

# **Schotse Hooglanders in de Broekpolder?**

**Analyse van de veterinaire-toxicologische risico's van de verontreinigde bodem voor grote grazers**

**W.C. Ma**

**A.T.C. Bosveld**

**D.B. van den Brink**

**Alterra-rapport 260**

**Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001**

## REFERAAT

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.

De Broekpolder bij Vlaardingen is in de jaren zestig en zeventig opgespoten met zwaar verontreinigd Rotterdams havenslib. Vooral zware metalen en cyclodieen-insecticiden (drins) komen in hoge concentraties voor. Dit kan een belemmering vormen voor plannen om een gedeelte van de Broekpolder te bestemmen voor natuur- en landschapsontwikkeling via het uitzetten van grote grazers, zoals Schotse Hooglanders. In dit rapport wordt nagegaan of extensieve begrazing in de Broekpolder tot gezondheidsrisico's voor de dieren kan leiden. Bij de risicoberekeningen wordt de inname van gronddeeltjes, vegetatie en oppervlaktewater en de daarin aanwezige verontreiniging in beschouwing genomen. Geconcludeerd wordt dat extensieve begrazing in de door de gemeente Vlaardingen daarvoor aangewezen delen van de Broekpolder wel toelaatbaar is, mits uitgegaan wordt van een gespreid begrazingsbeheer.

Trefwoorden: runderen, begrazing, natuurontwikkeling, bodemverontreiniging, havenslib, zware metalen, drins, toxiciteit, gezondheidsrisico's.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 41,25 (€ 18,-) over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 260. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,  
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd 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.

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

## **Inhoud**

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Algemene Inleiding	11
1.1 Gebiedsbeschrijving	11
1.2 Begrazingsbeheer	13
1.3 Verontreinigingen algemeen	14
2 Vraagstelling	17
3 Plan van aanpak	21
4 Blootstellingsroutes	23
5 Beschikbare concentratiegegevens	27
5.1 Bodemconcentratie	27
5.2 Concentratie in oppervlaktewater	28
5.3 Concentratie in vegetatie	29
6 Beoordelingssystematiek	33
7 Resultaten van de risicoberekeningen	37
7.1 Risico's per loswal	37
7.1.1 Risico's op basis van RIVM metingen in gras	37
7.1.2 Risico's op basis van geschatte concentraties in gras	38
7.1.3 Risico's op basis van eigen metingen in vegetatie	40
7.2 Risico bij 'overall' begrazing	41
7.2.1 Risico's op basis van geschatte concentraties in bodem en vegetatie	41
7.2.2 Risico's op basis van gemeten concentraties in vegetatie	42
7.2.3 Overzicht van de risico's voor begrazingslocaties	43
7.3 Risico van overschrijding van interne kritische concentraties	44
8 Risicoreducerende maatregelen	47
8.1 Risicospreiding	47
8.2 Bodembeheer	47
9 Onzekerheidsanalyse	49
10 Conclusies	51
Literatuur	53
<b><i>Bijlagen</i></b>	
I Maximum gemeten bodemconcentraties (mg/kg d.s.) in de bovenlaag 0.0-0.5 m van de bodem van de Broekpolder.	55
II Gemeten concentraties aan zware metalen in slootwater (mg/l) (RIVM 1996).	57

III Gemeten gehalten van zware metalen in gras (mg/kg d.s.) in de Broekpolder (RIVM 1996).	59
IV Bodemonafhankelijke bioaccumulatiefactoren (BAF) en bodemtypeafhankelijke regressiemodellen voor concentratie van zware metalen in gras (mg/kg). $C_v$ = concentratie in gras (mg/kg d.s.); $C_g$ = concentratie in grond (mg/kg d.s.); OS = % organische stof.	61
V Concentraties van zware metalen in monsters van gras, brandnetel en bast van populier genomen in zes beoogde begrazingslocaties in de Broekpolder (mg/kg d.s.)	63

## Woord vooraf

De gemeente Vlaardingen en het Recreatieschap Midden-Delfland overwogen om in het kader van een herziening van gebiedsfuncties het gebied de Broekpolder te bestemmen voor de ontwikkeling van natuur en landschap. Daarbij is extensieve begrazing door grote grazers, zoals Schotse Hooglanders, een belangrijk hulpmiddel. De bodem van de Broekpolder is ontstaan uit Rotterdams havenslib, dat daar in de zestiger jaren is opgespoten en dat hoge concentraties van zware metalen en persistente organische verbindingen bevat. Naar aanleiding van kamervragen heeft de minister van LNV in 1999 besloten om geen extensieve begrazing in de Broekpolder toe te laten. Gevreesd werd namelijk dat begrazing in dit sterk verontreinigde gebied wel eens in strijd zou kunnen zijn met artikel 36 van de Welzijns- en Gezondheidswet voor Dieren.

In het bovengenoemde kader heeft de gemeente Vlaardingen aan het onderzoeksinstituut Alterra opdracht verleend voor het maken van een risicoanalyse voor grote grazers in de Broekpolder. De analyse diende in het bijzonder betrekking te hebben op de locaties die door de gemeente voor extensieve begrazing zijn aangewezen. Tevens werd gevraagd om suggesties te doen voor eventuele risicoreducerende maatregelen. De resultaten van deze analyse zijn neergelegd in dit rapport.

Voor de gemeente Vlaardingen trad op als contactpersoon de heer W. van der Hammen. Contactpersoon voor het Recreatieschap Midden-Delfland was de heer G. Houtkamp.

Het project is voor een deel gefinancierd vanuit het onderzoeksprogramma '*Randvoorwaarden voor Natuurlijk Beheer: Gebiedseigen Stoffen, Gebiedsvreemde stoffen en Multiple Stress*' (LNV-DWK programma 384; projectnummer 11017).



## Samenvatting

De bodem van de Broekpolder te Vlaardingen heeft zich gevormd uit Rotterdams havenslib, dat daar in de jaren zestig en zeventig in spuitvakken (loswallen) is opgespoten. De bodem is dientengevolge sterk verontreinigd met zware metalen en persistente organochloorverbindingen. De beheerder van het gebied, de gemeente Vlaardingen, is voornemens om natuur en landschap in de Broekpolder te ontwikkelen. Daartoe zullen een aantal loswallen worden bestemd voor extensieve begrazing door grote grazers, zoals Schotse Hooglanders. Dit plan dreigt echter te stagneren nu de minister van LNV in 1999 heeft besloten om geen begrazing in de Broekpolder toe te laten, vanwege het gevaar van overtreding van de Welzijns- en Gezondheidswet voor Dieren. Tegen deze achtergrond heeft Alterra in opdracht van de gemeente een onderzoek uitgevoerd naar de potentiële gezondheidsrisico's voor grote grazers in de Broekpolder, met name door de aanwezige zware metalen en cyclodienen insecticiden (drins). In eerste instantie gaat het om het gedeelte van de Boekpolder dat door de gemeente voor begrazing is aangewezen (loswal 6, 6a, 8, 8a, 9 en 11), verder aangeduid als de 'begrazingslocaties' of het 'begrazingsgebied'.

In de begrazingslocaties komen hoge concentraties van de metalen arseen, cadmium, koper, kwik, lood en zink voor, waarvan sommige boven de interventiewaarde uitstijgen. Drins komen in deze locaties slechts in zeer lage concentraties voor (sommige concentraties van aldrin, dieldrin, isodrin, endrin en telodrin beneden de detectielimiet van 0,001 mg/kg). Ook PAK's, PCB's en minerale olie komen in de begrazingslocaties slechts in relatief lage concentraties voor, getalsmatig blijven zij ver beneden de interventiewaarde. De grootste risico's komen dus van de aanwezige zware metalen. Uit de resultaten van het onderzoek komt het volgende naar voren:

1. Indien uitgegaan wordt van een 'worst-case' scenario, waarin de dieren uitsluitend grazen in de locatie van het begrazingsgebied met de hoogste concentraties in bodem en vegetatie, is er sprake van een lichte kans op toxische verschijnselen door cadmium en koper.
2. Wordt echter een 'gemiddeld' begrazingsbeheer toegepast, waarin de runderen gespreid over alle begrazingslocaties grazen, dan blijkt dat de runderen zonder enigerlei gezondheidsrisico kunnen worden uitgezet.
3. Het geringe risico van metalen in de Broekpolder duidt op een geringe biobeschikbaarheid die waarschijnlijk het gevolg is van een sterke vastlegging van de metalen in de kalkrijke kleihoudende bodem van het gebied.
4. Ten aanzien van loswallen die gelegen zijn *buiten* het begrazingsgebied is voor loswal 2, 5, 7, 10, 11a, 12 en 13 er sprake van een ernstig risico door de aanwezigheid van hoge concentraties aan drins.
5. Zonder verdere maatregelen is begrazing in dit laatstgenoemde gebied niet toelaatbaar, aangezien dat naar verwachting in strijd zal zijn met artikel 36 van de Welzijns- en Diergezondheidswet voor Dieren.

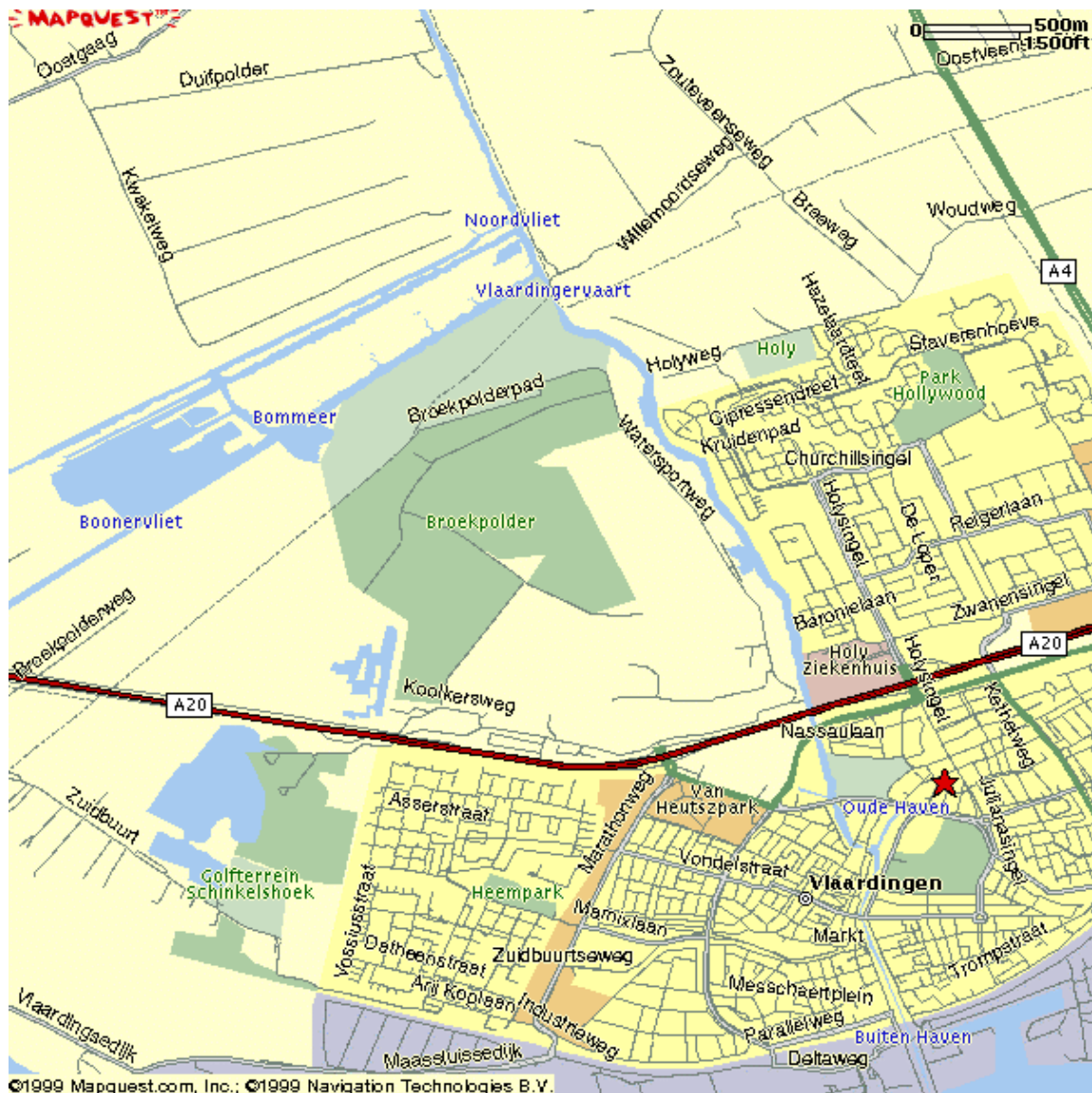
Voor het begrazingsgebied wordt het treffen van een risicoreducerende maatregel zoals bekalking niet direct zinvol geacht. Gezien de kalkrijkheid van de bodem in de Broekpolder zal een maatregel als bekalking, die in de praktijk gericht is op een reductie van de metaalbeschikbaarheid, weinig of geen toegevoegde waarde hebben. Wel dient bedacht te worden dat de bodem in natuurgebieden onderhevig is aan een geleidelijk voortschrijdende proces van ontkalking. Na een volledige eliminering van de buffercapaciteit zal de zuurgraad van de bodem scherp kunnen gaan dalen en de beschikbaarheid van metalen en daarmee het risico navenant toenemen. Een volledige ontkalking van de bodem in de Broekpolder valt echter binnen de eerste periode van honderd jaar of langer niet te verwachten. Voor loswallen die ernstig verontreinigd zijn met drins zal het aanbrengen van een schone leeflaag een optie kunnen zijn om de risico's voor grote grazers te beperken. Deze loswallen liggen echter alle buiten het beoogde begrazingsgebied en begrazing wordt hier vooralsnog niet gepland.



