

Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard fase 2 en fase 3

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Stichting Bodembeheer Krimpenerwaard (SBK) te Stolwijk, en medegefinancierd door Stichting Kennisontwikkeling en kennisoverdracht Bodem (SKB) te Gouda en Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Wetenschap en Kennisoverdracht (Programma 396 Bodemkwaliteit: Risicobeoordeling en Risicobeheersing in het Landelijk Gebied) te Den Haag.

Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard fase 2 en fase 3

Onderzoek aan deklagen op slootdempingen Opschaling naar de Krimpenerwaard

Bijlage 4 bij Eindrapport Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard
(Alterra-rapport 1016)

N.W. van den Brink
J.J.C. van der Pol
J.M. Bodt
M.B.E. Lee-de Groot
T.C. Klok
P.A. Jansen
P. Doelman*
J.H. Faber



Alterra-rapport 1020

Alterra, Wageningen

* Doelman Advies, Wageningen, 2004

REFERAAT

Brink, N.W. van den, J.J.C. van der Pol, J.M. Bodt, M.B.E. Lee-de Groot, T.C. Klok, P.A. Jansen, P. Doelman & J.H. Faber. 2004. *Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard fase 2 en fase 3; Onderzoek aan deklagen op slootdempingen; Opschaling naar de Krimpenerwaard*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1020. 134 blz.: 33 fig.; 44 tab.; 63 ref.

De vele met afval gedempte sloten in de Krimpenerwaard vormen een geval van ernstige bodemverontreiniging. In het gebiedsgericht bodembeheerplan wordt voorgesteld de milieurisico's te ondervangen door afdekken met 30cm schone grond. De noodzaak en toereikendheid van deze voorgenomen standaardmaatregel worden geverifieerd met betrekking tot landbouwkundige risico's, verspreidingsrisico's en ecologische risico's. Ecologische risico's werden bepaald op basis van aanwezigheid en beschikbaarheid van contaminanten in het dempingsmateriaal, herverontreiniging van de deklaag door bioturbatie en opname door planten, en effecten op bodemleven en weidevogels. Beoordeling van effecten vond plaats ten opzichte van een gebiedseigen referentie aan de hand van tevoren vastgestelde criteria. Dit rapport beschrijft het onderzoek aan locaties met een in het verleden reeds aangebrachte deklaag, en een opschaling van nadelige effecten naar gebiedsniveau.

Trefwoorden: bodemverontreiniging, functiegerichte bodemsanering, grutto, locatiespecifieke ecologische risicobeoordeling, PAK, PCB, slootdemping, Triade, veenweidegebied, zware metalen

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 22,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1020. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

Foto omslag: Provincie Zuid-Holland

© 2004 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 veeleelvoudigd 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	17
1.1 Leeswijzer	19
2 Materiaal en methoden Fase 2 onderzoek	21
2.1 Veldwerk en –inventarisaties	21
2.1.1 Veldwerk	21
2.1.2 Bodemfysisch en milieuchemisch onderzoek aan deklaag en referentiegrond	23
2.1.3 Veldinventarisatie regenwormen	24
2.1.4 Veldinventarisatie nematoden	25
2.2 Bioassays en laboratoriumexperimenten	25
2.2.1 Bioassay regenwormen	25
2.2.2 Nitrificatie	26
2.2.3 Bioturbatie door regenwormen	26
2.2.4 Opname van zware metalen door brandnetels	27
3 Beoordelingssystematiek	31
3.1 Inleiding	31
3.2 Uitgangspunten	31
3.3 De beoordelingsmethodiek	32
3.4 Gebruik in dit rapport	35
4 Resultaten Fase 2 onderzoek	37
4.1 Veldwerk en -inventarisaties	37
4.1.1 Monsterlocatie kenmerken	37
4.1.2 Bodemfysisch en milieuchemisch onderzoek aan deklaag en referentiegrond	37
4.1.3 Veldinventarisatie regenwormen	38
4.1.4 Veldinventarisatie nematoden	54
4.2 Bioassays en laboratoriumexperimenten	60
4.2.1 Regenworm bioassay	60
4.2.2 Nitrificatie	62
4.2.3 Bioturbatie door regenwormen	63
4.2.4 Wortelopname van zware metalen door brandnetels	67
5 Discussie Fase 2 onderzoek	71
5.1 Voorkomen en functioneren van bodemorganismen en bodemprocessen	71
5.1.1 Voorkomen en functioneren van bodemorganismen	72
5.1.2 Bodemprocessen	75

5.1.3	Conclusies vóórkomen en functioneren bodemorganismen en bodemprocessen	76
5.2	Herverontreiniging	76
5.2.1	Bioturbatie	77
5.2.2	Herverontreiniging via opname door planten	79
5.2.3	Voedselketentransport naar predatoren van wormen	80
5.2.4	Conclusies herverontreiniging	81
5.3	Opschaling fase 2 onderzoek	82
5.4	Deklaagdikte	82
6	Conclusies Fase 2 onderzoek	85
7	Weidevogelonderzoek en Opschaling; Fase 3 onderzoek	93
7.1	Directe effecten op basis van gehalten in regenwormen	93
7.1.1	Methode	94
7.1.2	Verwachte directe effecten op de grutto	94
7.1.3	Discussie risico's van directe effecten	95
7.2	Indirecte effecten op basis van gehalten in de bodem	96
7.2.1	Gehalten in de bodem	96
7.2.2	Verwachte effecten op regenwormen	98
7.2.3	Discussie	100
7.3	Algemene conclusie	101
8	Veldonderzoek weidevogels Fase 3	103
8.1	Inleiding	103
8.2	Werkwijze	104
8.2.1	Verontreiniging in eieren	104
8.2.2	Broedsucces	105
8.2.3	Dempingen	105
8.2.4	Berekening blootstelling	106
8.2.5	Analyse	108
8.3	Resultaten	109
8.3.1	Verontreiniging in eieren van Grutto en Kievit	109
8.3.2	Broedsucces	113
8.4	Discussie	115
8.4.1	Verontreiniging in eieren	115
8.4.2	Broedsucces	116
8.4.3	Beperkingen	116
9	Slotbeschouwingen	119
10	Conclusies verificatieonderzoek ecologie	125
	Literatuur	129

