Milieuverontreiniging als stress-faktor voor zoogdieren

Wim Denneman

Ook voor de (zoogdier)fauna wordt het de laatste jaren duidelijk dat milieuverontreiniging een rol kan spelen bij het voortbestaan van de populatie. Onder milieuverontreiniging wordt dan verstaan de belasting van het milieu met stoffen zoals zware metalen, bestrijdingsmiddelen en PCB's, maar ook een overmatige belasting van het milieu met de zogenaamde milieu-eigen stoffen; verzurende en vermestende stoffen, zoals stikstof en fosfaat.

Voor de hand liggende voorbeelden zijn natuurlijk de problemen rond de zeehonden in de Waddenzee en de discussie over de kansen voor het herstel van otterpopulaties in Nederland en Vlaanderen. Maar milieuvreemde stoffen (zoals zware metalen en bestrijdingsmiddelen) spelen ook een rol bij de minder in het oog springende soorten. Milieu-eigen stoffen, zoals ammoniak en andere stikstof-verbindingen, oefenen eveneens invloed uit op de aantallen van een soort door effekten op bijvoorbeeld voedselorganismen of vegetatie.

Achteruitgang

Van de inheemse Nederlandse zoogdiersoorten is op basis van de gegevens van Logemann (1989) de conclusie te trekken dat de laatste decennia circa 15% bedreigd is, 7% achteruitgegaan is en 3% uitgestorven is. Daarmee nemen zoogdieren ten opzichte van de overige flora en fauna een tussenpositie in als het gaat om de mate van bedreiging. Er zijn verschillende flora- en faunagroepen met een aanzienlijk hoger percentage uitgestorven soorten, zoals de korstmossen (18%), dagvlinders (21%), libellen (17%) of insekten van het stromende water (28%). Ook is de 15% bedreigde zoogdiersoorten gering in vergelijking met het percentage bedreigde amfibieën (63%), reptielen (vrijwel 100%) of zoetwatervissen (78%). Ook de achteruitgang van sommige andere plante- of diergroepen is duidelijk groter. Daarbij vallen in negatieve zin vooral paddestoelen (97%), hogere planten (52%), broedvogels (24%) en sprinkhanen (22%) op. Een probleem bij de verklaring van dit globale beeld is de verwevenheid van verontreiniging met vele andere faktoren die invloed op de kwaliteit van het biotoop uitoefenen, zoals verstoring, versnippering en verdroging. De giftige en verzurende stoffen die effekten op de inheemse zoogdieren en hun biotoop kunnen uitoefenen zijn in tabel 1 weergegeven.

Vele faktoren (biologische en chemische) en milieu-omstandigheden bepalen de uiteindelijke opname en giftigheid van een stof (figuur 1), waardoor een algemeen beeld voor 'de zoogdieren' nauwelijks kan worden geschetst.

Zware metalen.

Van zware metalen is relatief veel bekend over de opname door gewervelden en de opeenhoping in hun organen (accumulatie). Daarbij moet een onderscheid gemaakt worden tussen essentiële (voor biologische funkties gebruikte) metalen zoals koper en zink en niet-

Wat betreft de giftigheid van zware metalen behoort de huisspitsmuis tot de kwetsbare soorten *Foto Arnoud van den Berg*

