



ALTERRA

WAGENINGEN UR

# Een eerste inventarisatie van de risico's van zware metalen in de Broekpolder voor begrazing met schapen

Nico van den Brink



Alterra-rapport 1876, ISSN 1566-7197



Een eerste inventarisatie van de risico's van zware metalen in de Broekpolder voor  
begrazing met schapen

In opdracht van de gemeente Vlaardingen.

# **Een eerste inventarisatie van de risico's van zware metalen in de Broekpolder voor begrazing met schapen**

**Nico van den Brink**

**Alterra-Rapport 1876**

**Alterra, Wageningen, 2009**

## REFERAAT

Brink, Nico van den, 2009. *Een eerste inventarisatie van de risico's van zware metalen in de Broekpolder voor begrazing met schapen*. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 1876. 34 blz. 4 fig.; 8 tab.; 6 ref.

In dit rapport wordt een eerste inventarisatie gepresenteerd van de risico's van zware metalen voor begrazing van delen van de Broekpolder met schapen. Dit is wenselijk om de groei en ontwikkeling van Berenklaauw in het gebied tegen te gaan. De Broekpolder is in het verleden opgespoten met havenslib, en de daarin aanwezige verontreinigingen zijn mogelijk een risico voor de grazende schapen. Op basis van berekeningen van de dagelijkse inname van zware metalen zijn de risico's van de zware metalen voor de schapen geschat. De risicoberekeningen wijzen uit dat op alle spuitvlakken de blootstelling aan koper zodanig is dat risico's op effecten aannemelijk zijn. Daarnaast zijn concentraties van lood en cadmium in vegetatie van loswal 3 ook te hoog om risico's te kunnen uitsluiten. Dit onderzoek is een eerste stap in de risicobeoordeling. Gezien de risico's is het niet aan te bevelen schapen te laten grazen in het gebied zonder begeleidend onderzoek naar nadere risico's.

Trefwoorden: beheer, koper, risico evaluatie, schapen, zware metalen

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl) (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice).

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

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

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

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

## Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methodes	11
2.1 Gewasbemonstering	11
2.2 Metaal analyses	12
2.3 Risicoberekeningen	12
3 Resultaten en discussie	15
3.1 Gewasconcentraties	15
3.2 Aanvullende blootstelling	20
3.3 Factoren die risico's van koper kunnen verminderen	22
4 Conclusies en aanbevelingen	25
Literatuur	27
<b><i>Bijlagen</i></b>	
1 Dagelijkse opname van metalen per gewastype, per loswal	29
2 RQ van de opname van metalen per gewastype, per loswal (DI/ADI)	31
3 Locaties van de verschillende loswallen en de vuilstort in de Broekpolder	33



## Samenvatting

In het voorliggend rapport wordt een eerste inventarisatie gepresenteerd van de risico's van zware metalen voor begrazing van delen van de Broekpolder met schapen. Dit is wenselijk om de groei en ontwikkeling van Berenklauw in het gebied tegen te gaan. De Broekpolder is in het verleden opgespoten met havenslib, en de daarin aanwezige verontreinigingen zijn mogelijk een risico voor de grazende schapen. Voor dit onderzoek zijn dominant aanwezige gewassen bemonsterd op verschillende spuitvlakken, en deze zijn geanalyseerd op zware metalen. Op basis van berekeningen van de dagelijkse inname van zware metalen via het gewas, bodem en eventueel aanvullend krachtvoer zijn de risico's van de zware metalen voor de schapen geschat. Dit is gedaan op basis van verschillende aannames. De opzet van het onderzoek is relatief eenvoudig, waardoor het snel en relatief goedkoop kan worden uitgevoerd. Doordat met algemene aannames gewerkt wordt in deze opzet, en er weinig locatiespecifieke informatie verwerkt kan worden, is de risicoschatting conservatief om te voorkomen dat risico's onderschat worden. Bij aangetoonde risico's is het daarom aanbevelenswaardig een verdiepende studie te doen waarin de actuele risico's geschat kunnen worden op basis van meer locatiespecifieke gegevens.

De risicoberekeningen wijzen uit dat op alle spuitvlakken de blootstelling aan koper zodanig is dat risico's op effecten aannemelijk zijn. Daarnaast zijn concentraties van lood en cadmium in vegetatie van loswal 3 ook te hoog om risico's te kunnen uitsluiten.

Het is misschien mogelijk de risico's te verminderen door de begrazing periodiek uit te voeren en de schapen in de tussenliggende periodes in niet belaste gebieden te beweiden. Daarnaast is het mogelijk dat de concentraties van molybdeen en zwavel, antagonisten van de opname van koper, in het gebied hoog genoeg zijn om de opname van koper door schapen te verminderen, en daarmee de geassocieerde risico's. De effecten van zowel de periodieke begrazing als het voorkómen van de antagonisten moeten in een aanvullend nader gekwantificeerd worden zodat ze in een nadere risicobeoordeling beschouwd kunnen worden.

Dit onderzoek is een eerste stap in de risicobeoordeling. De aanpak was grofstoffelijk en daarmee simpel en relatief snel. Gezien de risico's die verbonden zijn aan de blootstelling aan koper in het gehele gebied, en aan lood en cadmium in een deel (loswal 3) is het niet aan te bevelen schapen te laten grazen in het gebied zonder begeleidend onderzoek naar nadere risico's. Metaalconcentraties in de schapen zullen gemonitord moeten worden, evenals de seizoensdynamiek van de concentraties in de gewassen gedurende het seizoen. Momenteel is er alleen informatie van concentraties laat in het seizoen, waarschijnlijk dat dit in andere fases van het groeiseizoen anders is. Bij gebruik van aanvullende gebieden is het ook nodig om inzicht te krijgen in de metaalconcentraties in de gewassen in die gebieden.



Dank gaat uit naar Rob van Zanten voor begeleiding van het project vanuit de gemeente Vlaardingen. Piet Velema, Sjaar van Beek, Ger Stam en Martin Oosthoek worden bedankt voor hun inhoudelijke bijdrage aan het onderzoek. Annemariet van der Hout en Wim Dimmers hebben het veldwerk uitgevoerd.

# 1 Inleiding

De Broekpolder is een gebied ten westen van Vlaardingen wat is gevormd met opgebracht slib uit de haven van Rotterdam. In de jaren 60 en 70 is dit slib door middel van opspuiting in verschillende loswallen gedeponneerd (zie bijlage 3 voor overzicht van loswallen, met hun nummering). Dit slib was in meer of mindere mate verontreinigd met o.a. zware metalen en organische microverontreinigingen, en deze zijn nog steeds aanwezig in de bodem (Ma et al. 2001).

Sinds de ophoging van de Broekpolder is de gemeente Vlaardingen als mede-beheerder voornemens dit gebied te ontwikkelen als intensief en extensief recreatieterrein met natuurdoelstellingen. In een eerder onderzoek is beschouwd of begrazing met Schotse Hooglanders een optie was, waarbij was geconcludeerd dat gecontroleerd grazen geen probleem was, maar dat er loswallen waren waar de concentraties drins zodanig zijn dat grazen daar ontraden werd (Ma et al. 2001).

Gedurende de ontwikkeling van het gebied was er een sterke toename van Berenklaauw zowel de Gewone Berenklaauw (*Heracleum sphondylium*) als de Reuzenberenklaauw (*Heracleum mantegazzianum*). In 2007 kwam bij de gemeente Vlaardingen de wens om de aanwezige berenklaauw te bestrijden, en één van de opties was daarbij begrazing met schapen. Schapen eten berenklaauw, met name wanneer deze klein is en nog minder irriterend of giftig, en daarnaast past begrazing met schapen goed in de doelstelling van het gebied om het recreatief te gebruiken. Eén van de voorwaarden voor begrazing is echter wel dat de aanwezige verontreinigingen geen risico vormen voor de schapen.

