

A.K.M. van Hoof,  
M.F. Wallis de Vries  
& J. Bokdam

's Winters neemt het aandeel Struikheide in het dieet van runderen toe ten opzichte van het aandeel gras (foto J.M. Gleichman).

In 1991 bleek uit een inventarisatie van het ingenieursbureau DHV dat in 90% van de Nederlandse heideterreinen de bodem zodanig verontreinigd was met zware metalen, dat de normen voor zwarte aarde, de schoonste compostsoort, overschreden werden (DHV, 1991). Deze vervuiling betekende dat het afgeplagde strooisel niet meer als compost afgezet kon worden. Juist deze afzet maakte in het verleden plaggen betaalbaar voor de terreinbeherende instanties. Door de normoverschrijding brengen opslag en reiniging van het plagsel nu echter hoge kosten met zich mee. Het gevolg is dat er thans nauwelijks meer geplagd wordt. Over de gevolgen van vervuiling met zware metalen voor de flora en fauna van heideterreinen is weinig bekend.

Cadmium en lood zijn de zware metalen die voor de meeste problemen zorgen. De verontreiniging van heidevelden door deze metalen wordt voor een belangrijk deel bepaald door luchtverontreiniging. De luchtverontreiniging door cadmium en lood vertoont de laatste jaren een dalende trend, met name voor lood. De loodemissie werd in 1985 voor bijna 90% veroorzaakt door het wegverkeer, maar hiervan is de emissie met meer dan 90% gedaald sinds 1975 (RIVM, 1991). De huidige concentraties aan lood en cadmium in de bodem zijn dan ook in belangrijke mate een erfenis uit het verleden. De grootste hoeveelheden worden gevonden in de strooisellaag, die bij het afplaggen verwijderd wordt. In de minerale laag is de concentratie lager. Dit blijkt ook wanneer men dieper plagt: hierdoor neemt men meer minerale grond mee en daalt de concentratie van zware metalen in het monster (DHV, 1991).

De zware metalen in de bodem kun-

## De risico's van vervuiling met lood en cadmium voor runderen in heideterreinen

De Nederlandse heiden zijn vervuild met zware metalen, met name met lood en cadmium. Een van de gevolgen is dat gecomposteerd strooisel niet goed meer verkocht kan worden, zodat plaggen als heidebeheersmaatregel vrijwel onbetaalbaar is geworden.

In dit artikel wordt ingegaan op de vraag in hoeverre de lood- en cadmiumbelasting verontrustend is voor de gezondheid van grote grazers en voor de consumenten van dierlijke produkten van de hei. Een zaak waar heidebeheerders met zorg naar kijken.



Runderen worden steeds vaker ingezet als grazers op heideterreinen om de vergrassing tegen te gaan. Deze runderen grazen op de Doorwerthse Heide (foto J.M. Gleichman).

nen via de wortels opgenomen worden door planten. Hun beschikbaarheid is hoger naarmate de bodem zuurder is en de organische stof- en lutumgehalten lager zijn. Geabsorbeerd lood blijft echter bijna volledig achter in de wortels. Cadmium daarentegen wordt wel gemakkelijker getransporteerd naar de bovengrondse plantedelen. In de bladeren kan de concentratie zelfs de concentratie in de wortels overtreffen, omdat naast transport vanuit het wortelstelsel ook sprake is van directe hechting aan het bladoppervlak vanuit de lucht. De loodgehalten in bovengrondse plantedelen zijn vrijwel geheel het gevolg van directe adsorptie vanuit de lucht (Mennes & Winkler, 1992).

### Begrazing

Heidegebieden worden in toenemende mate beheerd door middel van begrazing. Voor runderen, paarden, schapen, edel-

herten, moeflons en reeën vormen Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en Struikheide (*Calluna vulgaris*) de belangrijkste voedselgewassen in droge heidegebieden. Daarnaast vindt echter ook consumptie van grond en strooisel plaats, met name wanneer sprake is van een tekort aan mineralen (Wallis de Vries, 1992). De hoeveelheid opgenomen grond is afhankelijk van bodemtype, weersgesteldheid, begrazingsdruk, vegetatiehoogte, beheer en diersoort.

Cadmium accumuleert sterk in organen als lever en nieren. Lood accumuleert sterker in het skelet; in organen is de halveringstijd van de concentratie slechts enkele weken (Friberg et al., 1979).

Loodvergiftiging kan leiden tot een stijve gang, fracturen, skeletaandoeningen, belemmering van de urine-afvoer, bloedarmoede, nieraandoeningen en zenuwontstekingen (Agricultural Research Council, 1980; Scholte, 1981). Cadmiumvergiftiging kan leiden tot lever- en nierstoornissen, aandoeningen aan geslachtsorganen, huid, gewrichten, been, longen en centraal zenuwstelsel, haaruitval, afwijkingen aan de placenta en aan het nageslacht, veranderingen in het maag-darmkanaal, slagaderverkalking, verhoogde bloeddruk, bloedarmoede, uitdroging en de dood (Stoop & Rennen,

1991; Friberg et al., 1979).

