

PIMM-Biota 2002/2003, analyses in het kader van het Provinciaal Integraal Meetnet
Milieukwaliteit (PIMM), Provincie Zuid-Holland

Het hier beschreven onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Provincie Zuid-Holland

**PIMM-Biota 2002/2003, analyses in het kader van het
Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM),
Provincie Zuid-Holland**

**Deelrapport 1: Zware metalen in gras en risico's voor grote
grazers**

**J.J.C. van der Pol
A.T.C. Bosveld
N.W van den Brink**

Alterra-rapport 855.1

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Pol, J.J.C. van der, A.T.C. Bosveld, N.W. van den Brink, 2004. *PIMM-Biota 2002/2003, analyses in het kader van het Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM), Provincie Zuid-Holland; Deelrapport 1: Zware metalen in gras en risico's voor grote grazers*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 855.1. 69 blz. 7 fig.; 17 tab.; 22 ref.

In het kader van het Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM) van de Provincie Zuid-Holland is een studie uitgevoerd waarin zware metalen in gras zijn geanalyseerd. Doelstelling van het onderzoek was om trends in concentraties van zware metalen in gras te bepalen en een risicoanalyse voor grazers uit te voeren. De concentraties van zware metalen in grasmonsters van locaties uit de Krimpenerwaard bleken in het algemeen lager of gelijk aan de resultaten uit 1997 en 1998. Voor runderen is niet te verwachten dat zware metalen in het milieu (gras, grond, water) tot risico's zullen leiden. Het is echter mogelijk dat geval van koper risico's gerelateerd kunnen zijn aan het gebruik van krachtvoer en mineralenmengsels. Voor schapen zijn risico's als gevolg van koper in het gras en van lood in gras en bodem aannemelijk gemaakt. Verdere monitoring van deze twee stoffen en inventarisatie van de daadwerkelijke risico's verdient aandacht.

Trefwoorden: Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit, PIMM, zware metalen, gras, grote grazers, risico beoordeling

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 18,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 855.1. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Materiaal en Methoden	15
2.1 Onderzoekslocaties	15
2.2 Monstername	16
2.3 Chemische analyses	17
2.4 Afwijkingen van methodes zoals gebruikt in het huidige onderzoek en voorgaand PIMM-onderzoek	17
2.5 Metaalconcentraties in de tijd	18
2.6 Modelleringsblootstelling runderen	18
2.6.1 Model parametrisering	19
3 Resultaten	25
3.1 Zware metalen in gras	25
3.2 Vergelijking metaalanalyses Tauw en Alterra	26
3.3 Trendanalyse gehalten zware metalen in gras	27
3.4 Modelberekening van risico voor grazers	31
3.4.1 Risico's voor runderen	32
3.4.2 Risico's voor schapen	33
3.4.3 Risico's van zware metalen in gras volgens de Integrale Milieu Beoordelingssystematiek (IMB)	35
4 Discussie en conclusies	37
4.1 Gehalten zware metalen in gras	37
4.2 Trendanalyse gehalten in gras	37
4.3 Risico's voor grote grazers (rund en schaap)	38
4.4 Factoren die de risico's voor rund en schaap kunnen beïnvloeden	39
4.5 Worden er in de praktijk problemen met schapen gevonden?	41
4.6 Conclusie	41
Literatuur	43
Afkortingen	45
Aanhangsel 1 Gegevens met betrekking tot de monsterlocaties	47
Aanhangsel 2 Gegevens met betrekking tot metaalmetingen in gras in 1997 en 1998.	67

Woord vooraf

Door middel van het Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit wordt in de Provincie Zuid-Holland de stand van het milieu gedurende langere tijd gemonitord. Een van de onderdelen van deze monitoring is het meten van gehalten van zware metalen in gras van op natuurlijke wijze beheerde weilanden in de Krimpenerwaard. Daarnaast worden aan de hand van deze meetgegevens de risico's berekend voor grote grazers (rund en schaap).

Binnen dit kader heeft de Provincie Zuid-Holland aan ALTErrA opdracht verleend in 2002 concentraties van bepaalde zware metalen te bepalen in gras, deze te bezien ten opzichte van de meetresultaten van eerdere jaren en met behulp van de meetresultaten het risico voor grote grazers te berekenen. ALTErrA heeft daarvoor het model GGRAS gebruikt. De resultaten zijn neergelegd in dit rapport.

Voor de Provincie Zuid-Holland waren de contactpersonen mevrouw Katja Bojanova, de heer Johan van Zalinge en de heer Ron Mes.

Samenvatting

Om de status van de milieukwaliteit vast te stellen en om vroegtijdig en betrouwbaar veranderingen in de gehalten van prioritaire stoffen in het milieu en eventueel daaraan geassocieerde effecten en risico's in indicatorsoorten vast te stellen, is door de provincie Zuid-Holland een Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM) opgezet. Dit meetnet voorziet in een monitoring van de kwaliteit van het milieu (grond, water, lucht en biota) in de provincie Zuid-Holland. De huidige studie heeft een tweeledig doel: het bepalen van trends in concentraties van zware metalen in gras en uitvoeren van een risicoanalyse voor grazers. In weidegebieden staat gras aan de basis van de herbivore voedselketen. Contaminanten in de bodem kunnen opgenomen worden door het gras en mede daardoor beschikbaar komen voor herbivoren. Door periodiek de concentraties van verontreinigingen in het gras op vaste locaties te meten kan een beeld gevormd worden over het verloop in de tijd van deze concentraties. Daarnaast kan op basis van de gemeten concentraties in het gras, concentraties in de bodem en water, en kennis over de opname en toxiciteit van deze stoffen bij grote grazers zoals runderen en schapen, een analyse gemaakt worden van de risico's die de aanwezige concentraties van deze stoffen met zich meebrengen voor grazers.

In het kader van het PIMM worden eens per 4 jaar zware metalen in gras uit natuurweilanden en eens per 8 jaar uit agrarischeweilanden in de Krimpenerwaard gemeten. In de huidige studie zijn alleen natuurlocaties onderzocht. In september 2002 is op 20 verschillende locaties in natuurlijk beheerd grasland van het Zuid-Hollands Landschap in de Krimpenerwaard gras verzameld. Per locatie zijn drie sub-monsters van gras gemengd tot één mengmonster. In de grasmonsters zijn de volgende metalen gekwantificeerd: As, V, Cu, Cr, Pb, Zn, Ni, Cd. De blootstelling van runderen en schapen aan zware metalen is bepaald volgens een model waarmee op basis van voedselopname en de concentraties in grond, gras, en water, de dagelijkse opname berekend wordt. Deze berekende opname van zware metalen kan dan vervolgens worden vergeleken met Acceptabele Dagelijkse Opnamen (ADI) voor de verschillende zware metalen, bekend uit de literatuur.

Trendanalyse

In tabel I staat een overzicht van de concentraties in het gras zoals gevonden in het huidige onderzoek. Om de gemeten gehalten zware metalen in perspectief te plaatsen, zijn de gehalten van drie metalen (zink, cadmium en koper) vergeleken met metaalmetingen uit 1997 en uit 1998. Voor andere zware metalen bleek dit niet mogelijk te zijn. In deze vergelijkingen is voor zink een afname waarneembaar tussen 1997 en 1998, terwijl voor koper de concentraties in het algemeen niet af- of toenemen in de tijd. De afname van het cadmiumgehalte is minder duidelijk zichtbaar, maar lijkt wel op te treden. In het algemeen valt voor de drie metalen te zeggen dat de spreiding in de gehalten afneemt. Dit laatste kan door het voorkomen van minder extremen binnen de onderzoekslocaties verklaard worden, maar meer

waarschijnlijk is dat extremen afgevlakt zijn doordat in het huidige onderzoek anders dan in de eerdere studies mengmonsters verzameld zijn.

Tabel I. Samenvatting van de analyse van zware metalen in gras september 2002. (mg/kg ds.)

	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Gem.	0,9	0,1	1,9	9,5	2,1	1,2	< 0,8	45,5
Stdev.	0,1	0,0	1,3	1,4	0,8	1,1	-	6,9
Mediaan	0,9	0,1	1,3	9,6	2,1	1,1	< 0,8	46,9
95-p	1,1	0,2	3,6	11,3	3,6	3,8	< 0,8	55,4
75-p	1,0	0,1	2,8	10,6	2,7	1,2	< 0,8	50
Min	0,8	0,0	0,5	6,1	1,0	0,3	<0,8	35,1
Max	1,2	0,2	5,5	11,6	4,0	4,6	2,3	57,1

Gem.= gemiddeld gehalte (mg/kg ds.), Stdev.= standaarddeviatie van het gemiddelde (mg/kg ds.), 95-p = het 95-percentiel van de concentraties gemeten in gras (mg/kg ds.). Dit is de waarde waar 95% van de gemeten gehalten onder ligt, 75-p = het 75-percentiel van de concentraties gemeten in gras (mg/kg ds.). Dit is de waarde waar 75% van de gemeten gehalten onder ligt Min: minimum concentratie, Max: maximum concentratie.

Risicoanalyse

In tabel II staan de berekende risico's weergegeven als gevolg van opname van zware metalen door rund en schaap. Hierbij is rekening gehouden met opname via gras (op basis van de gemiddelde concentratie en van het 95 percentiel van de gevonden concentraties), en via grond en water, op basis van gegevens uit eerder uitgevoerd onderzoek. Er wordt voor het rund voor geen enkele stof een relevant risico gevonden (geen overschrijding van de ADI), zowel op basis van het gemiddelde en het 95 percentiel van de concentraties van deze metalen in het gras. Bij uitsplitsing naar innameroute blijkt dat de opname via de grond alleen relevant lijkt te zijn voor lood en koper, terwijl de blootstelling via het water voor alle metalen waarvoor metaalconcentraties bekend zijn in het water, zeer minimaal is.

Tabel II. Risico's voor rund en schaap op basis van gehalte van zware metalen in gras en eerder gepubliceerde grond- en waterconcentraties, wanneer R_{totaal} groter is dan 1 dan wordt de ADI overschreden en is er een risico op toxicologische effecten

	As	Cd	Cu	Pb	Zn
R_{totaal} , rund op basis van gemiddelde concentraties	0,01	0,03	0,38	0,18	0,02
R_{totaal} , rund op basis van 95 percentiel concentraties	0,01	0,06	0,43	0,27	0,03
R_{totaal} , schaap op basis van gemiddelde concentraties	0,01	0,12	2,30	0,52	0,04
R_{totaal} schaap op basis van 95 percentiel concentraties	0,01	0,20	2,65	0,78	0,04

Voor wat betreft schapen blijkt dat deze per kilogram lichaamsgewicht ongeveer 30% meer zware metalen opnemen via het gras dan runderen. Via de grond wordt ongeveer 120% meer opgenomen per kg lichaamsgewicht. Voor schapen wordt een overschrijding van de ADI voor koper gevonden, zowel op basis van het gemiddelde als van het 95 percentiel, als 'worst-case' (Tabel II). Het grootste deel van de opname van koper door schapen verloopt door opname via het gras (ongeveer 80% van de totale opname). Blootstelling aan de gemiddelde concentraties van de andere zware metalen leidt niet tot risico's. Wat echter wel opvalt is dat de ADI voor lood bijna bereikt wordt (78%) als het 95 percentiel van de loodconcentraties als 'worst-case' situatie wordt gebruikt. Als de maximaal gevonden concentratie van lood in gras

wordt gebruikt in plaats van het 95-percentiel wordt een R_{totaal} van 0.86 berekend. Het is daarmee aannemelijk dat risico's voor schapen ook als gevolg van blootstelling aan lood op bepaalde locaties niet uit te sluiten zijn. Hierbij kan worden opgemerkt dat een groot deel van de blootstelling aan lood via opname van grond verloopt.

Een criterium waartegen verontreinigingen in gras afgezet dienen te worden is de Integrale Milieu Beoordelingssystematiek (IMB) gebruikt door de Provincie Zuid-Holland. Het criterium in de IMB is dat het 75-percentiel van de gevonden concentraties van de zware metalen onder de Veevoeder Norm (VVN) moet liggen, dan zijn de concentraties acceptabel. Voor de gevonden concentraties geldt dat de 75-percentielen van alle zware metalen onder de VVN liggen, en daarmee zijn de gevonden concentraties acceptabel volgens het IMB. Voor koper en chroom kan worden opgemerkt dat de 75-percentiel concentraties hoger liggen dan 50% van de VVN voor het schaap, terwijl de maximale concentratie van chroom boven de VVN ligt.

Conclusie:

Trends

De concentraties van zware metalen in grasmonsters van de onderzochte locaties uit de Krimpenerwaard zijn in het algemeen lager of gelijk aan de resultaten uit 1997 en 1998.

Risico's

Voor runderen is niet te verwachten dat zware metalen in het milieu (gras, grond, water) tot risico's zullen leiden. Uit een recent landelijk onderzoek blijkt dat een dergelijk risico in het geval van koper uit een andere hoek kan komen, met name het gebruik van krachtvoer en mineralenmengsels. Dat kan bovendien tot ophoping in de bodem leiden.

