

BIESBOSCH: MICRO- VERONTREINIGINGEN MET MACRO-EFFECTEN OP KLEINE ZOOGDIEREN?

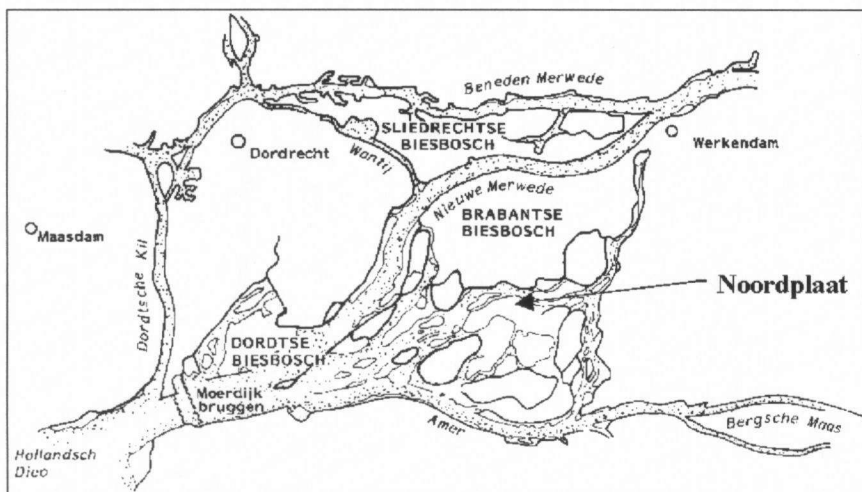
Nico van den Brink, Albertus Bosveld, Paul de Bie & Johan de Jong

De Biesbosch is een zoetwatergetijdegebied waar Maas, Rijn en Waal hun sedimenten afzetten. Deze sedimenten zijn verontreinigd met verschillende typen vervuilende stoffen, waaronder zware metalen en organische microverontreinigingen zoals PCB's, PAK's en dioxines. Organische microverontreinigingen hopen zich in de voedselketen op: de concentraties nemen toe in organismen hoger in de voedselketen. Verhoogde concentraties van dit soort stoffen kunnen negatieve effecten hebben op organismen, zoals een verminderde voortplanting. Momenteel zijn er plannen om een deel van de Biesbosch opnieuw in te richten, waarbij dijken kunnen worden doorbroken en sedimenten verplaatst. Het is dan mogelijk dat sedimentatie-processen veranderen, en vervuilde sedimenten op andere plaatsen komen te liggen. Om enige inzicht te krijgen in de risico's die met dit soort ingrepen gepaard kunnen gaan voor zoogdieren, is bij Alterra een onderzoek gestart naar effecten van verontreinigingen op kleine zoogdieren in de Biesbosch.



Het onderzoek is gericht op twee soorten kleine zoogdieren, de bosspitsmuis *Sorex araneus* en de rosse woelmuis *Clethrionomys glareolus*, die als representatief kunnen worden beschouwd voor een breder scala aldaar voorkomende zoogdieren, zoals noordse woelmuis *Microtus oeconomus*, veldmuis *Microtus arvalis*, aardmuis *Microtus agrestis*, bosmuis *Apodemus sylvaticus*, dwergspitsmuis *Sorex minutus* en water-

Er zijn aanwijzingen dat vervuilde stoffen in het sediment van de Biesbosch de voortplanting van kleine zoogdieren, zoals de rosse woelmuis, kunnen verstoren. Foto Albin Hunia



Figuur 1. Locatie van de polder Noordplaat in de Biesbosch waar de muizen zijn gevangen.

spitsmuis *Neomys fodiens*. De bosspitsmuis en de rosse woelmuis komen beiden voor in de Biesbosch maar verschillen in ecologie, zodat de risico's van blootstelling aan verontreinigingen zich bij hen op verschillende manieren zouden kunnen uiten. De bosspitsmuis eet vooral wormen, insecten, spinnen en slakken. Het is een in Nederland algemeen voorkomende soort die vrijwel overal kan worden aangetroffen (Mostert 1992a). De bosspitsmuis is zeer actief en heeft een hoog metabolisme, waardoor hij dagelijks ongeveer het eigen lichaamsgewicht aan voedsel moet eten (Lange et al. 1994). In tegenstelling tot de bosspitsmuis is de rosse woelmuis vooral een vegetariër, die plantendelen en zaden als voedsel gebruikt (Mostert 1992b). Deze soort komt ook algemeen in Nederland voor, maar is gebonden aan dichte bosschages en struiken. Beide

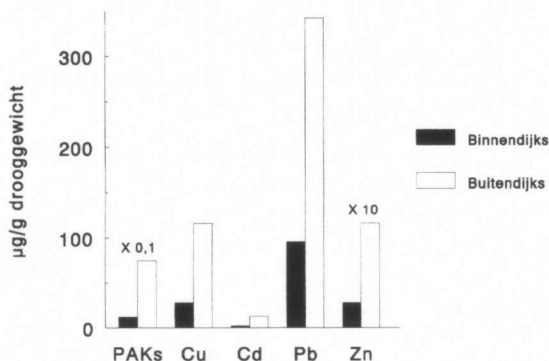
soorten zijn territoriaal en kunnen vrij gemakkelijk gevangen worden in life-traps, wat hen uitermate geschikt maakt voor onderzoeksdoeleinden.