Aanhangsels (separaat op CD)

Woord vooraf

Dit rapport maakt onderdeel uit van de eindrapportage van het Verificatieonderzoek Ecologie dat in het kader van het bodembeheerplan Krimpenerwaard is uitgevoerd. In dit rapport wordt verslag gedaan van de experimenten die zijn uitgevoerd in het kader van het tweede deel van fase 2 en van fase 3 van het Verificatieonderzoek Ecologie (VE), dat gericht is op toetsing van de toereikendheid van risico-reducerende maatregelen voor slootdempingen met betrekking tot ecologische risico's voor natuur, landbouw en recreatie, zoals voorgesteld in het bodembeheerplan Krimpenerwaard.

Binnen het tweede deel van fase 2 van het VE is ecologisch, toxicologisch en milieuchemisch onderzoek verricht aan *deklagen* boven geselecteerde slootdempingen in verschillende dempingscategorieën. Het is een logisch vervolg op het eerste deel van fase 2 van het VE waarin onderzoek is gedaan aan het *dempingsmateriaal* waarmee de sloten gevuld zijn. Binnen fase 3 van het VE is veld- en modelmatig onderzoek verricht aan weidevogels. De resultaten van de experimenten zijn getoetst ten opzichte van een gebiedseigen referentie volgens een methodiek die is beschreven in een ander deelrapport van het VE (Faber *et al.*, 2003). Het uiteindelijke doel is een uitspraak te doen over de aanname uit het bodembeheerplan dat afdekken met 30 cm schone grond de ecologische risico's voldoende wegneemt.

Het Verificatieonderzoek is uitgevoerd door een consortium bestaande uit: Royal Haskoning (penvoerder en Verificatieonderzoek Verspreiding), Alterra (Verificatieonderzoek Landbouw en Verificatieonderzoek Ecologie), Wageningen Universiteit (Verificatieonderzoek Verspreiding) en Van Bruggen Communicatie Advies in opdracht van de Stichting Bodembeheer Krimpenerwaard (SBK) en met medefinanciering van de Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem (SKB, projectnummer SV-027). Verder heeft ook het Ministerie van LNV financieel bijgedragen vanuit DWK programma 396 (Bodemkwaliteit).

Het VE is een zeer groot en een zeer complex onderzoeksproject geweest waaraan veel mensen en organisaties medewerking hebben verleend. Binnen de projectstructuur moeten twee groepen met name genoemd te worden. Het 'Afstemmingsoverleg' van consortiumpartijen, waarbinnen naast de SBK en de Provincie Zuid-Holland ook de projectleiders van de Verificatie-deelonderzoeken en het communicatie-onderzoek en de SKB vertegenwoordigd waren. Binnen dit overleg is de 'dagelijkse' gang van zaken rond het project aan de orde geweest, en werden inhoudelijke beslissingen over het onderzoek in onderlinge afstemming genomen. Een wetenschappelijke begeleidingsgroep bij het VE gaf onafhankelijk wetenschappelijk advies over het onderzoeksplan, de uitvoering en de interpretatie van resultaten. Deze groep heeft bestaan uit N.M. van Straalen (Vrije Universiteit, Amsterdam), M. Rutgers (RIVM) en R. Mes (Provincie Zuid-Holland), onder voorzitterschap van S. Moolenaar (NMI) en vertegenwoordiging vanuit opdrachtgevers door A. Verbruggen (SBK) en P. van Mullekom (SKB).

Vele anderen hebben meegewerkt bij de uitvoering van dit project. Vrijwilligers van de Natuur- en Vogelwerkgroep 'De Krimpenerwaard' hebben medewerking verleend aan veldonderzoek aan weidevogels en hebben welwillend gegevens ter beschikking gesteld. Landeigenaren met een beheerovereenkomst hebben desgevraagd toegang verleend tot voor het onderzoek geselecteerde weidepercelen. De selectie van percelen werd verzorgd door de Stichting Bodembeheer Krimpenerwaard met ondersteuning van IWACO (tegenwoordig Royal Haskoning). Hans Schekkerman en Jaap Bloem (Alterra) hebben bijgedragen aan interpretatie van resultaatonderdelen voor dit rapport. De determinatie van nematoden uit de veldinventarisatie werd verricht door BLGG Oosterbeek; de interpretatie van deze gegevens werd verzorgd door Doelman Advies, Wageningen. Allen worden hartelijk bedankt voor de geleverde bijdrage.

Samenvatting

Aanleiding en opzet van het VE

De Krimpenerwaard is een groot veenweidegebied in het Zuid-Hollandse deel van het Groene Hart. Het beleid met betrekking tot behoud en versterking van groene functies zoals natuur, landbouw en recreatie heeft sterk te kampen gehad met stagnatie van grondmobiliteit als gevolg van bodemverontreiniging. Het Gebiedsgericht Bodembeheerplan Krimpenerwaard (Bodembeheerplan Krimpenerwaard, 1998) moet de noodzakelijke verkaveling en herinrichting van het gebied faciliteren. Het bodembeheerplan gaat uit van actief bodembeheer en is gebaseerd op functiegerichte sanering door afdekking van verdachte slootdempingen met gebiedseigen grond. Als onderdeel van het bodembeheerplan is een onderzoek uitgevoerd waarmee de aannamen ten aanzien van het bestaan van risico's van verdachte dempingsmaterialen en de effectiviteit van voorgenomen maatregelen kunnen worden geverifieerd. Het Verificatieonderzoek Ecologie (VE) vormt een onderdeel van dit verificatieonderzoek en is gericht op de ecologische risico's voor de functies natuur, landbouw en recreatie.

