



Voor het verkrijgen van experimentele bodemkolommen, zoals voor het onderzoek van Stefan Kools (VU) in de Ronde Venen, is zwaar materiaal nodig.

De bijdrage van ecologisch milieubeheer aan de kwaliteit van natuurgebieden

Natuurbeheer heeft van oudsher een nauwe relatie met milieubeheer: via man-made ecosystemen, via de invloed van negatieve milieuomstandigheden op de natuur en – recent – via de mogelijkheden om natuurlijke processen in te zetten om verontreiniging in natuurgebieden op te ruimen. Deze drie relaties omvatten de kern van de bijzondere leerstoel 'Natuurbeheer speciaal in relatie tot algemene milieukwaliteit'.

Dit artikel beschrijft deze drie relaties aan de hand van de waterbodembodem- en slibproblematiek door verontreiniging met zware metalen en organische verbindingen als PAK's en PCB's in onze veengebieden en rivieruiterwaarden. Het verkent de mogelijkheden van bioturbatie door regenwormen als bijdrage aan natuurlijke reiniging en probeert van daaruit oplossingsrichtingen voor beleid en beheer aan te reiken.

De drievoudige relatie tussen milieu- en natuurbeheer

Een groot aantal van de natuurgebieden in Nederland is door de mens gemaakt of staat op zijn minst onder sterke menselijke invloed. Voorbeelden zijn het veenweidegebied, de droogmakerijen, uiterwaarden, gorzen en kwelders, maar ook zandverstuivingen en bossen. De mens heeft hier de uitgangscondities gecreëerd en soms door specifiek beheer langjarig gehandhaafd. Zodoende konden zich specifieke vegetaties en ecosystemen ontwikkelen. Milieubeheer zorgde voor de abiotische milieuvoorwaarden voor natuurontwikkeling. In de zeventiger jaren van de vorige eeuw is daar een andere relatie bij gekomen, toen zichtbaar werd welke negatieve gevolgen industriële - en landbouwactiviteiten door het vrijkomen van verontreinigende stoffen hebben op planten en dieren. Veelal hadden deze negatieve effecten betrekking op individuele soorten, omdat de ach-

teruitgang van ecosystemen door toxische stoffen veel minder vaak werd waargenomen, met uitzondering van de invloed van eutrofiëring. Recent is een groot onderzoekprogramma afgesloten dat zich specifiek heeft bezig gehouden met de mogelijke gevolgen van diffuse verontreiniging op ecosystemen (Stimuleringsprogramma Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek, SSEO).

Sinds een jaar of tien is er een derde relatie bij gekomen: kunnen natuurlijke processen actief een bijdrage leveren aan verbetering van een (diffuus) verontreinigd terrein door stoffen te binden, af te breken of gereguleerd te doen uitspoelen.

Als voorbeeld van alle drie relaties wordt in dit artikel de waterbodembodem- en slib(bagger)problematiek besproken, speciaal in relatie tot verontreiniging met zware metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en gechloreerde koolwaterstoffen (HCH en PCB's).

Herman Eijsackers

Historische relatie natuur- en milieubeheer

In het Nederlandse laagveengebied speelt baggeren van oudsher een essentiële rol. Het zorgt voor het regelmatig vrijhouden van de sloten en vaarten ten behoeve van waterdoorstroming en -afvoer. Door dit regelmatige baggeren kunnen successieprocessen regelmatig opnieuw opstarten waardoor pioniervegetaties in het voordeel zijn, denk bijvoorbeeld aan krabbescheervegetaties. Het zorgt ook voor het regelmatig op de kant zetten van vers slib waar zich specifieke slootkantvegetaties kunnen ontwikkelen, terwijl het vroeger ook een bemestende werking op het grasland zelf had. Een recente inventarisatie heeft laten zien hoe belangrijk de continuïteit van dergelijk beheer is en hoe moeilijk het is om na verwaarlozing ervan weer tot herstel van deze vegetaties te komen (Leewis, 2005).

Ook in het rivierengebied speelt baggeren een belangrijke rol. Maar hier is de situatie complexer. Naast het vrijhouden van de vaarweg speelt hier het winnen van klei, zand en grind in de uiterwaarden en het gebruik van de resulterende diepe putten om vervuild slib in te storten. Daarnaast wordt er gebaggerd en gegraven in het kader van natuurontwikkeling. Oorspronkelijke nevengeulen worden vrijgemaakt. Hierbij komen grond- en in het verleden

gesedimenteerd materiaal vrij. Het oudere en dieper gelegen sediment dateert uit de zeventiger jaren, toen het rivierwater en de sedimentdeeltjes daarin aanzienlijk verontreinigd waren met zware metalen, PAK's en gechloreerde koolwaterstoffen. In diezelfde periode is er ook chemisch afval op sommige plaatsen in de uiterwaarden gestort. Een recent overzicht (fig. 1) laat zien dat het aantal plaatsen met sterk verontreinigd slib in en langs onze grote rivieren nog steeds aanzienlijk is.