Milieugegevens

In de Biesbosch zijn van oudsher sedimenten afgezet door Maas, Rijn en Waal. In de jaren '50, '60 en '70 waren deze sedimenten zeer sterk verontreinigd met zware metalen en microverontreinigingen. Hierdoor zijn gedeelten van de Biesbosch sterk vervuuld geraakt. Ruimtelijk varieert de mate van vervuiling, de meest vervuilde gebieden liggen buitendijks en gebieden met een geringere belasting kunnen gevonden worden in de delen die al decennia geleden ingedijkt zijn, sommige zelfs al 200 à 300 jaar. Voor de huidige studie zijn een binnendijks en een buitendijks gebied geselecteerd, beide op de Noordplaat (figuur 1). In buitendijkse grond zijn de PAK-gehalten vijf- tot tienmaal hoger dan in binnendijkse (figuur 2). De gehalten van cadmium, lood, zink, chroom en koper zijn daar drie tot vijf keer zo hoog als binnendijks.

Van het spectrum aan vervuulende stoffen in de Biesbosch vormen de microverontreinigingen zoals PCB's, PAK's en dioxines een aparte groep. De effecten van deze stoffen op hogere organismen zijn onderling vergelijkbaar. Dit soort stoffen kan in organismen invloed hebben op bepaalde lever-enzymen. Ontregeling van de activiteit van deze enzymen kan vérgaande effecten

Figuur 1. Concentraties van PAK's en enkele zware metalen in de bodem van binnen- en buitendijkse gebieden van de Noordplaat in de Biesbosch.



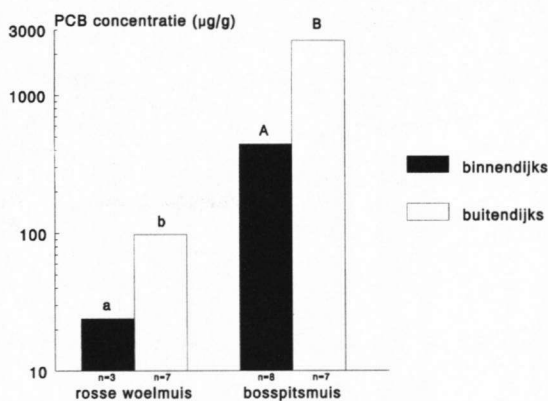
hebben op de geslachtshormonen en het voortplantingssucces.

In figuur 3 is te zien dat de totale concentraties aan PCB's tussen de twee soorten verschillen. De gehalten in de bosspitsmuis zijn ongeveer 25 keer hoger dan in de rosse woelmuis (let op, de y-as heeft een logaritmische schaal), doordat de bosspitsmuis hoger in de voedselketen staat, als gevolg van zijn dierlijke voedsel. In de buitendijkse gebieden zijn de gehalten in beide soorten ongeveer vijf- à zesmaal hoger dan in de binnendijkse gebieden.

Effecten

Nu deze verschillen in concentraties zijn vastgesteld is het echter nog steeds de vraag of de gevonden hoeveelheden een risico vormen voor bijvoorbeeld de bosspitsmuis in de buitendijkse gebieden. PCB's, gevonden in organismen, bestaan uit een mengsel van verschillende vormen, zogenaamde congenen, waarvan er 23 zijn geanalyseerd voor de huidige studie. Deze congenen verschillen in structuur en eigenschappen. Een deel ervan bezit een zodanig structuur dat ze kunnen worden omgezet door de lever-enzymen van het dier, die zelf weer onder invloed staan van de microverontreinigingen. Het is dus te verwachten dat bij hoge concentraties microverontreinigingen de samenstelling van het mengsel PCB's verandert in het organisme (van den Brink et al. 2000). Een deel van de PCB's zal namelijk omgezet worden en niet meer worden teruggevonden. In figuur 4 staan voor de twee soorten, uitgesplitst naar gebied, de relatieve concentraties weergegeven van die PCB-congenen, die omgezet kunnen worden door lever-enzymen. De rosse woelmuis in het binnendijks gebied heeft het hoogste aandeel aan om te zetten PCB-congenen, terwijl dit in het buitendijks gebied viermaal zo laag ligt. Dit verschil tussen binnendijks en buitendijks gebied is identiek in de bosspitsmuis, maar de concentraties aan om te zetten PCB-congenen zijn in deze soort in het geheel vijf keer lager dan in de rosse woelmuis.

