

Macrofaunametingen onthullen veranderende knelpunten in beken

Gea van der Lee, Ralf Verdonschot (Wageningen Environmental Research), Luuk van Gerven, Bart Brugmans, Carlo Rutjes (Waterschap Aa en Maas)

Het onderwaterleven bevat informatie over knelpunten die het goed ecologisch functioneren van wateren in de weg staan. Zo komen bepaalde macrofaunasoorten alleen voor als het water voldoende stroomt of niet te warm is. Dit artikel laat voor beken van Waterschap Aa en Maas zien dat veranderingen in het voorkomen van macrofaunasoorten tussen 2000 en 2023 blijk geven van een toenemende stress door lagere stroming en hogere watertemperaturen en een afnemende stress door organische belasting.

Beken en riviertjes staan onder druk door verschillende stressoren, zoals organische belasting, toxische verontreiniging en hydrologische degradatie [1]. Daarnaast vormen klimaatverandering en de daarmee gepaard gaande weersextremen, een grote uitdaging voor het waterbeheer [2], [3]. Om de biodiversiteit in deze wateren te verbeteren en aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) te voldoen zijn herstelmaatregelen dan ook noodzakelijk. Om hierbij effectieve maatregelen te kunnen kiezen is het belangrijk om te bepalen wat het effect is van de verschillende stressoren op deze waterlichamen.

Om inzicht te krijgen in de stressoren die spelen in een waterlichaam kunnen abiotische variabelen, zoals stroming en organische belasting, direct worden gemeten. Extremen zijn echter moeilijk te vangen met huidige monitoringsprogramma's, omdat abiotische variabelen niet frequent worden gemeten en de extremen vaak slechts incidenteel optreden. Als bij extremen de tolerantiegrenzen van een organisme worden overschreden, kan het ertoe leiden dat een soort bij zo'n eenmalige overschrijding op een locatie verdwijnt [4]. Als alternatief kan er ook een diagnose van de stressoren worden gesteld op basis van de aanwezige macrofaunagemeenschap. Deze macrofaunagemeenschap is soortenrijk en reageert op een breed scala aan milieuomstandigheden. De aan- of afwezigheid van bepaalde macrofaunasoorten zegt daarmee iets over de stressoren die gedurende levenscyclus van het individu [5] zijn opgetreden.