# 1 Algemene Inleiding

## 1.1 Gebiedsbeschrijving

Figuur 1 geeft de geografische ligging van de Broekpolder. Oorspronkelijk lag het gebied op een bodemniveau van -2.0 m NAP. In verband met de stadsuitbreiding van Vlaardingen zijn in de jaren zestig het terrein van de gebieden Holy en Broekpolder opgehoogd om woningbouw mogelijk te maken. Voor de Broekpolder is voor het opheugen gebruik gemaakt van havenslib uit de Rotterdamse haven. Dit werd in die tijd gezien als een goedkope mogelijkheid om dit grote en laaggelegen gebied tot op voldoende hoogte te brengen om een geheel nieuwe woonwijk te realiseren.



Figuur 1. De Broekpolder met het omliggende gebied.

De Broekpolder heeft een oppervlak van 400 ha en is verdeeld in 13 spuitvakken (de hierna genoemde loswallen). Figuur 2 geeft een overzicht van de indeling van de Broekpolder in deze loswallen. Het slib, in het algemeen bestaande uit ernstig verontreinigd klasse IV baggerspecie, was voornamelijk afkomstig uit de Botlekhaven en de Petroleumhavens en is in de periode 1958-1976 in lagen opgespoten in een totale hoeveelheid van 35,5 miljoen m<sup>3</sup>. Na het indikken en afwateren van een laag werd een volgende laag aangebracht tot maximaal een dikte van ongeveer 13 meter werd bereikt. De dikte van de ingeklinkte sliblaag bedraagt thans gemiddeld 7 meter, met een toplaag die vergelijkbaar is met een zandige, humeuze klei (organische stof 8-11%; lutum 15-25% en pH 6,8-7,4). Langs de Vlaardingervaart (loswal 13) is de totale specielaag minder dik, evenals langs de Boonervliet (loswal 12). Onder de opgebrachte lagen ligt een pakket holocene klei- en veenlagen van 14-18 m. Daaronder bevindt zich het watervoerende pleistocene zand. Door het gewicht van het opgebrachte slib worden de holocene lagen samengedrukt, waardoor het oorspronkelijke maaiveld 0,5-1,5 m is gezakt. In het oostelijk deel van de Broekpolder is tussen 1978 en 1990 het nieuwe maaiveld 1 m gezakt (Tjallingii 1992). De huidige hoogte van de Broekpolder bedraagt circa +4 m NAP.



Figuur 2. De indeling van de Broekpolder in loswallen.

Telkens wanneer een laag slib was opgespoten en voldoende gerijpt, ontstond een spontane vestiging van planten en dieren. De eerste pioniersvegetatie bestond vooral uit riet (*Phragmites australis*) en moerasandijvie (*Tephrosia palustris*). Deze vegetatie zorgde voor een hoge mate van onttrekking van vocht uit de bodem waardoor de rijping van de bodem zich in een versneld tempo doorzette. Na de vestiging van de eerste diersoorten (wormen, slakken) ontwikkelde zich een eigen ecosysteem. Zodra de vochthuishouding van de bodem dit toeliet vestigden zich de eerste gewervelde dieren, eerst vooral kleine knaagdieren (muizen en ratten), gevolgd door grotere knaagdieren (konijn en haas). Vooral de eerste explosie van kleine prooidieren trok over een lange periode van jaren veel predatoren aan, vooral roofvogels (torenvalk, sperwer, buizerd en velduil), in voor- en najaar afgewisseld door slechtvalk en zelfs zeearend. Andere predatoren zijn vooral wezel en hermelijn.

Na de Lekkerkerk-affaire is ook de Broekpolder bekend komen te staan als een gebied met ernstige bodemverontreiniging. In tegenstelling tot een vergelijkbaar gebied in Maassluis (de Steendijkpolder), welke ook met verontreinigd havenslib werd opgehoogd, is de Broekpolder uiteindelijk niet bebouwd.

Met name door de voorkomende bodemverontreiniging is er uiteindelijk voor gekozen om het gebied te bestemmen voor natuur en recreatie. Een deel van het gebied is bebost en er zijn wandel- en fietspaden aangelegd. Het bos heeft zich ontwikkeld tot een vrij eentonige opbouw. Naast de eenvormige lijnbepanting is ook de leeftijdsopbouw vrijwel over het gehele bos gelijk. Een deel van de Broekpolder is nog voor lange tijd in gebruik geweest ten behoeve van akkerbouw. Deze akkers liggen voornamelijk aan de westzijde van de Watersportweg. Minder lang, maar ook een aanzienlijk aantal jaren, is in delen van de Broekpolder nog vee geweid.

## **1.2 Begrazingsbeheer**

In 1998/1999 is door de gemeente Vlaardingen het plan opgevat om in een deel van de Broekpolder en de aangrenzende Aalkeetbuitenpolder te bestemmen voor natuur- en landschapontwikkeling via de toepassing van extensieve begrazing door Schotse Hooglanders. Begrazing is een belangrijk instrument voor natuurontwikkeling doordat runderen in staat zijn om celwandrijk plantenmateriaal te verteren en veel bomen en struiken alleen kiemen bij aanwezigheid van voldoende mest, ruimte of licht. De runderen zijn het gehele jaar door in het terrein aanwezig. Op den duur ontwikkelt zich een gevarieerd landschap, waarin een mozaïek van paadjes, water, grasland, struweel en boomvegetaties door de grazers in stand wordt gehouden. De in eerste instantie geplande begrazingsdichtheid van 10 runderen per 160 ha is zodanig dat er alleen op langere termijn enig effect is te verwachten met betrekking tot het ontwikkelen van een mozaïek-achtig landschap. Gestreefd wordt echter om binnen een redelijke termijn het aantal grazers op natuurlijke wijze uit te laten breiden tot het aantal dat nodig is voor een optimaal beheer van het gebied.

Het Schotse Hooglandrund is een betrekkelijk klein runderras met een schouderhoogte van 120 á 130 cm en een gewicht van maximaal 500 kg. Het is een

zogenaamd 'primitief' runderras dat zomer en winter buiten leeft. Het Schotse hooglandrund heeft een voorkeur voor open terrein. Alleen 's nachts en bij koud weer wordt dekking van het bos gezocht. Het ras is niet geschikt om op stal gezet te worden. De dikke vacht zorgt er dan voor dat het dier gaat zweten met mogelijk risico van longontsteking. De voedselvoorkeur ligt bij grassen en russen. Zelfs in de winter als het gras verdord en verouderd is, blijven ze overwegend gras eten. Voedsel met een hoge voedselwaarde (gras van bemeste weilanden) verdragen ze slecht.

### **1.3 Verontreinigingen algemeen**

De belangrijkste verontreinigingen in de bodem van de Broekpolder bestaan uit zware metalen en drins. In deze paragraaf volgen in het kort enkele gegevens over deze groepen van stoffen, hun opneembaarheid door planten en hun toxiciteit voor runderen.

Zware metalen worden door de mens in verhoogde concentraties in het milieu gebracht. Arseen (As) is een essentieel element dat relatief weinig toxisch is. Bij chronische vergiftiging treden stofwisselingsstoornissen, verminderde eetlust, vermagering, stoornissen in het maagdarmkanaal, voortplantingsstoornissen, afsterving van klierweefsel, huidafwijkingen, gestoorde ontwikkeling van bloedcellen, degeneratie van lever en nieren, rode slijmvliezen, onregelmatige en verzwakte hartslag en zenuwaandoeningen op (Stoop & Rennen 1992). Cadmium (Cd) accumuleert in zoogdieren primair in de lever en de nieren. Dit kan leiden tot een aantasting van de nierfunctie bij concentraties in de nieren van circa 350 mg/kg d.s. (Cooke & Johnson 1996). Verschijnselen van chronische vergiftiging bij runderen zijn verminderde eetlust en groeisnelheid, stoornissen van de nieren en geslachtsontwikkeling en huid- en gewrichtsproblemen (Stoop & Rennen 1991). Koper (Cu) is een essentieel element. Koperdeficiëntie kan leiden tot bloedarmoede en verminderde groei, melkproductie, vruchtbaarheid en gewrichtsproblemen. Symptomen van chronische kopervergiftiging bij runderen zijn verminderde eetlust en melkproductie, hemolyse, geelzucht, versnelde ademhaling, verhoogde gevoeligheid voor infecties, verminderd voortplantingssucces, nefrose (Stoop et al. 1993). Kwik (Hg) veroorzaakt vooral neurologische gedragsstoornissen (coördinatie) en gewichtsverlies. Lood (Pb) veroorzaakt in zoogdieren een scala aan subletale verschijnselen, waaronder bewegingsstoornissen, bloedarmoede, hypertensie, neurotoxiciteit, nierbeschadiging, verminderde groei en melkproductie en stofwisselingsstoornissen (Ma, 1996). Zink (Zn) is een essentieel element dat relatief weinig toxisch is voor zoogdieren. Zinkdeficiëntie leidt tot een geremde groei en ontwikkeling. Chronische vergiftiging leidt tot verzwakt afweersysteem en allerlei algemene verschijnselen van afwijkende eetlust en gedrag.

Drins zijn gechlloreerde cyclodieenverbindingen, die vroeger veel werden toegepast als breedwerkend insecticide. Dieldrin is het epoxide van aldrin en isodrin dat van endrin. Drins werken in op het zenuwstelsel en zijn voor zoogdieren acuut toxisch doordat de subletale effectconcentratie dichtbij de letale dosis ligt. De orale LD<sub>50</sub> in de rat ligt rond 50 mg/kg voor aldrin en dieldrin en op circa 15 mg/kg voor endrin

en isodrin. Drins zijn persistent in het milieu door hun resistentie tegen microbiële afbraak in de bodem.

Stoffen die zich in opgeloste vorm in het poriewater van de bodem bevinden kunnen door de planten via het wortelstelsel worden opgenomen. Door adsorptie aan kleideeltjes en organisch stof kan de beschikbaarheid voor opname door de plant echter aanzienlijk worden beperkt. De hoogte van de zuurgraad, het kleigehalte en het organische stofgehalte is in dit opzicht van belang. In zijn algemeenheid geldt dat zware metalen zich bij planten vooral in de wortels accumuleren en in mindere mate in de bladeren en vruchten.

Ten aanzien van de opneembaarheid van zware metalen in planten geldt in het algemeen het volgende:

- Arseen wordt slechts in beperkte mate door plantenwortels opgenomen en accumuleert weinig in de bovengrondse delen.
- Cadmium wordt relatief gemakkelijk door plantenwortels opgenomen en naar bovengrondse delen getransporteerd. Daardoor kan de concentratie in de plant aanzienlijk oplopen.
- Koper wordt relatief gering door planten opgenomen. Het accumuleert voornamelijk in de wortels. Er vindt vrijwel geen translocatie naar andere plantedelen plaats.
- Kwik wordt in anorganische vorm niet of nauwelijks door plantenwortels opgenomen. Translocatie vanuit de wortels naar de rest van de plant is vrijwel nihil.
- Lood wordt in anorganische vorm slechts weinig door plantenwortels opgenomen. Alleen bij extreem hoge bodemconcentraties treedt enige translocatie naar de bovengrondse plantedelen op.
- Zink wordt redelijk gemakkelijk opgenomen door plantenwortels en accumuleert in alle plantedelen.

Persistente organische contaminanten zoals drins worden niet of nauwelijks door het wortelstelsel geabsorbeerd. Endrin wordt relatief nog het makkelijkst opgenomen, maar de concentratie blijft zeer laag. Van persistente organische verbindingen is bekend dat zij voornamelijk zitten in de wortels van de plant, met name in de buitenlaag ervan. Er vindt geen transport naar de bovengrondse delen plaats, zoals onder meer blijkt uit onderzoek met PAK's (Wild & Jones 1992). In het algemeen wordt gesteld dat de contaminatie van planten door aanhangende gronddeeltjes groter is dan door opname via de wortel. Hoewel drins niet of nauwelijks in planten worden opgenomen betekent dit niet dat deze verbindingen geen risico's opleveren voor herbivoren. Met name door grote grazers wordt een aanzienlijke hoeveelheid grond tijdens de begrazing mee opgenomen.



## 2 Vraagstelling

In eerder onderzoek heeft het RIVM een briefrapport (d.d. 24 december 1996) uitgebracht getiteld "Onderzoek naar de spoorelementgehalten in veevoedergewassen inclusief gras, in grond, in slib en in water afkomstig uit de Broekpolder te Vlaardingen. Risicoevaluatie m.b.t. het eventueel uitzetten van Galloway runderen of Schotse Hooglanders". De voornaamste conclusie was dat er op basis van een worst-case berekening sprake was van een dagelijkse inname van Cd van 0,06 mg/kg. Dit zou aanleiding kunnen geven tot risico's. Voor de overige onderzochte elementen (Pb, As, Cu, Zn en Cr) zouden geen negatieve gevolgen voor dieren en volksgezondheid zijn te verwachten. In het rapport werden geen uitspraken gedaan omtrent mogelijke risico's in verband met blootstelling aan drins.

Op basis van het genoemde RIVM rapport is op 30 mei 1997 door de Veterinaire Inspectie advies uitgebracht. Dit advies gaf grotendeels een bevestiging van de conclusies in het RIVM rapport. Uitgaande van een verdunningseffect als gevolg van verspreide begrazing over de verschillende gebieden werd door de Inspecteur het mogelijk geacht om grote grazers in de Broekpolder in te zetten. De restrictie die werd gegeven is dat de dieren niet bestemd worden voor humane consumptie en dat gedurende enige jaren monitoring plaatsvindt naar het cadmiumgehalte in dode dieren.

Op 11 mei 1999 zijn door het Tweede Kamerlid Poppe (SP) kamervragen gesteld. Hieronder zijn de door Poppe gestelde kamervragen weergegeven, inclusief de op 23 augustus 1999 door de ministers van VWS en LNV gegeven antwoorden.

