

NOTITIE KIWK

Maatregel-effectiviteit beek- en rivierherstel

Macrofaunarespons op de herinrichting van de Azelerbeek



Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Gertie Schmidt en Piet Verdonschot

Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

Augustus 2021

Auteurs

Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Gertie Schmidt en Piet Verdonschot (*correspondentie: gea.vanderlee@wur.nl*)

Opdrachtgever

Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) – Waterschap Vechtstromen

Projectgroep

Gebruikerscommissie Kennisimpuls waterkwaliteit Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit

Wijze van citeren

van der Lee G.H., Verdonschot R.C.M., Schmidt, G. en Verdonschot P.F.M. (2021). Maatregелеffectiviteit beek- en rivierherstel. Macrofaunarespons op de herinrichting van de Azelerbeek. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 17 pp.

Trefwoorden

Azelerbeek, beekherstel, dwarsprofiel

Beeldmateriaal

Piet Verdonschot

DOI: <https://doi.org/10.18174/552794>

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

© 2021 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	4
Samenvatting	5
1 Inleiding	6
2 Materiaal en methoden	7
2.1 Metingen	7
2.2 Taxonomische afstemming	8
2.3 Data-analyse	8
3 Resultaten	10
3.1 Algemene trends	10
3.2 PCA ordinatie	11
3.3 PRC-analyse	12
3.4 Taxa gerelateerd aan veranderingen	13
4 Conclusies en aanbevelingen	16
5 Literatuur	17

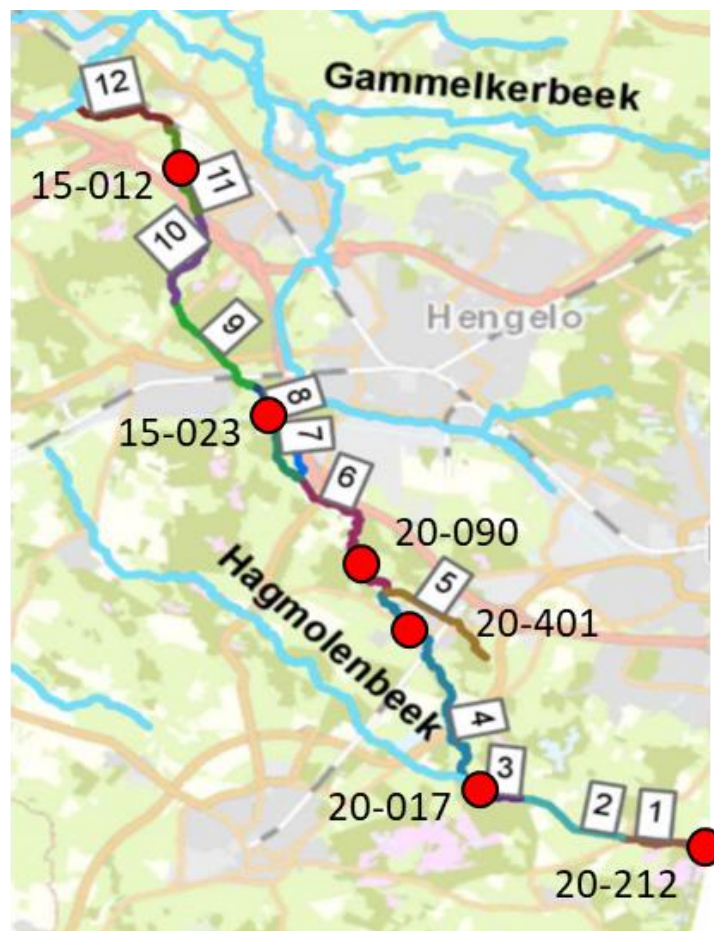
Samenvatting

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 het effect op de macrofaunagemeenschap van de herinrichting van de Azelerbeek geanalyseerd. De macrofaunagemeenschap is na de herstelmaatregelen veranderd, maar de autecologie van de soorten die voor verschillen indicatief zijn laten geen verbetering in beekkenmerken zien. De bovenstroomse controletrajecten worden gekenmerkt door taxa met een preferentie voor langzaam tot matig stromend water, terwijl de taxa in het benedenstroomse hersteltraject allen een preferentie voor stilstaand tot zeer langzaam stromend water hebben. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de herstelmaatregelen tot op heden geen positief effect op de stroomsnelheid hebben gehad. Het kan worden aanbevolen om hydromorfologische processen te verbeteren door middel van het bovenstrooms langer water conserveren, vasthouden en bergen en vertraagd laten afvoeren en het nog verder verkleinen van het zomerbed om de stroming bij lage afvoeren te waarborgen.

1 Inleiding

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 het effect op de macrofaunagemeenschap van de herinrichting van de Azelerbeek geanalyseerd.

