



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Actief Bodembeheer Toemaakdekken

Risico's van bodemverontreiniging voor de kwaliteit van veevoer en de gehalten aan lood en cadmium in orgaanvlees in het Veenweidegebied

R.P.J.J. Rietra
P.F.A.M. Römken

Alterra-rapport 1433, ISSN 1566-7197



Actief Bodembeheer Toemaakdekken

Actief Bodembeheer Toemaakdekken

Risico's van bodemverontreiniging voor de kwaliteit van veevoer en de gehalten aan lood en cadmium in orgaanvlees in het Veenweidegebied

R.P.J.J. Rietra

P.F.A.M. Römken

Alterra-rapport 1433

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

Rietra, R.P.J.J. en P.F.A.M. Römken, 2007. *Actief bodembeheer Toemaakdekken; Risico's van bodemverontreiniging voor de kwaliteit van veevoer en de gehalten aan lood en cadmium in orgaanvlees in het Veenweidegebied*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1433. 79 blz.; 13 fig.; 10 tab.; 57 ref.

Bodem en gras zijn bemonsterd op locaties met toemaakdek in de provincies Zuid-Holland en Utrecht. De bemonsterde locaties zijn aselekt geloot zodat met de resultaten representatief zijn voor het hele gebied. In de bodem zijn hoge gehalten aan koper, zink en vooral lood aangetroffen. Geschat wordt dat 13% van het gebied loodgehalten heeft boven het interventieniveau. De aangetroffen metaalgehalten in de grasmonsters zijn sterk vergelijkbaar met de rest van Nederland behalve voor lood. De norm voor lood in groenvoeders wordt niet overschreden, ook niet wanneer tot 2% grond aan het gras gehecht zou zijn. Op basis van een eenvoudig model zijn loodgehalten in de nieren van runderen en levers van schapen voorspeld. Bij een geschatte inname van grond van 2% wordt voorspeld dat de loodgehalten in 40% van de gevallen boven de norm voor nieren van runderen en boven de normen van levers van schapen liggen. Het is echter onduidelijk hoeveel grond runderen en schapen gedurende het jaar innemen en of het model voldoende voorspellend is voor dit type verontreiniging, bodem en weidebeheer.

Trefwoorden: actief bodembeheer, bodem, gras, toemaakdek, provincie Zuid-Holland, provincie Utrecht, koper, lood, zink, runderen, schapen, levers, nieren.

Aandachtspunt: vaak wordt in het rapport de term runderen gebruikt soms ook koeien, soms lijkt het of runderen gebruikt worden om koeien en schapen aan te duiden, misschien is het beter om steeds koeien aan te houden en van koeien en schapen te spreken

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: 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

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Probleemstelling en achtergrond	11
1.2 Projectdoelstelling	11
2 Materiaal en methoden	15
2.1 Veldwerk	15
2.2 Laboratorium	17
2.2.1 Gewas analyses	17
2.2.2 Grond analyses	18
3 Resultaten en discussie	19
3.1 Controle van veldwerk, bemonsteringen en analyses	19
3.2 Algemene beschrijving van bemonsterde locaties en metaalgehalten in de bodem	20
3.3 Metaalgehalten in gras en effect van aanhangende grond op graskwaliteit	22
3.4 Effect van bodem- en gewaskwaliteit op loodgehalte van orgaanvlees	24
3.5 Relatie tussen gehalte zware metalen in toemaakgronden en gras	28
3.6 Beschikbaarheid van Pb, Cd en Zn uit toemaakdekgronden	31
3.7 Nevendoelen	34
3.7.1 Verbeterde strategie voor het bodemonderzoek	34
3.7.2 Variatie in metaalgehalten in gras	35
3.7.3 Rol van atmosferische depositie in relatie tot het effect van aanhangende grond	36
3.7.4 Vegetatiebeschrijvingen	37
4 Conclusies	39
Literatuur	41
Bijlage 1 Normen	47
Bijlage 2 Veldwerkinstructies	49
Bijlage 3 Literatuur over grondinname door grazers	55
Bijlage 4 Overdracht Pb naar nieren en levers van schapen	57
Bijlage 5 Ecologische Gegevens	59
Bijlage 6 Samenstelling gras- en grondmonsters	67
Bijlage 7 Kenmerken in het veld	73
Bijlage 8 Analysemethoden	75
Bijlage 9 Vergelijking gehalten in grasmonsters met data en normen in Nederland	77
Bijlage 10 Kansdichtheidscurven Pb, Zn en Cu gehalten in toemaakgronden	79

Woord vooraf

Risico's van zware metalen in het westelijke Veenweidegebied staan al enige jaren ter discussie. In dit gebied komen overschrijdingen voor van de LAC signaalwaarden voor bodem, en komen plaatselijk ook overschrijdingen voor van de interventiewaarden voor bodem. Het bevoegd gezag vraagt zich daarom af of er maatregelen noodzakelijk zijn. Modelstudies geven een indicatie van deze risico's, maar zijn nog steeds behept met een grote mate van onzekerheid, zeker daar waar het lood betreft. Tot op heden is de informatie over mogelijke risico's ten aanzien van de effecten van bodemverontreiniging op de kwaliteit van veevoer en dientengevolge die van orgaanvlees gering.

Voor uitvoering van inrichting in het gebied De Venen is het ongewenst als deze onzekerheden ten aanzien van de risico's blijven bestaan. Een deel van het gebied behoudt zijn landbouwfunctie en deel wordt bestemd tot natuurgebied waarbij bloemrijk grasland, en schraal grasland beoogde natuurdoeltypen zijn. Vragen als kan het gras gebruikt en verhandeld worden als veevoeder en kan vee worden ingeschaard in natuurgebieden moeten eenduidig kunnen worden beantwoord.

Gebieden als het Veenweidegebied, de Kempen en de uiterwaarden langs Maas en Rijn staan bekend om hun verhoogde gehalten aan metalen in de bodem. De omvang van deze gebieden waar dergelijke risico's een rol spelen is zo groot dat een klassieke aanpak (sanering) geen optie is. Het reinigen van de grond in deze gebieden is immers niet mogelijk en het afgraven van de verontreinigde grond of het afdekken met schone grond genereert een omvangrijk en kostbaar grondverzet die zonder soms vergaande ingrepen in het landschap niet uitvoerbaar zijn. Voor deze gebieden kan een alternatieve aanpak, gericht op het beheersen van het risico een oplossing zijn. Deze (alternatieve) aanpak vereist een gedegen kennis van het gedrag van stoffen in de bodem en de opname door gewas en dier. Op basis van dergelijke kennis is het dan wellicht mogelijk om risico's van metalen in de bodem te *beheersen* door middel van een (actief) bodembeheer.

Actief Bodembeheer is een verzamelterm waarmee diverse vormen van bodembeheer benoemd worden die gebruikt kunnen worden om risico's te reduceren. Het verlagen van de beschikbaarheid door ingrijpen in de chemie van de bodem (additieven), maar ook bedrijfsmanagement kunnen gezien worden als een middel om risico's te mijden.

In dit rapport staat de vraag centraal hoe de bodemkwaliteit van invloed is op de kwaliteit van veevoer. Via veldonderzoek zal deze vraag beantwoordt worden. In hoeverre een verhoogde inname van metalen leidt tot normoverschrijding in dierlijke producten is minder gemakkelijk te beantwoorden. Modellen, ondanks hun beperkingen, dienen daarom als eerste indicator voor de mate van risico.

Uiteindelijk zal dit moeten leiden tot aanbevelingen over de te nemen maatregelen, uiteraard alleen indien inderdaad blijkt dat risico's van dien aard zijn dat maatregelen nodig zijn.

In deze studie is samengewerkt met vele in het gebied actieve landbouwers en natuurbeherende organisaties (Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten) zonder wie dit onderzoek niet mogelijk zou zijn geweest. Daarnaast is een deel van het voorwerk (onder andere de selectie van percelen en het leggen van de eerste contacten met de grondeigenaren) uitgevoerd door de Provincie Zuid-Holland.

Samenvatting

Aanleiding en doel

Vanwege de aanwezigheid van verhoogde gehalten aan onder andere lood in de bodem in het Veenweidegebied bestaat de kans dat de gehalten aan zware metalen in veevoer en in orgaanvlees van schapen en runderen niet aan de normen voldoen. De LAC signaalwaarden voor bodem, en plaatselijk worden zelfs de interventiewaarden voor bodem overschreden. Het bevoegd gezag voor de wet Bodembescherming vraagt zich af of de risico's dusdanig zijn dat maatregelen nodig zijn. Ofschoon het vóórkomen van de verontreiniging in de bodem bekend is, is deze ruimtelijk gezien erg heterogeen verdeeld. Ook is minder bekend over de gehalten in het gras dat dieren tijdens de weideperiode eten. Tenslotte draagt ook de inname via grond bij aan de totale blootstelling van de dieren. De vraag is dan ook of de totale (verhoogde) inname via gras, grond en, in beperkte mate via water leidt tot onaanvaardbare gehalten in de lever en nier (d.w.z. gehalten die niet aan de warenwet voldoen). Orgaanvlees van nieren en levers zijn namelijk het meest gevoelig voor normoverschrijdingen van zware metalen (in vergelijking tot vlees en melk).

Deze vragen c.q. onzekerheden zouden belemmerd kunnen werken voor de uitvoering van de werkzaamheden in het plangebied De Venen, waar in een deel van het gebied de landbouwfunctie behouden blijft en in een deel van het gebied een transitie naar natuur is voorzien met bloemrijk grasland en schraal grasland als natuurdoeltypen. Dit onderzoek is bedoeld om deze onzekerheden weg te nemen ten aanzien van het gebruik en verhandelbaarheid van gras als veevoer en het inscharen van vee voor beweiding in natuurgebieden.

uitvoering

Veldmetingen van de gehalten aan lood en andere metalen in de bodem en het gras dienen als basis om de blootstelling van schapen en runderen te kunnen berekenen. Op basis van een voorselectie van bedrijven met percelen waarin toemaakdekken aanwezig zijn, én een aantal zonder toemaak (referentie), is in 2006 een bemonstering van bodem en gewas uitgevoerd. Deze bemonsterde locaties zijn vooraf aselekt geloot zodat de resultaten representatief zijn voor het hele gebied. Naast de bepaling van het totaalgehalte in bodem en gewas zijn metingen verricht die de beschikbaarheid van het lood in de bodem weergeven. Dit betreft onder andere de hoeveelheid metalen in een CaCl_2 extract die als maat geldt voor de opneembaarheid van metalen. Met behulp van een eenvoudig overdrachtmodel zijn de te verwachten gehalten aan metalen in de lever en nieren van koeien en schapen berekend. Dit met als doel na te gaan of deze gehalten (in de organen) aan de warenwet voldoen.

Resultaten

In de bodem zijn hoge gehalten aan koper, zink en vooral lood aangetroffen. Gebaseerd op de uitkomsten van dit onderzoek wordt geschat dat in 13% van het oppervlakte van het onderzochte gebied loodgehalten in de bodem voorkomen die boven de interventiewaarden liggen. De aangetroffen metaalgehalten in de grasmonsters zijn echter vergelijkbaar met die aangetroffen in monsters uit de rest

van Nederland, m.u.v. lood. Ondanks de verhoogde gehalten aan lood in het gras, wordt de norm voor lood in groenvoeders niet overschreden. Ook wanneer tot 2% grond aan het gras gehecht zou zijn worden de norm niet overschreden. Het gras is dus verhandelbaar als veevoeder.

Op basis van een eenvoudig overdrachtmodel zijn loodgehalten in de levers en nieren van runderen en schapen berekend. Op basis van de huidige inzichten wordt voorspeld dat de loodgehalten in nieren van runderen (zonder gebruik van krachtvoer) en in levers van schapen in 40% van de gevallen boven de norm liggen indien wordt verondersteld dat 2% grond aan het gras gehecht zou zijn. De lever van runderen en de nier van schapen zijn minder gevoelig. Onzekerheid over de modeluitspraken is er door de beperkte kennis over hoeveelheid grond die een schaap of rund inneemt en over de biobeschikbaarheid van lood in specifiek dit gebied. Deze bronnen van onzekerheid konden in dit onderzoek niet onderzocht worden.

In het onderzoek is ook aandacht besteed aan de homogeniteit van de percelen ten opzichte van het schaalniveau van de saneringregeling (25 m^3 , ca. 100 m^2) omdat percelen de ruimtelijke eenheid zijn geweest gedurende eeuwen bodembeheer. De verschillen binnen een perceel zijn gering gezien de verschillen binnen elke plot van 100 m^2 .

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling en achtergrond

De Landbouw Advies Commissie (1999) heeft signaalwaarden voor bodemverontreinigingen door zware metalen, arseen, en persistente bestrijdingsmiddelen en organische contaminanten ontwikkeld. Wanneer het gehalte in de bodem hoger is dan de LAC signaalwaarden bestaat de kans dat normoverschrijdingen in voedingsgewassen (warenwet) kunnen optreden. Ook kunnen dan schadesymptomen (fytotoxiciteit) voorkomen. In Nederland komen lokaal, maar ook regionaal gebieden voor waar als gevolg van langdurige diffuse belasting LAC signaalwaarden overschreden worden. Eén van de gebieden waar sprake is van overschrijdingen van de LAC waarde op regionale schaal is het zogenaamde toemaakdekgebied dat zich bevindt in het veenweidegebied van Utrecht, Zuid-Holland en Noord-Holland. In dit gebied is gedurende enkele eeuwen stadsafval gebruikt als meststof en bodemverbeteraar. Omdat dit afval onder meer verhoogde concentraties aan lood, koper en zink bevat, worden nu LAC-waarden in de bodem overschreden. Plaatselijk worden ook interventiewaarden overschreden. De kans op overschrijding van de interventiewaarde is op basis van de huidige dataset ca 15%. De vraag van het bevoegd gezag is nu of de risico's dusdanig groot zijn dat sanering of andere beheersmaatregelen noodzakelijk zijn.

Een modelstudie uitgevoerd door Bosveld en de Poorte (1999) laat zien dat overschrijdingen van de veevoedernorm van lood en koper mogelijk zijn. Dit kan vervolgens leiden tot overschrijding van de warenwetnormen in orgaanvlees (nieren en lever) van vee. Tot op heden is het model echter onvoldoende gevalideerd, niet voor de gehalten in het veevoer noch voor de gehalten in orgaanvlees. Daarmee is onduidelijk in hoeverre het model de werkelijkheid beschrijft.

De indruk bij landbouwers in het betreffende gebied (voornamelijk melkveehouders) is dat de veevoedernormen niet worden overschreden en dat het model de risico's op overschrijding van de warenwetnormen overschat. Een mogelijke verklaring daarvoor zou kunnen zijn dat de biobeschikbaarheid van de zware metalen laag is, vanwege het voorkomen in tamelijk inerte bestanddelen, zoals potscherven en verbrandingsslakken (Walraven, 2007).

1.2 Projectdoelstelling

Hoofddoelen van het onderzoek zijn:

1. het vaststellen van de kans op overschrijding van de veevoedernormen in gras als gevolg van de plantopname van zware metalen in toemaakgronden en,
2. het voorspellen van de kans op overschrijding van warenwetnormen in veehouderijproducten als gevolg van beweiding van toemaakgronden.

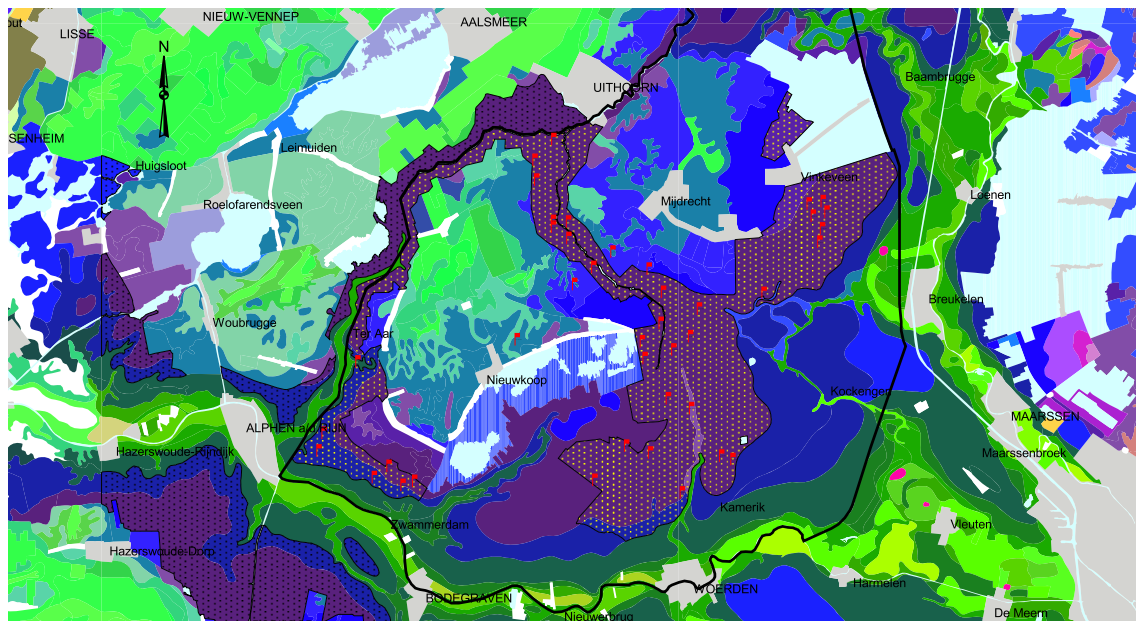
3. het beter begrijpen van de relatie tussen de concentraties van zware metalen in toemaakgronden en in de grasvegetatie

Daarnaast worden een aantal nevendoelen geformuleerd.

1. Ervaring opdoen met de verbeterde strategie voor het bodemonderzoek, waarmee een meer representatieve dataset wordt verkrijgen voor, en beter inzicht ontstaat in, de kans op overschrijding van de interventiewaarde op het schaalniveau van de saneringsregeling Wbb (25 m^3 , ca 100 m^2) en op het schaalniveau van een perceel (ca 1 ha). Het perceel wordt als de ruimtelijke eenheid gezien waarop het bodembeheer door eeuwen heen heeft plaatsgehad. Door de steekproef te baseren op percelen, ontstaat ook inzicht in de variatie tussen de percelen binnen het toemaakdekgebied
2. Het doen van een nulmeting van de bodem en vegetatie om daarna de gevolgen van de veranderingen in het weilandbeheer te kunnen monitoren en te kunnen beoordelen in hoeverre de gewenste bodemkwaliteit en de beoogde graslandvegetatie worden bereikt. In die delen van het toemaakdekgebied waar landbouw omgezet wordt naar natuur zijn deze gekoppeld aan natuurdoeltypen¹.

Een belangrijk aspect dat de kwaliteit van veevoer bepaalt is de variatie van de gehalten aan metalen gedurende het jaar. Onderzoek van Lexmond (1999) toont aan dat loodgehalten in gras sterk kunnen afhangen van het tijdstip binnen het seizoen. Lexmond (1992) verklaart een groot deel van de variatie op basis van de hoeveelheid aanhechtend grond. De mate waarin grond hecht aan gras hangt af van factoren als de weersomstandigheden, betreding van het gras met trekkers en vee. In dit onderzoek wordt gras in één periode bemonsterd om de kwaliteit van het gras te bepalen in relatie tot de bodemkwaliteit.

¹ Op alle zuid-hollandse percelen is een nulmeting gedaan., dus ook op percelen die bestemd zijn om landbouw te blijven. Boeren kunnen daar kiezen voor verbreding en hun beheer aanpassen om ander soortige vegetatie te krijgen.



Legenda

■ Locatie boring (afgerond op km)

■ Toemaakdek

Figuur 1 Uitsnede van de Bodemkaart van Nederland 1:50.000 met bemonsteringslocaties en wit gearceerd het gebied waarin geloot is en zwart gearceerd de rest van de gebieden met toemaak in de omgeving. De zwarte lijn geeft het onderzoeksgebied: Plangebied de Venen.

2 Materiaal en methoden

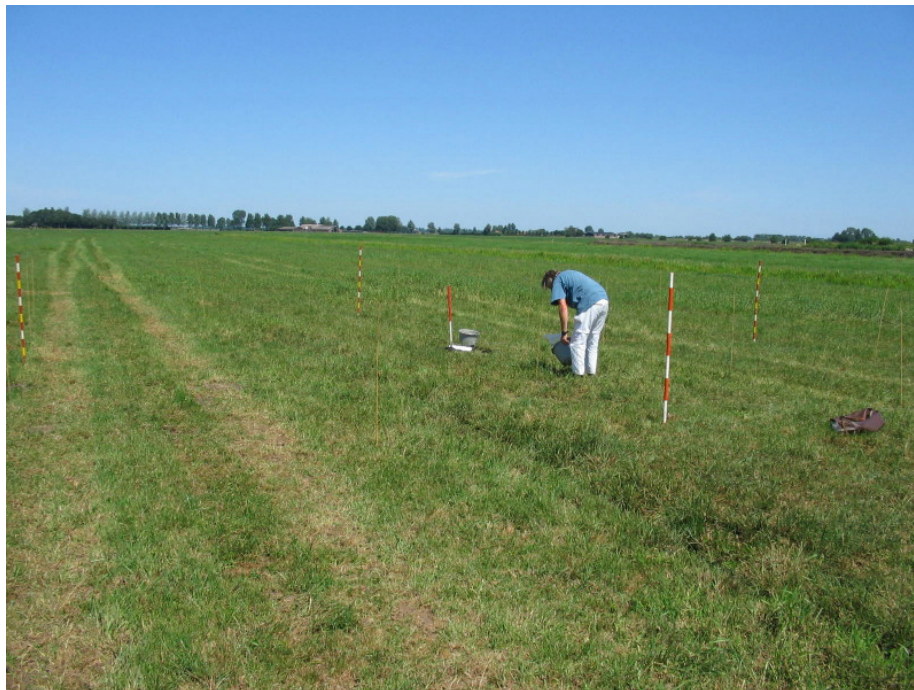
2.1 Veldwerk

De percelen zijn gestratificeerd aselekt geselecteerd waarbij alle weilanden met een toemaakdek in het Landinrichtingsgebied de Venen² bij de steekproef worden betrokken. Het betreft een steekproef uit zo'n 3200 percelen van in totaal ca 3000 ha (Figuur 1). Buiten het Landinrichtingsgebied de Venen komen nog meer toemaakgronden voor in provincie Zuid-Holland en provincie Utrecht. Elk perceel is als een ruimtelijke eenheid beschouwd, met een bepaalde kwaliteit die een resultante is van het jarenlange bodemgebruik. De stratificatie houdt in dat binnen elk deelgebied tenminste 2 percelen moeten worden geselecteerd. Een tweedeling daarbij is dat er deelgebieden zijn die bestemd blijven voor landbouw en anderzijds deelgebieden zijn waar de landbouw wordt getransformeerd naar natuur met natuurdoeltypen zoals: botanisch waardevol grasland, weidevogelgebied en schraal grasland. De verdere indeling in deelgebieden is gebaseerd op geografie en polderpatronen. Op deze wijze is gegarandeerd dat de ruimtelijke verdeling van de geselecteerde percelen evenwichtig is en dat het Zuid-Hollands en het Utrechtse deel evenredig zijn vertegenwoordigd in het onderzoek.

