

Metaalverontreiniging behoort wereldwijd tot de belangrijkste milieuproblemen. In de loop van 2007 werden in de Vlaamse en Nederlandse Kempen effecten van zware metalen op paarden en runderen in enkele begraasde natuurgebieden bestudeerd om mogelijke gezondheidsproblemen te evalueren. Op basis van deze resultaten werden enkele richtlijnen opgesteld die natuurbeheerders kunnen helpen met het beheer van hun grazers in metaalverontreinigde natuurgebieden.

## Inzet en welzijn van grazers voor het beheer van metaalverontreinigde natuurgebieden

De Vlaamse en Nederlandse Kempen zijn sterk vervuild door metalen. De oorsprong van deze verontreiniging is de non-ferro-industrie uit de vorige eeuw. Die smolt ertsen om er metalen uit te winnen zoals zink, lood, koper en arseen. Deze en andere metalen kwamen echter ook vrij in het milieu. Omwille van de zeer gelijklopende problematiek in de Vlaamse en Nederlandse Kempen (delen van de Nederlandse provincies Noord-Brabant en Limburg, het noorden van de Vlaamse provincie Limburg en het oosten van de provincie Antwerpen) werd in 2002 besloten de krachten te bundelen in het project BeNeKempen (Van den Bulck, dit nummer), zodat voor de in deze regio wijd verspreide verontreiniging met zware metalen gezamenlijke beheers- en saneringsconcepten konden worden uitgewerkt. Eén van de onderzoeken die hierbij werd uitgevoerd in 2007 was een welzijns- en risicostudie voor grote grazers die in vervuilde natuurgebieden worden ingezet voor natuurbeheer. Dit onderzoek had als doel om gerichte maatregelen voor graasbeheer op te stellen voor metaalverontreinigde gebieden

De metaalverontreiniging binnen het BeNeKempengebied vormt mogelijk een gezondheidsrisico voor grazers die hun leven lang in verontreinigde natuurgebieden grazen. Deze metalen kunnen worden opgenomen door de grazers en zich opstapelen in hun weefsels (bioaccumulatie). De meeste organismen beschikken over detoxificatiemechanismen (ontgiftiging); dit is het verwijderen of biologisch onbe-



Monstername bloed en haar in Hageven-Plateaux in 2007 (foto: Saskia Roggeman).

schikbaar maken van toxische stoffen in een organisme (Newman, 2001). Deze detoxificatiecapaciteit van een dier is echter ook begrensd en bij overschrijding van deze capaciteit kunnen beschadigingen van organen en andere ziekteverschijnselen optreden.

De belangrijkste opnameroute van metalen bij grazers is de voeding. Zo wordt van cadmium dat met het voedsel wordt opgenomen, 5-18% in het maagdarmkanaal geabsorbeerd. Dit absorptiepercentage kan verdubbelen wanneer er te weinig opname is van calcium, eiwit of ijzer (Friberg et al., 1974). Van het lood dat met het voedsel wordt opgenomen wordt bij herkauwers 3-5% en bij niet-herkauwers 5-10% geabsorbeerd in het maagdarmkanaal. Bij jonge dieren kan dit percentage echter oplopen tot 50%. Bij een hoger calcium- en fosforgehalte in het voer wordt de loodopname verlaagd en bij een verhoogd eiwit- en vetgehalte wordt de loodopname verhoogd (Gabriël, 1989).