Een niet te onderschatten natuurlijk proces, dat dieper gelegen verontreinigd sediment naar boven brengt, is bioturbatie: de verplaatsing van grond naar het oppervlak door bodemdieren als kleine zoogdieren maar vooral regenwormen. Deze hoeveelheid is hoger dan er jaarlijks via de rivier in de uiterwaard sedimenteert (Wijnhoven et al., 2006; Zorn et al., 2005a & b).

De Biesbosch heeft eenzelfde soort situatie, met dit verschil dat er ook een getijwerking optreedt met een frequente afwisseling van droge en natte, aerobe en anaerobe perioden. Deze is momenteel door de Deltawerken opgeheven, maar zodra het Haringvliet weer uitwisseling met de zee krijgt (uitvoering van het zogenaamde Kierbesluit), zal dit ook in de Biesbosch te merken zijn. Onder invloed van deze frequentere en versterkte getijwerking komen zware metalen die gebonden zijn gemakkelijker weer beschikbaar.

Wat zijn mogelijke effecten van diffuse verontreiniging?

In 1998 is het stimuleringsprogramma SSEO gestart. Ondersteund door LNV, VROM, V&W en OCW is, in het kader van NWO, onderzoek gedaan in de Afferdensche en Deestsche uiterwaarden, de Biesbosch en het veenweidegebied de Ronde Venen, allen gebieden waar grootschalige diffuse verontreiniging aanwezig is en door het beleid als probleem wordt gezien (fig. 2).

De resultaten van het kortgeleden afgesloten stimuleringsprogramma bevestigen eerdere indrukken en ervaringen (voor uitvoeriger informatie wordt verwezen naar het eindrapport (Eijsackers & van het Groenewoud-Groot, 2007; of www.nwo.nl/SSEO):

- verontreinigende stoffen zijn overal; dat geldt vooral voor zware metalen, maar ook voor PAK's en in de Biesbosch ook voor gechloreerde koolwaterstoffen als polychloorbifenylen (PCB's);
- de ruimtelijke verspreiding van deze stoffen is buitengewoon heterogeen. Niet