Onlangs is geconcludeerd dat weinig problemen met de gezondheid van grazers in natuurterreinen te verwachten zijn, als gevolg van belasting met zware metalen (Mennes & Winkler, 1992). Dit rapport is echter niet gebaseerd op praktijkgegevens. In ons onderzoek is gebruik gemaakt van metingen van zware metalenconcentraties in de strooisellagen van heideterreinen, in de voedselplanten en in de organen van dieren, om een indruk te krijgen van de mate waarin concentraties in de strooisellaag terug te vinden zijn in de voedselplanten en het lichaam van grazers. Daarnaast is een literatuurstudie verricht naar de mate van accumulatie van lood en cadmium in de organen van runderen in relatie tot de belasting via het voer. Met name in praktijksituaties en veevoedingsonderzoek is daar al veel aandacht aan besteed.

### Onderzoeksmethoden

#### Bemonstering

Uit een zestal van de door DHV (1991) onderzochte heideterreinen op de Veluwe zijn in januari 1992 monsters van jonge loten van Bochtige smele en Struikheide verzameld om het verband tussen concentraties van lood (Pb) en cadmium (Cd) in de strooisellaag (of de bovenste bodemho-



rizont) en in de voedselplant te onderzoeken. Het betrof de volgende gebieden: Noorderheide, Stroesche Zand, Groevenbeek, Hoog Soerensche Veld, Elspeeter Veld en Ermelose Heide. De terreinen zijn zodanig gekozen uit de monsterlocaties van DHV (1991) dat een reeks van oplopende lood- en cadmiumconcentraties in het strooisel werd verkregen. Deze reeks werd aangevuld met twee terreinen (de Doorwerthse Heide en de Wolfhezer Heide), waar de vakgroep Natuurbeheer van de Landbouwniversiteit in Wageningen begrazingsproeven had lopen. In deze terreinen werd naast plantemonsters ook strooiselmonsters genomen.

Daarnaast is een vergelijking gemaakt met de situatie op de uiterwaarden. Hiertoe zijn plantemonsters geanalyseerd uit de Renkumse Uiterwaarden. Als referentie voor de grondconcentratie zijn literatuurgegevens uit de Blauwe Kamer gebruikt (Demon & Van Bussel, 1990). Van de Doorwerthse Heide en de Renkumse Uiterwaarden zijn ook plantemonsters uit andere jaargetijden doorgemeten, om een indruk te krijgen van een eventueel jaarlijks verloop in concentraties in de plant. Van een aantal ossen, die gedurende ruim twee jaar op de Doorwerthse Heide en Renkumse Uiterwaarden hebben gegraasd, zijn de lood- en cadmiumconcentratie in de lever geanalyseerd. Voor destructie- en meetmethoden wordt verwezen naar Van Hoof (1993).

De lood- en cadmiumconcentratie in het dieet is op twee wijzen geschat. Enerzijds is een gemiddelde dieetconcentratie berekend, rekening houdende met het jaarlijks verloop in de zware metalen concentraties in het voedsel, de voedselconsumptie door de grazers en de samenstelling van het voedselpakket. Anderzijds is op grond van metingen van mestmonsters uit maart en mei (respectievelijk het eind van de winter en het begin van het groeiseizoen) een schatting gemaakt van de dagelijkse opname van lood en cadmium. Mestmonsters geven een goede indicatie van de dagelijkse belasting van een dier, aangezien 90% van het opgenomen lood en 95% van het opgenomen cadmium direct via de faeces het lichaam weer verlaat (Baars et al., 1986).

#### Literatuur

Om de mate van overdracht van lood en cadmium vanuit het voedsel naar het dier te onderzoeken, is een literatuuronderzoek verricht naar dit onderwerp. Omdat er geen gegevens bekend waren ten aan-

