



Universiteit
Leiden

The Netherlands

Assessing global regionalized impacts of eutrophication on freshwater fish biodiversity

Zhou, J.

Citation

Zhou, J. (2024, January 30). *Assessing global regionalized impacts of eutrophication on freshwater fish biodiversity*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3715136>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3715136>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Samenvatting

De zoetwaterbiodiversiteit wordt bedreigd door eutrofiëring als gevolg van een overmaat aan voedingsstoffen in het milieu. Om de zoetwatersoorten van deze druk te bevrijden, moeten de industrie en fabrikanten zich inspannen om emissies naar kwetsbare en risicovolle gebieden te vermijden. De eerste stap is om te weten welke nutriënten waar invloed hebben en wat de effecten daarvan zijn op het voorkomen van soorten. Deze effecten kunnen worden beoordeeld met behulp van levenscyclusanalysemethoden (LevensCyclus Inventarisatie Analyse; LCIA). Dit proefschrift draagt bij aan de kennis van de effecten van nutriënten door de LCIA-methode te verbeteren, bijvoorbeeld door meer regionale en uitgebreide indicatoren te ontwikkelen en door rekening te houden met zowel fosfor (P) als stikstof (N) en welke van deze twee nutriënten beperkend is. Om dit onderzoeksdoel te bereiken, worden in deze dissertatie vier vragen gesteld:

- 1: Wat zijn de regionale patronen van nutriënten op mondiale schaal en hoe beïnvloeden verschillende factoren het voorkomen van voedingsstoffen in het mondiale zoetwater?
- 2: Hoe kunnen retentievergelijkingen de modelprestaties voor het voorspellen van nutriënten verbeteren?
- 3: Wat zijn de regionale patronen in de effecten van nutriënten op het verlies van vissoorten in het mondiale zoetwaterecosysteem?
- 4: Wat is de invloed van eutrofiëring op het wereldwijde verlies van vissoorten in zoetwaterecosystemen?

Om de eerste vraag te beantwoorden, werd in hoofdstuk 2 het transport en voorkomen van N opgenomen in de beoordeling van de impact van eutrofiëring op het zoetwatersysteem, waar de huidige studies zich tot nu toe alleen op P hadden gericht. Op basis van het Integrated Model to Assess the Global Environment-

Global Nutrient Model (IMAGE-GNM) werd een ruimtelijk expliciete benadering ontwikkeld voor mondiale fate factors (FFs) voor nutriënten afkomstig van directe emissies, diffuse bronnen en erosie naar zoetwatersystemen met resoluties van een halve graad. Deze studie onderstreept de relatie tussen FFs en hydrologische omstandigheden. De resultaten laten zien dat hoge FFs vooral voorkomen in regio's die worden gedomineerd door retentie, terwijl lage FFs vooral voorkomen in regio's die worden gedomineerd door advectie. Met behulp van de FFs kunnen levenscyclusanalyses (LCAs) het voorkomen van nutriënten op stroomafwaartse locaties uit de inventarisatie schatten. Ook geven de regionale patronen een idee over waar de effecten van nutriëntenemissies het schadelijkst zijn.

Hoofdstuk 3 gaat verder in op de verbetering van de nauwkeurigheid van gesimuleerd nutriëntengedrag. Deze studie evalueerde de prestaties van empirische retentiemodellen in IMAGE-GNM met behulp van de gemiddelde genormaliseerde Root Mean Square Error (NRMSE) en Pearson's r in vergelijking met validatiegegevens. We pasten ook een variantieanalyse (ANOVA) en post-hocanalyses toe om de onder- of overschattingen van verschillende retentiemodellen te controleren. We ontdekten dat de retentiemodellen van Behrendt en Opitz, die rekening houden met specifieke afvoer, het beste presteren voor het voorspellen van retentie van P en N in rivieren, terwijl het retentiemodel van De Klein de beste keuze is voor het simuleren van P-retentie in meren en reservoirs. De resultaten laten zien dat empirische vergelijkingen mondiaal beter presteren voor N dan voor P. De vergelijkingen die gedreven worden door hydraulische belasting voorspellen een lagere retentie dan modellen gedreven door de specifieke afvoer. De hydraulische sturing in het retentiemodel is belangrijker dan de functievormen en coëfficiënten in het simuleren van N/P-concentraties. We geven een overzicht van de beste empirische retentievergelijkingen op wereld- en geografische zoneschaal, wat gebruikt kan worden door ontwikkelaars van nutriëntenmodellen. De analyse van de sturing van retentie maakt een betere ontwikkeling mogelijk van retentiemodellen voor studies naar eutrofiëring in het

water. Dit kan verder helpen om de nauwkeurigheid van mondiale nutriëntenmodellen te verbeteren.