In 2008 is aan Alterra de opdracht gegeven om gewasmonsters te verzamelen van berenklaauw en andere dominant voorkomende gewassoorten. In deze monsters zijn verontreinigingen gemeten en op basis hiervan zullen risico's worden bepaald. Het onderzoek heeft zich beperkt tot zware metalen, omdat bekend is dat schapen specifiek gevoelig zijn voor koper. De risicobenadering zoals hier uitgevoerd is op basis van gewasconcentraties en aannames voor wat betreft de kenmerken van de schapen (hoeveel ze wegen, eten, grond binnenkrijgen etc.). Deze benadering heeft als voordeel dat het snel, relatief eenvoudig en relatief goedkoop kan worden uitgevoerd. Een nadeel is dat weinig specifieke gegevens van de lokale situatie worden gebruikt, en daarmee moet de analyse conservatief worden uitgevoerd om onderschatting van de risico's te voorkomen. Wanneer risico's worden aangetoond in deze eerste stap is het mogelijk een gerichte specifiekere analyse uit te voeren, waarbij de risico's reëel kunnen worden geschat op basis van specifiekere informatie, maar waarvan de kosten hoger zijn. Het onderzoek in deze rapportage richt zich op de eerste stap in deze getrapte benadering, een geeft aanbevelingen voor een mogelijke tweede trap.



## 2 Materiaal en methodes

### 2.1 Gewasbemonstering

Op 11 oktober 2008 zijn in de Broekpolder gewasmonsters verzameld door het met een schaar af te knippen. Op 7 loswallen zijn op 3 plots monsters verzameld van berenklaauw (zowel Gewone Berenklaauw als Reuzenberenklaauw, dit onderscheid zal verder niet meer gemaakt worden), aangevuld met brandnetel (met name grote brandnetel (*Urtica dioica*), maar ook kleine brandnetel (*Urtica urens*), ook hier zal verder geen onderscheid worden gemaakt) en grassen (geen soortverdeling gemaakt). Op enkele locaties was geen berenklaauw of brandnetel aanwezig, hier zijn andere dominante soorten verzameld, hoefblad (*Petasites hybridus*) of distel species. Van de planten zijn groene delen verzameld, groeitoppen, zonder houtige delen.

In Tabel 1 staan per locatie de bemonsterde soorten, en in Figuur 1 staan de locaties weergegeven in de Broekpolder. Naast de opspruitvlakken is ook de voormalige vuilstort meegenomen in de bemonstering als referentie. Deze is in 2004 afgedekt met een leeflaag van 1 meter dikte.

Tabel 1. Monsterlijst

Loswal	Plot nr	Gewas	Loswal	Plotnr	Gewas
LW3	1	Brandnetel	LW6	2	Brandnetel
LW3	1	Gras	LW6	2	Gras
LW3	1	Bereklaauw (reuzen)	LW6	2	Bereklaauw (reuzen)
LW3	2	Brandnetel	LW6	3	Brandnetel
LW3	2	Gras	LW6	3	Gras
LW3	2	Hoefblad	LW6	3	Bereklaauw (gewoon)
LW3	3	Brandnetel	LW13N	1	Brandnetel
LW3	3	Gras	LW13N	1	Gras
LW3	3	Bereklaauw (reuzen)	LW13N	1	Bereklaauw (gewoon)
LW4	1	Brandnetel	LW13N	2	Brandnetel
LW4	1	Gras	LW13N	2	Gras
LW4	1	Bereklaauw (reuzen)	LW13N	2	Bereklaauw (gewoon)
LW4	2	Brandnetel	LW13N	3	Brandnetel
LW4	2	Gras	LW13N	3	Gras
LW4	2	Bereklaauw (reuzen)	LW13N	3	Bereklaauw (reuzen)
LW4	3	Brandnetel	LW13Z	1	Brandnetel
LW4	3	Gras	LW13Z	1	Gras
LW4	3	Bereklaauw (gewoon)	LW13Z	1	Bereklaauw (reuzen)
LW5	1	Brandnetel	LW13Z	2	Brandnetel
LW5	1	Gras	LW13Z	2	Gras
LW5	1	Bereklaauw (gewoon)	LW13Z	2	Bereklaauw (reuzen)
LW5	2	Brandnetel	LW13Z	3	Brandnetel
LW5	2	Gras	LW13Z	3	Gras
LW5	2	Bereklaauw (gewoon)	LW13Z	3	Bereklaauw (reuzen)
LW5	3	Brandnetel	Vuilstort	1	Gras
LW5	3	Gras	Vuilstort	1	Distel
LW5	3	Bereklaauw (gewoon)	Vuilstort	1	Hoefblad
LW6	1	Brandnetel	Vuilstort	2	Gras
LW6	1	Gras	Vuilstort	2	Distel
LW6	1	Bereklaauw (gewoon)	Vuilstort	2	Hoefblad
			Vuilstort	3	Gras
			Vuilstort	3	Distel
			Vuilstort	3	Hoefblad



Figuur 1. Locaties in Broekpolder waar gewasmonsters zijn verzameld

Na monsternamen zijn de gewasmonsters bewaard in polyethyleen zakken bij  $-20^{\circ}\text{C}$  voor ze geanalyseerd zijn.

## 2.2 Metaal analyses

Voor metaal analyse zijn de gewasmonsters gedroogd bij  $70^{\circ}\text{C}$ , en is het drooggewicht bepaald. De monsters zijn gedeutereerd met  $\text{HNO}_3\text{-HF-H}_2\text{O}_2$  in een magnetron waarna zink concentraties zijn bepaald met behulp van ICP-AES en de andere metalen met ICP-MS. De analyses zijn uitgevoerd op het bodemchemisch lab van Alterra.

## 2.3 Risicoberekeningen

De berekeningen van de risico's zijn vergelijkbaar uitgevoerd als in Van der Pol et al. 2004. Hierbij wordt op basis van concentraties in het gewas berekend wat een schaap binnen krijgt aan verontreinigingen, wat wordt vergeleken met risicogrenzen. Voor deze benadering moeten verschillende aannames gedaan worden voor wat betreft het eetgedrag van schapen, wat ze binnen krijgen aan grond als bijvraat etc. Deze aannames zijn niet specifiek te maken voor de individuele schapen die in de Broekpolder worden gebruikt, en daarom worden redelijk conservatieve aannames

gedaan, waarbij wordt voorkomen dat de risico's op effecten van de metalen worden onderschat. Dit wordt in het algemeen toegepast in een getrapte benadering, waarbij eerst op een grofstoffelijke goedkopere manier de risico's worden benaderd, waarbij in geval van waarschijnlijkheid van risico's een meer toegespitste, maar ook duurdere risico analyse kan worden uitgevoerd.

### ***Aannames modellering***

Een schaap weegt 80 kg, eet 2.5 kg gewas per dag (drooggewicht), en neemt 100 g per dag bodem op met het gewas (Van der Pol et al. 2004). Als gezegd, de aannames zijn conservatief, de aangenomen hoeveelheid voedsel en grondinname is daarom eerder aan de hoge kant dan te laag. De dagelijkse inname (DI) van de metalen wordt berekend als de totale hoeveelheid gewas die per dag wordt gegeten, vermenigvuldigd met de concentraties aan zware metalen in het gewas. Hierbij kan eventueel de inname van bodem en andere voedselbronnen bijgevoegd worden.