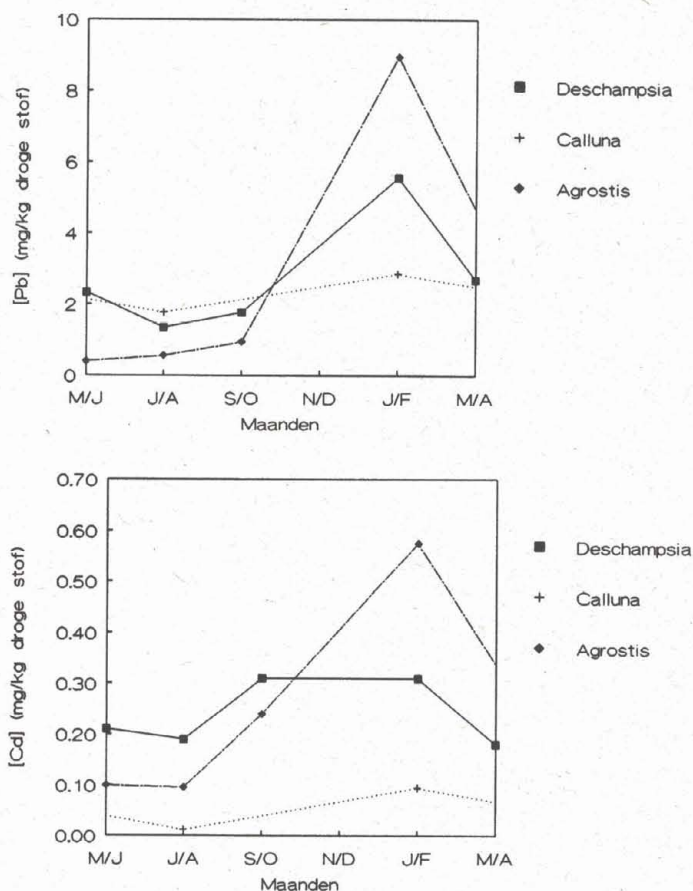


Fig. 1. Jaarlijks verloop in de concentratie van lood (boven) en cadmium (onder) in Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en Struikheide (*Calluna vulgaris*) uit de Doorwerthse Heide en Fioringras (*Agrostis stolonifera*) van de Renkumse Uiterwaarden.

zien van belasting van grazers in halfnatuurlijke situaties, werd gebruik gemaakt van waarnemingen uit de praktijk van veehouderij en uit proefnemingen, waarbij verhoogde concentraties lood en cadmium aan vee werden toegediend. Uit een groot aantal bronnen zijn gegevens verzameld over de accumulatie in lever en nieren, omdat deze organen goede indicatoren zijn voor de belasting van het dier met lood en cadmium en hiervan dan ook de meeste gegevens beschikbaar zijn (Van Hoof, 1993). Er zijn relaties vastgesteld tussen de opname van zware metalen via het voedsel en de te verwachten concentraties in de lever en de nieren. In dit artikel zal vooral worden ingegaan op de accumulatie in de lever, daar deze een duidelijker verband tussen de voedselopname en de belasting van het dier te zien gaf.

## Resultaten

### Concentratie in strooisel en plant

De loodconcentraties in de door DHV (1991) onderzochte strooiselmonsters en de strooiselmonsters uit de overige terreinen (Doorwerthse Heide, Wolfhezer Heide en uiterwaarden) lagen tussen 44 en 194  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  droge stof. De cadmiumconcentraties lagen tussen 0,5 en 1,6  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Voor de Doorwerthse Heide zijn waarden gemeten van 188,4  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Pb en 0,93  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Cd. De door Demon & van Bussel (1990) gemeten waarden in de Blauwe Kamer (minerale bovengrond) bedroegen voor lood en cadmium respectievelijk 85 en 1  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

De concentraties in de bovengrondse plantdelen van Bochtige smele en Struikheide waren lager dan in de strooisellaag. De loodconcentraties waren zelfs aanzienlijk lager ('s winters 10 tot 70 keer zo laag). Er was echter geen verband tussen

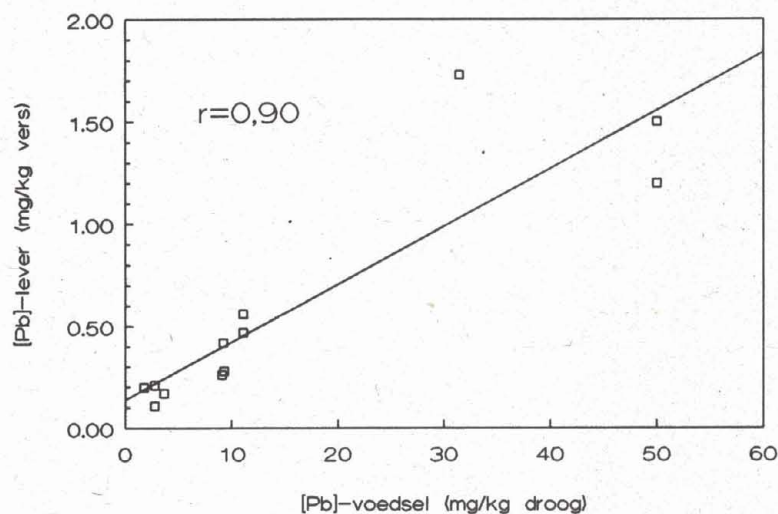
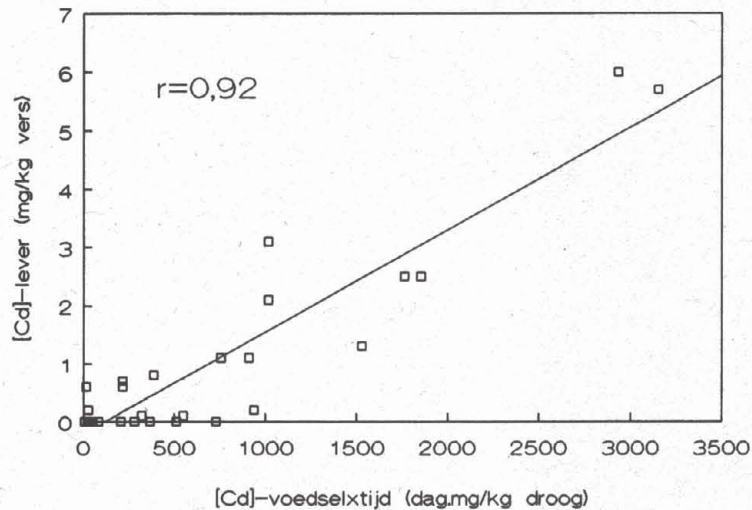


Fig. 2. Loodconcentratie in de lever van runderen bij verschillende loodbelasting via het voer. De regressielijn is gebaseerd op stalproeven (bronnen in Van Hoof, 1993).