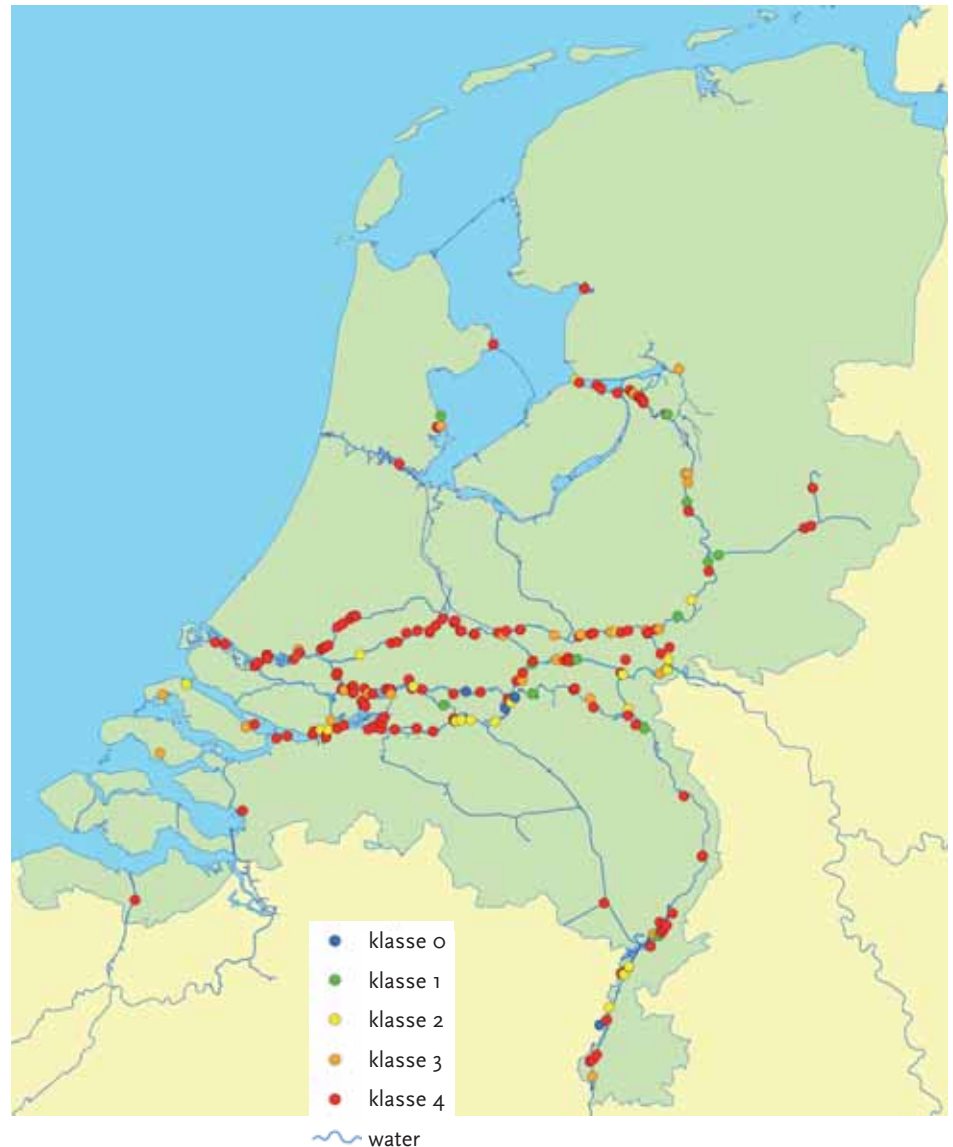


Fig. 1. Overzicht van het aantal plaatsen met sterk verontreinigd slib in en langs de grote rivieren in Nederland, gebaseerd op gegevens van 2005-2007 van de rijkswateren.

alleen is er een grote spreiding, maar het patroon is volstrekt onregelmatig: grote stukken gebied met lage hoeveelheden kunnen ineens onderbroken worden door kleine plekken met sterk verhoogde verontreinigingsniveaus. Dat maakt het werken met gemiddelde waarden discutabel;

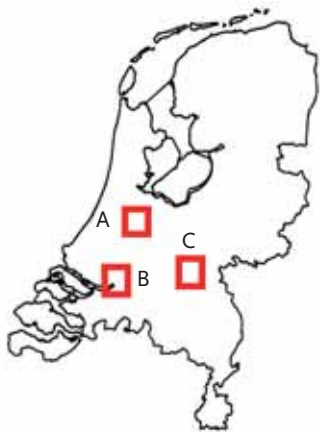
- doordat deze verontreinigingen voor het grootste deel in het, soms verre, verleden daar terecht zijn gekomen, zitten de verontreinigende stoffen goed gebonden aan de bodemmatrix ('ageing' van verontreinigingen). Bovendien is er in latere perioden schoon slib of schone grond bovenop gekomen; althans daar waar niet regelmatig iedere 5-10 jaar gebaggerd is, dus bv. in de uiterwaarden;
- ondanks de over het algemeen lage hoeveelheden, en de gebonden toestand van de verontreinigende stoffen, worden toch

negatieve effecten bij veel verschillende bodemorganismen en biologische bodemprocessen geconstateerd. Allerlei soorten, soortengemeenschappen en processen, zowel in het veenweidegebied en de sloten daar, de uiterwaarden en de uiterwaardplassen als de Biesbosch tonen nadelige beïnvloeding door zware metalen, en in mindere mate door PAK's. In de Biesbosch worden PCB's geaccumuleerd en doorgegeven in terrestrische voedselketens.

- Effecten hebben zowel te maken met het functioneren van individuele organismen (bijv. vertraagde groei en later geslachtsrijp worden van regenwormen), als met de effecten daarvan op populatieniveau (veranderde leeftijdsamenstelling en verminderde voortplanting). Daarnaast worden verschuivingen van soortsgemeenschappen vastgesteld (bijv. van de insecten in rivierplassen en van microbiële gemeenschappen in het veenweidegebied). Daarnaast worden ook systeemprocessen nadelig beïnvloed (N-huishouding en bodemademhaling). Tenslotte wordt geconstateerd dat de binding van bijv. zware meta-

Fig. 2. Satellietopnamen van de drie onderzochte gebieden:

- A. het veenweidegebied De Ronde Venen met zogenaamde toemaakdekgronden,
- B. de Brabantse Biesbosch en
- C. de Afferdensche en Deestsche waarden.



len veranderde (losser werd) waardoor opname in organismen en doorgifte in voedselketens werd waargenomen.