De Acceptabele Dagelijkse Inname (ADI) is de grenswaarde waaraan wordt getoetst. Voor de verschillende metalen zijn deze voor het schaap als volgt: Zn: 44, koper: 0.16, cadmium 0.035 en lood 0.3 mg/kg/dag (van der Pol et al 2004). Op basis van deze ADIs kan een risico quotiënt (RQ) worden berekend waarbij de Dagelijkse Inname wordt gedeeld door de Acceptabele Dagelijkse Inname ( $RQ=DI/ADI$ ). Als de RQ tussen 0.5 en 1 ligt is de opname van het desbetreffende metaal in dezelfde ordegrrootte als de grenswaarde (ADI), als de RQ groter is 1 zijn er risico's op effecten.

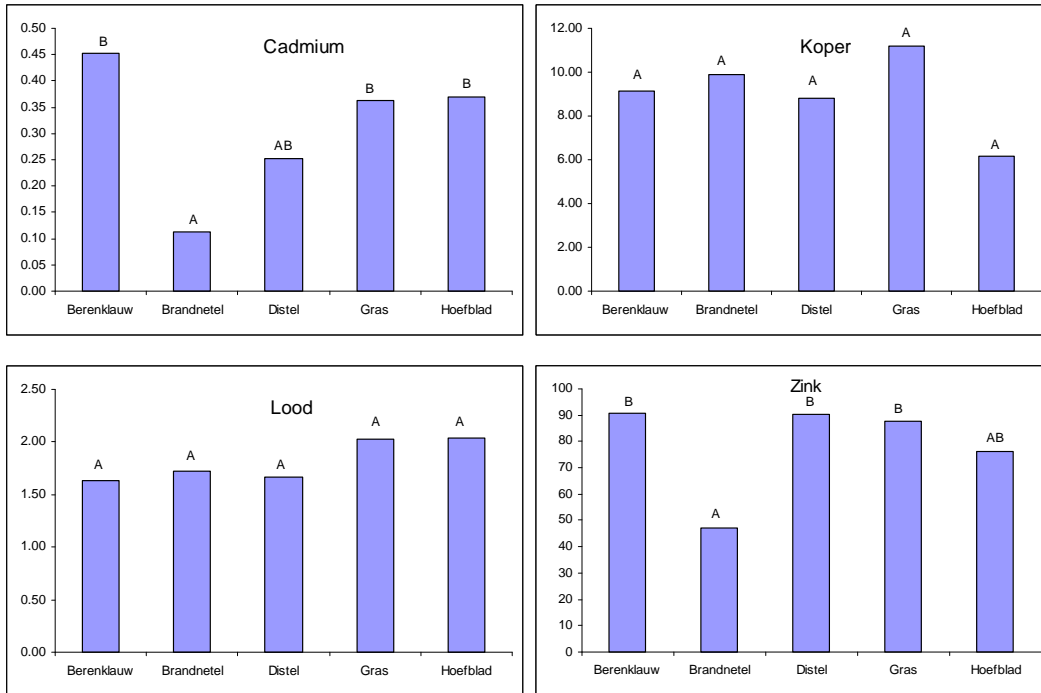
Er zijn verschillende scenario's denkbaar waarin het graasgedrag kan worden gesimuleerd. Het eerste scenario gaat uit de concentraties per soort per locatie, om een gedetailleerd beeld te krijgen van de individuele analyse resultaten. Scenario 2 gaat uit van een selectieve begrazing van een specifiek gewas over alle locaties. Dit zou zich voor kunnen doen wanneer een bepaald gewas sterk dominant in het gebied voorkomt. Op basis van dit scenario kunnen zo nodig gerichte beheersmaatregelen voorgesteld worden, gericht op het gewas dat eventuele risico's veroorzaakt. Scenario 3 gaat uit van random grazen per loswal, zonder voorkeur voor een gewas. Dit is het meest relevante scenario, waarbij kan worden uitgegaan van het gemiddelde van de gewasconcentraties per loswal.



### 3 Resultaten en discussie

#### 3.1 Gewasconcentraties

In Tabel 2 staan de concentraties weergegeven van alle individuele monsters. Figuur 2 laat de gemiddelde concentraties zien per soort gemiddeld, in Figuur 3 staat het per loswal.



Figuur 2. Gemiddelde metaalconcentraties (mg/kg droge stof) per gewastype (alle loswallen). Balken met eenzelfde letter zijn per metaal niet significant verschillend van elkaar (ANOVA,  $\alpha$ : 0.05, log-getransformeerde getallen getoetst).

Te zien valt dat de koper en lood concentraties niet veel verschillen tussen de gewastypen. Zink concentraties zijn significant lager in brandnetel. Cadmium concentraties variëren het meest, ze zijn het hoogst in berenklauw, gras en hoefblad, en het laagst in brandnetel.

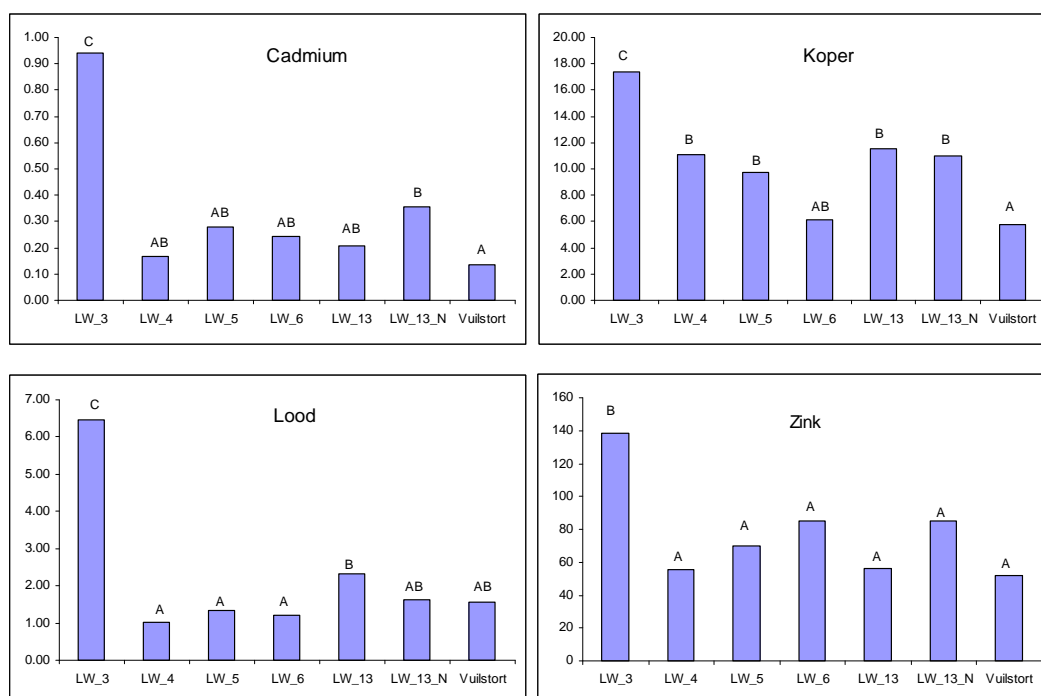


Tabel 2. Concentraties van zware metalen in gewas van de Broekpolder (mg/kg drooggewicht)

