

NOTITIE KIWK

Maatregелеffectiviteit beek- en rivierherstel

Macrofaunarespons op de aanleg van natuurvriendelijke oevers in de
Kromme Rijn



Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Nikki Dijkstra, Danneke Verhagen, Brigitte Mangelaars en Piet Verdonschot

Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

Maart 2021

Auteurs

Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Nikki Dijkstra, Danneke Verhagen, Brigitte Mangelaars en Piet Verdonschot (correspondentie: gea.vanderlee@wur.nl)

Opdrachtgever

Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) – Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Projectgroep

Gebruikerscommissie Kennisimpuls waterkwaliteit Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit

Wijze van citeren

van der Lee G.H., Verdonschot R.C.M., Dijkstra, N., Verhagen, D., Mangelaars, B.J.W., en Verdonschot P.F.M. (2021). Maatregелеffectiviteit beek en rivierherstel: Macrofaunarespons op de aanleg van natuurvriendelijke oevers in de Kromme Rijn. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 15 pp.

Trefwoorden

Kromme Rijn, macrofauna, rivierherstel

Beeldmateriaal

Gea van der Lee

DOI: <https://doi.org/10.18174/542443>

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	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	14
5 Literatuur	15

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 wordt de effectiviteit de aanleg van natuurvriendelijke oevers op de macrofaunagemeenschap in de Kromme Rijn geanalyseerd. Er kan worden geconcludeerd dat er enkele taxa specifiek voorkomen bij de meetpunten met NVO. Eén daarvan, de waterwants *Micronecta griseola*, is tevens een wat gevoeliger soort, die ook positief scoort op de KRW maatlaten. Daarnaast zijn in de gehele Kromme Rijn in de tijd veranderingen opgetreden. Er lijkt tussen 2009 en 2013 een toename te zijn geweest in mate van organische belasting. Dit effect lijkt sterker op de meetpunten met natuurvriendelijke oever dan zonder natuurvriendelijke oever. Deze verandering in de tijd zou kunnen zijn gerelateerd aan het feit dat is gebaggerd in de Kromme Rijn in 2006 en 2013. Baggeren leidt tot een vermindering van de hoeveelheid slib en een lichte verbetering van de leefomstandigheden. Er zijn ook enkele gevoeliger zijn toegenomen in abundantie. We kunnen op dit moment niet uitsluiten dat de veranderingen komen doordat er (kleine) verschillen in monitoring hebben plaatsgevonden. De Kromme Rijn heeft de potentie in zich om een voor typische macrofauna meer aantrekkelijker riviertje te zijn waardoor ook de KRW doelen dichterbij komen. Metingen in de nevengeulen hebben dat in het verleden laten zien. Om dat te realiseren zijn in eerste instantie maatregelen nodig om de stromingscondities te verbeteren en de morfologie van de oevers meer te variëren.

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 wordt de effectiviteit de aanleg van natuurvriendelijke oevers op de macrofaunagemeenschap in de Kromme Rijn geanalyseerd.

De Kromme Rijn is een langzaam stromend riviertje op zand/klei (KRW type R6). Het onderzoekstraject van 33 km loopt vanaf de Nederrijn bij Wijk bij Duurstede tot de stadsgrachten van Utrecht (Figuur 1). Er wordt effluentwater vanuit RWZI's op de Kromme Rijn geloosd en uit- en afspoeling in het achterland zorgen voor nutriëntenbelasting. Daarnaast ontbreekt variatie in stroomsnelheid. De Kromme Rijn is deels gekanaliseerd waardoor oeverbeschoeiingen zorgen voor abrupte overgangen van land naar water. Om de oeverinrichting te verbeteren is sinds 1994 meer dan 10 km aan natuurvriendelijke oevers (NVOs) aangelegd.

A



B



Figuur 1: A) Kaart van de Kromme Rijn met de natuurvriendelijke oevers in rood en de macrofaunamonsterpunten aangegeven met een ster. B) Foto van de Kromme Rijn nabij monsterpunt 22.

2 Materiaal en methoden

2.1 Metingen

De macrofauna is sinds 2006 op 6 locaties in de Kromme Rijn bemonsterd met een standaard macrofaunanet (Tabel 1). De meeste monsters zijn in het voorjaar (april-begin juli) genomen en een beperkt aantal in andere seizoenen. Voor de homogeniteit van de analyse zijn alleen monsters uit het voorjaar meegenomen. Monsterlocatie 21 en 22 zijn voor de analyse samengevoegd, omdat ze apart weinig meetjaren hadden, op minder dan 1 km afstand van elkaar liggen en bij beide in 1994 een NVO is aangelegd.

Tabel 1: Overzicht van de macrofaunamonsterlocaties.