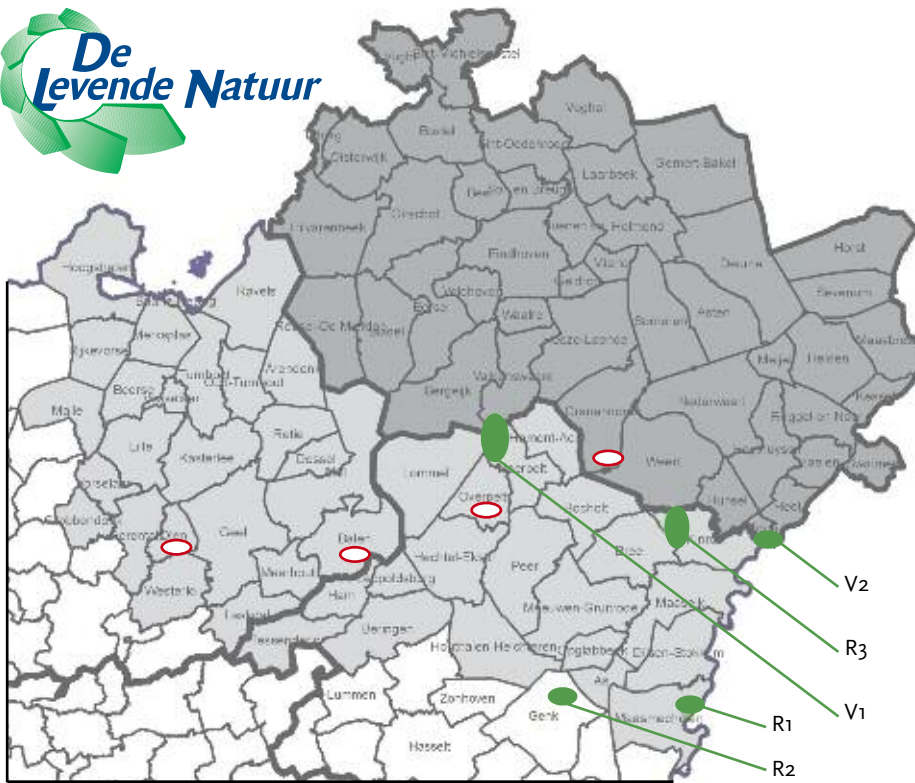
### Opzet van het project

Het doel van het project was om te achterhalen welke gezondheidsrisico's verbonden zijn aan het langdurige verblijf van grazers in metaalverontreinigd gebied. Drie hoofdvragen werden hierbij onderzocht:

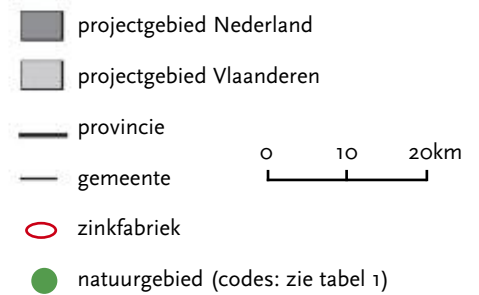
- Wat is de maximaal toelaatbare blootstelling van grote grazers aan metaalvervuiling?
- Zijn er soorten grazers die beter geschikt zijn om in vervuild gebied te grazen dan andere?
- Welke maatregelen kan men nemen om de gezondheidsrisico's voor de grazers te beperken?

### Hoe werd er te werk gegaan

Het onderzoek bestond uit bevraging van natuurbeheerders en monstername van runderen en paarden in natuurgebieden en in het slachthuis. Oorspronkelijk was het de bedoeling om zowel monsters van Galloways als Koniks in het veld te verzamelen en daarnaast ook organen en spierweefsel van geslachte Galloways te onderzoeken. Omdat binnen de beperkte onderzoeksperiode van dit project geen Galloways uit geschikt gebied werden geslacht, is het onderzoek van organen en spierweefsel gebeurd bij melkkoeien uit dezelfde regio's waarvan verondersteld wordt dat de metalenblootstelling vergelijkbaar is met die van Galloways in natuurgebied. Deze melk-



**Fig. 1.** Overzicht van de verschillende bemonsterde natuurgebieden in de BeNeKempen regio.



werd de concentratie bepaald aan metallothioneïne (MT). Dit is een belangrijke biomarker die vaak wordt gebruikt om de accumulatie van metalen in lever en nieren te meten (Giroux & Lachmann, 1984; De Boeck et al., 2003; Stancovic et al., 2003). Metallothioneïnen zijn metaalbindende proteïnen die fungeren als regulatiemechanisme bij de beschikbaarheid van essentiële metalen en de detoxificatie van schadelijke niet-essentiële metalen (Stegeman et al., 1989).