Fig. 3. Toename van de concentratie aan cadmium in de lever van runderen als functie van de cadmiumconcentratie in het voedsel en de tijdsduur van toediening. De regressielijn is gebaseerd op stalproeven (bronnen in Van Hoof, 1993).



de concentraties in strooisel en in plant. De concentratie van zowel lood als cadmium was voor de in januari genomen monsters significant hoger ( $P < 0,025$ ) in Bochtige smele ( $\text{Pb } 5,45 \pm 1,85 \text{ mg.kg}^{-1}$ ;  $\text{Cd } 0,28 \pm 0,08 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; 13 monsters) dan in Struikheide ( $\text{Pb } 3,10 \pm 0,60 \text{ mg.kg}^{-1}$ ;  $\text{Cd } 0,11 \pm 0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; 8 monsters).

Het gemiddeld jaarlijks verloop in lood- en cadmiumconcentratie in Bochtige smele en Struikheide op de Doorwerthse Heide en van Fioringras in de Renkumse Uiterwaarden laat een maximum in de winter en een minimum in de zomer zien (fig. 1). Buiten de winter is de verhouding tussen de concentraties in de strooisellaag en in de plant dus waarschijnlijk nog groter.

### Concentratie in plant en dier

De resultaten van het literatuuronderzoek (Van Hoof, 1993) wijzen op een duidelijke relatie tussen de loodconcentratie in het voedsel en in de lever (fig. 2). Gezien de vrij snelle verwijdering van lood uit organen is de tijdsduur van de blootstelling van minder belang, wanneer tenminste de tijdsduur lang genoeg is om een evenwicht in te stellen tussen opname in en verwijdering uit de organen.

Eenmaal opgenomen cadmium verlaat het lichaam minder gemakkelijk, zodat er doorgaand ophoping in de lever plaatsvindt. De tijdsduur van de belasting is voor dit element dan ook van groot belang. In figuur 3 is de toename van de cadmiumconcentratie in de lever uitgezet tegen het produkt van de cadmiumconcentratie in het voedsel en de tijdsduur van toediening. Aldus is een tijdas in de grafiek ingebouwd, die niet afhankelijk is van de dagelijkse voedselopname per dier, of van de grootte van het dier. Vanwege de trage verwijdering van cadmium uit de lever is de uiteindelijke concentratie als gevolg van langdurige belasting in dit orgaan ook afhankelijk van de beginconcentratie. Daarom wordt hier expliciet over toename van de cadmiumconcentratie gesproken.

Uit onderzoek van Wallis de Vries (ongepubl.) zijn schattingen gemaakt van de opname en de samenstelling van het dieet van runderen op de Doorwerthse Heide en in de Renkumse Uiterwaarden. Deze schattingen zijn gebaseerd op langdurige waarnemingen van het eetgedrag van runderen. Het voedsel op de heide bestond voornamelijk uit Bochtige smele en in minder mate ook uit Struikheide. Het aandeel hei in het dieet varieerde tus-



	[Pb] (mg.kg <sup>-1</sup> )	[Cd] (mg.kg <sup>-1</sup> )
<b>Doorwerthse Heide</b>		
geschat in dieet	12,7 ± 0,39	0,27 ± 0,01
voorspeld in lever op basis van het dieet	0,50	0,18
voorspeld in lever op basis van de mest	0,62	0,44
gemeten in de lever	0,98 ± 0,33	0,92 ± 0,30
<b>Renkumse Uiterwaarden</b>		
geschat in dieet	4,82 ± 0,48	0,29 ± 0,03
voorspeld in lever op basis van het dieet	0,27	0,20
voorspeld in lever op basis van de mest	0,61	0,58
gemeten in de lever	0,82 ± 0,13	0,40 ± 0,29

Tabel 1. Lood- en cadmiumconcentraties in het dieet en in de lever van runderen op de Doorwerthse Heide en de Renkumse Uiterwaarden na een belasting van 770 dagen ( $\pm$  standaardafwijking), vergeleken met voorspelde waarden aan de hand van gegevens over het voedsel en van de mest (in mg.kg<sup>-1</sup> drooggewicht voor de dieetconcentraties en mg.kg<sup>-1</sup> versgewicht voor de leverconcentraties).

sen 1,2 en 21,9%, met een hoger aandeel in de winter.

Op grond van de gegevens over kwantiteit en samenstelling van het voedselpakket, is een gemiddelde (jaarlijkse) lood- en cadmiumconcentratie in het dieet van een rund berekend. Voor een juiste inschatting mag echter de consumptie van grond en strooisel niet genegeerd worden. In de strooisellaag zijn de loodconcentraties immers aanzienlijk hoger dan in de plant. De hoeveelheid strooisel die een rund als aanvulling op zijn voedselpakket dagelijks opneemt, is moeilijk in te schatten. Bij runderen zijn wereldwijd consumpties gevonden van 90 gram tot 1,4 kg per dag (McDowell, 1985), waarbij maximaal 500 gram per dag een redelijke schatting lijkt voor Nederlandse heideterreinen.