De Azelerbeek is een langzaam stromende midden/benedenloop op zand (KRW type R5). De beek loopt 35 km door veelal agrarisch landschap. De beek wordt uitsluitend gevoed door diffuus uittredend grondwater. De bovenstroomse trajecten kennen een nog vrij natuurlijke loop, maar de benedenstroomse trajecten zijn in het verleden op veel plaatsen gekanaliseerd, genormaliseerd en gestuwd. In 2012 - 2014 is in het benedenstroomse traject 10-12 een retentiegebied aangelegd en is de beekloop en het dwarsprofiel plaatselijk hersteld (Figuur 1).



Figuur 1: Overzicht van trajecten in de Azelerbeek. De macrofauna monsterpunten zijn aangegeven met een rode stip.

2 Materiaal en methoden

2.1 Metingen

De macrofauna is op zes locaties bemonsterd met een standaard macrofaunanet (Figuur 1; Tabel 1). De meeste monsters op het meetpunt 15-0.12 waar de herstelmaatregelen zijn genomen, zijn in het voorjaar (maart-mei) genomen en een beperkt aantal in het najaar (Tabel 2). De monsternames in het najaar zijn voor de homogeniteit van de analyse niet meegenomen. Omdat er maar 2 monsters voor 2003 zijn genomen, in 1983 op 20-212 en in 1994 op 20-017, zijn deze niet meegenomen in de analyse.

Tabel 1: Details van de macrofaunamonsterlocatie.

Traject	Naam	Code	Coördinaten
Herstel	Azelerbeek, Esweg, Borne	15-012	52.30706, 6.71821
Controle	Hegebeek, Witteveenweg, Buurse	20-212	52.15649, 6.87806
Controle	Hagmolenbeek, Oude Haaksbergerdijk, Haaksbergen	20-017	52.16890, 6.81163
Controle	Boekelerbeek, Boekelerhofweg, Hof te Boekel, Boekelo	20-090	52.21945, 6.77395
Controle	Boekelerbeek, Beckumerstraat, Boekelo	20-401	52.20358, 6.79255
Controle	Oelerbeek, Nijenhuisbinnenweg, Oele	15-023	52.24925, 6.74816

Tabel 2: Overzicht van het aantal beschikbare monsters per locatie en seizoen. De periode waarin de herstelmaatregelen hebben plaatsgevonden (grijs) zijn aangegeven.

	najaar						voorjaar						
	15-012	15-023	20-017	20-074	20-090	20-212	15-012	15-023	20-017	20-074	20-090	20-212	20-401
1983												1	
1984						1							
1985						1							
1986						1							
1988						1							
1989						1							
1990						1							
1991						1							
1992						1							
1993						1							
1994						1		1					
1995						1							
1997						1							
1998						1							
2001						1							
2003	1	1	1	1	1								
2004						1			1	1			
2006			1	1					1		1		
2007	1					1	1	1	1	1			
2008					1		1						
2009					1	1	1						
2010				1	1		1	1	1	1	1	1	
2011					1		1						
2012					1	1	1						
2013					1	1	1	1	1	1	1	1	
2014	1				1	1	1						
2015	1				1		1						
2016	1				1		1	1	1	1	1	1	
2017					1		1						
2018					1		1						
2019					1		1	1		1	1	1	
Totaal	5	1	2	3	13	18	13	5	5	6	6	6	4

