NOTITIE KIWK

Maatregелеffectiviteit beekherstel

Macrofaunarespons op de herinrichting van de Leuvenumse beek

Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Ienke Bogerd, Dorien Roubos, Maarten Veldhuis en Piet Verdonschot

Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

November 2020

Auteurs

Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Ienke Bogerd, Dorien Roubos, Maarten Veldhuis en Piet Verdonschot
(correspondentie: gea.vanderlee@wur.nl)

Opdrachtgever

Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) – Waterschap Vallei en Veluwe

Projectgroep

Gebruikerscommissie Kennisimpuls waterkwaliteit Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit

Wijze van citeren

van der Lee G.H., Verdonschot R.C.M., Bogerd, I., Roubos, D., Veldhuis, M. en Verdonschot P.F.M. (2020). Maatregелеffectiviteit beekherstel: Macrofaunarespons op de herinrichting van de Leuvenumse beek. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 14 pp.

Trefwoorden

Hierdense/Staverdense/Leuvenumse beek, macrofauna, beekherstel

Beeldmateriaal

Ralf Verdonschot

DOI: <https://doi.org/10.18174/534938>

ISBN: 978-94-6395-613-0

Dit project is uitgevoerd in opdracht van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK).

© 2020 Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Inhoud	1
Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methoden	4
2.1 Metingen	4
2.2 Taxonomische afstemming	4
2.3 Data-analyse	4
3 Resultaten	7
3.1 Macrofauna	7
4 Conclusies	10
5 Literatuur	11
6 Supplement	12

Samenvatting

Een van de doelen van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) is het kwantificeren van de effectiviteit van lokale maatregelen in verschillende watertypen op verschillende organismengroepen. In dit document is de effectiviteit van de herinrichting van de Leuvenumse beek op de macrofaunagemeenschap geanalyseerd. Er kan worden geconcludeerd dat er vanaf ongeveer 2002 een stroomgebiedsbrede ontwikkeling in de boven- en midden loop heeft plaatsgevonden met een toename van taxa met een preferentie voor matig tot snel stromend water, een lage saprobiteit en die positief scoren op de KRW maatlatten. De inbreng van hout in 2011 heeft tot een verdere positieve ontwikkeling in de macrofaunagemeenschap geleidt, die trajectspecifiek was voor de middenloop. De zandsuppletie die vanaf 2014 heeft plaatsgevonden, heeft in eerste instantie een negatief effect op de macrofaunagemeenschap gehad, maar de laatste monstername in 2018 laat weer een positieve trend zien.

1 Inleiding

Een van de doelen van de Kennisimpuls waterwaliteit (KIWK) is het kwantificeren van de effectiviteit van lokale maatregelen in verschillende watertypen op verschillende organismengroepen. In dit document wordt de effectiviteit van de herinrichting van de Leuvenumse beek op de macrofaunagemeenschap geanalyseerd.

De Leuvenumse beek (ofwel de Hierdense/Staverdense beek) is een langzaam stromende midden/benedenloop op zand van ongeveer 20 km (KRW type R5). De beek heeft een hoger gelegen kwelzone (tot aan het Achterste Gat), een transporterende middenloop waar wegzijging optreedt (tot aan de A28) en een kwel ontvangende benedenloop (tot aan het randmeer). Het bovenstroomse deel is grotendeels ontgonnen voor landbouw, het middendeel is aangepast, soms door de loop in meerdere zijlopen te vertakken en plaatselijk door het water op te stuwen, voor het aandrijven van watermolens ten behoeve van de papierfabricage. Het benedenstroomse deel is grotendeels gekanaliseerd en stroomt door een agrarisch landschap en essenhakhoutbos. Door piekafvoeren uit het bovenstrooms landbouwgebied is de middenloop van de beek diep ingesneden en ontkoppeld van het beekdal, waardoor de diversiteit aan substraten is verminderd. Sinds 1994 zijn in de middenloop meerdere herstelmaatregelen genomen om het functioneren van de beek te verbeteren (Figuur 1). Tussen 1994 en 1997 bestonden de maatregelen uit het aantakken van oude beeklopen, het afdammen van gekanaliseerde lopen en het aanleggen van retentiebekkens. Vanaf februari 2011 is hout in de beek gebracht en is het beheer en onderhoud gestaakt. Dit leidde niet tot de gewenste bodemophoging, waardoor is besloten om vanaf januari 2014 op zeven locaties in de middenloop geleidelijk zand te suppleren tot de beek buiten zijn oevers trad. De laatste suppletie heeft in maart 2019 plaatsgevonden.