In tabel 1 zijn de concentraties van lood en cadmium in de lever van runderen op de Doorwerthse Heide en in de Renkumse Uiterwaarden voorspeld op grond van het dieet en van mestanalyse na de reële proefduur van 770 dagen. Er is uitgegaan van een dieet met een grondopname van 500 gram per dag op de hei en 250 gram per dag in de uiter-

waarden. De gemeten concentraties in de levers van vier ossen van elk terrein (tabel 1) waren voor cadmium hoger op de heide dan in de uiterwaarden ( $P < 0,10$ ), terwijl er voor de loodconcentraties geen verschil kon worden aangetoond. Voor de concentraties in de nieren was echter de loodconcentratie wel significant hoger op de hei (1,4 mg.kg<sup>-1</sup> versgewicht) dan in de uiterwaarden (0,8 mg.kg<sup>-1</sup> versgewicht) ( $P < 0,025$ ), en was er door de grote spreiding geen significant verschil tussen de cadmiumconcentratie voor heide en uiterwaarden (respectievelijk 2,2 en 0,7 mg.kg<sup>-1</sup> versgewicht) (Van Hoof, 1993).

## Discussie

### Concentratie in voedselplant

Er blijkt geen relatie te bestaan tussen de lood- en cadmiumconcentraties op basis van droge stof in de strooisellaag enerzijds en in de jonge loten van de voedselplanten anderzijds. Dit is verklaarbaar omdat met name voor lood het grootste deel van de concentratie in de bovengrondse plantdelen een gevolg is van adsorptie van partikels die afkomstig zijn uit de lucht en niet door opname via de wortel. Het seizoensverloop van de concentratie lood en

cadmium laat dan ook een toename zien van het begin van het groeiseizoen tot het eind van de winter. Wanneer gesproken wordt over concentraties in jonge loten, is de periode waarin deze concentratie wordt opgebouwd echter kort; zeer veel korter dan de tientallen jaren lange periode van accumulatie van lood en cadmium in de strooisellaag.

De lagere concentratie in de zomerperiode ten opzichte van de winterperiode kan ook verklaard worden door de hogere groeisnelheid in de zomer, waardoor meer 'schoon' blad wordt gevormd dan in de winter. Verder is de concentratie in de droge stof een slechte maat voor de beschikbaarheid van stoffen in de bodem voor de plant. De hoeveelheid zware metalen per volume is hiervoor een betere maat. Het is algemeen bekend dat de opnamecapaciteit van planten toeneemt met het doorwortelde bodemvolume. Als de droge stof uit organische stof bestaat is het gewicht per bodemvolume veel geringer dan wanneer de droge stof door minerale delen wordt gevormd. De hoeveelheid droge stof per volume varieert dus afhankelijk van het organische stofgehalte. In de monsters van het DHV-onderzoek varieerde het organische stofgehalte van de strooisellaag tussen 5,2 en 81,5 %.

De verklaring van de verschillen in concentratie tussen de plantesoorten en de omkering van de verhoudingen op de overgang van zomer naar winter (fig. 1) berusten ten dele op verschillen in accumulatieperiode. Voor lood is in de zomer de concentratie omgekeerd evenredig met het produktieniveau. In de winter is dit verband evenredig, maar het is onduidelijk welk mechanisme hiervoor verantwoordelijk is. Bij cadmium speelt de opname door de wortels een belangrijkere rol, wat de lagere zomerconcentraties van Struikheide ten opzichte van Bochtige smele en Fioringras zou kunnen verklaren. Verschillen in de oppervlakte/gewicht verhouding, welke voor Struikheide hoger is dan voor grassen (Mennes & Winkler, 1992), lijken geen verklaring te bieden voor de hogere concentraties lood en cadmium in Bochtige smele en Fioringras.

### Concentratie in organen van runderen

Bij de interpretatie van de schattingen van zware-metalenconcentraties in de levers van runderen, op grond van gegevens over opname via het voedsel, is voorzichtigheid geboden. De spreiding in de resultaten in de verschillende bronnen uit de literatuur is groot. De onderzoekstechnie-

Ook in de uiterwaarden vindt extensieve begrazing door runderen plaats. De risico's voor belasting met zware metalen lijken hier zeker niet hoger dan op heideterreinen (foto J.M. Gleichman).



ken en meetmethoden variëren sterk. De resultaten zijn dan ook vooral bedoeld als leidraad, om een indruk te geven van de orde van grootte waarin de accumulatie in de organen ten gevolge van inname van zware metalen plaatsvindt.

De cadmiumconcentratie in nieren en levers van jonge stieren neemt ongeveer even snel toe als bij volwassen koeien. Jonge stieren eten weliswaar minder en krijgen dus ook minder grote hoeveelheden cadmium binnen, maar hun eigen biomassa is ook geringer, zodat eenzelfde hoeveelheid cadmium in de organen tot hogere concentraties in die organen leidt. Eventuele melkgift speelt geen beperkende rol in cadmiumaccumulaties, omdat via de melk praktisch geen cadmium het lichaam verlaat. De concentraties in de melk blijven altijd zeer laag, ongeacht de cadmiumbelasting van het dier (Vreman et al., 1986; Sharma et al., 1982).