2.2 Taxonomische afstemming

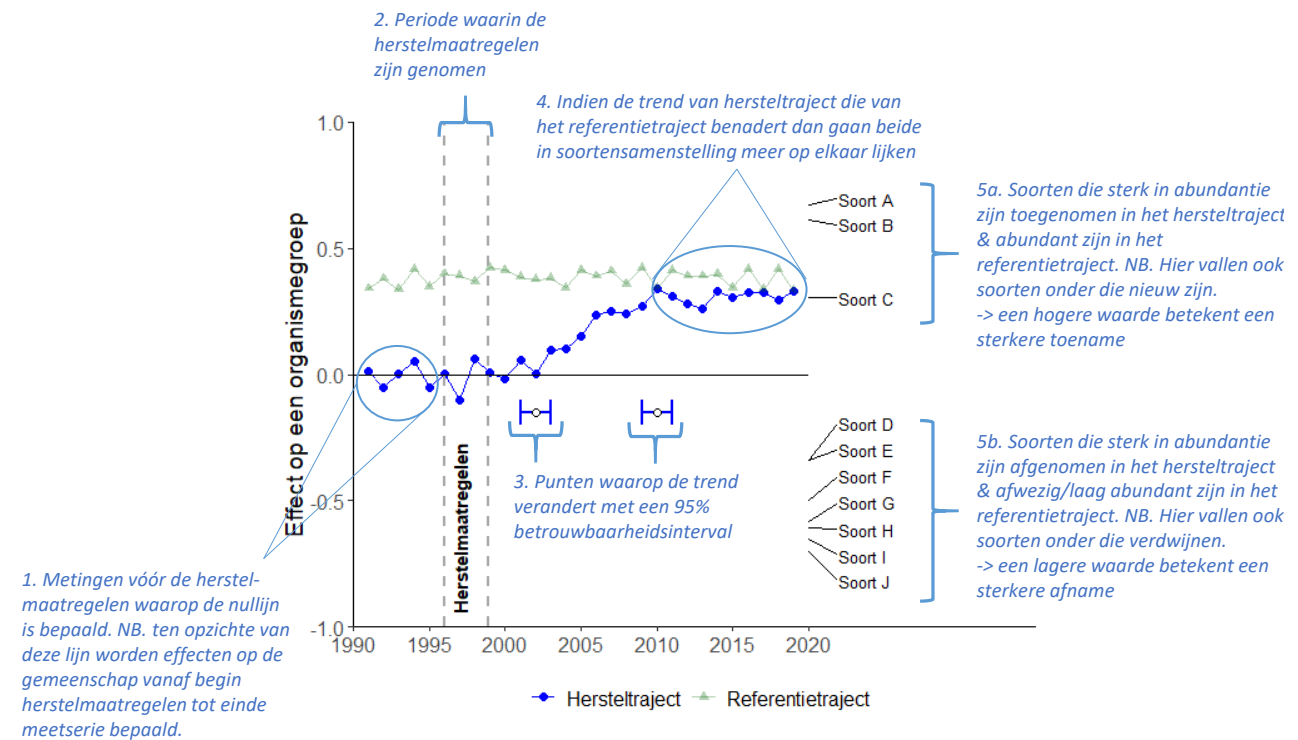
De taxonomische lijsten, afkomstig uit verschillende jaren, laten verschillen zien in taxonomische niveaus. Voor de analyse is een eenduidig gegevensbestand noodzakelijk. Daarom is voor de analyse de oorspronkelijke data taxonomisch afgestemd op basis van frequentie van voorkomen in de monsters en totale abundantie per taxon. De namen van de taxa zijn afgestemd op de meest recente TWN-lijst (Taxa Waterbeheer Nederland, 06-04-2020). Forma en ondersoorten zijn teruggebracht naar soortniveau. 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 macrofauna 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 zijn naast de soorten ook de gehele groep Tubificidae meegenomen, omdat een groot aantal juveniele Tubificidae indicatief is voor bepaalde milieuomstandigheden

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. De data is per meetpunt met een Principale-ComponentenAnalyse (PCA) techniek geanalyseerd en geplotted om de patronen in de macrofaunagemeenschap tussen de jaren te verkrijgen. De data is vervolgens geanalyseerd met 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 per meetpunt in een grafiek met de tijd op de x-as en de verandering in de gemeenschap (zogenoemde 'canonical coefficient C_{dt} ') ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap van voor de herstelmaatregelen gebruikt in 2012 op de y-as. Vervolgens is de grafiek op het oog geïnterpreteerd.

Ieder taxon krijgt in de PRC-analyse een gewicht (zogenoemde 'species weight b_k ') toegekend, 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 stromings- en habitatpreferentie (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). Voor de habitatpreferentie hebben we onderscheid gemaakt tussen soorten met affiniteit voor zand, klei/leem, waterplanten, grove detritus/ hout, grind/stenen. 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.