Voor schapen zijn risico's aannemelijk gemaakt als gevolg van koper in het gras en van lood in gras en bodem. Verdere monitoring van deze twee stoffen en inventarisatie van de daadwerkelijke risico's verdient aandacht

1 Inleiding

Om de status van de milieukwaliteit vast te stellen en om vroegtijdig en betrouwbaar veranderingen in de gehalten van prioritaire stoffen in het milieu en eventueel daaraan geassocieerde effecten in indicator soorten vast te stellen, is door de provincie Zuid-Holland een Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM) opgezet. Dit meetnet voorziet in een meerjarige monitoring van de kwaliteit van het milieu (grond, water, lucht en biota) in de provincie Zuid-Holland. Door de milieukwaliteit te monitoren kunnen veranderingen gesignaleerd worden. Mede op basis van deze kennis kan provinciaal beleid ontwikkeld worden. De biota die in het kader van het meetnet onderzocht worden omvatten 1) gras, 2) regenwormen en 3) mollen.

In weidegebieden staat gras aan de basis van de herbivore voedselketen. Contaminanten in de bodem kunnen opgenomen worden door het gras en mede daardoor beschikbaar komen voor herbivoren. Door periodiek de concentraties van verontreinigingen in het gras op vaste locaties te meten kan een beeld gevormd worden over het verloop in de tijd van deze concentraties.

Daarnaast kan op basis van de gemeten concentraties in het gras, de concentraties in water en bodem en kennis over de opname en toxiciteit van deze stoffen bij grote grazers zoals runderen en schapen, een analyse gemaakt worden van de risico's die de aanwezige concentraties van deze stoffen met zich brengen voor grazers. In het voorliggende rapport zal de nadruk liggen op toxicologische risico's voor de grazers zelf. Er wordt geen uitspraak gedaan over eventuele humane risico's als gevolg van doorvergiftiging van metalen naar de humane voedselketen.

Het voorliggend deelonderzoek is gericht op de beantwoording van de volgende vragen:

- Wat zijn de concentraties zware metalen in gras in 2002 § 3.1.
- Welke trend is te zien bij beschouwing van concentratiegegevens over de periode 1997-2002 § 3.2.
- Wat zijn de risico's van de waargenomen concentraties zware metalen in gras voor grote grazers? § 3.3.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Onderzoekslocaties

In het kader van het PIMM worden eens per 4 jaar zware metalen in gras uit agrarische- en natuurweilanden in de Krimpenerwaard gemonitord. In de huidige studie worden alleen natuurlocaties onderzocht. Dat vanwege het belang van het provinciale beleid bij natuurontwikkelingprojecten in dit gebied en door financiële overwegingen. Op (jonge) natuurlocaties is verzuring te verwachten hetgeen voor de beschikbaarheid van zware metalen van groot belang is.

In de periode 9-12 september 2002 is op 20 verschillende locaties in natuurgebieden van het Zuid-Hollands Landschap in de Krimpenerwaard gras verzameld (zie figuur 1 & tabel 1). In bijlage 1 wordt van elk monsterpunt een beschrijving gegeven (waar mogelijk met een foto van de ingang van het perceel) en de GPS-coördinaten van elk sub-monster worden gepresenteerd. Elk perceel is gemarkeerd met een geel piketpaaltje om terugvinden in de toekomst te vergemakkelijken.

Tabel 1. Monsterlocaties gras. LOC_ID is een unieke monsterlocatie-code gebruikt door de Provincie Zuid-Holland; VOORLOPIG_LOC_ID is een werkcode van een (meng)monster van een bepaalde locatie, gebruikt door Alterra

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	X coord	Y coord
KW03N	N01	105788	437550
Z01	N02	106090	439400
Z02	N03	106160	439410
KW06N	N05	106860	443110
Z09	N06	108650	444180
Z05	N07	108680	445580
Z07	N08	108890	445310
Z10	N09	108920	443890
Z08	N10	109230	445060
KW50N	N11	109670	436670
Z18	N12	109670	436780
Z17	N13	109800	437200
Z15	N14	110880	437570
Z16	N15	110930	437550
Z14	N16	112600	439650
Z13	N17	112700	439670
KW17N	N18	112940	439550
Z11	N19	116790	441370
Z12	N20	116800	441790
KW21N	N21	117000	442000



Figuur 1. Voorbeeld van een markering bij percelen

Per locatie zijn drie verspreid liggende oppervlakten van 10x10 m geselecteerd voor monsternamen van gras, waarbij het eerste oppervlakte (monster A) geselecteerd is op basis van de in tabel 1 en aanhangsel 1 aangegeven coördinaten. De twee overige oppervlakten zijn 50 m hiervan verwijderd in beide richtingen van de lengterichting van het perceel (monster B 50 meter verder vanaf de ingang van het perceel en monster C 50 meter in de richting van de ingang van het perceel). Bij de locaties is vastgesteld dat er geen zichtbare verontreinigingsbronnen (incl. hekken en hoogspanningskabels) in de directe omgeving aanwezig zijn. Met behulp van een GPS zijn van elke sub-locatie de coördinaten vastgesteld.



Figuur 2. Drie deelmonsters afkomstig van één locatie

2.2 Monsternamen

Gras is verzameld door het binnen de geselecteerde oppervlakten met een handschaar af te knippen.

Per locatie (drie oppervlakten van 10x10 m) is in totaal ca. 1000 g. gras verzameld.. De submonsters van de drie vlakken zijn ter plaatse gemengd tot één monster. Dit is in afwijking tot de methodes zoals gebruikt in eerder PIMM-onderzoek. Dit zal in §2.4 besproken worden. Het gras is in een open plastic zak bewaard (gedurende de monsternamen achter in de auto) en daarna direct overgedragen aan de analytische afdeling.



Figuur 3. Gereedschap voor monstername



Figuur 4 Eén mengmonster per locatie.

2.3 Chemische analyses

De verzamelde grasmonsters zijn in zijn geheel gedroogd bij 70°C en contaminatievrij gemalen. De gedroogde monsters zijn daarna gedestrueerd met koningswater en in het destuaat zijn met behulp van ICP-AES de volgende metalen gekwantificeerd: As, V, Cu, Cr, Pb, Zn, Ni, Cd. Voor elk metaal worden de meetresultaten per monsterlocatie gepresenteerd, alsmede de gemiddelde concentratie voor alle locaties, het 95-percentiel van de gemeten concentraties (als worst-case benadering) en de laagst en hoogst gemeten gehalten in het gras. Alle waarden worden gepresenteerd op basis van droge stof.

2.4 Afwijkingen van methodes zoals gebruikt in het huidige onderzoek en voorgaand PIMM-onderzoek

In het huidige onderzoek zijn methodes toegepast die enigszins afwijken ten opzichte van voorgaand onderzoek in het kader van PIMM. Met name het samenstellen van een mengmonster van drie deelmonsters per locatie is afwijkend. In het huidige onderzoek is ervoor gekozen om deelmonsters te verzamelen omdat dit een beter beeld geeft van de situatie op een locatie. In tegenstelling tot voorgaande studies is de

huidige studie erop gericht een risicoschatting te maken voor grote grazers. Deze dieren integreren de verontreinigingen in de ruimte, met andere woorden ze nemen de zware metalen in een groter gebied op. Het gebruik van getallen van een mengmonster, samengesteld uit verschillende doet meer recht aan het integrerend karakter van de blootstelling van grote grazers dan een enkel monster. Het effect van het nemen van deelmonsters op de resultaten van de concentratiemetingen kan zijn dat er minder extremen gevonden worden. Echter, als er een extreem hoge of lage concentratie gevonden wordt is dit in bij gebruik van mengmonsters een betrouwbaardere afspiegeling van de lokale situatie, en minder gerelateerd aan toeval bij de monsternamen.

In het huidige onderzoek worden ook iets andere chemische bepalingen gebruikt. Om een schatting te kunnen maken van eventuele meetverschillen tussen de laboratoria van TAUW (waar voor de vroegere onderzoeken de analyses plaatsvonden) en Alterra, zijn enkele monsters op beide instituten geanalyseerd en de resultaten worden in §3.2 besproken.

2.5 Metaalconcentraties in de tijd

De resultaten van de metaalmetingen worden vergeleken met de metaalmetingen zoals die eerder zijn uitgevoerd in het kader van PIMM in 1997 en 1998 (digitale gegevens aangeleverd door de Provincie Zuid-Holland uit de PIMM-database). Doel hiervan is te bekijken welke ontwikkelingen in de tijd plaatsvinden. Omdat slecht drie maal bemonsterd is, is (nog) geen sprake van een betrouwbare reeks van gegevens waarop een trendanalyse kan worden gebaseerd. De vergelijking levert een indicatie op met betrekking tot de ontwikkeling van de metaalgehalten vanaf 1997.

2.6 Modelleren blootstelling runderen

De blootstelling van runderen aan zware metalen is berekend volgens een model (GGRAS, Ma et al 2001) waarin op basis van voedselopname en de concentraties in grond, gras, bijvoeders en water, de dagelijkse opname en de accumulatie in diverse organen berekend kan worden. Op basis van een vergelijk van deze waarden met toxicologische Accepteerbare Dagelijkse Opnamen (ADIs) wordt in het model een risicofactor (mate van overschrijding van de ADI) berekend. De berekeningen zijn uitgevoerd met de gebiedsgemiddelden voor de concentraties van zware metalen alsmede met de 95-percentiel waarden voor een 'worst-case' scenario. Op lokaal niveau wordt gekeken of overschrijding van de ADI optreedt door vergelijking van deze waarde met de hoogst gemeten concentratie in het gewas. De bijdrage van grondinname wordt gebaseerd op gehalten in eerder geanalyseerde bodemonsters (Tummers 1998) en voor water worden concentraties gebruikt uit het deelmeetnet water van het PIMM.

Het model (GGRAS), dat ontwikkeld en gebruikt is in eerdere studies in de Broekpolder (Ma et al., 2001) ziet er als volgt uit:

$$R_i = \{[C]_g * I_g + [C]_v * I_v + [C]_w * I_w\} / lg * ADI_i$$

Waarin:

R_i	Risico quotiënt, dit is de ratio tussen de dagelijkse opname van een metaal zoals berekend uit de verschillende voedselcompartimenten, gedeeld door de acceptabele dagelijkse inname. Als $R_i > 1$ dan zijn er risico's aannemelijk
$[C]_g$ en $[C]_v$ en $[C]_w$	respectievelijk de concentratie van stof i in grond (mg/kg ds.), voedsel (mg/kg ds.) en drinkwater (mg/l).
I_g en I_v en I_w	dagelijkse inname van respectievelijk de hoeveelheid grond (kg d.s.), voedsel (kg d.s.) en drinkwater (l).
lg	het lichaamsgewicht in kg levend gewicht.
ADI_i	Acceptable Daily Intake (Acceptabele Dagelijkse Inname, mg/kg lg/dag), de hoogste dagelijkse opname van stof i , waarbij nog geen sprake is van waarneembaar toxisch effect op het individu.

2.6.1 Model parametrisering

Om de blootstelling bij runderen en schapen te berekenen is uitgegaan van de modelparameters (basisgegevens met betrekking tot runderen en schapen) zoals getoond in tabel 2. De grondinname is gebaseerd op literatuurgegevens. Bij runderen is aangenomen dat een rund van 700 kg gemiddeld ongeveer 0.6 kg/dag grond inneemt als bijvraat (van Hooft 1995), terwijl voor een schaap van 80 kg deze inname op 0.1 kg/dag is geschat (Jansen en Huinink, 2000). De waterinname is geschat op basis van de aanname dat een dier ongeveer 10% van het levend gewicht aan waterbehoefte heeft (Projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne, 1997). Dit is inclusief het water dat via het gewas wordt binnenkregen. Het aandeel water dat via het gewas wordt ingenomen kan worden berekend met de aanname dat het gewas een vochtpercentage van ongeveer 60% heeft. Dit betekent bij een dagelijkse inname van 15 kg droge stof gewas, een rund ongeveer 22,5 liter water via het gewas binnen krijgt. 15 kg droge stof representeert namelijk 40% van totale gewas biomassa, aan versgewicht wordt er dan $15/40*100$ is 37,5 kg gewas gegeten. Hiervan is 60% vocht, wat wil zeggen 22,5 kg water. Totale behoefte aan drinkwater is dan de totale behoefte (10% van 700 kg) minus het deel via het gewas (22,5 liter): $70-22,5 = 47,5$ liter. Voor het schaap kan zo ongeveer 4,25 liter worden afgeleid.