Het lijkt er dus inderdaad op dat de verschillen in PCB-concentraties in beide soorten en locaties zich uiten in effecten op enzym-activiteit, gezien als veranderingen in PCB-samenstelling. Met deze gegevens is daarmee een effect aangetoond van de vervuilingsgaad van de bodem op zowel de rosse woelmuis als de bosspitsmuis. Een ver-



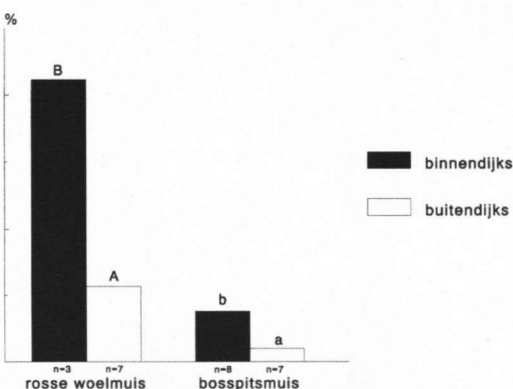
Figuur 3. PCB-concentraties in rosse woelmuizen en bosspitsmuizen van twee gebieden van de Noordplaat in de Biesbosch. Staven met verschillende letters (a en b, A en B) zijn significant verschillend van elkaar; t-test, $p < 0,05$.

hoogde enzym-activiteit impliceert echter nog niet direct dat er effecten zijn op het functioneren van de organismen.

Voortplanting

Om effecten van vervuiling op de voortplanting te kunnen aantonen is in het veld een aanzienlijk aantal waarnemingen nodig van aantallen jonge dieren. Gezien de grote hoeveelheid werk die hieraan verbonden is, is dit haast niet mogelijk. Daarom is getracht om met behulp van microscopische waarnemingen aan weefsels van geslachtsorganen aanwijzingen te krijgen van een gestoorde voortplanting. Onderzoek aan placenta en embryo's in vrouwtjes kan

Figuur 4. Het percentage om te zetten PCB's (als % van alle PCB's) in rosse woelmuizen en bosspitsmuizen van een binnendijks en buitendijks gebied van de Noordplaat in de Biesbosch. Een hoog percentage duidt op een lage enzymatische activiteit. Staven met verschillende letters (A en B, a en b) zijn significant verschillend van elkaar; t-test, $p < 0,05$.



inzicht geven in de groei en ontwikkeling van embryo's.

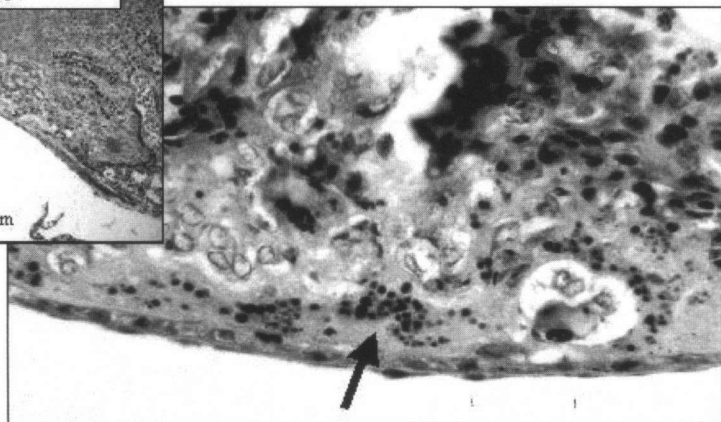
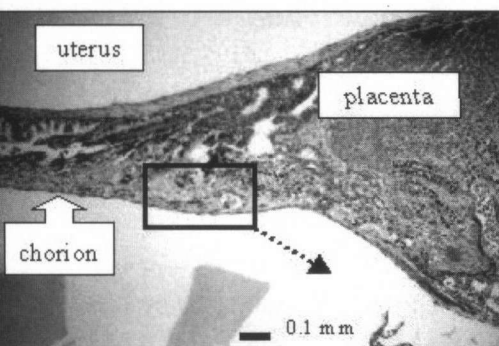
Van de bosspitsmuis waren alle zeven vrouwtjes zwanger. Microscopisch waren er duidelijke aanwijzingen voor effecten. In twee van de drie vrouwtjes uit het buitendijks gebied waren afgestorven cellen te vinden in de placenta (figuur 5). Dit soort afgestorven cellen lijkt er op te wijzen dat de ontwikkeling van placenta en embryo's in vrouwtjes in de buitendijks gebieden niet normaal verloopt. Een andere aanwijzing hiervoor is het feit dat in deze twee vrouwtjes de zogenaamde 'gele lichamen' in het ovarium ook een afwijkende structuur leken te hebben. Gele lichamen zijn tijdens de zwangerschap noodzakelijk voor de ontwikkeling van placenta en embryo. Bij twee van de drie vrouwtjes bosspitsmuizen zater er cystes in het gele lichaam of was de structuur afwijkend van normaal. Bij twee van de drie vrouwtjes rosse woelmuizen bevatten de gele lichamen holtes in de structuur en was de cel-opbouw afwijkend. Dit laatste was ook het geval in gele lichamen van het derde vrouwtje. Het lijkt er daarmee op dat in het vervuilde buitendijks gebied effecten op de gele lichamen in de vrouwtjes van beide soorten merkbaar zijn; bij de vrouwtjes van bosspitsmuis werden daarnaast ook structuurveranderingen in de placenta zelf aangetoond.