Naam	Code	Aanleg natuur-vriendelijke oever (NVO)	Coördinaten	Metingen
Langs Groene-woudpad	3	Geen	51.98650, 5.33984	2006-2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2018, 2019
Na Cothen	7	In 2007	51.99957, 5.30548	2006-2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2018, 2019
Molenspoor (Oude Kromme Rijn)	9	Geen	51.99828, 5.27306	2006-2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2018, 2019
Voor panne-koekenhuis	21	In 1994	52.07055, 5.17908	2009, 2010, 2013, 2016, 2019
Oud Amelisweerd	22	In 1994	52.06683, 5.16816	2006-2008, 2012, 2018
Zuiden Galgen-waard	26	Geen	52.07811, 5.14907	2006-2010, 2012, 2013, 2016, 2018, 2019

2.2 Taxonomische afstemming

De taxonomische lijsten, afkomstig uit verschillende jaren en van verschillende locaties, laten verschillen zien in taxonomische niveaus. Voor de analyse is een eenduidig gegevensbestand noodzakelijk. Daarom is voor de analyse de oorspronkelijke macrofaunadata taxonomisch 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 zijn naast de soorten ook de gehele groep Tubificidae meegenomen, omdat een groot aantal juveniele Tubificidae indicatief is voor bepaalde milieumstandigheden.

2.3 Data-analyse

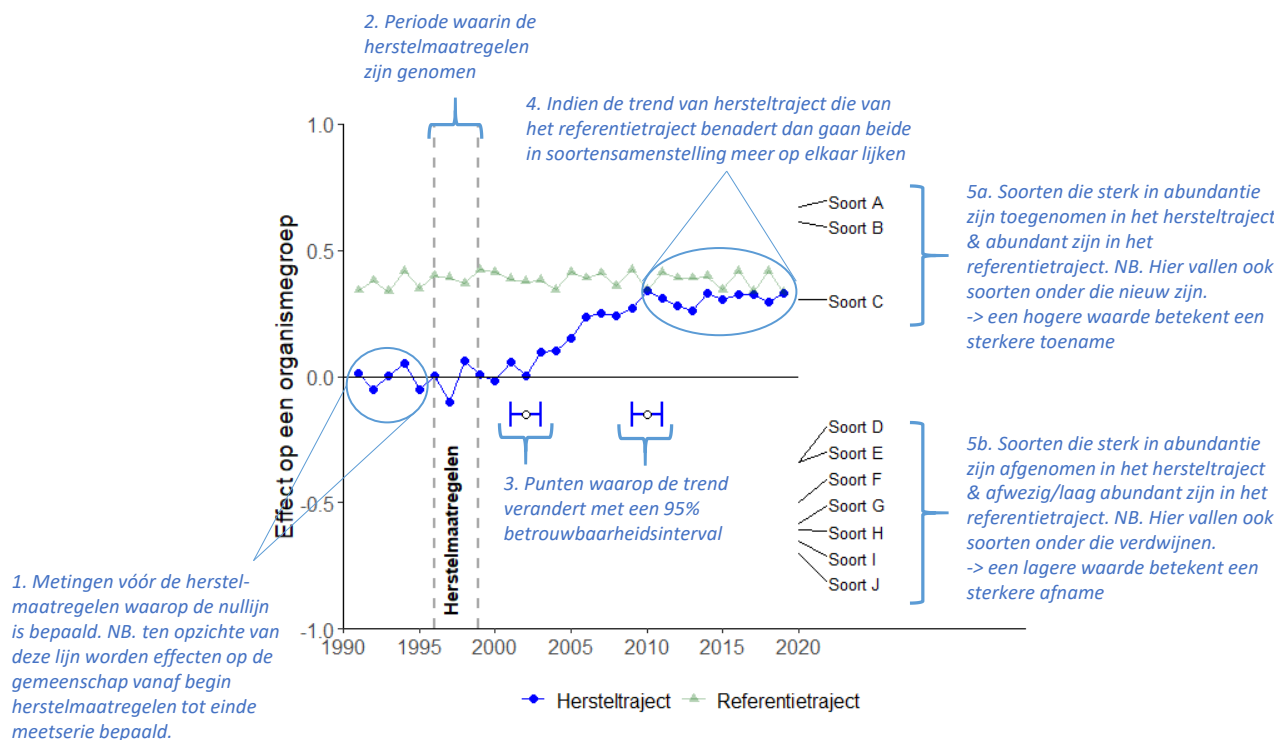
De abundantie van de macrofauna is eerst $\log_{10}(x+1)$ getransformeerd om het effect van hoge dichtheden te verminderen en de rol van laag-abundante soorten te vergroten. De data is doormiddel van een Principale-ComponentenAnalyse (PCA) geplot om de patronen in de macrofaunagemeenschap tussen de meetpunten weer te geven. De data is vervolgens 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} ') ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap op de meetpunten zonder NVO op de y-as. Er zijn te weinig datapunten om de vervolgens een 'changepoint 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. Daarnaast hebben we de indicatorsoorten van de meetpunten met en zonder NVO vergeleken op basis van de getrouwheid en de relatieve abundantie binnen de groep (Dufrêne & Legendre 1997). We zijn hier uitgegaan van indicatorsoorten met $p < 0.01$. De indicatiewaarde geeft aan in hoeverre een taxa gerelateerd is aan een bepaalde groep, in dit geval aan de meetpunten met of zonder NVO.