Het VE is opgedeeld in verschillende fasen. Fase 1 heeft bestaan uit het opstellen van het onderzoeksplan (Faber & van den Brink, 2000). De keuze van onderzoeksparameters was daarbij gericht op een optimale aansluiting op ecologische randvoorwaarden bij de gebruiksdoelstellingen van verschillende actoren rond landbouw en natuur in de Krimpenerwaard (Rutgers *et al.*, 2000).

In het eerste deel van fase 2 is een *screening* uitgevoerd op verhoogde beschikbare gehalten en effecten van contaminanten in verdachte dempingscategorieën. Omdat in deze fase in alle onderzochte categorieën ecotoxicologische effecten gevonden zijn, is voor alle categorieën nader effectonderzoek in de deklaag uitgevoerd.

In het tweede deel van fase 2 is onderzoek gedaan naar effecten in de deklaag. Hiertoe werden locaties geselecteerd met verdacht dempingsmateriaal en een schone deklaag van tenminste 30 cm. Door toepassing van de Triade benadering kan een breed en coherent beeld worden verkregen van de invloed van deze slootdempingen op het ecosysteem. Het onderzoek valt uiteen in milieuchemische en toxicologische waarnemingen (metaalgehalten in wormen, bioassays met regenwormen en micro-organismen in het laboratorium) en ecologische veldwaarnemingen (inventarisaties van regenwormen en nematoden). Daarnaast is door middel van simulatie-experimenten onderzocht of herverontreiniging van een schone deklaag mogelijk is door bioturbatie door regenwormen en opname door plantenwortels.

In fase 3 is vooral gekeken naar opschaling van locatiespecifieke effecten en naar effecten op weidevogels. Daartoe werd de Grutto verkozen, als ambassadeur van het veenweidegebied. De opschaling van locatiespecifiek naar gebiedsgericht wordt uitgevoerd volgens verschillende afleidingen: (i) modellering van doorvergiftiging van

de keten regenworm-grutto, (ii) bioassays op eieren van de grutto, (iii) veldonderzoek aan broedsucces van de grutto.

Het Verificatieonderzoek Ecologie is in principe opgezet als een functiegerichte beoordeling, ondanks dat voor de meeste parameters geen functiegerichte normen voorhanden zijn. De criteria voor het beoordelen van ecotoxicologische effecten werden daarom specifiek uitgewerkt voor de functies landbouw en natuur, respectievelijk een minder gevoelig en een meer gevoelig toetscriterium. Recreatie werd daarbij als een afgeleide van natuurwaarden beschouwd en werd aan de hand van dezelfde criteria beoordeeld. Een criterium fungeert als maatlat waartegen onderzoeksresultaten (de metingen) worden beoordeeld. In het bodembeheerplan is vastgesteld dat de geschiktheid van de maatregel 'afdekken' voor iedere verdachte categorie dempingsmateriaal op gebiedsniveau moet worden beoordeeld. De beoordeling wordt dan ook zowel voor elke verdachte categorie dempingmateriaal uitgevoerd (categorische beoordeling), als voor een vooraf geselecteerd aantal locaties met een verdachte demping (locatiespecifieke beoordeling). De beoordeling wordt daarmee in twee stappen uitgevoerd. In eerste instantie worden verdachte categorieën dempingmateriaal afzonderlijk getest, waarbij wordt beschouwd of resultaten per dempingscategorie afwijken van een gebiedseigen referentie. Door een onbetrouwbaarheidsdrempel te hanteren van 0,05 voor natuur/recreatie en 0,025 voor landbouw (categoriegewijze beoordeling) wordt een functie gerelateerd criterium gebruikt. Wanneer geen significant, categoriegewijs effect wordt gevonden volgt een locatiespecifieke beoordeling op basis van vooraf vastgestelde percentielgrenzen van de referenties (95-percentiel voor natuur en 97,5-percentiel voor landbouw. Voor de categoriegewijze aanpak worden criteria afgeleid waarmee risico's per dempingcategorie worden beschouwd, terwijl in de locatiespecifieke beoordeling elk van de vijf locaties individueel wordt beoordeeld. Bij locatiespecifieke beoordeling wordt bepaald op hoeveel locaties binnen een categorie het kritieke percentiel wordt overschreden en dit wordt afgezet tegen een vooraf vastgesteld maximum toelaatbaar aantal afwijkingen (MTA) van de gebiedseigen referentie.

Fase 2

Omdat in vorige fasen van het verificatieonderzoek geen categorieën zijn afgevallen, worden alle dempingcategorieën nu meegenomen in deze fase van het onderzoek. Het betreft dus: bouw- en sloopafval (BS), bedrijfsafval (BA), huishoudelijk afval (HH), *shredder* (SH), lompen (LP) en bagger (BG). Voor alle categorieën zijn op telkens vijf door de SBK geselecteerde locaties veldinventarisaties uitgevoerd en bodemmateriaal verzameld waarmee de verschillende experimenten zijn uitgevoerd. Ter referentie werd van elke locatie het naastliggend weiland gebruikt, waarbij per categorie één mengmonster werd samengesteld. De aldus verkregen zes mengmonsters fungeren als gebiedseigen referentie. In tabel 1 staan de verschillende experimenten zoals ze per categorie zijn uitgevoerd, met daarbij de verschillende relevante parameters die geanalyseerd zijn.