Locatie	Gewas	Cd	Cu	Pb	Zn
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
LW3_1	berenklauw (reuzen)	7.36	165.11	73.05	103
LW3_1	brandnetel	2.58	111.07	29.14	63
LW3_1	gras	27.98	176.04	135.87	256
LW3_2	brandnetel	2.68	137.19	22.24	74
LW3_2	gras	35.73	145.62	45.22	323
LW3_2	hoefblad	28.14	217.62	34.15	184
LW3_3	berenklauw (reuzen)	13.51	215.81	240.93	185
LW3_3	brandnetel	1.36	157.71	21.65	60
LW3_3	gras	22.36	310.87	373.43	234
LW4_1	berenklauw (reuzen)	3.85	76.75	9.05	47
LW4_1	brandnetel	0.511	131.63	10.98	37
LW4_1	gras	2.38	110.99	10.05	52
LW4_2	berenklauw (reuzen)	1.79	75.6	7.7	31
LW4_2	brandnetel	0.697	155.25	9.29	38
LW4_2	gras	1.61	130.62	9.33	168
LW4_3	berenklauw (gewoon)	5.96	95.55	14.06	129
LW4_3	brandnetel	0.758	159.52	12.85	39
LW4_3	gras	2.08	92.4	11.18	57
LW5_1	berenklauw (gewoon)	2.65	95.34	16.65	113
LW5_1	brandnetel	0.797	86.54	11.8	35
LW5_1	gras	3.4	121.81	29.28	49
LW5_2	berenklauw (gewoon)	2.18	54.56	7.54	76
LW5_2	brandnetel	1.24	65.36	20.06	38
LW5_2	gras	8.37	95.69	16.9	91
LW5_3	berenklauw (gewoon)	8.12	81.34	6.14	116
LW5_3	brandnetel	0.836	136.35	11.98	53
LW5_3	gras	8.86	203.92	12.44	128
LW6_1	berenklauw (gewoon)	10.43	77.68	12.48	186
LW6_1	brandnetel	0.801	47.45	10.43	24
LW6_1	gras	1.47	71.63	11.73	38
LW6_2	berenklauw (reuzen)	6.6	67.23	13.93	63
LW6_2	brandnetel	1	49.66	17.25	34
LW6_2	gras	0.615	67.14	10.65	165
LW6_3	berenklauw (gewoon)	7.73	83.54	13.71	296
LW6_3	brandnetel	1.48	42.01	11.74	101
LW6_3	gras	5.14	56.36	9.78	126
LW13Z_1	berenklauw (reuzen)	0.708	91.38	7.17	45
LW13Z_1	brandnetel	0.9	88.99	14.98	39
LW13Z_1	gras	3.5	155.08	16.5	85
LW13Z_2	berenklauw (reuzen)	3	74.58	23.89	66
LW13Z_2	brandnetel	1.93	126.53	36.66	63
LW13Z_2	gras	3.24	173.11	25.71	51
LW13Z_3	berenklauw (reuzen)	3.26	91.75	27.43	51
LW13Z_3	brandnetel	1.69	126.55	49.5	59
LW13Z_3	gras	3.33	148.05	36.48	62
LW13N_1	berenklauw (gewoon)	6.42	106.73	31.14	126
LW13N_1	brandnetel	1.2	101.08	24.71	52
LW13N_1	gras	43.28	173.31	35.16	285
LW13N_2	berenklauw (gewoon)	7.92	94.49	8.59	105
LW13N_2	brandnetel	0.654	83.82	11.26	41
LW13N_2	gras	1.23	72.81	9.9	94
LW13N_3	berenklauw (reuzen)	3.86	95.11	10.87	77
LW13N_3	brandnetel	1.34	115.73	22.32	45
LW13N_3	gras	8.42	199.79	12.27	92
Vuilstort_1	distel	2.27	86.67	16.71	89
Vuilstort_1	gras	0.526	50.44	15.57	31
Vuilstort_1	hoefblad	1.95	28.53	15.54	59
Vuilstort_2	distel	3.27	85.86	15.92	103
Vuilstort_2	gras	0.523	51.15	9.45	26

Locatie	Gewas	Cd	Cu	Pb	Zn
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Vuilstort_2	hoefblad	1.82	31.39	19.81	59
Vuilstort_3	distel	2.14	92.81	17.43	80
Vuilstort_3	gras	0.556	60.87	15.75	27
Vuilstort_3	hoefblad	1.85	72.49	16.53	52

Wanneer gekeken wordt naar de verschillende loswallen is het duidelijk dat de concentraties het hoogst zijn in de vegetatie van loswal 3 (Figuur 3). Cd concentraties in de vegetatie van loswal 13\_N zijn hoger dan in de resterende loswallen al is dit verschil alleen significant met de vuilstort. De resterende loswallen variëren onderling niet significant. De vuilstort laat voor koper de laagste concentraties zien, en de concentraties in de vegetatie van andere loswallen liggen tussen loswal 3 en de vuilstort in. De concentraties lood zijn in alle loswallen lager dan in loswal 3. In geval van zink zijn de concentraties in loswal 3 significant hoger dan in de andere loswallen, die onderling niet significant variëren.

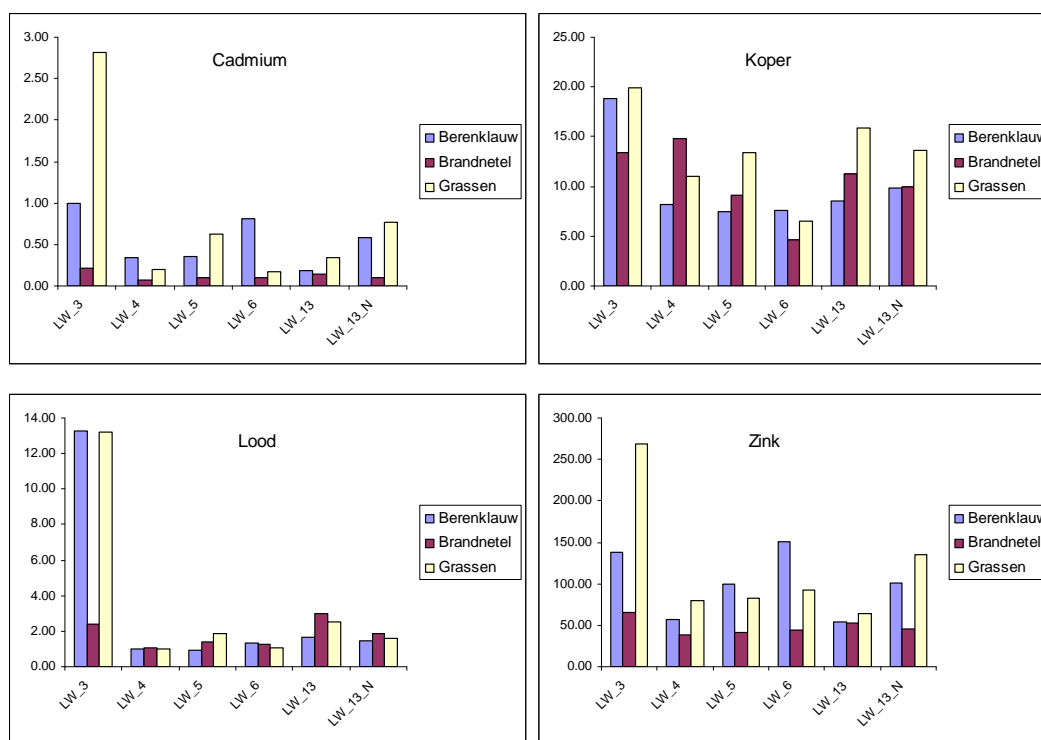


Figuur 3. Gemiddelde metaal concentraties (mg/kg droge stof) per loswal (alle gewastypes). Balken met eenzelfde letter zijn per metaal niet significant verschillend van elkaar (ANOVA,  $\alpha$ : 0.05, log-getransformeerde getallen getoetst).