Voor de macrofauna hebben we deze score vergeleken met de KRW-maatlatwaarden van soorten voor watertype R6 (Altenburg et al., 2018), de WEW autecologie score voor stroming en habitat preferentie (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 habitat preferentie 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 van de control 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

De PCA ordinatie laat zien dat de macrofaunagemeenschap op de meetpunten met en zonder NVO in de Kromme Rijn grotendeels overlappen (Figuur 2A). Een uitzondering hierop is de periode 2009-2013 wanneer de meetpunten met NVO (groen) afwijken van de meetpunten zonder NVO (rood). Figuur 2B laat vervolgens de trend van de meetpunten met NVO (groen) en zonder NVO (rood) in de tijd zien waarbij opeenvolgende jaren verbonden zijn met een pijl. Deze pijlen volgen ongeveer een vergelijkbaar patroon tussen met en zonder NVO. Er lijkt hierbij wel een verdeling te ontstaan tussen de monsters uit 2006-2008 (zie oranje contour in figuur 2C), de monsters uit 2009-2013 (blauw contour) en de monsters uit 2015-2019 (roze contour). Ook hier zie je dat de macrofaunagemeenschap in de periode 2009-2013 afwijkt tussen de meetpunten met (groene punten binnen blauwe contour) en zonder NVO (rode punten binnen blauwe contour). De soortenrijkdom is in de tijd ongeveer gelijk gebleven (Figuur 3).

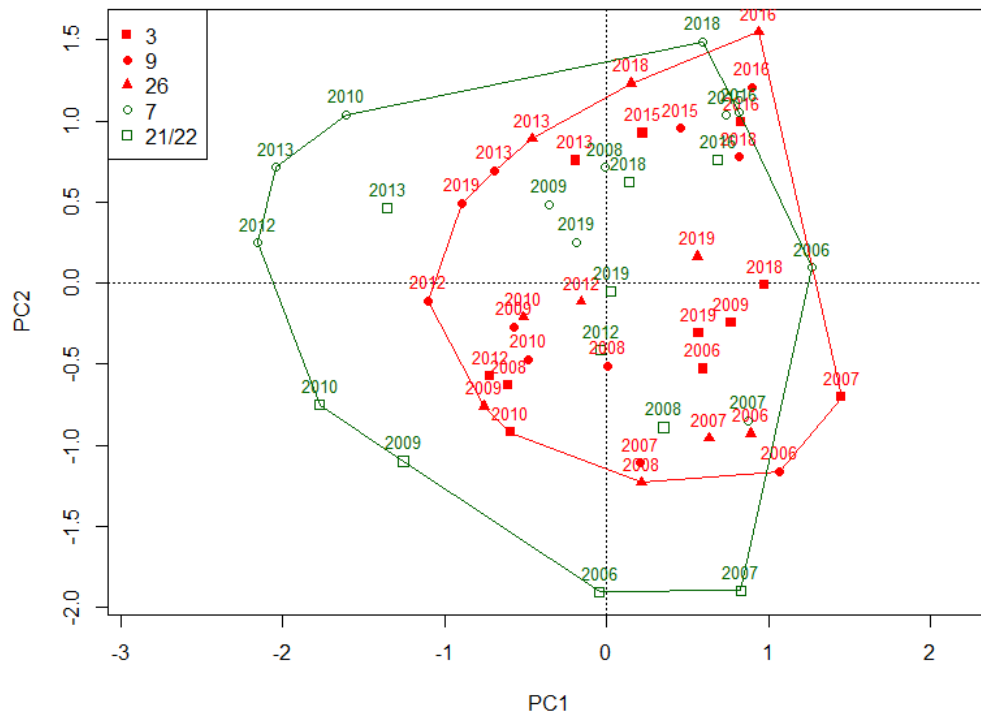
Wanneer we, gebruik makend van een PRC-analyse, de macrofaunagemeenschap uitzetten in de tijd tegen de mediaan van de gemeenschap op de locaties zonder NVO over de gehele meetperiode zien we de trend die zichtbaar was langs de eerste as van de PCA ordinatie (Figuur 2) terug in Figuur 4. Ook laat deze PRC-analyse zien dat de macrofaunagemeenschap op alle meetpunten ongeveer dezelfde trend in de tijd volgen. Tussen 2006-2008 liggen de punten nabij de nullijn, tussen 2009-2013 is het verschil groter t.o.v. de nullijn om in de periode 2015-2019 weer rond de nullijn te liggen. De macrofaunagemeenschap op de meetpunten zonder NVO is ook veranderd in de periode 2009-2013, waardoor de rode lijnen in deze periode niet rond de mediaan liggen. De macrofaunagemeenschap op de meetpunten met NVO liggen echter wel verder van de nullijn af gedurende deze periode. De trends die uit beide analyses naar voren komen verlopen vergelijkbaar tussen de verschillende meetpunten, maar de verandering die tussen 2009-2013 hebben plaatsgevonden lijken sterker op de meetpunten met NVO dan zonder NVO.