Aanpak van Waterschap Aa en Maas

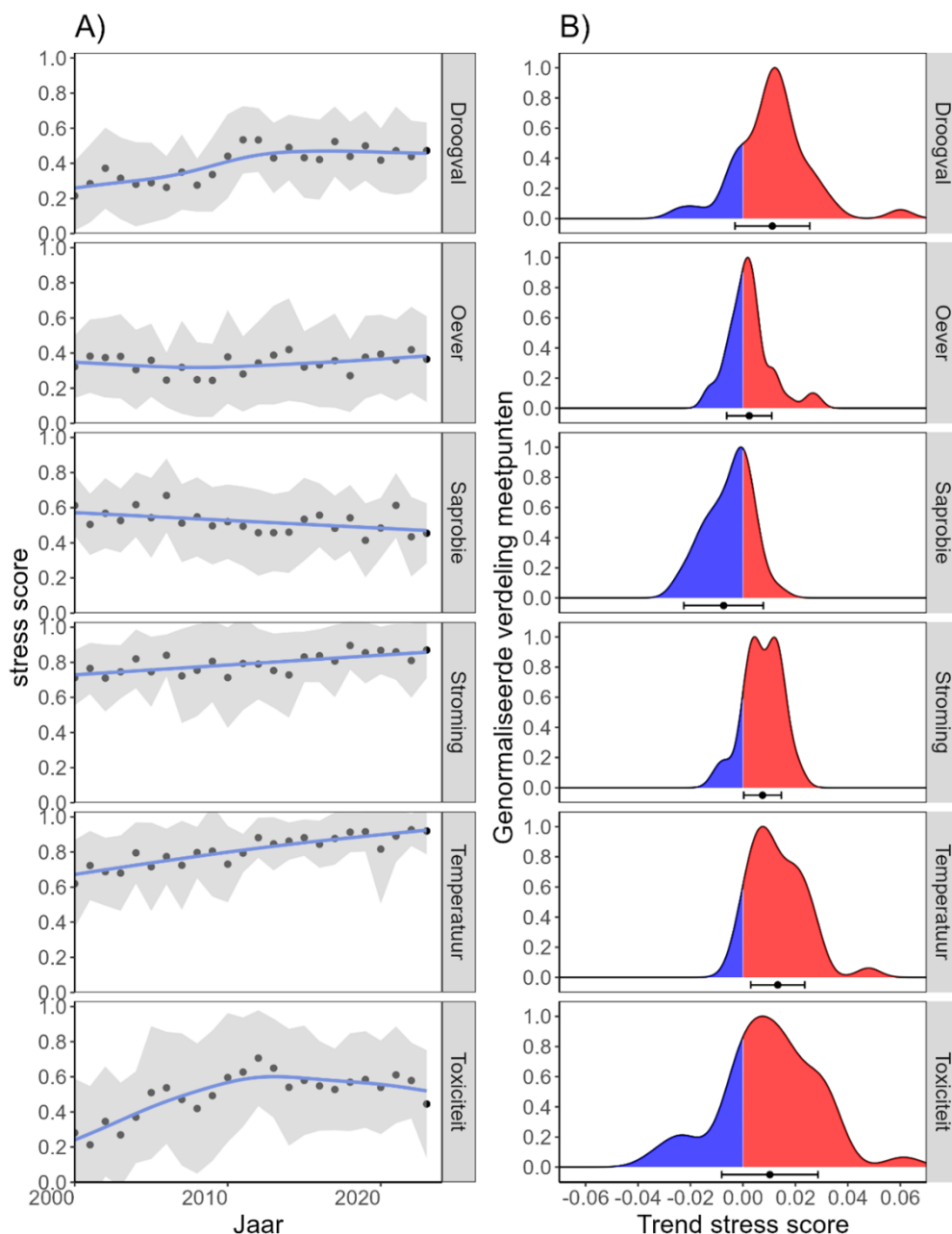
De ecologische toestand op basis van de macrofauna in de laaglandbeken en -riviertjes van het beheergebied van Waterschap Aa en Maas is op de meeste KRW-meetpunten matig tot slecht en hierin is over de tijd weinig veranderd [6]. Om inzicht te krijgen in de oorzaken die de ecologische toestand zo houden heeft Wageningen Environmental Research de data van het waterschap [7] geanalyseerd met de Macrofauna-knelpuntenanalysetool [8]. Deze tool koppelt macrofaunataxonlijsten aan milieu- en habitatpreferenties en gevoeligheid van soorten voor toxische stoffen en berekent vervolgens stress-scores voor verschillende knelpunten [9].

De analyse was gericht op de KRW-bemonsteringen tussen 2000 en 2023 (863 metingen op 141 meetpunten), omdat tussen 1980 en 1990 op grover taxonomisch niveau is gedetermineerd en tussen 1990 en 2000 slechts een beperkt aantal meetpunten is bemonsterd. De uitkomsten zijn geduid aan de hand van ruimtelijke patronen op kaarten. Daarnaast is met een change-point-analyse bepaald óf en wanneer er over tijd structurele veranderingen in de trends hebben plaatsgevonden [10]. Om voor

het bepalen van de trends tot een zo consistent mogelijke dataset over tijd te komen, zijn hiervoor alleen de 40 lange-termijn-meetpunten meegenomen met acht of meer meetjaren (niet per se opeenvolgend).