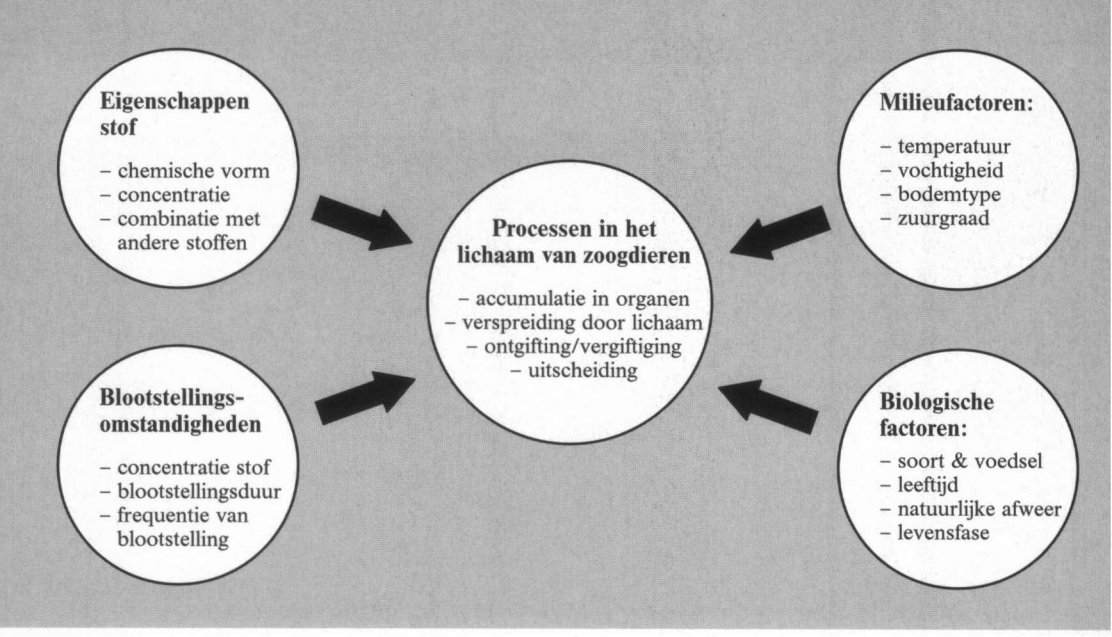
essentiële zware metalen. Van deze laatste groep zijn vooral cadmium, lood, kwik, aluminium en seleen giftig. Ze stapelen zich op in met name lever en nieren. Kwetsbare soorten zijn insekteneters als bosspitsmuis, huisspitsmuis en mol (Denneman, 1990; Denneman & Hoven, 1992). Bij deze soorten komen soms zoveel zware metalen voor, dat afwijkingen in het funktioneren van de organen ontstaan. Bij bosmuis en veldmuis blijken de metalen echter niet geaccumuleerd te worden. Ook het cadmiumgehalte bij dassen in de Maasuiterwaarden (Ma, 1987) en het kwik- en seleengehalte in zeehonden uit de Waddenzee blijken verhoogd te zijn (Reijnders, 1980; Koeman et al., 1972). Koper en zink daarentegen kunnen betrekkelijk eenvoudig door zoogdieren worden uitgescheiden. Nikkel en chroom vormen in Nederland (nog) geen probleem, omdat deze metalen sterk gebonden worden aan bodemdeeltjes en dan minder goed opneembaar zijn (geringe biologische beschikbaarheid). Wat het effekt van metalen op de grote grazers zoals edelhert en ree is, is tot op heden niet duidelijk (Eijsackers et al., 1985).

Effekten van afzonderlijke zware metalen zijn in het veld vaak moeilijk waarneembaar, doordat er meestal sprake is van een mengsel van metalen (cadmium en zink komen bijvoorbeeld vrijwel altijd gelijktijdig voor). Een voorbeeld hiervan is de onduidelijkheid over de invloed van de chemische milieukwaliteit van de Biesbosch op de populatie-ontwikkeling van de bever.

Uit onderzoek blijkt dat er op plaatsen met een verhoogde concentratie aan zware metalen en een zure bodemgesteldheid een verhoogde biologische beschikbaarheid ontstaat (Ulrich, 1983), waarbij sprake is van een chronische belasting van zoogdieren via het voedsel. Regenwormen spelen vaak een cruciale rol in de opname, maar ook spinnen en hooiwagens vormen een belangrijke aanvoerroute. Invloeden via insekten zijn vooral te verwachten voor de insektenetende muizen en vleermuizen. De das zal een aanzienlijk deel van zijn belasting aan giftige stoffen door het eten van regenwormen binnen krijgen. Andersom geldt dat voor marterachtigen die vooral veel plantenetende en allesetende muizen eten, de blootstelling relatief laag zal zijn.

Biotoop	bos	heide	grasland	uiterwaard	wetland	meer/plas
Stoffen						
zw metalen	+	+	+	+	+	+
org chloor	0	0	+	+	+	+
bestrijd mid	-	-	+	+	0	+
PCB	-	0	0	+	0	+
PAK	0	0/+	0/+	0	0	+
verz en verm	+	+	+	+	+	+
and verbind	0/+	0/+	+	0	0	0

Tabel 1. Aan- of afwezigheid van toxische stoffen in de meest algemene Nederlandse zoogdierbiotopen. Gebruikte afkortingen: *zw metalen* = zware metalen en metalloïden; *org chloor* = organische chloorverbindingen; *bestrijd mid* = bestrijdingsmiddelen zonder organische chloorverbindingen; *PCB* = polychloorbifenylen; *PAK* = polyaromatische koolwaterstoffen; *verz en verm* = verzurende en vermestende stoffen zoals stikstof en fosfaat; *and verbind* = andere verbindingen zoals dioxinen. Gebruikte tekens: + = aanwezigheid in biotoop is waarschijnlijk; 0 = aanwezigheid in biotoop is onbekend of wisselend; - = afwezigheid in biotoop is waarschijnlijk.