Op basis van een beperktere dataset waarin alleen brandnetels, gras en berenklauw zijn opgenomen, met uitzondering van de locatie vuilstort (in deze gegevensset zijn op alle locaties deze drie gewassen bemonsterd) is te analyseren of de gewastypen eenzelfde trend laten zien op de verschillende loswallen. Figuur 4 laat per locatie voor ieder type de gemiddelde concentratie zien (van 3 replica).

In figuur 4 is duidelijk te zien dat niet alle gewastypen dezelfde variatie tussen de loswallen laten zien. Met name voor cadmium, lood en zink zijn de hoge concentraties die in berenklauw en gras worden gevonden niet representatief voor de

concentraties in brandnetel. De concentraties in brandnetels zijn veel minder variabel tussen loswallen. Dit geldt ook voor koper, al is het effect hier minder groot.



Figuur 4. Concentraties zware metalen in berenklauw, brandnetel en gras van verschillende loswallen (mg/kg drogestof).

De concentraties zoals gevonden in het gras zijn over het algemeen hoger dan gemiddeld gevonden in de Krimpenerwaard (Tabel 3, Van der Pol et al. 2004). Wat opvalt, is dat de gemiddelden niet zo heel veel verschillen tussen de studies, maar dat er in de Broekpolder meer uitschieters naar boven zijn; de maximum waarden voor alle metalen liggen 3 tot 20 keer hoger in de Broekpolder dan in de Krimpenerwaard.

Tabel 3. Gemiddelde concentraties en ranges van metalen in gras van de Broekpolder (deze studie) en de Krimpenerwaard (Van der Pol et al. 2004).

Metaal	Broekpolder		Krimpenerwaard	
	gemiddelde	Range	gemiddelde	Range
Cd	0.4	0.05-4.33	0.1	0.0-0.2
Cu	11.2	5.0-31.1	9.5	6.1-11.6
Pb	2.0	0.9-37.3	1.2	0.3-4.6
Zn	88	26-323	46	35.1-57.1

### Risicobepaling

Om de risico's te bepalen wordt voor een schaap berekend wat deze binnen krijgt aan zware metalen. In bijlage 1 staat de tabel waarin de dagelijkse opname van de metalen per gewastype, per loswal staat weergegeven, berekend op basis van de eerdere aannames (scenario 1). Hierbij is uitgegaan dat een schaap het desbetreffende gewastype als enig voedselitem heeft, en dat dit schaap altijd op de desbetreffende

loswal graast. Wanneer dit wordt afgezet tegen de acceptabele dagelijks inname (ADI) van de verschillende metalen dan is duidelijk dat voor zink geen risico's te verwachten zijn, de RQs zijn ruim onder 1 (Bijlage 2). Voor cadmium en lood worden over het algemeen ook lage RQs berekend, alleen op loswal 3 zijn voor beide metalen de RQs gemiddeld groter dan 1. Voor cadmium worden op andere loswallen ook RQs gevonden die rond 1 liggen, wat betekent dat concentraties in deze individuele monsters zo hoog zijn dat ze tot risico's zouden kunnen leiden als dit het enige voedsel van de schapen zou zijn. Dit is echter weinig reëel.

Voor koper worden wel stelselmatig overschrijdingen gevonden van de ADI, gemiddeld met een factor 2.1, de range 0.6 tot 6.1.

In scenario 2 grazen de schapen specifiek op een gewastype over alle loswallen. Hiermee is te beschouwen welke gewassoorten eventueel de meeste risico's met zich meebrengen. In Tabel 4 staan de risico quotiënten per gewastype. Voor wat betreft cadmium zijn gras en berenklauw de gewassen die de meeste risico's laten zien, dit is direct afhankelijk van de gemiddelde concentraties in deze gewassen (Figuur 2). Voor zink zijn de RQs zo laag dat geen risico's te verwachten zijn, wat ook min of meer geldt voor lood, al zijn de concentraties in het gras wat verhoogd. Voor koper zijn de concentraties in alle gewassen, behalve hoefblad, zo hoog dat schapen risico's ondervinden als ze erop grazen. De concentraties in het hoefblad lijken lager, maar dit gewas is voornamelijk op de vuilstort bemonsterd, en daar hebben alle gewassen relatief lage concentraties (Figuur 3). Er is één monster van hoefblad verzameld op loswal 3, en daar waren de concentraties in het hoefblad vergelijkbaar met die in gras.

Tabel 4. Gemiddelde RQ per soort, gemiddeld over alle loswallen. Tussen haakjes het aantal monsters.

Soort	RQ_Cd	RQ_Cu	RQ_Pb	RQ_Zn
Berenklauw (n=17)	0.5	1.9	0.3	0.1
Brandnetel (n=18)	0.1	2.1	0.2	0.0
Distel (n=3)	0.2	1.7	0.2	0.1
Gras (n=21)	0.8	2.5	0.4	0.1
Hoefblad (n=4)	0.2	0.9	0.2	0.0

In scenario 3 worden alle gewassen gegeten en wordt per loswal beweid. In Tabel 5 staan de RQs die voor dit scenario berekend worden. Op loswal 3 worden overschrijdingen van de acceptabele dagelijkse inname gevonden voor cadmium, koper en lood. Voor zink zijn de risico's minimaal. Op de andere loswallen zijn alleen overschrijdingen aantoonbaar voor koper, al is de dagelijkse inname van cadmium op loswal 13\_N in de buurt van de ADI (RQ=0.7). Dit illustreert dat risico's vooral zijn geassocieerd met koper blootstelling, alleen op loswal 3 zijn ook concentraties van cadmium en lood hoog. Op loswal 13\_N zijn de cadmium concentraties ook dermate hoog dat de DI in de buurt van de ADI ligt, en daarmee zijn risico's niet uitgesloten.

Tabel 5. Gemiddelde RQ per loswal, gemiddeld over alle gewastypen. Tussen haakjes het aantal monsters.

loswal	RQ_Cd	RQ_Cu	RQ_Pb	RQ_Zn
LW3 (n=9)	1.4	3.5	1.1	0.1
LW4 (n=9)	0.2	2.2	0.1	0.0
LW5 (n=9)	0.4	2.0	0.2	0.1
LW6 (n=9)	0.3	1.2	0.1	0.1
LW13 (n=9)	0.2	2.3	0.3	0.0
LW13N (n=9)	0.7	2.3	0.2	0.1
Vuilstort (n=9)	0.1	1.2	0.2	0.0

### 3.2 Aanvullende blootstelling

In voorgaande paragrafen is ervan uitgegaan dat schapen alleen metalen opnemen via het gewas. De vraagstelling van de gemeente was vooral daarop gericht, maar er zijn ook nog andere routes waarlangs schapen metalen kunnen opnemen: via grond die ze bij het grazen opnemen en via mogelijke bijvoederen met krachtvoer. Daarnaast is het mogelijk dat schapen op verschillende locaties worden gehouden met verschillende gewasconcentraties. Hieronder zal worden ingegaan op de aanvullende blootstelling via de bodem en krachtvoer.