Op elk perceel is vooraf een vak van 100 m² aselekt geselecteerd. Beperkingen voor wat betreft de positionering van het vak zijn: de slootkanten (de taluds) zijn uitgezonderd, er is minimaal 10 meter afstand gehouden tot de grens van een lokale verontreiniging, bijvoorbeeld een gedempte sloot, minimaal 50 meter afstand tot een erf en een autoweg, en minimaal 10 meter afstand tot een boerenpad, wandelpad of fietspad. Een tweede beperking betreft de vegetatie. Indien in het vak planten voorkomen die gemeden worden door het vee en niet gewenst zijn in veevoer (grassen die het meest begraasd worden door koeien: raaigras, timothee en klaver), zoals boterbloem, brandnetels, distels en biespollen, en deze bedekken meer dan 25% van het oppervlak van het vak, dan is een naastliggend vak van 100 m² als proefvak gekozen.

Voorafgaand aan de bemonstering van het gras en de bodem is geverifieerd of inderdaad sprake is van een toemaakdek dat vanaf het maaiveld aanwezig is. Kenmerken van een toemaakdek zijn veelal zichtbaar in molshopen aan de hand van potscherven, puinbrokjes, pijpenkopjes en zandkorrels. Indien er geen toemaakdek aanwezig is, of deze is afgedekt met andere grond (bijvoorbeeld indien er in het verleden een baggerdepot is aangelegd, waarbij na rijping van de bagger de gerijpte bagger ter plaatse is blijven liggen), of indien er sprake is van een lokale afwijkende bodemopbouw (bijvoorbeeld een gedempte sloot), dan vervalt het vak als proefvak.

² de begrenzing van het Landinrichtingsgebied de Venen wordt gevormd door de rivieren de Drecht, de Aar, en de Rijn, vervolgens de snelweg A2, en aan noordzijde De Vinkeveense plassen (niet op kaart in Figuur 1)(Anonymus, 2006).



Figuur 2 Markering van een locatie tijdens de bemonstering. Rood-witte stokken markeren 10 x 10 m vak. Kleine stokjes markeren de 16 vakjes in het vak waaruit na bemonstering een mengmonster wordt namengesteld.

Om die reden zijn er extra percelen geloot om als reserve te gebruiken. Wanneer ter plaatse sprake is van een gedempte sloot, dan wordt het vak verschoven tot de vereiste afstand is bereikt. Van de indicatieve boring wordt een boorbeschrijving gemaakt.

Gras is bemonsterd op percelen in het toemaakdegebied en in referentiepercelen. Op elk perceel wordt één vak bemonsterd. Door een ecologische onderzoeker is in opdracht van provincie Zuid-Holland samenstelling van het gras geïnventariseerd van de percelen in provincie Zuid-Holland. Verder is de aard van het graslandbeheer geïnventariseerd: grashoogte, tijdstip laatste maaidatum, wel of geen beweiding na laatste keer maaien, laatste tijdstip bemesting (gierinjectie, kunstmest), wel of geen verspuiting van onderhoudsbagger na maaien, aard en intensiteit beweiding (koeien, schapen, paarden of combinaties).

Het gras is bemonsterd door op 16 plekken binnen een vak vegetatie te oogsten, vanaf een hoogte die overeenkomt met de gebruikelijke maaihoogte (4 cm) (zie Bijlage 2). Indien op een plek meer dan 25% van het oppervlak bedekt wordt door brandnetel, distel of biespollen, dan wordt een andere plek binnen het vak gekozen. Per plek is de oogst verdeeld in twee ongeveer gelijke delen. Dit is gedaan om 2 analyses op zware metalen mogelijk te maken, namelijk een analyse op een ongewassen monster en een analyse op een gewassen monster. Het gras van de 16

plekken is samengevoegd tot een mengmonster. Zo ontstaan 2 mengmonsters per vak.

De bodem is bemonsterd op de 30 percelen in het toemaakgebied en op de 4 referentiepercelen. Op elk perceel wordt één vak bemonsterd. Bovendien zijn op 4 van de 30 percelen in meerdere vakken per perceel bemonsterd. Op elk van de 16 plekken waar het gras is bemonsterd, is een grondmonster gestoken tot een diepte van 10 cm met behulp van een guts met een diameter van 2 cm. De grond uit de steken is volledig samengevoegd tot één mengmonster³.

Naast dit onderzoek is op vijf van de bezochte percelen ook microscopisch onderzoek (Scanning Electron Microscopie) gedaan aan grondmonsters (perceel 42, 607, 1144, 1826, en 3122). Dit onderzoek is in opdracht van provincie Zuid-Holland uitgevoerd door Geoconnect (Walraven, 2007). Het aanvullend onderzoek heeft als doel de aard van de verontreiniging (deeltjes van dakpannen, kooltjes) en de verspreiding daarvan beter te onderzoeken. Het zou namelijk kunnen zijn dat de verontreiniging grotendeels nog in relatief grote en tamelijk inerte deeltjes in de grond zit en weinig intensief contact heeft met plantenwortels. Het chemisch onderzoeken van bulk grondmonsters (na mengen en e.v.t. malen) zou dan weinig representatief zijn voor de grond die in contact staat met plantenwortels en aan gras hangende grond. In het onderstaand beschreven onderzoek wordt de grond overigens gezeefd (2 mm) en niet gemalen. De gezeefde fractie (< 2mm) wordt chemisch onderzocht.

2.2 Laboratorium

2.2.1 Gewas analyses

Eén deel van de grasmonsters is gewassen op de wijze zoals toegepast in de Krimpenerwaard (Groenenberg et al., 2003): het gras wordt dan gewassen met gedemineraliseerd water onder een lopende kraan. In andere onderzoeken is aangetoond dat wassen van gras effect heeft op de Pb gehalten van grasmonsters (Aksoy et al., 1999), waarschijnlijk doordat stof of gronddeeltjes afgewassen worden. Alleen het ongewassen grasmonster is ontsloten ($\text{HNO}_3/\text{HF}/\text{H}_2\text{O}_2$) en geanalyseerd op zware metalen en enige andere elementen (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Ni, P, Pb, S, Zn). Het gewassen grasmonster is gedroogd en bewaard. S en Mo zijn in de grasmonsters gemeten omdat kwantitatieve relaties beschikbaar zijn over hoe deze elementen de opname van vooral koper, en in enige mate lood, vanuit de koeienmaag beïnvloeden (Underwood and Suttle, 1999; Jongbloed et al. 2005). Daarnaast is het gehalte aan Co, Al en Fe in gras bepaald zodat met behulp hiervan het gehalte grond in grasmonsters berekend kan worden. Omdat het onderzoek tevens dienst kan doen als nulmeting voor het bodembeheer en vooral in natuurgebieden waar d.m.v.

³ Bij de bemonstering ten behoeve van het bodemkwaliteitsmeetnet hanteert de provincie een aantal van 20 steken per vak. Dit aantal wordt ook geadviseerd te gebruiken in het bodembeleidskader voor de toemaakgronden in het gebied De Venen (Anonymous, 2006). Het effect van het verschil van 4 steken op een totaal van 20 is naar verwachting gering.

verschraling beoogd wordt het gewenste natuurdoeltype te bereiken zijn ook de gehalten P en K bepaald (ook al kan bij deze ontsluiting K ontsnappen).

Tijdens het onderzoek is besloten om vooralsnog alleen aan de ongewassen (zoals het als product verkocht wordt) grasmonsters te analyseren. Een submonster wordt bewaard tot het einde van het onderzoek zodat eventueel alsnog gewassen monsters geanalyseerd zouden kunnen worden.

2.2.2 Grond analyses

De grondmonsters zijn gedroogd bij 40°C en gezeefd over een zeef van 2 mm (zie Bijlage 8 voor alle gebruikte methoden), de gedroogde grondmonsters zijn daarvoor niet mechanisch verkleind. De toemaakmaterialen die op de zeef achterblijven zijn beschreven en geteld en het totaal gewogen, het aantal deeltjes dat op deze manier bepaald is, is genoteerd per monster.

Vervolgens is de fijne fractie (kleiner dan 2 mm) geanalyseerd. Verschillende extracties/ontsluitingen en bepalingen zijn uitgevoerd:

1. Bepaling van het gehalte organische stof (gloeiverlies) en lutum (pipetfractie < 2 μm).
2. Bepaling van de As, Al, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mo, Na, P, Pb, S en Zn na ontsluiting met koningswater (AR). Deze analyseresultaten worden gebruikt voor toetsing aan de interventiewaarde. Bepalen van Al, Fe en Co gehalte in grond zodat met behulp hiervan het gehalte grond in grasmonsters berekend kan worden.
3. Bepaling van het potentieel beschikbare Pb, Cu, Zn en P via extractie met 0.43 M HNO_3 .
4. Bepaling van het actuele beschikbare Pb, Cu, Zn, P via extractie met 0.01 M CaCl_2 en bepaling pH in het extract.

3 Resultaten en discussie

3.1 Controle van veldwerk, bemonsteringen en analyses

Er zijn in totaal 35 percelen bezocht in de provincies Zuid-Holland en Utrecht. Daarvan bevinden zich vier locaties buiten het toemaakgebied, en 31 in het gebied met toemaak. Op 4 percelen in het toemaakgebied is zowel de bodem als het gras van 5 vakken van 10 bij 10 m bemonsterd. Van deze 5 vakken is steeds 1 vak in triplo bemonsterd. In de overige percelen is steeds één vak bemonsterd. Er is geen gebruik gemaakt van reservepercelen omdat op alle percelen voldoende gras aanwezig was. Tevens is nergens bagger aangetroffen. In alle vakken is het gras op dezelfde plekken bemonsterd als de bodem. Uiteindelijk zijn aanvullend twee reservelocaties bemonsterd (en geanalyseerd) terwijl 1 vooraf gekozen locatie niet is bemonsterd. Dit brengt het totale aantal bemonsterde locaties op 31 in plaats van 30.

Bij drie percelen is uiteindelijk tweemaal het gras bemonsterd. Vanwege de droogte in juli zijn 14 locaties twee keer bezocht. Daarbij is op 11 locaties de eerste keer alleen de grond bemonsterd terwijl het gras de tweede keer is bemonsterd. In drie van de 14 gevallen is echter beide keren het gras bemonsterd en geanalyseerd (grond alleen de eerste keer).

In tegenstelling tot het onderzoeksvoorstel zijn bij de uiteindelijke bemonstering 16 steken in een vast raster genomen (zie Bijlage 2) in plaats van 20 willekeurige steken binnen het vak.

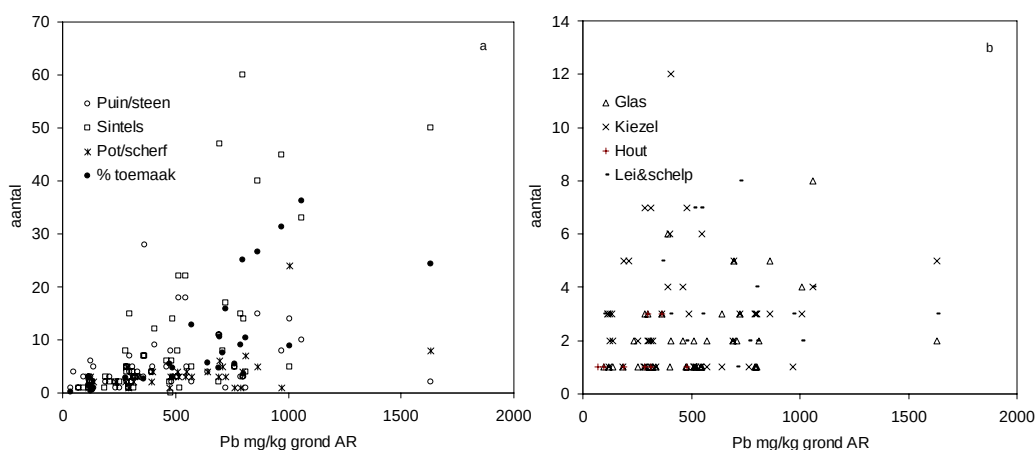


Figuur 3 Locatie 3122 op twee tijdstippen: 24 juli (links) en 29 augustus (rechts). Bij het eerste bezoek op 24 juli is de grond bemonsterd maar pas op 29 augustus is gras bemonsterd omdat dat op 24 juli onvoldoende aanwezig was.

3.2 Algemene beschrijving van bemonsterde locaties en metaalgehalten in de bodem

Als eerste wordt gecontroleerd of de bemonsterde locaties toemaak bevatten, en of de gekozen locaties buiten het gebied geen toemaak bevatten. Tevens worden de aantallen monsters en bemonsterd locaties kort beschreven.

Tijdens de bemonsteringen in het veld zijn profiel- en boorbeschrijvingen gemaakt en zijn additioneel nog kenmerken van het gras en het beheer beschreven. In de profielbeschrijvingen is het bodemtype genoteerd. In de boorbeschrijvingen die daaraan ten grondslag liggen is opgeschreven of er materialen in het veld zijn aangetroffen die typisch zijn voor toemaak. Na aankomst in het laboratorium zijn de grondmonsters onderzocht op materialen die typisch zijn voor toemaak. De aangetroffen materialen zijn geteld en zijn in Figuur 4 uitgezet als functie van het aangetroffen loodgehalte. Uit de figuur is op te maken dat er een relatie is tussen het voorkomen van toemaakbestanddelen en het loodgehalte in de bodem. Dit toont eens te meer aan dat het afval de bron van de verontreiniging is.

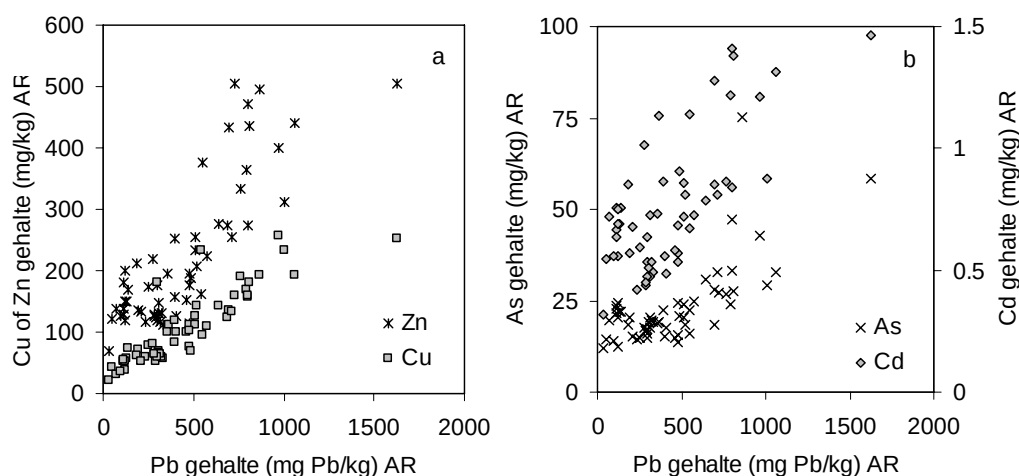


Figuur 4 Aangetroffen aantal bestanddelen in grondmonsters die wijzen op toemaak als functie van het loodgehalte (gegeven wordt het aantal bestanddelen, en het totale percentage van die bestanddelen).

In Figuur 5 zijn de gehalten aan zware metalen (Pb, Zn, Cu, Cd, As) uitgezet. Vooral het gehalte aan Cu en Zn en in mindere mate As is positief gecorreleerd aan het gehalte aan Pb.

In Tabel 1 staat tevens een overzicht van de range in bodemeigenschappen en zware metaalgehalten (Aqua Regia) in de bodem. Daaruit blijkt dat er wat betreft bodemeigenschappen (organische stof, klei en pH) geen verschil bestaat tussen de referenties en de toemaakvelden. Voor de gehalten aan zware metalen is dat uiteraard wel zo. Vooral voor lood zijn de gehalten in de toemaakdek gronden sterk verhoogd (mediaan: 399 mg kg⁻¹) ten opzichte van de referenties (mediaan: 60 mg kg⁻¹). Ook voor koper en in mindere mate zink zijn de gehalten in de toemaakdekgronden hoger

dan in de referenties al is het verschil minder groot dan voor lood. Dit betekent dat het afval dat aan de grond is toegediend vooral verhoogde gehalten aan lood bevatte óf dat het toegevoegde lood minder mobiel is dan het koper en zink.



Figuur 5 Relatie tussen gehalten aan Zn en Cu, (fig. a) en Cd en As (fig. b) met het Pb-gehalte in de grondmonsters. Eén monster met een extreem zinkgehalte (1618 mg Zn.kg⁻¹) is weggelaten uit fig a). Alle analyses zijn gegeven, dus ook locaties met triplo bemonstering en met meerdere bemonsteringsvakken.

Tabel 1. Overzicht van bodemeigenschappen en totaal gehalte aan zware metalen in de referentievelden en de toemaakvelden, en het aantal percelen boven de interventiewaarde (gehalten in percelen met meerdere vakken zijn gemiddeld, de interventiewaarden zijn per locatie berekend met lutum- en humusgehalte)

	OM	<2um	pH	Zware metalen (Aqua Regia in mg kg ⁻¹)					
	%	%	CaCl ₂	Cd	Co	Cu	Mo	Pb	Zn
Toemaak (n=31)									
minimum	15	13	4.4	0.4	4.9	37	1.0	95	115
5%	16	14	4.7	0.5	5.1	45	1.0	121	118
mediaan	31	22	5.1	0.7	7.1	99	2.0	399	177
95%	45	32	6.1	1.3	9.1	216	3.1	861	444
maximum	50	35	6.8	1.4	13.7	234	3.4	1007	1618
Aantal interventiewaarde overschrijdingen				0	0	1		4	1
Referentie (n=4)									
minimum	21	20	4.9	0.3	5.2	21	2	36	69
mediaan	29	23	5.2	0.6	8.6	37	2	60	129
maximum	39	25	5.8	0.7	11.9	70	5	191	138

In Tabel 1 is het aantal grondmonsters gegeven in welke overschrijdingen van interventiewaarden zijn aangetroffen (Bijlage 10 geeft de verdeling van de Cu, Pb en Zn gehalten in het toemaakdek van de 31 onderzochte percelen t.o.v. een normaalverderling). Duidelijk verhoogd ten opzichte van de bodems zonder toemaakdek zijn: Cu, Pb en Zn. In de 31 bemonsterde percelen zijn overschrijdingen van de interventiewaarde voor Pb (4), Cu (1) en Zn (1) aangetroffen. (noot: in Figuur 5 zijn ook de analyses van locaties met meerdere grondmonsters per vak zichtbaar).

In totaal ligt het metaalgehalte in 6 vakken boven de interventiewaarde (6 aparte vakken). Wanneer dit onderzoek representatief is voor het hele toemaakgebied, betekent dit dat naar schatting 13% (=4 van de 31 locaties) van het gebied een loodgehalte heeft dat boven de interventiewaarde ligt, en dat 19% (=6 van de 31 locaties) van het gebied zware metaalgehalten boven de interventiewaarden heeft. Dit komt sterk overeen met de eerder door de provincie Zuid-Holland gegeven schatting van 15% (zie inleiding).

3.3 Metaalgehalten in gras en effect van aanhangende grond op graskwaliteit

De analyses van het gras tonen aan dat alleen voor lood duidelijk verhoogde gehalten in veevoer voorkomen ten opzichte van de referenties. De mediane waarde voor lood in toemaak bedraagt 1.3 mg kg^{-1} terwijl die in de referentievelden 0.4 is. Voor zink, cadmium en koper zijn de verschillen klein. Voor koper en zink geldt dat de gemeten waarden in de referenties goed overeenkomen met de gemiddelde waarden per maand voor heel Nederland die door het Blgg gerapporteerd worden (Zn: 36 – 49 mg kg^{-1} , Cu: 6.1 – 9.3 mg kg^{-1} ; Mo: 1.6 – 2.6 mg kg^{-1} data voor 2005, zie: www.blgg.nl sector veehouderij/rundvee/voederwaarde). De gehalten van deze elementen in de toemaakvelden zijn licht verhoogd, maar dit verschil zal gezien de te verwachten seizoensvariatie niet significant zijn.

Tabel 2 Overzicht van de gemeten gehalten aan metalen in gras in de toemaakvelden en de referenties

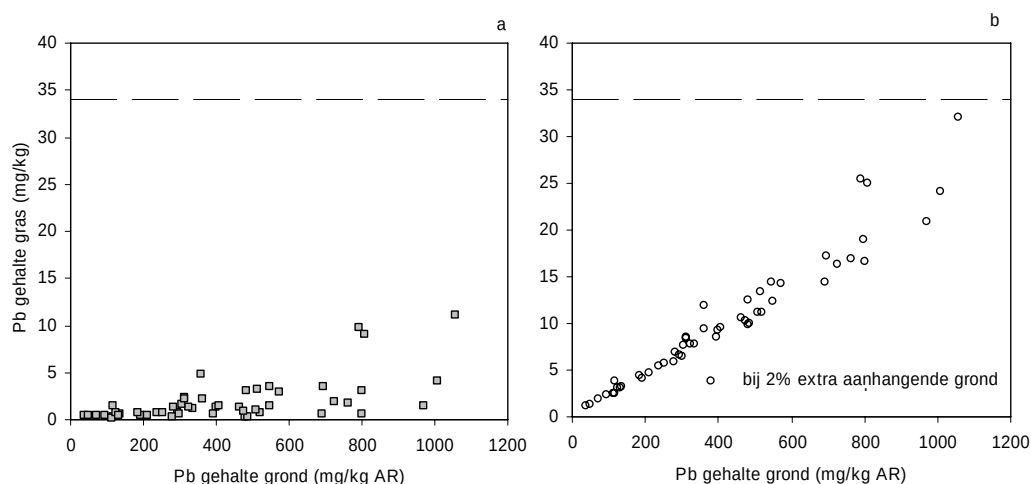
	Metaal gehalte in gras (in mg kg^{-1} op ds)					
	Cd	Co	Cu	Mo	Pb	Zn
normen (zie bijlage 1)	1.1				30	
Toemaak (n=31)						
minimum	0.04	0.03	5.6	0.8	0.3	30
5%	0.05	0.04	7.9	1.8	0.3	35
mediaan	0.08	0.14	9.9	3.0	1.3	51
95%	0.14	0.29	12.8	6.4	5.1	79
maximum	0.21	0.35	13.5	8.5	9.8	101
Referentie (n=4)						
minimum	0.03	0.06	6.6	2.3	0.4	34
mediaan	0.05	0.19	8.4	2.5	0.4	48
maximum	0.11	0.25	9.8	5.0	0.5	67

De bemonsterde grasmonsters zijn getoetst aan de veevoedernorm voor lood en cadmium (Tabel 2). Duidelijk is dat de gehalten aan cadmium en lood in gras niet te hoog zijn, en de gehalten van andere elementen niet veel anders zijn dan normaal in gras gemeten worden. De licht verhoogde Cu gehalten hebben waarschijnlijk geen verhoogde beschikbaarheid van Cu in runderen tot gevolg. De gehalten aan S en Mo zijn namelijk licht verhoogd ten opzichte van gemiddelde gras in Nederland (zie ook Bijlage 9) en verlagen de opname van Cu in runderen in het maagsysteem.