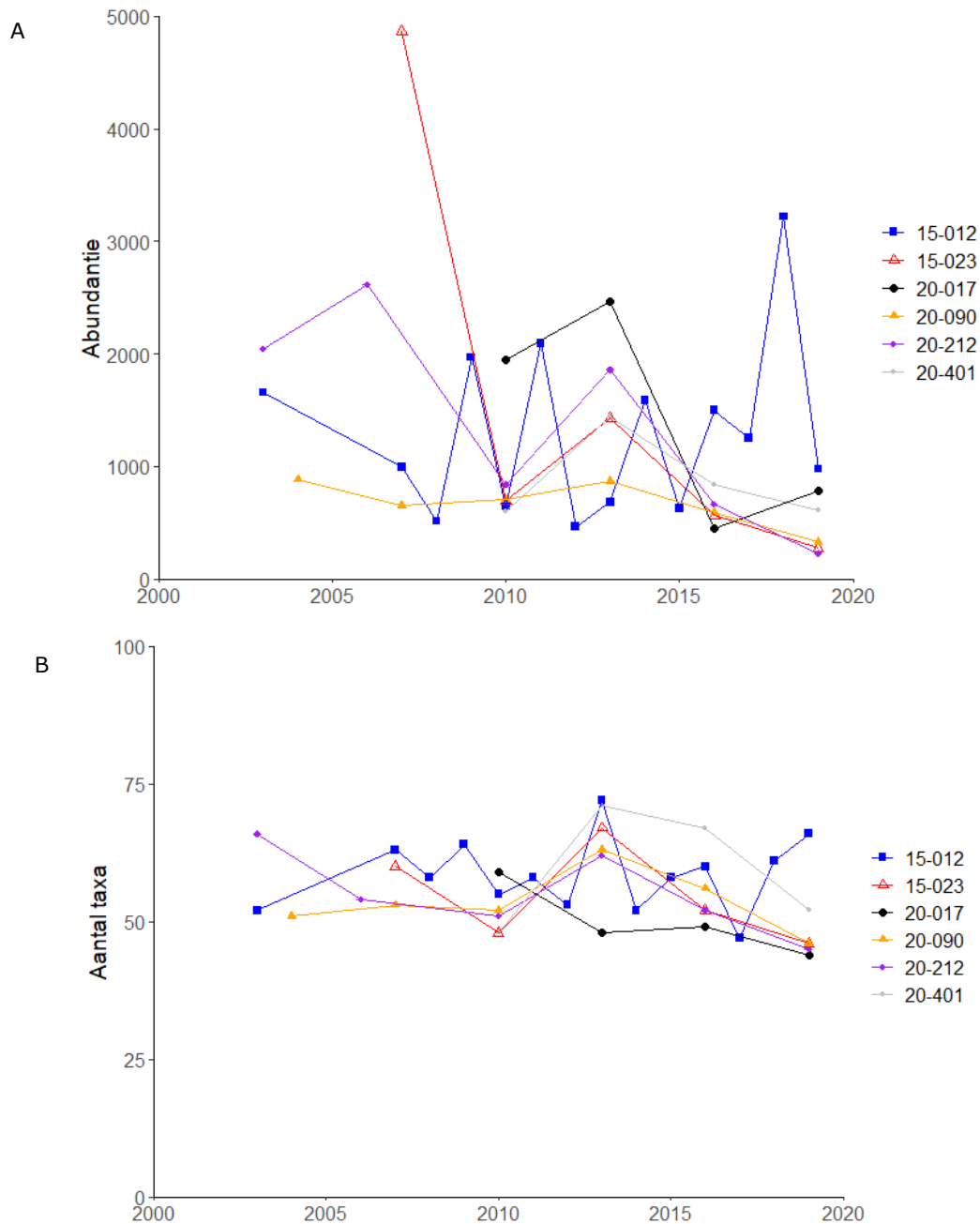
In de grafiek staat tijd op de x-as en de (eventuele) verandering in de gemeenschap (zogenoemde 'canonical coefficient C_{dt} ') op de y-as. De verandering in de gemeenschap wordt uitgezet tegen de mediaan van de gemeenschap vóór de herstelmaatregelen, de zogehete nullijn (het traject aangeduid door 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 Algemene trends

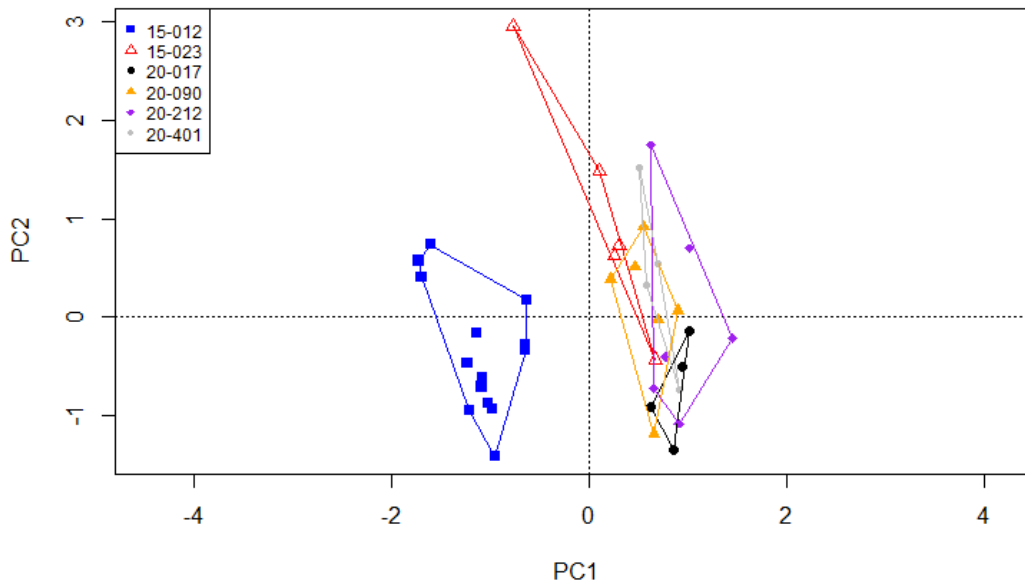
De macrofauna abundantie per monster fluctueerde tussen de jaren, maar was vergelijkbaar tussen de verschillende locaties (Figuur 2A). Met name 15-023 had een hoge uitschieter in 2007. Ook het aantal taxa over de meetperiode was vergelijkbaar tussen de meetpunten in de Azelerbeek (Figuur 2B).