#### **Bodem**

In het huidige onderzoek zijn wel bodemmonsters verzameld maar niet geanalyseerd. Er zijn data beschikbaar voor een deel van de loswallen (Alcontrol, 2008). Schapen nemen ongeveer 0.1 kg/dag bodem op tijdens het grazen. Dit is grond dat hangt aan de wortels, maar ook dat is opgespat en op de bladeren van het gewas zit. In Tabel 6 staan de concentraties die zijn geanalyseerd in de bodem van relevante loswallen.

Tabel 6. Metaal concentraties in de bodem van enkele relevante loswallen (mg/kg droge stof, Alcontrol 2008). Het gemiddelde is berekend op basis van deze loswallen (Alcontrol 2008)

Loswal	Cd	Cu	Pb	Zn
4B	3.5	64	89	360
4D	4.5	93	130	550
5B	2.5	49	71	290
5C	1.7	30	48	180
6	5.8	67	100	480
6M	1.6	66	120	510
7alt	12.0	150	220	920
13N	2.1	35	68	290
13Z	4.3	78	130	510
Gemiddelde	4.2	70	108	454

Uitgaande van bovenstaande concentraties kan de bijdrage van de bodemopname opgesteld worden bij de opname via het gewas, en kunnen nieuwe RQs worden berekend. In Tabel 7 staan de nieuwe RQ, op basis van begrazing volgens scenario 3. Voor loswal 3 en de vuilstort zijn geen bodemconcentraties bekend, hiervoor zijn de gemiddelde bodemconcentraties van alle loswallen uit Tabel 6 gebruikt. Dit is voor de vuilstort mogelijk een overschatting van de bodemconcentraties, want hier is een leeflaag van 1 meter dikte op aangebracht. Er zijn echter geen aanvullende gegevens

bekend voor deze locatie, daarom wordt toch een inschatting gemaakt op basis van het gemiddelde.

Opname via de bodem is minimaal voor cadmium, zink en lood, de RQs voor deze metalen worden niet tot nauwelijks verhoogd door de aanvullende opname via de bodem. Voor zink is de relatieve bijdrage van de bodem weliswaar groot, 12.7-26.9%, echter doordat de absolute RQs voor zink erg laag zijn is geeft deze bodembijdrage geen aanvullende risico's. Voor koper is er wel een aantoonbare verhoging van de RQs als gevolg van opname via de bodem. Over het algemeen worden ze ongeveer 0.5 hoger. Dit betekent dat de grond aantoonbaar bijdraagt aan de totale opname van koper, op basis van de aanname dat schapen ongeveer 100 gram grond binnen krijgen per dag,

Tabel 7. Gemiddelde RQ per loswal, gemiddeld over alle gewastypen inclusief het aandeel bodem (tussen haakjes de procentuele bijdrage van de inname via de bodem aan de totale RQ).

loswal	RQ_Cd	RQ_Cu	RQ_Pb	RQ_Zn
LW3	1.4 (0.0%)	4.1 (14.2%)	1.1 (0.1%)	0.1 (13.0%)
LW4	0.2 (0.1%)	2.8 (22.4%)	0.1 (0.4%)	0.1 (25.6%)
LW5	0.4 (0.0%)	2.4 (14.2%)	0.2 (0.2%)	0.1 (12.7%)
LW6	0.4 (0.1%)	2.0 (38.9%)	0.1 (0.5%)	0.1 (24.6%)
LW13Z	0.2 (0.1%)	2.9 (31.7%)	0.3 (0.3%)	0.1 (26.7%)
LW13N	0.7 (0.0%)	2.5 (21.6%)	0.2 (0.2%)	0.1 (13.1%)
Vuilstort	0.1 (0.2%)	1.8 (33.3%)	0.2 (0.3%)	0.1 (26.9%)

### **Krachtvoer**

Naast verse gewassen kunnen schapen ook gevoerd worden met krachtvoer. Hierdoor zal het aandeel vers voer in het voedselpakket dalen, en worden vervangen door krachtvoer. Effecten hiervan zijn sterk afhankelijk van het beheer van de kudde, maar ter illustratie zal hier worden doorgerekend worden wat een verandering van het dieet als gevolg van bijvoederen met krachtvoer to gevolg heeft voor de risico's. Hierbij kan worden uitgegaan van de samenstelling van het voedsel zoals gebruikt in (Kempe et al. 2005), totale voedselopname 1.4 kg droge stof/dag, waarvan 0.1 kg krachtvoer. In dat rapport wordt de rest ingevuld met gras (1 kg/dag), kuilgras (0.1 kg/dag), en hooi (0.1 kg/dag), alles op 1 decimaal afgerond. We nemen voor de berekeningen hier aan dat een schaap 1.3 kg/dag versvoer eet uit het gebied en 0.1 kg/dag krachtvoer. Ook krachtvoer bevat zware metalen: Cd: 0.01-0.15 mg/kg d.s., Cu: 7-66 mg/kg d.s. en Zn: 35-518 mg/kg d.s. (Boer & Hin, 2003). Het geanalyseerde krachtvoer was weliswaar voor koeien, en er zijn geen gehalten voor lood geanalyseerd. We beschouwen de getallen als representatief voor schapenkrachtvoer. In de berekening worden voor het krachtvoer de volgende concentraties aangenomen: Cd: 0.1 mg/kg d.s., Cu: 25 mg/kg d.s. en voor zink 60 mg/kg d.s..

In Tabel 8 staat het effect dat krachtvoer heeft op de RQs . In deze tabel staan ook de RQs per loswal, gebaseerd op de gemiddelde concentratie in het gewas in de desbetreffende loswal (scenario 3). De RQs zijn allemaal lager als de schapen het dieet krijgen aangevuld met krachtvoer. Dit wordt bereikt doordat de hoeveelheid gewas veel lager is, en de concentraties zware metalen in het krachtvoer zijn niet

hoog genoeg om dit te compenseren. De RQs voor cadmium halveren ongeveer, net als die voor zink. Voor koper is de verlaging minder, gemiddeld 38%. Alle RQs één na zijn hoger dan 1, wat aangeeft dat ook in dit scenario risico's van koper aannemelijk zijn. Alleen op loswal 6 is de RQ kleiner dan 1, echter wanneer de inname van grond erbij genomen wordt komt ook deze RQ boven 1.

Tabel 8. Gemiddelde RQs per loswal op basis van gemiddelde gewasconcentraties en krachtvoer. RQ\_gewas: 2.5 kg gewas, 0 krachtvoer, RQ\_kracht: 1.5 kg gewas en 0.1 kg krachtvoer (voor vuilstort zijn geen gegevens bekend over brandnetel en berenklauw, is daarom niet in deze tabel opgenomen)

Loswal	Cadmium		Koper		Zink	
	RQ_gewas	RQ_kracht	RQ_gewas	RQ_kracht	RQ_gewas	RQ_kracht
LW_3	1.23	0.64	3.49	2.01	0.11	0.06
LW_4	0.20	0.11	2.23	1.36	0.05	0.03
LW_5	0.36	0.19	2.04	1.26	0.06	0.03
LW_6	0.35	0.19	1.22	0.83	0.08	0.04
LW_13	0.21	0.12	2.33	1.41	0.04	0.02
LW_13_N	0.74	0.39	2.26	1.37	0.07	0.04

### 3.3 Factoren die risico's van koper kunnen verminderen

In voorgaande paragrafen zijn risico's van begrazen voornamelijk geassocieerd met blootstelling aan koper. Dit is niet verwonderlijk, omdat bekend is dat schapen specifiek gevoelig zijn voor koper. Er zijn echter factoren waardoor eventuele risico's van schapen kunnen verminderen.