Uit tabel 1 blijkt dat de schattingen van de concentraties in de organen aan de hand van gegevens over de belasting van het voedsel tamelijk laag uitvallen in vergelijking met gegevens van mest en metingen aan de organen zelf. Met name de gegevens uit metingen aan de organen zelf zijn echter gebaseerd op een zeer gering aantal metingen en een grote spreiding (zie ook fig. 2 en 3). Een mogelijke oorzaak van het laag uitvallen van de schattingen is gelegen in de grondconsumptie van de dieren. Zoals gezegd is deze niet goed bekend, maar zij heeft wel een grote invloed op de verwachte accu-

mulatie in de organen, met name voor lood. Voor de situatie op de uiterwaarden is uitgegaan van een grondconsumptie van 250 gram droge stof per dag; de helft van die op de heide. Mogelijk is die waarde te gering. Het is echter ook mogelijk dat de concentratie aan zware metalen in de grond in de Renkumse Uiterwaarden hoger is dan in de Blauwe Kamer, waarvan de grondconcentratie hier als schatting is gebruikt.

Voorts hebben de literatuurgegevens waarop de relatie voedselconcentratie - orgaanconcentratie gebaseerd is, voornamelijk betrekking op situaties waarbij dieren grotere hoeveelheden lood of cadmium binnengekregen hadden (grotere dosis of langere tijdsduur) dan de gegevens, verkregen uit de metingen van levers van runderen op de Doorwerthse Heide en de Renkumse Uiterwaarden. Deze laatste zijn afkomstig van jonge dieren (3 jaar oud). De periode waarin cadmium kon accumuleren in de organen van deze dieren is dus ook relatief kort geweest. Voor lage belastingen wordt de betrouwbaarheid van de schatting geringer. Voor meer betrouwbare uitspraken zouden daarom gegevens van oudere dieren (in het geval van cadmiumbelasting) of van dieren uit zwaarder belaste terreinen (in het geval van loodbelasting) verzameld moeten worden.

### Risico's

Voedselnormen voor de gezondheid van het dier zijn door de NRLO (Nationale

Raad voor Landbouwkundig Onderzoek) vastgesteld op  $5 \text{ mg Pb.kg}^{-1}$  droge stof en  $0,5 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$  droge stof (Van Hoof, 1993). Wanneer als normen voor de gezondheid van het dier een maximale leverbelasting van  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$  versgewicht Pb en  $3 \text{ mg.kg}^{-1}$  versgewicht Cd genomen wordt (voorgesteld door de National Academy of Science en door Friberg et al., 1979), zullen deze bij runderen op de heide niet overschreden worden; ook niet wanneer de grondconsumptie nog aanzienlijk hoger is dan is aangenomen. Dit blijkt uit tabel 1 en figuren 2 en 3. Daarmee wordt de conclusie van Mennes & Winkler (1992), dat de risico's voor de gezondheid van grote herbivoren gering zijn, ondersteund. Dit betekent echter niet dat er in het geheel geen gezondheidsrisico's zijn. De gevoeligheid is immers niet voor alle individuen hetzelfde. Zo zijn kalveren veel gevoeliger voor blootstelling aan lood dan volwassen runderen. Bovendien is de belasting per dier erg verschillend, ook bij dieren uit hetzelfde terrein. Niettemin worden normen altijd met de nodige veiligheidsmarges ingesteld. In het algemeen zijn herbivoren ook niet zeer gevoelig voor vergiftiging met zware metalen (DHV, 1991). Op het Verdrongen Land van Saeftinge heeft onderzoek naar grazende schapen niet uitgewezen dat ze minder gezond zijn dan elders, ondanks een blootstelling aan 35 tot  $160 \text{ mg.kg}^{-1}$  droge stof Pb en 2 tot  $7 \text{ mg.kg}^{-1}$  droge stof Cd in hun voedsel (Baars et al., 1986). Voor een populatie



runderen als geheel lijken risico's op de heide dus minimaal.

De strengere warenwetnormen (geldig voor dierlijke produkten i.v.m. de gezondheid van de mens als consument van het dier) voor lood en cadmium van  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  versgewicht, kunnen iets makkelijker overschreden worden. Overigens naar verwachting ook alleen bij tamelijk hoge grondconsumpties (in het geval van lood) of bij vrij oude dieren, wanneer het cadmium betreft, vanwege de langere accumulatie. Dit betekent dat het orgaanvlees dan onverkoopbaar wordt. Dit is ook gevonden door Wolkers (1993) bij onderzoek aan edelherten en wilde zwijnen op de Veluwe. Over de kans dat in het 'gewone' vlees de normen overschreden worden valt weinig te zeggen, omdat de normen hiervoor veel lager liggen en bovendien de concentraties niet in dit onderzoek zijn betrokken.

Op grond van deze uitkomsten kan worden voorspeld dat carnivoren en aaseters in de top van de voedselpyramide in bos/heide systemen die relatief veel orgaanvlees consumeren, zoals raven en vossen, het meeste risico lopen.