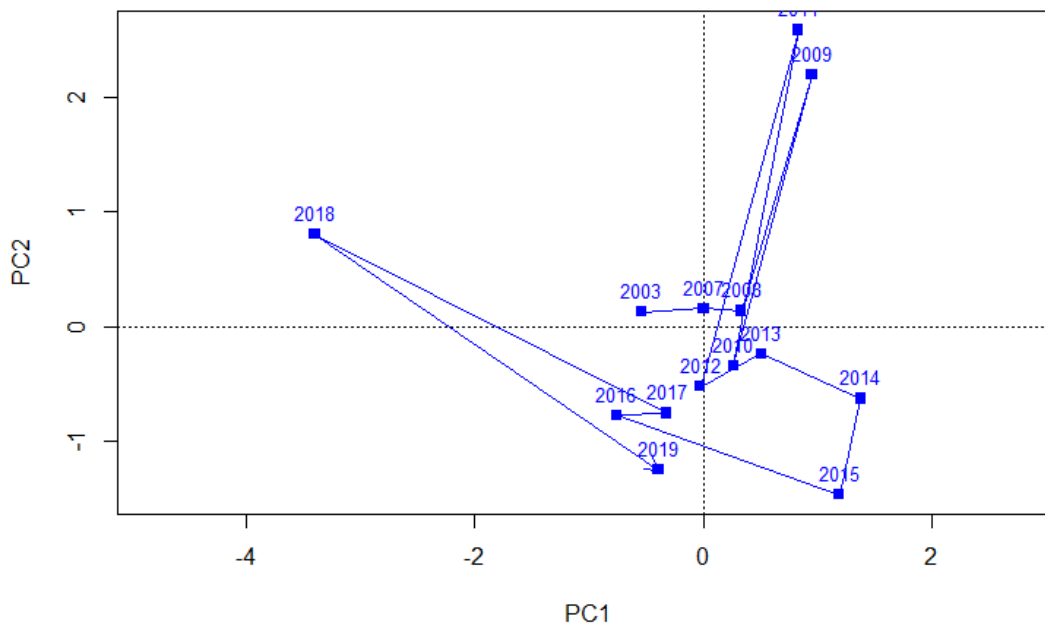
Figuur 2: A) Abundantie en B) aantal taxa van de macrofauna in de Azelerbeek over de periode 2003-2019.

3.2 PCA ordinatie

De PCA-ordinatie laat de verschillen in de macrofaunagemeenschap op de verschillende meetpunten in de Azelerbeek zien (Figuur 3). Het meest benedenstroomse meetpunt 15-012, waar de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, heeft een duidelijk andere gemeenschap over de gehele meetperiode dan de andere meetpunten in de Azelerbeek (d.w.z. verschil op de eerste PC-as). Vervolgens hebben we een PCA-ordinatie uitgevoerd voor het meetpunt 15-012, waarbij opeenvolgende jaren verbonden zijn met een pijl (Figuur 4). De macrofaunagemeenschap is vergelijkbaar tussen 2003 en 2013 met uitzondering van de meting in 2009 en 2011. Vervolgens is de macrofaunagemeenschap veranderd tussen 2013 en 2016 over de tweede PC-as, waarna deze met uitzondering van 2018 (verschil op eerste PC-as) redelijk constant is gebleven.