Figuur 1. Groepen van factoren die van invloed zijn op het effect van giftige stoffen. De eigenschappen van een stof, andere milieufactoren, blootstelling en biologische factoren bepalen uiteindelijk of er ophoping en verspreiding, of uitscheiding bij een zoogdier optreden.

Bestrijdingsmiddelen

De slecht afbreekbare gechloreerde koolwaterstoffen (DDT, aldrin, dieldrin) en methylkwikhoudende ontsmettingsmiddelen, bekend uit de jaren zestig, mogen niet meer gebruikt worden, maar worden nog steeds in het milieu teruggevonden. Deze stoffen zijn vooral berucht vanwege de effekten die ze hebben op de voortplanting van vogels (eischaaldunning). Visser et al. (1991) vonden in mollen uit het Drechtstedengebied (Zuid-Holland) relatief hoge gehalten aan organisch chloor. Voûte (1987) geeft aan dat, terwijl voor de Tweede Wereldoorlog de traditionele insekticiden de samenstelling van de insektenfauna hebben aangetast met alle gevolgen van dien voor het voedselaanbod voor de vleermuizen, vanaf de zeventiger jaren vooral de giftige dampen van houtconserveringsmiddelen een gevaar betekenen. Dit gevaar geldt in het bijzonder voor de nog onbehaarde pasgeboren jongen. Door het ontbreken van haren kunnen zij het vergif rechtstreeks door de huid opnemen. Ook bij zeehonden (Reijnders, 1980) en in walvissen (Subramanian et al., 1987) worden nog oude bestrijdingsmiddelen in het vetweefsel aangetroffen. De Snoo & Canters (1988) melden dat kleinschalige sterfte van hazen door het gebruik van paraquat en parathion in Nederland nog steeds voorkomt.

PCB's.

PCB's vormen vooral een probleem bij waterbodems (onder andere in de Biesbosch) of bij de stort van chemisch afval (Volgermeerpolder, Diemerzeedijk). Koeman et al. (1972) constateerden als één van de eersten verhoogde PCB-gehalten in zeezoogdieren (in bruinvis en tuimelaar). Met name kleine walvisachtigen en dolfijnen (maar ook zeehonden) zouden extra gevoelig zijn voor de aantasting van de vruchtbaarheid (Tanabe et al., 1988), omdat PCB's door verhoogde enzymactiviteit de geslachtshormonen afbreken. Reijnders (1980) toonde aan dat zeehonden uit de Waddenzee een tien keer hogere concentratie aan PCB's hebben dan dieren uit schone gebieden. Van de Amerikaanse nerts is bekend dat deze marterachtige zeer gevoelig reageert op een belasting met PCB's, met als gevolg een drastische afname van het voortplantingssucces (den Boer, 1984).

Hoewel PCB's inmiddels niet meer mogen worden toegepast zullen de effekten nog vele jaren merkbaar zijn, doordat het slib van waterbodems (dat de stoffen bindt en als opslag dient) bij beroering en door chemische invloeden de giftige stof alsnog aan het water afgeeft. Daardoor zullen de gehalten in water en zoogdieren nog geruime tijd beïnvloed blijven. Dat kan consequen-

Het risico van vergiftiging wordt sterk beïnvloed door het bodemtype. Dieren die op zandgrond (foto) leven zijn kwetsbaarder dan dieren op een klei- of veengrond. *Foto Wim Denneman*

ties hebben voor de populaties van gevoelige soorten.