Allereerst hebben we gekeken welke taxa specifiek zijn geassocieerd met de meetpunten waar wel en waar geen NVO is aangelegd (Tabel 2). De taxa die specifiek bij de meetpunten met NVO voorkomen zijn het genus *Chironomus*, vlokreeft *Dikerogammarus villosus* en enkele waterwantsen (*Micronecta scholtzi*, *Sigara falleni* gr., *Micronecta griseola*). Dit zijn allen taxa die duiden op een meer oeverkarakter, d.w.z. de aanwezigheid van vegetatie en slib. De waterwants *Micronecta griseola* is tevens een wat gevoeligere soort, die ook positief scoort op de KRW maatlaten.

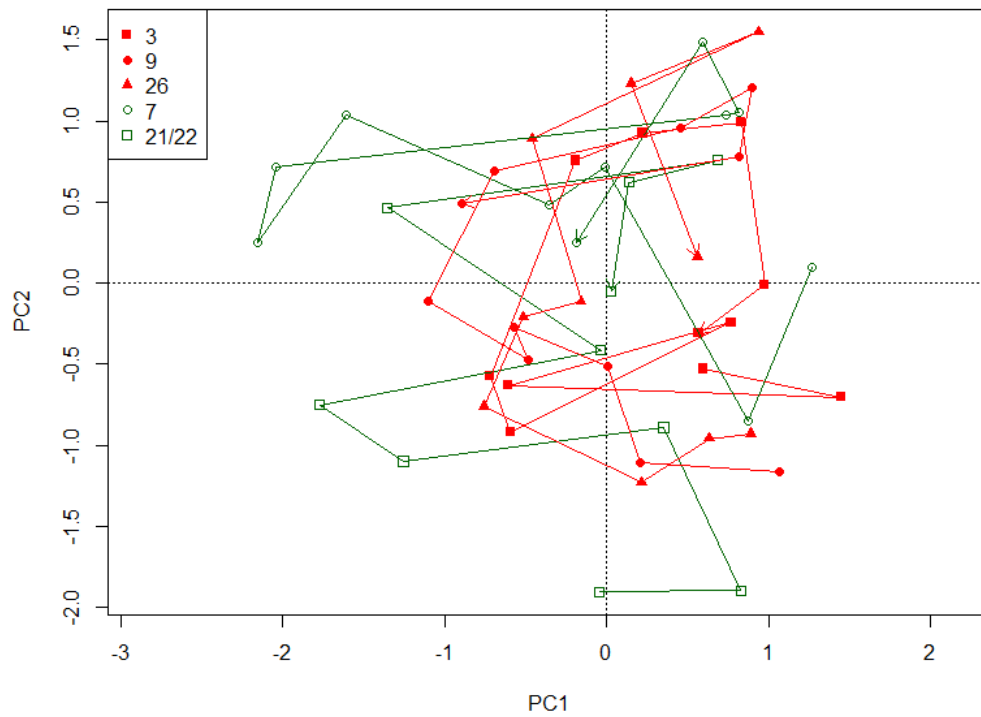
Naast de verschillen tussen de meetpunten met en zonder NVO hebben we ook gekeken naar de taxa die zijn gerelateerd aan de verandering in de tijd (Tabel 3). Opvallend is dat er tussen 2009-2013 alleen taxa zijn toegenomen in abundantie en niet zijn afgenomen en dat dit effect is sterker op de meetpunten met NVO dan op de meetpunten zonder NVO (Figuur 4). Deze taxa hebben een preferentie voor stilstaand tot langzaam stromend water en organisch rijke en slibrijke habitats zoals bijvoorbeeld *Polypedilum bicrenatum*, soms fijne detritus en zand. De toename in abundantie van Tubificidae, *Limnodrilus claparedianus* en het genus *Chironomus* duiden op een toename in organische belasting. Daarnaast zijn enkele zeer eurytope soorten in deze periode talrijker, zoals *Pisidium casertanum*, *Procladius* en *Micronecta minutissima*. Daarnaast zijn echter ook gevoeligere soorten in deze periode abundanter, zoals de erwtenmossel *Pisidium moitessierianum*, de waterwants *Micronecta griseola* en de vedermug *Stictochironomus* en de zeldzame dansmug *Tanytarsus ejaucidus*.