Uit eerdere onderzoeken (Bijlage 3) is gebleken dat de hoeveelheid aanhangende grond van invloed is op het gehalte in het gras. Om na te gaan hoe groot de invloed

van de bodemkwaliteit op het gehalte aan lood in het gras is, is berekend hoe hoog het gehalte in gras wordt indien het 2% aanhangende grond bevat.

Uit deze berekening blijkt dat de gehalten aan Cu, Zn en Pb in dat geval nog steeds beneden de geldende normen liggen. In het geval van Pb (zie Figuur 6) zouden de gehalten in gras de norm op enkele percelen benaderen, maar nog steeds daaronder liggen⁴. Het is aannemelijk dat bij de huidige bemonstering de gehalten grond in de grasmonsters laag zijn, gezien de sterke groei van het gras en gezien de eerder in de literatuur beschreven gehalten grond in grasmonsters.



Figuur 6 Gehalte Pb in gras zoals bepaald (fig. a) en zoals voorspeld bij 2% extra aanhangende grond in de grasmonsters (fig. b). De gehalten in gras zijn uitgezet tegen het gehalte Pb in de grond (zoals bepaald met Aqua Regia: AR). De norm voor Pb in gras is 30 mg.kg⁻¹ bij een vochtgehalte van 12 %, en is hier berleid tot 34 mg.kg⁻¹ ds.

Op basis van de literatuur (zie Bijlage 3) is het reëel aan te nemen dat de totale inname van grond in gewas 0.5 tot 4 % bedraagt. Metingen van de grondinname door runderen en schapen zijn echter schaars. In Nederland beperkt de informatie zich tot 5 metingen aan faeces van schapen op toemaakgronden (Lexmond, 1992).

Uit de data van Lexmond blijkt dat de hoeveelheid aanhangende grond aan gras die door schapen ingenomen wordt, varieert van 1 tot 5% in de maanden september/oktober tot zelfs 10 à 20% in de maanden december/januari. In de literatuur (zie Bijlage 3) zijn nog veel hogere waarden voor de grondinname gevonden, vooral in aride gebieden en tijdens winters. In omstandigheden die wellicht meer lijken op Nederlandse omstandigheden (Verenigde Staten, Nieuw Zeeland, Groot-Brittannië) wordt de inname van grond in voedsel gedurende de zomerperiode meestal geschat op 0.5 tot 4%. Dit gebeurt op basis van onder meer de meting van Ti gehalten in faeces (Healy, 1967; Fries et al., 1982; Thornton and Abrahams, 1983). Ook in kuilvoer en hooi worden vergelijkbare gehalten grond in

⁴ zie normen in Bijlage 1.

voer aangetroffen (Rafferty et al., 1994) en daarom ook in de faeces van runderen die alleen op stal staan (Fries et al., 1982). Gezien de grote variatie is het waarschijnlijk het beste om de inname van grond locatiespecifiek te bepalen via faeces of gras.

In andere risico-evaluaties die in Nederland zijn uitgevoerd zijn vergelijkbare waarden voor de hoeveelheid aanhangende grond gehanteerd. Van Hooft (1995) gebruikt op basis van verschillende bronnen een worst-case benadering van 4% grond in voer; de Veterinaire Milieuhygiënewijzer (1997) hanteert op basis van verschillende bronnen een grondinname van 2.8% tot 4%. Tenslotte is door Van Wezel et al. (2003) een waarde van 2.8% gebruikt bij de afleiding van de Bodemgebruikswaarden (in voer van runderen).

Relevant is het om te vermelden dat de loodgehalten van het gras in dit onderzoek (gemiddeld 1.8 mg Pb.kg⁻¹ ds) (! nu we hier het gemiddelde noemen lijkt het me zinvol om in tabel 2 ook de gemiddelden op te nemen) lager zijn dan het gemiddelde loodgehalte dat in 1976 en 1977 in Nederlands gras is bepaald (Wiersma et al., 1986). In dat onderzoek, uitgevoerd op landelijke schaal was het minimale, gemiddelde en maximale gehalte aan lood respectievelijk: 0.7, 2.5, en 9.1 mg Pb.kg⁻¹ ds. Het feit dat gras uit met lood verontreinigde grond nu minder lood bevat dan gras uit niet-verontreinigde gebieden in de 70-er jaren is een gevolg van de sterke afname van de atmosferische depositie gedurende de laatste 2 decennia. De belangrijkste reden daarvoor is het gebruik van loodvrije benzine door auto's.

3.4 Effect van bodem- en gewaskwaliteit op loodgehalte van orgaanvlees

De inname van gras en aanhangende grond zal uiteindelijk leiden tot accumulatie van metalen in organen als nieren en levers. Bij de beoordeling van mogelijke risico's van metalen in de bodem is het daarom belangrijk na te gaan in hoeverre de bodem- en gewaskwaliteit leidt tot overschrijding van relevante kwaliteitseisen voor deze organen. In dit kader zijn daarbij warenwetnormen (zie Bijlage 1) voor Cd en Pb in nieren en levers van runderen en schapen uit het gebied relevant. Omdat metingen van de daadwerkelijke gehalten in deze studie niet mogelijk zijn, zijn de gehalten aan Cd en Pb in de organen geschat met modellen die in voorgaande onderzoeken zijn opgesteld.

In het geval van lood gaat het om de bioconcentratie factor (BCF) die het verband aangeeft tussen het gemiddelde gehalten in het voer (C_{voer} in mg kg⁻¹ ds) inclusief aanhangende grond, en de uiteindelijke concentratie in een orgaan (C_{orgaan} in mg kg⁻¹ vers):

$$BCF_{\text{Pb}} = C_{\text{orgaan}}/C_{\text{voer}} \quad [1]$$

In het geval van cadmium gaat het om een biotransfer rate (BTR in kg⁻¹ orgaan) die een lineair verband tussen de dagelijkse opname (DI in mg per dag, vanuit voer en water)

en de dagelijkse toename van de concentratie van het orgaan (nier of lever) veronderstelt (met ΔC_{orgaan} in $\text{mg kg}^{-1} \text{ orgaan dag}^{-1}$):

$$\text{BTR}_{\text{Cd}} = \Delta C_{\text{orgaan}} / \text{DI} \quad [2]$$

Het uiteindelijke cadmiumgehalte in de nieren of levers wordt berekend door de blootstellingtijd (T in dagen) te vermenigvuldigen met de dagelijkse inname en de BTR:

$$C_{\text{orgaan}} = \text{BTR} \times \text{DI} \times T \quad [3]$$

De waarden van de BTR's en BCF's verschillen daarmee voor zowel het betreffende orgaan (nier of lever) als metaal (lood of cadmium) en worden gegeven in Tabel 3. Het verschil tussen cadmium en lood is gebaseerd op het alsmaar toenemen van de cadmiumgehalten in de nieren en levers (er niet of nauwelijks excretie) terwijl de loodgehalten relatief snel toe- of afnemen (in termen van maanden) als functie van de inname. Voor cadmium wordt gebruik gemaakt van het "biotransfer rate" model zoals geformuleerd door Beresford (1999) welke recent ook is toegepast in de Kempen (Alterra rapport 1422). Bijdragen van cadmium uit mengvoeders worden meegenomen zoals vermeld in Alterra-rapport 1422. Voor Pb wordt gebruik gemaakt van de bioconcentratiefactoren voor runderen uit Van Hooft (1995). Van Hooft (1995) geeft ook een overdrachtsfactor voor de levers bij runderen ($R_{\text{lever/voer}} = 0.0291 \text{ kg kg}^{-1}$, met de concentratie in de lever in mg kg^{-1} vers gewicht, en voer op basis van droog gewicht). Bij runderen is de overdracht van lood naar levers minder hoog dan bij nieren zodat gehalten in levers veel minder risico lopen om de norm te overschrijden.

Tabel 3 Overzicht van toegepaste modelcoëfficiënten voor de berekening van de gehalten aan lood en cadmium in lever en nieren van runderen en schapen (alleen van het meest kritische orgaan worden de modelcoëfficiënten gegeven: nier, en in geval van lood bij schapen de lever).

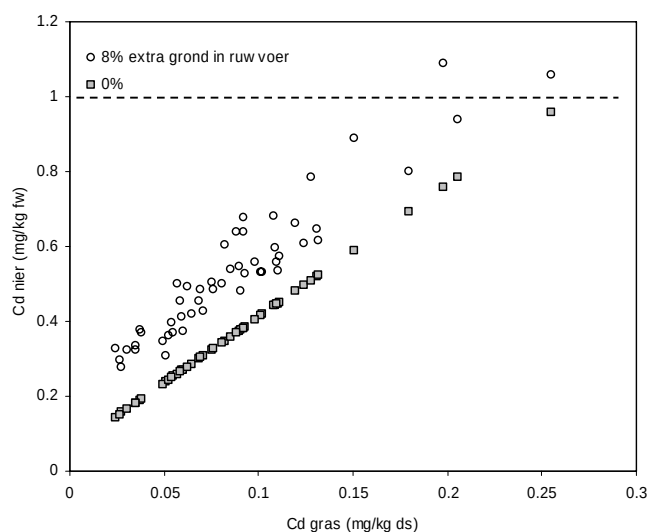
Orgaan	cadmium		lood	
	(biotransfer rate - BTR $\text{kg}^{-1} \text{ orgaan}$)		(bioconcentratie factor - BCF kg kg^{-1})	
	rund	schaap	rund	schaap
Lever	-	-	0.0291	0.019 ***
nier	0.0002 *	0.002 *	0.0443 **	0.013

* Römken et al., (2007)

** Van Hooft (1995)

***Bijlage 4

Bij schapen is dat anders en zijn de gehalten in de levers hoger dan die in nieren. Bovendien blijkt uit monitoringsgegevens (Vos et al., 1988) van Pb in nieren en levers in schapen uit de periode 1981-1986 dat de gehalten van Pb in nieren gedurende het seizoen niet variëren terwijl de gehalten in levers duidelijk hoger zijn in de winterperioden. Dit suggereert ook dat schapen die in de winter grazen meer lood opnemen dat bovendien snel wordt overgedragen naar de levers maar niet naar de nieren. Voor de berekening van de loodgehalten in levers en nieren van schapen gebruiken we de gegevens uit Bijlage 4 op basis van Hill et al. (1998b).



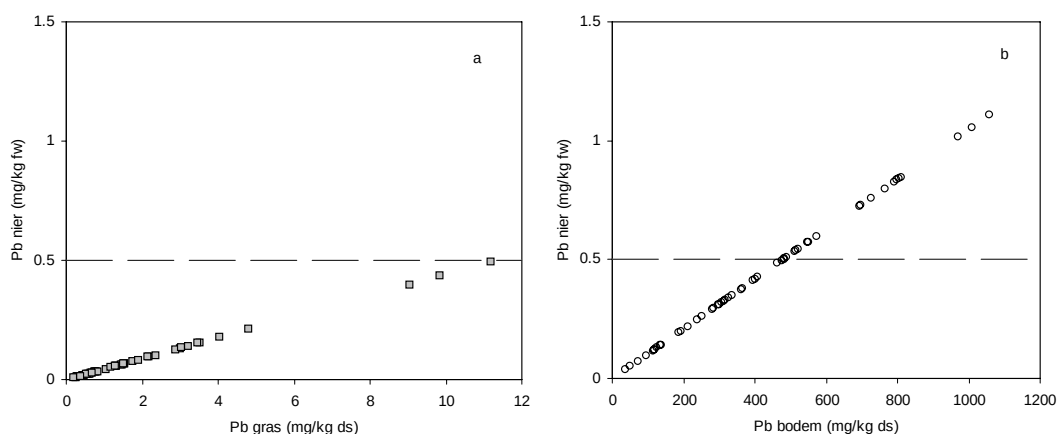
Figuur 7 Voorspelde cadmiumgehalten in nieren van runderen (5 jaar oud) bij twee niveaus van aanbechtende grond in gras (zie tekst).

Gebruik makend van deze modellen is de verwachting dat de gehalten aan cadmium in de nieren van runderen beneden de norm liggen, zelfs wanneer aangenomen wordt dat het percentage aanhangende grond 8% bedraagt. Hetzelfde geldt voor schapen.

Lood

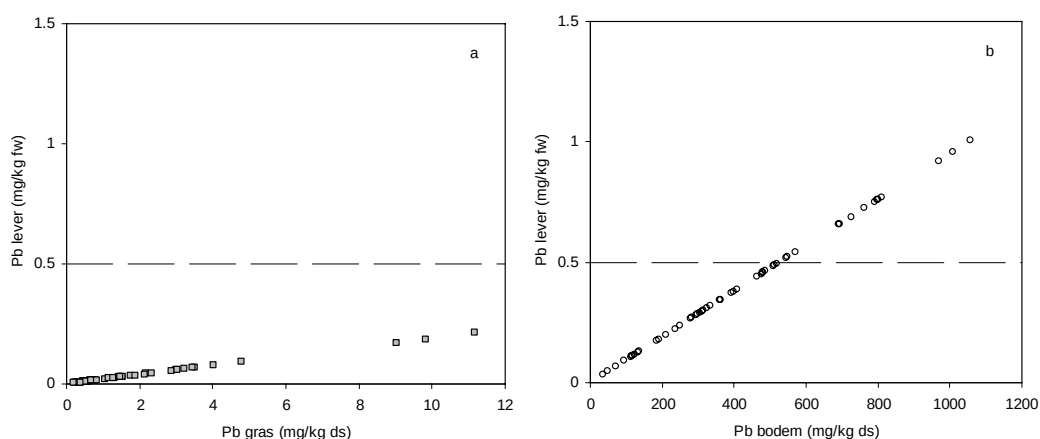
Op basis van de gemeten gehalten aan lood in gras en de normale consumptiepatronen blijkt dat de (berekende) gehalten in de nieren beneden de norm liggen (zie Figuur 8a).

Indien we aannemen dat het gehalte grond in het rantsoen gemiddeld 2% is en het loodgehalte in gras zelf te verwaarlozen is ten opzicht van het Pb in de aanhangende grond dan wordt de norm voor nieren overschreden bij Pb gehalten in grond boven 475 mg.kg^{-1} (zie Figuur 8b). In dat geval zou de norm in 13 van de 31 onderzochte locaties overschreden kunnen worden. Zoals eerder aangegeven is de aanname van 2 % aanhangende grond in de totale inname door runderen reëel, maar bestaat een grote variatie in de resultaten uit de literatuur. In de volgende paragraaf wordt daarom meer in detail ingegaan op de relatie tussen bodem- en gewaskwaliteit en de mogelijkheid om het percentage aanhangende grond te bepalen met behulp van metingen van een aantal metalen die normaal slecht opgenomen worden (zie par. 3.5).



Figuur 8 Voorspelde loodgehalten in nieren van runderen bij aangetroffen Pb gehalten in gras (fig 8a) of bij aanname dat runderen gras innemen met gemiddeld 2% grond in het gras gedurende een jaar (fig. 8b) (zie ook tekst)

De situatie voor schapen is anders dan voor runderen omdat schapen langer buiten grazen. Ze grazen ook in de winter buiten waardoor ze een hogere inname van grond hebben. Een zeer beperkt aantal metingen aan de inname van grond door schapen in het toemaakgebied is gedaan door Lexmond (1992). De inname van grond op twee bedrijven is bepaald en was 5% in september en oktober op bedrijf 1 en 1% op bedrijf 2. In december en januari bleek de inname van grond veel hoger te zijn: 10% en 20% op bedrijf 1 en 5% en 10% op bedrijf 2. Als we op basis van deze gegevens aannemen dat de jaarlijks gemiddelde inname van grond 5 % bedraagt, kunnen de Pb gehalten in nieren en levers van schapen voorspeld worden. In onderstaande figuur (figuur 9a) is te zien dat op basis van de huidige metingen van lood in gras wel verhoogde gehalten in levers te verwachten zijn, maar dat de norm voor lever niet overschreden wordt. Anders is het als we de inname van lood via aanhangende grond meenemen. In figuur 9b is te zien dat bij loodgehalten in de bodem van meer dan 500 mg.kg^{-1} normoverschrijdingen verwacht worden (7 van de 31 onderzochte locaties: 23%).



Figuur 9 Voorspelde loodgehalten in levers van schapen bij de aangetroffen Pb gehalten in gras (fig 9a) en bij de aanname dat schapen gras innemen met gemiddeld 5% grond in gras gedurende een jaar (fig 9b) (zie tekst).

De berekeningen voor lood in orgaanvlees van runderen en schapen laten zien dat overschrijdingen verwacht worden bij loodgehalten vanaf 475 mg kg⁻¹ in de bodem. De verwachting is sterk afhankelijk van de gekozen aannamen van grondinname door dieren en de overdrachtsfactoren uit onderzoek uit de literatuur. Het verkrijgen van meer kennis hierover in combinatie met het uitvoeren van gebiedsspecifieke gegevens draagt sterk bij aan het verbeteren van de betrouwbaarheid van de uitspraak.

3.5 Relatie tussen gehalte zware metalen in toemaakgronden en gras

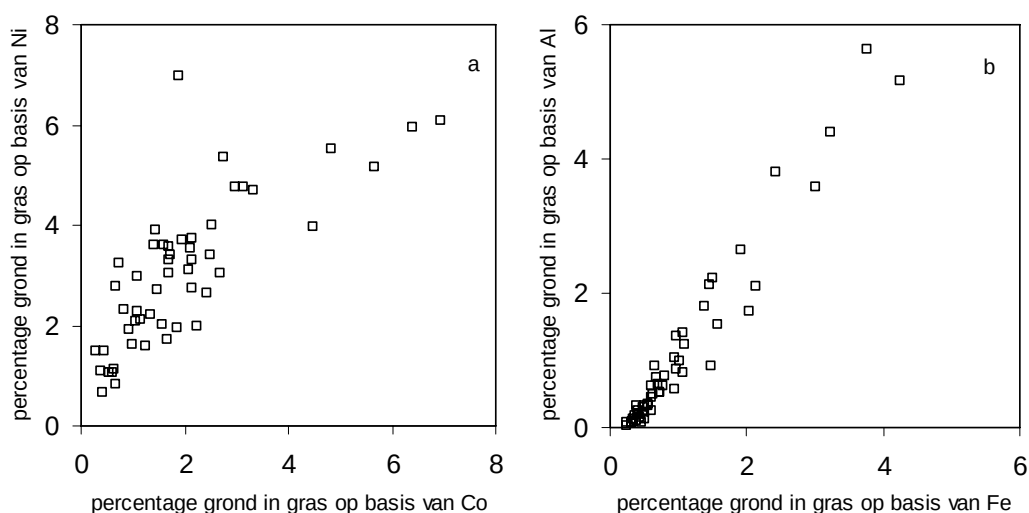
Om meer inzicht te krijgen in de werkelijke hoeveelheid grond die aan het gras zit, is voor de metingen een schatting gemaakt van deze hoeveelheid gebaseerd op de concentratie aan slecht opneembare elementen.

Voor die elementen waarvoor geldt dat het gehalte in het gras een fractie is ten opzichte het gehalte in de grond ($[X]_{\text{gras}}$) wordt het gehalte in het “vervuilde” grasmonster grotendeels bepaald door de hoeveelheid grond in het grasmonsters en het gehalte van het element in de grond. In deze studie zijn vooral de concentraties aan Al, Co, Fe en Pb in gras relatief laag ten opzichte van het gehalte in grond waardoor deze elementen gebruikt kunnen worden om de fractie grond in een grasmonster te schatten.

Indien aangenomen wordt dat de bemonsterde grasmonsters “vervuild” zijn met een bepaalde hoeveelheid grond dan kan geschreven worden:

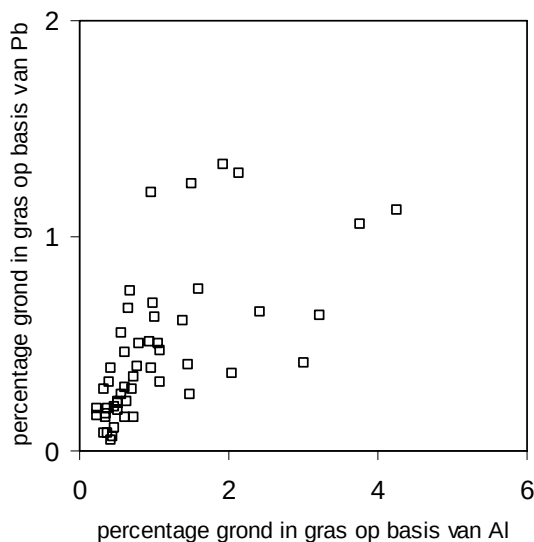
$$[X]_{\text{grasmonster}} = f[X]_{\text{gras}} + (1-f)[X]_{\text{grond}} \quad [4]$$

waarbij elk grasmonster een bepaalde fractie (1-f) grond in het monster heeft. Voor elk gewasmonster is voor de genoemde elementen de waarde van f bepaald. Voor elk element komt daar een aparte waarde uit die afhankelijk is van de mate waarin dat element toch nog door de plant opgenomen wordt. Indien, theoretisch, de opname van de hier gebruikte elementen echt 0 zou zijn, zou voor alle monsters de waarde van f gelijk moeten zijn voor de verschillende elementen. In de figuren 10 en 11 is weergegeven hoe de berekende waarde van f varieert per metaal.



Figuur 10 Berekende percentage grond in grasmonsters op basis van de metaalgehalten in de grasmonsters en grond. Als benadering in is aangenomen dat gras zonder vervuiling van grond geen Al, Fe, Co of Ni zou bevatten.

De redelijk goede relatie voor de waarde van f voor de verschillende elementen suggereert dat het aannemelijk is dat de grasmonsters een bepaalde hoeveelheid gronddeeltjes bevatten. De schatting is uiteraard niet helemaal correct omdat gras ook zonder vervuiling van grond wel een geringe hoeveelheid Al, Fe Co of Ni bevat. Op basis van bovenstaande figuren zou in de meeste grasmonsters de hoeveelheid aanhangende grond ongeveer 0.5 à 3% bedragen (op massabasis). Vergeleken met de waarden uit de literatuur zijn deze hoeveelheden realistisch maar lager dan gemiddeld. Dit is niet onlogisch gezien de sterke groei van het gras in de periode waarin de meeste grasmonsters zijn genomen.



Figuur 11 Berekende percentage grond in grasmonsters op basis van de metaalgehalten in de grasmonsters en grond.