	<b>Vragen kamerlid SP Poppe 11 mei 1999</b>	<b>Antwoord Minister van LNV (mede namens VWS) d.d. 23 augustus 1999 Kenmerk VVM. 992300</b>
1	Kent de minister het bericht "Hooglanders moeten grazen op giftige grond" en klopt het weergegeven standpunt van de Veterinaire Inspectie van de Volksgezondheid?	Ja, het artikel 'Hooglanders moeten grazen op giftige grond' is bij ondergetekende bekend. De Inspectie Gezondheidsbescherming Waren en Veterinaire Zaken, waarin de Veterinaire Inspectie (verder: de VI) is geïntegreerd, heeft laten weten dat op 30 mei 1997 een brief is toegezonden aan de Milieudienst Rijnmond. In die brief concludeert de VI op basis van het RIVM-rapport van 23 december 1996 (zijnde een verslag van een onderzoek naar spoorelementgehalten in veevoedergewassen inclusief gras, in grond, in slib en in water afkomstig uit de Broekpolder te Vlaardingen, inclusief een risico-evaluatie met betrekking tot het uitzetten van runderen) dat er geen effecten op de gezondheid van de Hooglanders verwacht worden. De VI raadt aan om de dieren gedurende tenminste enige jaren te volgen en cadmiumgehalten in levers en nieren van enkele dieren te bepalen. Daarnaast heeft de VI aangegeven dat de dieren niet voor de humane consumptie bestemd mogen worden.
2	Is het voorstel van de Veterinaire Inspectie om begrazing met hooglanders van een ernstig verontreinigde polder toe	De VI komt, op basis van het genoemde RIVM-rapport van 23 december 1996, tot de conclusie dat verwacht mag worden dat begrazing van het betreffende terrein geen nadelige effecten op de dieren zal hebben. Echter: het RIVM-onderzoek betreft deels andere delen van de Broekpolder dan de delen waar de runderen op uitgezet

	<b>Vragen kamerlid SP Poppe 11 mei 1999</b>	<b>Antwoord Minister van LNV (mede namens VWS) d.d. 23 augustus 1999 Kenmerk VVM. 992300</b>
	te staan, mits het vlees niet gebruikt wordt voor menselijke consumptie en de effecten gemonitord worden, in overeenstemming met de wetgeving en overige doelstellingen inzake het dierwelzijn?	zullen worden. Volgens mededeling van het RIVM zijn door het RIVM monsters genomen van grond, water, slib en gewassen op die plaatsen in de Broekpolder waar de ernstigste verontreinigingen te verwachten zijn. Deze plaatsen zijn bepaald op basis van een rapportage van Chemielenco, informatie van de Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond en rekening houdend met verschillen in hoogte van de verschillende gebieden in de Broekpolder. De gevonden waarden vertegenwoordigen naar het oordeel van het RIVM daarom een 'ernstigste geval scenario' voor het gehele terrein. De runderen zullen derhalve uitgezet worden op een gebied dat grotendeels bestaat uit andere, naar verwachting minder vervuilde locaties dan de locaties die door het RIVM onderzocht zijn. Dit alles overziende ben ik, ondanks de op zich geruststellende adviezen, van mening dat in dit begrazingsproject ongewenste en onnodige risico's worden gelopen. Ik acht monitoring van mogelijk optredende ongewenste effecten daartoe niet het juiste instrument en ben van mening dat het uitzetten van de dieren op genoemd terrein beter achterwege kan blijven.
3	Is het de minister bekend dat de afwatering van het onderhavige gebied gezuiverd moet gaan worden voordat het op omliggend boezemwater geloosd mag worden? Zo ja: kan in een dergelijke situatie het drinken van de dieren met ditzelfde water dan wél verantwoord zijn?	Ja, het is bekend dat de afwatering van een deel van de Broekpolder gezuiverd dient te worden vanwege de aanwezigheid van drins. De gemeente Vlaardingen heeft laten weten dat op het betreffende gedeelte van de Broekpolder geen begrazingsbeheer plaats zal vinden.
4.	Heeft de Veterinaire Inspectie zich vóór het bepalen van haar standpunt op de hoogte gesteld van de exacte samenstelling van de bodem- en grondwaterverontreiniging van de Broekpolder? Zo nee: waarom niet?	De VI heeft zich gebaseerd op de gegevens in het eerder genoemde rapport van het RIVM van 23 december 1996.
5.	Acht de minister, alles overwegende, het uitzetten van Schotse Hooglanders in deze met verontreinigd havenslib opgespoten polder verantwoord?	Nee, zoals blijkt uit antwoord 2 ben ik van mening dat er in het geval van de Broekpolder mogelijk sprake is van gevaar voor de gezondheid of het welzijn van de betreffende dieren. Gelet hierop, acht ik het uitzetten van de dieren op genoemd terrein in strijd met artikel 36 van de Gezondheids- en welzijnswet voor dieren. Er is door ambtenaren van mijn ministerie inmiddels contact gezocht met de gemeente Vlaardingen. De gemeente beraadt zich op het begrazingsproject.

Naar aanleiding van het standpunt van de minister van LNV leek het erop dat op basis van zijn argumenten er geen begrazingsbeheer in de Broekpolder mogelijk was. De gemeente Vlaardingen is echter opnieuw in overleg getreden met de minister. Naar aanleiding van dit overleg heeft de minister laten weten dat hij bereid is zijn



mening te veranderen. Dan diende wel eerst meer onderzoek plaats te vinden en eventuele maatregelen te worden getroffen om zekerheid te hebben dat de Schotse Hooglanders ook op de langere termijn geen nadelige effecten van de in de bodem voorkomende verontreinigingen ondervinden (PB31/12/99).

Op 27 september 2000 heeft de gemeente Vlaardingen in overleg met het recreatieschap Midden-Delfland aan het onderzoeksinstituut Alterra te Wageningen opdracht gegeven om de risico's voor het inzetten van Schotse Hooglanders ten behoeve van begrazingsbeheer in de Broekpolder nog eens kritisch te beoordelen. Met name het voorkomen van zware metalen en drins in de bodem dienden in het onderzoek te worden betrokken. Tevens is door de gemeente verzocht om maatregelen in beschouwing te nemen om eventuele nadelige risico's voor de runderen uit te sluiten of te verminderen.



### 3 Plan van aanpak

Gezien het onderzoek naar de diergezondheids- en welzijnsrisico's wanneer runderen (in dit geval Schotse Hooglanders) worden ingezet voor begrazingsbeheer in de Broekpolder is het van belang om diergezondheid en -welzijn te definiëren. Een mogelijke definitie van diergezondheid en -welzijn is: "De staat waarin dieren zoveel mogelijk hun natuurlijk gedrag kunnen uitvoeren en waarbij ziekte en sterven deel uitmaakt van de natuurlijke levenscyclus". Deze definitie komt tegemoet aan de benadering zoals deze is vastgelegd in de Gezondheids- en welzijnswet voor dieren (04-07-1996, Stb 399), artikel 36 lid 1: "*Het is verboden om zonder redelijk doel of met overschrijding van hetgeen ter bereiking van zodanig doel toelaatbaar is, bij een dier pijn of letsel te veroorzaken dan wel de gezondheid of het welzijn van een dier te benadelen*".

De in de wet opgenomen tekst is moeilijk in concrete parameters te vertalen aan de hand waarvan kan worden vastgesteld waar de welzijns- en/of gezondheidsgrenzen liggen. De Minister van LNV vertaalt in zijn reactie op de kamervragen van Poppe de tekst van artikel 36, lid 1 naar "*het lopen van ongewenste en onnodige risico's*". Bij de beoordeling van risico's zou men in principe kunnen aanhaken bij de normering zoals deze is opgesteld in het kader van de Wet bodembescherming (Circulaire VROM 2000). Deze bodemnormen zijn echter generiek van aard. Zij laten geen uitspraken toe over de risico's voor specifieke diersoorten.

Ten behoeve van dit rapport zijn de specifieke risico's berekend voor de gezondheid van de runderen op basis van een analyse van de wijze waarop de dieren naar verwachting in de Broekpolder aan verontreinigende stoffen worden blootgesteld (Hoofdstuk 4). Voor een nadere invulling van de mate waarin blootstelling plaatsvindt is een inventarisatie gemaakt van de beschikbare gegevens omtrent de aanwezige verontreinigingen de bodem, oppervlaktewater en gewas in de Broekpolder en zijn metingen in de vegetatie uitgevoerd (Hoofdstuk 5). In Hoofdstuk 6 wordt de toegepaste beoordelingssystematiek nader toegelicht met betrekking tot de berekening van de blootstelling en de toetsing aan de huidige toxicologische kennis omtrent het effect van de betreffende stoffen voor runderen en de daaruit voortvloeiende grenswaarden. In Hoofdstuk 7 worden de resultaten van de risicoberekeningen weergegeven. In de eerste plaats is het risico per loswal berekend. Het voordeel hiervan is dat men deze resultaten kan gebruiken bij het ontwerpen van begrazingsschema's die kunnen leiden tot risicoreductie.

In de tweede plaats zijn 'overall' berekeningen gemaakt voor de delen in de Broekpolder waar volgens de gemeente Vlaardingen begrazing moet gaan plaatsvinden. Daarbij gaat de risicoberekening uit van een 'gemiddelde' of een 'worst-case' analyse. Volgens de eerste plannen zal het begrazingsgebied de loswallen 6, 6a, 8, 8a, 9 en 11 omvatten met in totaal een oppervlak van circa 130 ha. Daarin zullen een tiental Schotse Hooglanders worden uitgezet (raadsvoorstel B&W Vlaardingen d.d. 13 april 1999). Deze loswallen worden hier verder aangeduid als het 'begrazingsgebied' of de 'begrazingslocaties'. Op verzoek van de gemeente

Vlaardingen is daarnaast ook gekeken naar de andere gebiedsdelen in de Broekpolder, waar vooralsnog geen begrazingsbeheer wordt beoogd. Het betreft de loswallen 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11a, 12 en 13.

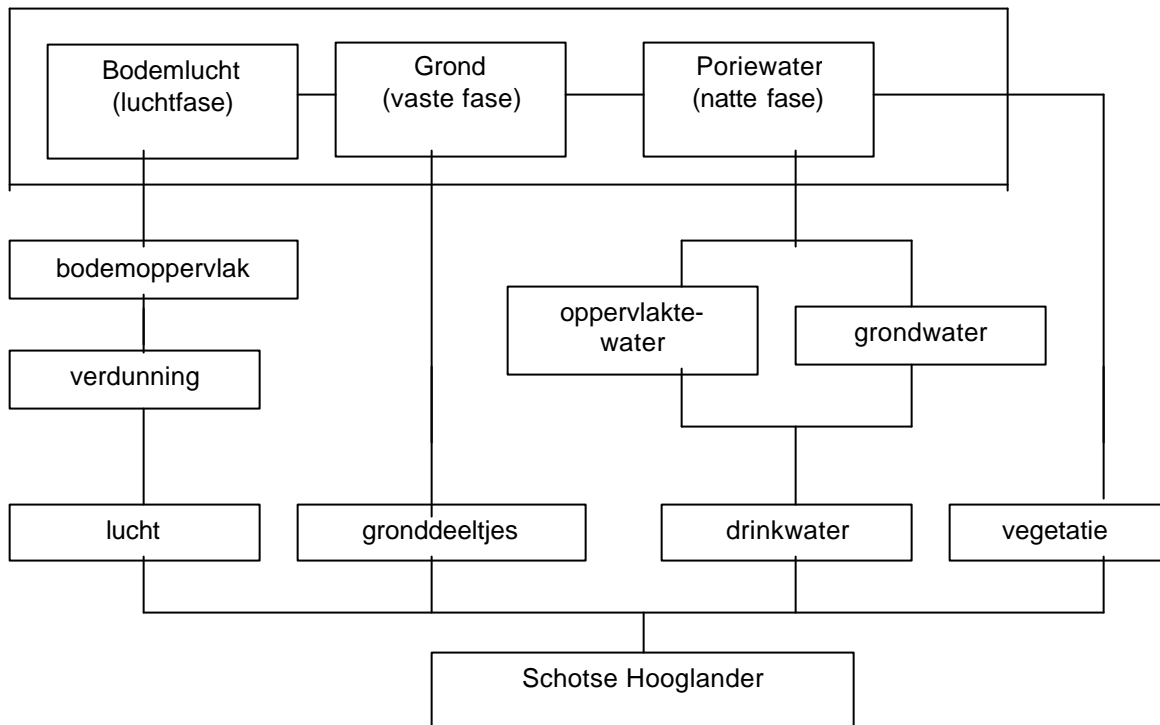
Een deel van de Aalkeetbuitenpolder komt volgens plan ook voor begrazing in aanmerking, inclusief een deel van de tussen beide polders lopende rijskade (totaal ca. 30 ha). Over verontreinigingen in dit gebied zijn geen gegevens bekend. Omdat de Aalkeetbuitenpolder echter nooit is opgehoogd met havenslib, bestaat de verwachting dat hier geen verontreinigingen van betekenis voorkomen. Voor zover bekend is dit gebied tot op heden alleen gebruikt als weidegrond voor (melk)rundvee. Voor de risicoberekening wordt dit gebied daarom buiten beschouwing gelaten.

In Hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de eventuele noodzaak van het nemen van risicoreducerende maatregelen voor de Broekpolder teneinde extensieve begrazing te kunnen realiseren. In Hoofdstuk 9 tenslotte worden de onzekerheden in de uitgevoerde risicoanalyse besproken en worden de voornaamste conclusies samengevat.

## 4 Blootstellingsroutes

Bijgaande figuur geeft een schematisch overzicht van mogelijke blootstellingsroutes voor grote grazers. De blootstelling kan op de volgende manieren plaatsvinden:

1. Consumptie van gecontamineerde gewassen
2. Bijvraat van gecontamineerde aanhangende grond
3. Drinken van gecontamineerd oppervlaktewater (inclusief opwervelend slib)
4. Inademing van gronddeeltjes (via stofbaden en opwaaiende gronddeeltjes)



Het rund is primair een graseter, maar het menu bestaat voor een deel ook uit andere gewassen. Deze keuze vindt ook plaats wanneer er voldoende gras aanwezig is om in de volledige voedselbehoefte te voorzien (Nationaal Bosbegrazingsonderzoek 1990-1996). Uit het genoemde onderzoek is een beslisregel voor de dieetkeuze voor grote grazers ontwikkeld. Dit houdt in dat het dieet van het rund voor 70% bestaat uit voedselsoorten die in de hoogste preferentieklassen zitten (de primaire voedselvoorkeur), voor 20% uit voedselsoorten uit de secundaire voedselvoorkeur en voor 10% uit voedselsoorten uit de tertiaire voedselvoorkeur.