Figuur 1: A) Kaart van de Leuvenumse beek. Het hersteltraject is aangegeven met een rode cirkel. De macrofauna monsterpunten met lange tijdsreeksen zijn aangegeven met een rode stip. B) Foto's van de beek.

2 Materiaal en methoden

2.1 Metingen

Voor drie meetpunten in de beek zijn lange tijdreeksen voor macrofauna beschikbaar (Figuur 1A). Het meetpunt bovenstrooms en benedenstrooms van het hersteltraject kunnen potentieel dienen als controle, omdat hier geen vergelijkbare herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Het meetpunt in het hersteltraject is na de zandsuppletie iets naar benedenstrooms verplaatst. De monsters zijn tussen 1995 en 2018 zowel in het voorjaar (april-juni) als in het najaar (september-december) met de standaardmacrofauna bemonsteringsmethode genomen (Tabel 1).

Tabel 1: Overzicht van de macrofaunamonsterlocaties.*Dit monster was sterk afwijkend en niet meegenomen in de analyse

Traject	Naam	Code	Coördinaten	Metingen
Controle Bovenloop	Staverdense Beek, Staverdenseweg	243510	52.28527, 5.73665	Vj: 1995, 1999, 2002, 2005, 2010, 2014 Nj: 1999, 2002, 2005, 2010
Herstel middenloop	Leuvenumse Beek, Elspeet, Poolseweg	243640/ 643640	52.32385, 5.70549/ 52.32411, 5.70562	Vj: 1995, 1999, 2002, 2005, 2009-2018 Nj: 1999, 2002, 2005, 2009- 2012, 2015-2016
Controle Benedenloop	Hierdensebeek, Hierden, Waterweg	243520	52.36703, 5.68914	Vj: 1981-1991, 2005*, 2010, 2014 Nj: 1980, 1983-1991, 1995, 1999, 2005, 2010

2.2 Taxonomische afstemming

Determinaties zijn uitgevoerd tot het taxonomisch niveau gevraagd in het betreffend project waardoor taxonomische afstemming voor deze analyse noodzakelijk was. Voor de analyse is de oorspronkelijke macrofaunadata taxonomisch op elkaar afgestemd op basis van frequentie van voorkomen in de monsters en totale abundantie. Indien een genus op een paar uitzonderingen na was gedetermineerd tot op soortniveau, is het genus verwijderd en zijn de soorten gehandhaafd. Indien de frequentie waarmee het genus voorkomt echter hoog was, is de data geaggregeerd op genusniveau. Voor de genera *Glyptotendipes* en *Chironomus* zijn alle gegevens geaggregeerd naar genusniveau, omdat determinatie van deze groep niet consistent is uitgevoerd en minder betrouwbaar is. Bij de Tubificidae (oligochaete wormen) zijn naast de soorten ook de gehele groep Tubificidae meegenomen, omdat een groot aantal juveniele Tubificidae indicatief is voor bepaalde milieumomstandigheden.

2.3 Data-analyse

De abundantie van de macrofauna is eerst $\log_{10}(x+1)$ getransformeerd om het effect van hoge dichtheden te verminderen en de rol van laag-abundante soorten te vergroten. Alle data is doormiddel van een Principale-ComponentenAnalyse (PCA) geplot om de patronen in de macrofaunagemeenschap tussen de verschillende seizoenen en monsterpunten weer te geven. De data is vanaf 1990 per seizoen geanalyseerd volgens de 'Principal Response Curve (PRC)' methode (Van den Brink & ter Braak, 1999; zie Box 1 voor uitgebreide uitleg). Deze methode biedt de mogelijkheid om veranderingen in de gemeenschap bij verschillende maatregelen (zogenoemde 'treatments') uit te zetten tegen de tijd. Dit resulteert in een grafiek met de tijd op de x-as en de verandering in de gemeenschap (zogenoemde 'canonical coefficient C_{dt} ') op de drie meetpunten ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap op het hersteltraject voor het inbrengen van hout en de zandsuppletie (d.w.z. in de periode 1995 – 2010). Vervolgens is voor Middenloop in het voorjaar een 'change point analysis' gebruikt om aan te geven wanneer (met een 95% betrouwbaarheidsinterval) een eventuele verandering in de trend over tijd heeft plaatsgevonden (Zeileis et al., 2003). Het optimale aantal breekpunten wordt automatisch bepaald op basis van de resterende som van de kwadraten. Voor de andere twee meetpunten zijn te weinig datapunten om een 'change point analysis' toe te passen, dus hebben we de grafiek 'op het oog' geïnterpreteerd.