Effecten op de mannetjes van de bosspitsmuis en de rosse woelmuis zijn (nog) niet gevonden. Het aantal dieren dat tot nu toe in het lopend onderzoek is

betrokken is nog laag, wat het moeilijk maakt definitieve uitspraken te doen. De nu al aangetoonde afwijkingen in de geslachtsorganen van vrouwtjes van de bosspitsmuis en rosse woelmuis uit de buitendijks gebieden maken echter duidelijk dat de voortplanting van beide soorten mogelijk negatief beïnvloed wordt.

Risico-analyse

Effecten van verontreinigingen kunnen zich op verschillende manieren manifesteren. De eerste reactie zal op moleculair niveau zijn (bijvoorbeeld veranderingen in enzym-activiteiten of beschadigingen van DNA) wat kan resulteren in veranderingen in het functioneren van het organisme. Dit soort effecten zijn in de bosspitsmuis en de rosse woelmuis in de Biesbosch duidelijk aanwezig. De analyse van de patronen van de PCB's in de organismen laat zien dat de activiteit van de lever-enzymen verhoogd is in dieren van de buitendijks gebieden. In de bosspitsmuis is over het algemeen de enzym-activiteit verhoogd ten opzichte van de rosse woelmuis, zelfs in de binnendijks gebieden. Deze effecten op moleculair niveau lijken samen te hangen met effecten gezien in vrouwtjes op weefsel niveau. Cel dood en afwijkingen aan gele lichamen kwamen voor in vrouwtjes met een verhoogde enzym-activiteit. Hiermee lijkt een effect op het niveau van het organisme, in de vorm



Figuur 5. Histopathologisch beeld van doorsnede door een placenta van een bosspitsmuis uit het buitendijks gebied van de Noordplaat in de Biesbosch. In de detailopname is bij de pijlpunt te zien dat in het buitenste vruchtvlies necrose (cel dood) opgetreden is, te herkennen aan dicht opeenliggende celkernen met weinig cytoplasma eromheen.



Vervuilende stoffen blijken meer effect te hebben op bosspitsmuizen dan op rosse woelmuizen, vanwege hun hogere positie in de voedselpyramide. Foto Albin Hunia

van verlaagde voortplanting, aannemelijk. Dat effect zelf is echter nog niet aangetoond.

Concluderend kan gesteld worden dat in de buitendijkse gebieden van de Biesbosch, waar verhoogde concentraties van vervuilende stoffen voorkomen, effecten te verwachten zijn op kleine zoogdieren. Het is aannemelijk dat deze deelgebieden in de Biesbosch niet optimaal zijn voor het huisvesten van gezonde populaties en dat herinrichtingsingrepen met zorg gepland dienen te worden. Voor een afweging van de risico's van vervuiling voor kleine zoogdieren voor de Biesbosch als geheel is echter nog nader onderzoek nodig, waarbij op een grotere schaal effecten van vervuiling op moleculair, cellulair en organisme-niveau vertaald dienen te worden in effecten op populatieniveau.



Literatuur

Brink, N.W. van den, E.M. de Ruiter-Dijkman, S. Broekhuizen P.J.H. Reijnders & A.T.C. Bosveld, 2000. PCB pattern analysis: a potential non-destructive biomarker in vertebrates for exposure to cyto-

chrome P450 inducing organochlorines. *Envir. Tox. Chem.* 19:575-581.

Lange, R., P. Twisk, A. van Winden & A. van Diepenbeek, 1994. Zoogdieren van West-Europa. St. Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Mostert, K. 1992a. Gewone bosspitsmuis. In: Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Broekhuizen, S. et al. (ed), St. Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Mostert, K. 1992b. Rosse woelmuis. In: Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Broekhuizen, S. et al. (ed), St. Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Nico van den Brink, Alterra,
Postbus 47, 6700 AA Wageningen,
e-mail n.w.vandenbrink-
@alterra.wag-ur.nl