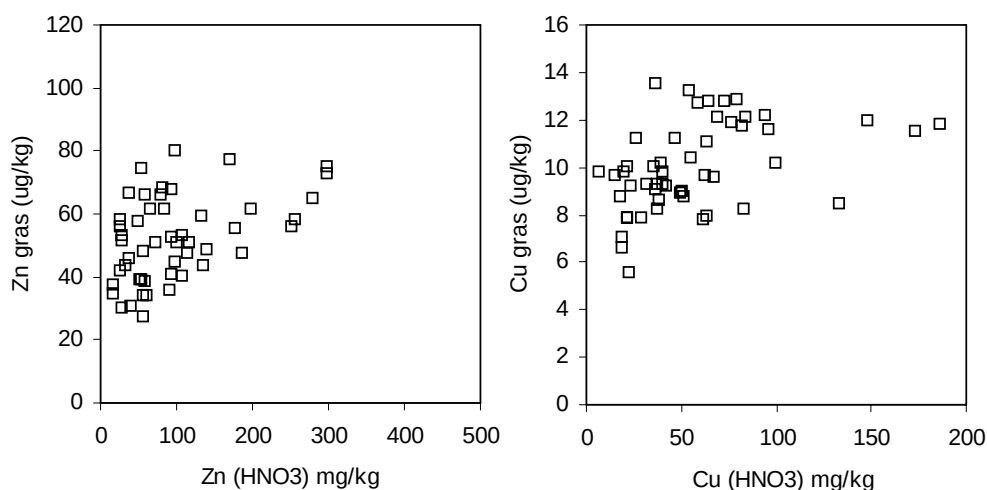
Als op dezelfde wijze als voor Al, Fe, Co en Ni de fractie grond in de grasmonsters wordt berekend op basis van de Pb-gehalten in gras en grond (Figuur 11) dan worden lagere percentages grond in grasmonsters berekend (mediane waarde voor lood = 0.32%).

Dit is deels te verklaren door aan te nemen dat de bodemanalyse geen goede afspiegeling is van de bodembestanddelen die aan gras hechten. In de literatuur (McGrath et al, 1982; Hinton et al., 1995) is eerder vastgesteld dat voornamelijk kleine bodemdeeltjes aan gras hechten. Analyses van bulk grondmonsters zijn daarom niet representatief voor de grond die aan het gras hecht. Een aanwijzing voor het verschil in de hoeveelheid aanhangende grond wordt gevonden in de relatie tussen het kleigehalte enerzijds en het aluminiumgehalte in de grond of het aluminium gehalte in de plant anderzijds. Bij hogere klei gehalten zit er meer aluminium in de grond. Dat is normaal want klei bevat veel aluminium. Echter in gronden met veel klei, daált het aluminiumgehalte in de plant (minder sterk verband, 2 sterke uitschieters). Dat suggereert dat opspatten in kleirijke gronden blijkbaar minder optreedt in vergelijking met gronden met lagere kleigehalten. Immers als er geen fractionering zou optreden, is de verwachting dat in grond met veel aluminium de aanhangende grond (en daarmee de plant) ook meer aluminium bevat. Harde uitspraken op basis van deze dataset zijn echter moeilijk omdat een aantal andere factoren, o.a. gewasgroei en andere standplaatsfactoren die de groei beïnvloeden niet zijn meegenomen. Aangezien de aan gras hechtende grond relatief weinig effect heeft op de cadmium en zink gehalten in de grasmonsters is het interessant om te onderzoeken of de verhoogde cadmium- en zinkgehalten in de bodems met toemaakdek leiden tot hogere zinkgehalten in gras ten opzichte van de referentielocaties. In figuur 12 is te zien dat de relatie tussen extraheerbaar Zn en het gehalte aan Zn in gras niet eenduidig, en niet alleen aan extraheerbaar Zn gerelateerd is. Voor Cu is de figuur in lijn met de metingen welke lang geleden hebben geresulteerd in de bemestingsadviezen voor Cu (Luit en Henkens, 1967). Om de koperbeschikbaarheid van grond in te schatten wordt dezelfde methode gebruikt als in deze studie (0.43 M HNO₃).

Uiteraard wordt ook de relatie tussen het Cu of Zn gehalte in gras en dat in de bodem beïnvloed door de hoeveelheid aanhangende grond. De invloed is echter geringer dan in geval van lood omdat de daadwerkelijke opname van Cu en Zn door gras hoger is waardoor de bijdrage van aanhangende grond minder wordt.

Uit onderzoek in de Kempen naar de relatie tussen bodem en gewaskwaliteit (oa Rietra et al., 2004) bleek dat de gehalten aan cadmium en zink in gras redelijk tot goed voorspeld kunnen worden met behulp van het gehalte in de bodem (0.43 M HNO₃), de pH en het organische stofgehalte ($R^2 = 0.83$). De bemonsterde percelen in de Kempen zijn echter uitsluitend zandgronden. De, in de Kempen afgeleide, relatie tussen bodem en gewas kon in de monsters uit het veenweidegebied niet worden aangetoond, of in veel mindere mate ($R^2 = 0.45$). Toepassing van de bodem – plant relatie uit de Kempen leidt in het algemeen tot een overschatting van het zink gehalte in de grasmonsters uit het veenweidegebied met een factor 2. Factoren die daarbij een rol spelen zijn onder andere: (1) de invloed van bodemtype op de gewasopname, (2) wellicht is het proces van opspatten van grond in organische

stofrijke gronden anders dan in zandgronden. Ook voor cadmium is het verband tussen bodem en gewasgehalte veel minder duidelijk dan in de Kempen. Uiteraard heeft de mate waarin bodemdelen aan het gras hechten invloed op de gehalten in de plant al is dat effect met name zink minder van belang (de gehalten in het gewas zijn in absolute zin hoger dan die van lood waardoor een bijdrage van grond minder invloed heeft op het gehalte in de plant).



Figuur 12 Relaties tussen de extraheerbare metaalgehalten in de grond en de gehalten in gras.

3.6 Beschikbaarheid van Pb, Cd en Zn uit toemaakdegronden

De beschikbaarheid van zware metalen hangt af van een aantal factoren, o.a. de mate waarin deze in niet reactieve fasen zitten. In toemaakdegronden zitten metalen deels in resten van afval (glasscherven en resten van dakpannen, Walraven, 2007) en de vraag is dan ook of de beschikbaarheid van de metalen afwijkt van die in andere gronden met relatief veel lood. De mate van beschikbaarheid in de bodem is niet eenduidig te meten. Op dit moment gebeurt dit onder andere door de grondmonsters te extraheren met oplossingen van verschillende extractie sterkte. Naast een totaal destructie (koningswater oftewel Aqua Regia) is in dit onderzoek ook een extractie met 0.43 M HNO₃ gedaan. Dit is een maat voor de potentiële beschikbaarheid. De actuele beschikbaarheid (die hoeveelheid waarvan men denkt dat die opneembaar is voor planten en bodemorganismen) wordt bepaald via extractie met een oplossing van 0.01 M CaCl₂.

Om de resultaten uit dit onderzoek te kunnen vergelijken met analyses uit niet-toemaakgronden vergelijken we eerst de verhouding tussen de hoeveelheid extraheerbaar in 0.43 en die in Aqua regia met gegevens van gronden uit de rest van Nederland (Römkens et al., 2004). Daarna vergelijken we de hoeveelheid die extraheerbaar is met CaCl₂ met andere gronden.

Tabel 4 Overzicht van de verhouding 0.43 M HNO₃ t.o.v. Aqua Regia voor Cd, Pb en Zn in toemaakgronden en gronden uit de rest van Nederland (n = 550)

herkomst	element							
	Cd		Pb		Zn		Cu	
	Toemaak	NL	Toemaak	NL	Toemaak	NL	Toemaak	NL
min	0.88	0.13	0.39	0.06	0.14	0.05	0.27	0.11
med	1.00	0.77	0.66	0.69	0.46	0.47	0.53	0.55
max	1.15	1.00	0.78	0.99	0.62	0.96	0.81	0.99

Uit de data in de Tabel 4 blijkt dat de totale reactiviteit, of beter de verhouding tussen potentieel reactief en de totale metaalhoeveelheid in de gronden met toemaak niet afwijkt van die van gronden uit de rest van Nederland. Dit suggereert dat de reactiviteit van de metalen in deze gronden niet echt afwijkt van normale gronden. Een belangrijke opmerking daarbij is dat de hoeveelheid extraheerbaar in Aqua Regia niet het werkelijke totaalgehalte meet. Dit is voor gronden waar afval in zit mogelijk van belang want wellicht wordt juist de fractie metalen in dit afval niet geëxtraheerd.

De actuele beschikbaarheid van metalen zoals bepaald in CaCl₂ varieert sterk en is onder meer afhankelijk van bodemeigenschappen als organische stof, klei en zuurgraad. Via multiple lineaire regressie is na te gaan of, en in welke mate, de genoemde bodemeigenschappen bijdragen aan de hoeveelheid metalen in het CaCl₂ extract. Daarna kunnen de toemaakgronden vergeleken worden met andere gronden.

Onderstaande relatie [5] is afgeleid van een reeks CaCl₂ extracten van gronden uit heel Nederland. In de oorspronkelijke database (Römkens et al., 2004) lag daarbij voor lood een groot deel van de metingen beneden de detectielimiet. In 2006 zijn deze extracten daarom opnieuw gemaakt en gemeten met behulp van ICP-MS. Nu bleek ook voor lood een goede relatie tussen de beschikbaarheid middels CaCl₂ en de gemeten bodemeigenschappen.

$$\log \text{Pb}_{\text{CaCl}_2} = \alpha + \beta \log \text{Pb}_{\text{HNO}_3} + \chi \log (\text{OS}) + \delta \text{pH} + \epsilon \log (\text{DOC}) + \phi \log (\text{lutum}) \quad [5]$$

Vergelijking [5] is gebruikt om de Pb concentratie in het CaCl₂ extract van de toemaakdekmonsters te voorspellen op basis van de gemeten loodgehalten (via HNO₃ extractie, in mg.kg⁻¹), organische stof (OS) (%), pH (in CaCl₂ extract), lutum (%) en opgeloste organische stof (DOC in mg.L⁻¹ in het CaCl₂ extract).

Tabel 5 Waarde van coëfficiënten in vergelijking 5 op basis van lineaire regressieanalyse van Alterra dataset zonder toemaakdegronden.

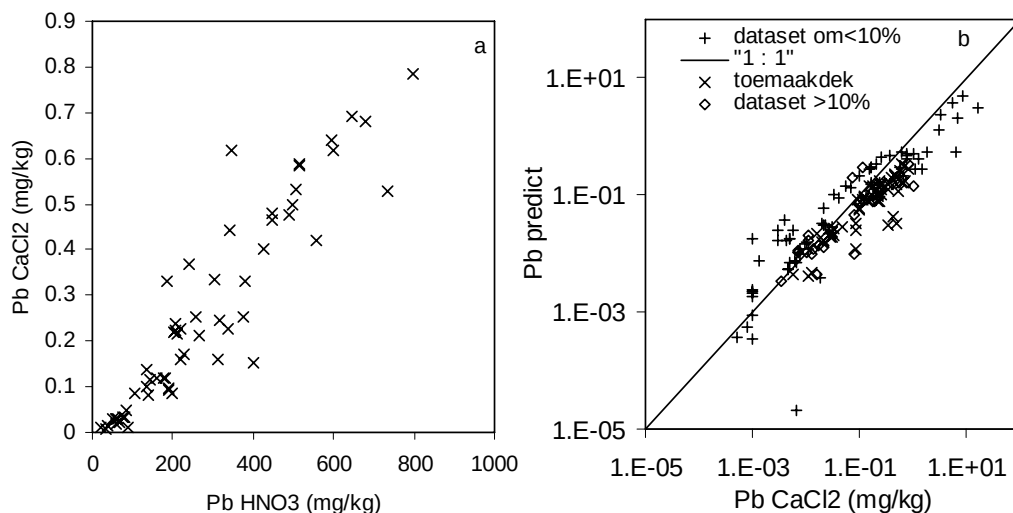
intercept	Lood	org.stof	pH	DOC	lutum
(α)	(β)	(χ)	(δ)	(ε)	(φ)
-0,36	1.02	-0.73	-0,62	0.49	-0.52

De resultaten zijn weergegeven in Figuur 13. Figuur 13a toont eerst het verband tussen het bodemgehalten (HNO₃) en het gehalte (omgerekend uit de concentratie) in het CaCl₂ extract. Daaruit blijkt dat een groot deel van de variatie in de beschikbaarheid van lood in de gronden uit het veenweidegebied uit de variatie in het bodemgehalte verklaard worden. Figuur 13b laat zien dat het gedrag van lood in het

toemaak sterk vergelijkbaar is met dat van lood in andere grondmonsters. Deze conclusie volgt uit het feit dat de gehalten aan lood in de CaCl_2 extracten uit het veenweidegebied goed voorspeld kunnen worden op basis van een algemeen model. Wel zijn de concentraties lood in de CaCl_2 extracten van toemaak gemiddeld iets hoger, dit suggereert dat lood uit toemaak hier dus iets beter beschikbaar is dan dat uit andere grond. Het gemiddelde van de verhouding $\text{Pb}_{\text{bepaald}} / \text{Pb}_{\text{voorspeld}}$ bij toemaakgronden is namelijk 2.

Als we de voorspelling van het CaCl_2 extraheerbare lood uit toemaakgronden specifiek vergelijken met die van gronden met meer dan 10% organische stof (apart aangegeven in figuur 13b) dan blijkt dat deze factor 2 niet significant is. Daarmee is het verschil met de monsters uit het toemaak kleiner tot afwezig, en is de conclusie dat het gedrag van lood in toemaak dus gelijk is aan dat uit andere organische stof rijke gronden.

Daarmee wijkt het gedrag van de metalen in gronden uit het veenweidegebied dus niet af van dat in andere, niet-toemaak gronden. Dit toont in ieder geval aan dat een groot deel van de metalen in de bodem deelnemen aan geochemische processen en niet, zoals is gesuggereerd in een niet beschikbare vorm in de bodem aanwezig zijn. Daarbij moet wel het voorbehoud gemaakt worden dat een echte totaaldestructie niet is uitgevoerd en het hier de gezeefde grondfractie betreft (kleiner dan 2 mm).



Figuur 13 (a) relatie tussen extraheerbaar Pb in CaCl_2 extract en HNO_3 extract, (b) vergelijking voorspelde concentraties van Pb in CaCl_2 extract van grond uit het toemaakdek en monsters uit andere onderzoeken.

3.7 Nevendoelen

In het onderzoek zijn twee nevendoelen: ervaring opdoen met de verbeterde strategie voor het bodemonderzoek en het maken van een nulmeting van de bodem en vegetatie. Een verbeterde strategie voor saneringen zou kunnen zijn om in het gebied uit te gaan van de percelen in plaats van het schaalniveau van de saneringsregeling Wbb (25 m³, ca 100 m²). Informatie over de variatie binnen percelen en binnen plots van 100 m² is daarbij belangrijk. De nulmeting is relevant voor die delen van het toemaakdegebied waar landbouw omgezet wordt naar natuur.

3.7.1 Verbeterde strategie voor het bodemonderzoek

De combinatie van de variantie (s^2_{plot}) in de herhaalde bemonstering en de variantie (s^2_{vijf}) van de vijf plots per perceel levert een schatting van de variatie per perceel ($s^2_{\text{perc}} = s^2_{\text{vijf}} - s^2_{\text{plot}}$). In de meeste gevallen is deze variantie gelijk aan de variantie tussen de vijf plots (zie bovenstaande en onderstaande tabel)⁵.

Tabel 6 Relatieve standaarddeviatie (%) van herhaalde bemonstering van drie herhaalde bemonsteringen op vier locaties. Het betreft de Aqua Regia analyse van de grondmonsters.

loc.	element																	parameter	
	Al	As	Ca	Fe	Mg	Mn	Na	P	S	Zn	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	org.stof	<2 µm
3122	1	3	5	4	1	5	2	5	4	7	4	2	1	2	3	1	3	4	2
1144	1	4	1	5	1	3	30	1	3	5	3	2	5	8	3	4	11	1	9
42	1	3	1	1	1	1	15	4	10	4	4	1	2	6	2	2	3	5	2
1826	4	23	3	10	5	3	9	2	6	4	4	17	1	23	10	14	42	3	3

Tabel 7 Relatieve standaarddeviatie (%) van bemonstering en analyse van 5 plots per perceel op vier locaties. Het betreft de Aqua Regia analyse van de grondmonsters.

loc.	element																	parameter	
	Al	As	Ca	Fe	Mg	Mn	Na	P	S	Zn	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	org.stof	<2 µm
3122	1	5	7	6	1	11	7	2	2	15	6	2	2	16	3	1	8	3	3
1144	7	12	13	4	5	22	17	5	9	21	10	7	6	26	6	8	18	3	8
42	8	8	7	8	11	27	24	10	15	7	6	12	5	5	20	6	6	5	7
1826	9	37	37	9	9	16	28	11	47	9	10	11	6	18	11	8	17	9	12

⁵ De standaarddeviatie (s) oftewel variantie (s^2) wordt in tabel 6 t/m 9 m.b.v. het gemiddelde (x) uitgedrukt als een relatieve standaarddeviatie ($=s/x$ 100%).

Tabel 8 Schatting van de relatieve standaarddeviatie (%) binnen een perceel. Het betreft de Aqua Regia analyse van de grondmonsters. Het is berekend als de variantie tussen de 5 plots per perceel min de variantie van de triplo bemonstering en analyse per perceel. Wanneer dit negatief is, is dit getal weggelaten.

	element																	parameter	
	Al	As	Ca	Fe	Mg	Mn	Na	P	S	Zn	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	org.stof	<2 µm
3122	1	4	6	4	1	10	7			13	5		1	16			7		2
1144	7	11	13		5	22		5	8	20	9	7	4	25	6	6	13	3	
42	8	7	7	8	11	27	17	9	11	6	5	11	5			5	5		6
1826	8		37		8	16	26	11	47	9	9		6		5			9	12

In bovenstaande tabel lijken Cu, Mn, Na, Pb, Zn het meeste te variëren binnen de percelen en organische stof, Al, Cr, Fe, Ni, Mg, P en lutum het minste. Opvallend is dat naast de parameters die het meeste gekoppeld worden aan toemaak (Cu, Zn en Pb) ook andere parameters (Mn, Na) sterk variëren binnen een perceel. De variatie binnen een geheel perceel is gelet op de variatie binnen een deel van het perceel van 100 m2 relatief gering. Op grond hiervan kan worden geconcludeerd dat het gemiddelde lood- koper en zinkgehalte bepaald in een deel van een perceel met een bodemvolume van 25 m3 , c.q. met een oppervlak van 100 m2 vrij goed het gemiddelde gehalte representeert van het gehele perceel.

Tabel 9 Schatting van de relatieve standaarddeviatie (%) binnen het gebied met toemaak. Het betreft de Aqua Regia analyse van de grondmonsters.

	element																	parameter	
	Al	As	Ca	Fe	Mg	Mn	Na	P	S	Zn	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	org.stof	<2 µm
	25	26	32	16	23	47	33	26	40	105	31	24	21	48	36	17	48	29	25

De gevonden variatie binnen de percelen is mogelijk net zo groot als tussen alle onderzochte plots. Daarom is in Tabel 9 de relatieve standaarddeviatie gegeven per parameter voor alle 31 onderzochte plots met toemaakdek. Deze standaarddeviaties kunnen vergeleken worden met de geschatte standaarddeviatie binnen een perceel uit Tabel 8.

Data in Tabel 8 en Tabel 9 tonen aan dat de geschatte variatie binnen een perceel veel kleiner is dan de variatie binnen het gebied met toemaak. Dat geldt vooral voor de relevante parameters Cu, Zn en Pb. We constateren dus dat de variabiliteit binnen het gebied (verschillen tussen de percelen) groter is dan binnen een perceel en een binnen een plot.

3.7.2 Variatie in metaalgehalten in gras

Tabel 10 Verhouding tussen gehalte in gras in 17 juli 2006 ten opzichte van 30 augustus 2006 op drie velden.

	Al	Fe	K	P	S	Zn	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb
T612	1.1	1.2	0.9	0.7	1.6	1.8	1.3	1.7	1.0	1.3	0.3	1.2	1.8
T2281	0.6	0.4	0.7	0.7	1.0	0.9	1.1	2.2	2.1	0.9	0.8	2.4	3.5
T2998	9.3	3.1	1.5	1.0	1.0	1.3	1.5	1.2	0.8	1.2	2.1	1.5	2.9

Op drie locaties is twee keer het gras bemonsterd (17 juli en 30 augustus 2006). De verhouding tussen de twee bemonsteringen varieert per locatie en gemeten element. De loodgehalten in gras zijn in juli op alle drie locaties aanzienlijk hoger dan in augustus. Als we aannemen dat enige fractionering van de grond plaatsvindt bij het hechten aan gras dan is het logisch dat geen constante verhoudingen worden gevonden.

Ofschoon dit slechts enkele metingen zijn, suggereert de relatief grote stijging in het gehalte aan lood in monster T2281 én de lagere gehalten aan Al en Fe dat fractionering in dit geval betekent dat met name organische stof deeltjes aan de plant hechten. Indien dit klei zou zijn dan zouden ook de gehalten aan Al en, in mindere mate Fe hoger moeten zijn. Beide elementen zitten echter niet of in beperkte mate in organische stof hetgeen suggereert dat de aanhangende grond juist veel organische stof bevat.

3.7.3 Rol van atmosferische depositie in relatie tot het effect van aanhangende grond

Bij de ontwikkeling van het loodgehalte in gras is de rol van atmosferische depositie groot (Bacon et al., 2005). De loodgehalten in gras in een experiment in Rothamsted zijn vanaf 1955 tot 1990 gedaald van 6 mg.kg^{-1} tot 2 mg.kg^{-1} (Johnston, 1997). Dit werd verklaard door een daling van de atmosferische depositie van lood. Dit betekent ook dat gedateerde metingen van lood in gras niet representatief zijn voor de huidige loodgehalten in gras. Hoge Pb gehalten zijn bepaald in 86 Nederlandse grasmonsters uit 1976/1977 (gemiddeld $2.5 \text{ mg Pb.kg}^{-1} \text{ ds}$). In recent onderzoek in de Kempen (Rietra et al., 2004) zijn de gemiddelde loodgehalten echter veel lager ($0.5 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ ds}$) en vergelijkbaar met de referentielocaties uit het huidige onderzoek (gemiddeld $0.4 \text{ mg Pb.kg}^{-1} \text{ ds}$).

Bij de toemaakdekken wordt de rol van depositie door de zeer hoge loodgehalten in de grond (tot $1000 \text{ mg Pb.kg}^{-1}$) overtroffen. De goede relatie tussen de berekende hoeveelheden (percentage) aanhangende grond op basis van Al en die van lood (zie Figuur 11), en het feit dat de met Pb berekende hoeveelheden aanhangende grond lager zijn dan die met Al, maakt aannemelijk dat het gehalte aan lood in het gras grotendeels bepaald wordt door aanhangende grond en niet door depositie en/of opname.

Vanwege de grote invloed van aanhangende grond op het gehalte in gras betekent dit tevens dat op verschillende bemonsteringstijdstippen grote verschillen in het gehalte aan lood in gras aangetroffen kunnen worden (op dezelfde locatie).

In deze studie is het aanhangende grondgehalte van de grasmonsters berekend op basis van de Al, Fe en Pb gehalten in bodem en gras. De grondgehalten op basis van Pb geven daarbij de laagste percentages voor de hoeveelheid aanhangende grond. Het verschil in de berekende percentages aanhangende grond zoals berekend uit Fe, Al en Pb geeft aan dat er waarschijnlijk enige fractionering van de grond is opgetreden tijdens het opspatten aan het gras.