- Die negatieve effecten zijn niet spectaculair of desastreus. Evenmin is er sprake van consistente effectpatronen bij steeds dezelfde organismegroepen of van dezelfde stoffen die steeds effecten veroorzaken. Als we het vergelijken met een brand, gaat het om een veenbrand die her en der, op steeds weer andere plekken, de kop op steekt, soms een klein brandje, maar soms ook hoger oploeiend.

De vraag bij dit alles is of de resultaten zó ernstig zijn dat onmiddellijk actie moet worden ondernomen. Of is het verstandiger niet teveel te veranderen in de heersende omstandigheden (dus 'rommelen' tegengaan), omdat juist dan vastgelegde stoffen weer beschikbaar kunnen komen. In geval er geen directe actie behoeft te worden ondernomen, moet de vinger via monitoring wel voortdurend goed aan de pols gehouden worden (dat moet ook als er wel actie wordt ondernomen). En als er op een plek toch iets veranderd moet worden, bijvoorbeeld doordat een gebied een functieverandering ondergaat, dan zal heel precies, en afgestemd op de lokale omstandigheden en de daarin te verwachten veranderingen, moeten worden nagegaan wat de ecologische risico's kunnen zijn.

Risicobeoordeling

Voor het beoordelen van ecologische risico's wordt in het Nederlands beleid uitgegaan van een afweging tussen de waarschijnlijkste concentratie van een stof in het milieu (Probable Environmental Concentration = PEC) en de concentratie waarbij net geen effecten worden waargenomen

(No Effect Concentration = NEC). In het momenteel in gebruik genomen TRIAS-systeem (Rutgers et al., 2000) worden die relaties vastgesteld op basis van fysisch-chemisch onderzoek, experimenteel onderzoek in het laboratorium of via veldbioassays en via ecologische waarnemingen in het veld.

Om de risico's van verontreinigende stoffen in uiterwaarden in beeld te brengen, zijn Eijssackers & Doelman (2000) uitgegaan van de milieuomstandigheden in de verschillende deelsystemen van een rivier en uiterwaard, en het daarvan af te leiden gedrag van een stoffengroep wat betreft beschikbaarheid en afbraak (fig. 3).

In de rivier zelf is sprake van een voortdurende turbulentie van het water waardoor het water zuurstofrijk is. De temperatuur van het water zal alleen in de zomer oplopen. Licht zal in de bovenlaag van het water doordringen. Onder dergelijke omstandigheden zijn zware metalen niet beschikbaar, worden veel verontreinigende stoffen goed afgebroken en zal activering van PAK's onder invloed van licht in beperkte mate optreden.

In de ondiepe nevengeulen is sprake van een beperkte turbulente, van al snel stijgende watertemperaturen, en van een sterke invloed van licht. Juist in deze nevengeulen kunnen stoffen vrijkomen vanuit de aangesneden diepere bodemlagen van de uiterwaard. Tevens zorgen deze condities voor verhoogde beschikbaarheid van de zware metalen, afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen en activering van PAK's.

In de diepe plassen daarentegen is de situatie, zeker in de diepe waterlagen en in het slib, juist zuurstofarm, er dringt geen licht door en de temperatuur zal laag blijven: allemaal omstandigheden waardoor ver-

Fig. 3. Doorsnede van een rivierbed, met van links naar rechts: de rivierloop met turbulent zuurstofrijk water, bloemrijke graslanden met invloed van zonne-instraling, diepe zand- en grindwinningplassen met diepere anaerobe water- en sedimentlagen, ondiepe nevengeul met snel opwarmend water van wisselend zuurstofniveau en invloed zonne-instraling, nevengeulvegetatie en grasland, schaduwrijk rivierbos.



ontreinigingen niet afbreken, maar ook niet beschikbaar komen.

Voor de terrestrische delen van de uiterwaard zullen de grazige delen hogere temperaturen en grotere lichtinvloeden vertonen dan meer beschaduwde delen met hogere begroeiing. In die beschaduwde delen valt te verwachten dat stoffen minder beschikbaar of actief zullen zijn. Wel kunnen zware metalen, die worden opgenomen in bomen en struiken, geleidelijk accumuleren in de strooisellaag. Een uitvoeriger analyse ten aanzien van PAK's is gemaakt door Conijn. Op basis van literatuurgegevens voor verschillende doelecosystemen analyseerde zij wat de risico's zijn, welke doelsoorten de meeste PAK's zullen accumuleren en in welke diersoorten de grootste blootstelling plaatsvindt. Hiertoe deed ze aannamen over onder andere voedselsamenstelling, opnam snelheid en mate van interne afbraak, en in verschillende gradaties ingedeeld. Hoewel een dergelijke aanpak logischerwijze veel aannamen met zich meebrengt, en daardoor onderhevig is aan discussie, geeft zij wel aan voor welke soorten meer en preciezer informatie beschikbaar moet komen. Zo zijn de vijf soorten met de hoogste accumulatie de Snoek, Baars, modderkruiper, Aal en de groep van de prederende waterinvertebraten. De soorten met de grootste interne doorstroming (en dus ook de grootste blootstelling) waren de Gewone pad op 1, de Zwarte stern op 4 (deze stern stond qua accumulatie op plek 10) en de Kempphaan op plaats 6, terwijl de hierboven genoemde vissoorten op plek 20 of lager kwamen. De twee aspecten gecombineerd, zou dus vooral aan de Zwarte stern meer aandacht moeten worden besteed.