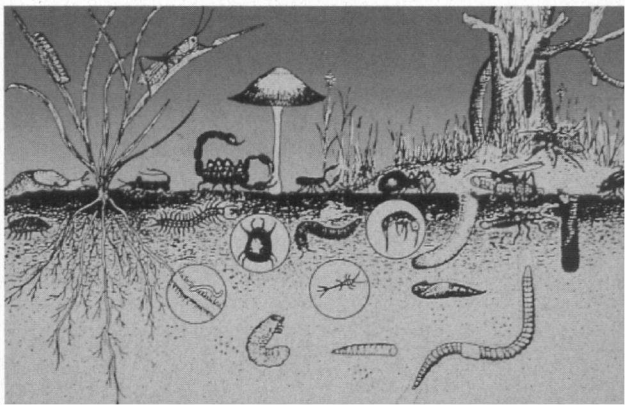
PAK's en verzurende stoffen.
Over de gevaren van PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) voor zoogdieren is weinig bekend. PAK's hebben bij vogels effekten op de voortplanting, door het optreden van misvormingen en vergiftiging van embryo's. Van zoogdieren in laboratoria is echter bekend dat er bij opname van PAK's (bijvoorbeeld door inademing van oliedampen) een snelle afbraak optreedt.

Voor stoffen zoals dioxinen zijn er weinig gegevens bekend over de effekten op wilde zoogdieren. In de Volgermeerpolder bleken bosmuizen en bosspitsmuizen hoge concentraties dioxine (2,3,7,8-TCDD) in de lever te hebben (Heida & Olie, 1985). Over Ugilec, de vervanger van PCB's, en de mogelijke gevaren voor zoogdieren is tot op heden niets bekend; bekend is dat paling deze stof sterk in het vet opslaat.

Over de direkte acute of chronische invloed van verzurende en vermestende stoffen (ammoniak, nitraten uit rookgassen, fosfaten) op zoogdieren is nauwelijks iets bekend. Vermoedelijk heeft niet de giftigheid van deze stoffen, maar het ecologische effekt zoals de verandering van het biotoop een grote invloed. Daarbij gaat het dan om veranderingen in de vegetatie en daardoor optredende veranderingen in schuilgelegenheid, voedselsamenstelling of prooidichtheid.

Andere biotoopfaktoren
Opvallend is dat alleen de effekten van zware metalen en organische chloorverbindingen redelijk zijn onderzocht. Het belang van giftige stoffen op de omvang en het funktioneren van zoogdierpopulaties in Nederland is nog grotendeels onbekend. Voor enkele soorten zijn goede gegevens voorhanden, die erop wijzen dat er van effekten op het ecologisch funktioneren (voortplanting, nierfunktie) sprake kan zijn. Voorbeelden hiervan zijn de nerts en de bosspitsmuis. Daarnaast bestaat de mogelijkheid van een verminderde kans op handhaving van de populatie, als gevolg van een belasting met giftige stoffen in combinatie met een groot aantal andere stressfaktoren (versnippering van habitats, verdroging, verstoring). Het inschatten van het belang van deze stressfaktoren afzonderlijk, is echter moeilijk. Bovendien zal het belang van dergelijke biotoopfaktoren van soort tot soort verschillen. Om het beleid en het beheer bij de analyse van biotoopfaktoren die een sturende rol voor populaties spelen te ondersteunen, zijn bij TNO modellen voor het rivierengebied ontwikkeld voor vegetatie-ontwikkeling, biotoopgeschiktheidsbeoordeling en risico's van milieuvreemde stoffen (Duel et al., 1994). Deze modellen geven inzicht in de faktoren en maatregelen die bij het beheer van het biotoop de nadruk dienen te krijgen.

Veel kleine zoogdieren zijn afhankelijk van een bodemecosysteem met veel ongewervelden. *Tekening Wim Denneman*



Voor de das blijkt de versnippering als gevolg van wegen tot een drastische populatiedaling te leiden, waarbij het de vraag is of de bedreiging door verontreiniging (zoals in de Maasuiterwaarden) nog een grote rol speelt. Voor spitsmuizen en zeezoogdieren zal de accumulatie van giftige stoffen een grotere invloed hebben dan de verzuring of versnippering. Voor de plantenetende grote zoogdieren zal de versnippering en de afname in variatie van de habitat door verzuring een grotere rol spelen dan een belasting met zware metalen. Voor biotopen onder de rook van een vuilverbrandingsinstallatie (uitworp van dioxinen) kan dit echter weer een heel ander verhaal opleveren. Bij het inschatten van de kansen voor het behoud en de ontwikkeling van een specifieke zoogdiersoort, is het verstandig alle biotoopfaktoren, die van invloed kunnen zijn op de kwaliteit van het leefgebied, de revue te laten passeren.