Wanneer de hoeveelheid lood in gewas ook als maat genomen wordt voor de berekening van de hoeveelheid aanhangende grond betekent dit automatisch dat het niet mogelijk is de opname van Pb vanuit wortels te onderscheiden van Pb in aanhangende grond. Deze is in dat geval namelijk altijd nul. Echter, het feit dat de percentages aanhangende grond zoals berekend uit Al en Fe *hoger* zijn dan die berekend uit lood, zou betekenen dat de fractie opname via de wortels zelfs negatief wordt voor lood. Dat laatste is uiteraard onmogelijk, maar toont wel aan dat de hypothese dat de opname via de wortel gering is niet onrealistisch is.

3.7.4 Vegetatiebeschrijvingen

Bij de locaties in provincie Zuid-Holland is in opdracht van deze provincie een inventarisatie gemaakt van de vegetatie door Ecologisch Onderzoeks- en Adviesbureau Van der Goes en Groot. Vanwege de overeenkomst tussen de bemonsterde locaties is de inventarisatie in dit rapport opgenomen in Bijlage 5. Degelijke vegetatiegegevens geven de huidige toestand weer, en kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor het genereren van de Ellenberggetallen (zie ook bijlage 5) welke een kwalitatieve indicatie geven van vocht, zuur en voeding aan de hand van de vegetatie, welke vergeleken kan worden met de bodemsoorten en bodemkwaliteit. Er zijn verder geen databewerkingen gedaan. Een vraag kan zijn of er nu al verschillen zijn tussen de percelen die al in beheer zijn bij natuurmonumenten en staatsbosbeheer en de landbouwpercelen van de melkveehouders.

4 Conclusies

Bodemkwaliteit

De resultaten van het huidige onderzoek bevestigen het beeld van de aard van de verontreinigingen in het gebied met toemaakdek. De gehalten in de bodem liggen gemiddeld hoger dan die in vergelijkbare veengebieden en overschrijden in naar schatting 13% van het gebied de interventiewaarde voor lood. Naast lood komen ook koper en zink in verhoogde gehalten voor, soms ook boven de interventiewaarde. De gehalten koper, zink en lood zijn sterk positief gecorreleerd. Naar schatting wordt in 19% van het gebied de interventiewaarde voor lood, koper of zink overschreden.

In dit onderzoek is geen aanwijzing gevonden voor een afwijkend geochemisch gedrag van de metalen in de bodem. De metingen van de beschikbaarheid van Cd, Pb en Zn in de CaCl_2 extracten, kunnen op eenzelfde manier verklaard worden als die in niet-toemaakgronden. De veronderstelling was namelijk dat het gedrag wel zou afwijken (i.e. lagere beschikbaarheid) omdat een deel van de verontreiniging aanwezig is in de vorm van afval (scherven etc.). De metalen in dit afval zouden naar verwachting niet reactief zijn en ook niet bijdragen aan de concentratie in het poriewater. Onze conclusie (geen afwijkend gedrag) is echter gebaseerd op de voorhanden zijnde data (Aqua Regia, 0.43 M HNO_3 en 0.01 M CaCl_2 aan bodemfractie kleiner dan 2 mm). Het ontbreken van een totaaldestructie via HF beperkt de uitspraken over het wel of niet aanwezig zijn van een groot deel van de metalen in dit afval.

Variatie loodgehalten in percelen en gebied

De verschillen binnen een geheel perceel zijn relatief gering gezien de verschillen binnen plots van 100 m². De variabiliteit binnen het toemaakdekgebied is (verschillen tussen de percelen) veel groter is dan binnen een perceel en een binnen een plot.

Gebruik als veevoer

Het bemonsterde gras voldoet aan de huidige normen voor groenvoeder (voor alle metalen). De kwaliteit van het gras wijkt behalve voor de licht verhoogde gehalten aan lood (en een geringe verhoging van Cd, Cu en Zn) nauwelijks af van gras van de referentielocaties.

Kans op normoverschrijding orgaanvlees

Uit het huidige onderzoek blijkt dat op basis van de eenmalig bepaalde gewaskwaliteit geen normoverschrijding in de lever en/of nier van runderen en schapen te verwachten is. De hoeveelheid aanhangende grond in deze bemonstering is echter relatief laag ten opzichte van de gemiddeld aangetroffen hoeveelheden (in de literatuur). Op basis van de gehalten aan lood in het gewas kan berekend worden dat er in de in deze studie genomen monsters 0.3% (median waarde) aanhangende

grond aan het gras zit. Bij een dergelijk laag percentage is de inname door dieren daarom gering.

Het is echter de verwachting dat gemiddeld genomen de hoeveelheid aanhangende grond groter is, zeker voor schapen in het nattere seizoen. Bij een geschatte hoeveelheid aanhangende grond van 2% (in overeenkomst met resultaten van andere studies) blijkt dat er wel kans op normoverschrijding is, n.l. in 40% van de hier onderzochte locaties. Bovendien kan, op basis van de inname bij 2% aanhangende grond een kritische waarde afgeleid worden voor het loodgehalte in de bodem waarboven de norm in de organen overschreden wordt. Uit deze studie blijkt dat voor lood deze grens tussen de 450 en 500 mg kg⁻¹ ligt.

Uiteraard staat of valt deze voorspelling met de aanname van de hoeveelheid grond welke de grazers innemen en het realiteitsgehalte van het transfermodel bij beweiding op toemaakgronden. Op dit moment zijn er in Nederland echter vrijwel geen metingen beschikbaar. Studies uit het buitenland laten een grote variatie zien waardoor vooralsnog dit locatiespecifiek vastgesteld dient te worden.

Adviezen

Ondanks de aangetroffen overschrijdingen van de interventiewaarden zijn in deze studie geen overschrijdingen van de veevoedernorm aangetroffen. De risico's zijn op dit moment dus niet dusdanig dat het bevoegd gezag voor de wet bodembescherming maatregelen hoeft te nemen. Aangezien het gras voldoet aan de veevoedernorm, zelf als tot 2% grond aan het gras gehecht is, kan het gras vrij als veevoer worden verhandeld. Echter aangezien de veevoedernorm modelmatig onvoldoende beschermend is voor de accumulatie van lood in levers van schapen en in nieren van runderen is beter inzicht op dit onderdeel gewenst.

Hiervoor wordt geadviseerd om te komen tot een beter inzicht in de variatie van de loodgehalten in gras gedurende het jaar. Aangezien de gehalten aan lood in gras grotendeels worden bepaald door aan gras hangende grond heeft management (aantal dieren per hectare, hoeveelheid beschikbaar gras per dier, begrazingsduur, stalperiode etc.) hierop invloed. Onderzoek naar de effecten van management op de hoeveelheden aan lood in gras zou dan gedurende een langere periode (een jaar) uitgevoerd moeten worden gezien de grote invloed van seizoen op onder meer het opspatten van grond in combinatie met de groei van gras. Dit moet leiden tot praktische adviezen die moeten leiden tot lagere innamen van lood.

Om tot een beter inzicht te komen in de actuele loodgehalten in levers en nieren van runderen en schapen wordt geadviseerd om de kwaliteit op enige locaties te bepalen in samenhang met metingen aan bodem en gras zodat ook indicatie wordt gekregen in de juistheid van het overdrachtsmodel voor het toemaakdegebied.

Literatuur

- Anonymous (2006) Beleidskader bodembeheer toemaakdek buitengebied plangebied De Venen, Provincie Utrecht, Utrecht.
- Abrahams, P.W., and J.Steigmajer (2003) Soil ingestion by sheep grazing the metal enriched floodplain soils of Mid-Wales. *Environmental Geochemistry and Health* 25: 17–24.
- Aksoy, A., W.H.G. Hale, and U.J.M. Dixon (1999) *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. as a biomonitor of heavy metals. *The Science of the Total Environment* 226, 177-186.
- Arthur en Alldredge (1982) Importance of plutonium contamination on vegetation surfaces at rocky flats, Colorado. *Environmental and Experimental Botany* 22 (1) 33-38.
- Bacon, J.R., I.J. Hewitt, and P. Cooper. (2005) Lead in grass in the Scottish uplands: deposition or uptake? *J. Environ. Monit.* 7, 785-791.
- Beresford, N.A., and B.J. Howard (1991) The importance of soil adhered to vegetation as a source of radionuclides ingested by grazing animals. *Science of the Total Environment* 107 (1991), pp. 237–254.
- Beresford, N.A., R.W. Mayes, N.M.J. Crout, P.J. MacEachern, B.A. Dodd, C.L. Barnett, and C. Stuart Lamb (1999) Transfer of cadmium and mercury to sheep tissues. *Environ. Sci. Technol.* 33, 2395-2402.
- Bosveld A.T.C. en J. de Poorte (1999) Risico's van van bodemverontreinigingen in toemaakdek in de gemeente De Ronde Venen. Deel 1 Risico's voor de volksgezondheid en de landbouw IBN-DLO rapport 454, Wageningen.
- Bosveld, A.T.C., T.C. Klok, J. M. Bodt en M. Rutgers (2000) Ecologische risico's van bodemverontreinigingen in toemaakdek in de gemeente De Ronde Venen. *Alterra-rapport* 151, Wageningen.
- Dalenberg, J.W., and W. Van Driel (1990) Contribution of atmospheric deposition to heavy-metal concentrations in field crops. *Neth. J. Agric. Sci.*, 38, 369.-379.
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Duell, V. Wirth, W. Werner, and D. Paulissen (1992.) *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica* 18: 1-258.
- Fries, G.F., G.S. Marrow, and P.A. Snow (1982) Soil ingestion by dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 65, 611–618

Green, N., D. Johnson, and B.T. Wilkins (1996) Factors affecting the transfer of radionuclides to sheep grazing on pastures reclaimed from the sea. *J. Environ. Radioactivity* 30(2) 173-183.

Groenenberg, J.E., J.C.L. Meeussen en J. Japenga (2003) Verificatie-onderzoek landbouw Krimpenerwaard-eindrapportage. SKB rapport SV-027, Gouda.

Green, N., B.T. Wilkins, M.F. Davidson, and D. J. Hammond (1995) The Transfer of Plutonium, Americium and Technetium along the Soil-Pasture-Cow Pathway in an Area of Land Reclaimed from the Sea. *J. Environ. Radioactivity* 27, 35-47.

Hennekens, S.M. 1995. TURBO(VEG). Programmatuur voor invoer, verwerking en presentatie van vegetatiekundige gegevens. Gebruikershandleiding. IBN-DLO, Giesen & Geurts, Wageningen.

Healy, W.B. (1968) Ingestion of soil by dairy cows. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 11, 487-499.

Hill, J., B.A. Stark, J.M. Wilkinson, M.K. Curran, I.J. Lean, J.E. Hall, and C.T. Livesey (1998a) Accumulation of potentially toxic elements by sheep given diets containing soil and sewage sludge. 1. Effect of soil and level of sewage sludge in the diet. *Animal Sci.*, 67:73-86.

Hill, J., B.A. Stark, J.M. Wilkinson, M.K. Curran, I.J. Lean, J.E. Hall, and C.T. Livesey (1998b) Accumulation of potentially toxic elements by sheep given diets containing soil and sewage sludge. 2. Effect of the ingestion of soils treated historically with sewage sludge. *Animal Sci.*, 67:87-96.

Hinton T.G., J.M. Stoll, and L. Tobler (1995a) Soil contamination of plant-surfaces from grazing and rainfall interactions. *Journal of environmental radioactivity* 29 (1): 11-26.

Hinton T.G., P. Kopp, S. Ibrahim, I. Bubryak, A. Syomov, L. Tobler, and C. Bell (1995) A comparison of techniques used to estimate the amount of resuspended soil on plant surfaces. *Health Physics* 68(4) 523-531.

Hoof, van, W.F. (1995) Risico's voor de volksgezondheid als gevolg van blootstelling van runderen aan sporenelementen bij beweiding. RIVM rapp.nr. 693810 001, Bilthoven.

Johnston, E. (1997) The value of long term field experiments in agricultural, ecological and environmental research. *Advances in Agronomy* 59, 291-333.

Jongbloed, A.W., P. Tsikakis and J. Kogut (2005) Quantification of the effects of copper, molybdenum and sulphur on the copper status of cattle and sheep and inventory of the content of these mineral in roughages, Animal Sciences Group, Report nr. 04/0000637 Nutrition & Food, Lelystad.

Koh T.S., P.C. Bansemer, and A.B. Frensham (1998) A survey of the cadmium concentration in kidney, liver and muscle of South Australian cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38, 535-540.

Langlands J.P., G.E. Donald, and J.E. Bowles (1988) Cadmium concentrations in liver, kidney and muscle in Australian sheep and cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28, 291-307.

Lee J, J.R. Rounce, A.D. Mackay, and N.D. Grace (1996) Accumulation of cadmium with time in Romney sheep grazing ryegrass-white clover pasture: effect of cadmium from pasture and soil intake. *Australian Journal of Agricultural Research* 47, 877-894.

Lexmond, T.M. (1987) Zware metalen in toemaakdekken: sporen van bemesting met stadsvuil. *Milieu* 5, 165-170.

Lexmond T.M. (1992) De plant als overdrachtsfactor van milieucontaminanten naar landbouwhuisdieren. *Tijdschrift voor diergeneeskunde* 117, 519-525.

Luit, B. van, en H. Henkens (1967) Invloed van de kopertoestand van de grond op het kopergehalte van gras en klaver. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*. Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen.

Mayland, H.F., G.E. Shewmaker, and R.C. Bull (1976) Soil ingestion by cattle grazing crested wheatgrass. *Journal of Range Management* 30(4) 264-265.

McLaughlin, M.J., R.E. Hamon, R.G. McLaren, T.W. Speir, and S.L. Rogers (2000) Review: A bioavailability-based rationale for controlling metal and metalloid contamination of agricultural land in Australia and New Zealand *Aust. J. Soil Res.* 38, 1037-86

McKone, T., and P.B. Ryan (1989) Human Exposures to Chemicals through Food Chains: An Uncertainty Analysis. *Environ. Sci. Technol.*, 23:1154-1163.

National Research Council (Washington) Committee on Minerals and Toxic Substances, National Research Council (Washington) Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council (Washington) Division on Earth and Life Studies (2005) Mineral tolerance of animals - 2nd rev. ed., National Academies Press, Washington, DC.

Pinder, J.E., K.W. McLeod, R.F. Lide, and K.C. Sherrod (1991) Mass loading of soil particles on a pasture grass. *J. Environ. Radioactivity* 13, 341-354.

Rafferty, B., D.E. Dawson, and P.A. Colgan. (1994) Soil and radiocaesium contamination of winter fodders. *The Science of the Total Environment* 153, 69-76.

Rietra, R.P.J.J., P.F.A.M. Römken, en J. Japenga (2004) Onderzoek naar relatie tussen cadmium en zinkgehalte in de bodem en in het gewas in de gemeente Cranendonck. Alterra rapport 974, Wageningen.

Roberts A.H.C., Longhurst, R.D., and M.W. Brown. (1994) Cadmium status of soils, plants and grazing animals in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 37, 119–129.

Römken, P.F.A.M., R.P.J.J. Rietra, J.P.A. Lijzen, P.F. Otte en R.N.J. Comans (2004) Opname van cadmium door gewassen in moestuinen in de Kempen: risico-inventarisatie en maatregelen. Alterra-rapport 918, Wageningen.

Römken, P.F.A.M., J.E. Groenenberg, L.T.C. Bonten, W. de Vries en J. Bril (2004) Derivation of partition relationships to calculate Cd, Cu, Ni, Pb and Zn solubility and activity in soil solution samples. Alterra-rapport 305, Wageningen.

Römken, P.F.A.M., M. Zeilmaker, R.P.J.J. Rietra, K. Kan, J. van Eijkeren, L. van Raamsdonck, en J. Lijzen (2006) Blootstelling en opname van cadmium door runderen in de Kempen: een modelstudie. Alterra-rapport 1438, Wageningen.

Sheppard, S.C., and W.G. Everden (1995) Systematic identification of analytical indicators to measure soil load on plants for safety assessment purposes. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.* 59, 239-252.

Sumerling, T.J., N.J. Dodd, and N. Green (1984) The transfer of strontium-90 and caesium-137 to milk in a dairy herd grazing near a major nuclear installation. *The Science of the Total Environment* 34, 57-72.

Ten Cate, J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer, en J. Stolp. 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem; deel B: grondwater. Technisch Document 19A, Staring Centrum, Wageningen.

Thornton, I., and P. Abrahams (1983) Soil Ingestion – A major pathway of heavy metals into livestock grazing contaminated land. *The Science of the Total Environment*, 28, 287-294.

Underwood, E.J., and N.F. Suttle. (1999) The mineral nutrition of livestock 3rd ed, CABI International Wallingford, UK.

Van Dobben, H.F., E.P.A.G. Schouwenberg, J.P. Mol, H.J.J. Wieggers, M. Jansen, J. Kros, and W. de Vries (2004) Simulation of critical loads for nitrogen for terrestrial plant communities in The Netherlands. Alterra. Report 953.

Van Dobben, H.F., A. van Hinsberg, E.P.A.G. Schouwenberg, M. Jansen, J.P. Mol-Dijkstra, H.J.J. Wieggers, J. Kros, and W. de Vries (2006) Simulation of Critical Loads for Nitrogen for Terrestrial Plant Communities in The Netherlands. *Ecosystems* 9 (1), 32-45

Van Wijnen, J.H., P. Clausen, and B. Brunekreef (1990) Estimated Soil Ingestion by children. *Environmental Research* 51, 147-162.

Van Wezel, A., W. de Vries, en M. van Beek (eds.) (2003) Bodemgebruikswaarden voor landbouw, natuur en waterbodan. RIVM-rapportnr. 711701031/2003, Bilthoven.

Wilkinson, J.M., J. Hill, and J.P. Hillman (2003) The accumulation of potentially toxic elements in edible body tissues of lambs grazing after a single application of sewage sludge. *Water Research* 37, 128–138.

Wilkinson, J.M., Hill, J., and C.J.C. Phillips (2003) The accumulation of potentially toxic metals by grazing ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society* 62, 267-277.

Vos, G., H. Lammers, and W. van Delft (1988) Arsenic, cadmium, lead, and mercury in meat, livers and kidneys of sheep slaughtered in The Netherlands. *Z. Lebensmittelunters. Forsch* 187, 1-7.

Vreman, N.G. van der., and K. Vreman (1986) Transfer of cadmium, lead, mercury and arsenic from feed into various organs and tissues of fattening lambs. *Neth. J. Agric. Sci.* 34, 145-153.

Walraven, N. (2007) Karakterisatie van lood in toemaakdekken in de provincie Zuid-Holland. Rapportnummer GC 01-2007, Geoconnect, Castricum.

Wiersma, D., B.J. van Goor, and N.G. van der Veen (1986) Cadmium, lead, mercury, and arsenic concentrations in crops and corresponding soils in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* 34, 1067-1074.

Zach, R (1984) Soil Ingestion by cattle- A neglected pathway. *Health Physics* 46(2) 426-431.

Bijlage 1 Normen

Bodem

De regeling streef- en interventiewaarden geeft de normen voor grond. Bij de berekening van de streefwaarden en interventiewaarden wordt rekening gehouden met de organische stofgehalten en gehalten lutum van een grond. Er is nog geen rekening gehouden met de nieuw wet die in 2007 in werking treedt.

Gras

Richtlijn 2005/87/EG van de Commissie van 5 december 2005 tot wijziging van bijlage I bij Richtlijn 2002/32/EG van het Europees Parlement en de Raad inzake ongewenste stoffen in diervoeding, wat lood, fluor en cadmium betreft.

Relevante onderdelen uit Bijlage 1 van de Richtlijn.

Ongewenste stof	Producten die bedoeld zijn voor het voeren van dieren	Maximumgehalte in mg/kg van de voedermiddelen, herleid tot een vochtgehalte van 12%
lood	Voedermiddelen, met uitzondering van: -groenvoeder(**)	10 30(***)
lood	Volledige diervoeders	5
cadmium	Voedermiddelen van plantaardige oorsprong	1
arseen	Voedermiddelen met uitzondering van:	2

(**) Groenvoeder omvat producten die bedoeld zijn voor het voeren van dieren als hooi, kuilvoer, vers gras, enz.

(***) De gehalten worden vóór 31 december 2007 opnieuw bekeken met het oog op de verlaging van de maximumgehalten.”

“volledige diervoeders” producten als gedefinieerd in artikel 2 van Richtlijn 79/373/EEG van de Raad van 2 april 1979 betreffende de handel in mengvoeders Publicatieblad Nr. L 086 van 06/04/1979 blz. 0030 – 0037:

mengsels van diervoeders die door hun samenstelling op zichzelf een totaal dagrantsoen vormen”.

Dierproducten

Melk, vlees, nieren en lever

De meeste recente richtlijn:

Richtlijn 2001/466/EG van de commissie van 8 maart 2001 tot vaststelling van maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

		Maximumgehalte in mg/kg vers gewicht
Lood	Vlees van runderen, schapen	0,1
Lood	Eetbare slachtafval van runderen, schapen	0,5
Lood	melk	0,02
cadmium	Vlees van runderen, schapen	0,05
cadmium	paarden	0,2
	Runder- en schapenlever	0,5
	Runder- en schapennieren	1,0

Bijlage 2 Veldwerkinstructies

Op basis van een analyse van bodem en grasgegevens van 30 locaties op toemaakdek en 4 referentielocaties wordt de kans op overschrijding van de relevante bodem- en gewasnormen gegeven.

In het gebied met toemaakgronden worden 30 weilandpercelen geselecteerd. Op elk van deze percelen worden gras en grond bemonsterd en geanalyseerd op zware metalen.

Als referentie zullen 4 weilandpercelen worden geselecteerd buiten het toemaakdekg gebied, namelijk in de droogmakerijen binnen het gebied de Venen.

In elk van de 34 geselecteerde percelen wordt een proefvak (bemonsteringsvak) geselecteerd van 100 m² (dus 10 m x 10 m). Vanuit dit vak worden de grond- en grasmonsters voor het onderzoek genomen. Op 3 van de 30 weilandpercelen worden meerdere proefvakken van 100 m² per perceel genomen om meer inzicht te krijgen in de homogeniteit binnen een perceel en de mate waarin een proefvak van 100 m² representatief kan zijn voor de kwaliteit van een perceel.

Elke locatie heeft een nummer. Zie kaartjes.

Als er meer plekken op een locatie bemonsterd (dit gebeurt zoals gezegd op drie locaties) worden geef de monsters dan een volgnummer: bijvoorbeeld 39.1, 39.2, 39.3.

Kondig je bezoek aan bij de eigenaar/pachter.

Enige vragen moeten in samenwerking met de eigenaar/pachter beantwoord worden. Noteer de antwoorden.

1. grashoogte,
2. tijdstip laatste maaidatum
3. wel of geen beweiding na laatste keer maaien,
4. laatste tijdstip bemesting (gierinjectie, kunstmest),
5. wel of geen verspuiting van onderhoudsbagger na maaien,
6. aard en intensiteit beweiding (koeien, schapen, paarden of combinaties).