Voor de risicoberekening is het van belang te weten hoeveel voedsel een Schotse Hooglander dagelijks opneemt. De Veterinaire Milieuhygiënewijzer 1997 gaat uit van een dagelijkse voedselopname van een volwassen rund van 15 kg d.s./dag. Deze opname is gebaseerd op het levend lichaamsgewicht van de Nederlandse landbouwhuisdieren. Deze hebben een gemiddeld gewicht van 700 kilogram. De

Schotse Hooglander wijkt in lichaamsgewicht hier aanzienlijk van af. Uitgaande van een gemiddeld lichaamsgewicht van een volwassen stier wordt gewoonlijk 450 kilogram aangehouden. De behoefte aan voeding is dan ook navenant lager. Als uitgangspunt voor ons onderzoek wordt aangenomen dat een volwassen Schotse Hoogland stier een dagelijkse voedselbehoefte heeft van 10 kilogram (d.s.). Dit komt overeen met een (gemiddelde) dagelijkse opname van de volgende gewastypen:

primaire voorkeur	grassen en zeggen	7 kilogram d.s.
secundaire voorkeur	knop, blad, twijg, bast	2 kilogram d.s.
tertiaire voorkeur	kruiden	1 kilogram d.s.

Een deel van de inname en blootstelling van stoffen is een gevolg van zogenaamde bijvraat. Vanwege hun typische graaswijze, waarbij het gewas met de tong wordt aangegrepen en uit de grond getrokken, nemen runderen een aanzienlijke hoeveelheid aanhangende grond op. Ook naar omvang van deze bijvraat zijn de nodige onderzoeken uitgevoerd. Door Van Hooft (1995) wordt bij een worst-case benadering een opname van grond door runderen, bij een dagelijkse grasconsumptie van 15 kg d.s., van 4% (600 g) aan aanhangende grond aangehouden. Deze aanname is gebaseerd op een groot aantal literatuurgegevens, waaruit blijkt dat er aanzienlijke verschillen bestaan in de aanname van de dagelijkse hoeveelheid bijvraat. De hoeveelheid opgenomen grond is afhankelijk van het bodemtype, het weer, de dichtheid en de hoogte van de vegetatie. Daarnaast speelt ook het seizoen een belangrijke rol. De Veterinaire Milieuhygiënewijze 1997 neemt op grond van literatuurgegevens aan dat de gemiddelde grondopname tussen 427 en 600 g d.s./dag bedraagt bij een grasconsumptie van 15 kg d.s./dag. Op basis van bovenstaande gegevens wordt in dit onderzoek voor de Schotse Hooglander een grondopname aangehouden van 320 g d.s., zijnde 4% van de opname van grassen en kruiden van in totaal 8 kg d.s.

Een aantal verontreinigende stoffen die zich in de bodem bevinden kunnen vervluchtigen. Wanneer dit het geval is dient de mate van inademing door het rund van deze vluchtige stoffen te worden vastgesteld. Dit onderzoek beperkt zich echter tot zware metalen en een aantal organochloorpesticiden (drins). Deze stoffen zijn niet aangemerkt als vluchtig. Inademing van deze stoffen in vluchtige vorm wordt niet als een relevante blootstellingsroute aangemerkt. Wel is mogelijk dat opwaaiende gronddeeltjes en opstuivende grond als gevolg van het nemen van stofbaden door de runderen worden ingeademd. Aan dit aspect wordt hier geen verdere aandacht besteed, aangezien de bijdrage ervan aan de totale blootstelling door opname van 320 g grond via bijvraat zeer gering wordt geacht.

Wanneer het oppervlaktewater door de runderen gebruikt wordt als drinkwater is dit eveneens aan te merken als een blootstellingsroute. Beschikbare gegevens over de opname van drinkwater betreffen vooral landbouwhuisdieren. De vochtbehoefte van vleesvee bedraagt ca. 10% van het lichaamsgewicht (Veterinaire Milieuhygiënewijzer 1997). Dit komt voor een Schotse Hooglander van gemiddeld 450 kilogram lichaamsgewicht op een vochtbehoefte van 45 liter per dag. Een groot deel hiervan krijgen runderen reeds binnen via de consumptie van gras en overige gewassen. Gras

bevat circa 85% vocht (Veterinaire inspectie van de Volksgezondheid 1991). Echter opgemerkt moet worden dat de dieren jaarrond in het gebied aanwezig zullen zijn. In de winterperiode bevatten de gewassen aanzienlijk minder vocht. De in de Veterinaire Milieuhygiënewijzer aangehouden vochtgehalten zijn bovendien gebaseerd op weidegrassen. Grassen in (niet bemeste) natuurgebieden zullen waarschijnlijk een lager percentage vocht hebben. Voor dit onderzoek nemen we een gemiddeld vochtgehalte aan van 60%. In combinatie met de eerder vermelde aanname dat een Schotse Hooglander per dag gemiddeld 8 kg d.s. aan grassen en kruiden eet, komt dit neer op 12 l vochtopname via het voedsel. Dit betekent dat de rest van de vochtbehoefte van ca. 33 liter per dag moet worden aangevuld door drinken.





## 5 Beschikbare concentratiegegevens

### 5.1 Bodemconcentratie

Door Chemielinco zijn in opdracht van de DCMR Milieudienst Rijnmond concentraties gemeten in de top laag tot 0,5 m-mv en de onderliggende laag van 0,5-1,5 m-mv (Chemielinco 1995). De analyse van de grondmonsters was met name gericht op voor baggerspecie karakteristieke verontreinigingen, waaronder de metalen arseen (detectiegrens 16 mg/kg), cadmium (detectiegrens 0,4 mg/kg), koper (detectiegrens 3 mg/kg), lood (detectiegrens 19 mg/kg) en zink (detectiegrens 1 mg/kg). Met behulp van GCMS zijn organische verbindingen gescreend zoals PAK's (detectiegrens individuele PAK <0,5 mg/kg), PCB's (detectiegrens individuele PCB <0,1 mg/kg), chloorbenzenen (detectiegrens individuele chloorbenzenen <0,5 mg/kg), organochloorpesticiden (waaronder DDT, HCH, HCB en drins) (detectiegrens individuele pesticiden ca. <0,1 mg/kg), alkylbenzenen (detectiegrens <1 mg/kg), ftalaten (detectiegrens <5 mg/kg) en minerale olie (detectiegrens <50 mg/kg).

Bijlage I geeft een overzicht van de maximaal gemeten concentraties van zware metalen en drins in de bovenlaag (0-0,5 m-mv) van de bodem in de Broekpolder. De data zijn afkomstig uit het rapport van Chemielinco (1995). In het geval er meerdere metingen in een loswal zijn uitgevoerd, zijn boringen geselecteerd waarin ook eigenschappen van de bodem zijn gemeten (organische stof, lutum en droge stof). De meetwaarden binnen een locatie liggen dicht bij elkaar. Het gehalte aan organische stof bedraagt gemiddeld 10% en het lutumgehalte 20%. Daardoor zullen de in Bijlage I genoemde concentraties vrijwel gelijk zijn aan de concentratie in standaardbodem (10% organische stof en 25% lutum) (circulaire 2000).

In de begrazingslocaties (loswal 6, 6a, 8, 8a, 9 en 11) liggen de gemeten concentraties van drins in de bovenlaag beneden de detectielimiet van 0.001 mg/kg d.s. (Chemielinco 1995). In de locaties 2, 5, 7, 10, 12 en 13 zijn de concentraties van drins daarentegen zeer hoog vergeleken met de LAC-sigitaalwaarde van 0,3 mg/kg d.s. voor drins in grasland (LAC 1991) (zie Tabel 7). De hoogste concentratie van 30 mg/kg d.s. is gemeten in loswal 7. Een deel van loswal 7 is beplant met bos en er is ook een waterpartij aanwezig. Vanuit het oogpunt van natuurontwikkeling zou dit een gebied kunnen zijn dat eventueel voor begrazing in aanmerking zou kunnen komen. Het gebied grenst direct aan de gebiedsdelen waar begrazing moet gaan plaatsvinden. Loswal 4 en 5 zijn nu in gebruik als landbouwgebied (akkerbouw). Het gebied loswal 13 betreft een rietveld. Loswal 10, 11a en 12 vormen een onderdeel van de Golfbaan Broekpolder. Dat hier ooit begrazing zal gaan plaatsvinden is niet erg waarschijnlijk, maar zijn niettemin in de berekeningen meegenomen. Chloorbenzenen, zoals HCH en HCB, laten geen sterke overschrijding van de LAC signaalwaarden voor grasland, die variëren van 0,3, 0,1 en 2,5 mg/kg voor respectievelijk alfa-, beta- en gamma-HCH en 0,3 voor HCB, zien. Dit geldt ook voor PCB's, waarvoor de LAC signaalwaarde 0,1 mg/kg bedraagt voor individuele

componenten. Vergelijken we de gehalten met bodemsaneringsnormen vermeld in Tabel 7 dan liggen de gehalten in bepaalde loswallen hoger dan de streefwaarde voor som 7-PCB's van 0,02 mg/kg d.s., doch blijven in alle gevallen ver onder de interventiewaarde van 1 mg/kg d.s. Voor PAK's en minerale olie zijn geen signaalwaarden bekend, doch wat betreft de saneringsnormen liggen de gehalten dichtbij de streefwaarde voor som 10-PAK van 1 mg/kg d.s. en ver onder de interventiewaarde van 40 mg/kg d.s. Voor minerale olie liggen de gehalten veelal hoger dan de streefwaarde van 50 mg/kg d.s., doch blijven ver onder de interventiewaarde van 3000 mg/kg d.s.

Op grond van de bovengenoemde gegevens concentreert het onderzoek in dit rapport zich op de risico's van zware metalen en drins.

## **5.2 Concentratie in oppervlaktewater**

Voor de concentratiegegevens in het oppervlaktewater is gebruik gemaakt van het rapport van het RIVM (1996). Bijlage II geeft een overzicht van de concentraties die door het RIVM in het oppervlaktewater (slootwater) van de Broekpolder zijn gemeten. De bemonstering heeft plaatsgevonden in loswal 4D (landbouw), loswal 5D (landbouw) en loswal 7B (landbouw/bos). Uitgezonderd de concentratie van Zn in loswal 5D zijn geen concentraties aan zware metalen boven de aangegeven detectielimiet in het water waargenomen.

In het RIVM onderzoek is geen analyse van het oppervlaktewater uitgevoerd naar het voorkomen van drins. Er is een gegeven beschikbaar van dieldrin dat in 1990 is gemeten door het Waterloopkundig Laboratorium. Volgens deze gegevens is 20-30% in het afvoerwater vanuit de Broekpolder gebonden aan zwevende stof. De rest is opgelost in water. Uit de metingen is gebleken dat het afvoerwater naar de Vlaardingervaart een concentratie aan dieldrin bevat van gemiddeld 100 ng/l. Bij deze concentratie moet worden bedacht dat dit een meting betreft op een punt waar het water vanuit het gehele oppervlak van de Broekpolder wordt geloosd in de Vlaardingervaart. De concentratie aan dieldrin in het slootwater in de Broekpolder is niet bekend. Het is echter onwaarschijnlijk dat de sloten in het gebied hoge concentraties aan drins zullen bevatten, aangezien de afstroming van het oppervlaktewater in verband met het waterhuishoudkundig beheer in de Broekpolder van (noord)-west naar (zuid)oost verloopt. Dit betekent dat het oppervlaktewater eerst afstroomt van gebieden waar geen meetbare concentraties aan drins in de bodem zijn bemeaten. Pas daarna vindt afstroming plaats vanuit gebiedsdelen met door drins verontreinigde bodem. Overigens is voor die delen die met drins zijn verontreinigd (en niet behorend tot het begrazingsgebied) een zuiveringsinstallatie gerealiseerd, waardoor het water uit deze delen eerst na een zuivering door middel van koolfilters direct op de boezem wordt geloosd. De aanleg van de genoemde zuiveringsinstallatie is een eis van het Hoogheemraadschap van Delfland om op de boezem te mogen afwateren. Het is daarom aannemelijk dat het slootwater in het gebied waar de runderen komen te grazen geen of zeer lage concentraties aan drins bevat. Daarnaast wordt in de Aalkeetbuitenpolder (niet opgehoogd met havenslib) een drinkplaats gerealiseerd,

omdat in het opgespoten deel gedurende de zomermaanden de sloten droog staan. Het water in deze drinkplaats heeft geen relatie met de Broekpolder.

### **5.3 Concentratie in vegetatie**

Door het RIVM (1996) is in vier locaties een aantal grasmonsters uit de Broekpolder geanalyseerd op concentraties zware metalen. Deze gegevens zijn vermeld in Bijlage III. Alleen het grasmonster uit loswal 8a betreft een gebiedsdeel waarvoor begrazing is beoogd. Voor drins in gras zijn geen meetgegevens bekend, doch enige opname van belang in de bovengrondse delen van planten wordt niet verwacht (zie paragraaf 1.3) .

In een eigen onderzoek zijn monsters genomen van de bovengrondse delen van gras (meest raaigras) en brandnetel en van de bast/schors van Canadese populier in de zes beoogde begrazingslocaties van de Broekpolder. In elke loswal is op 24 december 2000 een hoeveelheid materiaal verzameld, dat, indien van toepassing, vervolgens is samengevoegd tot een mengmonster per locatie. De monsterplekken zijn aangegeven in Figuur 3. Het tijdstip van monstername valt buiten het groeiseizoen, dat is de periode waarin de vegetatie de hoogste concentraties aan stoffen heeft geaccumuleerd. Het gras verkeerde nog in een groene conditie, de brandnetel was echter al gedeeltelijk in een iets bruin-verdorpe staat. De stukjes bast/schors zijn genomen van de laag tot op het cambium. Tijdens de monstername van gras en brandnetel werd ervoor gezorgd dat besmetting met gronddeeltjes werd vermeden. De monsters zijn gevriesdroogd en gemalen ter voorbereiding voor de chemische analyse door Alterra door middel van extractie met koningswater en meting met ICP.

