

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/72316>

Please be advised that this information was generated on 2021-09-16 and may be subject to change.

Metal contamination and terrestrial arthropods in a lowland floodplain of the Rhine River

Aafke Schipper, Sander Wijnhoven, Rob Leuven, Ad Ragas, Jan Hendriks

Department of Environmental Science, Institute for Wetland and Water Research
Radboud University Nijmegen, The Netherlands



Fig. 1: Study area location

Introduction

In the lowland floodplains of the Rhine River, large amounts of particulate-bound metals have been deposited during the last century. Metals can enter food chains by uptake in vegetation and soil-dwelling invertebrates, subsequently leading to potential risks for vulnerable vertebrate species. As terrestrial arthropods make up a substantial part of the terrestrial food web, insight in the occurrence and internal metal concentrations of arthropods contributes to the assessment of potential ecological risks. In the present study, soil metal concentrations, inundation characteristics, and abundance and internal metal concentrations of arthropods were investigated in a moderately contaminated floodplain along the Rhine River (Fig. 1).

Methods

- Collection of soil samples and terrestrial arthropods in the study area 'Ewijkse Plaat' (Figs. 2 & 3) in August 2005.
- Investigating relations between arthropod abundances and environmental characteristics with multivariate canonical analysis (redundancy analysis, CANOCO 4.0).
- Analysis of internal metal concentrations in two abundant orders: Araneida (spiders) and Coleoptera (beetles).



Fig. 2: Pitfall traps for arthropod collection

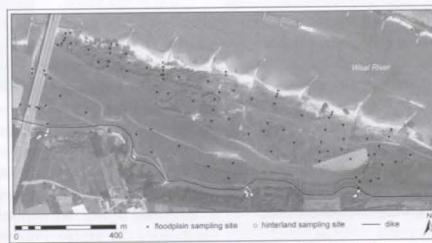


Fig. 3: Sampling sites in the study area 'Ewijkse Plaat'

Results

- On average, total soil metal concentrations as well as total arthropod abundance were higher in the floodplain than in the hinterland (*t*-tests on log-transformed values; $p < 0.05$). Spatial variation in arthropod abundance was better explained by distance to the river channel and average inundation duration than by soil metal concentrations (Fig. 4).
- Metal concentrations were significantly higher in Araneida than in Coleoptera (*t*-tests on log-transformed values; $p < 0.05$; Table 1).
- For Cd, Cu, Pb and Zn, significant positive relations were found between arthropod concentrations and total concentrations in soil (linear regression on log-transformed values; $p < 0.05$). This indicates that increasing soil concentrations result in increasing body burdens in arthropods.

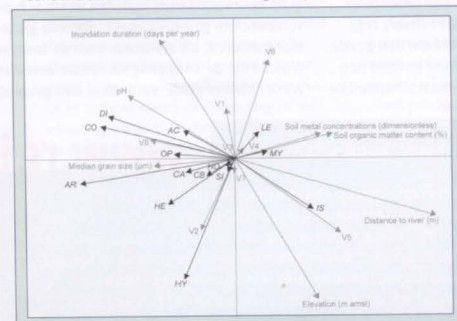


Fig. 4: Relations between abundance of 14 arthropod taxa (black arrows) and environmental characteristics (grey arrows) in the study area 'Ewijkse Plaat' (redundancy analysis, CANOCO 4.0). AR: Araneida; CA: Coleoptera; CB: Colembola; CO: Coleoptera; DI: Diptera; HE: Heteroptera; HO: Homoptera; HY: Hymenoptera; IS: Isopoda; LE: Lepidoptera; MY: Myriapoda; OP: Opliones; SI: Siphonaptera; V1 - V7: vegetation structure classes.

Table 1: Average total metal concentrations ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ dw}$) in soil, Araneida and Coleoptera for the floodplain sampling sites in the study area 'Ewijkse Plaat'

	Soil	Araneida	Coleoptera
Cd	1.41 ± 1.45 (n=96)	4.54 ± 3.36 (n=28)	0.736 ± 0.348 (n=31)
Cu	31.4 ± 31.3 (n=96)	96.3 ± 36.8 (n=40)	17.8 ± 5.05 (n=34)
Pb	70.6 ± 61.2 (n=96)	10.5 ± 10.7 (n=6)	1.07 ± 2.23 (n=28)
Zn	269 ± 182 (n=96)	304 ± 61.0 (n=41)	91.1 ± 18.1 (n=34)

Conclusions & Implications

- Results of this study indicate that both the abundance of arthropod prey and the metal concentrations in the prey items are higher in the floodplain than in the hinterland. For arthropod-eating vertebrates, this could imply increased exposure to metal contamination within the floodplain.
- For spatially explicit assessment of ecological risks, spatial variation should be taken into account not only concerning soil contamination levels, but also concerning prey abundance in relation to the contaminant accumulation characteristics of the prey items.

Radboud University Nijmegen



vi Poster Presentatie

onderzoek in een notendop

GISsen naar ecologische risico's

De afgelopen eeuw zijn in de uiterwaarden van de grote rivieren aanzienlijke hoeveelheden vervuild riviersediment afgezet. Hoewel het sediment tegenwoordig veel schoner is, hebben we nog steeds te maken met de vervuiling die in het verleden is opgehoopt. De verontreinigingen, waaronder zware metalen, worden vanuit de bodem opgenomen door bijvoorbeeld planten en regenwormen en komen op die manier in voedselketens terecht. Dit kan leiden tot schadelijke effecten bij kwetsbare soorten en versterking van riviergebonden ecosystemen.