Provincie Zuid-Holland (of bureau in opdracht van provincie): kwaliteit grasmat: bedekkingsgraad (naar verwachting geen open plekken), samenstelling vegetatie (verhouding in bedekkingsgraad gras/ kruiden, beschrijving soort kruiden, bij aanwezigheid klavers bedekkingsgraad aangeven als indicatie voor atmosferische stikstofbinders).

Kies bemonsteringsvak steeds met XY coördinaat in middelpunt, en met randen noord-zuid of oost-west. Leg middelpunt vast met GPS.

Maak een profielbeschrijving. Geeft info over toemaakdek bij opmerkingen. Indien de locatie geen toemaak bevat of om andere reden vreemd is (bijvoorbeeld baggerdepot) wordt het ook bemonsterd. Wel graag aan Rene doorgeven, omdat we mogelijk nog reservelocaties gebruiken om aan 30 locaties te komen met toemaak.

Maak een foto van de locatie. Leg de locatie vast door boor/tas/item in het middelpunt te leggen. Maak bij voorkeur de foto op een constante manier: vanuit het zuiden, kijkend naar het middelpunt in het noorden.

Lever de grondmonsters en gewasmonsters in bij sectie bodemkwaliteit op de Dreijen. Maak een afspraak met Monique Driessen of Jaap Nelemans over de plek waar je de monsters neerlegt en hoe je aankondig/ aangeeft dat er monsters zijn voor bewerking+analyse.

2.2 Realisatie

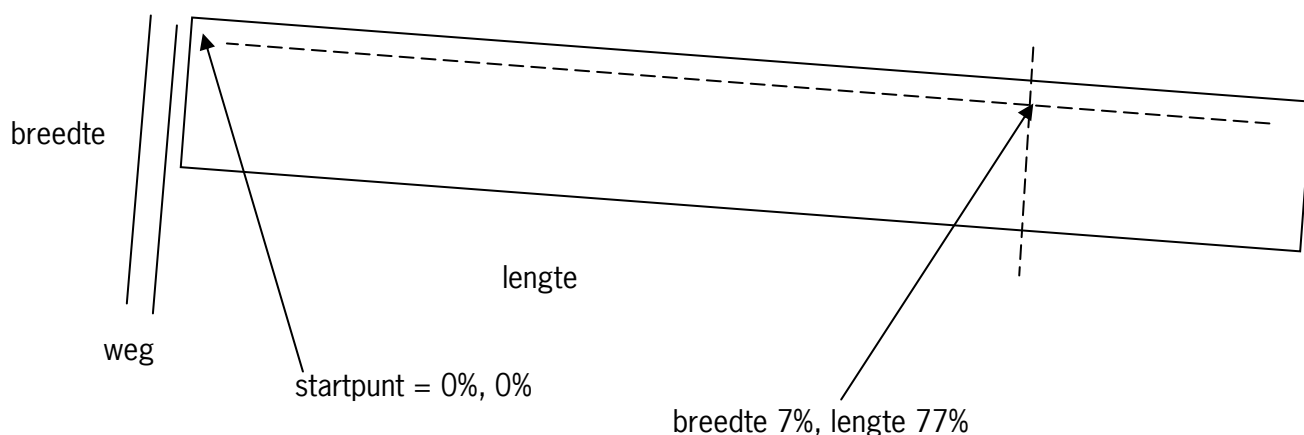
Selectie percelen en bemonsteringsplaatsen

1. Geen toemaak
2. baggerdepot

In excelsheet toemaak2.xls staat bij elke locatie:

1. code van perceel/locatie
2. naam en adresgegevens van eigenaar
3. gelote lengte- en breedtemaat van middelpunt van te bemonsteren vakje (vakje: 10m x 10 m)
4. geschatte XY coördinaten: dit zijn de door de provincie aangegeven coördinaten van het perceel/locatie. Dus voor alle duidelijkheid: dat zijn niet de coördinaten van het te bemonsteren vakje! (de coördinaten van het vakje leg je zelf vast met GPS en via de profielbeschrijving).
5. Aantal vakken per perceel/locatie (code 42, 1144, 1826, 3122)

De aselecte keuze van het vakje in een perceel/locatie doe je met behulp van de gegeven lengte- en breedteaanduidingen.



Als je dus vanaf de weg het perceel betreedt is de positie aan de linkerkant 0% breedte, 0% lengtemaat. Als je de excelsheet vermeld:

Lengte 77%

Breedte 7%

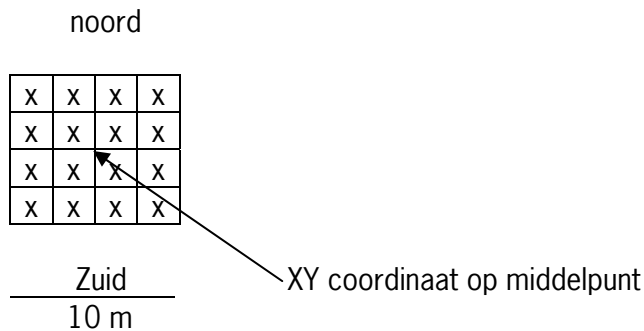
Dan schat je ongeveer de plek op basis van de gegeven maten.

Op elk perceel wordt een vak van 100 m² aselect geselecteerd.

Restricties voor wat betreft de positionering van het vak zijn:

1. de slootkanten (de taluds) worden uitgezonderd, er wordt
2. tenminste 10 meter afstand gehouden tot de grens van een lokale verontreiniging, bijvoorbeeld een gedempte sloot,
3. tenminste 50 meter afstand tot een erf en een autoweg, en
4. tenminste 10 meter afstand tot een boerenpad, wandelpad of fietspad.

Een tweede restrictie betreft de vegetatie. Als het goed is, is een vak volledig begroeid met voornamelijk gras en komt de vegetatie in het vak redelijk goed overeen met die direct buiten het vak.



Indien in het vakje planten voorkomen die gemeden worden door het vee en niet gewenst zijn in veevoer (grassen die het meest begraaasd worden door koeien: raaigras, timothee en klaver), zoals boterbloem, brandnetels, distels en biespollen, en deze bedekken meer dan 25 % van het oppervlak van het vak, dan wordt een naastliggend vak van 100 m² als proefvak gekozen.

Voorafgaand aan de bemonstering van het gras en de bodem wordt geverifieerd of inderdaad sprake is van een toemaakdek dat vanaf het maaiveld aanwezig is. Kenmerken van een toemaakdek zijn veelal zichtbaar in molshopen aan de hand van potscherven, puinbrokjes, pijpenkopjes en zandkorrels. Bij afwezigheid van molshopen is een spa een goed hulpmiddel om de bovengrond te onderzoeken op dergelijke artefacten. De dikte van het toemaakdek wordt indicatief geschat doormiddel van een boring in elk proefvak tot een diepte van ca 1.20. Geadviseerd wordt een Edelmanboor in combinatie met een veenguts te gebruiken. Indien er geen toemaakdek aanwezig is, of deze is afgedekt met andere grond (bijvoorbeeld er is in het verleden een baggerdepot aangelegd, waarbij na rijping van de bagger de gerijpte bagger ter plaatse is blijven liggen), of er is sprake van een lokale afwijkende bodemopbouw (bijvoorbeeld een gedempte sloot), dan vervalt het vak als proefvak.

Indien er geen toemaakdek aanwezig is of het perceel is gebruikt als baggerdepot, dan wordt later mogelijk uitgeweken naar een ander perceel. Om die reden zijn er extra percelen geloot om als reserve te gebruiken. Wanneer ter plaatse sprake is van een gedempte sloot, dan wordt het vak verschoven tot de vereiste afstand is bereikt. Van de indicatieve boring wordt een boorbeschrijving gemaakt, waarop aangegeven is hoe dik het toemaakdek is en op welke diepte het onveraarde veen begint, of indien er sprake is van een kleibodem op welke diepte de gleyverschijnselen beginnen en de overgang naar de gereduceerde ondergrond wordt bereikt.

Bemonstering en analyse grond

Grond wordt bemonsterd op de 30 percelen in het toemaakdekgebied en op de 4 referentiepercelen.

Op elk perceel wordt één locatie bemonsterd, behalve bij enkele locaties waarbij ook de verspreiding binnen een perceel wordt onderzocht: daar worden 4,5 of 6 locaties op 1 perceel bemonsterd, zie excelsheet: onderzoek V(erspreiding).

Bemonstering en analyse gras

Gras wordt bemonsterd op de 30 percelen in het toemaakdekgebied en op de 4 referentiepercelen. Op elk perceel wordt één locatie bemonsterd. De volgende gegevens worden geïventariseerd:

kwaliteit grasmat: bedekkingsgraad (naar verwachting geen open plekken), samenstelling vegetatie (verhouding in bedekkingsgraad gras/ kruiden, beschrijving soort kruiden, bij aanwezigheid klavers bedekkingsgraad aangeven als indicatie voor atmosferische stikstofbinders).

aard graslandbeheer: grashoogte, tijdstip laatste maaidatum, wel of geen beweiding na laatste keer maaien, laatste tijdstip bemesting (gierinjectie, kunstmest), wel of geen verspuiting van onderhoudsbagger na maaien, aard en intensiteit beweiding (koeien, schapen, paarden of combinaties).

Het gras wordt bemonsterd door op 16 plekken binnen een vak ter grootte van ca 25 cm bij 25 cm alle vegetatie te oogsten, vanaf een hoogte die overeenkomt met de gebruikelijke maaioogte (4 cm). Het aantal plekken van 16 is gekozen vanwege de samenhang met de hieronder genoemde bemonstering van de bodem. De grootte van een plek van ca 25 bij 25 cm is indicatief. Van belang is dat er voldoende gras wordt verzameld om de chemische analyses op zware metalen te kunnen uitvoeren (in totaal 2 kg). Indien op een plek meer dan 25% van het oppervlak bedekt wordt door brandnetel, distel of biespollen, dan wordt die plek binnen het vak overgeslagen. Per plek wordt de oogst verdeeld in twee ongeveer gelijke delen. Dit wordt gedaan om 2 analyses op zware metalen te kunnen uitvoeren, namelijk een analyse op een ongewassen monster en een analyse op een gewassen monster. Het gras van de 16 plekken wordt samengevoegd tot een mengmonster. Zo ontstaan 2 mengmonsters per vak.

Bemonstering en analyse bodem

De bodem wordt bemonsterd op de 30 percelen in het toemaakdekgebied en op de 4 referentiepercelen. Op elk perceel wordt één vak bemonsterd. Bovendien worden op 3 van de 30 percelen in meerdere vakken per perceel bemonsterd. (In deze vakken worden alleen grondmonsters genomen). Op elk van de 16 plekken waar het gras is

bemonsterd wordt een grondmonster gestoken tot een diepte van 10 cm met behulp van een guts met een diameter van 2 cm. De grond uit de steken wordt volledig samengevoegd tot één mengmonster.

Als je belt van te voren weet je of er gras of dat je beter later kunt komen.

Vragen aan boer

1. Welke snede? (1e, 2e, 3e)
2. wat voor vee? (koe, paard, schaap etc).

Vragen te beantwoorden per locatie (naast bemonstering en profielbeschrijving).

1. zijn er in het gekozen perceel sloten gedempt?

2. geef ruwe beschrijving van de vegetatie. Percentage gras, percentage kruiden, percentage klavers.

Bijlage 3 Literatuur over grondinname door grazers

Tabel A1 Metingen op basis van faeces of gehalte grond in grasmonsters.

Diersoort	Inname grond (kg.dag ⁻¹ of % ds) of gehalte grond in gras	Methode/monster	Referentie
Rund -stal -weide zonder vegetatie -weide+bijvoeding	0.1-1 % 0.6-2% 1.3-2.4%	Faeces ¹	Fries et al., 1982
Rund gedurende een jaar	0,5-2%	Faeces ¹	Healy 1967
Rund april juni augustus	2.7; 7.2; 17.9 % 0.2; 0.6; 0.6 % 2.6; 3.2; 3.9%	Faeces ¹	Thornton en Abrahams, 1983
Rund mei-okt (zandgrond)	0.6-3%	6 gras ²	Green et al., 1995
Rund april t/m sept	6 - 20%	6 Gras ²	Sumerling et al., 1984
Rund juni en augustus (Idaho, VS)	14 en 20%	Faeces ¹	Mayland et al., 1977
Schaap jan mrt mei juli	2.3-27.6% 4.7-45.1% 5.4-21.3% 0.4-5%	Faeces ¹	Abrahams en Steigmajer, 2003
Schaap bedrijf 1 bedrijf 2, beide bijvoeding in winter	0.04-3% 0.6- 12%	Faeces ¹	Green et al., 1996
Schaap lage, of hoge begrazingsdruk	12 kg/jr/schaap 22 kg/yr/schaap	Faeces ¹	Roberts en Longhurst, 2002
Schaap mei-sept	10-100 g/dag	Faeces ¹	Wilkinson et al., 2003
Schaap nov-mrt mei-sept nov-mrt mei-sept	>23% 1-18% 22-51% 8-12%	Gras ¹ Gras Faeces ¹ Faeces ¹	Beresford and Howard, 1991
Schaap winter winter+bijvoeding Zomer Zomer+bijvoeding	30-80 g/dag 48 g/dag 63-90 g/dag 1-35 g/dag	Faeces ¹	Studies van W.B. Healy geciteerd Fries, 1996
Schaap zomer Herfst-winter	11-30 g.dag ⁻¹ 92- 275 g.dag ⁻¹	Faeces ¹	Lee et al., 1996
Schaap april-nov	<10%	faeces ²	McGrath et al., 1982
Schaap mei-juni	0.6-1.9 % ⁵	gras ²	Hinton et al., 1995
Schaap zomer en winter sept/okt en in dec/jan	1 – ca.10 % 1 en 5%, 10, 10 en 20%	gras ¹ faeces ¹	Lexmond, 1992
Zonder dieren			
Veen- en kleigrond	Gemiddelde <2% 0,5 -4,5% hooi 0,5 - 8 % kuilgras	Hooi ¹ Kuilgras ¹	Rafferty et al., 1994
	2 % 6%	3 hooi ² 2 silage ²	Sumerling et al., 1984
Zandgrond, onbeweid, (geknippt hoger dan 5 cm)	0.9 %	40 Gras ⁴	Pinder et al., 1991
Onbekend, (hoger dan 2 cm)	2 ± 5%	26 gras ³	Arthur en Alldredge, 1982

¹op basis van geschatte verteerbaarheid van voer en Ti gehalte in grond en gras.

² op basis van asrest

³op basis van wassen

⁴ plutonium als tracer

⁵ neemt toe als functie van begrazingsdruk

Verscheidende Nederlandse rapporten maken gebruik van verscheidende cijfers voor de grondinname door grazers. Ze citeren daarbij meestal onderzoek waarin de grondinname ook niet bepaald is maar geciteerd is naar andere onderzoeken. Vanwege deze onduidelijkheid, en het belang van de grondinname voor de berekening van de loodinname, wordt in deze bijlage een overzicht van wetenschappelijke onderzoeken gegeven waarin de grondinname bepaald is of de gehalten grond in grasmonsters bepaald is.

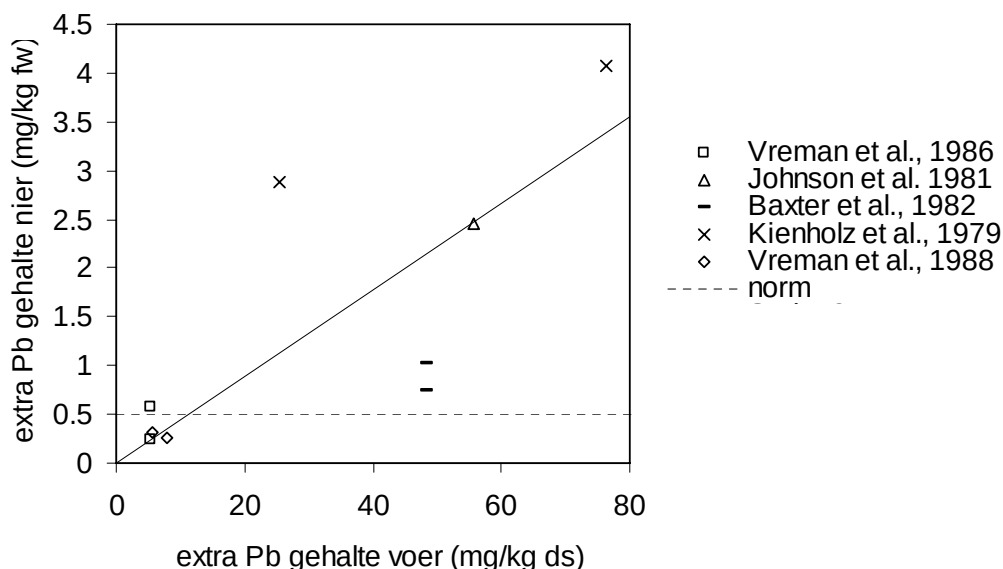
De consumptie van grond door dieren is deels doordat er grond op het blad zit (door opspatten bij regenval, door berijding met machines, door betreden), en doordat sommige dieren gras met wortels en grond uit de grond trekken. Door deze factoren varieert de consumptie van grond afhankelijk van diersoort, van seizoen, jaar en mogelijk bodemtype (McGrath et al, 1982; Hinton et al., 1995).

In berekeningen wordt gebruik gemaakt van de grondinname gedurende het seizoen dat begraasd wordt en van het seizoen dat de dieren op stal staan.

Hinton et al. (1995b) geeft aan dat de verscheidende methoden om de hoeveelheid grond op gras en gewassen in te schatten leidt tot sterke verschillen. Hij gebruikte: plutonium, titanium en scandium als tracers voor grond (aangenomen wordt dat gewassen verwaarloosbare hoeveelheden van deze tracers opnemen), en gebruikte het wassen van gras als methode (waswater wordt gefiltreerd, bepaald wordt de hoeveelheid grond op het filter na verassen). Kleine t.o.v. grote bodemdeeltjes dragen relatief weinig bij aan de massa grond aan gras. Kleine bodemdeeltjes dragen echter relatief veel bij aan de gehalte contaminanten door hun hogere gehalten aan contaminanten (en tracers). Een factor 2 à 3 verschil in de hoeveelheid aanhangende grond wordt berekend met de vier technieken. Het gebruiken van de fijner bodemfractie (< 0.125 mm) voor het bepalen van het tracergehalte in de bodem verbeterde de inschatting via de tracers. Het wegen van filters na wassen van gras zonder verassen leidde tot een grote fout omdat met wassen ook plantdelen op het filter achterbleven. Door het filter te verassen, en daarmee ook de plantdelen, wordt de hoeveelheid grond aan gras veel beter bepaald.

Sheppard en Everden (1995) geven ook aan dat er grote verschillen optreden tussen de verscheidende methoden om grond op gewassen te schatten. In tegenstelling tot de meeste andere auteurs gebruiken ze ICP-AES metingen voor grond en gewas. Ze komen tot de conclusie dat metingen van Al, Fe, Si en Ti in gewas- en grondmonsters geschikt zijn om gehalten aan grond in gewasmonsters te schatten. Bij lage gehalten aan grond in gewasmonsters lijkt de meting van Al, Fe, Si en Ti een onderschatting te geven van de fractie grond in gewasmonsters. Tevens concluderen ze dat het wassen met gedemineraliseerd water leidt tot geringe afname van grond in gewasmonsters.

Bijlage 4 Overdracht Pb naar nieren en levers van schapen

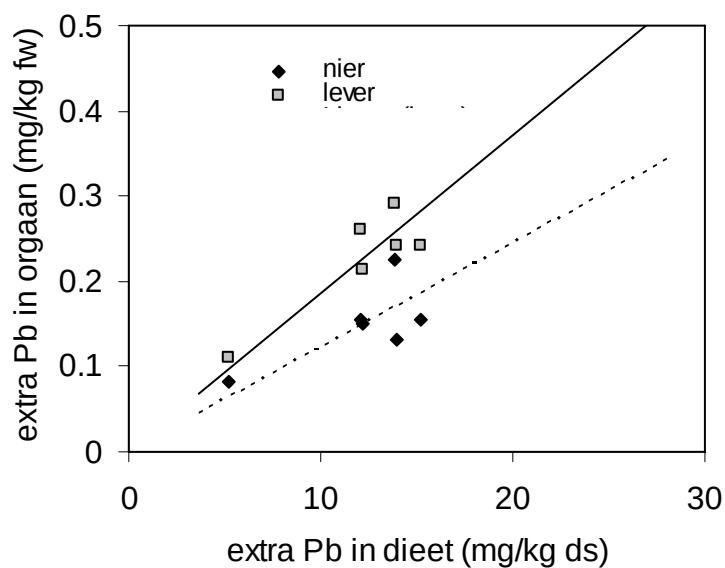


Figuur 14 Relatie tussen loodgehalten in voer en nieren van runderen (na aftrekken van de waarden van de controles) (data en referenties uit Van Hooft, 1995). Lijn geeft relatie op basis van mediane overdrachtsfactor van voer naar nier: 0,0443. Alleen gegevens gebaseerd op gegevens waarbij dieren gevoerd zijn met verontreinigde slijbten (i.p.v. loodzouten).

Om de overdracht van lood naar nieren en levers van schapen te berekenen zoals voor runderen zijn overdrachtsfactoren nodig. Van Hooft (1995) geeft overdrachtsfactoren voor runderen (zie bovenstaande figuur). De overdrachtsfactor voor nier ligt daarbij hoger dan die naar lever (nier 0.0443 t.o.v. lever 0.0291). Recentelijk heeft Hill et al. (1998a,b) de overdracht van onder andere Pb onderzocht bij schapen die in hun voer 10% rioolslib of grond (welke in het verleden verontreinigd is met rioolslib) kregen. Hierbij blijkt dat vers rioolslib in vergelijking tot grond bij vergelijkbare loodgehalten leidt tot een hogere overdracht naar de nieren en levers. De overdracht vanuit grond is voor toepassing van gegevens bij toemaakdek dan ook het meest relevant.

Relevante resultaten uit andere onderzoeken zijn onbekend. Oude onderzoeken zijn minder relevant omdat ook controles voorheen hoge loodgehalten bevatten (door hoge atmosferische depositie). Bijvoorbeeld: Van der Veen en Vreman (1986) onderzochten de overdracht van zware metalen bij schapen en troffen 2,8 mg Pb.kg⁻¹ ds aan in het gras. Ook vonden ze 0.5 en 1.2 mg Pb.kg⁻¹ fw in de nieren van schapen van de twee controle groepen.

In onderstaande figuur staan de gegevens uit Hill et al. (1998a,b) samengevat voor lood. De overdrachtsfactoren zijn voor schapen op dezelfde manier afgeleid als door runderen door Van Hooft (1995). Ook hier is het gehalte in het voer en in de organen gebaseerd op de gemeten gehalten min de controles. De mediaan van de berekende overdrachtsfactoren wordt gehanteerd als overdrachtsfactor: voor lever 0.019 (kg/kg) en voor nier 0.013 (kg/kg). Opvallend is dat de overdrachtsfactor voor lood van voer naar nier bij schapen lager ligt dan de lever, en dat bij de runderen omgekeerd is.



Figuur 15 Gehalten aan lood in levers en nieren van schapen na 84 dagen blootstelling aan voer met 10% grond waarbij de grond verschillende loodgehalten heeft.