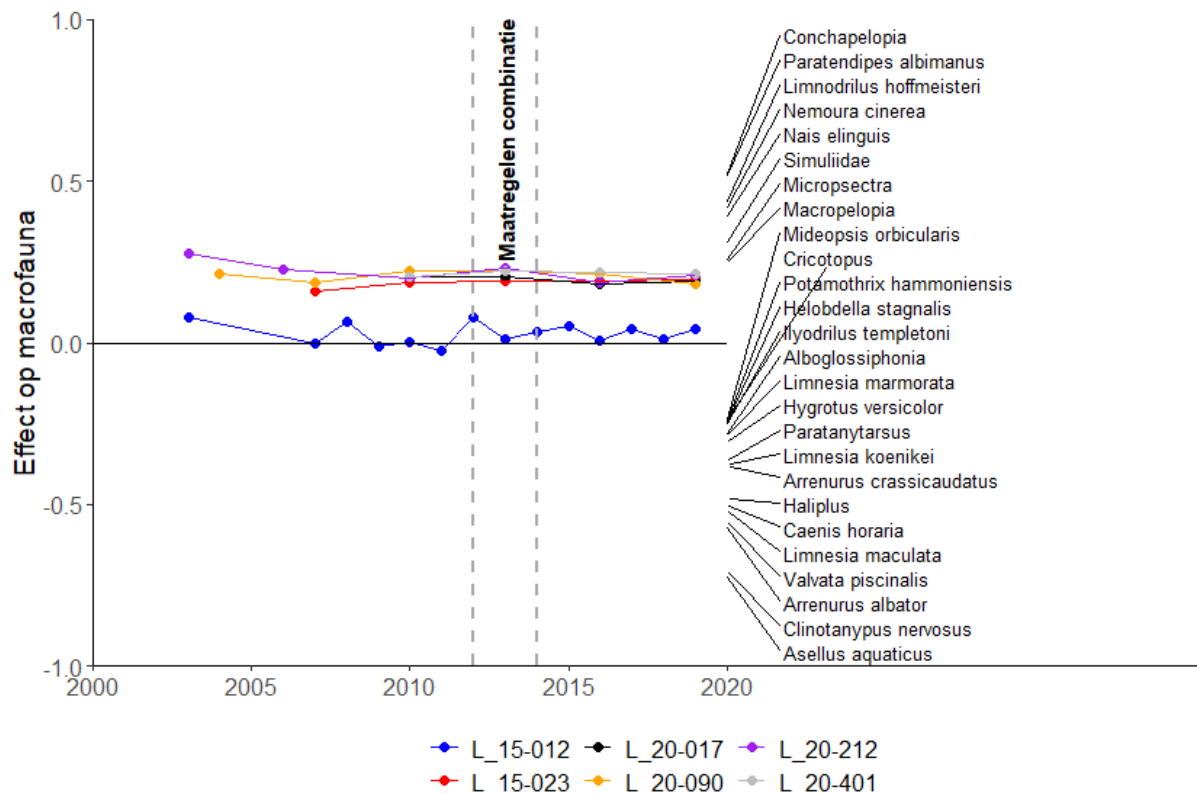
Figuur 3: Ordinatie (PCA) van de macrofaunagemeenschap in de Azelerbeek. De verschillende meetpunten zijn aangeduid met een polygoon.



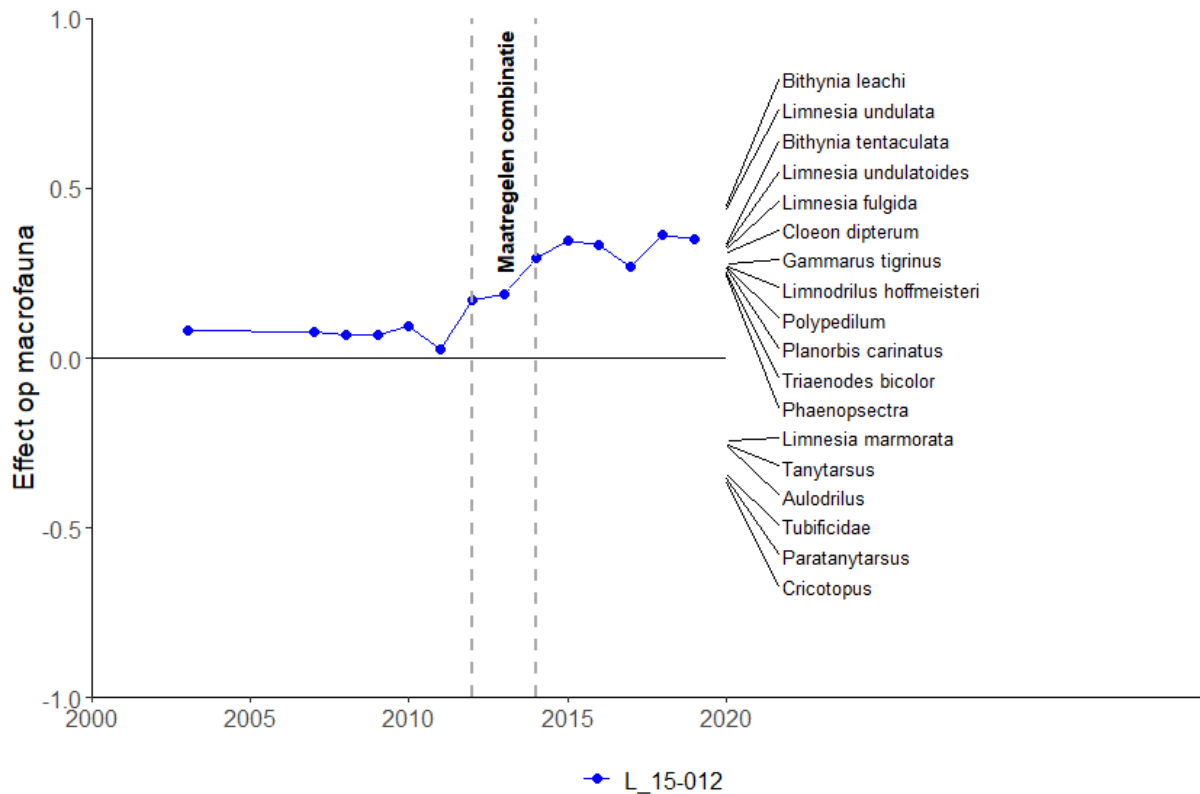
Figuur 4: PCA ordinatie van de macrofaunagemeenschap op het meetpunt 15-012 in de Azelerbeek. De verandering in de macrofaunagemeenschap over tijd is aangeduid met een blauwe pijl.