### Normen

Er blijkt een groot verschil te bestaan tussen normen die door verschillende instituten zijn opgesteld (Van Hoof, 1993). Overschrijding van de ene norm zou, uitgaande van een andere norm, helemaal geen risico betekenen. De normen blijken discutabel te zijn. Dit geldt met name ook voor de norm die de hele problematiek rond het verontreinigde heideplagsel actueel heeft gemaakt. Volgens deze norm mag er niet meer dan  $65 \text{ mg.kg}^{-1}$  lood en  $0,7 \text{ mg.kg}^{-1}$  cadmium in zwarte aarde aanwezig zijn.

Waarden van onderzoek naar achtergrondconcentraties aan lood en cadmium in 'niet-verontreinigde' natuurgebieden in West-Europa liggen in de orde van 60 tot  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$  lood en 1,0 tot  $1,8 \text{ mg.kg}^{-1}$  cadmium (DHV, 1991). Grotendeels een overschrijding van de zwarte-aardenorm dus. Dit is vermoedelijk te wijten aan verontreiniging via de lucht. Achtergrondwaarden voor regio's met zeer geringe luchtvervuiling liggen beduidend lager. Alloway (1990) vermeldt een gemiddelde cadmiumconcentratie van ongeveer  $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$  in bodems van onaangetaste natuurterreinen in de Verenigde Staten en loodconcentraties van gemiddeld beneden  $42 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

### Conclusie

Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat op grond van lood- en cadmiumconcentraties in de strooisellaag geen voorspelling gemaakt kan worden van de concentraties in bovengrondse delen van de voedselplanten van grazers. Wel is de loodconcentratie in de strooisellaag van grote invloed op de totale loodbelasting van de grazer, wanneer er sprake is van consumptie van grond en strooisel.

De voernormen voor de gezondheid van vee worden in het dieet van grazers in natuurterreinen alleen overschreden voor lood in zwaarbelaste terreinen, in minder zwaar belaste terreinen alleen wanneer de grondconsumptie hoog is. De in dit artikel aangehaalde normen voor lood en cadmium in de runderlever, met betrekking tot de gezondheid van het dier, zullen daarentegen niet overschreden worden. Strenger gestelde normen zullen niet of slechts incidenteel overschreden worden. Eventuele gezondheidsproblemen ten gevolge van loodbelasting zullen zich eerder bij jonge dan bij oudere dieren voordoen. Ten gevolge van cadmiumbelasting zullen eventuele problemen zich juist bij oudere dieren eerder voordoen. Niettemin zijn ze voor geen van beide metalen waarschijnlijk.

De warenwetnorm voor consumptie van orgaanvlees kan bij hoge grondconsumptie voor lood overschreden worden. De warenwetnorm voor cadmium kan worden overschreden, wanneer het oudere dieren van een zwaar belast terrein betreft.

De algemene conclusie luidt dat in de huidige situatie gezondheidsproblemen bij runderen in heideterreinen niet waarschijnlijk zijn: een geruststelling voor beheerders van begraasde natuurgebieden.

### Literatuur

Agricultural Research Council, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. CAB. Farnham Royal, U.K.  
 Alloway, B.J. (red.), 1990. Heavy metals in soils. Blackie, Glasgow and London, Halsted Press, John Wiley & Sons, New York.  
 Baars, A.J., W.G. Beefink & J.J. Pekelder, 1986. Milieucontaminatie door metalen en fluor op het Verdrongen Land van Saeftinge en de effecten ervan op schapen. Centraal Diergeneeskundig Instituut, Delta Instituut voor hydrobiologisch onderzoek, Stichting Gezondheidsdienst voor dieren in West en Midden Nederland.  
 Demon, J.M.H. & W. van Bussel, 1990. Blauwe Kamer. Monitoring 1989. Jaarverslag. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswa-

terstaat directie Gelderland.

DHV, 1991. De chemische kwaliteit van de Nederlandse heide. DHV Milieu & Infrastructuur BV.

Friberg, L., G.F. Nordberg & V.B. Vouk (red.), 1979. Handbook on the toxicology of Metals. Amsterdam, New York, Oxford. Elsevier/Noord-Holland biomedical Press.

Hoof, A.K.M. van, 1993. De gevolgen van lood- en cadmiumverontreiniging van heidevelden voor grazers. Verslag nr.3065. Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwniversiteit Wageningen.

McDowell, L.R., 1985. Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Academic Press, Orlando, Florida.

Mennes, W.C. & M.J. Winkler (red.), 1992. Grote grazers, zware metalen en heideterreinen. Wetenschapswinkel biologie Utrecht.

RIVM, 1991. Nationale Milieuverkenning, 1990-2010. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.

Scholte, I., 1981. Onderzoek naar Pb in levensmiddelen volgens de bepalingmethode van de warenwet. Wageningen.

Sharma, R.P., J.C. Street, J.L. Shupe & D.R. Bourcier, 1982. Accumulation and depletion of cadmium and lead in tissues and milk of lactating cows fed small amounts of these metals. Journal of Dairy Science 65: 972-979.

Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen, 1991. Schadelijke stoffen voor land- en tuinbouw: Cadmium. Centrum voor landbouw en milieu, Utrecht.