In hoofdstuk 4 hebben we N als voorbeeld genomen om de kwantitatieve relaties tussen de concentratie van voedingsstoffen en het verlies aan zoetwatervissoorten te regionaliseren. Deze studie is een aanvulling op de bestaande studies naar het effect van P in zoetwaterecosystemen. We berekenden de gevoeligheidsverdelingen (SSDs) van zoetwatersoorten voor honderden ecoregio's, wat verder gaat dan eerdere studies die slechts enkele geografische zones omvatten. De SSDs voor alle ecoregio's met voldoende gegevens laten goede prestaties zien. We hebben de gemiddelde en marginale effectfactoren (EFs) gegeven. Het patroon van de EFs weerspiegelt de gevoeligheid van ecosystemen voor nutriëntenemissies met een resolutie van een halve graad. De resultaten onthullen een grote kans op verlies van soorten in de tropische zone en de kwetsbaarheid van koude gebieden. De SSDs kunnen worden gebruikt voor onderzoek naar de evaluatie van het verlies aan lokale soortenrijkdom als gevolg van een teveel aan voedingsstoffen, en de EFs kunnen worden geïmplementeerd in karakterisatiefactoren (characterisation factors; CFs) voor LCA-practici.

In hoofdstuk 5 ontwikkelden we geregionaliseerde CFs voor zoetwatereutrofiëring met een resolutie van een halve graad en stelden we een methode voor om informatie over nutriëntenlimitaties te integreren met CFs om te bepalen welk nutriënt waar de meeste invloed heeft. De invloed van eutrofiëring op zoetwatervissen wereldwijd werd beoordeeld door de CFs die rekening houden met nutriëntenlimitaties te koppelen aan informatie over nutriëntenemissies en landgebruik. De schatting van het wereldwijde verlies aan soorten met behulp van onze CFs (13,8%) en de conclusie dat erosie de grootste bijdrage levert, komt overeen met eerdere onderzoeken naar het verlies aan soorten door waterverontreiniging en erosie. Ons werk kan dus een beeld geven van het verlies aan vissoorten als gevolg van eutrofiëring van zoet water en is een voorbeeld van hoe nutriëntenbeperking in beschouwing genomen kan worden in studies die

gerelateerd zijn aan eutrofiëring. Deze studie levert indicatoren die de industrie en belanghebbenden in staat stellen om de impact van eutrofiëring op regionale en wereldwijde soortenrijkdom te beoordelen. De beschouwing van de alomvattende effecten van nutriënten en hun limitaties kan verder worden toegepast bij de ontwikkeling van geregionaliseerde CFs voor eutrofiëringsproblemen in andere ecosystemen.

Door de combinatie van deze hoofdstukken beantwoordt dit proefschrift de doelstelling om de invloed van zoetwatereutrofiëring op de mondiale visbiodiversiteit te kwantificeren. Deze studies bieden methoden om het voorkomen van voedingsstoffen, het effect daarvan op de soortenrijkdom en uiteindelijk de CFs te regionaliseren. Het proefschrift gaat ook in op welke nutriënten de biodiversiteit van vissen waar beïnvloeden en neemt informatie over de nutriëntenlimitaties mee in CFs om de wereldwijde invloed van eutrofiëring te evalueren.

Voor toekomstig onderzoek stelt het proefschrift voor om de beschikbaarheid van gegevens en mondiale modellen voor nutriënten te verbeteren, omdat dit de belangrijkste redenen zijn voor onzekerheden in dergelijke studies naar de regionalisering van de invloed van eutrofiëring. In het bijzonder kan een verbetering van de gegevens over het voorkomen van vissen de huidige hoge onzekerheid in koude regio's door het huidige gebrek aan waarnemingen verminderen. We bevelen ook aan om een proces-gebaseerd model, IMAGE-DGNM, te gebruiken om IMAGE-GNM te vervangen wanneer het beschikbaar is voor een wereldwijde beoordeling.

Concluderend kan gesteld worden dat dit proefschrift bijdraagt aan een beter begrip van 1) het voorkomen van nutriënten en het effect van N dat een belangrijke rol speelt bij zoetwatereutrofiëring, 2) de verbetering van de nauwkeurigheid van wereldwijde voorspellingen van nutriënten door het aanreiken van de best passende retentiemodellen, 3) de relatie tussen potentieel soortenverlies en nutriëntengehalte

op eco-regionaal niveau in zoetwater, 4) de verbetering van de regionalisatie van FFs, EFs en CFs, en 5) de ernst van de soortenrijkdom van zoetwatervissen die wereldwijd wordt beïnvloed door eutrofiëring (13,8% soortenrijkdom verlies). Het proefschrift geeft daarom inzicht in de invloed van eutrofiëring in zoet water op het verlies aan biodiversiteit. Het stelt ook methoden voor toekomstig onderzoek om de invloed van eutrofiëring in terrestrische en mariene ecosystemen te beoordelen en kan de belanghebbenden ondersteunen om het door eutrofiëring veroorzaakte biodiversiteitsverlies te beperken en besluitvormers te ondersteunen bij het formuleren van milieustrategieën die betrekking hebben op de Duurzame Ontwikkelingsdoelen (Sustainable Development Goals; SDGs) 6.3 en 15.1 en het Kunming-Montreal Wereldwijde Biodiversiteitsraamwerk (Global Biodiversity Framework; GBF) doel 7.