Tabel 1. Waarnemingen experimenten met bijbehorende parameters van het 2e deel van fase 2 van het VE

Veldwaarnemingen	Parameter	Experiment	Parameter
Veldinventarisatie regenwormen	Totaal aantal Totale biomassa	Bioturbatie door regenwormen	As
			Cd
			Cr
			Cu
			Ni
			Pb
			Zn
Metalen wormen	Cd	Opname en transport door Grote brandnetel	As
	Cr		Cd
	Cu		Cr
	Ni		Cu
	Pb		Ni
	Zn		Pb
			Zn
Veldinventarisatie nematoden	MI 1-5		
	MI 2-5		
Bioassay regenwormen	Aantal cocons		
	Groei		
	Overleving		
Nitrificatie	NO ₃		
	NH ₄		

In tabel 2 staan de resultaten van de verschillende toetsingen weergegeven. Hierbij is uitgegaan van de zwaarst kwalificerende parameter binnen een veldwaarneming of experiment (cf. tabel 1). Hierin schuilt een gevaar van het optreden van een zogenaamde type I fout in de statistische beoordeling. Deze fout houdt in dat het mogelijk is dat een statistisch significante afwijking van een referentie gevonden kan worden, zonder dat in werkelijkheid sprake is van een verschil; het verschil berust op toeval. Er kunnen zo effecten worden genoteerd die er eigenlijk niet zijn (vals-positief). Het optreden van type I fouten is inherent aan wetenschappelijk onderzoek, en kan niet worden voorkomen. De kans op type I fouten kan echter verminderd worden door bijvoorbeeld het aantal waarnemingen te verhogen. Ook kan op basis van ‘multiple weight of evidence’ de betrouwbaarheid van conclusies worden vergroot. Door toepassing van de Triade benadering kan nader worden bekeken of effecten wellicht optreden in een geïsoleerde groep van waarnemingen, of effecten bijvoorbeeld wel zichtbaar zijn in de chemische parameters, maar niet in de ecologische. In een dergelijk geval zou een type I fout meer aannemelijk zijn. Zoals bij ieder onderzoek was het aantal waarnemingen om budgettaire redenen beperkt, maar is bij de selectie van een breed scala aan veldwaarnemingen en experimenten de mogelijkheid de toetsingen te bediscussiëren in relatie tot ‘multiple weight of evidence’ geoptimaliseerd.

In tabel 2 is duidelijk zichtbaar dat in alle categorieën afwijkingen aantoonbaar zijn ten opzicht van de gebiedseigen referentie, zowel volgens het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium.

Tabel 2. Toetsingstabel 2e deel van fase 2 van het VE. C: categoriegewijze afwijking t.o.v. de gebiedseigen referentie; MTA: overschrijding van het MTA, vóór de geniecolon; staat de toetsing volgens het meer gevoelige toetscriterium, daarna volgens het minder gevoelige toetscriterium.

	Bedrijfsafval	Bagger	Bouw- & sloopafval	Huishoudelijke afval	Lompen	Shredder
Veldinventarisatie regenwormen	MTA ; MTA	C ; -	MTA ; MTA	C ; -	- ; -	MTA ; MTA
Veldinventarisatie nematoden	MTA ; MTA	- ; -	- ; -	MTA ; MTA	MTA ; MTA	C ; C
Bioassay regenwormen	C ; C	MTA ; -	- ; -	- ; -	MTA ; MTA	MTA ; -
Bioaccumulatie metalen wormen	MTA ; MTA	- ; -	MTA ; MTA	MTA ; MTA	MTA ; MTA	C ; C
Nitrificatie	- ; -	MTA ; MTA	- ; -	MTA ; MTA	MTA ; MTA	- ; -
Bioturbatie	C ; C	C ; MTA	C ; C	C ; C	C ; C	C ; C
Brandnetel	MTA ; MTA	C ; MTA	C ; C	MTA ; MTA	C ; C	C ; C

De vraag is dan hoe deze afwijkingen gewaardeerd moeten worden. De *grootte* van het effect is daarbij van belang. Bij de waardering van de grootte van effecten dient verschil gemaakt te worden tussen veldwaarnemingen en laboratoriumexperimenten. In geval van veldwaarnemingen vertoonden de resultaten vaak grote spreiding in de referenties, en in samenhang met het lage aantal waarnemingen is daarmee de aantoonbaarheid van effecten relatief beperkt (lage ‘power’ van de statistische analyses). Dit geldt met name voor de categoriegewijze toetsing en in iets mindere mate ook voor de locatiespecifieke toetsing. Gezien het voorgaande is het aannemelijk dat alleen grotere effecten significant aantoonbaar zijn in de statistische analyses, en kunnen aangetoonde effecten als het gaat om de veldinventarisaties van regenwormen en nematoden en de bioaccumulatie van metalen in regenwormen als relevant worden beschouwd. Bij experimenten als de bioturbatieproef en de brandnetelproef is in het algemeen een kleine afwijking van de referenties reeds aantoonbaar. Echter, in deze experimenten is de grootte van het effect ook van minder belang. De hier gemeten parameters dienen beschouwd te worden als indicatoren van het optreden van processen, te weten bioturbatie en opname van metalen door de plant. De experimenten waren opgezet om het optreden van deze processen te verifiëren, eerder dan om de omvang van de effecten aan te tonen. Daartoe zijn zeer langdurige experimenten of metingen in het veld nodig.

Een ander punt van belang bij de waardering van de toetsing is of de effecten wel *toe te schrijven* zijn aan verontreinigingen in de demping. Voor bijvoorbeeld de nitrificatie worden in het huidige onderzoek effecten aangetoond in de deklaag. Echter, in de voorafgaande *screening* (1e deel van fase 2) zijn in dempingmateriaal geen effecten aantoonbaar gebleken. Daarbij werd overigens niet gecorrigeerd voor pH, terwijl dat nu wel is gedaan. Het is dus mogelijk dat de effecten op nitrificatie in de deklaag minder met de demping te maken hebben, dan wel met het deklaagmateriaal zelf. Ook voor wat betreft het voorkomen van nematoden is het mogelijk dat de effecten in enigermate toe te schrijven zijn aan het type deklaagmateriaal, terwijl er in het bioturbatie experiment altijd een kleine kans is op experimentele artefacten (mobiliteit van contaminanten door andere oorzaken dan turbatie door regenwormen). De vraag naar *oorzaak en gevolg* moet daarom worden benaderd via de weg van *multiple weight of evidence*. Met andere woorden, het is altijd mogelijk dat in een afzonderlijke waarneming een effect onterecht wordt toegewezen aan de verontreinigingen in de demping, maar het optreden van effecten in een breed scala

van uiteenlopende waarnemingen maakt de kans op een uiteindelijke verkeerde conclusie klein.