3.3 PRC-analyse

Wanneer we, gebruik makend van een PRC-analyse, de macrofaunagemeenschap van de meetpunten in de Azelerbeek uitzetten in de tijd tegen de mediaan van de gemeenschap op meetpunt 15-012 voordat de herstelmaatregelen zijn gestart in 2012 wordt hetzelfde verschil dat aanwezig was langs de eerste as van de PCA-ordinatie (Figuur 3) zichtbaar (Figuur 5). Meetpunt 15-012 heeft een andere macrofaunagemeenschap dan de controletrajecten van de Azelerbeek en is niet meer op de controletrajecten bovenstrooms is gaan lijken. Als we de resultaten van meetpunt 15-012 uitzetten in PRC-analyse zonder de controletrajecten bovenstrooms zien we dat de macrofaunagemeenschap wel veranderd na de herstelmaatregelen in 2012-2014 (Figuur 6).



Figuur 5: Verandering in de macrofaunagemeenschap op alle meetpunten in de Azelerbeek ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap op meetpunt 15-012 voordat de herstelmaatregelen zijn gestart in 2012 weergegeven in een Principal Response Curve. 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.



Figuur 6: Verandering in de macrofaunagemeenschap op meetpunt 15-012 in de Azelerbeek ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap voordat de herstelmaatregelen zijn gestart in 2012 weergegeven in een Principal Response Curve. 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.

3.4 Taxa gerelateerd aan veranderingen

De taxa die in hogere abundantie aanwezig zijn in de controletrajecten hebben een preferentie voor langzaam tot matig stromend water (Tabel 3). Enkele van deze taxa scoren positief op de KRW maatlat watertype R5 (d.w.z. Simuliidae (alle gedetermineerde specimen *Simulium venum/lundstromi*), *Nemoura cinerea* en *Micropsectra*), maar er zijn ook taxa die negatief scoren. De taxa die abundanter aanwezig zijn in het hersteltraject hebben allen een preferentie voor stilstaand tot zeer langzaam stromend water en meerdere taxa scoren negatief op de KRW maatlaten. Ook de taxa die zijn toegenomen op het meetpunt 15-012 hebben allen een preferentie voor stilstaand tot zeer langzaam stromend water en scoren veelal negatief op de KRW maatlaten (Tabel 4). Tevens hebben de toegenomen taxa een habitatpreferentie voor waterplanten.

Tabel 3: Overzicht van preferentie voor stroming (volgens WEW autecologie), saprobie (volgens German Saprobic Index) en maatlatwaarde (volgens KRW watertype R5) en habitatpreferentie (volgens WEW autecologie) voor de macrofauna die het sterkst zijn gerelateerd aan de respons uit de PRC uit Figuur 5. De soorten met een gewicht < -0.4 of > 0.4 voor een van de PRC's zijn weergegeven. n.v.t. betekent dat (op dit taxonomisch niveau) geen informatie beschikbaar is.

Taxonnaam	Soort gewicht b _k	Stroming (WEW)	Sapro- bie (SIN)	Maatlat- waarde (KRW)	Habitat preferentie					
					klei/ fijne detritus	zand	klei/ leem	Water- planten	grove detritus/ hout	grind/ stenen
<i>Conchapelopia</i>	0.86	10-15cm/s	n.v.t.	geen score	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0
<i>Paratendipes albimanus</i>	0.85	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0.72	<10 cm/s	3.3	Negatief	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Nemoura cinerea</i>	0.70	>15 cm/s	1.5	Positief	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3
<i>Nais elinguis</i>	0.65	<10 cm/s	n.v.t.	Negatief	0.2	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0
Simuliidae (<i>Simulium vernum/lundstromi</i>)	0.51	>15 cm/s	1.5	*Taxa Positief	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5
<i>Micropsectra</i>	0.42	10-15cm/s	n.v.t.	Positief	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7
<i>Macropelopia</i>	0.41	10-15cm/s	2.5	n.v.t.	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Mideopsis orbicularis</i>	-0.40	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Cricotopus</i>	-0.41	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Potamothrix hammoniensis</i>	-0.41	<10 cm/s	n.v.t.	Negatief	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0
<i>Helobdella stagnalis</i>	-0.41	<10 cm/s	2.6	Negatief	0.2	0.1	0.0	0.5	0.0	0.3
<i>Ilyodrilus templetoni</i>	-0.42	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.3	0.2	0.2	0.4	0.0	0.0
<i>Alboglossiphonia</i>	-0.47	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Limnesia marmorata</i>	-0.48	n.v.t.	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Hygrotus versicolor</i>	-0.51	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.2	0.1	0.1	0.6	0.0	0.0
<i>Paratanytarsus</i>	-0.61	<10 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Limnesia koenikei</i>	-0.63	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Arrenurus crassicaudatus</i>	-0.64	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Haliphus</i>	-0.80	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Caenis horaria</i>	-0.83	<10 cm/s	2	Negatief	0.4	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1
<i>Limnesia maculata</i>	-0.86	<10 cm/s	n.v.t.	Negatief	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Valvata piscinalis</i>	-0.93	<10 cm/s	2	Negatief	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Arrenurus albator</i>	-0.94	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Clinotanypus nervosus</i>	-1.18	<10 cm/s	n.v.t.	Negatief	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Asellus aquaticus</i>	-1.20	<10 cm/s	2.8	Negatief	0.2	0.0	0.0	0.4	0.2	0.2