Met name de bestrijdingsmiddelen zullen de komende jaren een vergiftigingsprobleem voor zoogdieren en hun prooien blijven opleveren. De harmonisatie van de toelating van bestrijdingsmiddelen zoals nagestreefd door de EG, betekent in de praktijk dat de EG-landen elkaars toelatingen moeten accepteren. Daarbij bestaan slechts enkele ontsnappingsclausules, zoals een mogelijke bedreiging van het grondwater. Voor Nederland betekent dit een achteruitgang ten aanzien van de beperkingen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen ten opzichte van de huidige situatie. En zolang de vergiftiging van zoogdieren niet tot één van de uitzonderingsclausules behoort, zal het gebruik van bestrijdingsmiddelen een probleem voor Nederlandse en Vlaamse zoogdieren blijven vormen.

Literatuur

Boer, M.H. den, 1984. Reproduction decline of harbour seals: PCB's in food and their effect on mink. Annual Report 1983. Research Institute for Nature Management: 77-86. RIN, Arnhem.

Denneman, W.D., 1990. A comparison of the diet composition of two *Sorex araneus* populations under different heavy metal stress. Acta Theriologica 35(1-2): 25-38.

Denneman, W.D. & M.H. Hoven, 1992. Ecosystem transfer of cadmium and effects on the central foodchain of Insectivora. In: Teller, A., P. Mathy and J.N.R. Jeffers (Eds.), Responses of Forest Ecosystems to Environmental Changes. Elsevier Science Publishers, New York.

Duel, H., Denneman, W.D. & C. Kwakernaak, 1994. Rehabilitation of river flood plains. Water, Science and Technology (in druk).

Eijsackers, H., J.C. Duinker & Th.E. Cappenberg, 1985. Oecologische effecten van milieuverontreiniging, de negatieve zijde van ons menselijk handelen. In: K. Bakker et al. (red): Inleiding tot de oecologie: 493-520. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht-Antwerpen.

Heida, H. & K. Olie, 1985. TCDD and chlorinated dibenzofuranes in top soil and biological samples from a contaminated refuse dump. Chemosphere 14(6/7): 919-924.

Koeman, J.H., W.H.M. Peters, C.J. Smit, P.S. Tjioe & J.J.M. de Goeij, 1972. Persistent chemicals in marine mammals. TNO-nieuws 27: 570-578.

Logemann, D., 1989. De achteruitgang van de Nederlandse natuur. Stichting Natuur & Milieu, Utrecht.

Ma, W.C., 1987. Heavy metal accumulation in the mole *Talpa europaea*, and earthworms as an indicator of metal bio-availability in terrestrial environments. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 39: 933-938.

Reijnders, P.J.H., 1980. Organochlorine and heavy metal residues in harbour seals from the Wadden Sea and their possible effects on reproduction. Netherlands Journal of Sea Research 14(1): 30-65.

Snoo, G.R. de & K.J. Canters, 1988. Neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op terrestrische vertebraten. CML-mededelingen 35a+b, RU-Leiden.

Subramanian, A., S. Tanabe, R. Tatsukawa, S. Saito & N. Miyazaki, 1987. Reduction in Testosterone levels by PCB's and DDE in Doll's Porpoises of Northwestern North Pacific. Marine Pollution Bulletin 18(12): 643-646.

Tanabe, S., S. Watanabe, H. Kan & R. Tatsukawa, 1988. Capacity and mode of PCB metabolism in small cetaceans. Marine Mammal Science 4(2): 103-124.

Ulrich, B., 1983. Effects of acid deposition. In: S. Beilke & A.J. Elshout (Eds.) 1983. Acid deposition. Reidel Publishing Company, Dordrecht.

Visser, J., B. van Hattum, W. Denneman, W. Cofino & H. Aiking, 1990. Milieukwaliteit in het Drechtstedengebied, gemeten met behulp van moss bags, grond, regenwormen en mollen. Instituut voor Milieuvraagstukken R-92/03, Amsterdam.

Voute, A., 1987. Houtverduurzaming en vleermuizen. Bosbouwvoorlichting 25: 1-3.

W.D. Denneman, TNO - Instituut voor Ruimtelijke Organisatie, Postbus 6041, 2600 JA Delft.