Tabel 2. Modelparameters (basisgegevens). 1: Van Hooft 1995, 2: Jansen & Huinink 2000 3: Projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne 1997

	Rund	Schaap
Lichaamsgewicht (lg)	700 kg	80 kg
Grasinname	15 kg/dag ¹	2.5 kg/dag ²
Waterinname (I_w)	47.5 ³	4.25 ³
Grond bijvraat (I_g)	0.6 kg/dag ¹	0.1 kg/dag ²

Naast deze gegevens zijn voor berekening van het risicoquotiënt R_i : toxicologische gegevens nodig. Daarvoor wordt de Acceptabele Dagelijkse Inname (ADI) gebruikt. Dit is een algemeen geaccepteerde norm die aangeeft (op basis van wetenschappelijke gegevens) hoeveel van een stof een organisme dagelijks kan innemen zonder daarvan schadelijke effecten te ondervinden. De ADI is (vaak) een afgeleide norm. Ten grondslag aan deze norm liggen studies waarin naar effecten van stoffen op organismen is gekeken (toxicologie). Vaak wordt, bij onvoldoende beschikbaarheid van betrouwbare toxiciteitgegevens, een veiligheidsfactor toegevoegd.

In onderstaande tabel (Tabel 3) zijn de beschikbare ADI's weergegeven voor runderen.

ADI rund

Tabel 3. Acceptabele dagelijkse inname (ADI), gebruikt in de risicobeoordeling voor runderen

Stof	ADI (mg/kg lg/d)
Arseen	5
Cadmium	0,09
Koper	0,67
Lood	0,6
Zink	30

Hieronder wordt aangegeven op basis van welke gegevens en hoe gekomen is tot bovenstaande ADI's. Uitgegaan is daarbij van een dagelijkse inname van 15 kg voer (op basis van droge stof) en een lichaamsgewicht van 700 kg voor runderen.

Arseen

Gegevens uit literatuur

- Runderen kunnen As verdragen tot 5 mg/kg lg/dag (milligram stof per kilogram lichaamsgewicht per dag) (LAC 1991). Uit deze studie blijkt dat blootstelling aan arseen voornamelijk plaatsvindt via directe grondopname. De concentraties in gewas zijn laag en dragen niet of nauwelijks bij tot enige blootstelling. De omvang van de grondopname is derhalve sterk bepalend voor de omvang van de blootstelling.

Keuze van ADI rund

ADI (**5 mg As/kg lg/dag**) is in deze studie bepaald en kan direct worden gebruikt.

Cadmium

Gegevens uit literatuur

- Een opname van cadmiumchloride in het voer in een dagelijkse hoeveelheid van 300 mg/kg ds Cd leidde over een periode van 2 weken tot vermindering in de melkproductie en voedselopname (Stoop & Rennen 1991). Dit is een inname van 4500 mg Cd/dag en oftewel een Dagelijkse Inname (DI) van 6,4 mg/kg lg/dag.
- De LOEC (Lowest Observed Effect Concentration: laagste concentratie waar nog effecten waarneembaar zijn) voor voer welke bij koeien leidde tot chronische verschijnselen van cadmiumvergiftiging bedroeg in een studie 40-160 mg/kg ds (Rosenberger et al. 1970). Dit is een inname van 600 – 2400 mg/dag wat overeenkomt met een DI van 0,9-3,4 mg/kg lg/dag.

- Een dagelijkse opname van 2,4 mg/kg ds door volwassen runderen bracht over een periode van 3 maanden geen uiterlijk waarneembare effecten teweeg (Mennes & Winkler 1992). Dit correspondeert met een opname van 36 mg/dag en leidt tot een DI van 0,05 mg/kg lg/dag.

Keuze van ADI rund

Uitgaande van een LOEC kan een NEC (No Effect concentration: berekende concentratie waarvan wordt aangenomen dat er geen effecten optreden) berekend worden door de LOEC door 10 te delen (cf. Ma et al. 2001) uitgaande van een DI van 0,9-3,4 mg/kg lg/dag, die is gekoppeld aan een LOEC, kan een ADI worden berekend van 0,09 mg/kg lg/dag (0,9/10). Dit is in dezelfde orde van grootte van de DI waarbij geen effecten meer waarneembaar waren (Mennes & Winkler 1992).

In dit onderzoek is een ADI voor Cd aangenomen van **0,09 mg/kg lg/dag**.

Koper

Gegevens uit literatuur

- Runderen kunnen bij een opname van 15 kg ds een Cu-gehalte tot 80 mg/kg ds in het dagelijks rantsoen ruwvoer verdragen (LAC 1991). Dit is een inname van 1200 mg/dag en leidt tot een DI van 1,71 mg/kg lg/dag.
- In een onderzoek met volwassen runderen die blootgesteld werden aan een kopergehalte van 468-1950 mg/dag werden geen effecten waargenomen (Stoop et al. 1991). Dit leidt tot een DI van 0,67 – 2,78 mg/kg lg/dag
- Daarentegen bracht 400-500 mg/kg versgewicht voer allerlei toxische effecten teweeg. (Stoop et al. 1991). Dit is een DI van 26 - 29 mg/kg lg/dag.

Keuze van ADI rund

Op basis van deze gegevens wordt voor de risicoberekening uitgegaan van een ADI voor koper van **0,67 mg/kg lg/dag**.

Lood

Gegevens uit literatuur

- Een loodopname van 3600-4200 mg/dag (DI: 5,1-6 mg/kg lg/dag) leidde bij koeien van 600 kg tot chronische vergiftigingsverschijnselen (Rosenberger et al. 1970).
- Een minimale toxische dosis via het voer bedroeg voor volwassen runderen 250 mg/kg lg. Chronische opname van 6-7 mg/kg lg/dag leidde tot effecten (Stoop & Rennen 1990). Deze inname werd beschouwd als LOEC.
- Bij 160 mg/kg d.s. (= inname van 3,4 mg/kg lg/dag) vertoonden met name koeien tekenen van loodintoxicatie. Er werd uitgegaan van een maximale dagelijkse inname 2,1 mg/kg lg/dag. (Mennes & Winkler 1992).

Keuze van ADI rund

De NEC is dan 0,6 mg Pb/kg lg/dag (= LOEC/10) Op basis van deze gegevens gaan we uit van een schatting van de ADI voor lood van **0,6 mg/kg lg/dag**

Zink

Gegevens uit literatuur

- Runderen kunnen 30 mg/kg lg/dag opnemen en verdragen (LAC 1991).
- De conclusie uit een ander onderzoek was dat zinkconcentraties van 100-500 mg/kg voer (vers) nog geen schadelijke effecten bij runderen laten optreden (Stoop

et al. 1992). Dit is 300-1500 mg/kg voer (droog) en komt overeen met een inname van zink van 1500 – 22500 mg/dag en leidt tot een DI van 32 mg/kg lg/dag.

•

Keuze van ADI rund

Als ADI voor zink wordt gebruikt: **30 mg/kg lg/dag**

ADI Schaap

Tabel 4. Acceptabele dagelijkse inname (ADI) gebruikt in de risicobeoordeling voor schapen

Stof	ADI (mg/kg lg/d)
Arseen	5
Cadmium	0,035
Koper	0.16, 0.33 & 0.67
Lood	0.3 & 0.6
Zink	44

Hieronder wordt aangegeven op basis van welke gegevens en hoe gekomen is tot bovenstaande ADIs. Uitgegaan is daarbij van een dagelijkse inname van 2,5 kg voer (op basis van droge stof) en een lichaamsgewicht van 80 kg voor schapen.

Arseen

Gegevens uit literatuur

- Voor arseen zijn geen toxicologische gegevens beschikbaar die herleidbaar zijn tot een ADI. In de risico analyse wordt daarom terug gevallen op 5 mg/kg lg/dag, de ADI van runderen. In de discussie zal worden besproken wat een eventuele andere soortspecifieke gevoeligheid van schapen tot gevolg heeft voor het risico van blootstelling aan arseen.

Keuze van ADI schaap

De ADI rund (**5 mg/kg lg/dag**) wordt ook gebruikt voor schapen.

Cadmium ADI schaap

Gegevens uit literatuur

- In een studie worden effectgrenzen bepaald voor cadmium. Bij een DI voor lever van 5 mg/dag en voor de nier 2,8 mg/dag worden geen effecten verwacht. (Puls 1988). Dit leidt tot ADI's van respectievelijk 0,06 en 0,035 mg/kg lg/dag.

Keuze van ADI schaap

Een ADI voor Cd van **0,035 mg/kg lg/dag** wordt gebruikt voor schapen

Koper

Gegevens uit literatuur

- In verschillende publicaties wordt aangegeven dat een koperopname van 0,11-0,16 mg/kg lg/dag niet tot effecten leidt bij schapen, terwijl bij een DI van 3,6-3,7 mg/kg lg/dag resulteerde in inductie van bepaalde enzymen (glutamaat dehydrogenase, Bickhardt et al. 1997, Humann-Ziehank et al. 2001).

Keuze van ADI schaap

In de huidige studie zal als ondergrens **0,16 mg/kg lg/dag** worden aangenomen, en zal verder aangegeven worden wat de risico's zijn als de schapen 2 keer zo gevoelig zijn als runderen (ADI: 0,33 mg/kg lg/dag) en bij een gelijkwaardige gevoeligheid (ADI: 0,67 mg/kg lg/dag).

Lood

Gegevens uit literatuur

- In een experimentele studie zijn geen effecten van lood aantoonbaar gebleken op de activiteit van delta-aminolaevulinic acid (ALAD) bij een opname van 0,3 mg/kg lg/dag (Hapke & Prigge, 1973). ALAD activiteit is een specifieke merker voor blootstelling aan lood, en verdubbeling van de opname van lood door schapen resulteerde in een significante vermindering van de ALAD activiteit, terwijl een vijfvoudige verhoging van de opname kan resulteren in mortaliteit binnen een week.

Keuze van ADI schaap

Een ADI van **0,3 mg/kg lg/dag** zal worden gebruikt in geval van lood bij schapen. In de discussie zal ook worden ingegaan op een ADI van 0,6 mg Pb/kg lg/dag (= ADI rund).

Zink

Gegevens uit literatuur

- In een blootstellingstudie, waarbij schapen experimenteel zijn blootgesteld aan verschillende concentraties zink in hun dieet, was geen accumulatie van zink in lever en nier waarneembaar bij een voedselconcentratie van 1400 mg/kg ds (Henry et al. 1997). Bij 2100 mg/kg ds was een significante toename van de zink concentraties waarneembaar in lever en nier. Hoewel er geen effectniveaus gegeven zijn, en het daarmee niet direct aantoonbaar is dat de accumulatie bij 2100 mg/kg ds ook daadwerkelijk tot effecten zou leiden, is het in ieder geval te verwachten dat bij afwezigheid van accumulatie, effecten niet aannemelijk zijn. Dit is het geval bij een inname van 3500 mg Zn/dag en leidt tot een ADI van 44 mg/kg lg/dag.

Keuze van ADI schaap

Een ADI van **44 mg/kg lg/dag** zal worden gebruikt. Aangegeven zal worden in de discussie wat het effect is als er een minder conservatieve grens wordt aangenomen

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de metingen in het bemonsterde gras gepresenteerd, worden deze in het licht gehouden ten opzichte van de meetresultaten die in het verleden in het kader van PIMM zijn uit gevoerd en wordt het risico voor runderen en schapen berekend bij blootstelling aan gewassen met gemeten stofconcentraties.

3.1 Zware metalen in gras

In onderstaande tabel (Tabel 5) worden de meetresultaten weergegeven van het op 9, 10 en 11 september 2002 verzamelde gras per monsterlocatie. Als een <-teken wordt weergegeven wil dit zeggen dat het gevonden gehalte kleiner is dan de detectielimiet.

Tabel 5. Analyse resultaten zware metalen in gras (mg/kg ds)

	VOORLOPIG	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
LOC_ID	LOC_ID								
KW03N	N01	0,93	0,12	0,77	9,32	1,05	1,20	< 0,75	41,3
KW06N	N05	0,79	0,16	0,98	8,48	1,24	0,65	< 0,75	39,0
KW17N	N18	0,83	0,10	2,78	9,51	2,05	0,95	< 0,75	57,1
KW21N	N21	0,97	0,18	2,38	10,61	2,53	3,79	< 0,75	52,3
KW50N	N11	0,88	0,12	1,33	10,28	1,72	0,85	< 0,75	47,5
Z01	N02	0,82	< 0,05	1,04	6,14	1,77	0,72	< 0,75	37,4
Z02	N03	1,12	0,16	0,84	10,98	1,11	< 0,50	< 0,75	47,9
Z05	N07	1,00	0,10	1,32	10,56	1,85	0,67	< 0,75	55,3
Z07	N08	0,95	0,09	3,51	9,62	3,54	1,36	< 0,75	41,4
Z08	N10	0,97	0,15	2,14	10,02	2,15	1,65	< 0,75	54,2
Z09	N06	1,01	0,08	0,83	9,66	1,53	0,76	< 0,75	35,1
Z10	N09	0,96	0,11	0,66	8,04	1,02	1,06	< 0,75	35,7
Z11	N19	0,99	0,12	0,53	10,65	2,91	1,13	< 0,75	44,2
Z12	N20	0,87	0,20	0,46	10,11	3,06	0,83	< 0,75	49,8
Z13	N17	1,19	0,13	2,11	11,26	2,08	4,60	2,28	50,1
Z14	N16	0,93	0,12	2,83	11,62	3,05	0,77	< 0,75	47,7
Z15	N14	0,99	0,13	5,46	7,67	3,95	1,21	< 0,75	51,0
Z16	N15	0,87	0,09	2,81	8,65	2,67	< 0,50	< 0,75	46,2
Z17	N13	0,93	0,08	3,50	8,18	2,09	1,30	< 0,75	35,9
Z18	N12	0,89	0,10	1,15	8,85	1,39	1,20	< 0,75	40,4

In onderstaande tabel (Tabel 6) worden de resultaten samengevat.