Tabel 4: Overzicht van preferentie voor stroming (volgens WEW autecologie), saprobie (volgens German Saprobic Index) en maatlatwaarde (volgens KRW watertype R5) en habitatpreferentie (volgens WEW autecologie) voor de macrofauna die het sterkst zijn gerelateerd aan de respons uit de PRC uit Figuur 6. De soorten met een gewicht < -0.4 of > 0.4 voor een van de PRC's zijn weergegeven. n.v.t. betekent dat (op dit taxonomisch niveau) geen informatie beschikbaar is.

Taxonnaam	Soort gewicht b_k	Stroming (WEW)	Maatlat-waarde (KRW)	Saprobie (SIN)	Habitat preferentie					
					klei/fijne detritus	zand	leem	Waterplanten	grove detritus/hout	grind/stenen
<i>Bithynia leachi</i>	0.74	<15 cm/s	Negatief	n.v.t.	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
<i>Limnesia undulata</i>	0.73	<15 cm/s	Negatief	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Bithynia tentaculata</i>	0.56	<15 cm/s	Negatief	2.3	0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3
<i>Limnesia undulatoides</i>	0.54	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Limnesia fulgida</i>	0.54	<15 cm/s	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Cloeon dipterum</i>	0.52	<15 cm/s	Negatief	2.3	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
<i>Gammarus tigrinus</i>	0.46	<15 cm/s	geen score	2.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0.46	<15 cm/s	Negatief	3.3	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Polypedilum</i>	0.45	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Planorbis carinatus</i>	0.45	<15 cm/s	geen score	2	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
<i>Triaenodes bicolor</i>	0.42	<15 cm/s	geen score	n.v.t.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
<i>Phaenopsectra</i>	0.42	<15 cm/s	geen score	n.v.t.	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.4
<i>Limnesia marmorata</i>	-0.41	n.v.t.	geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Tanytarsus</i>	-0.42	<15 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Aulodrilus (Aulodrilus japonicus/pluriseta)</i>	-0.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Tubificidae	-0.57	n.v.t.	Negatief	3.6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Paratanytarsus</i>	-0.58	<15 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Cricotopus</i>	-0.60	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

4 Conclusies en aanbevelingen

De macrofaunagemeenschap is na de herstelmaatregelen veranderd, maar de autecologie van de soorten die voor verschillen indicatief zijn laten geen verbetering in beekkenmerken zien. De bovenstroomse controletrajecten worden gekenmerkt door taxa met een preferentie voor langzaam tot matig stromend water, terwijl de taxa in het benedenstroomse hersteltraject allen een preferentie voor stilstaand tot zeer langzaam stromend water hebben. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de herstelmaatregelen tot op heden geen positief effect op de stroomsnelheid hebben gehad. Het kan worden aanbevolen om hydromorfologische processen te verbeteren door middel van:

- Het bovenstrooms langer water conserveren, vasthouden en bergen en vertraagd laten afvoeren.
- Het nog verder verkleinen van het zomerbed om de stroming bij lage afvoeren te waarborgen door bijvoorbeeld:
 - Het verder (laten) verondiepen van de stroomgeul, bijvoorbeeld met lage bodemdrempels en verzanding.
 - Het verdergaand bebossen van de oevers waar door een deel van de beek beschaduwd raakt en wat de waterplantengroei verminderd. Of het aanbrengen van beddingreliëf en structuren, zoals het inbrengen van dood hout.
 - Het achterwege laten van maaibeheer of overgaan tot een sequentie van 2-3 jaar alternerend pluksgewijs maaien.

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., McGlenn, 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., Verdonschot, P. F. M., Haaren, T. V., & Maanen, B. V. (2012). Milieu-en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwater-macrofauna. STOWA.