Veld- en experimenteel onderzoek aan veenweidebagger en PAK's

In het veenweidegebied is veld- en experimenteel onderzoek gedaan naar de invloed van bagger met PAK's, dat op de kant gebracht wordt, op de daar aanwezige regenwormen. In een geïsoleerde polder bij het Alkmaardermeer is door de Jonge nagegaan wat de aantallen regenwormen waren in grond waar 6 jaar geleden verse bagger op was gebracht of veel langer geleden (>20 jaar). Tabel 1 geeft de karakteristieken van deze verschillende substraten, tabel 2 de aantalsontwikkelingen van de wormen in deze substraten. Uit deze tabellen blijkt dat er niet alleen een verschil is in PAK's-gehalte, maar ook

Twee plaatjes van de Afferdensche en Deestsche Waarden: Overstroming is voor de Afferdensche en Deestsche Waarden een belangrijke beperkende factor voor de overleving van bodemdieren en kleine zoogdieren (foto's: Sander Wijnhoven).



Tabel 1. Veldinventarisaties; karakteristieken van referentiegrond, oude (> 20 jaar) en verse (6 jaar) bagger.

	Referentie	Oud	Vers
Gem. Dichth. (g.cm ⁻³)	0,72	0,50	0,67
pH-H ₂ O	4,6 ± 0,3	4,5 ± 0,5	4,2 ± 0,5
pH-KCl	3,7 ± 0,2	4,0 ± 0,5	3,7 ± 0,5
Vochtgeh. (%dw)	34,9 ± 5,4	51,3 ± 7,4	64,2 ± 6,3
OM (%dw)	7,8 ± 5,4	43,8 ± 12,7	67,3 ± 11,1
ΣPAK (µg/kg dw)	1484	1624	2401
fenantreen (µg/kg dw)	61 ± 3a	57 ± 21a	203 ± 33b
fluorantreen (µg/kg dw)	208 ± 17a	213 ± 99a	446 ± 18b

	Referentiegrond			Verse bagger		
	A. cal.	L. rub.	Juv.	A. cal.	L. rub.	Juv.
06/03	0(1)	28(1)	0(1)	0(1)	40(1)	0(1)
09/30	19,2 ± 8,4(5)	33,6 ± 22,8(5)	27,2 ± 8,4(5)	6,0 ± 13,6(4)	31,2 ± 43,2(4)	17,2 ± 8,4(4)
11/05	6,0 ± 8,0(3)	32 ± 10,4(3)	39,2 ± 28,4(3)	0(2)	24,0 ± 5,6(2)	68,0 ± 56,0(2)
12/09	-	-	-	0(2)	38,0 ± 32,0(2)	38,0 ± 48,0(2)

Tabel 2. Aantallen volwassen *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus rubellus* en juveniele wormen per m² in referentiegrond en verse (6 jaar) bagger (aantal genomen monsters van 0,05 m³). o = geen wormen gevonden; - = geen waarnemingen gedaan.

Tabel 3. Graafsnellingen van wormen in referentiegrond, oude en verse bagger.

	Referentie	Oud	Vers
Totale afstand in cm (#wormen)	25,6 ± 6,1 (10)	18,4 ± 7,0 (8)	11,8 ± 7,6 (8)
Per dag			
1	18,3 (10)	14,0 (8)	9,6 (8)
2	6,6 (7)	2,6 (7)	5,0 (1)
3	3,4 (7)	3,0 (4)	5,5 (2)
4	4,0 (2)	2,5 (2)	0