Ieder taxon heeft een gewicht (zogenoemde 'species weight b_k ') gekregen, wat aangeeft in welke mate het taxon het patroon van de respons volgt. Taxa met een positief gewicht volgen de verandering, taxa met een negatief gewicht vertonen een tegenovergestelde respons en taxa met een gewicht van bijna nul vertonen geen respons of een respons die niet gerelateerd is aan het patroon dat in het diagram wordt getoond. Voor de macrofauna hebben we deze score vergeleken met de KRW-maatlatwaarden van soorten voor watertype R5 (Altenburg et al., 2018), de WEW autecologie score voor stroming (Verberk et al., 2012) en de Duitse saprobie index (Friedrich & Herbst, 2004; German saprobic Index new version). Voor de KRW-maatlatwaarden hebben we onderscheid gemaakt tussen dominant negatieve taxa (N) en positieve/kenmerkende taxa (P/K). Voor de stroming hebben we onderscheid gemaakt tussen soorten met een affiniteit voor stilstaand tot zeer langzaam stromend (< 10 cm/s), langzaam stromend (10-15 cm/s) en matig tot snelstromend (> 15 cm/s). Alle analyses zijn gedaan in R (versie 3.6.3) met softwarepakket *vegan* (Oksanen et al., 2019).

Box 1: Uitleg bij de grafiek van de 'Principal Response Curve' (PRC) analyse

De bovenstaande figuur laat een hypothetisch voorbeeld zien van de uitkomst van de 'Principal Response Curve' analyse waarmee de resultaten grafisch inzichtelijk worden gemaakt. Het voorbeeld volgt een zogenaamd BACI-ontwerp met jaarlijkse metingen vóór (Before) en ná (After) het nemen van de herstelmaatregelen in een referentietraject met de gewenste situatie (dit wordt de Control, genoemd en kan bijvoorbeeld een natuurgebied bovenstrooms zijn) en met jaarlijkse metingen vóór (Before) en ná (After) in het hersteltraject, het traject waar de maatregelen zijn genomen (Impact). In plaats van een referentietraject kan de Control ook bestaan uit een traject dat vergelijkbaar is met het hersteltraject, maar waar geen maatregelen zijn genomen. In dat geval zou de lijn rond de nullijn moeten lopen omdat die situatie bijna gelijk is aan die in het hersteltraject voor het nemen van de maatregelen.

In de grafiek staat tijd op de x-as en de (eventuele) verandering in de gemeenschap (zogenoemde 'canonical coefficient C_{dt} ') op de y-as. De verandering in de gemeenschap wordt uitgezet tegen de mediaan van de gemeenschap vóór de herstelmaatregelen, de zogehete nullijn (het traject aangeduid door tekstblok 1). Om deze nullijn goed te definiëren is het belangrijk dat er voldoende meetjaren beschikbaar zijn. De periode waarin de herstelmaatregelen zijn genomen wordt in de grafiek aangegeven met twee verticale grijze stippellijnen, in dit geval tussen 1996 en 1999 (aangeduid met tekstblok 2). In dit voorbeeld hebben de maatregelen een effect gehad op de samenstelling van de gemeenschap, aangezien de C_{dt} score van het hersteltraject van de nullijn gaat afbewegen na de uitvoering van het herstel. Dit betekent hoe hoger de C_{dt} score wordt des te groter is het effect van de maatregel(en). Als er geen verandering optreedt dan blijft de C_{dt} score van het hersteltraject rondt de nullijn schommelen. Indien er voldoende data beschikbaar is (minimaal 10 meetjaren), kan met een zogenaamde 'changepoint analysis' worden aangegeven of en wanneer verandering in de trend heeft plaatsgevonden (aangeduid met tekstblok 3). In het bovenstaande voorbeeld laten deze punten met het 95% betrouwbaarheidsinterval (de horizontale blauwe lijnstukken) zien dat de gemeenschap tussen 2002 en 2010 is veranderd. We zien ook dat de lijn van het hersteltraject de lijn van het referentietraject gaat benaderen (aangeduid met tekstblok 4). Dit betekent dat de herstelmaatregelen een positief effect hebben gehad op deze gemeenschap. Aan de rechterkant van de grafiek is af te lezen welke soorten het sterkst aan deze verandering hebben bijgedragen (zogenoemde 'species weight b_k '). Soorten die zijn toegenomen in het hersteltraject en abundant zijn in het referentietraject hebben een positieve score (aangeduid met tekstblok 5a) en soorten die zijn afgenomen in het hersteltraject en minder abundant/afwezig zijn in het referentietraject hebben een negatieve score (aangeduid met tekstblok 5b).