Tezamen duiden deze verandering in de macrofaunagemeenschap op een tijdelijke verrijking van de leefomstandigheden voor de macrofauna in de periode 2009-2013 met slib met name bij de meetpunten met NVOs. De Kromme Rijn is in 2013 gebaggerd over het traject van Wijk bij Duurstede tot aan Cothen. Het is mogelijk dat het baggeren van het bovenstroomse traject effect heeft gehad om de hier onderzochte benedenloop. Omdat ook in 2006 is gebaggerd zou baggeren ook effect kunnen hebben laten zien tot 2009. Baggeren leidt tot een vermindering van de hoeveelheid slib en een lichte verbetering van de leefomstandigheden. Er zijn ook enkele gevoeligere zijn toegenomen in abundantie. We kunnen op dit moment niet uitsluiten dat de veranderingen komen doordat er (kleine) verschillen in monitoring hebben plaatsgevonden.

A

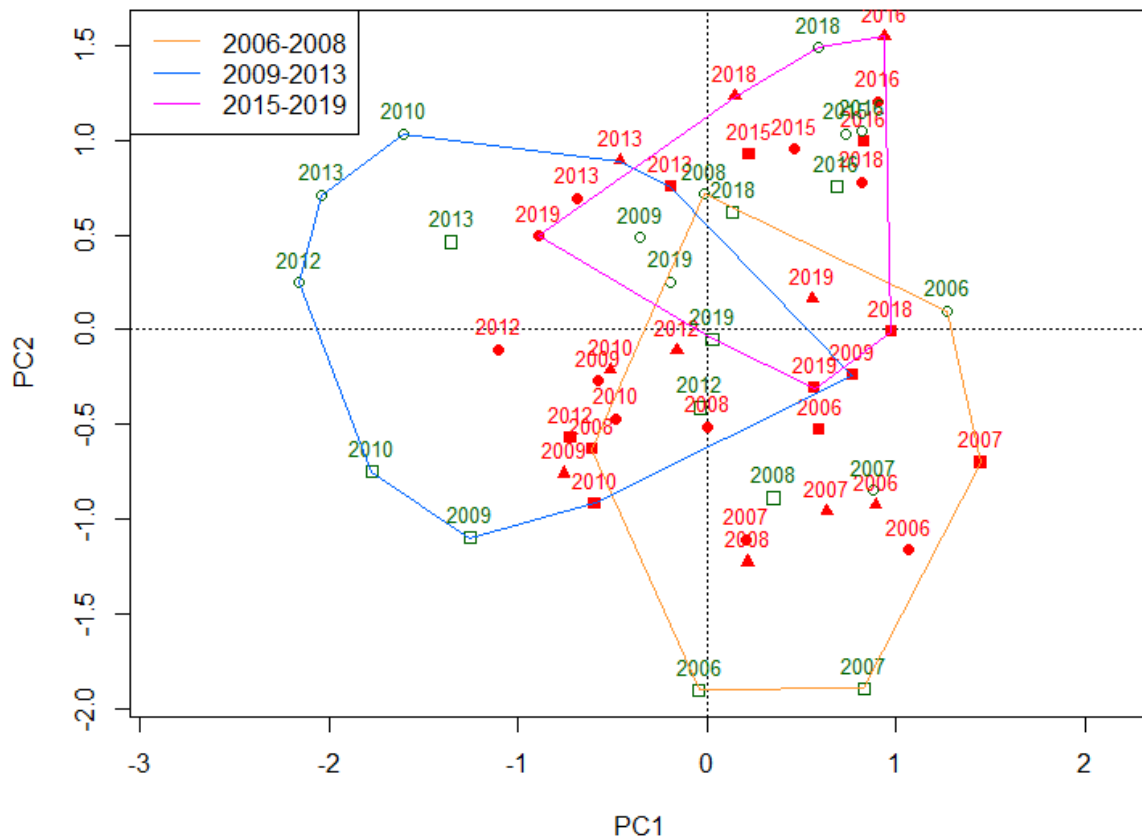


B

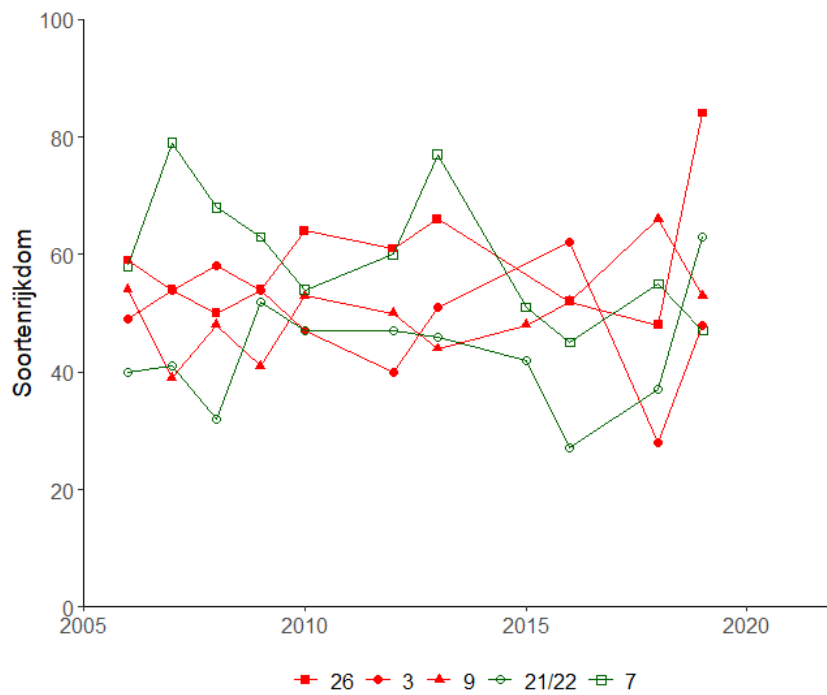


Figuur 2: Ordinatie (PCA) van de macrofaunagemeenschap met de locaties waar geen NVO is aangelegd in rood (locaties 3, 9 en 26) en waar een NVO is aangelegd in groen (locatie 7 aanleg in 2007 en locatie 21/22 aanleg in 1994). A) De metingen op locaties waar wel of geen NVO is aangelegd aangeduid met een

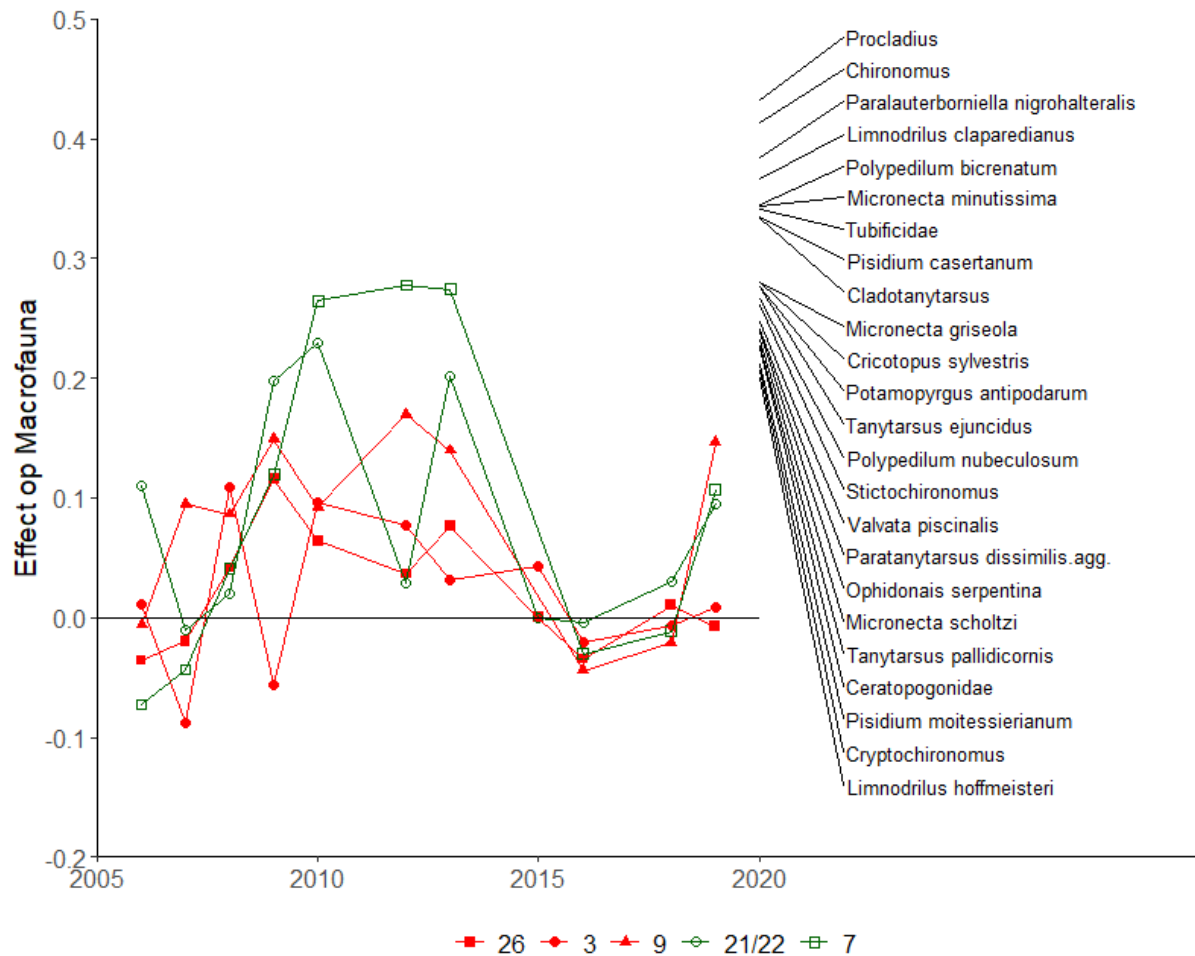
lijn om de groepen. B) De trends die de macrofaunagemeenschap op elke locatie volgt aangeduid met een pijl. C) De metingen genomen in drie periodes 2006-2008, 2009-2013 en 2015-2019 aangeduid met een lijn om de groepen.