fenantreen $\mu\text{g g}^{-1}$ DW

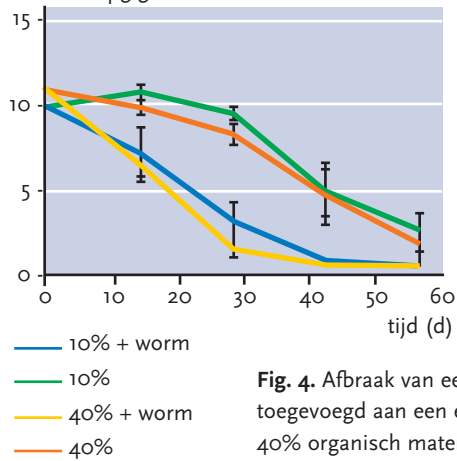
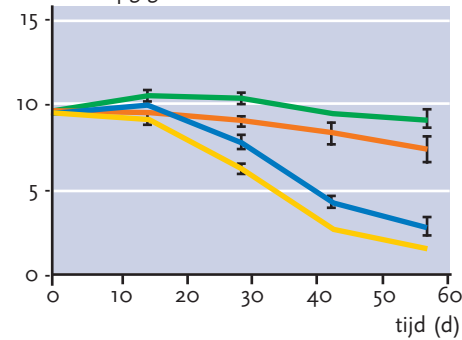


Fig. 4. Afbraak van een lichte en zware PAK (fenantreen en fluoranteen), toegevoegd aan een experimenteel grondmengsel (OECD) met 10 of 40% organisch materiaal (OM) waaraan wel of geen wormen (*Eisenia fetida*) zijn toegevoegd.

fluoranteen $\mu\text{g g}^{-1}$ DW



in gemiddelde dichtheid van de bagger en vooral vochtgehalte. De regenwormaantallen van *A. caliginosa* (een in de minerale bodem levende soort) vertonen in verse bagger een lager niveau, terwijl de meer in de oppervlakkige strooisellaag levende soort *L. rubellus* geen enkel verschil vertoont. Zowel in de referentiegrond als de verse bagger worden juveniele wormen gevonden, ook later in het seizoen; er vindt dus voortplanting plaats. Maar omdat juveniele soorten niet op soort gedetermineerd kunnen worden, blijft het mogelijk dat *A. caliginosa* zich niet voortplant, ook gezien de geringe aantallen volwassen wormen van die soort. Om te weten of wormen vers op de kant gebrachte bagger wel of niet vermijden, zijn door Slijkerman proeven gedaan waarbij wormen in graafprofielen de keuze kregen tussen referentiegrond en 6 jaar oude of vers verzamelde bagger. Wat betreft hun allereerste keuze is er geen duidelijk patroon waarneembaar; wel graven ze in de referentiegrond meer dan in de verontreinigde 6 jaar oude bagger en in de verse bagger het minst: op de eerste dag respec-

tievelijk 25.6, 18.4 en 11.8 cm (tabel 3). Dit verschil handhaafde zich in de daarop volgende vier dagen. Er is dus wel een gedragsbeperking, al weten we niet of dit de PAK's zijn of andere kenmerken van de bagger. Aangezien oude bagger weinig verschilt van referentiegrond behalve het PAK-gehalte, lijkt het erop dat PAK's een rol spelen.