De analyse kan in principe ook worden gedaan met alleen een BA- of CI-ontwerp. Bij een BA-ontwerp is het echter niet uit te sluiten of de veranderingen door de herstelmaatregelen worden veroorzaakt of in het hele gebied hebben plaatsgevonden. Bij een CI design moet de nullijn worden bepaald op basis van de mediaan van de Control (de waarnemingen in het referentie- of controletraject). Als de Control in milieu-omstandigheden (typologisch) niet goed vergelijkbaar is met de situatie in het herstel van voor de maatregelen dan zullen alleen deze verschillen worden weergegeven in de grafiek. Ook is niet uit te sluiten dat de veranderingen al voor de herstelmaatregelen waren begonnen.

3 Resultaten

3.1 Macrofauna

Tussen 1995 en 2000 was de macrofaunagemeenschap in het voorjaar over de gehele Leuvenumse beek vergelijkbaar (Figuur 2 en Figuur 3a). Vanaf ongeveer 2002 (95% betrouwbaarheidsinterval tussen 1999 en 2005) is de macrofaunagemeenschap in zowel de midden- en bovenloop veranderd, terwijl deze in de benedenloop gelijk is gebleven. In de middenloop heeft de inbreng van hout in 2011 tot een verdere veranderingen in de macrofaunagemeenschap geleid, die niet waarneembaar was in de bovenloop. Hoewel de zandsuppletie in de middenloop in 2014 in eerste instantie de macrofaunagemeenschap weer heeft teruggebracht naar de situatie voor de houtinbreng, laat de laatste monsternamen in 2018 weer een positieve trend zien. Uit toekomstige metingen moet blijken of deze positieve trend zich voortzet.

In het najaar was de macrofaunagemeenschap over de gehele periode verschillend tussen de drie meetpunten (Figuur 2). Hierdoor zijn de boven- en benedenloop niet goed geprojecteerd in de PRC (Figuur 3b). De meeste taxa hebben een affiniteit met de verandering in de middenloop (rode streep; zie ook Supplement Figuur S1), maar sommige andere taxa geven het verschil tussen de lopen aan (niet onderstreept). De verandering in de macrofaunagemeenschap in de middenloop over tijd is wel betrouwbaar en is vergelijkbaar met die in het voorjaar.

De meeste taxa die zijn toegenomen in het voor- en/of najaar scoren positief op de KRW maatlaten (watertype R5), hebben een preferentie voor matig tot snel stromend water en lage saprobiteitsindicatie (mate van organische vervuiling) (Tabel 2).

Figuur 2: Ordinatie (PCA) van de macrofaunagemeenschap op de verschillende monsterpunten in het voor- en najaar. Pijlen geven richting van verandering door de tijd weer.

Figuur 3: Verandering in de macrofaunagemeenschap op drie meetpunten in de Leuvenumse beek ten opzichte van de mediaan ten op zichte van de mediaan van de gemeenschap in het hersteltraject voor de houtinbreng en zandsuppletie 1995-2010 en gepresenteerd volgens de zogeheten Principal Response Curve. De blauwe foutbalk geeft de 95% betrouwbaarheidsinterval van een relevante verandering in de trend voor de Middenloop in het voorjaar weer. De soortgewichten in het rechterdeel van het diagram vertegenwoordigen de affiniteit van elk taxon met de respons weergegeven in het diagram. Voor de duidelijkheid zijn alleen de afnemende taxa met een gewicht <-0.4 en de toenemende taxa met een gewicht >0.4 weergegeven en zijn de waarden geschaald. De taxa met een rood onderstreepte lijn hebben specifieke affiniteit met de respons in het hersteltraject (zie supplement).

Tabel 2: Overzicht van preferentie voor stroming (volgens WEW autecologie), saprobie (volgens German Saprobie Index en maatlatwaarde (volgens KRW watertype R5) voor de macrofauna die het sterkst zijn gerelateerd aan de respons van de macrofauna in het hersteltraject in de PRC van figuur 3 (zie ook supplement (soortgewicht < -0.4 of > 0.4). n.v.t. betekent dat (op dit taxonomisch niveau) geen informatie beschikbaar is.