De resultaten van de metaalanalyses zijn weergegeven in Bijlage V. De mogelijkheid van vergelijking met de RIVM waarden beperken zich tot gras van locatie 8a (Bijlage III). De eigen meting valt ongeveer een factor 2 hoger uit (Bijlage V). Dat kan komen door een seizoensverschil. In de winter zijn de gehalten het hoogst. De meetwaarden voor As lagen alle beneden de detectiegrens van 1,5 mg/kg d.s.. De meetwaarden voor Cr vertoonden een grote variatie tussen de locaties, voor de overige metalen was de spreidingsbreedte relatief gering. De gemiddelden, mediaan en 99-percentielwaarden van de overige metalen zijn samengevat in Tabel 1. Deze data zijn gebruikt om de risico's gemaakt op basis van schattingen nader te verifiëren. Daarbij is weer een worst-case situatie toegepast door het 99-percentiel van de meetwaarden te nemen in de berekeningen en voor As de waarde gelijk te stellen aan de detectielimiet.



*Figuur 3. Plekken in de Broekpolder waar vegetatiemonsters zijn genomen. B = bast/schors van Canadese populier; G = gras; K = kruid (brandnetel).*

Tabel 1. Gemiddelde, mediaan en 99-percentiel van de gemeten gehalten in mg/kg ds van vegetatiemonsters genomen in de 6 begrazingslocaties (loswal 6, 6a, 8, 8a, 9 en 11).

Monster		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Gras	Gem	< 1.5	1.13	4.18	13.6	0.112	4.32	6.08	88
	Mediaan	< 1.5	1.10	2.79	13.8	0.103	3.33	4.93	87
	99-perc	< 1.5	1.60	9,31	18.9	0.192	7.48	12,4	112
Bast/schors	Gem	< 1.5	7.98	7.65	5.19	0.023	2.73	2.83	192
	Mediaan	< 1.5	8.05	1.07	5.26	0.024	1.62	2.65	197
	99-perc	< 1.5	10.1	34.4	6.72	0.033	7,24	3.70	241
Brandnetel	Gem	< 1.5	0.34	3.74	11.3	0.101	2.52	3.96	61.6
	Mediaan	< 1.5	0.32	3.04	10.4	0.078	2.41	2.92	60.4
	99-perc	< 1.5	0.47	8.15	17.3	0.237	4.15	9.35	85.0

Uit Tabel 1 blijkt dat populier relatief veel Cd en Zn accumuleert. De bast/schors bevat gemiddeld een factor 5-10 hogere concentratie aan Cd dan gras. De concentraties aan Zn zijn een factor 2 hoger. De concentratie van de overige metalen Cu, Hg, Ni en Pb zijn gemiddeld lager in bast/schors dan in gras. Brandnetel bevat in het algemeen de laagste concentraties. Voor Cd is het verschil ongeveer een factor 3 lager in brandnetel dan in gras.



## 6 Beoordelingssystematiek

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de systematiek die in dit rapport is gehanteerd ter berekening van het risico. In de eerste plaats wordt onderscheid gemaakt tussen acute en chronische toxiciteit. Bij 'acute toxiciteit' gaat het om effecten die worden waargenomen bij een acute blootstelling aan een hoge dosis, met sterfte als criterium. Bij 'chronische of subchronische toxiciteit', zoals van toepassing is op begrazing in de Broekpolder, handelt het zich om effecten bij een blootstelling gedurende een (groot) deel van de totale levensduur van het dier aan een relatief lage dosis, waarbij alleen subletale effecten zijn te verwachten, zoals bijvoorbeeld nadelige effecten op de groei of reproductie. Voor runderen gaat het bij chronische blootstelling veelal om een periode van weken tot maanden. In onze risicoberekeningen is uitgegaan van gegevens over chronische toxiciteit.

Het risicoquotient (R) van chronische toxiciteit bij blootstelling van de runderen wordt in dit rapport als volgt berekend:

$$R_i = \{[C]_g * I_g + [C]_v * I_v + [C]_w * I_w\}_i / I_g * N(O)EC_i$$

waarin:

$[C]_g$ ,  $[C]_v$  en  $[C]_w$  = respectievelijk de concentratie van stof  $i$  in grond (mg/kg d.s.), voedsel (mg/kg d.s.) en drinkwater (mg/l);

$I_g$ ,  $I_v$  en  $I_w$  = de dagelijkse inname van respectievelijk de hoeveelheid grond (kg), voedsel (kg) en drinkwater (l);

$I_g$  = het lichaamsgewicht in kg levend gewicht.

$NOEC_i$  = No-Observed-Effect-Concentration (mg/kg lg/d), de hoogste blootstellingsconcentratie van stof  $i$ , waarbij nog geen sprake is van enigerlei waarneembaar toxisch effect op het individu. In gevallen waarin slechts gegevens bekend zijn over de laagste concentratie waarbij nog een effect is waargenomen (Lowest-Observed-Effect-Concentration of LOEC) is een No-Effect-Concentration (NEC) geschat uit de LOEC waarde door deze te delen door een factor 10.

In de berekeningen is voorts aangenomen dat de toxiciteitsgegevens die voor landbouwhuisdieren van toepassing zijn direct extrapoleerbaar zijn naar de Schotse Hooglander. Het effect van het lagere gemiddelde gewicht en de lagere dagelijkse voedselopname zullen elkaar min of meer compenseren. De risicoberekening blijft daardoor voor beide typen van runderen ongeveer gelijk. Voor de koe wordt uitgegaan van een gemiddeld levend gewicht van 700 kg en een gemiddelde voedselopname van 15 kg d.s. per dag. Voor de Schotse Hooglander gaan we uit van een lichaamsgewicht van gemiddeld 450 kg en een gemiddelde dagelijkse voedselopname van 10 kg d.s. (zie Hoofdstuk 4).

Ten behoeve van een beoordelingskwalificatie van de risicoquotienten wordt de volgende systematiek gehanteerd:

- Het risico wordt als *'verwaarloosbaar'* beschouwd, indien  $R \leq 1$ . In dat geval is er sprake van een verwaarloosbare kans dat nadelige effecten van chronische toxiciteit in het dier zullen optreden.
- Er is sprake van *'beperkt risico'*, indien  $1 < R < 10$ . Er is een relatief geringe kans op het optreden van enige effecten van chronische toxiciteit.
- Het risico wordt als *'ernstig'* beschouwd, indien  $10 \leq R < 100$ . Het is in dat geval vrijwel zeker dat er nadelige effecten zullen optreden.
- Het risico wordt als *'zeer ernstig'* beschouwd, indien  $R \geq 100$ . De toxische effecten zullen naar verwachting zeker optreden en bovendien voor het dier ernstig van aard zijn.

De term *'verwaarloosbaar risico'* is geen arbitraire classificatieterm, omdat  $R=1$  berust op een objectieve getalsmatige NOEC waarde. De termen *'beperkt risico'* en *'ernstig of zeer ernstig risico'* zijn daarentegen wel in zekere zin arbitrair, aangezien zij afhangen van de wijze waarop men een waarde van  $R > 1$  zou willen opvatten. De termen *'beperkt risico'* en *'ernstig of zeer ernstig risico'* geven daarom slechts een indicatie van de oplopende kans dat verschijnselen van chronische toxiciteit zich zouden kunnen manifesteren.

Grenswaarden, zoals veevoedernormen, voor zover die betrekking hebben op de veiligheid van het dierproduct voor menselijke consumptie, zijn niet meegenomen in de toetsing van risico's. Aldus wordt vermeden om normen voor het dier en de mens door elkaar te gebruiken voor het afleiden van NOEC's, zodat gekomen kan worden tot een correcte inschatting van de risico's voor het dier. Normen die berusten op de gezamenlijke risico's voor landbouwhuisdieren en productkwaliteit (LAC- of FBS-waarden) zijn alleen in de beoordeling meegenomen, indien zij afgeleid zijn van NOEC-waarden die betrekking hebben op de diergezondheid en niet op de voedselveiligheid voor de mens.

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de NOEC en berekende NEC waarden die gebruikt zijn voor de risicobeoordeling. Tevens wordt hieronder een toelichting gegeven.



Tabel 2. NOEC of berekende NEC waarden die gebruikt zijn in de risicobeoordeling.

Stof	NOEC of NEC (mg/kg lg/d)
Arseen	5
Cadmium	0,09
Koper	0,67
Kwik	0,04
Lood	0,6
Zink	37
Aldrin	0,00001
Dieldrin	0,00001
Endrin	0,00001
Isodrin	0,00001
Telodrin	0,00001
Drins (som)	0,0001

### **Arseen**

De blootstelling aan As vindt voornamelijk plaats via de directe grondopname. De omvang van de grondopname is sterk bepalend voor de omvang van de blootstelling. Runderen kunnen As verdragen tot 5 mg/kg lg/d (LAC 1991).

### **Cadmium**

Het CLM (Stoop & Rennen 1991) geeft op basis van verschillende onderzoeken voor cadmium verschillende waarden voor toelaatbare opname in koeien aan. Een opname van cadmiumchloride in het voer in een dagelijkse hoeveelheid van 300 mg/kg d.s. leidde over een periode van 2 weken tot vermindering in de melkproductie en voedselopname. De LOEC voor voer die bij koeien leidde tot chronische verschijnselen van cadmiumvergiftiging bedraagt 40-160 mg/kg (Rosenberger 1970). Uitgaande hiervan wordt de NEC waarde geschat op 4 mg/kg d.s. Deze aanname wordt ondersteund door onderzoek dat uitwijst dat een dagelijkse opname van 2.4 mg/kg d.s. door volwassen runderen over een periode van 3 maanden geen uiterlijk waarneembare effecten teweegbracht (Mennes et al. 1992). Voor een gemiddelde koe komt een NEC van 4 mg/kg d.s. in voer overeen met een opname van 0.09 mg/kg lg/d.

### **Koper**

Volgens LAC (1991) kunnen runderen bij een opname van 15 kg d.s. een Cu-gehalte tot 80 mg/kg d.s. in het dagelijks rantsoen ruwvoer verdragen. Voor een koe van gemiddeld 700 kg komt dat overeen met een NEC van 1,71 mg/kg lg/d. Het CLM (Stoop et al. 1993) vermelden dat geen vergiftiging in een onderzoek met volwassen runderen die blootgesteld werden aan een gehalte van 468-1950 mg/dag. Dit komt overeen met 0,67 tot 2,78 mg/kg lg/d. Daarentegen bracht 400-500 mg/kg versgewicht voer allerlei toxische effecten teweeg. Op basis van deze gegevens wordt voor de risicoberekening uitgegaan van een NOEC van 0,67 mg/kg lg/d.

### **Kwik**

Voor Hg in voer kunnen toxische effecten optreden bij concentraties van meer dan 2 mg/kg d.s. (NRC 1980). Nemen we deze waarde als NOEC dan komt dit voor de Schotse Hooglander overeen met een dagelijkse blootstelling van 0.04 mg/kg lg/d.

### **Lood**

Lood is zeer schadelijk voor zoogdieren. Het treffen van milieumaatregelen wordt aanbevolen zodra het loodgehalte in het bloed van zoogdieren een concentratie overschrijdt van 0.02 mg/l (Ma 1996). Een loodopname van 3600-4200 mg/d leidt bij koeien van 600 kg tot chronische vergiftigingsverschijnselen (Rosenberger 1970). Het CLM (Stoop 1990) rapporteert dat de minimale toxische dosis via het voer voor volwassen runderen 250 mg/kg bedraagt. Een regelmatige opname van 6-7 mg per kg lichaamsgewicht per dag leidde tot effecten. Ander (kortlopend) onderzoek gaat uit van een maximale inname van Pb van 100 mg per kg d.s. voedsel. Bij een hogere dosis (160 mg/kg d.s.) vertoonden met name koeien tekenen van loodintoxicatie (Mennes et al. 1992). Uit onderzoek van het ID-DLO blijkt dat loodgehalten in voer van 170 tot 1250 mg/kg geen acuut schadelijke effecten op de gezondheid van runderen teweeg brengen. Op basis van de combinatie van deze gegevens gaan we uit van een schatting van de NEC van 0.6 mg/kg lg/d.

### **Zink**

Runderen kunnen dagelijks tot 30 mg Zn per kg lichaamsgewicht opnemen en verdragen (LAC 1991). Op basis van verschillende onderzoeksresultaten komt het CLM (Stoop 1992) tot de conclusie dat zinkconcentraties van 100-500 mg/kg (versgewicht) nog geen schadelijke effecten bij runderen laten optreden. Uitgaande van een drooggewichtspercentage in voer van 60% komt dit voor de Schotse Hooglander neer op een NOEC van 37 mg/kg lg/d.

### **Drins**

Drins zijn acuut toxisch, sterfte door dieldrin treedt bij zoogdieren op indien de hersenen een concentratie van 5 mg/kg bereiken, voor endrin is dat het geval bij 1 mg/kg (Peakall 1996). Voor alle dieren, inclusief de mens, geldt een Toelaatbare Dagelijkse Inname (TDI) van aldrin en dieldrin. Deze is gesteld op 0,0001 mg/kg lg/d (Veterinaire Milieuhygiënewijzer 1997). Voor som-drins nemen we een grenswaarde die een factor 10 keer hoger ligt.

## 7 Resultaten van de risicoberekeningen

### 7.1 Risico's per loswal

Voor elke loswal is een afzonderlijke berekening van het risico voor de Schotse Hooglander gemaakt op basis van verschillende schattingen van de concentraties in de vegetatie.