### Zijn de metaalgehalten in bloed en haar hoger?

Van alle bemonsterde Galloways werden door hun betrokken natuurbeheerders geen uiterlijk waarneembare gezondheidsproblemen gemeld. Voor bijna alle metaal- en iongehalten in het bloed van de Galloways werden significante verschillen gevonden tussen de verschillende natuurgebieden. Hoe hoger de metaalgehalten in het bloed waren hoe lager het AST-gehalte. Wanneer het arseen- en loodgehalte in het haar van Galloways hoger was, waren ook hogere gehalten van deze metalen in het bloed aanwezig. Het cadmiumgehalte in het bloed was het hoogst bij de melkkoeien en dit zowel bij dieren uit onvervuild als vervuild gebied. Bij de Galloways werden de hoogste cadmiumgehalten gevonden in het Hageven, maar dit gehalte was lager dan het cadmiumgehalte bij melkkoeien uit onvervuild gebied. Het loodgehalte en het arseengehalte waren dubbel zo hoog in bloed van Galloways uit

koelen laat men doorgaans ouder worden dan gewoon vleesvee en waren daarom het beste alternatief voor de Galloways. Melkkoeien staan tijdens de lente en zomer op de weide en in de winter op stal. Het gebruik van melkkoeien is verantwoord, omdat we verwachten dat accumulatie- en detoxificatiemechanismen meer soortspecifiek dan rasspecifiek zijn. De studiegebieden die werden geselecteerd zijn in beheer bij Natuurpunt, Natuurmonumenten of Limburgs Landschap en werden uitgekozen op basis van bestaande gegevens i.v.m. metaalvervuiling en begrazing (tabel 1). Twee geselecteerde studiegebieden liggen binnen de vervuilde zone en drie gebieden zijn minder vervuilde referentiegebieden. Totaal onvervuilde gebieden zijn helaas niet meer vindbaar in Vlaanderen. Daarom werden de referentiegebieden voornamelijk geselecteerd op hun ruimtelijke ligging, ver genoeg van zinkfabrieken gelegen maar met een vergelijkbare vegetatie (fig. 1). In totaal werden in het BeNeKempengebied haar- en bloedmonsters genomen van 39 Galloways uit vijf verschillende natuurge-

bieden. Doordat het slechts mogelijk was om in twee gebieden in totaal acht Koniks te bemonsteren en de steekproef daardoor te klein was, worden deze resultaten hier niet verder besproken. Voorts is er tijdens deze beperkte onderzoeksperiode gebruik gemaakt van bestaande bodem- en vegetatiegegevens; de nadruk bij dit onderzoek lag op de gezondheidseffecten bij de grazers. In alle haar- en bloedmonsters van Galloways werden de metaalconcentraties (Cd, Pb, As, Cu, Fe, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Ag & Zn) gemeten. In de bloedmonsters werden bijkomend ook hematologische parameters, ionconcentraties (Na, K, Mg, Ca en Cl) en biomarkers zoals alanine aminotransferase (ALT) en aspartaat aminotransferase (AST) gemeten. Er werden ook monsters genomen van bloed, haar, organen (lever, nier en long), spierweefsel en mest van geslachte melkkoeien, ouder dan zes jaar, afkomstig uit het slachthuis van Eisden. In al deze monsters werden de metaalconcentraties (Cd, Pb, As, Cu, Fe, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Ag & Zn) gemeten. In de lever en de nieren

Nr.	Natuurgebied	Ligging	Bemonsterde Galloways	Vervuilingsbron	Extra info
V1	Hageven-Plateau	Neerpelt, België	20	Umicore zink fabriek in Overpelt	cadmiumgehalten in bodem tussen 1 en 10 mg/kg
V2	Koningssteen	Thorn, Nederland	4	Aangevoerde verontreinigde mijnsteen	
R1	Mazenhoven/ Maaswinkel	Maasmechelen, België	5	Mogelijke vervuiling door de Maas	
R2	Stiernerbeek	Genk, België	4		
R3	Stramproyerbroek	Kinrooi, België	6		

**Tabel 1.** De vervuilde (V1 & V2) en referentiegebieden (R1-R3) waar Galloways werden bemonsterd.

Galloways terug vrij gelaten na monsternamen, Hageven-Plateaux, 2007 (foto: Saskia Roggeman).

het Hageven dan bij alle andere studiedieren. Het zinkgehalte was gemiddeld enkel hoger in het bloed van Galloways uit Koningssteen. Het cadmiumgehalte was het hoogst in haar van Galloways uit het Hageven, Koningssteen en Mazenhoven (fig. 2). Het lood- en arseengehalte was het hoogst in nek- en staarthaar van Galloways uit het Hageven en melkkoeien uit vervuild gebied. Wanneer enkel het nekhaar werd vergeleken tussen dieren uit vervuild en onvervuild gebied dan bleek enkel het mangaan-, cadmium- en loodgehalte significant hoger te zijn in vervuild gebied. Voor de meeste metalen werden er hogere concentraties in de lever gemeten bij melkkoeien uit vervuild gebied, maar dit was enkel voor cadmium statistisch significant (95%). Er werden zowel bij dieren uit vervuild als onvervuild gebied hoge lood-, cadmium-, cobalt- en chroomconcentraties gemeten. In de lever waren de gemeten Metallothioneïneconcentraties zowel bij runderen uit vervuild als onvervuild gebied hoger dan de theoretisch vereiste MT-