Om inzicht te krijgen in de ecologische gevolgen van bodemverontreiniging worden zowel metingen in het veld als modelstudies gebruikt. Een voorbeeld van een veldstudie is te zien op nevenstaande poster. Op de Ewijkse Plaat, gelegen langs de Waal nabij Nijmegen, is een inventarisatie uitgevoerd van de metaalconcentraties in de bodem en de aantallen geleedpotigen die er voorkomen (o.a. insecten en spinnen). Daarnaast is met behulp van GIS, informatie verzameld over de gemiddelde jaarlijkse overstromingsduur en de afstand van elk monsterpunt tot de rivier.

Statistische analyse van de gegevens toont dat variaties in de aantallen geleedpotigen in dit gebied slechts in beperkte mate afhangen van de concentraties zware metalen. Ruimtelijke variaties in natuurlijke factoren hebben een veel grotere invloed. Waarschijnlijk zijn de metaalconcentraties in de bodem van dit onderzoeksgebied te laag om tot toxicologische effecten op de onderzochte dieren te leiden. Analyse van de metaalconcentraties in kevers (Coleoptera) en spinnen (Araneida)

wijst echter uit, dat deze dieren de metalen wel opnemen: de concentraties in de dieren vertonen een positieve relatie met de bodemconcentraties. Dit heeft mogelijk nadelige consequenties voor organismen hoger in de voedselketens.

Om te bepalen hoeveel van de verontreiniging terecht komt bij dieren hoger in de voedselketens, is een blootstellingsmodel ontwikkeld. Dit model simuleert voor tien gewervelde diersoorten de inname van zware metalen via het voedsel. De geselecteerde groep soorten omvat zowel kleine zoogdieren (o.a. woelmuizen en spitsmuizen) als top-predatoren (o.a. steenuil, torenvalk en das). Informatie over het voedselweb vormt de basis van het model: welke soort eet wat en in welke hoeveelheden? De samenstelling van het dieet en de hoeveelheid geconsumeerd voedsel bepalen uiteindelijk hoeveel verontreiniging elke soort binnenkrijgt. Door de modelvoorspellingen te vergelijken met bestaande referentiewaarden voor toxicologische effecten wordt meer inzicht verkregen in de mogelijke risico's van gezondheidsschade bij de verschillende soorten.

Een ruimtelijke benadering

Uiterwaarden worden over het algemeen gekenmerkt door sterke ruimtelijke heterogeniteit, niet alleen als gevolg van natuurlijke processen die grote ruimtelijke variatie kennen (overstroming, sedimentatie), maar ook door menselijk ingrijpen. Zowel de vegetatiekarakteristieken als de mate van bodemverontreiniging vertonen hierdoor grote variatie op vaak kleine afstand. Dit betekent, dat de blootstelling van organismen aan bodemverontreiniging van plek tot plek verschilt. Bij het modelleren van de blootstelling wordt rekening gehouden met deze ruimtelijke heterogeniteit.

Het model maakt gebruik van geoinformatie over vegetatie- en habitatkarakteristieken en simuleert op basis daarvan het ruimtegebruik van de verschillende diersoorten. Hierbij is aangenomen dat dieren ongeschikte habitat zullen vermijden, zodat op deze plekken geen blootstelling plaatsvindt. Hoe geschikter de habitat, hoe langer een organisme er verblijft en hoe meer de uiteindelijke blootstelling afhangt van het voedselaanbod en de bodemconcentratie ter plaatse. Het model houdt rekening met ruimtelijke variatie in de bodemconcentraties door gebruik te maken van een bodemconcentratiekaart, die wordt verkregen door interpolatie van puntmetingen in een GIS.

Modelresultaten

Om het model te valideren zijn modelvoorspellingen van interne concentraties in kleine zoogdieren vergeleken met gemeten concentraties. Hieruit blijkt dat de voorspellingen slechts geringe afwijkingen vertonen ten opzichte van de meetwaarden en de werkelijkheid dus goed benaderen. Modelsimulaties voor de metalen cadmium en zink lieten zien, dat de blootstelling het hoogst is voor soorten die leven van wormen en geleedpotigen, zoals de spitsmuis en de mol. Voor plantenetende soorten en predatoren die vooral op planteters jagen, zoals de torenvalk, is de blootstelling aanzienlijk lager. Of de voorspelde blootstellingsconcentraties hoog genoeg zijn om tot schadelijke effecten te leiden, is vooraansnog niet met zekerheid te zeggen. De vereiste informatie over de gevoeligheid van de verschillende soorten is helaas beperkt, waardoor niet precies duidelijk is bij welke concentraties schadelijke effecten zullen optreden. Het wegnemen van deze onzekerheid vormt een uitdaging voor toekomstig onderzoek. Andere uitdagingen liggen op het gebied van het kwantificeren van de gecombineerde effecten van het totale scala aan bedreigingen, waarmee dieren in het wild te maken hebben. Naast verontreiniging zijn dit bijvoorbeeld factoren als voedseltekort en habitatvermijding. De verwachting is, dat de combinatie van veldstudies, modellen en GIS-benaderingen een waardevolle bijdrage kan leveren aan dergelijk onderzoek.

AAFKE SCHIPPER, SANDER WIJNHOVEN, ROB LEUVEN, AD RAGAS, JAN HENDRIKS
AFDELING MILIEUKUNDE, RADBOUD UNIVERSITEIT NIJMEGEN