Vreman, K., N.G. van der Veen, E.J. van der Molen & W.G. de Ruig, 1986. Transfer of cadmium, lead, mercury and arsenic from feed into milk and various tissues of dairy cows: chemical and pathological data. Netherlands Journal of Agricultural Science 34: 129-144.

Wallis de Vries, M.F., 1992. Performance of free-ranging cattle in contrasting habitats. In: Ongulés/Ungulates 91. (F. Spitz, G. Janeau, G. Gonzalez en S. Aulagnier red.): 151-157. SFPEM - IRGM, Parijs - Toulouse.

Wolkers, J., 1993. Undernutrition in wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*). Dissertatie, Utrecht.

### Summary

**The risks of lead and cadmium contamination for cattle on heathland**

The soils of many dutch heathlands are contaminated with heavy metals, especially lead and cadmium. For this reason the turf can no longer be commercialized as compost. Turf cutting has therefore become too expensive as a management technique for maintaining heathlands. Grazing provides an alternative management option, which is becoming increasingly popular. The question arises, however, whether

the grazing animals are subject to heavy metal intoxication.

In the present paper the relation between concentrations in the topsoil, in the food plants and in the animal organs has been investigated. The main food plants on dry heathland are *Deschampsia flexuosa* and *Calluna vulgaris*. No relation was found between lead or cadmium concentrations in the topsoil and in the aerial plant parts. The concentrations in *Deschampsia flexuosa* are higher than in *Calluna vulgaris*. An annual cycle in lead and cadmium concentration in the plants was apparent, with a maximum during winter.

In order to predict lead and cadmium concentrations in the liver of grazing cattle on the basis of dietary concentrations, a literature survey concerning this relation was carried out. Together with investigations about diet selection of grazing cattle on heathland, this offered the possibility to estimate the risks for animal health and for meat consumption.

The measured liver levels for lead and cadmium in cattle on heathland were below the standard risk level after more than two years. It can be concluded that the risks for cattle health due to heavy metal intoxication on heathland are very small. Lead intoxication could possibly be expected in young animals because of their higher sensitivity to lead. Problems with cadmium intoxication are only likely for older animals because of the accumulation in organs.

The standard for liver consumption ( $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  fresh weight) might be exceeded, however, when soil consumption is important. The cadmium standard of 1 mg per kg fresh weight can be exceeded in older animals in areas with a relatively high cadmium concentration.

## Dankwoord

Voor het tot stand komen van dit artikel zijn wij veel dank verschuldigd aan M. Gleichman, F. Gillissen en R. van Eck, voor hun hulp en ondersteuning tijdens de verschillende fasen van het onderzoek, en aan de Vakgroepen Milieutechnologie en Bodemkunde en Plantvoeding aan de Landbouwniversiteit Wageningen, voor het ter beschikking stellen van apparatuur.

A.K.M. van Hoof,

ir. M.F. Wallis de Vries,

ir. J. Bokdam,

Vakgroep Terrestrische Oecologie en Natuurbeheer, Landbouwniversiteit

Bornsesteeg 47

6708 PD Wageningen

## Hoogveenvorming

### op de Veluwe?

Yvonne van der Laan & Karl Blokland

Op de westelijke flank van een Veluwe stuwwal, omringd door droge stuifzanden, bevindt zich een 10 ha groot veencomplex: het Kootwijkerveen. Het beheer van dit gebied is gericht op regeneratie van het hoogveen en het ontwikkelen van een natte soortenrijke heide. Een belangrijk uitgangspunt voor het beheer zijn de natuurlijke processen. Daartoe zijn de relaties tussen bodemopbouw, waterhuishouding en aanwezige vegetatie onderzocht.

Het Kootwijkerveen ligt in de boswachterij Garderen van Staatsbosbeheer (fig. 1). Momenteel bestaat 6 ha van het gebied uit een voormalig hoogveen met ca 600 gegraven veenputjes. De overige 4 ha is in de vijftiger jaren afgegraven en in cultuur gebracht. Na gebruik als weiland is het sinds medio jaren tachtig als schraalland in beheer. Het open gebied wordt omsloten door naaldbos (foto 1).

In het hoogveenrestant is een zeer kleinschalig patroon van veenputten aanwezig. De vegetatie in en rond deze putten bevat voornamelijk soorten van natte heide en hoogveen en wordt gedomineerd door Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) (foto 2). In de veenputten zijn op korte afstand interessante verschillen in vegetatiesamenstelling te ontdekken. Naast variatie ten gevolge van de 'normale' successiereeks wordt differentiatie vermoedelijk veroorzaakt door verschillen in bodemopbouw en waterhuishouding. In het hoogveenrestant is daarom in een strook van 50 m breed en 200 m lang onderzoek gedaan naar de bodemopbouw, de samenstelling van het oppervlaktewater, de fluctuatie in de waterstanden en de vegetatiesamenstelling in en rond 180 veenputjes. Het veldwerk heeft plaatsgevonden gedurende de zomer van 1991 tot en met het voorjaar van 1992. Via statistische analyses is een verband gezocht tussen abiotische parameters en het voorkomen van vegetatietypen in de veenputten. Op basis van deze