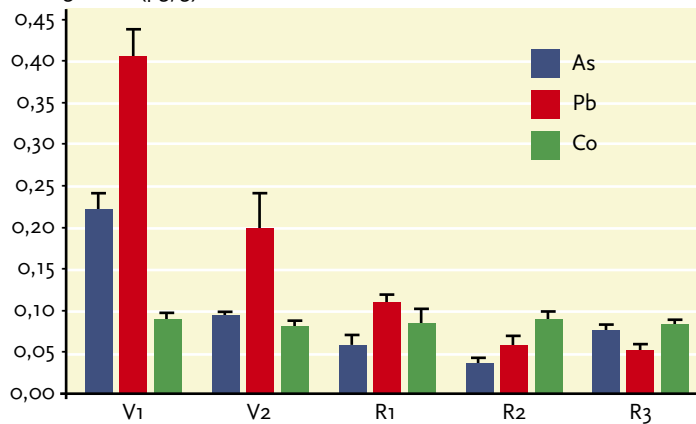
gehaltes voor cadmiumdetoxificatie. In de nieren van de melkkoeien werden hoge lood-, cadmium- en kopergehaltes gemeten bij zowel dieren van vervuilde als onvervuilde gebieden. Er was geen significant verschil in metaalconcentraties in de nieren, tussen melkkoeien uit vervuild en onvervuild gebied. Zowel bij de runderen uit vervuild als onvervuild gebied waren de gemeten Metallothioneïneconcentraties veel lager dan de theoretisch vereiste MT-gehaltes voor cadmiumdetoxificatie (fig. 3).

### Zijn er nu echt gezondheidsproblemen?

De belangrijkste metalen die in vervuild gebied de hoogste gehalten vertoonden in verschillende weefsels zijn cadmium, lood, zink en arseen.

Er werden zowel voor bijna alle metaal- als iongehalten in het bloed van Galloways significante verschillen gevonden tussen de verschillende natuurgebieden. Hoe hoger het zinkgehalte in het bloed, hoe lager het AST-gehalte in het bloed van Galloways. Wanneer het arseen- en loodgehalte in het

Metaalgehalte ( $\mu\text{g/g}$ ) in het bloed



Metaalgehalte ( $\mu\text{g/g}$ ) in het haar

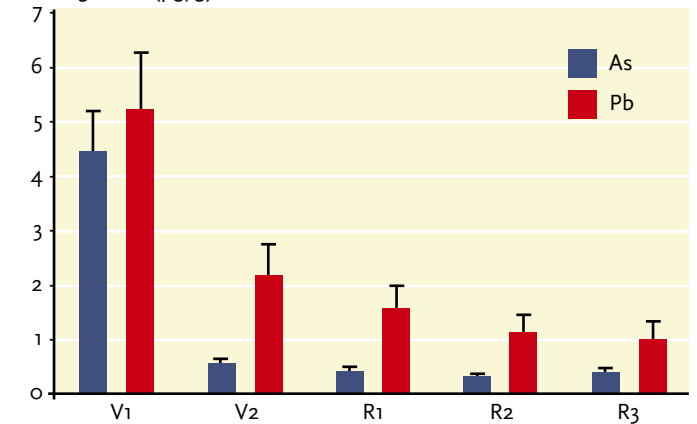
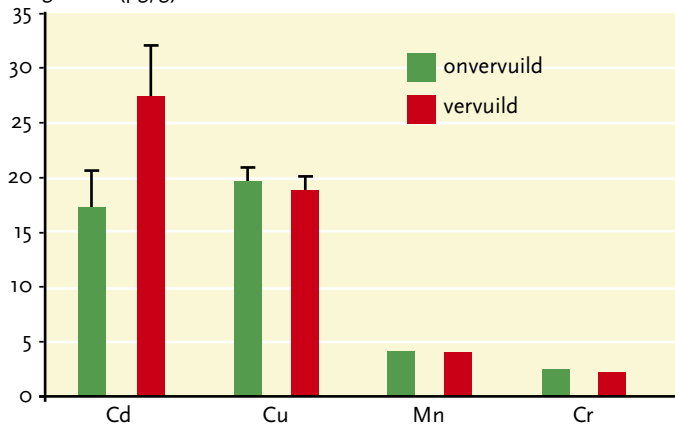


Fig.2. Enkele metaalgehalten in het bloed en haar van Galloways.