Taxonnaam	Effect	Soort gewicht b_k		Stroming (WEW)	Saprobie (SIN)	Maatlatwaarde (KRW)
		Vj	Nj			
<i>Leptophlebia marginata</i>	Toename beide	0.78	1.30	<15 cm/s	1.5	Positief
<i>Simulium</i>		0.64	0.88	>15 cm/s	n.v.t.	* Taxa positief
<i>Stempellinella brevis</i>		0.45	0.90	n.v.t.	n.v.t.	* genus positief
<i>Polypedilum pedestre</i>		0.56	0.58	n.v.t.	n.v.t.	Positief
<i>Hygrobates setosus</i>		0.65	0.47	n.v.t.	n.v.t.	geen score
<i>Mideopsis crassipes</i>		0.52	0.40	>15 cm/s	n.v.t.	Positief
<i>Orectochilus villosus</i>	Toename voorjaar	0.77		>15 cm/s	2	Positief
<i>Baetis vernus</i>		0.77		>15 cm/s	2.1	geen score
<i>Hydropsyche pellucidula</i>		0.69		>15 cm/s	2	Positief
<i>Sialis fuliginosa</i>		0.62		>15 cm/s	2	Positief
<i>Stylodrilus heringianus</i>		0.56		<15 cm/s	n.v.t.	Positief
<i>Eloeophila</i>		0.54		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Nemoura cinerea</i>	Toename najaar		0.69	>15 cm/s	n.v.t.	Positief
<i>Polycentropus irroratus</i>			0.67	<15 cm/s	1.5	Positief
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>			0.64	>15 cm/s	n.v.t.	geen score
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>			0.59	>15 cm/s	n.v.t.	Positief
<i>Pisidium</i>			0.55	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			0.54	>15 cm/s	1.5	Positief
<i>Asellus aquaticus</i>			0.50	<15 cm/s	2.8	Negatief
<i>Paracladopelma laminatum</i> agg.			0.50	>15 cm/s	n.v.t.	Positief
<i>Halesus</i>			0.49	>15 cm/s	1.9	* Taxa positief
<i>Zavreliomyia</i>			0.47	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Limnephilus rhombicus</i>	Afname najaar	-0.45		<15 cm/s	2	geen score
<i>Corynoneura lobata</i> agg.		-0.56		<15 cm/s	n.v.t.	geen score

4 Conclusies

De macrofaunagemeenschap in de middenloop van de Leuvenumse beek is vanaf ongeveer 2002 veranderd met een toename van taxa met een preferentie voor matig tot snel stromend water, een lage saprobiteit en die positief scoren op de KRW maatlatten. Aangezien deze trend in het voorjaar ook in de bovenloop waarneembaar was, duidt dit meer op een stroomgebiedsbredere ontwikkeling in de boven- en middenloop dan een effect dat specifiek toe te schrijven is aan de herstelmaatregelen genomen in 1994-1997. In het najaar is de macrofaunagemeenschap niet goed te vergelijken tussen de gebieden. Waarschijnlijk komt dit doordat de effecten van het omliggend bos groter zijn in het najaar dan in het voorjaar (bladinval, beschaduwing etc.) en/of doordat stroming een groter effect heeft op de macrofaunagemeenschap in het voorjaar.

De inbreng van hout in 2011 heeft tot een verdere positieve ontwikkeling in de macrofaunagemeenschap geleidt, die trajectspecifiek was voor de middenloop. De zandsuppletie die vanaf 2014 heeft plaatsgevonden, heeft in eerste instantie een negatief effect op de macrofaunagemeenschap gehad, maar de laatste monsternamen in 2018 laat weer een positieve trend zien. Deze herstelmaatregel heeft wellicht meer tijd nodig om te ontwikkelen en toekomstige metingen moeten aantonen wat het uiteindelijke effect op de macrofaunagemeenschap is.

5 Literatuur

- Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J. G., van den Berg, M. S., van den Broek Broek, T., Buskens, R., ... & Evers, C. H. M. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*. STOWA.
- Friedrich, G., & Herbst, V. (2004). Eine erneute Revision des Saprobiensystems-weshalb und wozu?. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 32(1), 61-74.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2019). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Van den Brink, P. J., & Braak, C. J. T. (1999). Principal response curves: Analysis of time-dependent multivariate responses of biological community to stress. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 18(2), 138-148.
- Verberk, W. C. E. P., Verdonchot, P. F. M., Haaren, T. V., & Maanen, B. V. (2012). Milieu-en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwater-macrofauna. STOWA.

6 Supplement

Figuur 3 zonder controletrajecten

Figuur S1: Verandering in de macrofaunagemeenschap in het hersteltraject ten op zichte van de mediaan van de gemeenschap in het hersteltraject voor de houtinbreng en zandsuppletie 1995-2010 ('Principal Response Curve'). De soortgewichten in het rechterdeel van de diagram vertegenwoordigen de affiniteit van elke soort met de respons weergegeven in het diagram. Voor de duidelijkheid zijn alleen soorten met een gewicht < -0.4 en > 0.4 weergegeven en zijn de waardes geschaald.