Figuur 2 (vervolg): Ordinatie (PCA) van de macrofaunagemeenschap met de locaties waar geen NVO is aangelegd in rood (locaties 3, 9 en 26) en waar een NVO is aangelegd in groen (locatie 7 aanleg in 2007 en locatie 21/22 aanleg in 1994). A) De metingen op locaties waar wel of geen NVO is aangelegd aangeduid met een lijn om de groepen. B) De trends die de macrofaunagemeenschap op elke locatie volgt aangeduid met een pijl. C) De metingen genomen in drie periodes 2006-2008, 2009-2013 en 2015-2019 aangeduid met een lijn om de groepen.



Figuur 3: Soortenrijkdom op vijf meetpunten in de Kromme Rijn. De locaties in rood zijn meetpunten waar geen NVO is aangelegd en de meetpunten in groen de locaties waar een NVO is aangelegd op locatie 7 in 2007 en op locatie 21/22 in 1994.



Figuur 4: Verandering in de macrofaunagemeenschap op vijf meetpunten in de Kromme Rijn ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap in de locaties waar geen NVO is aangelegd en gepresenteerd volgens de zogeheten Principal Response Curve. De locaties in rood zijn meetpunten waar geen NVO is aangelegd en de meetpunten in groen de locaties waar een NVO is aangelegd op locatie 7 in 2007 en op locatie 21/22 in 1994. 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.

Tabel 3: Overzicht van preferentie voor stroming (volgens WEW autecologie), saprobie (volgens German Saprobie Index) en maatlatwaarde (volgens KRW watertype R6) en habitatpreferentie (volgens WEW autecologie) voor de macrofauna die een indicatiewaarde hebben voor de meetpunten met of zonder NVO. n.v.t. betekent dat (op dit taxonomisch niveau) geen informatie beschikbaar is.

Taxonnaam	Indicatie- waarde	Stroming (WEW)	Saprobie (SIN)	Maatlat- waarde (KRW)	Habitat preferentie					
					slib/ fijne detritus	zand	klei/ leem	Water- planten	grove detritus/ hout	grind/ stenen
Indicatie voor meetpunten met natuurvriendelijke oever										
<i>Chironomus</i>	0.60	<10 cm/s	n.v.t.	Geen score	0.6	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0
<i>Dikerogammarus villosus</i>	0.59	n.v.t.	2.2	Geen score	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Micronecta scholtzi</i>	0.50	<10 cm/s	n.v.t.	Geen score	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1
<i>Sigara falleni gr.</i>	0.45	<10 cm/s	n.v.t.	Geen score	0.2	0.2	0.2	0.4	0.0	0.1
<i>Micronecta griseola</i>	0.32	n.v.t.	n.v.t.	Positief	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Indicatie voor meetpunten zonder natuurvriendelijke oever										
Phaenopsectra	0.50	<10 cm/s	n.v.t.	Geen score	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.4
Lebertia inaequalis	0.44	<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.

Tabel 3: Overzicht van preferentie voor stroming (volgens WEW autecologie), saprobie (volgens German Saprobic Index) en maatlatwaarde (volgens KRW watertype R6) en habitatpreferentie (volgens WEW autecologie) voor de macrofauna die het sterkst zijn gerelateerd aan de respons in de PRC van figuur 3 (soortgewicht < - 0.4 of > 0.4). n.v.t. betekent dat (op dit taxonomisch niveau) geen informatie beschikbaar is.