In geval van toetsing in het licht van het minder gevoelige toetscriterium kan worden gesteld dat er in alle categorieën bij minimaal drie parameters afwijkingen van de gebiedseigen referentie zijn gevonden. Indien nitrificatie buiten beschouwing wordt gelaten zijn dit er twee. Wanneer getoetst aan de criteria voor de functie natuur is de afwijking minimaal viervoudig. Over het algemeen worden de effecten per categorie in verschillende typen waarnemingen gevonden. Alleen bij bagger worden slechts twee afwijkingen gevonden, in de bioturbatieproef en de brandnetelproef (voor wat betreft toetsing aan het minder gevoelige toetscriterium). Deze categorie en gebruiksvorm daargelaten lijkt het er daarmee op dat op basis van *multiple weight of evidence* en de grootte van aangetoonde effecten de gevonden effecten in het deklaagmateriaal als relevant moeten worden beschouwd. Overigens is ook in geval van bagger bij toetsing t.o.v. het minder gevoelige toetscriterium het optreden van herverontreiniging aannemelijk.

Fase 3

In fase 3 van het VE wordt nagegaan of weidevogels effecten kunnen ondervinden van de verontreinigingen in verdachte dempingen. Dit is volgens verschillende afleidingen gedaan: modelmatig, een bioassay met eieren en analyse van veldgegevens over broedsucces. Modelmatig is beschouwd of cadmium kan doorvergiftigen naar de Grutto, waardoor risico's voor nierschade kunnen optreden (directe effecten). Tevens is beschouwd of mogelijke effecten op wormen kunnen leiden tot verminderd voedselaanbod voor de Grutto (indirecte effecten).

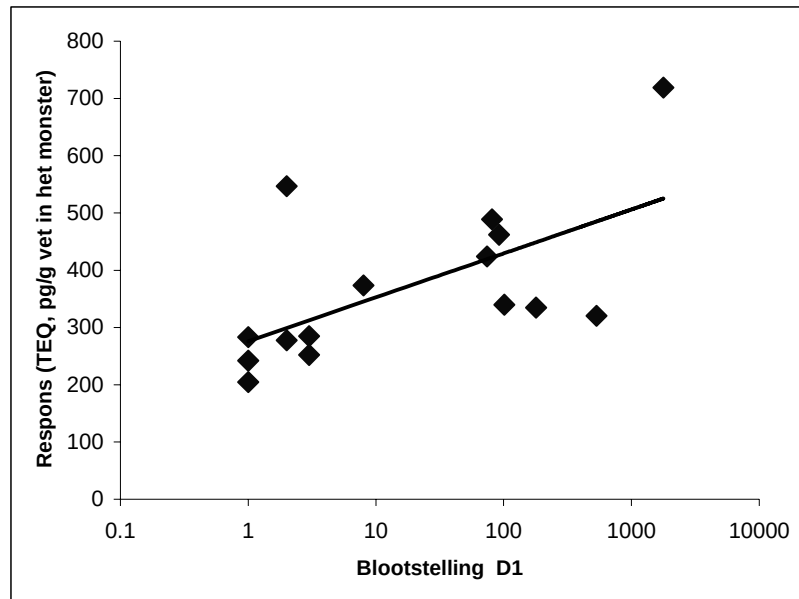
Ten aanzien van de directe effecten laten modelberekeningen zien dat doorvergiftiging van cadmium in de Grutto nierschade kan veroorzaken in volwassen vogels vanaf het 7-12e levensjaar (afhankelijk van het aandeel regenwormen in het dieet). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat alleen in het broedgebied accumulatie van cadmium plaatsvindt en dat de grutto's ieder jaar naar hetzelfde gebied terugkeren. De gemiddelde levensverwachting van de Grutto in de Krimpenerwaard is circa 6 jaar - het oudste geringde exemplaar had een leeftijd van 15 jaar (Cramp, 1985). De leeftijdsgroep van dieren ouder dan 7 jaar levert een significante bijdrage aan de reproductie van de populatie: daarvan komt 27-44% voor rekening van deze groep (onder aanname van leeftijdsonafhankelijke fecunditeit en mortaliteit, en een overlevingspercentage in de broedpopulatie van respectievelijk 77-85%). Additionele effecten van andere metalen werden niet gesimuleerd.

Dit is echter niet te herleiden tot verdachte dempingen, en er kan dus niet geconcludeerd worden dat het risico op nierschade voor grutto's groter is op afgedekte dempingen. In relatie tot de indirecte effecten kunnen we stellen dat regenwormen (*Lumbricus rubellus*) op populatieniveau mogelijk last ondervinden van de aanwezige kopergehalten in deklagen boven shredder. De mate waarin andere zware metalen deze effecten versterken valt niet te onderzoeken vanwege het ontbreken van gegevens met betrekking tot relaties tussen zink en het functioneren van *L. rubellus*. Aangezien shredder dempingen echter slechts gering in aantal zijn, en omdat verondersteld mag worden dat een shredder demping in het algemeen slechts

een klein deel van een territorium beslaat, is het niet de verwachting dat voedselschaarste voor de Grutto zal optreden als gevolg van het verminderd voorkomen van wormen op shredder dempingen. Zeker niet op populatieniveau.