#### 7.1.1 Risico's op basis van RIVM metingen in gras

Als eerste benadering is voor de berekening uitgegaan van de RIVM gegevens die in Bijlage III voor gras zijn vermeld. Aangezien van de vier genoemde loswallen in deze tabel alleen loswal 8a tot de zes begrazingslocaties behoort zijn voor berekeningen deze waarden genomen. De concentratie in de vegetatie is dus als een constante genomen en de variatie alleen wordt bepaald door verschillen die het gevolg zijn van de ingestie van grond en drinkwater.

De resultaten van de risicoanalyses zijn samengevat in Tabel 3.

*Tabel 3. Risicoquotient R berekend op basis van RIVM data voor de concentratie in de vegetatie. Waar sprake is van risico is het vakje grijs gearceerd. Voor As en Hg zijn geen meetgegevens in de vegetatie bekend, echter de opname van As en Hg door planten is vrijwel nihil (zie 1.3.).*

	R berekend op basis van meting						
	As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Drins (som)
LW1	-	0,45	0,58	-	0,41	0,08	0,09
LW2	-	0,47	0,66	-	0,53	0,1	32
LW3	-	0,44	0,58	-	0,42	0,09	0,09
LW4	-	0,45	0,60	-	0,44	0,09	1,5
LW5	-	0,47	0,61	-	0,55	0,1	135
LW6	-	0,45	0,61	-	0,44	0,09	0,09
LW6a	-	0,47	0,61	-	0,44	0,09	0,09
LW7	-	0,44	0,63	-	0,47	0,09	304
LW8	-	0,52	0,66	-	0,52	0,10	0,09
LW 8a	-	0,53	0,67	-	0,56	0,10	0,09
LW9	-	0,53	0,67	-	0,54	0,10	0,09
LW10	-	0,44	0,26	-	0,41	0,08	66
LW11	-	0,53	0,66	-	0,54	0,10	0,09
LW11a	-	0,44	0,60	-	0,41	0,08	22
LW12	-	0,45	0,58	-	0,45	0,09	26
LW13	-	0,44	0,09	-	0,43	0,09	28

Uit Tabel 3 blijkt dat voor zware metalen de risico's van chronische toxiciteit in alle loswallen verwaarloosbaar zijn. In bepaalde loswallen is er echter wel sprake van ernstig tot zeer ernstig risico door blootstelling aan drins. Dit is het geval in acht loswallen, waar dus gesproken kan worden van een grote kans op het optreden van chronische toxiciteit door deze stoffen. Alleen in loswal 4 is het risico relatief gering te noemen. Het risico is het grootst in loswal 7. Al deze loswallen vallen echter *buiten* het gebied dat is aangewezen voor begrazing. Voor de begrazingslocaties (LW6, 6a, 8, 8a, 9 en 11) is het risico verwaarloosbaar.

### **7.1.2 Risico's op basis van geschatte concentraties in gras**

In een tweede benadering zijn data voor vegetatie berekend door toepassing van een tweetal methoden. De eerste methode is de toepassing van overdrachts- of bioaccumulatiefactoren (BAF), die de verhouding aangeven tussen de concentratie in gewas en bodem. Voor zware metalen is gebruik gemaakt van BAF-waarden van het RIVM model CSOIL (Bijlage IV). Voor de overdracht van drins van grond naar gras wordt een BAF van 0,1 gegeven door het LAC (1991). Als concentratie in de bodem is het 99-percentiel van de bodemdata gebruikt.

De resultaten van de berekeningen op basis van de BAF benadering zijn samengevat in Tabel 4. Uit de tabel blijkt dat, net als op basis van de door RIVM gemeten concentraties in gras, er voor metalen geen risico's aantoonbaar zijn. Wel is er ook hier sprake van een risico van toxische blootstelling aan drins en wel voor alle locaties als die ook in Tabel 3 op basis van de gemeten concentraties als risicovol waren aangemerkt. Het risico van drins voor de grote grazers varieert van ernstig tot zeer ernstig.

De BAF-waarden voor metalen uit CSOIL zijn thans aan een herwaardering onderhevig. Daarom is nog een tweede schattingsmethode toegepast voor de concentraties in gras. Deze methode is gebaseerd op regressiemodellen die opgesteld zijn voor een dataset voor metaalopname door gras in de Maasoever, een gebied met een vergelijkbare bodem als de Broekpolder (Projectgroep 1988). De gebruikte regressiemodellen zijn weergegeven in Bijlage IV. Zoals blijkt uit de resultaten weergegeven in Tabel 5, zijn de waarden van R berekend op basis van regressie grotendeels gelijk aan de waarden berekend op basis van BAF's (Tabel 4), met uitzondering van Zn waarvoor regressie leidt tot lagere R-waarden. Deze overeenstemming vermindert aanzienlijk de onzekerheid van de gemaakte schattingen.

Ook volgens deze systematiek berekende blootstelling treedt er geen risico op door zware metalen. Wel treedt een risico op door blootstelling aan drins in dezelfde lokaties als welke volgens de beide voorgaande methoden aangemerkt zijn als risicovol. Al deze loswallen vallen echter buiten het beoogde begrazingsgebied.

Tabel 4. Risicoquotient R per locatie berekend op basis van de toepassing van BAF's voor de schatting van de concentratie in de vegetatie. Waar sprake is van risico is het vakje grijs gearceerd.

	R berekend op basis van BAF						
	As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Drins (som)
LW1	0,007	0,15	0,12	0,11	0,28	0,15	0,15
LW2	0,012	0,21	0,22	0,22	0,51	0,3	132
LW3	0,009	0,12	0,13	0,14	0,30	0,19	0,15
LW4	0,012	0,16	0,13	0,13	0,34	0,21	6
LW5	0,014	0,19	0,15	0,20	0,55	0,32	557
LW6	0,009	0,15	0,16	0,15	0,34	0,21	0,15
LW6a	0,007	0,20	0,15	0,19	0,34	0,24	0,15
LW7	0,010	0,13	0,18	0,21	0,40	0,25	1255
LW8	0,008	0,32	0,22	0,17	0,49	0,32	0,15
LW 8a	0,009	0,35	0,27	0,21	0,57	0,35	0,15
LW9	0,007	0,35	0,24	0,21	0,53	0,35	0,15
LW10	0,006	0,12	0,27	0,11	0,28	0,15	273
LW11	0,008	0,35	0,22	0,18	0,53	0,32	0,15
LW11a	0,007	0,12	0,13	0,13	0,28	0,15	91
LW12	0,009	0,14	0,12	0,14	0,36	0,22	106
LW13	0,016	0,11	0,12	0,14	0,32	0,19	115

Tabel 5. Risicoquotient R per locatie berekend op basis van de concentratie in de vegetatie door toepassing van regressiemodellen. Waar sprake is van risico is het vakje grijs gearceerd.

	R berekend op basis van regressie						
	As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Drins (som)
LW1	0,005	0,2	0,27	0,09	0,25	0,04	0,15
LW2	0,009	0,29	0,27	0,16	0,39	0,08	132
LW3	0,007	0,14	0,19	0,11	0,26	0,05	0,15
LW4	0,009	0,21	0,21	0,11	0,29	0,05	6
LW5	0,011	0,27	0,21	0,15	0,42	0,08	557
LW6	0,007	0,21	0,22	0,12	0,29	0,05	0,15
LW6a	0,006	0,28	0,21	0,15	0,29	0,06	0,15
LW7	0,008	0,16	0,22	0,16	0,32	0,06	1255
LW8	0,006	0,42	0,27	0,13	0,38	0,08	0,15
LW 8a	0,007	0,44	0,30	0,16	0,43	0,09	0,15
LW9	0,006	0,44	0,27	0,16	0,40	0,09	0,15
LW10	0,005	0,15	0,19	0,10	0,25	0,09	273
LW11	0,006	0,44	0,27	0,14	0,40	0,08	0,15
LW11a	0,005	0,15	0,13	0,11	0,25	0,04	91
LW12	0,007	0,19	0,18	0,11	0,30	0,06	106
LW13	0,012	0,14	0,09	0,11	0,27	0,05	115

### 7.1.3 Risico's op basis van eigen metingen in vegetatie

De bovengenoemde risicoberekeningen berusten op schattingen van de metaalconcentraties in de vegetatie. Specifiek voor de begrazingslocaties zijn risico's ook berekend op basis van actuele metingen in vegetatiemonsters in deze locaties. Voor de wijze van monsternamen en analyse, zie paragraaf 5.3. Monsters zijn genomen van alle drie diëetcomponenten van grote grazers, namelijk gras, kruid (brandnetel) en boombast (populier). De verkregen meetresultaten zijn weergegeven in Bijlage V. Op basis van deze gegevens is het risicoquotient R opnieuw berekend. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 6, waarin tevens de berekende dagelijkse inname is weergegeven.

Tabel 6. Gemiddelde dagelijkse metaalinname (mg/kg lg.dg) en het risicoquotient R voor zes begrazingslocaties berekend op basis van eigen gemeten concentraties in de vegetatie. Waar sprake is van risico is het vakje grijs gearceerd.

Locatie	R berekend op basis van eigen metingen						
		As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
LW6	Inname	0.043	0.070	0.295	0.0051	0.211	2.92
	R	0.01	0.87	0.66	0.13	0.32	0.10
LW6a	Inname	0.038	0.052	0.283	0.0068	0.207	2.33
	R	0.01	0.66	0.63	0.17	0.32	0.08
LW8	Inname	0.040	0.052	0.396	0.0055	0.250	2.58
	R	0.01	0.65	0.88	0.14	0.39	0.09
LW8a	Inname	0.046	0.066	0.380	0.0063	0.281	3.10
	R	0.01	0.82	0.84	0.17	0.43	0.10
LW9	Inname	0.038	0.073	0.397	0.0067	0.281	3.69
	R	0.01	0.91	0.88	0.17	0.43	0.12
LW11	Inname	0.042	0.062	0.464	0.0073	0.392	3.35
	R	0.01	0.78	1.03	0.18	0.60	0.11

Uit Tabel 6 blijkt dat een waarde van  $R > 1$  in geen van de loswallen aanwezig is. Een uitzondering vormt loswal 11 waar een geringe mate van normoverschrijding is te zien ten aanzien van de inname van Cu.

## 7.2 Risico bij 'overall' begrazing

### 7.2.1 Risico's op basis van geschatte concentraties in bodem en vegetatie

In de praktijk zullen de runderen verspreid over meerdere locaties grazen. Het risico is berekend voor de situatie waarin de zes begrazingslocaties (loswal 6, 6a, 8, 8a, 9, 11) als geheel worden begraasd. Voor de berekeningen is uitgegaan van bodemconcentraties op basis van de mediaan en het 99-percentiel (Tabel 7). Voor de berekening is voor concentraties onder de detectielimiet de helft van die waarde genomen. De concentraties zijn ook omgerekend naar standaardbodem teneinde een vergelijking met de Wbb-normen (Circulaire 2000) mogelijk te maken. Hiervoor is uitgegaan van het gemiddelde gehalte van 22,3 % voor lutum en 10,2 % voor organische stof in de zes begrazingslocaties (zie Bijlage I). Tevens is in Tabel 7 een vergelijking gemaakt met de LAC-sigitaalwaarden voor runderen op grasland op kleibodem (LAC 1991).

Uit Tabel 7 blijkt dat behalve voor As, zowel het 99-percentiel als de mediaan de LAC-sigitaalwaarde overschrijden. De streefwaarde wordt voor alle metalen overschreden, terwijl de interventiewaarde wordt overschreden voor Cd, Cu en Zn. Wat betreft de organische verbindingen wordt de streefwaarde overschreden door PAK's en minerale olie. De gemeten gehalten zijn echter relatief laag en blijven ver onder de interventiewaarde.

*Tabel 7. Gemiddelde en 99-percentiel van de bodemconcentraties van zware metalen (0.0-0.5 m-mv) in de zes begrazingslocaties van de Broekpolder. Ter vergelijking zijn de LAC-sigitaalwaarden voor runderen op grasland op klei (8-50% lutum en 0-22,5% organische stof) weergegeven. Ter vergelijking met bodemsaneringsnormen zijn de concentraties ook omgerekend naar standaardbodem (25% lutum en 10% organische stof).*

Stof	Gemeten bodemconcentratie (mg/kg d.s.)		Concentratie in standaardbodem (mg/kg d.s.)		LAC sigitaalwaarde voor grasland (mg/kg d.s.)	Streefwaarde (mg/kg d.s.)	Interventiewaarde (mg/kg d.s.)
	Mediaan	99-percentiel	Mediaan	99-percentiel			
As	40	49	41	51	50	29	40
Cd	12	15	12	15	3	0,8	12
Cu	148	189	154	197	80	36	190
Hg	4,3	5,3	4,4	5,5	2	0,3	10
Pb	214	269	221	277	150	85	290
Zn	910	1100	964	1165	350	140	720
∑ Drins	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,3	0,005	4
∑ PCB's	0,12	0,31	0,12	0,31	-	0,02	1,0
PAK's	2,7	3,9	2,7	3,9	-	1,0	40
Chloor-Benzenen	0,05	0,10	0,05	0,10	-	-	30
Min. Olie	500	550	500	550	-	50	5000

Voor de concentraties in het gras zijn schattingen gemaakt op basis van BAF en regressies (zie Bijlage IV), uitgaande van de mediaan of het 99-percentiel van de bodemwaarden. De verkregen schattingen zijn samengevat in Tabel 8.

Tabel 8. Schatting van de concentraties in gras in de begrazingslocaties.