#### *Beweiding*

Er kan langer of korter beweid worden in de Broekpolder. Een korte beweidingduur afgewisseld met beweiding in een schoon gebied kan de lange termijn accumulatie van koper onderbreken, waarbij de koperconcentraties relatief laag blijven en er geen risico's optreden. De snelheid van opname van koper uit het gewas is echter van verschillende factoren afhankelijk (zie ook hieronder), en het is hierdoor niet mogelijk een tijdsduur te specificeren waarbinnen geen risico's te verwachten zijn. Als ervoor gekozen wordt om de begrazing in de Broekpolder af te wisselen met begrazing in andere gebieden, is het zaak de koperstatus van de schapen te monitoren. Het is daarnaast mogelijk om in een gebied waar jong snel groeiend gras aanwezig is de koperbelasting van schapen in een relatief korte tijd te verminderen (P. Velema, persoonlijke mededeling). Wanneer dit wordt opgenomen in het begrazingsregime waarmee de Broekpolder wordt begraasd is het mogelijk dat risico's geminimaliseerd worden. Het ook hierbij van belang dit goed te monitoren. In dit kader is het ook van belang meer inzicht te krijgen in de seizoensdynamiek van koperconcentraties in de verschillende gewassen.

#### *Antagonisten van koperopname*

Er zijn ook andere stoffen die de opname van koper verminderen, zogenaamde antagonisten van koperopname. Het is bekend dat molybdeen als antagonist kan optreden voor de opname van koper door dieren (Suttle, 1991). Dit kan erg effectief zijn, maar is afhankelijk van het molybdeengehalte in de vegetatie en bodem. Dit zal

nader onderzocht moeten worden voordat dit in een risico-evaluatie kan worden meegenomen. Zwavel heeft ook een verlagend effect op de concentraties van koper in dieren (Suttle, 1991). Ook dit is afhankelijk van de concentraties in het gewas en bodem, en ook dit zal nader onderzocht moeten worden. Hierbij dient aandacht te zijn voor de kwantitatieve dosis-effect-relaties tussen de concentraties molybdeen en/of zwavel in het gewas of bodem, en de opname van koper door de schapen.

Bovenstaande illustreert dat de risico's zoals berekend in dit rapport een mogelijke overschatting kunnen zijn van de daadwerkelijke risico's. Dit is gerelateerd aan de opzet zoals gekozen voor dit onderzoek. Nader onderzoek kan meer inzicht verschaffen in de daadwerkelijk risico's.





## 4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van voorgaande resultaten en discussies zijn de volgende **conclusies** te trekken:

- koperconcentraties in de verschillende gewastypen zijn zo hoog dat risico's op effecten aannemelijk zijn
- koperconcentraties in de gewassen op alle loswallen zijn zo hoog dat risico's op effecten aannemelijk zijn, hierbij is loswal 3 het meest risicovol
- cadmium- en loodconcentraties in de gewassen op loswal 3 zijn zo hoog dat risico's op effecten aannemelijk zijn
- risico's kunnen mogelijk door een aangepast begrazingsregime verminderen, bijvoorbeeld door korte periodes van begrazing, of bijvoederen met krachtvoer. Dit dient echter nader onderzocht te worden op effectiviteit.
- berekeningen zoals hier gepresenteerd moeten worden beschouwd als een eerste trap in een volledige risico-evaluatie. Ze zijn uitgevoerd op basis van relatief weinig gegevens, met conservatieve aannames. Risico's worden op deze manier relatief snel en goedkoop bepaald, maar hebben daarmee de kans overschat te worden. Wanneer risico's in deze eerste stap aannemelijk worden geacht, zijn aanvullende analyses in een volgende tweede stap nodig om tot een nadere, meer realistische risico beoordeling te komen.

De volgende **aanbevelingen** kunnen worden gedaan:

- Op basis van het uitgevoerde onderzoek is begrazing van de Broekpolder door schapen niet aan te bevelen zonder nader inzicht te krijgen in de daadwerkelijke risico's van koper
- Het is niet aan te bevelen op loswal 3 te grazen, op basis van de concentraties cadmium en lood.
- Voor een nadere risico-evaluatie naar de daadwerkelijke risico's is vervolgonderzoek nodig om beter inzicht te krijgen in
  - seizoensdynamiek van de metaalconcentratie in de verschillende gewassen, zo nodig ook in andere gebieden die in het begrazingsregime worden opgenomen
  - concentraties antagonisten van de opname van koper in de gewassen en bodem, specifiek molybdeen en zwavel
  - metingen aan koper concentraties en effect parameters in schapen die geweid worden in de Broekpolder.



## Literatuur

Alcontrol 2008. Alcontrol rapport 11361211

Boer, M. en K.J. Hin, 2003. Zware metalen in de melkveehouderij. Koeien en Kansen rapport 16.

Paul Kemme, P., J. Heeres-van der Tol, G. Smolders, H. Valk en J.D. van der Klis, 2005. Schatting van de uitscheiding van stikstof en fosfor door diverse categorieën graasdieren. animal Sciences Group, Wageningen UR. Rapport 05/I00653

Ma, W., 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. Alterra rapport 260. ISSN 1566-7197. Alterra Wageningen. pp 63.

Suttle, N.F., 1981. The interactions between copper, molybdenum, and sulphur in ruminant nutrition. Annual Review of Nutrition 11:121-140.

Van der Pol, J.J.C., A.T.C. Bosveld en N.W. van den Brink, 2004. Pimm-Biota 2002/2003. Analyses in het kader van het provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM), Provincie Zuid-Holland. Alterra rapport 855.1. ISSN 1566-7197. Alterra Wageningen. pp 69.



## Bijlage 1 Dagelijkse opname van metalen per gewastype, per loswal

Locatie	Soort	DI_Cd	DI_Cu	DI_Pb	DI_Zn
		ug/kg/dag	mg/kg/dag	ug/kg/dag	mg/kg/dag
LW_3	Berenklauw	23.00	0.52	228.28	3.22
LW_3	Brandnetel	8.06	0.35	91.06	1.97
LW_3	Gras	87.44	0.55	424.59	8.00
LW_3	Brandnetel	8.38	0.43	69.50	2.31
LW_3	Gras	111.66	0.46	141.31	10.09
LW_3	Hoefblad	87.94	0.68	106.72	5.75
LW_3	Berenklauw	42.22	0.67	752.91	5.78
LW_3	Brandnetel	4.25	0.49	67.66	1.88
LW_3	Gras	69.88	0.97	1166.97	7.31
LW_4	Berenklauw	12.03	0.24	28.28	1.47
LW_4	Brandnetel	1.60	0.41	34.31	1.16
LW_4	Gras	7.44	0.35	31.41	1.63
LW_4	Berenklauw	5.59	0.24	24.06	0.97
LW_4	Brandnetel	2.18	0.49	29.03	1.19
LW_4	Gras	5.03	0.41	29.16	5.25
LW_4	Berenklauw	18.63	0.30	43.94	4.03
LW_4	Brandnetel	2.37	0.50	40.16	1.22
LW_4	Gras	6.50	0.29	34.94	1.78
LW_5	Berenklauw	8.28	0.30	52.03	3.53
LW_5	Brandnetel	2.49	0.27	36.88	1.09
LW_5	Gras	10.63	0.38	91.50	1.53
LW_5	Berenklauw	6.81	0.17	23.56	2.38
LW_5	Brandnetel	3.88	0.20	62.69	1.19
LW_5	Gras	26.16	0.30	52.81	2.84
LW_5	Berenklauw	25.38	0.25	19.19	3.63
LW_5	Brandnetel	2.61	0.43	37.44	1.66
LW_5	Gras	27.69	0.64	38.88	4.00
LW_6	Berenklauw	32.59	0.24	39.00	5.81
LW_6	Brandnetel	2.50	0.15	32.59	0.75
LW_6	Gras	4.59	0.22	36.66	1.19
LW_6	Berenklauw	20.63	0.21	43.53	1.97
LW_6	Brandnetel	3.13	0.16	53.91	1.06
LW_6	Gras	1.92	0.21	33.28	5.16
LW_6	Berenklauw	24.16	0.26	42.84	9.25
LW_6	Brandnetel	4.63	0.13	36.69	3.16
LW_6	Gras	16.06	0.18	30.56	3.94
LW_13	Berenklauw	2.21	0.29	22.41	1.41
LW_13	Brandnetel	2.81	0.28	46.81	1.22
LW_13	Gras	10.94	0.48	51.56	2.66
LW_13	Berenklauw	9.38	0.23	74.66	2.06
LW_13	Brandnetel	6.03	0.40	114.56	1.97
LW_13	Gras	10.13	0.54	80.34	1.59
LW_13	Berenklauw	10.19	0.29	85.72	1.59
LW_13	Brandnetel	5.28	0.40	154.69	1.84
LW_13	Gras	10.41	0.46	114.00	1.94
LW_13_N	Berenklauw	20.06	0.33	97.31	3.94
LW_13_N	Brandnetel	3.75	0.32	77.22	1.63
LW_13_N	Gras	135.25	0.54	109.88	8.91
LW_13_N	Berenklauw	24.75	0.30	26.84	3.28
LW_13_N	Brandnetel	2.04	0.26	35.19	1.28