Metaalgehalte ( $\mu\text{g/g}$ ) in de nieren



MT-gehalte (nmol/g) in de nieren

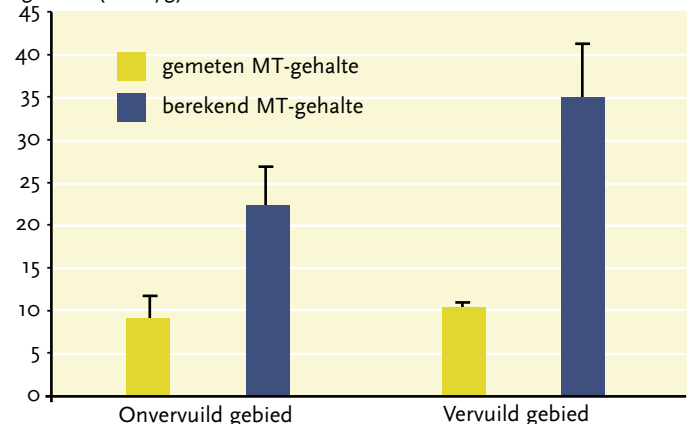


Fig.3. Enkele metaalgehaltenes en de gemeten versus de berekende Metallothioneïneconcentratie (MT-gehalte) in nieren van melkkoeien.



haar van Galloways hoger is, zijn ook hogere gehalten van deze metalen in het bloed aanwezig.

Het cadmiumgehalte is het hoogst in haar van Galloways uit het Hageven, Koningssteen en Mazenhoven. Het lood- en arseengehalte is het hoogst in haar van Galloways uit het Hageven en melkkoeien uit vervuild gebied. De resultaten van de haaranalyses suggereren dat zowel haar van de nek als van de staart bruikbaar zijn bij runderen om een beeld te krijgen van de metaalblootstelling van deze dieren. Hierbij moet worden opgemerkt dat nekhaar enkel een beeld geeft van de metaal-accumulatie van het voorbije jaar, omdat dit haar jaarlijks wordt vervangen tijdens de rui.

De Europese consumptienorm voor cadmium (0,5 µg/g versgewicht voor lever en 1,0 µg/g versgewicht voor nier) werd in 62% van de levers en 97% van de nieren overschreden. De Europese consumptienorm voor lood (0,5 µg/g versgewicht voor lever en nier) werd enkel in 6% van de nieren overschreden. Omdat het arseen- en het loodgehalte in haar en bloed hoger waren bij Galloways dan bij melkkoeien kan er worden verwacht dat de gehalten in de organen daardoor nog hoger kunnen zijn dan deze die gemeten werden bij melkkoeien. Het is dus zeker nodig om in de toekomst ook Galloways te bemonsteren. De melkkoeien waarvan monsters werden genomen waren allen ouder dan zes jaar. De theoretisch berekende detoxificatiecapaciteit voor cadmium van de lever werd niet overschreden.

Het feit dat in de nieren het metallothioneïnegehalte lager is dan de berekende hoeveelheid MT's die nodig zouden zijn om alle Cd-ionen te kunnen binden, is een sterke aanwijzing dat de detoxificatiecapaciteit van de nieren overschreden is. Overschrijding van de detoxificatiecapaciteit kan leiden tot weefselschade, disfunctie van de nier en op langere termijn tot kanker. De detoxificatiecapaciteit van de nier werd zowel bij melkkoeien uit onvervuild als vervuild gebied overschreden. Een mogelijke verklaring voor de hogere cadmium- en loodgehaltenes bij alle melkkoeien is dat deze dieren naast gras en hooi ook veevoeder toegediend krijgen dat metalen kan bevatten. Er werden bijvoorbeeld gehalten in kuilvoer maïs gemeten van 0,29 mg/kg Cd, 0,73 mg/kg Pb en 0,14 mg/kg As (gegevens CODA-CERVA, ongepubliceerde resultaten). Ook de weilanden waarop runderen grazen worden soms

	Signaalwaarde lood	Signaalwaarde cadmium
Bodem grasland op zand	150 mg/kg droge stof	2 mg/kg droge stof
Bodem veengrond	150 mg/kg droge stof	3 mg/kg droge stof
Voedsel grazer	10 mg/kg droge stof	0,5 mg/kg droge stof

Tabel 2. Signaalwaarden van metalen in bodem en voedsel (naar Mennes & Winkler, 1992).