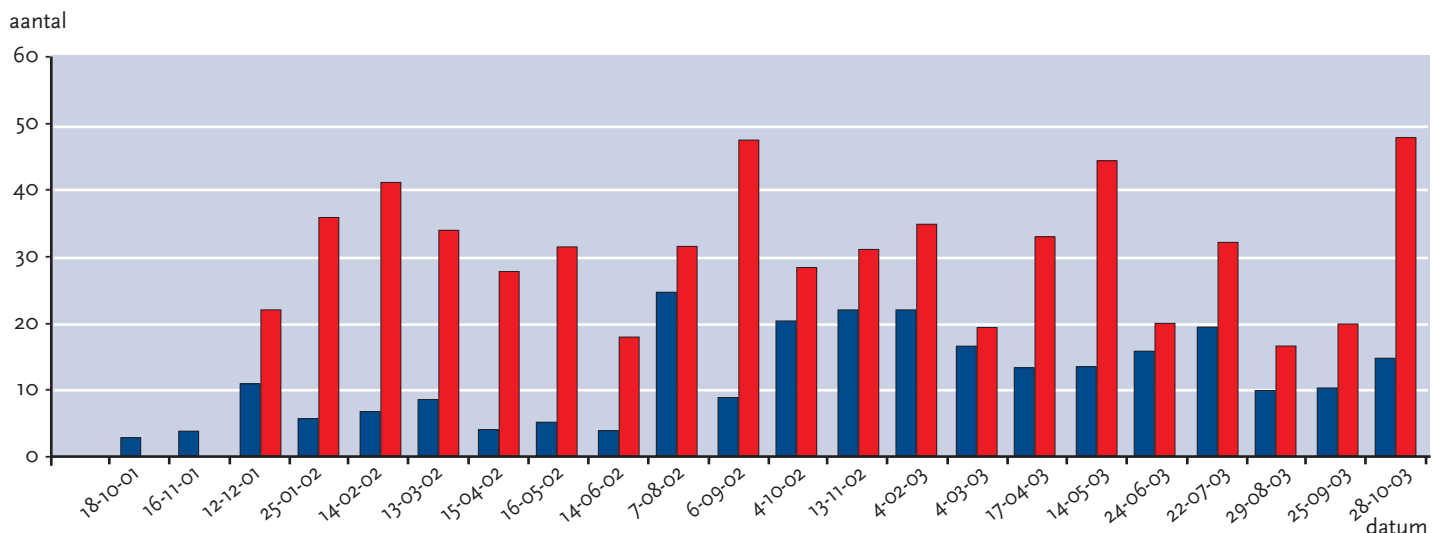
De rol van graafactiviteiten van wormen

Als vervolgstap heeft Muijs experimenteel in een semi-veldproef gekeken wat de wormen met hun graafactiviteiten bewerkstelligen. Dit is een vorm van eco-engineering waarbij soorten de milieu-omstandigheden zodanig veranderen dat het ecosysteem verandert. Door de graafactiviteit van de wormen neemt namelijk de beluchting van de bagger duidelijk toe. Aangezien PAK's vooral onder zuurstofrijke omstandigheden worden afgebroken, zien we dat de afbraak inderdaad sneller verloopt, zij het dat ook zonder wormactiviteit na enige weken eenzelfde daling is gerealiseerd (fig. 4). De stimulerende invloed van regenwormactiviteit is dus tijdelijk. PAK's had-

den in deze proeven geen negatieve invloed op overleving of voortplanting van de regenwormen.

Om deze veld- en experimentele waarnemingen te bevestigen hebben we in samenwerking met de V.O.F. Oostwaardhoeve een veldproef opgezet in een speciaal gemaakt depot waarin verse bagger was gestort. Hier is de kolonisatie door wormen gedurende een periode van twee jaar maandelijks gevolgd. De wormen gaan al na enkele maanden, zij het in bescheiden aantallen, de bagger koloniseren (fig. 5), zie geringe hoogte van de blauwe kolommen ten opzichte van de rode kolommen van de aantallen in de omringende grond. Als de vegetatie hoger is geworden en in augustus plantenmateriaal (strooisel) op de bodem komt, nemen de populatieaantallen snel toe. Opmerkelijk is dat er daarbij een duidelijke volgorde is te constateren in het tijdstip waarop verschillende wormsoorten verschijnen. Er lijkt van successie sprake te zijn, al laat het eenmalige karakter van deze proef niet toe om algemene conclusies te trekken. Ook volgen de aantallen in het depot de seizoensfluctuaties in de grond er omheen, zodat wat dat betreft de omstandigheden vergelijkbaar zijn.

Fig. 5. Ontwikkeling van de aantallen regenwormen per m^2 door kolonisatie en voortplanting in een experimenteel depot met PAK's verontreinigd slib (blauw) in vergelijking met de aantallen regenwormen in de direct omringende grond (rood) van waaruit kolonisatie plaatsvond.



De invloed van wormactiviteit op PAK's-afbraak in het proefdepot is beperkt; de grootste afname vindt plaats gedurende de eerste periode waarin de aantallen regenwormen op een laag niveau zijn. Het zou interessant zijn na te gaan of de wormactiviteit invloed heeft op een verdere afbraak op langere termijn, aangezien vooral hier de belangrijkste problemen liggen (Harmsen, 2000).

Conclusies

Op basis van ons veld- en experimenteel onderzoek kunnen we concluderen dat de negatieve effecten van PAK's op regenwormen beperkt zijn. Wormen graven, overleven en reproduceren in bagger die op de kant gezet is, waarschijnlijk vanaf enige weken na het baggeren. Hun activiteiten versnellen de afbraak van PAK's en dragen daardoor bij aan verminderd risico voor soorten die PAK's opnemen en wel gevoelig voor deze verbindingen zijn. Gezien het grote belang van het baggeren in veenweidegebieden, zowel uit waterbeheeroogpunt als voor het handhaven van karakteristieke slootkantvegetaties, valt er daarom veel voor te zeggen, de wettelijke beperkingen voor het op de kant zetten op te schorten. In plaats daarvan zou met een simpel monitoringsysteem kunnen worden vastgesteld of opgebaggerd materiaal niet gekoloniseerd wordt en mogelijk stoffen bevat die wel schadelijk zijn. In dat geval zou lokaal wel moeten worden ingegrepen.