Stof	Geschatte concentratie in gras (mg/kg d.s.)			
	Op basis van de mediane bodemconcentratie		Op basis van 99-percentiel bodemconcentratie	
	Toepassing van BAF	Toepassing van regressie	Toepassing van BAF	Toepassing van regressie
As	0,4	-	0,48	-
Cd	0,61	0,94	0,75	1,1
Cu	1,5	2,9	1,9	3
Hg	0,13	0,06	0,16	0,07
Pb	6,4	3,5	8,1	3,9
Zn	364	70	440	85

De resultaten van de risicoberekeningen zijn samengevat in Tabel 9. Als gevolg van het gemiddelde begrazingsscenario zijn de risico's aanmerkelijk lager dan voor enkele van de afzonderlijke locaties is berekend. Het begrazingsscenario in Tabel 9 waarin wordt uitgegaan van het 99-percentiel van de bodemgehalten kan worden opgevat als een 'worst-case' benadering, een situatie waarbij verondersteld wordt dat de begrazing plaatsvindt in het sterkst verontreinigde deel van het begrazingsgebied.

Tabel 9. Risicoquotient R bij 'overall begrazing' in de zes begrazingslocaties op basis van twee wijzen van schatting van de concentratie in de vegetatie.

Stof	R op basis van gemiddelde bodemconcentraties		R op basis van 99-percentiel van bodemconcentraties	
	Toepassing van BAF	Toepassing van regressie	Toepassing van BAF	Toepassing van regressie
As	0,002	-	0,01	-
Cd	0,17	0,26	0,38	0,38
Cu	0,05	0,04	0,06	0,10
Hg	0,07	0,03	0,20	0,15
Pb	0,24	0,13	0,62	0,47
Zn	0,22	0,04	0,29	0,07

## 7.2.2 Risico's op basis van gemeten concentraties in vegetatie

De dagelijkse gemiddelde metaalopname en de waarde van R zijn berekend uitgaande van de eigen gemeten concentraties in de vegetatie in de begrazingslocaties (Tabel 1). De resultaten zijn samengevat in Tabel 10.



Tabel 10. Berekening van de gemiddelde dagelijkse inname en het risicoquotient R op basis van eigen gemeten concentraties in zes beoogde begrazingslocaties (LW6, LW6a, LW8, LW8a, LW9 en LW11).

Parameter	As <sup>3</sup>	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
Totaal inname (mg/kg lg.dg) <sup>1</sup>	0.046	0.082	0.498	0.0085	0.422	3.78
Totaal inname (mg/kg lg.dg) <sup>2</sup>	0.046	0.065	0.397	0.0068	0.287	3.14
R waarde <sup>1</sup>	0.009	1.02	1.11	0.21	0.65	0.13
R waarde <sup>2</sup>	0.009	0.81	0.88	0.17	0.44	0.10

<sup>1</sup> Berekend op basis van het 99-percentiel van de gemeten concentraties in de vegetatie (6 locaties).

<sup>2</sup> Berekend op basis van de mediane waarde van de gemeten concentraties in de vegetatie (6 locaties).

<sup>3</sup> Op basis van de waarde van de detectielimiet voor As in vegetatiemonsters (1,5 mg/kg).

In Tabel 10 is te zien dat de waarden van R aanmerkelijk hoger uitvallen dan berekend is op basis van schattingen van de concentraties in de vegetatie. Er vindt enige mate van normoverschrijding plaats voor Cd en Cu. Hierbij dient echter bedacht te worden dat dit uitsluitend het geval is in een 'worst-case' scenario, aangezien de normoverschrijding uitsluitend plaatsvindt indien de 99-percentielwaarde van de concentraties in de vegetatie van de zes loswallen als uitgangspunt in de berekening wordt genomen. Dat wil in feite zeggen dat wordt aangenomen dat de runderen vrijwel uitsluitend vegetatie consumeren die de hoogst gemeten concentraties bevat.

Gaan we daarentegen uit van de mediaan-waarde in de risicoberekening dan is van normoverschrijding geen sprake. Dit scenario is in feite realistischer dan het worst-case scenario, aangezien wordt aangenomen dat de runderen gemiddeld geen selectie maken tussen de hoogte van de concentratie in de vegetatie. Zelfs indien we toch zouden uitgaan van de worst-case situatie, dan nog blijft de mate van normoverschrijding relatief gering, namelijk slechts 2% overschrijding voor Cd en 11% voor Cu. In de mediane situatie blijft de blootstelling van de runderen ver beneden de kritische norm.

Tot slot dient te worden bedacht dat in alle berekeningen is uitgegaan van de maximaal gemeten bodemconcentraties, zoals weergegeven in Bijlage I.

### 7.2.3 Overzicht van de risico's voor begrazingslocaties

Tabel 11 geeft een overzicht van de R-waarden die volgens de verschillende methoden voor de zes begrazingslocaties zijn berekend. Nemen we de risico's die berekend worden op basis van meting als referentie, dan geven de BAF-methode en de regressie-methode beide een onderschatting. De BAF en regressie geven beide een redelijk goede schatting van het risico van As, Hg en Pb op basis van de qq-percentielgehalten in de vegetatie.

Tabel 11. Overzicht van de R-waarden voor de zes begrazingslocaties (LW6, LW6a, LW8, LW8a, LW9 en LW11) berekend volgens verschillende invoerdata voor de belasting van de vegetatie.

Type invoer data		R op basis van verschillende typen van invoerdata voor vegetatie					
		As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
BAF	gem	0.002	0.17	0.05	0.07	0.24	0.22
	99-perc	0.01	0.38	0.06	0.20	0.62	0.29
Regressie	gem	-	0.26	0.04	0.03	0.13	0.04
	99-perc	-	0.38	0.10	0.15	0.47	0.07
Meting	gem	0.009	0.81	0.88	0.17	0.44	0.10
	99-perc	0.009	1.02	1.11	0.21	0.65	0.13

Samengevat kan worden gesteld dat in een gemiddelde situatie van begrazing in de zes beoogde begrazingslocaties er sprake is van een verwaarloosbaar risico voor het optreden van toxische effecten in de runderen. Slechts in een worst-case scenario is er sprake van een geringe mate van normoverschrijding van Cd en Cu, dat wil zeggen dat er een relatief beperkte kans is dat er toxische effecten zullen optreden als gevolg van de blootstelling aan deze metalen.

De geringe risico's van zware metalen is zeer waarschijnlijk te danken aan de bodemomstandigheden in de Broekpolder. De bodem bezit gemiddeld over alle loswallen een relatief hoog lutumgehalte (20.3%) en organisch stofgehalte (9.0%) bij een droge stofgehalte van 69.2 % en een neutrale zuurgraad van pH 7.0. De biobeschikbaarheid van zware metalen voor opname door planten en bodemorganismen zal onder dergelijke bodemomstandigheden naar verwachting relatief laag zijn. Het is echter te zien dat de bodemtype-onafhankelijke BAF benadering tot dezelfde uitkomsten leidt als de bodemafhankelijke regressie-benadering.

### 7.3 Risico van overschrijding van interne kritische concentraties

Bij wijze van aanvullend onderzoek is ook gekeken naar het risico dat stoffen zich in een te hoge concentratie in het dier kunnen ophopen. Overschrijding van een bepaald intern kritisch niveau in een bepaald orgaan kan als een indicator worden gezien van het gezondheidsrisico voor het dier. Zware metalen hopen zich vooral op in de nieren en de lever. Voor de berekening van de concentraties in deze organen kan worden uitgegaan van een toxicokinetisch model of via de toepassing van een BAF waarde. Tevens zijn voor de risicoberekening gegevens nodig over het kritisch intern niveau.

De BAF waarde voor herbivore zoogdieren hangt sterk af van de minerale samenstelling van het voedsel. Ten aanzien van een natuurlijk systeem bestaande uit 'bodem -> gras -> herbivoor' zijn slechts gegevens bekend uit onderzoek dat verricht is aan herbivore soorten van kleine zoogdieren (Ma 1994). Uit dit onderzoek blijkt dat de BAF voor Cd varieert tussen 0,4 en 2,2, voor Pb varieert dit tussen 0,5 en 0,7. Als kritisch LOEC niveau van Cd in zoogdieren geldt een concentratie in de nieren van 350 mg/kg d.s., waarbij toxische effecten op de nierfunctie ontstaan (Cooke & Johnson 1996). Voor Cd zou men dan een interne NOEC kunnen aannemen van 35 mg/kg d.s.

Voor Pb in zoogdieren is een intern NOEC niveau in de nieren voorgesteld van 25 mg/kg d.s. (Ma 1996).

Uitgaande van een worst-case benadering kan men voor de Schotse Hooglander in de begrazingslocaties een concentratie van Cd in de nieren berekenen van 2,4 mg/kg d.s. Dit is goed in overeenstemming met de concentratie van Cd van circa 3 mg/kg d.s., die in de nieren van koeien in de uiterwaarden van de Rijn zijn gemeten (van de Ven et al. 1977). Voor Pb bedraagt de geschatte concentratie in de nieren van runderen in de Broekpolder 5,7 mg/kg d.s. In alle gevallen blijven de waarden dus ver beneden de interne NOEC niveaus, zodat nadelige effecten voor Cd en Pb niet verwacht mogen worden. Deze wijze van risicobenadering levert daarmee een bevestiging van de conclusie dat de beide metalen geen toxicologisch probleem vormen voor grote grazers in de Broekpolder.



## **8 Risicoreducerende maatregelen**

Maatregelen kunnen worden voorgesteld om eventuele risico's te reduceren, zoals risicospreiding en actief bodembeheer. Zoals is aangegeven in dit rapport ligt het grootste probleem van de bodemverontreiniging bij drins en niet zozeer bij zware metalen. Ten aanzien van begrazing lijken risicoreducerende maatregelen echter niet nodig, daar het beoogde begrazingsgebied geprojecteerd is op loswallen waarvoor geen sprake is van een hoge mate van verontreiniging met drins en eventuele risico's daarvan.

### **8.1 Risicospreiding**

Risicospreiding door de toepassing van een bepaald begrazingsschema voor de zes begrazingslocaties kan worden aanbevolen gezien de resultaten van de risicoberekeningen. Indien ervoor wordt gezorgd dat de runderen slechts een gedeelte van de tijd in de locatie met het meeste risico verblijven (loswal 11) zal de veiligheid van de runderen beter gewaarborgd zijn.

### **8.2 Bodembeheer**

Met betrekking tot het advies om onderhoudsbekalking in de Broekpolder toe te passen (Jansen & Huinink 2000) kan het volgende worden opgemerkt. De bodem van het gebied is van nature erg kalkrijk en kleihoudend en bezit daardoor een groot bufferend vermogen tegen verzuring. Het zeer geleidelijk voortschrijdende proces van ontkalking van de bodem zal daardoor in de Broekpolder naar verwachting niet direct leiden tot een verzuring van de bodem. Op de lange termijn echter kan het bufferend vermogen zodanig worden aangetast dat er verzuring van de bodem wel zal gaan optreden. Op dat moment zal er sprake zijn van een verhoogde beschikbaarheid en toxiciteit van de aanwezige zware metalen. Het gevaar van een verhoging van de risico's is dus niet ondenkbeeldig, maar dient wel in het juiste tijdspectief te worden gezien. In ieder geval zijn er in de Broekpolder in de eerstkomende honderd jaar geen problemen in dit opzicht te verwachten.

Met betrekking tot de verontreiniging met drins ligt het probleem buiten het aangewezen begrazingsgebied. De mogelijkheid kan worden overwogen om de bodem af te dekken met een schone leeflaag in loswallen waarvoor ernstige gezondheidsrisico's voor de dieren zijn berekend. Het aanbrengen van een leeflaag is niet zinvol voor het begrazingsgebied, aangezien de risico's van drins hier verwaarloosbaar zijn. Voor de verontreinigde loswallen buiten het begrazingsgebied kan de maatregel toepasbaar zijn in het kader van actief bodembeheer. Dit dient echter mede afhankelijk te zijn van de beoogde gebruiksdoelstelling van de betreffende loswallen, dat wil zeggen dat eerst duidelijk sprake moet zijn van natuurontwikkeling als de doelstelling voor deze delen van de Broekpolder.



## 9 Onzekerheidsanalyse

De onzekerheid van de uitspraken die in dit rapport zijn gedaan hangt samen met de kwaliteit en kwantiteit van de beschikbare data, die voor de analyse zijn gebruikt. In Tabel 12 wordt een schatting gegeven van de betrouwbaarheid van de gebruikte soorten van inputgegevens.

Tabel 12. Betrouwbaarheidsklassen van de invoergegevens die voor risicoanalyse zijn gebruikt.

*Goed* = goed onderbouwd, meetresultaat van voldoende steekproeven;

*Redelijk* = redelijk onderbouwd, meetresultaat van beperkt aantal steekproeven;

*Matig* = geen meetgegevens beschikbaar, extrapolatie vanuit vergelijkbare gegevens;

*Slecht* = geen meetgegevens beschikbaar, schatting op basis van expert judgement.

	Input parameter	Goed	Redelijk	Matig	Slecht	Opmerking
1	Bodemconcentratie metalen	X				Alle locaties gemeten
2	Bodemconcentratie drins	X				Idem
3	Concentratie metalen in vegetatie	X				Meetgegevens beschikbaar
4	Concentratie drins in vegetatie				X	Geen data beschikbaar
5	Concentratie metalen in water		X			Gering aantal meetgegevens
6	Concentratie drins in water		X			Idem
7	Voedsel Schotse Hooglander			X		Literatuurdata
8	Opname vegetatie door S.H.			X		Extrapolatie vanuit melkkoel
9	Opname water door S.H.			X		Idem
10	Opname van grond door S.H.			X		Idem
11	NOEC data zware metalen	X	X			Data specifiek voor runderen
12	NOEC data drins			X		Geen data voor runderen

De bodemconcentraties van zware metalen en drins zijn in de diverse loswallen vrij uitvoerig gemeten door Chemielinco (1995). Dat geldt ook voor PAK's, PCB's en minerale olie. De gehalten van deze drie groepen van stoffen in de begrazingslocaties komen uit boven de streefwaarde, maar blijven evenwel ver onder de interventiewaarde (Tabel 7).