Tabel 6. Samenvatting van de analyse van zware metalen in gras september 2002. (mg/kg ds.)

	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Gem.	0,9	0,1	1,9	9,5	2,1	1,2	< 0,8	45,5
Stdev.	0,1	0,0	1,3	1,4	0,8	1,1	-	6,9
Mediaan	0,9	0,1	1,3	9,6	2,1	1,1	< 0,8	46,9
95-p	1,1	0,2	3,6	11,3	3,6	3,8	< 0,8	55,4
75-p	1,0	0,1	2,8	10,6	2,7	1,2	< 0,8	50
Min	0,8	0,0	0,5	6,1	1,0	0,3	<0,8	35,1
Max	1,2	0,2	5,5	11,6	4,0	4,6	2,3	57,1

Gem.= gemiddeld gehalte (mg/kg ds.), Stdev.= standaarddeviatie van het gemiddelde (mg/kg ds.), 95-p = het 95-percentiel van de concentraties gemeten in gras (mg/kg ds.). Dit is de waarde waar 95% van de gemeten gehalten onder ligt, 75-p = het 75-percentiel van de concentraties gemeten in gras (mg/kg ds.). Dit is de waarde waar 75% van de gemeten gehalten onder ligt Min: minimum concentratie, Max: maximum concentratie.

3.2 Vergelijking metaalanalyses Tauw en Alterra

In 1997 en 1998 zijn de metaalanalyses in het kader van PIMM uitgevoerd door TAUW. Bij een vergelijking tussen studies die door verschillende laboratoria zijn uitgevoerd is het noodzakelijk de mogelijk afwijking in de methodes te beschouwen. In Tabel 7 staan de analyse resultaten van 5 gras monsters die zowel bij Tauw als bij Alterra zijn geanalyseerd. Wat het eerste opvalt in de tabel is dat de analyses bij Tauw over het algemeen voor cadmium en arseen hogere detectie limieten laten zien. Hierdoor is het niet mogelijk gebleken eens statistische analyse uit te voeren voor die metalen. In het geval van koper en zink zijn de concentraties statistisch verschillend tussen de twee laboratoria. De concentraties koper zijn gemiddeld 11% hoger wanneer geanalyseerd door Tauw terwijl dit voor zink gemiddeld 13% hoger is. Lood concentraties zijn gemiddeld even hoog.

Tabel 7. Concentraties van zware metalen in enkele grasmonsters die zowel door het laboratorium van Tauw als van Alterra zijn geanalyseerd. Statistische analyses door middel van ANOVA: n.g. niet statistisch geanalyseerd, n.s.: niet significant

LOC ID	VOORLOPIG LOC_ID	Lab	Cd	Cu	Pb	Zn	As
KW21N	N21	Tauw	0,1	12	4	60	< 5
Z01	N02	Tauw	<0,1	7	1	42	< 5
Z11	N19	Tauw	<0,1	12	1	48	< 5
Z13	N17	Tauw	<0,1	13	4,5	55	< 5
Z15	N14	Tauw	<0,1	9	1	55	< 5
KW21N	N21	Alterra	0,18	11	4	52	0,97
Z01	N02	Alterra	< 0,05	6	1	37	0,82
Z11	N19	Alterra	0,12	11	1	44	0,99
Z13	N17	Alterra	0,13	11	5	50	1,19
Z15	N14	Alterra	0,13	8	1	51	0,99
		Gem. Tauw	< 0,1	10,6	2,3	52,0	< 5
		Gem. Alterra	0,1	9,3	2,3	47,0	0,99
Statistische analyse							
Effect van		Lab	n.g.	< 0,01	n.s.	< 0,01	n.g.
		Locatie	n.g.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.g.

3.3 Trendanalyse gehalten zware metalen in gras

Om de gemeten gehalten zware metalen in perspectief te plaatsen van gehalten die gemeten zijn in het verleden, zijn de gehalten van drie metalen (zink, cadmium en koper) vergeleken met metaalmetingen uit 1997 en uit 1998. Deze gegevens zijn in tabelvorm toegevoegd in aanhangsel 2 en hier in grafiek (figuur 5).

Voor de andere metalen zijn geen gegevens uit het verleden beschikbaar. Eerst zullen de gegevens per locatie worden benaderd, waarna een analyse wordt gepresenteerd op basis van gebiedsgemiddelden. In de laatste analyse zal in het geval van koper een nadere analyse worden uitgevoerd waarbij het methodologische verschil van gemiddeld 11% zal worden overbrugd door de gehalten van 2002 met 1.11 te vermenigvuldigen en dan te vergelijken met de data uit 1997 en 1998. Voor zink zullen de data met 1,13 worden vermenigvuldigd om het systematische verschil van 13% (tabel 7) te overbruggen.

Koper in individuele monsters

De koper concentraties in het gras zijn in de tijd op de meeste locaties lager geworden (figuur 5, bovenste grafiek). Hierbij lijken er zich twee verschillende patronen af te tekenen. Op de locaties Z10 t/m Z18 de concentraties zijn de concentraties het hoogst in 1997 (donkergrijze kolommen) terwijl op de locaties Z01, Z02, Z05, Z07, Z08 en Z09 de koper concentraties het hoogst waren in 1998 (lichtgrijze kolommen). De concentraties in 2002 (witte kolommen) zijn in de meeste gevallen lager dan die in 1997 en 1998 (uitgezonderd Z11, Z12 en Z13, die in 1998 het laagst zijn).

Als gecorrigeerd wordt voor de systematische methodische afwijking tussen TAUW en Alterra (11%, zie hierboven) zijn er twee monsters die trendmatig gezien afwijken (KW17N en Z02). Deze zijn nu in plaats van lager dan in 1998 hoger dan in 1998, de verschillen zijn echter minimaal.

Voor de locaties met de code KW zijn voor 1997 geen gegevens beschikbaar. Over het algemeen geldt ook voor deze locaties dat de concentraties in 2002 lager dan of vergelijkbaar zijn met de concentraties als gevonden in 1998.

Zink in individuele monsters

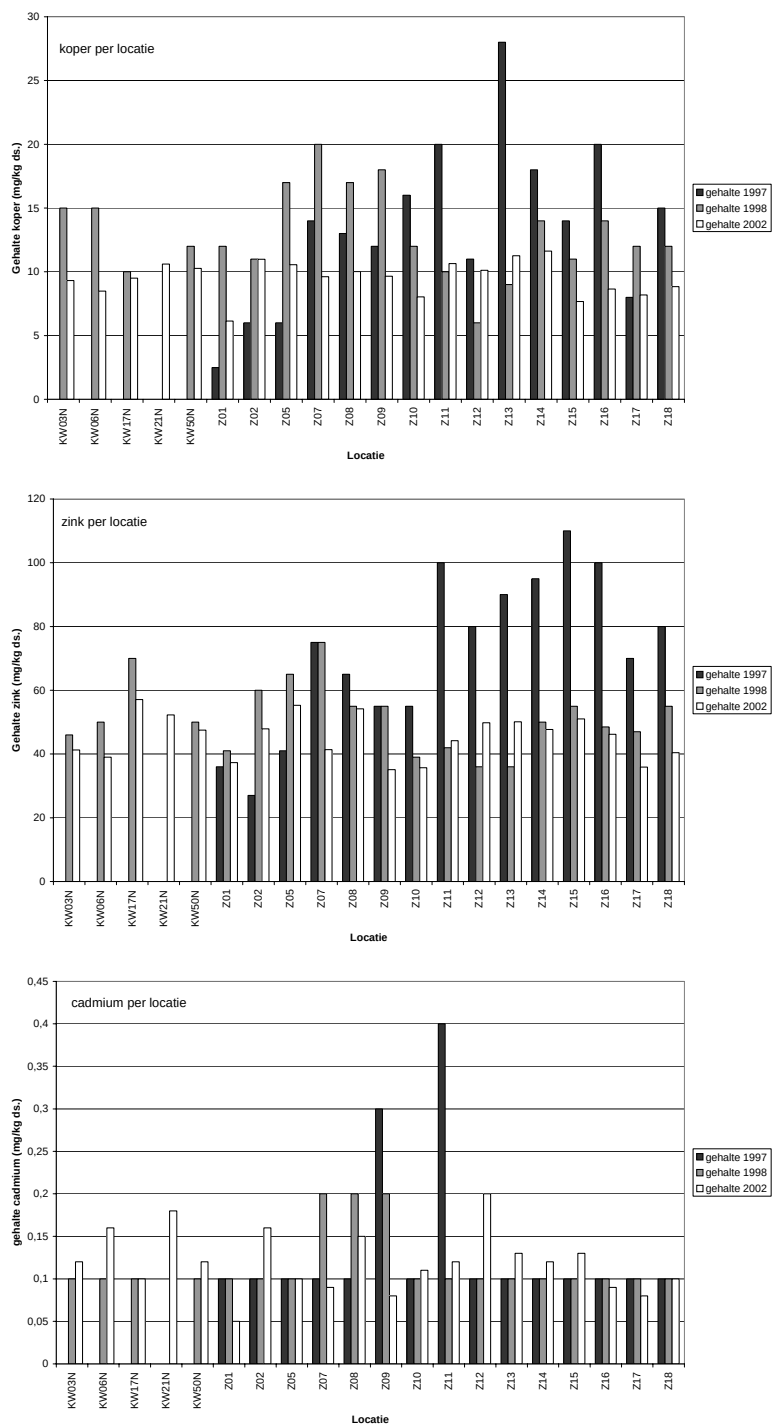
Het beeld van het tijdsverloop van de zink concentraties is vergelijkbaar met het beeld van de koper concentraties (figuur 5, tweede grafiek). Ook hier is een groep locaties waar de zink concentraties het hoogst waren in 1997 (Z08 t/m/ Z18; donkergrijze kolommen), en een andere groep met de hoogste concentraties in 1998 (Z01, Z02, Z05; lichtgrijze kolommen).

Voor 2002 geldt dat de gecorrigeerde gehalten (+13%, zie hierboven) voor een deel boven de gehalten van 1998 liggen (KW03N, KW50N, Z01, Z08, Z10, Z11, Z12, Z13, Z14, Z15, en Z16) en voor een deel lager (KW06N, KW17N, Z02, Z05, Z07, Z09, Z17 en Z18). De verschillen zijn echter klein waardoor 1998 en 2002 vergelijkbaar genoemd kunnen worden. De opvallendste verschillen zijn te vinden op de locaties Z11, Z12 en Z13 die duidelijk hoger zijn in 2002 ten opzichte van 1998. Dit was voor deze monsters ook het geval voor koper.