Literatuur

Eijsackers, H.J.P. & P. Doelman, 2000. Using natural cleaning processes in the River ecosystem: A new approach to environmental river management. In: A.J.M. Smits, P.H. Nienhuis & R.S.W.W. Leuven (Eds.), *New approaches to river management*. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands: 307-328.

Eijsackers, H., C.A.M. van Gestel, S. de Jonge, B. Muijs & D. Slijkerman, 2001. Polycyclic aromatic hydrocarbon-polluted dredged peat sediments and earthworms: a mutual interference. *Ecotoxicology* 10: 35-50.

Eijsackers, H.J.P. & M. van het Groenewoud-Groot (red.), 2007. Afsluitend document Stimuleringsprogramma Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek, NWO, Den Haag.

Harmsen, J., 2000. Landfarming of polycyclic aromatic hydrocarbons and mineral oil contaminated sediments. PhD-thesis, Wageningen University and Research Centre, Wageningen.

Leewis, L., 2005. De effectiviteit van slootkantbeheer door Agrarische Natuur Verenigingen in het Groene Hart en Waterland, MSc-rapport



In het SSEO-onderzoek is door Maja Roodbergen (Alterra/WUR en RUG) ook gekeken naar eventuele doorvergiftiging bij Grutto's.

VU en WUR, uitgevoerd bij CLM, Utrecht.

Rutgers, M., J.H. Faber, J.F. Postma & H.J.P. Eijsackers, 2000. Site-specific ecological risks. A basic approach tot the function-specific assessment of soil pollution. Reports of the Programme on Integrated Soil Research. Vol. 28. Bureau Soil Research, Wageningen, The Netherlands.

Wijnhoven, S., I. Thonon, G. van der Velde, R.S.E.W. Leuven, M.I. Zorn, H.J.P. Eijsackers & A.J.M. Smits, 2006. The impact of bioturbation by small mammals on heavy metal redistribution in an embanked floodplain of the river Rhine. *Water, Air and Soil Pollution* 177: 183-210.

Zorn, M.I., C.A.M. van Gestel & H. Eijsackers, 2005a. The effect of *Lumbricus rubellus* and *Lumbricus terrestris* on zinc distribution and availability in artificial soil columns. *Biol. Fert. Soils* 41: 212-215.

Zorn, M.I., C.A.M. van Gestel & H. Eijsackers, 2005b. The effect of two endogeic earthworm species on zinc distribution and availability in artificial soil columns. *Soil Biol. Biochem.* 37: 917-925.

Summary

The contribution of ecological environmental management to the quality of nature areas
Nature management has an intimate relation with environmental management: by man-made ecosystems, by the influence of negative

environmental conditions on nature and – recently – by the potentials of natural cleansing processes in nature areas. This article describes these three relations using as an example the soil and sediment problems in the Netherlands lowland peat area and the riverbanks. These areas have been contaminated with heavy metals and PAHs. In field, experimental and desk studies the risks of these contaminant are assessed. Moreover, the impact of bioturbation by earthworms on cleansing processes is investigated

Verantwoording en aanvullende informatie leerstoel

De beschreven resultaten van het wormen- en risicobeoordelingsonderzoek zijn gebaseerd op werk van de VU MSc-studenten Saskia de Jonge, Debbie Conijn, Diana Slijkerman, Barry Muijs, Arjan Schakel en Thijs de Kort; deels gepubliceerd in Eijsackers et al. (2001). Dank aan Jos Vink voor het beschikbaar maken van figuur 1 en aan aio's en programmamanagement SSEO (Mw. van het Groenewoud-Groot) voor het beschikbaarstellen van foto's en illustraties.

Belangrijke impuls vanuit de leerstoel is het natuurbeheersonderwijs bij de VU (voor biologen, ecologen en geografen) en bij de universiteiten van Stellenbosch en Potchefstroom. Daarnaast zijn Master- en Bachelorstages uitgevoerd bij diverse provincies, Alterra, Natuurmonumenten, Stichting Noordzee, CLM, Noord-Hollandse Waterleiding en Aquasense. Promotieonderzoek is uitgevoerd door Esther Turnhout, Mathilde Zorn, Michel Vorenhout, Sander Wijnhoven, Joop Harmsen en Mark Maboeta (Univ. Stellenbosch; deels).

Prof.dr. H.J.P. Eijsackers
Instituut Ecologische Wetenschappen
Vrije Universiteit Amsterdam,
en Wageningen UR
postbus 9101
6700 HB Wageningen
e-mail: herman.eijsackers@wur.nl