Oorzaken achter een ontoereikende waterkwaliteit

Uit de knelpuntenanalyse komt naar voren dat hoge watertemperaturen en het ontbreken van stroming gemiddeld over het beheergebied van Aa en Maas het grootste knelpunt vormen voor de macrofaunagemeenschap (zie afbeelding 1) [7]. Beide stressoren zijn geleidelijk toegenomen tussen 2000 en 2023 (tabel 1). De toename heeft op bijna alle langetermijnmeetpunten plaatsgevonden en kan waarschijnlijk gerelateerd worden aan de effecten van klimaatverandering. Klimaatverandering leidt tot langdurigere droge perioden en hogere temperaturen in de zomer, wat zich uit in lagere afvoeren (stagnatie van stuwpanden) en een hogere watertemperatuur. Uit lange meetreeksen blijkt bijvoorbeeld dat de watertemperatuur in de periode 1990-2022 met gemiddeld 2,5°C is toegenomen in het beheergebied van Aa en Maas [11]. Veranderingen in klimaatgerelateerde stressoren zullen naar verwachting in de toekomst doorzetten. Zo blijkt uit modelberekeningen dat bijvoorbeeld de stroomsnelheid in de beken van Aa en Maas in de komende decennia (2050, KNMI-scenario WH) met gemiddeld 15% afneemt in de zomer, en dat er 20% meer kans is op stagnatie en droogval [2].



Afbeelding 1. Trends in de knelpunten, bepaald op basis van de macrofauna op de 40 langetermijn-KRW-meetpunten in het beheergebied van Aa en Maas tussen 2000-2023. A) verloop over tijd met gemiddelde van de meetpunten (stippen) met standaarddeviatie (grijs vlak). De blauwe lijn geeft de verandering over tijd weer (thin plate regression spline). B) genormaliseerde verdeling van de trends over de verschillende meetpunten berekend als lineaire verandering. De foutbalk geeft de gemiddelde trend in de stress-score met standaarddeviatie weer. De positieve waarden geven een toename van stress weer (rood) en negatieve waarden een afname (blauw)

De macrofauna-knelpuntenanalyse laat verder zien dat de stress door organische belasting in het algemeen geleidelijk is afgenomen over tijd (afbeelding 1, tabel 1). Deze trend komt overeen met de afname van de gemiddelde nutriëntconcentraties in het beheergebied in de periode 1990-2022 [11]. Deze winst is geboekt door verbeterde zuivering van het afvalwater, de sanering van overstorten en de verminderde uitspoeling uit landbouwgronden in de afgelopen decennia als gevolg van mestbeleid. Naast een temporele trend is er een grote ruimtelijke variatie in het beheergebied van Aa en Maas (afbeelding 2). Dit is waarschijnlijk een gevolg van een combinatie van lokale belasting van punt- en

diffuse bronnen en de invloed van kwel enerzijds en inlaatwater anderzijds. Te hoge voedselrijkdom is dus nog steeds een aandachtspunt, te meer omdat de waargenomen afname van de belasting de laatste jaren lijkt te stagneren en de nutriëntenconcentraties in ruim 60% van de KRW-wateren in het beheergebied nog steeds te hoog zijn [11]. In tegenstelling tot de verbetering die is waargenomen voor organische belasting, is de stress door giftige stoffen toegenomen (afbeelding 1, tabel 1). De ruimtelijke patronen van stress door toxiciteit zijn vergelijkbaar met de patronen in organische belasting, behalve het optreden van lokaal hoge stress-scores door giftige stoffen.

Hoewel uit opnames van de waterlopen is gebleken dat 25% van de wateren in het beheergebied de afgelopen jaren in de zomer droog zijn gevallen, is de stress door droogte, bepaald op basis van de macrofauna op de meeste KRW-meetpunten, matig (afbeelding 1). Een verklaring hiervoor is dat de wateren die droogvallen vooral kleinere waterlopen zijn, zonder ecologische opgave, terwijl de meeste macrofaunameetpunten in de KRW-waterlichamen liggen. Veel waterlopen in het beheergebied kennen een sterke vegetatieontwikkeling. De combinatie van weinig stroming en een hoge voedselrijkdom is ideaal voor plantengroei. Het is daarom niet verwonderlijk dat de stress voor de factor oever (afwezigheid van oeverplanten) laag is (afbeelding 1). Een natuurlijk beekstelsel zou echter zowel voldoende stroming als lage voedselrijkdom en een goed ontwikkelde land-waterring met waterplanten hebben.