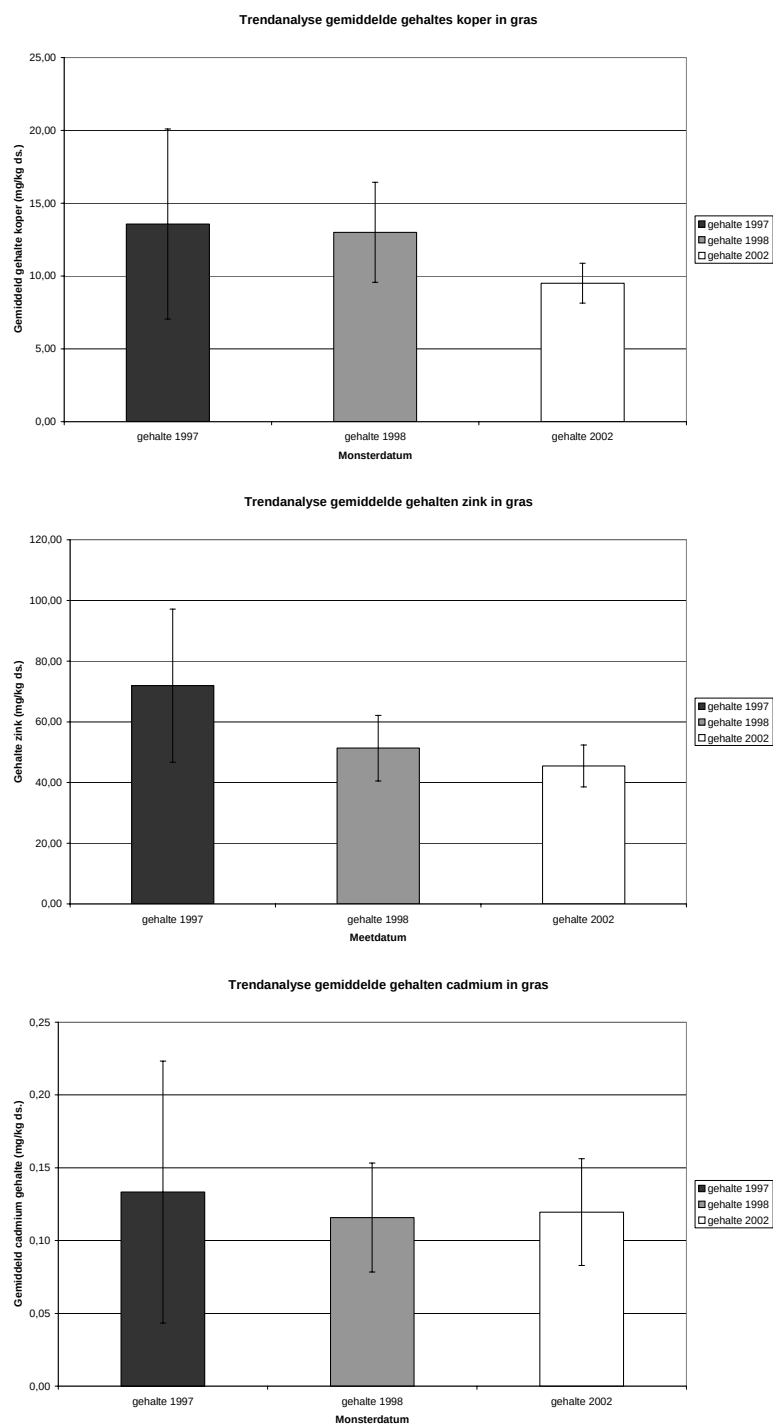
In het algemeen kan worden gezegd dat voor de meeste locaties de concentraties koper het hoogst zijn in 1997 en vergelijkbaar lager in 1998 en 2002.

Cadmium in individuele monsters

Voor cadmium (figuur 5, derde grafiek) werden in 1997 (donkergrijze kolommen) en 1998 (lichtgrijze kolommen) in het algemeen lage concentraties gevonden, rond de detectiegrens. In 2002 (witte kolommen) was de aantoonbaarheidsgrens lager, en zijn de concentraties meer variabel. Op enkele locaties na (Z07, Z09 en Z11) lijken de concentraties in 2002 niet verschillend van de concentraties in 1997 en 1998, al dient te worden opgemerkt dat in 1997 en 1998 de detectielimieten hoger waren dan in 2002, en dit een goede vergelijking tussen jaren op basis van individuele monsters bemoeilijkt.



Figuur 5. Trendanalyses gehalten zink, cadmium en koper in gras per bemonsteringslocatie. Als kolommen ontbreken, zijn voor betreffende monsterdatum geen gegevens beschikbaar. De gegevens van 2002 zijn niet gecorrigeerd voor laboratoriumverschillen



Figuur 6. Trendanalyse gemiddeld gehalte koper, zink en cadmium in gras. Per kolom is de standaarddeviatie weergegeven van het gemiddelde gehalte Voor de monsters zijn 2002 is dit gebaseerd op gemeten en niet gecorrigeerde waarden

Verschillen tussen jaren gebaseerd op alle locaties gecombineerd

Uit tabel 6 is op te maken dat voor koper, zink en cadmium het gemiddelde niet veel afwijkt van de mediaan, wat erop duidt dat de gegevens normaal verdeeld zijn. Het is daarmee mogelijk om de gemiddelde concentraties van de verschillende jaren met

elkaar te vergelijken (figuur 6). Ook in deze vergelijkingen hier is waarneembaar dat het gemiddelde gehalte koper en zink afneemt in de tijd. Opvalt dat voor zink deze afname vooral in het tijdvak 1997-1998 ligt terwijl voor koper deze ligt in het tijdvak 1998-2002. Wanneer de gegevens gecorrigeerd worden voor de verschillen tussen laboratoria (voor koper 11% en voor zink 13%), dan zijn de verschillen tussen 1998 en 2002 niet meer significant (tabel 8, kolommen 'herberekend'). Voor zink is er daarmee een afname aantoonbaar tussen 1997 en 1998, terwijl voor koper de concentraties in het algemeen niet af- of toenemen in de tijd. Zoals ook al blijkt uit de gegevens per locatie, is de afname van het cadmiumgehalte minder duidelijk zichtbaar, maar lijkt wel op te treden. In het algemeen valt voor de drie metalen te zeggen dat ook de spreiding in de gehalten afneemt. Dit kan door verschillende oorzaken komen: het kan zo zijn dat minder extremen worden gevonden binnen de onderzoekslocaties, of dat extremen afgevlakt zijn doordat in het huidige onderzoek mengmonsters verzameld zijn terwijl dit niet zo is gedaan in het onderzoek in 1997 en 1998. Gezegd kan tevens worden dat mengmonsters een betere basis vormen om een nadere risico analyse voor grazers uit te kunnen voeren. Grazers integreren blootstelling aan verontreinigingen in de ruimte en komen daarbij weliswaar mogelijk extreme concentraties tegen, echter deze zijn niet representatief om een risico analyse op te baseren. Gebruik van zulke extremen zou risico's mogelijk overschatten, dit is niet het geval bij het gebruik van mengmonsters.

Tabel 8. Gemiddelde koper en zink concentraties in gras van verschillende locaties uit de Krimpenervaard. In de kolom 'gemeten' staan de daadwerkelijk gemeten waarden, in de kolom 'herbereken' zijn de waarden van 2002 met 1,1 vermenigvuldigd voor koper, en met 1,13 voor zink. De waarden met eenzelfde letter zijn binnen een kolom niet significant verschillend van elkaar (ANOVA, n=20, p=0,05)

Jaar	Zink		Koper	
	Gemeten	Herberekend (factor 1,13)	Gemeten	Herberekend (factor 1,11)
1997	71,9 (B)	71,9 (B)	13,6 (B)	13,6 (A)
1998	51,3 (A)	50,6 (A)	13,0 (B)	13,0 (A)
2002	45,5 (A)	51,4 (A)	9,5 (A)	10,7 (A)

3.4 Modelberekening van risico voor grazers

Met behulp van het eerder gepresenteerde model GGRAS worden de risicoquotiënten (R_i) berekend voor de gemeten stoffen. Daarbij worden de volgende gehalten in de drie compartimenten (gewas, grond en drinkwater) gebruikt (tabel 9).

Tabel 9. Concentratiegegevens in gewas, grond en drinkwater

Metaal	Compartiment			
	Gewas (gemeten)		Grond ^{*1}	Drinkwater ^{*2,3}
	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds.)	95-percentiel (mg/kg ds.)	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds.)	(mg/l)
As	0,9	1,1	14	_*2
Cd	0,1	0,2	0,9	0,0002
Cu	9,5	11,3	56	0,006
Cr	2	3,6	_*2	_*2
Pb	1,3	3,8	91	0,015
Zn	45,5	55,4	154	0,041
V	<0,8	<0,8	_*2	_*2
Ni	2,1	3,6	_*2	0,008

*1: Gegevens afkomstig uit TAUW (Tummers 1998)

*2: Gegevens niet beschikbaar

*3: Gegevens uit deelmeetnet water van het PIMM (PZH)

Voor arseen, chroom, vanadium en nikkel zijn geen waterconcentraties beschikbaar. Hiervoor zijn de risico berekeningen uitgevoerd op basis van alleen opname via grond en gras. Omdat gegevens ontbreken met betrekking tot de concentratie van de stoffen Cr, V en Ni in de grond is besloten om voor deze stoffen geen modelberekening uit te voeren.

3.4.1 Risico's voor runderen

In tabel 10 staan de dagelijkse opnamen van de verschillende zware metalen weergegeven voor runderen op basis van de gemiddelde zware metaal concentraties in het gras en eerder gemeten concentraties in de bodem en mogelijk ook water (cf. tabel 9). Tevens staan de berekende risicoquotiënten weergegeven, specifiek voor de opname van gras, grond en mogelijk water, en voor de totaal opname. Er wordt voor geen enkele stof een relevant risico gevonden (geen overschrijding van de ADI) voor de stoffen op basis van de gemiddelde concentratie van deze stoffen in het gras en de eerder gemeten concentraties. De bijdrage van de blootstelling via het water is voor alle metalen waarvoor metaal concentraties bekend zijn in het water, zeer minimaal. Voor arseen is geen waterconcentratie bekend, echter gezien enerzijds de zeer lage R_{arseen} op basis van alleen gras en grond inname, en anderzijds het feit dat bij andere metalen geen noemenswaardige bijdrage van waterblootstelling aantoonbaar was, kan worden aangenomen dat voor arseen de risico's waarschijnlijk minimaal zijn, zelfs als water zou worden meegeteld. Van Hooft (1995) komt in zijn studie tot de conclusie dat maximaal 13% van de blootstelling van runderen aan arseen toegewezen kan worden aan inname via water. Als hiervoor wordt gecorrigeerd dan komt de R_i voor arseen zeker niet in de buurt van de 1. Dit alles betekent dat het risico voor effecten als gevolg van de aanwezigheid van zware metalen in gras, bodem en water niet aantoonbaar lijken te zijn voor runderen.

Tabel 10. Risico voor **runderen** op basis van het gemiddelde gehalte van stoffen in gras en eerder gepubliceerde grond concentraties (tabel 9) Waterv concentraties gebaseerd op gegevens uit deelmeetnet water van het PIMM (PZH)

	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Dagelijkse opname gras (mg/kg lg/dag)	0,019	0,002	0,204	0,028	0,975
Dagelijkse opname grond (mg/kg lg/dag)	0,012	0,001	0,048	0,078	0,132
Dagelijkse opname water (mg/kg lg/dag)	-	0,000	0,000	0,001	0,003
Dagelijkse opname totaal (mg/kg lg/dag)	0,031	0,003	0,252	0,107	1,110
ADI _{rund} (mg/kg lg/dag)	5,000	0,090	0,670	0,600	49,000
R _{gras}	0,004	0,022	0,304	0,047	0,020
R _{grond}	0,002	0,011	0,072	0,130	0,003
R _{water}	-	0,000	0,000	0,002	0,000
R _{totaal}	0,006	0,033	0,376	0,179	0,023

Op dezelfde manier kan worden berekend wat het risico voor runderen is in een worst-case benadering, waarbij de ADI vergeleken wordt met het 95-percentiel van de gemeten concentraties in het gras (zie tabel 11). Voor bodem en water zijn dezelfde gegevens gebruikt als hiervoor.

Tabel 11. Risico voor **runderen** op basis van het 95-percentiel (95-p) gehalte van stoffen in gras en eerder gepubliceerde grond concentraties (tabel 9)

	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Dagelijkse opname gras (mg/kg lg/dag)	0,024	0,004	0,242	0,081	1,187
Dagelijkse opname grond (mg/kg lg/dag)	0,012	0,001	0,048	0,078	0,132
Dagelijkse opname water (mg/kg lg/dag)	-	0,000	0,000	0,001	0,003
Dagelijkse opname totaal (mg/kg lg/dag)	0,036	0,005	0,290	0,160	1,322
ADI _{rund} (mg/kg lg/dag)	5,000	0,090	0,670	0,600	49,000
R _{gras}	0,005	0,044	0,361	0,135	0,024
R _{grond}	0,002	0,011	0,072	0,130	0,003
R _{water}	-	0,000	0,000	0,000	0,000
R _{totaal}	0,007	0,055	0,433	0,265	0,027

De resultaten van deze berekening verschillen niet veel van de berekening met de gemiddelde concentratie. Dit komt omdat het 95-percentiel in het gewas niet veel afwijkt van het gemiddelde doordat de spreiding tussen de gemeten concentraties klein is. Opgemerkt dient daarbij wel te worden dat de concentratie in de grond en water voor deze berekening onveranderd is gebleven. Dit zou kunnen leiden tot een onderschatting van het risico.