In het veldonderzoek aan weidevogels (bioassays in eieren en broedsucces bepaling) is de relatie onderzocht tussen het voorkomen van schadelijke stoffen in eieren (Grutto, Kievit) en het broedsucces (Grutto) enerzijds en de nabijheid van verdachte dempingen anderzijds. Voor de analyse van effecten op het broedsucces is de relatie onderzocht tussen het voorkomen van onvolledig uitgekomen Grutto nesten en de nabijheid van verdachte dempingen. Een effect van doorvergiftiging op het broedsucces zou tot uitdrukking kunnen komen in het aantal eieren dat gedurende de gehele broedperiode bebroed is, maar desondanks niet is uitgekomen. Er is op verschillende manieren berekend wat het oppervlak aan verdachte dempingen is die in een bepaald territorium voorkomt (op basis van GIS-data van de Provincie Zuid-Holland en de SBK). Hoewel een negatieve trend zichtbaar was, kon geen significant verband worden gelegd tussen het broedsucces van broedende grutto's en het voorkomen van dempingen in de territoria.

De resultaten van het bioassay onderzoek leveren een aanwijzing óf en in welke mate (relatief ten opzichte van de referentie of andere dempingsmaterialen) stoffen als PCBs, dioxines en PAKs in de eieren/kuikens aanwezig zijn. Bepalingen aan kuikens in het ei of naast het nest lieten aanmerkelijk hogere en meer gevarieerde responswaarden zien dan bepalingen aan dooiermateriaal. Kuikens hebben gediend als basismateriaal voor verdere analyse. De monsters vertoonden grote variatie in gemeten gehalten aan verontreiniging. Deze werd voor een belangrijk deel verklaard door de aanwezigheid van dempingen met verdachte of onbekende inhoud in de nabijheid van de nesten (figuur 1). Dat dempingen kunnen bijdragen aan blootstelling aan dioxine-achtge stoffen is ook aangetoond in het screeningsonderzoek, waarin voor alle categorieën verhoging van de EROD activiteit in het dempingmateriaal gevonden is. In alle gevallen hadden eieren bij verdachte dempingen met <30cm afdeklaag verhoogde gehalten, in overeenstemming met de verwachting. De resultaten wijzen er echter ook op dat verdachte dempingen met ≥30cm afdeklaag nog verder bijdragen aan de blootstelling.



Figuur 1. Verontreiniging in weidevogeleieren (TEQ-response uitgedrukt als pg/g TCDD in het vet van de monsters) als functie van blootstelling aan verdachte slootdempingen ongeacht de afdekking, in de Krimpenerwaard binnen een straal van 300m rond het nest.

Hoewel op basis van analyses aan eieren en kuikens aannemelijk is geworden dat er doorvergiftiging van verontreiniging naar eieren plaatsvindt, was er geen significant verband tussen de nabijheid van verdachte dempingen en het broedsucces van Grutto. Dit onderzoek ging uit van enkele vooronderstellingen, waarvan de juistheid niet altijd volledig vaststond. Zo is het denkbaar dat de aanmaak van eieren in beperktere mate plaatsvindt met behulp van regenwormen in het broedterritorium dan verondersteld. Ook is het mogelijk dat het voedsel van de Grutto in de Krimpenerwaard een kleiner aandeel lokale regenwormen bevat dan verondersteld. Dat er echter ondanks de beperkingen van dit veldonderzoek toch een verband werd gevonden tussen de blootstelling aan afgedekte dempingen en verontreiniging in eieren is daarom des te meer van betekenis.

Opschaling

Bij de opschaling van effecten van locatieniveau naar een grotere ruimtelijke schaal moet aandacht besteed worden aan het ruimtelijk schaalniveau dat ecologisch en beleidsmatig van belang is. Dit is afhankelijk van het type organisme of andere parameter die beschouwd wordt, en van de beleidsvraag. Voor wat betreft de Grutto, een soort die op een grotere ruimtelijke schaal foerageert, laten de resultaten zien dat zelfs wanneer een relatief klein deel van het territorium dempingen omvat, dit kan leiden tot een verhoogde blootstelling aan verontreinigingen. Wanneer bijvoorbeeld 1% van een gebied vervuild is (met aantoonbaar risico op effecten), is het niet vanzelfsprekend dat voor dat hele gebied het risico door honderd gedeeld kan worden. Dit hangt onder meer samen met het feit dat hogere organismen geen 'random' gedrag vertonen, maar gericht zoeken naar voedsel.

Voor wat betreft bodemorganismen en bodemprocessen is de regionale schaal van de Krimpenerwaard als geheel waarschijnlijk van minder belang. Doordat percelen vaak

door sloten omgeven zijn, en deze als barrière werken voor uitwisseling tussen percelen, is wellicht dit de schaal waarop effecten op bodemorganismen en – processen beschouwd zouden moeten worden. Dit is ook de schaal waarop boeren mogelijke effecten zouden kunnen ervaren. Op perceelniveau kunnen dempingen een significant deel van het oppervlak uitmaken, zeker in geval van smalle percelen. Op dit schaalniveau is het eerder mogelijk dat effecten op bodemorganismen en – processen, maar ook risico's op herverontreiniging van de bodem door bijvoorbeeld bioturbatie of opname door planten van betekenis zijn voor het hele perceel.

Conclusie

Binnen het Verificatieonderzoek Ecologie is eerst een *screening* van ecologische risico's uitgevoerd waarin niet of onvoldoende afdekte dempingen met verdacht dempingmateriaal onderzocht zijn (Van der Pol & Faber, 2003). De conclusie van deze *screening* was dat géén van de dempingcategorieën voor het vervolgonderzoek kon afvallen (afpelprincipe).