	Chronische loodvergiftiging	Chronische cadmiumvergiftiging
Runderen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- trage en ongecoördineerde bewegingen</li> <li>- bloedarmoede</li> <li>- anorexia of uitdroging</li> <li>- daling melkproductie</li> <li>- adem ruikt naar ammoniak</li> <li>- blauwzwarte verkleuring tandvlees</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verminderde eetlust</li> <li>- nierstoornissen</li> <li>- sterke vermagering</li> <li>- aantasting geslachtsdelen</li> <li>- haaruitval, schilferige huid, slechte vacht</li> <li>- aantasting gewrichten</li> </ul>
Paarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- droge ruwe huid</li> <li>- vermageren</li> <li>- hoge speekselproductie</li> <li>- gezwollen stijve gewrichten in benen</li> <li>- spierzwakte, coördinatioestoornissen</li> <li>- ademhalingsproblemen</li> <li>- verlamming keel en strottenhoofd met als gevolg een brullend geluid</li> <li>- blauwzwarte verkleuring tandvlees</li> <li>- geelzucht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nierstoornissen</li> <li>- osteoporose</li> <li>- botbreuken</li> <li>- aantasting gewrichten</li> </ul>

Tabel 3. Uiterlijk waarneembare effecten bij chronische vergiftiging.

bemest met minerale meststoffen die verhoogde cadmiumgehalten kunnen bevatten. Een verschil in gevoeligheid voor metaalverontreiniging tussen paarden en runderen kon in deze studie niet worden nagegaan door het te kleine aantal paarden. Uit ander studies, zoals het onderzoek naar metaalgehalten in Belgisch vee (MIRA, 2006; Waegeneers et al., 2009), de zinkvergiftiging van veulens in Nederland (Hoskam et al., 1982) en de risicostudie naar grazers in verontreinigde heideterreinen (Mennes & Winkler, 1992), blijkt telkens dat paarden als gevoeliger soort naar voren komen in relatie tot metaalverontreiniging. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat paarden de vegetatie korter tegen de bodem afgrazen dan runderen en ze hierdoor mogelijk meer bodemmateriaal en dus ook meer metalen opnemen. Ook de aanwezigheid van een grote blinde darm bij paarden kan er eventueel toe bijdragen dat metalen langer opgeslagen worden en daardoor meer worden geabsorbeerd. Dit is echter nog weinig onderzocht.

Tijdens dit onderzoek werden geen echte gezondheidsproblemen vastgesteld in relatie tot metaalverontreiniging, maar dit resultaat is voorlopig slechts indicatief. Om alle resultaten in een waterdichte richtlijn voor natuurbeheer te kunnen gie-ten is verder onderzoek vereist, maar het is wel al mogelijk om de grootste gezondheidsrisico's in te schatten en te vermijden.

Momenteel loopt een doctoraatsstudie aan de Universiteit Antwerpen waarbij het onderwerp verder wordt onderzocht.

### Concrete richtlijnen voor natuurbeheerders

Deze richtlijnen zijn opgesteld op basis van de resultaten van dit BeNeKempen onderzoek en de studie van Mennes & Winkler (1992). In de studie van Mennes & Winkler werden reeds enkele richtlijnen uitgewerkt op basis van literatuur en een modelmatige berekening van maximumnormen voor de dieren. De meeste richtlijnen bleken ook relevant voor de resultaten van deze BeNeKempen studie.

Indien beheerders vermoeden dat hun natuurgebied verontreinigd is met metalen en er zijn nog geen bodemgegevens over bekend bij overheden of andere instanties, dan kan het nuttig zijn om enkele bodemmonsters te laten analyseren om de metaalgehalten te bepalen. Indien de waarden hoger zijn dan de signaalwaarden (waarden waarboven gezondheidsproblemen voor de grazers mogelijk worden) kan er verder onderzoek worden verricht (tabel 2). Wanneer de gevonden gehalten in de bodem boven de signaalwaarde liggen, kan men een bijkomende screening doen van de plaatsen waar de dieren vaak grazen. De begraasde vegetatie (bijvoorbeeld gras of heide) en het strooisel kan dan onderzocht worden op de aanwezige metaalgehalten en er kan dan worden bekeken of deze gehalten de voedselnormen over-



Monsternamen van bloed en haar in Konigssteen in 2007 (foto: Saskia Roggeman).