De maximale concentraties gevonden in gras zijn maar een fractie hoger dan het 95-percentiel (tabel 6), en ook op basis van deze concentraties wordt de ADI voor geen enkel metaal overschreden

3.4.2 Risico's voor schapen

In tabel 12 staan de dagelijkse opname van de verschillende metalen weergegeven. Per kilogram lichaamsgewicht nemen de schapen ongeveer 30% meer zware metalen op via het gras in vergelijking tot runderen (de weergave is afhankelijk van de

af rondingen). Via de grond wordt ongeveer 120% meer opgenomen per kg lichaamsgewicht. Voor schapen wordt een overschrijding van de ADI voor koper gevonden, echter afhankelijk van de gekozen ADI. Bij een ADI van 0,16 mg/kg lg/dag, waarbij geen effecten waarneembaar waren, is de R_i groter dan 2, terwijl bij een ADI ter grootte van 50% van het rund, de overschrijding met een factor 1,1 is. Het is mogelijk dat schapen gevoeliger zijn waardoor het waarschijnlijk is dat schapen daadwerkelijk risico lopen effecten te vertonen als gevolg van blootstelling aan koper. Uit tabel 12 is op te maken dat het grootste deel van het risico verloopt door opname via het gras (ongeveer 80% van de totale opname). De uitspraak voor arseen is, bij gebrek aan betere gegevens, gebaseerd op risicogrenzen zoals gevonden voor het rund en daardoor minder betrouwbaar. De berekende R_i van 0,009 maakt het niet aannemelijk dat er risico's te verwachten zijn, echter helemaal zeker is dit zonder verdere gegevens over de gevoeligheid van schapen voor arseen niet. Blootstelling aan de gemiddelde concentraties van de andere zware metalen leidt niet tot risico's.

Tabel 12. *Risico voor **schapen** op basis van het gemiddelde gehalte van stoffen in gras en eerder gepubliceerde grond concentraties (tabel 9)*

	As	Cd	Cu	Cu	Cu	Pb	Zn
Dagelijkse opname gras (mg/kg lg/dag)	0,028	0,003	0,297	0,297	0,297	0,041	1,422
Dagelijkse opname grond (mg/kg lg/dag)	0,018	0,001	0,070	0,070	0,070	0,114	0,193
Dagelijkse opname water (mg/kg lg/dag)	-	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Dagelijkse opname totaal (mg/kg lg/dag)	0,046	0,004	0,368	0,368	0,368	0,157	1,617
ADI _{schaap} (mg/kg lg/dag)	5 ^a	0,035	0,16	0,33 ^b	0,67 ^a	0,3	44
R_{gras}	0,006	0,089	1,855	0,900	0,443	0,135	0,032
R_{grond}	0,004	0,029	0,438	0,212	0,104	0,380	0,004
R_{water}	-	0,000	0,006	0,003	0,001	0,003	0,000
R_{totaal}	0,010	0,118	2,299	1,115	0,548	0,518	0,036

a: ADI als rund, b: ADI 50% van rund.

Ook voor schapen kan een worst-case benadering op basis van de 95-percentiel concentraties uitgevoerd worden. In tabel 13 staan daarvan de berekende dagelijkse innamen.

Tabel 13. *Risico's voor **schapen** op basis van 95-percentiel (95-p) gehalte van stoffen in gras en eerder gepubliceerde grond concentraties (tabel 9)*

	As	Cd	Cu	Cu	Cu	Pb	Zn
Dagelijkse opname gras (mg/kg lg/dag)	0,034	0,006	0,353	0,353	0,353	0,119	1,731
Dagelijkse opname grond (mg/kg lg/dag)	0,018	0,001	0,070	0,070	0,070	0,114	0,193
Dagelijkse opname water (mg/kg lg/dag)	-	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Dagelijkse opname totaal (mg/kg lg/dag)	0,052	0,007	0,424	0,424	0,424	0,234	1,926
ADI _{schaap} (mg/kg lg/dag)	5 ^a	0,035	0,16	0,33 ^b	0,67 ^a	0,3	44
R_{gras}	0,007	0,171	2,206	1,070	0,527	0,397	0,039
R_{grond}	0,004	0,029	0,438	0,212	0,104	0,380	0,004
R_{water}	-	0,000	0,006	0,003	0,001	0,003	0,000
R_{totaal}	0,011	0,200	2,650	1,285	0,632	0,780	0,043

a: ADI als rund, b: ADI 50% van rund

Evenals bij de runderen lijkt er niet veel veranderd in vergelijking tot de berekeningen met de gemiddelde concentraties. Voor koper wordt nog steeds een overschrijding van de ADI vastgesteld. Wat echter verder opvalt is dat de ADI voor

lood bijna bereikt wordt (78%). Als de maximaal gevonden concentratie van lood in gras wordt gebruikt in plaats van het 95-percentiel (4,6 in plaats van 3,8 mg/kg d.s.) wordt een R_i van 0,86 berekend. Het is aannemelijk dat risico's voor schapen als gevolg van blootstelling aan lood op bepaalde locaties niet uit te sluiten zijn.

3.4.3 Risico's van zware metalen in gras volgens de Integrale Milieu Beoordelingssystematiek (IMB)

Een criterium waartegen verontreinigingen in gras afgezet dienen te worden is de Integrale Milieu Beoordelingssystematiek gebruikt door de Provincie Zuid-Holland. In tabel 14 staan voor enkele metalen de geldende veevoedernormen (Projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne, 1997) weergegeven. Het criterium in de IMB is dat het 75-percentiel van de gevonden concentraties van de zware metalen onder de VVN moet liggen, dan zijn de concentraties acceptabel. Voor de gevonden concentraties geldt dat de 75-percentielen van alle zware metalen onder de VVN liggen (tabel 14) , en daarmee zijn de gevonden concentraties acceptabel volgens het IMB. Voor koper en chroom kan worden opgemerkt dat de 75-percentiel concentraties hoger liggen dan 50% van de VVN voor het schaap, terwijl de maximale concentratie van chroom boven de VVN ligt.

4 Discussie en conclusies

4.1 Gehalten zware metalen in gras

De concentraties van de verschillende zware metalen zijn lager dan diegene gevonden in onderzoek naar risico's van verontreinigingen voor Schotse Hooglanders in de Broekpolder (tabel 14, Ma et al. 2001). Cadmium concentraties zijn in de huidige studie een factor 10 lager, terwijl de concentraties van koper, chroom, zink en nikkel een factor 1,5 of meer lager liggen. In de studie van de Broekpolder werd geconcludeerd dat alleen in die gevallen waarin Schotse Hooglanders jaarrond op de meest verontreinigde locaties zouden grazen en een lichte kans zou zijn op toxische effecten van cadmium en koper. Gemiddeld gezien was er geen risico op effecten.

Ten opzichte van gemiddelde waarden voor zware metalen in gras in het veenweidegebied Midden-Delfland of het Tussengebied, gerapporteerd in eerdere PIMM-rapportages (Dienst Water en Milieu PZH, 1993, 1998) zijn de concentraties van de meeste zware metalen vergelijkbaar of lager in de huidige studie (tabel 14). Alleen voor chroom wordt gemiddeld een iets hogere concentratie gevonden in de Krimpenerwaard in vergelijking tot Midden-Delfland. Dat de meeste concentraties in de Krimpenerwaard lager zijn kan liggen aan het feit dat in de tijd de concentraties verminderd zijn (zie volgende paragraaf) of dat er regionale verschillen aanwezig zijn. Desalniettemin lijkt de situatie nu beter dan gemiddeld in de begin jaren 90, in de Provincie Zuid-Holland.

Tabel 14. Gemiddelde, 75-percentiel en maximum concentraties van verschillende zware metalen in gras uit de Krimpenerwaard (PIMM, huidige studie) en de Broekpolder (Ma et al. 2001). Tevens zijn de kritieke grenzen weergegeven van de Integrale Milieubeoordeling-systematiek als gebruikt door de Provincie Zuid-Holland (75% van de Veevoedernorm, Projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne). Deze waarden zijn gebaseerd op de Veevoedernorm (Productschap Diervoeder, 1998) omgerekend naar 100% droge stof

		As	Cd	Cu	Cr	Pb	Zn	V	Ni
PIMM	Gem	0,9	0,1	9,5	2,0	1,2	46	< 0,8	2,1
	75-p	1,0	0,1	10,6	2,8	1,2	50	< 0,8	2,7
	Max	1,2	0,2	11,6	5,5	4,6	57	2,3	4,0
Broekpolder (Ma et al. 2001)	Gem	< 1,5	1,1	13,6	4,2	6,1	88	n.g.	4,3
	Max	< 1,5	1,6	19,1	9,5	12,7	112	n.g.	7,6
Gemiddeld Zuid-Holland	Gem.	< 0,8	0,3	15	1,8	7,5	60	-	3,1
Tussengebied (1991)		< 0,5	< 0,1	12,9	3	4,1	59	-	5,9
Midden-Delfland (1983-1995)		< 1	0,2-0,3	12-16	0,5-1	3,5-9	46-64	-	2-3
Veevoedernorm (Criterium IMB)	Rund	2,3	1,1	40	3	11	284	-	10
	Schaap	2,3	1,1	17	-	11	284	-	-

4.2 Trendanalyse gehalten in gras

De concentraties gevonden in de huidige studie kunnen op locatie niveau vergeleken worden met eerdere studies. Echter, dit is maar voor een deel van de metalen uitvoerbaar, wegens gebrek aan eerdere data. Het is alleen mogelijk gebleken voor koper, zink en cadmium.

Zoals in figuur 6 waarneembaar is zijn de concentraties koper en zink afgenomen in de tijd. Voor cadmium is dit minder duidelijk. Voor koper is de grootste afname waarneembaar in de periode tussen 1998 en 2002, terwijl voor zink dit het geval is tussen 1997 en 1998. Opvallen is tevens dat de spreiding in 2002 voor alle drie de metalen het laagst is, wat aangeeft dat er minder uitschieters gevonden zijn.

Er is een verschillende verloop waarneembaar in de afname van met name koper, maar ook zink concentraties op locaties, die ruimtelijk geclusterd zijn.

Op de locaties Z01, Z05, Z07, Z08 en Z09 en Z17 zijn de hoogste koper concentraties waarneembaar in 1998, terwijl de concentraties op de locaties Z10, Z11, Z13, Z14, Z15, Z16 en Z18 hoger zijn in 1997 (figuur 5). Op de locaties Z02 en Z12 zijn de koper concentraties het hoogst in 2002 hoewel de verschillen met de andere jaren gering zijn. Schematisch is dit in tabel 15 weergegeven.

Voor zink is een gelijksoortig patroon zichtbaar, al wijkt dit op een paar punten af van het patroon van koper (Z01, Z02, Z08, Z12 en Z17).

Tabel 15: hoogste concentraties van metalen koper, zink en cadmium per locatie voor de jaren 1997, 1998, 2002 (aangegeven met O)

LOC_ID	Koper			Zink		
	1997	1998	2002	1997	1998	2002
Z01		O				O
Z02			O		O	
Z05		O			O	
Z07		O		O	O	
Z08		O		O		
Z09		O		O	O	
Z10	O			O		
Z11	O			O		
Z12			O	O		
Z13	O			O		
Z14	O			O		
Z15	O			O		
Z16	O			O		
Z17		O		O		
Z18	O			O		

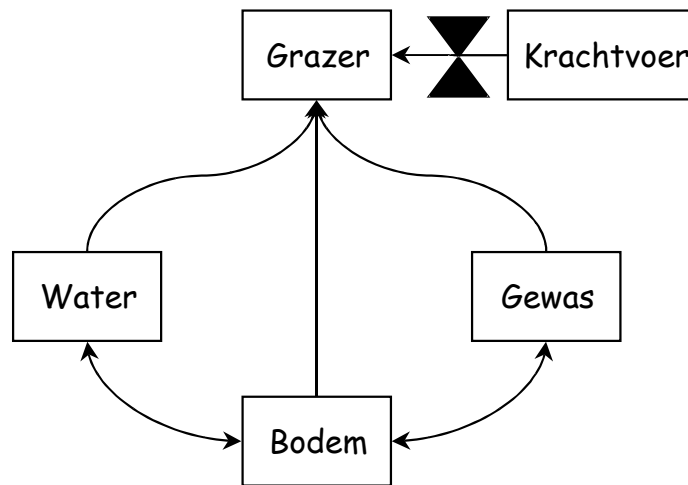
De locaties Z01, Z02, Z05, Z08 en Z09 zij allen gelegen aan de westkant van de Krimpenerwaard, tussen Gouderak, Het Bijersche, Berkenwoude en Ouderkerk aan de IJssel. De locaties Z11 t/m Z18 liggen in zuid-oost hoek van de Krimpenerwaard nabij Bergambacht en Schoonhoven. Hiermee lijkt het erop dat concentraties zware metalen in de zuid-oost hoek van de Krimpenerwaard eerder een neerwaartse trend lieten zien, al is daarvoor niet direct een verklaring voorhanden.

4.3 Risico's voor grote grazers (rund en schaap)

Met behulp van het model GRASS is een risico analyse uitvoerbaar waarin verschillende blootstellingroutes kunnen worden beschouwd (figuur 7).

Uit de berekeningen, op basis van de blootstellingroutes in figuur 7, blijkt dat er geen risico's te verwachten zijn voor grazende runderen. De risicofactoren zijn, zelfs bij toepassing van het 95-percentiel lager dan 1 (tabel 10, 11). De hoogste risicofactor

wordt gevonden voor koper (0,45, bij gebruik van het 95%). Dit wordt grotendeels veroorzaakt door de blootstelling aan zware metalen via gras in vergelijking tot de blootstelling via grond en water. Voor verdere monitoring van risico's voor runderen zou koper in gras als parameter daarvoor in aanmerking komen.