Taxonnaam	Soort gewicht b_k	Stroming (WEW)	Saprobie (SIN)	Maatlat- waarde (KRW)	Habitat preferentie					
					slib/ fijne detritus	zand	klei/ leem	Water- planten	grove detritus/ hout	grind/ stenen
<i>Procladius</i>	0.87	n.v.t.	n.v.t.	Negatief	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chironomus</i>	0.83	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.6	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0
<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>	0.77	NA	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 claparedianus</i>	0.73	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>Polypedilum bicrenatum</i>	0.69	<10 cm/s	n.v.t.	Positief	0.3	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1
<i>Micronecta minutissima</i>	0.69	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
Tubificidae	0.68	n.v.t.	3.6	Negatief	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Pisidium casertanum</i>	0.67	<10 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	0.6	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Cladotanytarsus</i>	0.67	<10 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.5
<i>Micronecta griseola</i>	0.56	n.v.t.	n.v.t.	Positief	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Cricotopus sylvestris</i>	0.56	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>Potamopyrgus antipodarum</i>	0.55	<10 cm/s	n.v.t.	Positief	0.4	0.3	0.0	0.2	0.0	0.1
<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	0.55	<10 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	0.53	<10 cm/s	n.v.t.	Negatief	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Stictochironomus</i>	0.52	<10 cm/s	n.v.t.	n.v.t.	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4
<i>Valvata piscinalis</i>	0.49	<10 cm/s	2	Negatief	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Paratanytarsus dissimilis agg.</i>	0.48	<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>Ophidonais serpentina</i>	0.48	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.4	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1
<i>Micronecta scholtzi</i>	0.46	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	0.45	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.
Ceratopogonidae	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>Pisidium moitessierianum</i>	0.42	<10 cm/s	n.v.t.	geen score	0.6	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Cryptochironomus</i>	0.41	<10 cm/s	n.v.t.	Negatief	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0.40	<10 cm/s	3.3	Negatief	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0

4 Conclusies

Op basis van de macrofaunagemeenschap kan worden geconcludeerd dat er enkele taxa specifiek voorkomen bij de meetpunten met NVO. Eén daarvan, de waterwants *Micronecta griseola*, is tevens een wat gevoeligere soort, die ook positief scoort op de KRW maatlatten. Daarnaast zijn in de gehele Kromme Rijn in de tijd veranderingen opgetreden. Er lijkt tussen 2009 en 2013 een toename te zijn geweest in mate van organische belasting. Dit effect lijkt sterker op de meetpunten met natuurvriendelijke oever dan zonder natuurvriendelijke oever. Deze verandering in de tijd zou kunnen zijn gerelateerd aan het feit dat is gebaggerd in de Kromme Rijn in 2006 en 2013. Baggeren leidt tot een vermindering van de hoeveelheid slib en een lichte verbetering van de leefomstandigheden. Er zijn ook enkele gevoeligere zijn toegenomen in abundantie. We kunnen op dit moment niet uitsluiten dat de veranderingen komen doordat er (kleine) verschillen in monitoring hebben plaatsgevonden.

Over het algemeen is er maar een beperkt verschil in de macrofaunagemeenschap op de meetpunten met en zonder NVO. Doordat er niet voldoende data beschikbaar was van de macrofaunagemeenschap vóór de aanleg van de NVO's is het niet mogelijk om de gemeenschap vóór en ná de aanleg op een van deze locaties te vergelijken. Daarnaast is het onduidelijk of deze NVOs nat of vrij droog zijn en of er een oevervegetatie met helofyten is ontstaan. Wanneer de NVOs relatief droog zijn en de oever niet in het water is uitgebreid dan is er ook weinig effect op de macrofauna te verwachten. Daarnaast zijn er maar weinig veranderingen op de macrofaunagemeenschap in relatie tot preferentie voor bepaald substraat/habitats te verwachten als de NVO niet zo zijn aangelegd dat het dwarsprofiel is versmald. Ook is het belangrijk te weten of de NVO in de monsternamen is betrokken en of er verandering in de bemonsteringstechniek door de tijd heeft plaatsgevonden.

De Kromme Rijn heeft de potentie in zich om een voor typische macrofauna meer aantrekkelijker riviertje te zijn waardoor ook de KRW doelen dichterbij komen. Metingen in de nevengeulen hebben dat in het verleden laten zien. Om dat te realiseren zijn in eerste instantie maatregelen nodig om de stromingscondities te verbeteren en de morfologie van de oevers meer te variëren.

De belangrijkste aanbevelingen om een verdergaand herstel van het karakter van dit riviertje te bereiken zijn:

- Het streven naar een gedempte dynamiek in afvoer met een garantie om bij lage afvoeren (vaak in de zomer) stroming te behouden.
- Het versmallen en verondiepen van de geul door het suppleren van zand en het aanbrengen van onderwater oevers.
- Het in het doorstroomprofiel aanbrengen van dood hout en het aanleggen van oevers met een onregelmatige profielvorm en met flauw aflopende en steile trajecten.
- Het aanleggen van houtwallen langs de watergang waardoor een deel beschaduwd wordt en de natuurlijke processen van inbreng en afbraak van organisch materiaal worden versterkt.
- Het op trajecten waar het verval iets hoger is en stroming over tijd gegarandeerd, aanbrengen van grindbedden.

5 Literatuur

- Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J. G., van den Berg, M. S., van den Broek Broek, T., Buskens, R., ... & Walvoort, D. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*. STOWA.
- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67(3), 345-366.
- 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., Verdonschot, P. F. M., Haaren, T. V., & Maanen, B. V. (2012). Milieu-en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwater-macrofauna. STOWA.