Tabel 1. Uitkomsten van de change-point-analyse over de knelpunten op de langetermijn-meetpunten. De breakpunten geven aan óf en wanneer er structurele veranderingen in de trends hebben plaatsgevonden. Per periode is met lineaire regressie bepaald wat de trend is (hellingscoëfficiënt) en of deze significant is (p-waarde <0.05). Significante veranderingen zijn dikgedrukt

Knelpunt	Breakpunten	Trend (verandering stress-score/jaar)	Significantie
Droogval	2000-2010	0.005	0.39
	2011-2023	-0.002	0.41
Oever	2000-2009	-0.014	0.01
	2010-2023	0.003	0.40
Saprobie	Geen	-0.004	0.01
Stroming	Geen	0.006	<0.001
Temperatuur	Geen	0.011	<0.001
Toxiciteit	2000-2013	0.034	<0.001
	2014-2023	-0.003	0.58

Aanbevelingen kansrijke herstelmaatregelen

Op basis van de macrofauna-knelpuntenanalyse is het voor de beken van Aa en Maas aan te bevelen om maatregelen te nemen om de stroming te verbeteren, de watertemperatuur te verlagen en de effecten van organische belasting verder terug te dringen. De precieze invulling van de maatregelen en hun effectiviteit is maatwerk en hangt af van stroomgebiedskenmerken en de mate van stress in de beek qua stroming, watertemperatuur en belasting.

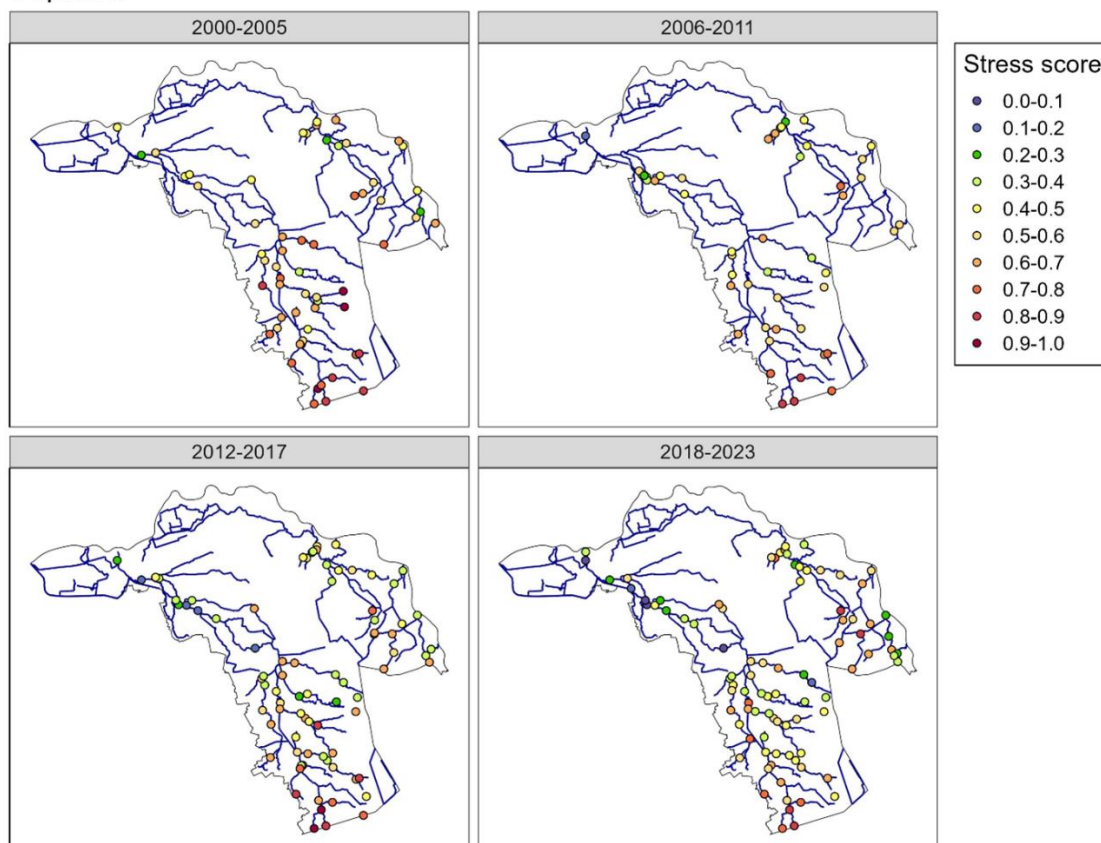
Maatregelen die ingrijpen op de factor stroming zijn vooral effectief wanneer ze worden toegepast op een grote ruimtelijke schaal, de schaal van (deel)stroomgebieden [12]. Verbeteren van de aanvoer van grondwater richting beek heeft sterk de voorkeur. Het verminderen van wateronttrekking (bijv. door het stoppen van beregening) en het beter vasthouden en infiltreren van regenwater waar het valt (bijv.