Galloway tijdens monsternamen van haar en bloed in Konigssteen in 2007 (foto: Saskia Roggeman).



schrijden (tabel 2). Wanneer deze metaalgehalten de voedselnormen overschrijden is er een reële kans dat de dieren gezondheidseffecten kunnen vertonen. In dit geval is het aan te raden om de grazers in het gebied grondig te bestuderen en hun gezondheid goed in de gaten te houden. Als de dieren jaarlijks gevangen worden, kan van deze gelegenheid gebruik worden gemaakt om een haar- en bloedmonster van elk dier te nemen. Deze monsters kunnen dan in een labo worden onderzocht op

metaalgehalten en eventueel enkele bloedparameters.

Wanneer uit de bodem- en/of haar- en bloedanalyses blijkt dat er mogelijk een risico bestaat voor de grazer dan gelden onderstaande aanbevelingen:

ALGEMENE AANBEVELINGEN BIJ GRAZERS IN METAALVERONTREINIGDE NATUURGEBIEDEN:  
Bemonsteren van vegetatie, strooisellaag en minerale grond. Vergelijk de gevonden metaalgehalten met de signaalwaarden uit

tabel 2. Indien sommige metaalgehalten boven de signaalwaarde liggen kunnen volgende maatregelen nuttig zijn:

- 1) Goed observeren en keuren van de grazers. Let hierbij voornamelijk op uiterlijk waarneembare effecten (tabel 3), maar ook andere gezondheidsklachten kunnen een gevolg zijn van de metaalverontreiniging en moeten beoordeeld worden. Indien bepaalde symptomen niet weggaan na een aantal weken kan het dier beter uit het gebied worden verwijderd.
- 2) Plaatsen met hoge concentraties in de bodem en/of vegetatie ( $Cd > 0,5$  mg/kg droge stof,  $Pb > 10$  mg/kg droge stof) afschermen voor de grazers.
- 3) Zeer vervuilde gebieden of de meest vervuilde stukken terrein binnen een gebied alleen laten begrazen in periodes waarin de beschikbare metaalconcentraties het laagst zijn, nl. van halfweg april tot eind november.
- 4) Dieren op dichte bedekkingen laten grazen, zodat opname van bodemmateriaal geminimaliseerd wordt.
- 5) Zodanig toedienen van likstenen dat de dieren genoeg mineralen opnemen zonder daarvoor grond te moeten gaan eten. Toevoeging van zink en ijzer zal er daarenboven ook voor zorgen dat de gevoeligheid voor cadmium daalt.
- 6) Jonge dieren en drachtige of lacterende dieren kunnen tot 50% meer lood en ook meer cadmium opnemen dan andere dieren. Deze dieren moeten extra in de gaten gehouden worden en indien nodig tijdelijk verplaatst worden naar een minder vervuild terrein. Ook bijvoederen met onvervuild hooi kan een optie zijn.
- 7) In sommige zwaar verontreinigde gebieden kan plaggen ook een oplossing zijn om lood en cadmium af te voeren.
- 8) Ten slotte is het aangeraden om bij dieren uit vervuild gebied die geslacht zouden worden, monsters van lever, nier en bloed te laten analyseren op de aanwezige metaalgehalten en eventueel enkele biomerkers te meten in het bloed en de organen. Op die manier kun je de gezondheidsrisico's volledig inschatten.

#### Literatuur

- Boeck, G. De & T.T. Huong Ngo, K. Van Campenhout & R. Blust, 2003.** Differential metallothionein induction patterns in three freshwater fish during sublethal copper exposure. *Aquatic Toxicology*: 65: 413-424.
- Friberg, L., M. Piscator, G.F. Nordberg & T. Kjellström, 1974.** Cadmium in the environment. CRC Press, Cleveland.
- Gabriël, W., 1989.** Untersuchen über die Wirkung



subtoxischer Dosen Blei und Cadmium bei Aufnahme im Milchtaucher auf den Organismus von Mastkälbern sowie deren Pb- und Cd-Gehalte in Nieren, Lebern, Muskulatur und Skelett. *Dissertatie Med. Vet. Giesen, Duitsland.*

**Giroux, E. & P.J. Lachmann, 1984.** Kidney and liver metallothioneins in rats after administration of an organic compound. *The Journal of Biological Chemistry*: 259 (6): 3658-3662.