Aangezien de norm voor lood in levers en nieren ligt bij $0.5 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ fw}$ is via extrapolatie het loodgehalte in voer te berekenen bij welke de norm in lever en nier overschreden kan worden. Dat is voor lever bij $26 \text{ mg Pb.kg}^{-1} \text{ ds}$ in voer en voor de nier bij $39 \text{ mg Pb.kg}^{-1} \text{ ds}$ in voer. Aangezien schapen ook in de winter grazen in weilanden en de inname van grond in voer dan aanzienlijk kunnen zijn is het bereiken van dergelijke innamen van lood in gebied met toemaakdek reëel.

Bijlage 5 Ecologische Gegevens

Ecologisch Onderzoeks- en Adviesbureau Van der Goes en Groot hebben vegetatieopnamen van de in provincie Zuid-Holland gelegen locaties gemaakt. De beschrijvingen zijn vastgelegd in Turboveg (Hennekens, 1995). Een manier om dergelijke gegevens te gebruiken is het berekenen van zogenaamde Ellenberggetallen. Deze getallen geven een indicatie van zuurgraad, nutriëntenrijkdom en vochtgehalte op basis van het voorkomen van plantensoorten. De vegetatieopname maakt deel uit van een nulopname van de vegetatie. De Ellenberggetallen geven samen met de extraheerbare gehalten aan nutriënten inzicht in de toestand. Ze kunnen omgerekend worden naar indices voor vocht, zuur, stikstof en zout die opgesteld zijn per natuurdoeltype (Van Dobben et al., 2004, en Van Dobben et al., 2006).

Ellenbergindices

locatie	vocht			zuur			stikstof			zout		
	gem.	std	n	gem	std	n	gem	std	n	gem.	std	n
T33	6.09	1.04	11	6.20	1.30	5	6.07	1.54	14	0.75	1.06	16
T42 1	5.93	0.92	14	5.88	1.13	8	6.35	1.22	17	0.65	0.99	20
T42 2	6.37	1.30	19	6.75	0.89	8	6.57	1.03	21	0.52	0.95	23
T42-3	6.64	1.69	14	6.67	0.52	6	6.50	1.21	16	0.61	1.04	18
T42 4	6.15	1.28	13	6.43	0.79	7	6.47	1.13	15	0.65	1.06	17
T42 5	6.06	1.03	17	6.29	0.95	7	6.56	1.20	18	0.55	1.00	20
T383	6.00	1.04	12	6.60	0.55	5	6.73	1.10	15	0.69	1.08	16
T117	5.89	0.93	9	6.75	0.50	4	6.90	0.99	10	1.00	1.73	11
T154	6.29	1.11	7	7.00		3	6.88	1.25	8	0.67	0.71	9
T225	6.40	2.01	10	6.50	0.55	6	6.77	1.17	13	0.86	1.10	14
T254	5.94	1.29	16	6.25	0.89	8	6.06	1.56	17	0.55	1.00	20
T111	6.22	1.48	9	6.67	0.58	3	6.08	1.38	12	0.42	0.67	12
T754	5.70	0.82	10	6.67	0.58	3	6.60	1.17	10	0.42	0.51	12
T765	6.60	2.01	10	6.50	0.55	6	6.25	1.29	12	0.29	0.47	14
T731	6.50	1.51	8	6.25	0.96	4	6.30	1.16	10	0.54	1.13	13
T1065	5.64	0.81	11	6.60	0.55	5	6.50	1.09	14	0.63	1.02	16
T523	5.88	1.36	16	6.63	0.74	8	6.59	1.00	17	0.42	0.61	19
T660	6.47	1.62	17	6.89	0.93	9	6.83	1.25	18	0.35	0.59	20
T612	5.29	0.95	7	6.67	0.58	3	6.80	0.79	10	0.82	1.17	11
T563	6.00	1.00	15	5.50	1.51	8	5.80	1.57	15	0.53	0.64	15
T607	5.82	1.13	17	6.67	1.12	9	6.60	1.14	20	0.52	0.60	21

Op verzoek van provincie Zuid-Holland worden (zie hieronder) de gegevens van Ecologisch Onderzoeks- en Adviesbureau Van der Goes en Groot gegeven.


```
J      WEL/NIET STUURFILE AFDRUKKEN
N      UITLEGTEKST BIJ UITVOER
H:\Isv\userdata\uit\toemaakdekopnamen2006.VBD
H:\Isv\userdata\sel\toemaakdekopnamen2006.SBD
J      PLANTNUMMERS ERBIJ
A      SORTEREN OP A=NW B=BED C=ALF
N      NIEUWE BLADZIJDE PER KM
N      MEER DAN 1 PROJEKT
N      PER KM PER PROJEKT
N      SEK. KOPGEGEVENS IN TABEL PER KM
h:\ISV\MAINDATA\PlantGegevens.ASC
2      LUMPNIVO
0
```

PROGRAMMA <VEGPAP>

DATUM 07-02-2007

H:\Isv\userdata\sel\toemaakdekopnamen2006.SBD

VOLGORDE HOGERE PLANTEN: WAARDE

LUMPNIVEAU: STANDAARD LUMP

```
=====
pr1 x107.775 y460.742 opn512 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 29 trol 70 srtn 16 vgty
 19.AGROSCAP.2 397.DESCHCES.2 1093.RUMEXACE.2 40.ALOPEGEN.4 205.CARDMPRA.3 932.PHLEUP-P.3 631.HOLCULAN.4
 18.AGROSSTO.3 331.CIRSIARV.2 1056.RANUNREP.6 1306.TRIFOREP.5 959.POA TRI.7 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.8
1250.STELLMED.3 952.POA ANN.2

pr1 x107.558 y460.195 opn522 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 30 trol 65 srtn 20 vgty
 19.AGROSCAP.2 66.ANTHOODO.2 1093.RUMEXACE.4 40.ALOPEGEN.4 135.BELLIPER.2 205.CARDMPRA.5 42.ALOPEPRA.3
296.CERASF-V.2 1006.POTENANS.3 582.GLECHHED.5 631.HOLCULAN.6 18.AGROSSTO.4 1056.RANUNREP.4 1306.TRIFOREP.2
959.POA TRI.8 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.7 1250.STELLMED.2 446.ELYTRREP.2 952.POA ANN.4

pr1 x107.575 y460.251 opn532 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 33 trol 70 srtn 23 vgty
869.OENANFIS.2 519.FESTUPRA.2 972.PERSIHYD.1 1093.RUMEXACE.5 40.ALOPEGEN.4 135.BELLIPER.2 205.CARDMPRA.4
42.ALOPEPRA.3 930.PHALAARU.1 1006.POTENANS.2 932.PHLEUP-P.2 1224.SONCHASP.1 582.GLECHHED.4 390.DACTYGL0.2
631.HOLCULAN.5 18.AGROSSTO.5 1056.RANUNREP.5 959.POA TRI.8 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.7 1250.STELLMED.2
446.ELYTRREP.3 952.POA ANN.2

pr1 x107.581 y460.271 opn542 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 27 trol 71 srtn 18 vgty
1093.RUMEXACE.4 40.ALOPEGEN.4 135.BELLIPER.2 205.CARDMPRA.3 967.PERSIAMP.2 42.ALOPEPRA.4 930.PHALAARU.2
1006.POTENANS.3 582.GLECHHED.3 631.HOLCULAN.6 18.AGROSSTO.5 1056.RANUNREP.3 959.POA TRI.8 1264.TARAXOFF.2
756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2 446.ELYTRREP.4 952.POA ANN.2

pr1 x107.452 y460.052 opn552 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 26 trol 70 srtn 17 vgty
1093.RUMEXACE.4 40.ALOPEGEN.4 135.BELLIPER.3 205.CARDMPRA.3 42.ALOPEPRA.2 296.CERASF-V.2 930.PHALAARU.2
```

631.HOLCULAN.4 18.AGROSSTO.6 1056.RANUNREP.6 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.8 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.7
 1250.STELLMED.3 446.ELYTRREP.4 952.POA ANN.2

pr1 x107.463 y460.077 opn562 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 28 trol 69 srtn 20 vgty
 972.PERSIHYD.1 1093.RUMEXACE.3 40.ALOPEGEN.5 135.BELLIPER.3 205.CARDMPRA.4 42.ALOPEPRA.3 296.CERASF-V.2
 1006.POTENANS.2 932.PHLEUP-P.2 336.CIRSIVUL.1 582.GLECHHED.4 631.HOLCULAN.4 1098.RUMEXCRI.1 18.AGROSSTO.4
 1056.RANUNREP.4 959.POA TRI.8 1264.TARAXOFF.2 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2 952.POA ANN.2

pr1 x108.400 y463.270 opn612 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 25 trol 77 srtn 16 vgty
 1093.RUMEXACE.2 40.ALOPEGEN.3 135.BELLIPER.1 42.ALOPEPRA.2 932.PHLEUP-P.2 1101.RUMEXOBT.1 1098.RUMEXCRI.1
 18.AGROSSTO.4 1056.RANUNREP.5 1306.TRIFOREP.4 959.POA TRI.7 1264.TARAXOFF.5 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2
 446.ELYTRREP.5 952.POA ANN.4

pr1 x109.389 y459.119 opn672 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 21 trol 83 srtn 11 vgty
 795.TRIPLMAR.1 1098.RUMEXCRI.1 1056.RANUNREP.3 200.CAPSEBUR.1 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.8 1264.TARAXOFF.4
 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.5 446.ELYTRREP.4 952.POA ANN.4

pr1 x110.303 y458.686 opn192 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 19 trol 85 srtn 9 vgty
 40.ALOPEGEN.2 631.HOLCULAN.2 1056.RANUNREP.3 959.POA TRI.7 1264.TARAXOFF.5 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2
 446.ELYTRREP.6 952.POA ANN.2

pr1 x110.043 y459.788 opn472 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 25 trol 77 srtn 14 vgty
 1093.RUMEXACE.2 40.ALOPEGEN.4 967.PERSIAMP.2 42.ALOPEPRA.3 1101.RUMEXOBT.2 331.CIRSIARV.2 1056.RANUNREP.4
 968.POLYNAVI.2 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.6 1264.TARAXOFF.5 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2 446.ELYTRREP.6

pr1 x110.800 y459.048 opn482 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl-43 trol 65 srtn 21 vgty
 1045.RANUNBUL.1 397.DESCHCES.3 972.PERSIHYD.1 1093.RUMEXACE.3 40.ALOPEGEN.2 205.CARDMPRA.4 1040.RANUNACR.3

42.ALOPEPRA.2 296.CERASF-V.2 2321.POAP=A .2 1006.POTENANS.2 582.GLECHHED.3 390.DACTYGLO.5 631.HOLCULAN.6
 18.AGROSSTO.3 1056.RANUNREP.4 1306.TRIFOREP.3 959.POA TRI.7 1264.TARAXOFF.5 756.LOLIUPER.7 1250.STELLMED.3

pr1 x114.472 y463.897 opn302 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 25 trol 76 srtn 12 vgty
 584.GLYCEFLU.4 40.ALOPEGEN.2 135.BELLIPER.2 42.ALOPEPRA.3 161.BROMUH-H.1 932.PHLEUP-P.2 631.HOLCULAN.4
 18.AGROSSTO.4 959.POA TRI.6 1264.TARAXOFF.1 756.LOLIUPER.8 446.ELYTRREP.5

pr1 x115.471 y467.895 opn222 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 20 trol 78 srtn 12 vgty
 205.CARDMPRA.2 390.DACTYGLO.2 631.HOLCULAN.2 1056.RANUNREP.2 200.CAPSEBUR.1 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.8
 1264.TARAXOFF.2 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.3 446.ELYTRREP.5 952.POA ANN.4

pr1 x115.564 y468.126 opn 62 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst1 nwl 24 trol 74 srtn 14 vgty
 967.PERSIAMP.2 1040.RANUNACR.3 42.ALOPEPRA.3 930.PHALAARU.2 390.DACTYGLO.5 631.HOLCULAN.4 18.AGROSSTO.4
 1056.RANUNREP.2 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.7 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2 446.ELYTRREP.4

pr1 x116.134 y466.145 opn 92 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst1 nwl 26 trol 66 srtn 13 vgty
 972.PERSIHYD.1 946.PLANTLAN.2 1093.RUMEXACE.2 1040.RANUNACR.2 930.PHALAARU.2 932.PHLEUP-P.1 631.HOLCULAN.8
 18.AGROSSTO.4 1056.RANUNREP.3 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.7 756.LOLIUPER.5 446.ELYTRREP.4

pr1 x116.138 y467.511 opn 32 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst1 nwl 25 trol 76 srtn 16 vgty
 1093.RUMEXACE.2 135.BELLIPER.2 1040.RANUNACR.1 42.ALOPEPRA.2 2396.LAMIUPUR.2 631.HOLCULAN.4 18.AGROSSTO.3
 331.CIRSIARV.1 1056.RANUNREP.2 200.CAPSEBUR.2 1306.TRIFOREP.3 959.POA TRI.5 1264.TARAXOFF.2 756.LOLIUPER.9
 1250.STELLMED.4 952.POA ANN.4

pr1 x118.848 y463.376 opn 82 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 26 trol 73 srtn 19 vgty
 40.ALOPEGEN.5 135.BELLIPER.3 205.CARDMPRA.2 296.CERASF-V.4 2396.LAMIUPUR.1 930.PHALAARU.3 336.CIRSIVUL.1
 1098.RUMEXCRI.2 18.AGROSSTO.2 2320.PLANTMAJ.1 1056.RANUNREP.5 968.POLYNAVI.1 1306.TRIFOREP.4 959.POA TRI.7

1264.TARAXOFF.2 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.1 446.ELYTRREP.4 952.POA ANN.4

pr1 x119.649 y461.982 opn222 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 32 trol 75 srtn 20 vgty
869.OENANFIS.1 972.PERSIHYD.1 584.GLYCEFLU.3 40.ALOPEGEN.5 205.CARDMPRA.1 2396.LAMIUPUR.1 930.PHALAARU.3
932.PHLEUP-P.2 1101.RUMEXOBT.1 631.HOLCULAN.2 1225.SONCHOLE.1 18.AGROSSTO.2 1056.RANUNREP.8 1306.TRIFOREP.2
959.POA TRI.5 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.4 446.ELYTRREP.2 952.POA ANN.3

pr1 x119.741 y463.608 opn 82 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 21 trol 83 srtn 11 vgty
1093.RUMEXACE.1 1040.RANUNACR.1 200.CAPSEBUR.2 968.POLYNAVI.1 1306.TRIFOREP.2 959.POA TRI.4 1264.TARAXOFF.2
756.LOLIUPER.9 1250.STELLMED.4 446.ELYTRREP.2 952.POA ANN.4

pr1 x119.403 y464.574 opn212 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst7 nwl 31 trol 61 srtn 17 vgty
19.AGROSCAP.4 397.DESCHCES.7 680.JUNCUEFF.5 520.FESTURUB.2 40.ALOPEGEN.3 205.CARDMPRA.3 296.CERASF-V.2
631.HOLCULAN.4 18.AGROSSTO.3 1056.RANUNREP.2 1306.TRIFOREP.4 959.POA TRI.6 1264.TARAXOFF.1 756.LOLIUPER.4
952.POA ANN.2 . 2567.BRACTRUT.5 2729.EURHYPR.4

pr1 x120.286 y463.997 opn 12 her0 jr2006 tt31 ipi411 opnt 2 mtp,mo 0,0 plst1 nwl 29 trol 72 srtn 21 vgty
19.AGROSCAP.5 1078.RORIPSYL.2 40.ALOPEGEN.4 135.BELLIPER.2 1006.POTENANS.1 1224.SONCHASP.1 336.CIRSIVUL.2
631.HOLCULAN.2 331.CIRSIARV.2 2320.PLANTMAJ.2 1321.URTICDIO.1 1056.RANUNREP.6 200.CAPSEBUR.2 968.POLYNAVI.2
1306.TRIFOREP.5 959.POA TRI.5 1264.TARAXOFF.3 756.LOLIUPER.8 1250.STELLMED.2 446.ELYTRREP.4 952.POA ANN.3

=====

VEGETATIE-ONDERZOEK PROVINCIE ZUID-HOLLAND PROGRAMMA VEGPAP DATUM 07-02-2007

pr coördinaten opn h jaar datum onz tt lstr dlpr eig l x b -hoogte- bedekkin ptr sto geb dp pl her bt acid-vh,vm,zh,zm

=====

01 107.775 460.742 512 0 2006 22.09 089 31 2216 0077 00 010x100 00000012 50005011 1 0 15 00 06 101 52 43, 0, 0, 0

01	107.558	460.195	522	0	2006	19.08	089	31	2216	0077	00	010x100	000000315	50015011	1	0	15	00	08	101	52	43,	0,	0,	0
01	107.575	460.251	532	0	2006	19.08	089	31	2216	0077	00	010x100	000000415	50015011	1	0	15	00	08	101	52	37,	0,	0,	0
01	107.581	460.271	542	0	2006	19.09	089	31	2216	0077	00	010x100	000000415	50025011	1	0	15	00	08	101	52	41,	0,	0,	0
01	107.452	460.052	552	0	2006	19.09	089	31	2216	0077	00	010x100	000000415	50015011	1	0	15	00	08	101	52	42,	0,	0,	0
01	107.463	460.077	562	0	2006	19.09	089	31	2216	0077	00	010x100	000000415	50015011	1	0	15	00	08	101	52	38,	0,	0,	0
01	108.400	463.270	612	0	2006	22.09	089	31	2211	0077	00	010x100	000000015	50005011	1	0	15	00	08	101	52	40,	0,	0,	0
01	109.389	459.119	672	0	2006	19.08	089	31	2216	0077	00	010x100	000000310	50015012	1	0	15	00	04	101	52	40,	0,	0,	0
01	110.303	458.686	192	0	2006	19.09	089	31	2216	0077	00	010x100	000000420	50025012	1	0	15	00	05	101	52	41,	0,	0,	0
01	110.043	459.788	472	0	2006	19.08	089	31	2216	0077	00	010x100	000000015	50005012	1	1	15	00	04	101	52	40,	0,	0,	0
01	110.800	459.048	482	0	2006	19.08	089	31	2216	0077	00	010x100	000000715	50015011	1	0	15	00	05	101	52	43,	0,	0,	0
01	114.472	463.897	302	0	2006	18.09	089	31	2209	0077	00	010x100	000000015	50005022	1	0	15	00	04	101	33	42,	0,	0,	0
01	115.471	467.895	222	0	2006	18.09	089	31	2202	0077	00	010x100	000000012	50005022	1	1	15	00	07	101	52	43,	0,	0,	0
01	115.564	468.126	062	0	2006	18.09	089	31	0000	0077	31	010x100	000000310	50034011	1	0	15	00	07	101	52	42,	0,	0,	0
01	116.134	466.145	092	0	2006	18.09	089	31	2206	0077	31	010x100	000000525	50015020	1	0	15	00	08	101	33	43,	0,	0,	0
01	116.138	467.511	032	0	2006	18.09	089	31	2203	0077	31	010x100	000000210	50015011	1	0	15	00	04	281	52	43,	0,	0,	0
01	118.848	463.376	082	0	2006	19.09	089	31	2221	0077	00	010x100	00001507	50015012	1	0	15	00	03	101	52	37,	0,	0,	0
01	119.649	461.982	222	0	2006	19.09	089	31	2221	0077	00	010x100	000000418	50015011	1	0	15	00	06	101	50	35,	0,	0,	0
01	119.741	463.608	082	0	2006	19.09	089	31	2221	0077	00	010x100	000000412	50015011	1	0	15	00	09	241	52	45,	0,	0,	0
01	119.403	464.574	212	0	2006	18.09	089	31	2221	0077	00	010x100	00001507	50014212	1	0	15	00	03	101	50	46,	49,	0,	0
01	120.286	463.997	012	0	2006	19.09	089	31	2221	0077	31	010x100	000000315	50015011	1	0	15	00	09	101	52	34,	0,	0,	0

Bijlage 6 Samenstelling gras- en grondmonsters

grasmonster nr.	vocht (%)	Al mg/kg ds	Fe mg/kg ds	Zn mg/kg ds	K mmol/kg ds	P mmol/kg ds	S mmol/kg ds	Cd	Co	Cr	Cu ug/kg ds	Mo	Ni	Pb
T51	3.5	91	210	67	1088	115	202	51	250	780	9791	4995	1153	432
T89	3.6	125	165	34	957	155	91	49	150	1035	7055	2678	797	372
T111	2.6	214	339	61	813	138	139	109	223	1020	9686	2265	2269	464
T149	2.4	67	123	34	591	116	163	28	62	821	6619	2299	877	377
T33	3.1	73	110	38	591	98	123	110	163	512	9277	3264	1114	755
T117	2.4	145	154	35	589	71	84	102	158	757	7861	1777	558	683
T154	2.3	376	399	46	636	111	96	101	175	835	9851	2915	654	1522
T225	2.8	29	85	44	1050	100	86	71	39	546	8973	1744	245	301
T254	3.0	124	154	48	498	91	112	131	111	654	8908	2192	1113	735
T383	2.9	162	142	30	493	118	132	52	138	570	8759	2020	1072	431
T523	3.6	104	132	51	970	158	105	90	156	1474	12766	3695	668	794
T563	3.7	692	435	51	1160	139	126	93	288	1770	11816	3962	1087	3524
T612	3.7	271	210	36	1021	125	129	55	121	1216	9265	5374	677	1284
T660	2.9	1196	746	45	779	87	98	120	48	768	5558	2019	638	753
T731	2.5	187	191	80	618	94	126	124	144	1202	12153	4182	832	2996
T754	2.5	258	360	101	887	134	158	57	290	1191	12828	4353	965	2179
T765	2.6	52	129	68	998	119	200	65	118	644	12011	3699	844	565
T839	2.4	28	110	58	348	94	156	60	47	771	11244	4148	680	458
T885	2.3	309	299	75	642	125	163	99	163	1210	13530	3732	940	2342
T948	2.3	331	356	66	1201	109	231	60	157	1197	12706	3748	884	1458
T1065	2.5	112	151	66	739	135	220	111	81	738	9644	6717	743	1314
T1196	2.4	20	111	48	826	82	161	62	121	1056	8231	2772	602	289
T1459	3.7	589	435	53	809	159	110	206	187	1833	11208	8514	1381	4793
T1583	2.3	-8	96	41	788	88	117	58	32	1107	10033	2033	255	250
T1794	3.1	356	293	56	520	74	116	38	128	1001	8494	2454	784	4024
T1818	3.4	369	317	48	799	171	108	82	153	1222	11646	6055	886	9836
T2276	2.4	1410	973	69	772	101	210	75	350	1828	7786	3037	1212	3215
T2281	3.0	199	332	77	1059	177	136	108	174	1138	13229	5406	855	1448
T2746	3.4	101	141	62	966	124	148	69	91	999	11098	2950	1051	1039
T2998	3.0	36	101	51	787	119	93	70	74	1107	9572	2095	471	600
T42-1	2.9	219	263	56	677	113	100	131	175	1096	9793	3090	994	1311
T42-2	2.9	116	175	42	620	117	102	91	110	743	9061	2932	481	1153
T42-3	3.1	146	184	51	760	123	116	110	127	751	9338	2390	742	1278
T42-4	3.0	280	266	53	690	106	104	180	195	860	8610	3081	849	1538
T42-5	3.2	344	263	58	597	130	123	255	216	972	10201	3069	1355	2140
T1144-1	3.2	22	92	49	795	102	88	38	21	984	8269	792	397	649
T1144-2	2.9	17	75	59	839	96	104	85	26	843	7957	928	292	545
T1144-3	3.0	73	124	44	801	105	84	24	38	876	10231	597	271	1751
T1144-4	2.8	34	91	53	683	106	78	26	26	1004	10434	539	324	819
T1144-5	3.1	172	185	40	659	96	89	35	78	1181	8786	1237	510	2870
T1826-1	3.5	127	225	75	795	168	99	150	163	1104	12846	5187	548	3035
T1826-2	3.6	939	833	65	693	143	129	128	547	2206	12199	2834	1757	11163
T1826-3	3.3	699	847	58	744	117	106	92	583	1796	12148	1256	1600	9028
T1826-4	2.9	41	117	56	770	143	113	92	78	817	11569	3260	508	1483
T1826-5	3.3	46	112	73	736	149	101	198	96	814	11722	6505	663	1878
T3122-1	3.6	25	82	31	901	124	91	35	48	1052	7918	1327	262	231
T3122-2	3.7	9	69	27	900	132	83	30	32	904	7899	1963	207	185
T3122-3	3.5	75	121	39	858	137	105	80	69	1472	9338	3100	598	524
T3122-4	3.6	130	161	39	753	128	102	76	98	883	10062	1575	691	675
T3122-5	3.6	31	93	39	786	138	118	54	93	1017	9235	1717	498	376
T607	3.5	291	239	62	989	132	139	88	118	1421	11918	2857	810	3455

Twee bemonsteringstijdstippen. Eerste tijdstip zie ook hierboven.