door het opzetten van winterpeil, dempen van kleine sloten), zijn hierbij van groot belang [2]. Het vasthouden van water in droge periodes door het opzetten van stuwen is ongewenst, omdat dit leidt tot stagnatie en opwarming van het water.

Ook de watertemperatuur kan beter worden gedempt door de (diepere) kwel naar de beek te herstellen en te versterken. Daarnaast kan bosontwikkeling op de oevers van de beek zorgen voor een betere demping van de watertemperatuur via beschaduwing. Temperatuurschommelingen bij warm weer worden hierdoor afgevlakt. Voor een effect op de watertemperatuur is houtige vegetatie over een lengte van ten minste enkele honderden (500-800) meters aaneengesloten langs de beek nodig [13], [14].

Tot slot blijft het belangrijk de effecten van organische belasting zo veel mogelijk verder terug te dringen. Puntbronnen, zoals overstorten, dienen zo veel en ver mogelijk te worden gesaneerd [15]. Daarnaast blijft oppervlakkige uit- en afspoeling van aanliggende gronden een belangrijke bron van diffuse belasting. Deze aanvoer kan worden teruggedrongen door beter in balans met de gewasvraag te bemesten, en door de gewaskeuze aan te passen aan de eigenschappen van het perceel; bijvoorbeeld geen uitspoelingsgevoelige teelten op uitspoelingsgevoelige gronden [15]. Ook maatregelen om de effluentkwaliteit van rwzi's en de waterkwaliteit van inlaatwater (o.a. uit de Maas en Rijkskanalen) te verbeteren dienen te worden voortgezet.

Saprobie



Afbeelding 2. Stress door organische belasting, bepaald op basis van de macrofauna op de KRW-meetpunten, in het beheergebied van Aa en Maas tussen 2000-2023, als voorbeeld van de weergave van de ruimtelijke patronen

Conclusie

Net als in het beheergebied van Aa en Maas is de ecologische toestand op basis van macrofauna in de afgelopen 30 jaar in veel Nederlandse beken maar heel beperkt verbeterd [16]. Een eerdere studie [17] laat zien dat er wel degelijk veranderingen in de rijkdom, diversiteit en abundantie van verschillende macrofaunagenera heeft plaatsgevonden. De huidige studie toont aan dat de macrofauna-knelpuntenanalyse verder inzicht kan geven in hoe de belangrijkste oorzaken achter een ontoereikende ecologische toestand zijn veranderd in ruimte en tijd. De diagnose van knelpunten op basis van het voorkomen van organismen geeft daarmee handvatten welke maatregelen het best kunnen worden genomen om de biodiversiteit te verbeteren en aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water te voldoen.