Het onderzoek aan de deklagen op dempingen heeft, zoals hiervoor besproken, beperkingen in de zin van bijvoorbeeld het aantal monsters dat gebruikt kon worden, de relatief lage statistische 'power' die van dit lage aantal het gevolg kan zijn, en het mogelijk optreden van type I fouten in de analyses. Er zijn echter toch effecten aantoonbaar gebleken in verschillende typen parameters, zowel in het veldonderzoek als in de laboratorium experimenten, als op grotere ruimtelijke schaal in geval van de eieren van Grutto's. Dit laatste kon niet uitgewerkt worden tot het niveau van dempingcategorie. Rekening houdend met de beperkingen kan op basis van dit *multiple weight of evidence* toch geconcludeerd worden dat voor alle onderzochte categorieën dempingmateriaal, te weten bedrijfsafval, bagger, bouw en sloopafval, huishoudelijk afval, lompen en shredder, op basis van functiegerichte criteria (Faber *et al.*, 2003) ecologische effecten gevonden worden in de deklaag van dempingen met een voldoende dikke deklaag (>30 cm). Dit geldt zowel volgens het meer gevoelige toetscriterium als voor het minder gevoelige toetscriterium. Hierdoor kan vanuit het VE de aanname in het Bodembeheerplan t.a.v. de effectiviteit van de maatregel niet onderschreven worden.

1 Inleiding

De Krimpenerwaard is een groot veenweidegebied in het Zuid-Hollandse deel van het Groene Hart. De beleidsmatige voornemens met betrekking tot behoud en versterking van de groene functies, zoals natuur, landbouw en recreatie, hebben sterk te kampen gehad met de verlamende gevolgen van bodemverontreiniging. Een door dertien belangenpartijen gedragen bodembeheerplan, en de oprichting van een stichting die belast is met de uitvoering daarvan, moeten de noodzakelijke verkaveling en herinrichting van het gebied faciliteren. Het bodembeheerplan gaat uit van actief bodembeheer en is gebaseerd op een ‘functiegerichte sanering’ door afdekking van verdachte slootdempingen met gebiedseigen grond. Ter ondersteuning van het bodembeheer is een onderzoek geïnitieerd, dat tot doel heeft de aannamen in het bodembeheerplan ten aanzien van het bestaan van risico’s van slootdempingen al naar gelang het dempingmateriaal en de aard en dikte van een afdeklaag, te verifiëren. Het verificatieonderzoek omvat deelonderzoeken met betrekking tot landbouwkundige, ecologische en verspreidingsrisico’s, en is opgedeeld in drie onderzoeksfasen en een monitoringsfase. Het voorliggende rapport vormt de rapportage van het tweede deel van de tweede fase, en de derde fase van het Verificatieonderzoek Ecologie (VE).

Verificatieonderzoek Ecologie fase 2

In het eerste deel van fase 2 van het VE is locatiespecifiek onderzoek verricht aan het dempingsmateriaal. In het tweede deel van fase 2 wordt onderzoek gedaan aan de deklaag van slootdempingen en wordt een begin gemaakt met dempingscategorie overstijgende experimenten en opschaling van de gevonden effecten. In fase 3 worden middels veldonderzoek en modellering de locatiespecifieke effecten vertaald naar gebiedsgerichte effecten.

In het eerste deel van fase 2 is het zogenaamde afpelprincipe gehanteerd, waarbij dempingscategorieën afvallen als geen effecten in het dempingsmateriaal gevonden worden. Omdat in deze fase in alle onderzochte categorieën effecten gevonden zijn, wordt in alle categorieën effectonderzoek in de deklaag uitgevoerd (daarnaast wordt de categorie lompen toegevoegd, omdat in deze categorie nog geen onderzoek in uitgevoerd).

In het tweede deel van fase 2 wordt dus onderzoek gedaan naar effecten in de deklaag. Het onderzoek valt uiteen in milieuchemische (meting van metaalgehalten in grond en wormen), toxicologische experimenten (bioassay met regenwormen en potentiële nitrificatie) en ecologisch onderzoek aan de slootdempingen en de directe omgeving (veldinventarisatie regenwormen en veldinventarisatie nematoden). Daarnaast wordt gekeken door middel van simulatie-experimenten of in geval van een deklaag van 30 cm uitwisseling van dempingsmateriaal naar de bovenliggende schone deklaag mogelijk is (bioturbatie-experiment en doorworteling door planten).

Door uitvoering van deze experimenten, is het mogelijk een uitspraak te doen met betrekking tot:

- gehalten van toxicanten in de deklaag en daarin levende soorten;
- effecten ten gevolge daarvan op soorten en processen;
- het vóórkomen van soorten en populatieopbouw;
- in de toekomst mogelijk te verwachten effecten.

Door deze Triade benadering wordt effectief een zo volledig mogelijk beeld van het bodemecosysteem verkregen en de invloed die slootdempingen (met een schone deklaag) daarop hebben.

Beoordeling van effecten

Uitgaande van het gewenste bodemgebruik werden voor de functies natuur, landbouw en recreatie de concrete doelstellingen van de eigenaar of beheerder vertaald naar ecologische randvoorwaarden. De bodemkwaliteit dient van dien aard te zijn dat deze randvoorwaarden niet, of hooguit in acceptabele mate in het geding komen. De eindbeoordeling van de parameterwaarden geschiedt op basis van vooraf vastgestelde criteria (Faber *et al.*, 2003), waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de bodemgebruiksfuncties ‘natuur’ en ‘landbouw’. De bodemgebruiksfunctie recreatie wordt beschouwd als natuur. Voor deze gebruiksfuncties vindt derhalve verschillende beoordeling van in experimenten gevonden (zelfde) effecten plaats, te weten een meer gevoelige toetsing in relatie tot de functies natuur en recreatie (in de tabellen meestal aangeduid met ‘*meer gevoelig*’, en een minder strenge toetsing in relatie tot de functie landbouw, aangeduid met ‘*Minder gevoelig*’).