Het effect van de drinkwaterroute op de totale belasting van de Schotse Hooglander is niet groot. De belasting via drinkwater maakt slechts een zeer gering deel uit van de totale belasting van het dier. Van cruciaal belang is de concentratie in de vegetatie. Daarvan waren in eerste instantie slechts enkele meetgegevens beschikbaar voor zware metalen (Bijlage III). Daarom zijn de gehalten van metalen in de vegetatie van de Broekpolder op een meer uitvoerige wijze gemeten, teneinde de betrouwbaarheid van de risicoanalyse verder te onderbouwen (Bijlage V).





## 10 Conclusies

De in Tabel 12 genoemde onzekerheden in acht nemend, kunnen de conclusies van het onderzoek als volgt worden samengevat:

1. De bodem van het beoogde begrazingsgebied (loswal 6, 6a, 8, 8a, 9 en 11) in de Broekpolder is sterk verontreinigd met zware metalen. Het 99-percentiel van de concentratie van de metalen Cd, Cu en Zn overschrijdt de interventiewaarde voor bodemsanering volgens de Wet Bodembescherming (Wbb). De LAC-signaalwaarde voor runderen op grasland op klei wordt overschreden voor Cd, Cu, Pb, Hg en Zn.
2. De concentraties van PAK's, PCB's en minerale olie in de begrazingslocaties overschrijden gemiddeld de streefwaarde. Een risicoanalyse voor deze stoffen wordt minder zinvol geacht, aangezien de bodemconcentraties relatief laag zijn.
3. Op basis van een 'worst-case' analyse, die uitgaat van de hoogst gemeten gehalten in bodem en vegetatie, kunnen de gezondheidsrisico's voor grote grazers in het begrazingsgebied niet geheel als verwaarloosbaar worden beschouwd. Er is dan sprake van een beperkte kans op het optreden van chronische toxiciteit in de dieren door de zware metalen Cd en Cu.
4. In het begrazingsbeheer zal dienen te worden gestreefd naar een 'gemiddelde' blootstellingssituatie waarin de dieren gespreid grazen over alle begrazingslocaties. In dat geval is het gezondheidsrisico in het begrazingsgebied verwaarloosbaar klein.
5. In het begrazingsgebied komen drins slechts in geringe concentraties voor (< 0,001 mg/kg). Het risico van deze stoffen is voor deze locaties als verwaarloosbaar te beschouwen. Dit geldt overigens ook voor de loswallen 1, 3 en 4, die buiten het begrazingsgebied zijn gelegen.
6. Ten aanzien van de loswallen 2, 5, 7, 10, 11a, 12 en 13, die alle *buiten* het begrazingsgebied liggen, is er sprake van een ernstig tot zeer ernstig risico als gevolg van de hoge concentraties aan drins in de bodem. Dat houdt in dat begrazing in deze loswallen vrijwel zeker zal leiden tot ernstige vergiftigingsverschijnselen bij de dieren door blootstelling aan drins. In deze locaties zal het introduceren van extensieve begrazing naar verwachting in strijd zijn met artikel 36 van de Welzijns- en Diergezondheidswet voor Dieren.
7. Het treffen van risicoreducerende maatregelen wordt slechts zinvol geacht voor zover het verontreiniging met drins betreft. In dat geval is het toepassen van een afdeklaag een mogelijkheid. Voor het begrazingsgebied zijn echter risicoreducerende maatregelen niet noodzakelijk.
8. In de Broekpolder zal de bovengenoemde toelaatbaarheid van begrazingsbeheer in het beoogde begrazingsgebied in de eerstkomende periode van honderd of meer jaren ongewijzigd blijven.



## Literatuur

Chemielinco 1995. Nader bodemonderzoek baggerspecielokatie "Broekpolder" te Vlaardingen. Tussentijds concept rapport Blok I; Inventarisatie en kartering.

Circulaire 2000. Circulaire streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering. Staatscourant 2000, nr. 39.

Cooke, J.A. & M.S. Johnson 1996. Cadmium in small mammals. In: W.N. Beyer et al. (eds) Environmental Contaminants in Wildlife. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, USA. pp. 377-388.

Jansen, J. & J. Huinink 2000. Beoordeling geschiktheid Broekpolder voor begrazing door 'grote grazers'. EC-LNV adviesnotitie.

LAC 1991. LAC-sigitaalwaarden. Landbouwadviescommissie milieukritische stoffen. Werkgroep verontreinigde gronden. Min. LNV, Den Haag.

Ma, W.C. 1994. Methodological principles of using small mammals for ecological hazard assessment of chemical soil pollution, with examples on cadmium and lead. In: M.H. Donker, H. Eijsackers & F. Heimbach (eds.) Ecotoxicology of Soil Organisms. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, USA. pp. 357-371.

Ma, W.C. 1996. Lead in mammals. In: W.N. Beyer et al. (eds) Environmental Contaminants in Wildlife. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, USA. pp. 281-296.

Mennes, W.C. & M.J. Winkler 1992. Grote grazers, zware metalen en heideterreinen. Wetenschapswinkele biologie. Utrecht.

Peakall, D.B. 1996. Dieldrin and other cyclodiene pesticides in wildlife. In: W.N. Beyer et al. (eds) Environmental Contaminants in Wildlife. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, USA. pp. 73-97.

Projectgroep zware metalen in oevergronden van Maas en zijrivieren. 1988. Zware metalen in oevergronden en daarop verbouwde gewassen in het stroomgebied van Maas, Geul en Roer in de provincie Limburg. Deel 1 en 2. IB Haren.

RIVM 1996. Onderzoek naar de spoorelementgehalten in veevoedergewassen inclusief gras, in grond, in slib en in water afkomstig uit de Broekpolder te Vlaardingen. Risicoanalyse m.b.t. het eventueel uitzetten van Gallowayrunderen of Schotse Hooglanders. Briefrapport 24 dec 1996.

Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen 1990. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Lood. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.

Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen 1991. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Cadmium. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.

Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen 1992. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Arseen. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.

Stoop, J.M., R.J.D. Leemans & A.J.M. Rennen 1992. Schadelijke stoffen voor Land- en tuinbouw. Kwik. 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.

Tjallingii, S.P. 1992. Een andere broek ? Verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor waterzuivering, natuurontwikkeling en grondgebruik in de Broekpolder te Vlaardingen. IBN rapport, Wageningen.

Van de Ven, J. Gerbens, W. van Driel, J.J.M. de Goeij, P.S. Tjioe, C. Holzhauer & J.H.P. Verweij 1977. Sporelementgehalten in koeien uit gebieden langs Rijn en IJssel. Landbouwkundig Tijdschrift 89:262-269.

Wild, S.R. & K.C. Jones 1992. Polynuclear aromatic hydrocarbon uptake by carrots grown in sludge-amended soil. Journal Environmental Quality 21:217-225.

## Bijlage I Maximum gemeten bodemconcentraties (mg/kg d.s.) in de bovenlaag 0.0-0.5 m van de bodem van de Broekpolder.

dl = detectielimiet; voor drins dl = 0.001 (Chemielinco 1995)

LW	1	2	3	4	5	6	6a	7	8	8a	9	10	11	11a	12	13
	Bos	Bos	Bos	Lb	Lb	Bos	Bos	Bos	Bos	Bos	Bos	Golf	Bos	Golf	Golf	Riet
As	35	64	44	61	73	44	38	53	40	49	36	33	43	34	48	28
Cd	6.2	9.1	4.9	6,7	8,3	6.6	8,5	5.4	14	15	15	4.8	15	5.1	6,0	4.8
Cu	88	160	99	110	160	120	110	130	160	190	170	85	160	95	110	72
Hg	2.4	5.5	3.2	3,1	5,0	3.4	4,3	5.3	4.0	5.3	5.3	2.5	4.3	3	3,1	3.3
Pb	130	240	140	160	260	160	160	180	230	270	240	130	230	130	170	110
Zn	480	940	600	660	1000	640	720	760	1000	1100	1100	470	1000	480	700	390
Chloor- benzenen	<0,1	0,5	<0,1	<0,1	0,39	<0,1	<0,1	0,04	0,1	<0,1	0,04	0,31	0,08	0,2	<0,1	0,03
Som 7 PCB's	<0,1	0,18	<0,1	<0,1	0,28	<0,1	0,04	<0,1	0,22	0,09	0,31	<0,1	0,15	<0,1	<0,1	<0,1
Som PAK's	1,8	5,9	1,3	1,5	3,2	2,7	2,1	1,2	2,5	2,8	3,9	2,7	3,9	2,2	2,1	2,3
Min.olie	150	450	180	350	900	400	300	350	550	500	500	500	550	300	300	200
Aldrin	<dl	1.5	<dl	<dl	1	<dl	<dl	1	<dl	<dl	<dl	1.0	<dl	<dl	0.3	0.3
Dieldrin	<dl	3.0	<dl	<dl	17	<dl	<dl	24	<dl	<dl	<dl	8.3	<dl	3,1	3.3	3
Endrin	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	0.6
Isodrin	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	5	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Telodrin	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Som-drins	<dl	4.5	<dl	<dl	18	<dl	<dl	26	<dl	<dl	<dl	9,3	<dl	3,1	3.6	3.9
OS%	7.7	10	9.5	8	9	9.8	10	10	9.5	11	11	7.9	3.1	7.9	8.6	12
Lutum	20	17	22	14	16	22	20	21	22	24	24	17	22	13	20	21
Dr.stof	70	66	68	70	71	69	68	71	66	69	63	74	62	73	71	58



## **Bijlage II Gemeten concentraties aan zware metalen in slootwater (mg/l) (RIVM 1996).**

Voor berekeningen zijn van waarden die beneden de detectielimiet lagen de helft van de aangegeven limietwaarden genomen. De waarde voor dieldrin is afkomstig van het WL. De hier genoemde loswallen liggen alle buiten het begrazingsgebied.

	<b>LW 4D</b>	<b>LW 5D</b>	<b>LW 7B</b>
As	<0.040	<0.040	<0.040
Cd	<0.008	<0.008	<0.008
Cu	<0.030	<0.030	<0.030
Hg	<0.030	<0.030	<0.030
Pb	<0.030	<0.030	<0.030
Zn	0.140	0.040	<0.030
Aldrin	-	-	-
Diieldrin	-	0.0001	-
Endrin	-	-	-
Telodrin	-	-	-
Drin (som)	-	-	-





**Bijlage III Gemeten gehalten van zware metalen in gras (mg/kg d.s.) in de Broekpolder (RIVM 1996).**

	<b>LW 4D</b>	<b>LW 5ABC</b>	<b>LW 7B</b>	<b>LW 8A</b>
As	<dl	<dl	<dl	<dl
Cd	1.0	-	1.9	2.0
Cu	9	-	17	21
Hg	<dl	<dl	<dl	<dl
Pb	<dl	<dl	6	11
Zn	93	-	132	140



**Bijlage IV Bodemonafhankelijke bioaccumulatiefactoren (BAF) en bodemtypeafhankelijke regressiemodellen voor concentratie van zware metalen in gras (mg/kg).  $C_v$  = concentratie in gras (mg/kg d.s.);  $C_g$  = concentratie in grond (mg/kg d.s.); OS = % organische stof.**

	<b>BAF</b>	<b>Regressiemodel</b>
Cd	0,05	$\text{Log } C_v = 0,185 \cdot \log C_g - 0,305 \cdot \log \text{OS} - 0,113 \cdot \text{pH} + 0,359$
Cu	0,01	$C_v = 63.546 \cdot 10^A$ $A = 0.67116 + 0.12 \cdot \log B$ $B = C_g / 63546 \cdot C$ $C = 9.82 - 60.14 \cdot (\text{pH} \cdot \text{OS} \% \cdot L \% \cdot D)$ $D = 0.0062 \cdot L \% + 0.02 \cdot \text{OS} \%$
Hg	0,03	$C_v = 0,0098 \cdot C_g + 0,0182$
Pb	0,03	$C_v = 0,0063 \cdot C_g + 2,16$
Zn	0,4	$\text{Log } C_v = \log C_g - 1,34 \cdot \log \text{OS} - 1,33 \cdot \text{pH} + 9,474$
Drins	0,1	



**Bijlage V Concentraties van zware metalen in monsters van gras, brandnetel en bast van populier genomen in zes beoogde begrazingslocaties in de Broekpolder (mg/kg d.s.)**

		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Locatie	Monster	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[ug/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
LW6	Bast	< 1.5	10,13	0,18	5,82	24,1	1,23	< 1.5	198,6
	Gras	< 1.5	1,21	1,75	9,24	61,3	2,91	4,56	89,4
	Brandnetel	< 1.5	0,48	8,33	17,58	245,0	4,23	9,67	86,0
LW6a	Bast	< 1.5	7,86	0,32	4,28	7,7	1,30	< 1.5	241,0
	Gras	< 1.5	0,70	2,69	10,33	130,7	2,88	5,30	52,9
	Brandnetel	< 1.5	< 0.1	1,38	10,74	87,1	1,48	3,05	42,0
LW8	Bast	< 1.5	5,55	35,77	5,21	25,0	7,45	3,72	112,3
	Gras	< 1.5	1,03	1,98	15,47	82,1	2,55	4,06	79,9
	Brandnetel	< 1.5	0,32	4,65	7,61	67,5	2,35	2,67	58,6
LW8a	Bast	< 1.5	8,61	0,64	3,78	28,9	1,27	2,29	196,4
	Gras	< 1.5	1,04	6,32	13,06	101,4	6,27	4,49	84,0
	Brandnetel	< 1.5	0,22	2,66	10,10	84,3	2,46	3,33	62,3
LW9	Bast	< 1.5	8,25	7,51	5,31	32,8	3,23	3,01	235,0
	Gras	< 1.5	1,62	2,89	14,57	104,0	3,74	5,30	111,5
	Brandnetel	< 1.5	< 0.1	2,02	11,31	51,9	2,10	2,78	54,0
LW11	Bast	< 1.5	7,49	1,50	6,77	21,9	1,94	2,30	167,7
	Gras	< 1.5	1,15	9,47	19,06	195,5	7,55	12,74	111,8
	Brandnetel	< 1.5	< 0.1	3,42	10,13	71,6	2,52	2,27	66,6