Referenties

1. Lemm, J. U., et al. (2021). 'Multiple stressors determine river ecological status at the European scale: Towards an integrated understanding of river status deterioration'. *Global Change Biology*, 27(9), 1962-1975.
2. Gerven, L. van, Rens, C. van, Rutjes, C., Bolt, F. van der (2022). *Klimaatverandering bemoeilijkt het halen van de ecologische doelen in beken. Een modelstudie naar het effect van veranderende beekafvoeren op de ecologie*. Aa en Maas rapport. Waterschap Aa en Maas, Den Bosch.
3. Hallmann, C.A., Pol, J. van der & Brugmans, B. (2021). *Trends en toestand ecologische, fysische en chemische parameters Aa en Maas : Effecten van inrichting en beheer & onderhoud*. Waterschap Aa en Maas.
4. Lee, G. van der, Verdonschot, R. C., & Verdonschot, P. F. (2021). *Advies voor het monitoren van de ecologische waterkwaliteit*. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA).
5. Verdonschot, P. F.M., & Verdonschot, R. C.M. (2021). *Indicatiewaarden van aquatische organismen* (No. KIWK 2021-53). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
6. Gerven, L. van, Brugmans, B., Rutjes, C., Pol, J. van der, & Hallmann, C. (2021). *Effectbepaling van waterkwaliteitsmaatregelen met reguliere metingen: baggeren en maaien als voorbeeld*. Waterschap Aa en Maas.
7. Lee, G. H. van der, Gerven, L. van, Brugmans, B., Rutjes, C., & Verdonschot, R.C.M. (2024). *Effect van stressoren op de macrofauna in het beheergebied van waterschap Aa en Maas*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.
8. Wageningen University & Research (2024). *Knelpuntenanalysetool*. <https://knelpuntenanalyse.containers.wur.nl/>
9. Lee, G.H. van der (2023). *Macrofauna Knelpuntenanalyse v1.0: achtergrond document*. Notitie Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen.
10. Zeileis, A., Kleiber, C., Krämer, W., & Hornik, K. (2003). 'Testing and dating of structural changes in practice'. *Computational Statistics & Data Analysis*, 44(1-2), 109-123.
11. Rozemeijer, J., Gommans, K., Gerven, L van (2024). *Waterkwaliteit van de toekomst. Data analyse naar de invloed van klimaatverandering en weersextremen in beheergebied waterschap Aa en Maas*. Deltares rapport 11209190-024-ZWS-0001.
12. Verdonschot, P. F. M., & Verdonschot, R. C. M (2020). *Factsheet KIWK: Stroming en waterbeweging*. Wageningen Environmental Research.

13. Kail, J., Palt, M., Lorenz, A., & Hering, D. (2021). 'Woody buffer effects on water temperature: The role of spatial configuration and daily temperature fluctuations'. *Hydrological Processes*, 35(1), e14008.
14. Verdonschot, R.C.M., Van Oosten-Siedlecka, A.M., Besse-Lototskaya, A., Verdonschot, P.F.M. (2014). *Effects of shading on stream water temperature and stenothermic macroinvertebrates; a synthesis of the findings along the trans-European latitudinal climate gradient*. Deliverable 2.11+2.12, EU 7th framework programme.
15. Verdonschot, P. F. M., & Verdonschot, R. C. M. (2020). *Factsheet KIWK: Terugdringen fosforbelasting*. Wageningen Environmental Research.
16. Compendium voor de Leefomgeving (2024). *Natuurkwaliteit van macrofauna in oppervlaktewater, 1990-2022*. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl143507-natuurkwaliteit-van-macrofauna-in-oppervlaktewater-1990-2022>, geraadpleegd op 5-12-2024.
17. Hallmann, C. A., & Jongejans, E. (2021). *Long-term trends and drivers of aquatic insects in the Netherlands* (Vol. 39). STOWA.