Locatie	Soort	DI_Cd ug/kg/dag	DI_Cu mg/kg/dag	DI_Pb ug/kg/dag	DI_Zn mg/kg/dag
LW_13_N	Gras	3.84	0.23	30.94	2.94
LW_13_N	Berenklauw	12.06	0.30	33.97	2.41
LW_13_N	Brandnetel	4.19	0.36	69.75	1.41
LW_13_N	Gras	26.31	0.62	38.34	2.88
Vuilstort	Distel	7.09	0.27	52.22	2.78
Vuilstort	Gras	1.64	0.16	48.66	0.97
Vuilstort	Hoefblad	6.09	0.09	48.56	1.84
Vuilstort	Distel	10.22	0.27	49.75	3.22
Vuilstort	Gras	1.63	0.16	29.53	0.81
Vuilstort	Hoefblad	5.69	0.10	61.91	1.84
Vuilstort	Distel	6.69	0.29	54.47	2.50
Vuilstort	Gras	1.74	0.19	49.22	0.84
Vuilstort	Hoefblad	5.78	0.23	51.66	1.63

## Bijlage 2 RQ van de opname van metalen per gewastype, per loswal (DI/ADI)

Locatie	Soort	RQ_Cd	RQ_Cu	RQ_Pb	RQ_Zn
LW_3	Berenklauw	0.7	3.2	0.8	0.1
LW_3	Brandnetel	0.2	2.2	0.3	0.0
LW_3	Gras	2.5	3.4	1.4	0.2
LW_3	Brandnetel	0.2	2.7	0.2	0.1
LW_3	Gras	3.2	2.8	0.5	0.2
LW_3	Hoefblad	2.5	4.3	0.4	0.1
LW_3	Berenklauw	1.2	4.2	2.5	0.1
LW_3	Brandnetel	0.1	3.1	0.2	0.0
LW_3	Gras	2.0	6.1	3.9	0.2
LW_4	Berenklauw	0.3	1.5	0.1	0.0
LW_4	Brandnetel	0.0	2.6	0.1	0.0
LW_4	Gras	0.2	2.2	0.1	0.0
LW_4	Berenklauw	0.2	1.5	0.1	0.0
LW_4	Brandnetel	0.1	3.0	0.1	0.0
LW_4	Gras	0.1	2.6	0.1	0.1
LW_4	Berenklauw	0.5	1.9	0.1	0.1
LW_4	Brandnetel	0.1	3.1	0.1	0.0
LW_4	Gras	0.2	1.8	0.1	0.0
LW_5	Berenklauw	0.2	1.9	0.2	0.1
LW_5	Brandnetel	0.1	1.7	0.1	0.0
LW_5	Gras	0.3	2.4	0.3	0.0
LW_5	Berenklauw	0.2	1.1	0.1	0.1
LW_5	Brandnetel	0.1	1.3	0.2	0.0
LW_5	Gras	0.7	1.9	0.2	0.1
LW_5	Berenklauw	0.7	1.6	0.1	0.1
LW_5	Brandnetel	0.1	2.7	0.1	0.0
LW_5	Gras	0.8	4.0	0.1	0.1
LW_6	Berenklauw	0.9	1.5	0.1	0.1
LW_6	Brandnetel	0.1	0.9	0.1	0.0
LW_6	Gras	0.1	1.4	0.1	0.0
LW_6	Berenklauw	0.6	1.3	0.1	0.0
LW_6	Brandnetel	0.1	1.0	0.2	0.0
LW_6	Gras	0.1	1.3	0.1	0.1
LW_6	Berenklauw	0.7	1.6	0.1	0.2
LW_6	Brandnetel	0.1	0.8	0.1	0.1
LW_6	Gras	0.5	1.1	0.1	0.1
LW_13	Berenklauw	0.1	1.8	0.1	0.0
LW_13	Brandnetel	0.1	1.7	0.2	0.0
LW_13	Gras	0.3	3.0	0.2	0.1
LW_13	Berenklauw	0.3	1.5	0.2	0.0
LW_13	Brandnetel	0.2	2.5	0.4	0.0
LW_13	Gras	0.3	3.4	0.3	0.0
LW_13	Berenklauw	0.3	1.8	0.3	0.0
LW_13	Brandnetel	0.2	2.5	0.5	0.0
LW_13	Gras	0.3	2.9	0.4	0.0
LW_13_N	Berenklauw	0.6	2.1	0.3	0.1
LW_13_N	Brandnetel	0.1	2.0	0.3	0.0
LW_13_N	Gras	3.9	3.4	0.4	0.2
LW_13_N	Berenklauw	0.7	1.8	0.1	0.1
LW_13_N	Brandnetel	0.1	1.6	0.1	0.0
LW_13_N	Gras	0.1	1.4	0.1	0.1



Locatie	Soort	RQ_Cd	RQ_Cu	RQ_Pb	RQ_Zn
LW_13_N	Berenklauw	0.3	1.9	0.1	0.1
LW_13_N	Brandnetel	0.1	2.3	0.2	0.0
LW_13_N	Gras	0.8	3.9	0.1	0.1
Vuilstort	Distel	0.2	1.7	0.2	0.1
Vuilstort	Gras	0.0	1.0	0.2	0.0
Vuilstort	Hoefblad	0.2	0.6	0.2	0.0
Vuilstort	Distel	0.3	1.7	0.2	0.1
Vuilstort	Gras	0.0	1.0	0.1	0.0
Vuilstort	Hoefblad	0.2	0.6	0.2	0.0
Vuilstort	Distel	0.2	1.8	0.2	0.1
Vuilstort	Gras	0.0	1.2	0.2	0.0
Vuilstort	Hoefblad	0.2	1.4	0.2	0.0

### Bijlage 3 Locaties van de verschillende loswallen en de vuilstort in de Broekpolder