17-07	T612	2.1	309	246	64	884	86	206	73	209	1231	12116	1589	817	2334
30-08	T612	3.7	271	210	36	1021	125	129	55	121	1216	9265	5374	677	1284
17-07	T2281	2.5	113	146	69	691	130	141	118	389	2410	12383	4238	2082	5132
30-08	T2281	3.0	199	332	77	1059	177	136	108	174	1138	13229	5406	855	1448
30-08	T2998	3.0	36	101	51	787	119	93	70	74	1107	9572	2095	471	600
17-07	T2998	2.3	330	309	67	1177	114	98	102	90	900	11075	4420	693	1757

**Samenstelling grondmonsters (fractie < 2mm). Extractie Aqua Regia.
Gehalten in mg/kg ds. Organische stofgehalte en lutumgehalte (<2 um) in %.**

grondnr.	Al	Fe	P	S	Zn	As	Cd	Co	Cu	Cr	Mo	Ni	Pb	OM	<2um
T89	16601	24005	2343	1609	123	14	0.55	8.8	42	38	2	22	50	20.5	23.9
T885	20239	18816	1823	2390	148	18	0.73	4.9	68	31	1	20	311	32.1	21.1
T948	19068	17357	1913	2333	127	18	0.48	5.0	99	27	2	19	407	30.4	21.3
T839	24446	21490	1685	2086	134	15	0.68	7.1	52	36	2	24	210	27.3	26.0
T1065	17783	21416	2004	2254	154	15	0.58	5.8	101	27	1	21	463	28.1	17.7
T111	23400	51743	2836	2383	138	19	0.72	11.9	32	40	2	33	70	23.8	25.0
T149	21109	32177	1419	4513	135	20	0.57	8.3	70	36	5	27	191	35.0	21.8
T731	18877	18822	1757	2507	177	16	0.53	5.7	111	25	1	21	481	26.5	18.2
T754	14369	26095	2224	3531	1618	19	1.13	13.7	111	25	1	27	363	34.1	14.8
T765	24610	24616	2120	2947	177	15	0.63	7.0	182	35	2	25	299	30.8	25.1
T51	15887	22021	1010	5657	69	12	0.32	5.2	21	31	2	21	36	39	20
T607	20639	22470	2747	3519	434	18	1.28	8.0	136	34	2	30	695	38	21
T1196	25867	24076	2384	5429	218	18	1.01	7.2	80	39	3	35	279	45	25
T1459	22335	22560	2315	5960	195	19	0.73	6.3	100	36	3	29	359	50	26
T1583	31538	22988	2499	3265	188	21	0.91	5.3	69	50	3	24	486	41	30
T660	33354	24779	2038	3837	211	18	0.85	5.8	61	48	1	28	185	45	30
T2276	32118	30184	2189	2235	234	24	0.86	7.8	125	42	3	31	514	32	28
T2281	21531	22280	2529	2306	377	22	1.14	6.9	94	35	2	25	549	31	21
T2746	33341	29359	1989	2139	255	20	0.72	8.5	113	45	3	35	510	29	35
T2998	29879	29273	2784	2771	253	22	0.86	7.4	120	41	2	29	394	32	27
T42-1 C	26482	23865	1365	1341	119	16	0.48	8.7	59	39	2	26	298	16.0	27.5
T42-1 B	26637	24372	1313	1111	126	17	0.45	8.7	65	39	1	26	286	14.8	26.3
T42-1 A	27176	24462	1254	1172	128	17	0.44	8.9	65	40	2	27	284	14.5	26.9
T42-2	22602	23908	1328	1590	112	19	0.49	7.0	58	35	1	24	335	16.5	23.8
T42-3	23493	23779	1374	1098	130	19	0.54	7.5	60	39	2	24	324	14.7	23.7
T42-4	27108	27954	1642	1213	132	19	0.51	9.3	66	41	2	27	306	15.1	24.3
T42-5	25392	26960	1380	1254	116	20	0.47	7.8	64	38	2	25	314	14.7	22.6
T33	28845	26721	949	1264	116	14	0.42	9.5	59	41	1	33	236	15.7	27.6
T225	18384	19161	1570	1851	115	13	0.57	6.3	77	31	2	22	480	22.1	17.1
T117	29651	24620	1129	1554	124	17	0.53	7.1	52	42	1	28	295	18.5	29.8
T154	17934	18578	1641	1841	120	12	0.56	7.2	37	35	1	25	118	16.8	17.2
T383	26718	23322	1222	1295	127	14	0.56	8.6	37	39	1	30	95	17.9	26.2

grondnr.	Al	Fe	P	S	Zn	As	Cd	Co	Cu	Cr	Mo	Ni	Pb	OM	<2um
T254	27876	25109	1225	1889	174	15	0.59	7.7	78	40	2	28	251	22.9	22.9
T523	19596	18329	1800	2658	206	18	0.81	5.8	143	29	2	22	519	32	16
T563	18192	17923	2067	2200	162	16	0.67	5.1	233	32	1	21	546	28	14
T612	21936	19329	1996	3518	157	15	0.56	5.6	83	31	3	25	399	38	22
T1826-1A	14638	23162	2978	3503	471	47	1.41	8.8	160	30	3	28	798	44.4	13
T1826-1B	14440	21990	3095	3625	495	75	1.52	8.5	192	30	3	26	864	41.8	13
T1826-1C	15546	26406	3058	3909	506	58	1.46	11.5	252	30	4	34	1630	44.1	12
T1826-2	16716	22163	3348	4469	441	33	1.31	7.9	194	31	4	29	1058	42.3	14
T1826-3	13556	19880	2572	8916	435	28	1.38	9.1	182	28	3	27	809	46.6	11
T1826-4	15960	19347	2668	2926	401	43	1.21	7.3	256	32	3	24	969	40.3	14
T1826-5	14084	19900	2768	4760	506	27	1.56	8.9	158	32	3	29	725	50.9	11
T1818	16647	20995	2692	4413	363	24	1.22	7.1	169	30	3	27	791	41.6	16
T1794	16733	20060	2845	3014	313	29	0.87	6.0	234	26	3	21	1007	35.5	14
T1144-1A	22291	24333	1658	3680	274	33	0.84	7.0	157	35	2	27	802	38.4	19
T1144-1B	21916	26881	1660	3536	276	31	0.78	6.9	142	33	2	25	642	37.9	19
T1144-1C	22537	24756	1617	3478	254	33	0.81	6.8	134	33	2	25	710	37.3	22
T1144-2	22655	23533	1712	3827	274	28	0.85	6.7	124	35	3	26	692	38.0	23
T1144-3	22146	23952	1751	3767	334	27	0.86	7.0	190	35	2	25	763	39.6	21
T1144-4	18752	25768	1532	4047	195	24	0.68	5.8	103	30	2	22	475	36.7	18
T1144-5	22109	23353	1597	4453	224	25	0.73	6.9	109	33	2	24	572	39.7	19
T3122-1A	37512	34549	2830	3127	139	23	0.67	7.3	52	60	3	31	117	30.6	36
T3122-1B	37915	32135	2885	3054	149	24	0.69	7.5	52	62	3	32	122	30.1	35
T3122-1C	37157	32346	2629	2888	129	24	0.64	7.6	54	60	3	31	115	32.2	35
T3122-2	36215	28936	2856	3148	181	21	0.75	7.7	54	62	3	31	114	29.7	36
T3122-3	36677	29321	2889	2989	170	22	0.76	7.5	75	64	4	31	137	30.3	34
T3122-4	36653	28603	2829	2960	201	20	0.75	7.4	55	63	4	31	123	29.9	34
T3122-5	37126	29281	2769	3029	150	22	0.69	7.4	58	62	3	31	132	31.9	35

Achtervoegsel nummer 1 t/m 5: 5 plots per perceel.

Achtervoegsel A, B en C: triplo bemonstering van één plot.

Referentielocaties: T51, T89, T111 en T149.

Actuele en potentiële beschikbaarheid van P, Zn, Pb, Cd en Cu via extractie met 0,01 M CaCl₂ en 0,43 M HNO₃

nr	pH	P	Zn	Pb	Cd	Cu	P	Zn	Cd	Cu	Pb
		Extraheerbaar in 0,01 M CaCl ₂ in mg/kg ds					Extraheerbaar in 0,43 M HNO ₃ in mg/kg ds				
T89	5.8	1.7	0.6	0.006	0.007	0.131	971	60	0.53	19	34
T885	5.1	2.3	2.1	0.218	0.022	0.248	168	53	0.71	36	204
T948	5.0	1.2	3.5	0.336	0.022	0.324	388	58	0.52	59	303
T839	4.8	2.0	3.1	0.138	0.038	0.164	155	48	0.67	26	136
T1065	5.0	1.8	3.1	0.228	0.020	0.281	327	78	0.63	63	336
T111	4.9	1.6	4.0	0.016	0.033	0.087	805	65	0.73	15	40
T149	5.1	0.7	1.2	0.048	0.008	0.086	162	56	0.55	19	85
T731	5.2	1.8	3.2	0.252	0.018	0.375	377	97	0.61	68	376
T754	6.1	1.3	8.1	0.087	0.010	0.231	606	1009	1.09	64	200
T765	5.0	1.6	6.7	0.160	0.031	1.166	407	94	0.66	147	220
T51	5.2	1.8	0.8	0.013	0.006	0.065	178	38	0.31	7	19
T607	5.1	3.1	7.6	0.474	0.037	0.370	401	198	1.14	76	489
T1196	5.2	3.0	2.7	0.084	0.018	0.226	479	113	0.96	37	139
T1459	4.4	3.2	8.1	0.370	0.042	0.325	617	108	0.72	46	239
T1583	4.7	3.9	6.7	0.224	0.048	0.189	562	93	0.95	35	208
T660	5.1	4.9	3.1	0.085	0.020	0.169	334	97	0.84	22	107
T2276	4.9	6.6	5.8	0.214	0.046	0.363	333	82	0.83	61	212
T2281	5.0	8.3	9.3	0.331	0.052	0.296	613	170	1.16	54	378
T2746	5.1	6.4	4.0	0.246	0.031	0.407	352	83	0.76	63	318
T2998	4.9	7.7	6.9	0.211	0.037	0.437	656	115	0.87	67	265
T42-1 C	5.0	5.9	1.5	0.119	0.032	0.266	223	30	0.47	36	161
T42-1 B	5.1	5.5	1.3	0.120	0.030	0.285	200	27	0.46	39	183
T42-1 A	5.1	5.2	1.3	0.118	0.032	0.275	180	26	0.46	40	178
T42-2	5.0	6.5	1.4	0.253	0.032	0.275	285	26	0.51	36	259
T42-3	5.0	5.6	1.8	0.171	0.042	0.263	308	27	0.53	37	226
T42-4	5.2	5.0	1.1	0.093	0.027	0.289	367	28	0.49	38	190
T42-5	4.9	5.4	2.0	0.228	0.044	0.265	230	26	0.47	39	218
T33	5.1	3.9	0.6	0.099	0.021	0.190	76	17	0.42	32	136
T225	5.4	6.4	0.5	0.096	0.011	0.319	310	32	0.61	50	189
T117	5.2	5.4	0.7	0.239	0.025	0.222	114	17	0.53	29	205
T154	6.8	4.4	0.0	0.011	0.003	0.154	673	38	0.59	20	89
T383	5.1	5.3	1.2	0.030	0.029	0.144	174	28	0.56	18	51
T254	4.8	5.1	3.7	0.116	0.035	0.255	74	55	0.63	49	145
T523	5.0	2.8	1.4	0.160	0.012	0.276	230	101	0.83	72	311
T563	5.0	2.6	3.9	0.154	0.018	0.185	538	73	0.75	186	401
T612	5.2	2.4	3.5	0.330	0.028	0.647	458	92	0.60	42	185
T1826-1A	5.4	3.8	6.5	0.640	0.026	0.445	607	297	1.398	79	593
T1826-1B	5.4	2.4	6.6	0.619	0.029	0.476	746	288	1.505	89	600
T1826-1C	5.4	2.5	6.5	0.692	0.026	0.529	615	299	1.374	110	645
T1826-2	5.2	2.8	11.4	0.784	0.039	0.327	1082	279	1.190	94	799
T1826-3	6.3	0.9	1.6	0.497	0.010	0.455	747	256	1.250	84	497
T1826-4	5.0	2.8	14.1	0.679	0.051	0.713	618	251	1.252	173	680
T1826-5	5.5	1.4	5.5	0.532	0.025	0.415	484	297	1.493	82	506
T1818	6.1	0.7	1.2	0.422	0.010	0.403	768	186	1.077	96	558
T1794	5.4	1.5	4.2	0.527	0.018	0.606	712	176	0.909	133	736
T1144-1A	4.8	1.3	8.5	0.588	0.038	0.378	128	139	0.849	83	514
T1144-1B	4.8	1.0	7.2	0.401	0.033	0.303	124	126	0.828	74	426
T1144-1C	4.8	1.2	7.3	0.480	0.035	0.276	117	126	0.782	73	447
T1144-2	4.8	1.3	7.9	0.466	0.037	0.255	120	132	0.817	63	447
T1144-3	4.8	2.4	8.3	0.583	0.038	0.524	144	134	0.837	99	516
T1144-4	4.4	1.6	11.6	0.617	0.059	0.296	205	92	0.673	55	347
T1144-5	4.5	1.6	9.0	0.443	0.041	0.232	144	108	0.690	51	342

nr	pH	P	Zn	Pb	Cd	Cu	P	Zn	Cd	Cu	Pb
		Extraheerbaar in 0,01 M CaCl ₂ in mg/kg ds					Extraheerbaar in 0,43 HNO ₃ in mg/kg ds				
T3122-1A	5.0	1.3	1.5	0.029	0.021	0.146	538	40	0.633	22	61
T3122-1B	5.0	1.5	1.4	0.031	0.021	0.143	551	40	0.643	21	60
T3122-1C	4.9	1.7	1.5	0.029	0.021	0.146	539	39	0.621	22	64
T3122-2	5.2	2.6	1.3	0.019	0.017	0.153	563	56	0.687	22	60
T3122-3	5.0	2.5	2.1	0.034	0.024	0.247	584	58	0.665	40	81
T3122-4	5.2	1.8	1.2	0.022	0.017	0.163	600	54	0.677	22	67
T3122-5	5.1	1.7	1.4	0.032	0.019	0.168	549	52	0.655	23	77

Bijlage 7 Kenmerken in het veld

locatie	Bemonsterings- datum	Gras- hoogte cm	verspuiting bagger*	Bedekkingsgraad in %			Sloot- demp- ingen**	Type Onder- zoek
				gras	klaver	kruiden		
T 51	1 en 30 aug 2006	10	nee	100			nee	R
T 89	30 aug 2006	10	nee	95		5	nee	R
T 111	14aug 2006	7	nee	95	5		nee	R
T 149	14aug 2006	10-30	nee	55	10	35	nee	R
T 33	12-7-2006	10	nee	80	5		nee	t
T 117	14 juli 2006	12	nee	90	5		nee	t
T 154	14 juli 2006	9	nee	90			nee	t
T 225	14 juli 2006	15	nee	90			nee	t
T 254	14 juli 2006	15	nee	70		10	nee	t
T 383	14 juli 2006	15	nee	95			nee	t
T 523	18 juli 28 aug	15	nee	90			nee	t
T 563	18 juli en 29 aug	8	nee	90			nee	t
T 612	18 juli en 29 aug	10	nee	90			ja	t
T 660	17 juli 2006	10	ja	90	10		nee	t
T 731	14aug 2006	4	ja	90	5		nee	t
T 754	14aug 2006	10	ja	90	5		nee	t
T 765	14aug 2006	15		90	5	5	nee	t
T 839	14aug 2006	12	nee	95			5 nee	t
T 885	14aug 2006	6	nee	90	10		nee	t
T 948	14aug 2006	6	ja	95			5 nee	t
T 1065	14aug 2006	6	nee	90	5		5 nee	t
T 1196	1 aug 2006	20	ja	100			nee	t
T 1459	1 en 30 aug	2-15	ja	30 &		10	nee	t
T 1583	1 aug 2006	17	ja	100			ja	t
T 1794	25 juli 2006	12	ja	100			nee	t
T 1818	25 juli en 30 aug	20	ja	80		10	nee	t
T 2276	17 juli 2006		ja	20 \$			nee	t
T 2281	17 juli en 28 aug	15	ja	70	20	2	ja	t
T 2746	17juli en 28 aug juli	20	ja	90		10	ja	t
T 2998	17 juli en 30 aug	15	ja	80	10		nee	t
T 42	14 juli 2006	10	nee	90			nee	t+S+V
T 1144	24 juli en 29 aug	10	ja	80	5	5	nee	t+S+V
T 1826	25 juli en 30 aug	5-20	ja	50	2	10	nee	t+S+V
T 3122	24 juli en 29 aug	25	ja	85	5	5	ja	t+S+V
T 607	1 en 29 aug 2006	5	ja	70	10		ja	t+V

R: referentie

T: toemaak

S: spreiding (onderzoek meerdere plots per perceel)

V: vorm (onderzoek door N. Walraven)

* in geval van ja is het effect op lood waarschijnlijk gering

**slootdemping is buiten plot, wel in perceel

\$ 20% levend gras, het meeste gras was verbrand door recente bemesting in samenhang met weer.

& veel onkruid in dit perceel.

Bijlage 8 Analysemethoden

Alle analyses zijn uitgevoerd bij het Chemisch Biologisch Laboratorium van de Wageningen Universiteit.

betreft	matrix	SWV	Apparaat	Q	element
grond	Drogen 40°C				
grond	Zeven 2 mm				
grond	Destructie HNO ₃ -HCl (Aqua Regia)	E1307 E1314	ICP-AES Thermo ICP-MS	Q	Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Na, P, S, Zn As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb
grond	Extractie 0,01 M CaCl ₂	E0104 E1301 E1317 E2508	pH-meter ICP-AES Varian ICP-MS SFA-TOC	Q	pH P, Zn Cd, Cu, Pb DOC
grond	Extractie 0,43 M HNO ₃	E1350 E1352	ICP-AES Thermo ICP-MS		P, Zn Cd, Cu, Pb
grond	gloeiverlies	E0100	moffeloven	Q	Organische stof (105-550°C)
grond	Granulaire samenstelling	E0109	pipet		< 2 µm
gras	Drogen 70°C				
gras	malen				
gras	Destructie HNO ₃ /HF/H ₂ O ₂ (magnetron)	E1310 E1320	ICP-AES Varian ICP-MS	Q	Al, Fe, K, P, S, Zn Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb
gras	vochtbepaling	E0005			

Q: verrichting valt onder de RvA accreditatie, zie www.rva.nl

Bijlage 9 Vergelijking gehalten in grasmonsters met data en normen in Nederland

In onderstaande tabel worden de aangetroffen gehalten in het gras vergeleken met normen, adviesgehalten en met de gemiddelde in Nederland aangetroffen gehalten.

Het in dit onderzoek onderzochte gras wijkt nauwelijks af van de kwaliteit van het gras in Nederland behalve voor Pb, Cu en Zn. Tevens is het aangetroffen gehalte Mo en S hoger. Op jonge zeeklei en veengronden in de rest van Nederland worden vaak relatief hoge Mo en S gehalten aangetroffen wat een lagere biobeschikbaarheid van Cu in de maag van de koeien tot gevolg heeft.

Opvallend zijn de verschillen tussen vers gras en kuilgras wat betreft ijzer en enigszins voor cobalt. Dit suggereert dat kuilgras in Nederland meer gecontamineerd is met grond dan vers gras.

	gemiddelde toemaak dit onderzoek	gemiddelde referentie dit onderzoek	norm ¹	toevoegingen ²	Advies ³	gemiddeld NL ⁴ vers gras	gemiddeld NL ⁴ graskuil
Cd mg/kg	0.09	0.06	1				
Pb mg/kg	2.02	0.41	30				
Co mg/kg	0.15	0.17		2	30	0,097	0.164
Zn mg/kg	56	49		150	100	43	38
Mo mg/kg	3.4	3.1		2,5		2.4	2.0
Fe mg/kg	261	209		750 (500)	750	148	423
S g/kg	4.2	4.8			4	3.8	2.7
P g/kg	3.6	4.1			10	4,4	4.0
K g/kg	31	34			30	37	34
Cu mg/kg	10.4	8.3		30-50 (15)	15-40	8,9	7.5
Ni mg/kg	0.8	1.3					

¹ 2002/32/EG (incl. wijziging in 2005/87/EG) inzake ongewenste stoffen in diervoeding. Maximumgehalten in mg/kg van de voedermiddelen, herleid tot een vochtgehalte van 12%. Relevante normen voor Pb zijn: voor volledige diervoeders (5), voedermiddelen (10) en voor groenvoeder (30).

² 70/524/EEG lijst van toevoegingsmiddelen (incl wijzigingen in 1334/2003/EG). Relevante normen: voor runderen (en schapen).

³ Indicatief maximaal toelaatbaar gehalte in volledig rantsoen (Bijlage 5 van Commissie Onderzoek Minerale Voeding. Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten).

⁴ gemiddelde gehalten in Nederland in 2005 uit: www.blgg.nl, sector, veehouderij, rundvee,

Bijlage 10 Kansdichtheidscurven Pb, Zn en Cu gehalten in toemaakgronden