Figuur 7. Blootstellingroutes van belang in de blootstelling van grazers in de Krimpenervaard aan zware metalen. In de huidige studie is blootstelling via krachtvoer buiten beschouwing gelaten, echter deze route wordt wel besproken in de discussie

Voor schapen zijn minder gegevens voorhanden aangaande hun gevoeligheid voor zware metalen. Hier is voor enkele metalen een gevoeligheidsrange gebruikt, in relatie tot de gevoeligheid van runderen (tabel 12, 13). Uit een dergelijke analyse valt te distilleren dat de dagelijkse opname van zware metalen per kilogram lichaamsgewicht iets hoger is voor schapen dan voor koeien. Aannemende dat schapen gevoelig zijn voor koper dan runderen, leidt dit tot overschrijding van de ADI van schapen, zowel met gemiddelde concentraties in het gras als met de 95-percentiel concentraties. Bij gebruik van het 95-percentiel wordt een risicofactor berekend van 0,78 voor blootstelling aan lood, wat aangeeft dat mogelijk op hoger vervuilde locaties (bij jaarrond begrazing) risico's aanwezig zijn. Bij lood dient verder te worden opgemerkt dat een groot deel van de blootstelling via opname van de bodem verloopt, en dat voor een nadere beschouwing van de risico's een betere schatting nodig is van enerzijds bodemconcentraties van lood, en mogelijk ook van de bodeminname door schapen in de Krimpenervaard. Voor verdere monitoring zouden koper in gras en lood zowel in gras als in bodem als parameters in aanmerking komen.

In het algemeen kan worden gesteld dat de blootstelling via water maar een zeer kleine bijdrage levert aan de mogelijk risico's. Dit is ook gevonden in eerdere studies (van Hooft, 1995).

4.4 Factoren die de risico's voor rund en schaap kunnen beïnvloeden

In de berekeningen van de risico's is in de huidige studie met een aantal aannamen gewerkt, die zich richten op de dagelijkse voedselinname, waterinname, het gewicht

van de dieren etc. Een andere belangrijke aanname is dat grazers alleen gras eten, en dat de blootstelling via het krachtvoer niet van belang is. Verder is aangenomen dat er geen interacties zijn tussen stoffen en de opname van bijvoorbeeld zware metalen. Deze twee aannamen zullen hieronder besproken worden in relatie tot de risico's.

Blootstelling via voedselaanvullingen

De risico's die in dit rapport worden berekend zijn alleen geldig wanneer ervan wordt uitgegaan dat het totale jaarlijkse dieet van de dieren bestaat uit vers gras, grond en water dat ze bij beweiding innemen. Dat is gedaan aangezien de opdracht van de provincie Zuid-Holland het beoordelen van milieugevolgen voor grazers is. In werkelijkheid is deze aanname niet reëel. Runderen brengen een steeds groter deel van het jaar door in de stal waar geen vers gras meer gegeten wordt, maar krachtvoer, kuilvoer en mineralenmengsels. Daarnaast worden de dieren, ook in de beweidingperiode met deze voedselaanvullingen bijgevoerd. In deze producten komen ook zware metalen voor, met name koper en zink (Boer en Hin, CLM 2003). Het blijkt dat de concentraties van koper en zink in de op dit moment in Nederland gebruikte soorten krachtvoer twee tot vijf keer hoger zijn dan in het gras. Hierdoor wordt de dagelijkse inname bij runderen hoger dan in dit rapport berekend is. Met name voor koper kan dat gevolgen hebben voor de in deze studie uitgevoerde risicoschatting voor runderen. Een extra bijdrage van ruwvoerders als maïs en bietenkoppen aan de inname van cadmium door runderen wordt niet uitgesloten. Echter, gezien het feit dat de risicofactor van cadmium zeer laag is, is het niet de verwachting dat de aanvullende blootstelling via ruwvoerders in geval van cadmium tot overschrijding van de ADI zal leiden.

Het is niet bekend of bijvoeding bij schapen ook tot verhoogde inname van zware metalen leidt.

Deze veronderstellingen zijn echter niet te kwantificeren omdat geen gegevens beschikbaar zijn over beweidingperioden, gehalten aan zware metalen in de voedselaanvullingen en de hoeveelheid ingenomen voedselaanvullingen specifiek voor de Krimpenerwaard. Het verzamelen van deze gegevens kan deel gaan uitmaken bij een vervolgonderzoek, indien de invloed van metaalgehalten in voedselaanvullingen voor de risicoschatting door de Provincie Zuid-Holland van belang worden geacht.

Invloed van andere stoffen op de opname van zware metalen

Het is bekend dat sommige stoffen invloed kunnen hebben op de opname van metalen door runderen. Van molybdeen en zwavel is bijvoorbeeld bekend dat de opname van koper geremd wordt bij aanwezigheid van deze stoffen in het voedsel (Boer en Hin, CLM 2003). Welk mechanisme of oorzaak hieraan ten grondslag ligt (fysiologisch, mechanisch, biobeschikbaarheid) is niet bekend. Voor wat betreft molybdeen en zwavel zijn geen specifieke data voor de Krimpenerwaard bekend, en ook geen dosis-effect relaties. Het is daarmee niet mogelijk om de mogelijke effecten van deze twee stoffen op de opname van zware metalen te kwantificeren. Mochten dit soort factoren door de Provincie Zuid-Holland van belang worden geacht, dan kan dit in een volgend projectplan meegenomen worden.

4.5 Worden er in de praktijk problemen met schapen gevonden?

De resultaten van het in dit onderzoek gebruikte model geven aan dat er risico's voor schapen uit de Krimpenerwaard te verwachten zijn, gerelateerd aan koper in gras en aan lood in gras en bodem. Een verdere inventarisatie van de daadwerkelijke risico's verdient aandacht. Uit de verrichtte interviews met diverse regionale en landelijke instanties (dierartsen, Gezondheidsdienst voor dieren, LNV, ID-DLO) tijdens een studie in Noord-Holland (Straetmans et al. 2003) blijkt dat in de praktijk bij schapen geen problemen worden gevonden, die verbonden kunnen worden aan het eten van gras en grond met verhoogde gehalten van koper. Of dit komt door een aangepaste bedrijfsvoeding, door invloed van andere stoffen op de opname van zware metalen of door een moeilijk te diagnosticeren chronische koperbelasting bij het schaap, is niet duidelijk. Verder onderzoek kan een verklaring hiervoor geven.

4.6 Conclusie

- *Trends*

De concentraties van zware metalen in grasmonsters van de onderzochte locaties uit de Krimpenerwaard zijn in het algemeen lager of gelijk aan de resultaten uit 1997 en 1998.

- *Risico's*

Voor runderen is niet te verwachten dat zware metalen in het milieu (gras, grond, water) tot risico's zullen leiden. Uit een recent landelijk onderzoek blijkt dat een dergelijk risico in het geval van koper uit een andere hoek kan komen, met name het gebruik van krachtvoer en mineralenmengsels. Dat kan bovendien tot ophoping in de bodem leiden. Voor schapen zijn risico's aannemelijk gemaakt als gevolg van koper in het gras en van lood in gras en bodem. Verdere monitoring van deze twee stoffen en inventarisatie van de daadwerkelijke risico's verdient aandacht.

4.7 Aanbevelingen

In het huidige onderzoek worden geen direct risico's verwacht voor grazers als gevolg van de blootstelling aan zware metalen uit gras, bodem of water. Echter, uit de literatuur is bekend dat bijvoeding kan leiden tot verhoogde blootstelling aan zware metalen, met name koper. Voor een geïntegreerde analyse van de risico's als gevolg van blootstelling aan zware metalen, zou een nadere studie uitgevoerd moeten worden waarbij zowel de blootstelling aan metalen uit het milieu, zoals beschreven in de huidige studie, als de blootstelling aan metalen uit krachtvoer en mineralenmengsels beschouwd worden. Om een dergelijke analyse te kunnen uitvoeren binnen PIMM zijn aanvullende locatie-specifieke gegevens nodig aangaande het gebruik van bijvoeding, de milieukwaliteit van de bijvoeding, het aantal dagen dat het vee in de wei staan etc. Op basis van deze gegevens zijn nieuwe dagelijkse inname van metalen te berekenen die locatie- en gebruiksfunctie-specifiek zijn. Een dergelijk onderzoek zou zich in eerste instantie kunnen richten op de Krimpenerwaard, omdat daar milieugegevens voorhanden zijn. Bij gebleken risico's zou een uitbreiding naar het verdere veenweidegebied van de Provincie Zuid-Holland overwogen kunnen worden.

In de huidige studie wordt een lichte afname van de concentraties van enkele zware metalen in de tijd gevonden, voor andere is dit niet aantoonbaar gebleken. Er is ook een ruimtelijk trend gevonden. Naast vervolgonderzoek monitoring van temporele veranderingen is het daarom aanbevelenswaardig om in van PIMM meer aandacht te besteden aan het ruimtelijk dekkend maken van de metingen, d.w.z. op meer locaties onderzoek uit te voeren.

Literatuur

- Bickhardt, K., Humann, E.; Schwert, B. en Coenen, M. 1997. Photometrical determination of copper concentration in the liver during experimental chronic copper poisoning of sheep. *Deutsche tierärztliche wochenschrift* 104: 463-467
- Boer, M & Hin, K.J. 2003. Zware metalen in de melkveehouderij. Resultaten en aanbevelingen vanuit het project 'Koeien en kansen'. CLM 566-2003. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Dienst Water en Milieu PZH. 1993. Project Integratie Milieumetingen 1991: het Tussengebied. Provincie Zuid-Holland
- Dienst Water en Milieu PZH. 1998. Milieukwaliteit van het veenweidegebied Midden-Delfland, Project Integratie Milieumetingen 1998. Provincie Zuid-Holland
- Hapke, H.J. en Prigge, E. 1973. New aspects of lead poisoning in ruminants. *Berliner und Münchener Tierärztlicher Wochenschrift* 86: 410-413.
- Henry, P.R., Littell, R.C. En Ammerman, C.B. 1997. Effect of high dietary zinc concentration and length of zinc feeding on feed intake and tissue zinc concentration in sheep. *Animal feed science technology* 66: 237-245.
- van Hooft, W.F. 1995. Risico's voor de volksgezondheid als gevolg van blootstelling van runderen aan sporenelementen bij beweiding. RIVM rapport, nummer 693810001
- Humann-Ziehank, E., Coenen, M., Ganter, M. en Bickhardt, K. 2001. Long-term observation of sub-clinical chronic copper poisoning in two sheep breeds. *Journal of veterinary medicine* 48: 429-439.
- Jansen, J. & Huinink, J. 2000. Beoordeling geschiktheid Broekpolder voor begrazing door 'grote grazers'. EC-LNV adviesnotitie.
- LAC 1991. LAC-signaalwaarden. Landbouwadviscommissie milieukritische stoffen. Werkgroep verontreinigde gronden. Min. LNV, Den Haag.
- Ma, W.C., A.T.C. Bosveld en D.B. van den Brink 2001. Schotse Hooglanders in de Broekpolder? Analyse van de veterinaire-toxicologische risico's van de verontreinigde bodem voor grote grazers. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 260, 64 blz., 3 fig.; 12 tab.; 19 ref.
- Mennes, W.C. & Winkler M.J. 1992. Grote grazers, zware metalen en heideterreinen. *Wetenschapswinkel biologie*.
- Projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne 1997. Veterinaire milieuhygiënewijzer Veterinaire Hoofdinspectie van de Volksgezondheid, Rijswijk.