**Hoskam, E.G., G.J. De Graaf & N. Noorman & H.J. Over, 1982.** Zinkvergiftiging bij veulens. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 107 (18): 672-680.

**Mennes, W.C. & M.J. Winkler, 1992.** Grote grazers, zware metalen en heideterreinen. *Wetenschapswinkel biologie, Universiteit Utrecht. MIRA, 2006.* Achtergronddocument: Thema verspreiding van zware metalen. Milieuraapport Vlaanderen.

**Newman, M.C., 2001.** *Fundamentals of Ecotoxicology.* Lewis Publishers, CRC Press LLC.

**Stankovic, R.K., V. Lee, M. Kekic & C. Harper, 2003.** The expression and significance of metallothioneins in murine organs and tissue following mercury vapour exposure. *Toxicologic Pathology*: 31: 514-523.

**Stegeman, J.J., M. Brouwer, R.T. Di Giulio, L. Förlin, B.A. Fowler, B.M. Sanders & P.A. Van Veld, 1989.** Chapter 6: Molecular Responses to Environmental Contamination: Enzyme and Protein Systems as Indicators of Chemical Exposure and Effect. Huggett, R.J., R.A. Kimerie, P.M.Jr. Mehrle & H.L. Bergman (Eds.). *Biomarkers. Biochemical, Physiological, and Histological Markers of Anthropogenic stress.* Boca Raton, ewis Publishers: 235-335.

**Waegeneers, N., J.C. Pizzolon, M. Hoenig & L. De Temmerman, 2009.** Accumulation of trace elements in cattle from rural and industrial areas in Belgium. *Food additives & Contaminants: part A.* 26(3): 326-332.

### Summary

#### Use and welfare of herbivores used for nature management in metal polluted reserves

Metal pollution is worldwide still one of the most important environmental issues. During 2007 the effects of metals on horses and cows from polluted and unpolluted nature reserves were studied in order to evaluate possible health problems. Konik horses and Galloway cows from nature reserves and dairy cows from commercial farms were sampled. All

animals were selected based on age, sex and exposure time. From the horses and cows from nature reserves we sampled hair and blood. From dairy cows, sampled in the slaughterhouse additionally liver, kidney, muscle, lung and feces were taken. In all tissues metal concentrations (Cd, Pb, As, Cu, Fe, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Ag & Zn) were measured. In the blood we also measured some hematological parameters, ions and the biomarkers alanine aminotransferase (ALT) and Aspartate aminotransferase (AST). In liver and kidneys, the concentration of the metal binding protein 'metallothionein' (MT) was measured. During this study no apparent health problems in Galloways were found despite the elevated concentrations of Pb, Cd and As in the hair of animals from polluted areas. In all kidneys of dairy cows the theoretical detoxification capacity for Cd was exceeded. However, indications for health problems in horses were found, such as indications of kidney damage and/or liver damage observed by the blood biomarkers. Based on these results, some guidelines were proposed for nature managers to deal with metal polluted nature reserves where grazers are used for management.

Monstername van bloed en haar in de Stiemerbeek in 2007 (foto: Saskia Roggeman).



### Dankwoord

Dank gaat uit naar de Europese Commissie voor financiële steun van het BeNeKempem project via het Interreg-programma Euregio BeNeLux Middengebied. Dank gaat ook uit naar de verschillende partners die hebben gewerkt binnen het BeNeKempem project.

S.E.M. Roggeman, prof.dr. G. De Boeck & prof.dr. L.P.S.M. Bervoets  
Labo voor Ecofysiologie  
Biochemie & toxicologie  
Universiteit Antwerpen  
Groenenborgerlaan 171 / U7  
B-2020 Antwerpen  
saskia.roggeman@ua.ac.be

Het volledige rapport van deze studie (Roggeman, S., W. De Coen & L. Bervoets, 2008. Inzet en welzijn van dieren voor natuurbeheer in het BeNeKempem projectgebied. Rapport BeNeKempem/ OVAM, 79 blz.) is terug te vinden op de website: [www.benekempennatuur.eu](http://www.benekempennatuur.eu).