiocephala basalis* (Kol.) (Trichoptera: Lepidostomatidae) with wood. *International Review of Hydrobiology* 85: 79–93.
- Higler, L.W.G. (2008) Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera). European Invertebrate Survey – Nederland. Leiden.
- Ploberger, W., Krämer, W. (1992) The CUSUM test with OLS residuals. *Econometrica, Journal of the Econometric Society* 60: 271–285.
- R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Sundermann, A., Stoll, S., Haase, P. (2011) River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications* 21: 1962–1971
- Vanoni, M., Bugmann, H., Nötzli, M., Bigler, C. (2016) Quantifying the effects of drought on abrupt growth decreases of major tree species in Switzerland. *Ecology and Evolution*, 6: 3555–3570.
- Verdonschot, R., van der Meer, T., Verdonschot, P. (2021) De eerste herintroductie van een waterinsect in Nederland: *Lepidostoma basale*. p. 53–59. In: Zekhuis, M., Van Oort, L., Hoogenstein, L. (eds.) *Gewilde dieren. Herintroducties van dieren in Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist. 288 p.
- Verdonschot, R., van der Meer, T., Verdonschot P. (2019) Herintroductie van macrofauna: een haalbare kaart? *Vakblad natuur bos landschap* 151: 23–25.
- Verdonschot, R.C.M., Kleef, H.H. van, Verdonschot, P.F.M. (2015). Herstel van laaglandbeken door het herintroduceren van macrofauna. Rapport nr. 2015/OBN199-BE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen.
- Zeileis, A., Kleiber, C., Krämer, W., Hornik, K. (2003) Testing and dating of structural changes in practice. *Computational Statistics & Data Analysis*, 44: 109–123.
- Zeileis, A., Leisch, F., Hornik, K., Kleiber, C. (2002) strucchange: An R package for testing for structural change in linear regression models. *Journal of statistical software* 7: 1–38.

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit:

- is een onafhankelijk en innovatief platform waarin beheer, beleid en wetenschap op het gebied van natuurherstel en -beheer samenwerken;
- ontwikkelt en verspreidt kennis met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.

**Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door
het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12**

Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 7
3972 NG Driebergen
0343-745250
info@vbne.nl

Alle publicaties en
producten van het
OBN Kennisnetwerk
zijn te vinden op
www.natuurkennis.nl