- Puls, R 1988. Mineral Levels in Animal Health: diagnostic Data, 2nd edn. Sherpa International, Clearbook, BC, Canada.
- Rosenberger, G., Dirksen, G. en Gruener, H.D. 1970. Krankheiten des Rindes Parey Publisher: Berlin.
- Stoop, J.M. en Rennen, A.J.M. 1991. Schadelijke stoffen voor land en tuinbouw. Cadmium. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.
- Stoop, J.M., R.J.D. Leemans & A.J.M. Rennen 1992. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Zink. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen 1991. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Lood. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Stoop, J.M., Leemans, R.J.D. & A.J.M. Rennen 1991. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Koper. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Tummers, R.J.E. 1998. Rapportage Bodemkwaliteitsmeetnet Provincie Zuid-Holland. Tauw Milieu BV.
- Veterinaire milieuhygiënewijzer 1997 Projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne
Veterinaire Hoofinspectie van de Volksgezondheid

Afkortingen

ADI:	Acceptabele Dagelijkse Inname (Acceptable Daily Intake) De hoeveelheid zwaar metaal die dagelijks opgenomen kan worden door een organisme zonder dat dit tot schadelijk effecten leidt.
IMB:	Integrale Milieubeoordelingsystematiek. Een bij de Provincie Zuid-Holland in gebruik zijnde systematiek met criteria om milieuparameters te kunnen beoordelen
LOEC:	Lowest Observed Effect Concentration. In een experiment het laagste blootstellingsniveau waar nog effecten waarneembaar zijn.
NEC:	No Effect Concentration. Een berekend blootstellingsniveau zonder effecten, berekend als 0,1 maal een laagst bekende LOEC.
NOEC:	No Observed Effect Level. In een experiment het hoogste blootstellingsniveau zonder effecten.
TDI:	Totale Dagelijkse Inname. Berekende dagelijkse inname van een zwaar metaal berekend voor een organisme via alle opnameroutes.
VVN:	Veevoedernorm
R_i	Risico quotiënt, dit is de ratio tussen de dagelijkse opname van een metaal zoals berekend uit de verschillende voedselcompartimenten, gedeeld door de acceptabele dagelijkse inname.
LOC_ID	Unieke code meetlocatie, zoals gebruikt door PZH.
VOORLOPIG_LOC_ID	Werkcode meetlocatie (monster), niet-uniek. Voor eventueel gebruik door het onderzoek uitvoerende instituut.
SUBLOC1_X	In het geval van mengmonster die per locatie gesteld is uit 2 of 3 submonsters uit 2 of 3 sublocaties; x-coördinaat (in meters) van de eerste sublocatie
SUBLOC1_Y	In het geval van mengmonster die per locatie gesteld is uit 2 of 3 submonsters uit 2 of 3 sublocaties; y-coördinaat (in meters) van de eerste sublocatie
SUBLOC2_X	In het geval van mengmonster die per locatie gesteld is uit 2 of 3 submonsters uit 2 of 3 sublocaties; x-coördinaat (in meters) van de tweede sublocatie
SUBLOC2_Y	In het geval van mengmonster die per locatie gesteld is uit 2 of 3 submonsters uit 2 of 3 sublocaties; y-coördinaat (in meters) van de tweede sublocatie
SUBLOC3_X	In het geval van mengmonster die per locatie gesteld is uit 2 of 3 submonsters uit 2 of 3 sublocaties; x-coördinaat (in meters) van de derde sublocatie
SUBLOC3_Y	In het geval van mengmonster die per locatie gesteld is uit 2 of 3 submonsters uit 2 of 3 sublocaties; y-coördinaat (in meters) van de derde sublocatie

Aanhangsel 1 Gegevens met betrekking tot de monsterlocaties

Locatie KW03N

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
KW03N	N1	105781	437541	105787	437533	105776	437569

Beschrijving

Ten zuiden van Oudelandse weg, direct tegenover eendenkooi. ZHL perceelnummer 41

Foto



Locatie Z01

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z01	N2	106083	439399	106100	439401	106108	439408

Beschrijving

Te bereiken via Oudelandse landscheiding. Auto neerzetten bij einde verharding! Dan ong. 500 meter lopend pad vervolgen tot eind. Ten zuiden van water. Direct vooraan eerste perceel zonder bomen. Zeer nat.

Foto



Locatie Z02

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
ZO2	N03	106160	439410	106190	439410		

Beschrijving

Te bereiken via Oudelandse landscheiding. Auto neerzetten bij einde verharding!
Dan ong. 500 meter lopend pad vervolgen tot eind. Ten zuiden van water. Derde perceel langs prikkeldraad. Zeer nat.

Foto

Zie foto's bij locatie Z01, twee percelen verder, zelfde ingang.

Locatie KW06N

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
KW06N	N05	1068640	443110	106896	443079	106822	443146

Beschrijving

Ten zuiden van Lange Tiendweg. Alleen te bereiken vanaf Schaapjeszijde. Voorbij bos aan linkerkant, voor bos rechts en links. ZHL perceelnummer 68.

Foto



Locatie Z09

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
ZO9	N06	108649	444190	180612	444219	108691	444154

Beschrijving

zie Z10 achter stal ZHL perceel nummer 146. Het Beijersche.

Foto



Locatie Z05

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
ZO5	N07	108666	445578	108628	445607	108703	445553

Beschrijving

Ten noorden van Gouderakse Tiendweg. Naast bosje met groen ijzeren hek, houten hek. Perceel direct naast bosje.

Foto



Locatie Z07

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z07	N08	108890	445310	108951	445269	108866	445331

Beschrijving

Ten zuiden van Gouderakse Tiendweg. ZHL perceel nummer 38 schuin tegenover bosje

Foto



Locatie Z10

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z10	N09	108920	443890	108946	443872	108875	443939

Beschrijving

Ten noorden van Het Beijersche. Te bereiken via weg met veeroosters vanaf Beijersche. Einde pad links 2e perceel.

Foto



Locatie Z08

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
ZO8	N10	109230	445060	109263	445031	109185	445085

Beschrijving

Ten zuiden van Gouderakse Tiendweg. Alleen te bereiken via Z07. 2 hekken passeren zeer breed perceel (ong 700 meter van weg).

Foto



Locatie KW50N

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
KW50N	N11	109672	436669	109673	436617	109675	436714

Beschrijving

Wetering Oost, zuidzijde. ZHL perceelnummer 35.

Foto



Locatie Z18

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z18	N12	109670	436781	109671	436832	109672	436748

Beschrijving

Wetering Oost, noordzijde groen nummerplaatje op hek nr. 92.

Foto



Locatie Z17

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z17	N13	109750	436806	109752	436863	109748	436752

Beschrijving

Wetering Oost, noordzijde, 2 percelen verder dan Z18 vanaf Hoeksweg IJzeren hek, geen nummer.

Foto



Locatie Z15

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z15	N14	110880	437570	110876	437519	110877	437621

Beschrijving

Ten zuiden recreatieterreintje langs provinciale weg, ZHL perceel nummer 2. Eén na laatste perceel voor Lage Boezem.

Foto



Locatie Z16

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z16	N15	110929	437548	110925	437494	110922	437600

Beschrijving

Ten zuiden recreatieterreintje langs provinciale weg, geen nummer, ijzeren hek, direct ten oosten van Z15.

Foto



Locatie Z14

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z14	N16	112601	439650	112597	439705	112596	439572

Beschrijving

Ten noorden van Kadijk, ZHL perceel nummer 22 (4e perceel na Z13 vanaf provinciale weg).

Foto



Locatie Z13

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z13	N17	112700	439670	112697	439723	112692	439624

Beschrijving

Ten noorden van Kadijk, ZHL perceel nummer 18 (4e perceel na volkstuintjes) bruin houten hek.

Foto



Locatie KW17N

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
KW17N	N18	112937	439549	112955	439549	112944	439494

Beschrijving

Ten noorden van Kadijk, geen nummer, houten hek met 'uitrit vrijlaten'.

Foto



Locatie Z11

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z11	N19	116790	441370	116788	441420	116796	441324

Beschrijving

Bovenberg, noordzijde ter hoogte van Schoonhoven, ZHL perceelnummer 41.

Foto



Locatie Z12

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
Z12	N20	116800	441789	116797	441835	116805	441736

Beschrijving

Bovenberg, noordzijde, ter hoogte van Schoonhoven, ZHL nummer 39.

Foto



Locatie KW21N

LOC_ID	VOORLOPIG_LOC_ID	SUBLOC1_X	SUBLOC1_Y	SUBLOC2_X	SUBLOC2_Y	SUBLOC3_X	SUBLOC3_Y
KW21N	N21	117000	442000	116997	442046	117004	441958

Beschrijving

Bovenberg, noordzijde ter hoogte van Schoonhoven, geen nummer, metalen hek tussen bomen, ver perceel in.

Foto



Aanhangsel 2 Gegevens met betrekking tot metaalmetingen in gras in 1997 en 1998.

Tabel I: Gehalten **koper** per locatie in 1997 en 1998 (gemeten door TAUW).

LOC_ID	STOF_ID	MON_DAT	MEETW_STAND	MON_DAT	MEETW_STAND	EENH_STAND
Locatie	Stof	Monsterdatum	Gehalte 1997	Monsterdatum	Gehalte 1998	Eenheid
KW03N	Cu			28-9-1998	15	mg/kg ds
KW06N	Cu			6-10-1998	15	mg/kg ds
KW17N	Cu			5-10-1998	10	mg/kg ds
KW21N						
KW50N	Cu			5-10-1998	12	mg/kg ds
Z01	Cu	4-8-1997	2,5	14-9-1998	12	mg/kg ds
Z02	Cu	4-8-1997	6	14-9-1998	11	mg/kg ds
Z05	Cu	4-8-1997	6	21-9-1998	17	mg/kg ds
Z07	Cu	8-9-1997	14	21-9-1998	20	mg/kg ds
Z08	Cu	8-9-1997	13	21-9-1998	17	mg/kg ds
Z09	Cu	8-9-1997	12	21-9-1998	18	mg/kg ds
Z10	Cu	8-9-1997	16	28-9-1998	12	mg/kg ds
Z11	Cu	15-9-1997	20	21-9-1998	10	mg/kg ds
Z12	Cu	15-9-1997	11	21-9-1998	6	mg/kg ds
Z13	Cu	15-9-1997	28	14-9-1998	9	mg/kg ds
Z14	Cu	15-9-1997	18	14-9-1998	14	mg/kg ds
Z15	Cu	15-9-1997	14	21-9-1998	11	mg/kg ds
Z16	Cu	15-9-1997	20	21-9-1998	14	mg/kg ds
Z17	Cu	15-9-1997	8	6-10-1998	12	mg/kg ds
Z18	Cu	15-9-1997	15	6-10-1998	12	mg/kg ds

Tabel II: Gehalten **zink** per locatie in 1997 en 1998 (gemeten door TAUW)

LOC_ID	STOF_ID	MON_DAT	MEETW_STAND	MON_DAT	MEETW_STAND	EENH_STAND
Locatie	Stof	Monsterdatum	Gehalte 1997	Monsterdatum	Gehalte 1998	Eenheid
KW03N	Zn			28-9-1998	46	mg/kg ds
KW06N	Zn			6-10-1998	50	mg/kg ds
KW17N	Zn			5-10-1998	70	mg/kg ds
KW21N						mg/kg ds
KW50N	Zn			5-10-1998	50	mg/kg ds
Z01	Zn	4-8-1997	36	14-9-1998	41	mg/kg ds
Z02	Zn	4-8-1997	27	14-9-1998	60	mg/kg ds
Z05	Zn	4-8-1997	41	21-9-1998	65	mg/kg ds
Z07	Zn	8-9-1997	75	21-9-1998	75	mg/kg ds
Z08	Zn	8-9-1997	65	21-9-1998	55	mg/kg ds
Z09	Zn	8-9-1997	55	21-9-1998	55	mg/kg ds
Z10	Zn	8-9-1997	55	28-9-1998	39	mg/kg ds
Z11	Zn	15-9-1997	100	21-9-1998	42	mg/kg ds
Z12	Zn	15-9-1997	80	21-9-1998	36	mg/kg ds
Z13	Zn	15-9-1997	90	14-9-1998	36	mg/kg ds
Z14	Zn	15-9-1997	95	14-9-1998	50	mg/kg ds
Z15	Zn	15-9-1997	110	21-9-1998	55	mg/kg ds
Z16	Zn	15-9-1997	100	21-9-1998	48,5	mg/kg ds
Z17	Zn	15-9-1997	70	6-10-1998	47	mg/kg ds
Z18	Zn	15-9-1997	80	6-10-1998	55	mg/kg ds

Tabel III Gehalten **cadmium** per locatie in 1997 en 1998 (gemeten door TAUW)

LOC_ID	STOF_ID	MON_DAT		MEETW_STAND	MON_DAT		MEETW_STAND	EENH_STAND
Locatie	Stof	Monsterdatum		Gehalte 1997	Monsterdatum		Gehalte 1998	Eenheid
KW03N	Cd				28-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
KW06N	Cd				6-10-1998	0,1		mg/kg ds
KW17N	Cd				5-10-1998	< 0,1		mg/kg ds
KW21N								
KW50N	Cd				5-10-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z01	Cd	4-8-1997	< 0,1		14-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z02	Cd	4-8-1997	0,1		14-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z05	Cd	4-8-1997	< 0,1		21-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z07	Cd	8-9-1997	< 0,1		21-9-1998	0,2		mg/kg ds
Z08	Cd	8-9-1997	< 0,1		21-9-1998	0,2		mg/kg ds
Z09	Cd	8-9-1997	0,3		21-9-1998	0,2		mg/kg ds
Z10	Cd	8-9-1997	< 0,1		28-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z11	Cd	15-9-1997	0,4		21-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z12	Cd	15-9-1997	< 0,1		21-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z13	Cd	15-9-1997	< 0,1		14-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z14	Cd	15-9-1997	< 0,1		14-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z15	Cd	15-9-1997	< 0,1		21-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z16	Cd	15-9-1997	< 0,1		21-9-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z17	Cd	15-9-1997	< 0,1		6-10-1998	< 0,1		mg/kg ds
Z18	Cd	15-9-1997	< 0,1		6-10-1998	< 0,1		mg/kg ds