Verificatieonderzoek Ecologie fase 3

In fase 3 wordt vooral gekeken naar locatie- of dempingscategorieverstijgende parameters. Doel van deze fase is dan ook de locatiespecifieke risico’s te vertalen naar gebiedsniveau. Een belangrijk uitgangspunt in het bodembeheerplan is immers dat gevonden locatiespecifieke effecten beoordeeld worden voor de hele Krimpenerwaard en dat uitspraken in termen van risico’s van slootdempingen gebaseerd zijn op een gebiedsgerichte en gebruiksafhankelijke schaal.

Als ambassadeur van het veenweidegebied is de grutto daarvoor het meest geschikte instrument. Deze weidevogel beperkt zijn territorium immers niet tot één slootdemping of één dempingscategorie, maar heeft een groot areaal in de Krimpenerwaard tot zijn beschikking. Daarnaast komt de grutto in direct contact met de bodem, doordat deze, voorafgaand en tijdens de vanuit de populatiedynamisch oogpunt gezien, meest kwetsbare levensfase, de reproductie, veel wormen eet.

De opschaling van locatiespecifiek naar gebiedsgericht wordt uitgevoerd volgens de volgende strategie:

- Modellering van doorvergiftiging van de keten regenworm-grutto. Deze modellering is vooral gericht op mogelijke effecten van *zwarte metalen*.
- Uitvoering van bioassays op eieren van de grutto; dit onderzoek is gekozen om de mogelijke effecten van *dioxine-achtige stoffen* op te kunnen sporen.
- Veld- en databaseonderzoek aan broedsucces van de grutto.

1.1 Leeswijzer

In dit rapport wordt verslag gedaan van twee fasen (2 en 3) van het verificatieonderzoek ecologie. Omdat de fasen verschillend zijn wat betreft soort onderzoek, worden ze ook in verschillende delen van dit rapport beschreven. Hieronder volgt in het kort een beschrijving van de inhoud van dit rapport

In hoofdstuk 2 worden de Materiaal en Methoden van de verschillende experimenten gepresenteerd, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen veld- en laboratorium experimenten. In Hoofdstuk 3 wordt besproken hoe resultaten uit bovenstaande experimenten worden beoordeeld.

Een samenvatting van de resultaten en bespreking daarvan vindt plaats in Hoofdstuk 4 (waarbij de opbouw van Hoofdstuk 2 wordt gevolgd). Uitgebreide resultaten worden weergegeven in de Aanhangsels.

Discussie van de resultaten en de conclusies van het Fase 2 onderzoek vinden plaats in Hoofdstuk 5 en 6.

In Hoofdstuk 7 worden de risico's voor weidevogels modelmatig berekend. Daarbij zijn sommige resultaten van het Fase 2 onderzoek nodig. Waar nodig wordt daarnaar verwezen.

In Hoofdstuk 8 wordt verslag gedaan van het weidevogelonderzoek aan de verontreinigingen in de eieren en het broedsucces in relatie tot het vóórkomen van dempingen.

In Hoofdstuk 9 worden een aantal slotbeschouwingen met betrekking tot het Verificatieonderzoek Ecologie weergegeven.

In Hoofdstuk 10 worden algemene conclusies van het Verificatieonderzoek Ecologie opgesteld en worden locatiespecifieke resultaten opgeschaald naar gebiedsniveau (de hele Krimpenerwaard).

2 Materiaal en methoden Fase 2 onderzoek

2.1 Veldwerk en –inventarisaties

2.1.1 Veldwerk

Omdat in vorige fasen van het verificatieonderzoek geen categorieën zijn afgevallen, worden alle dempingcategorieën nu meegenomen in deze fase van het onderzoek. Dit zijn: Bouw- en Sloopafval (BS), Bedrijfsafval (BA), Huishoudelijk afval (HH), Shredder (SH), Lompen (LP), Bagger (BG).

Alle door de SBK geselecteerde slootdempingen zijn voorbezocht in juli en december 2002 en januari 2003. Daarbij is bepaald of de dempingen aan de in het werkplan opgestelde criteria voldoen. Deze criteria zijn:

- dikte van de deklaag minimaal 25 en maximaal 60 cm,
- minimale lengte van de demping 100 meter,
- percelen van eenzelfde dempingscategorie tenminste 500 m van elkaar verwijderd.

Omdat niet voldoende percelen werden aangetroffen die voldeden aan alle criteria is alleen aan het eerste criterium (dikte deklaag) strikt de hand gehouden. Resultaten van de bevindingen worden gepresenteerd in Aanhangsel 5.

Het bemonsteren op elk uiteindelijk geselecteerd perceel heeft plaatsgevonden in de periode april en mei 2003. Aan de hand van overzichts- en detailkaarten van de percelen, en de gegevens uit het vooronderzoek, zijn de dempingen gelokaliseerd.



Foto 2.1: Vaststellen van de exacte locatie van een demping met behulp van een grondboor.

Met een grondboor is de precieze plaats van de demping vastgesteld, waarna op verschillende plaatsen monsters zijn genomen van de deklaag (5 monsters per

demping) en op minimaal 10 meter afstand van de demping (referentie, 2 monsters per demping). In tabel 2.1 staat weergegeven welke typen monsters zijn verzameld met welk doel.

Tabel 2.1. waarnemingen en monsters op elk monsterpunt

Deklaag (5 per locatie)		
Soort monster of waarneming	Grootte monster	Doel
Dikte deklaag		
Plag	20x20x20 cm (zie Foto 2.2)	• Inventarisatie regenwormen • Bepaling coconproductie regenwormen • Nitrificatie: • Bepalingen van fysisch-chemische parameters: pH, % organisch materiaal, % lutum, water holding capacity
Gutssteken	3 cm doorsnede, 10 cm diep (5 per monsterpunt) samengevoegd per locatie	Inventarisatie nematoden
Dempingsmateriaal (5 per locatie)		
Bulk grond	±3 kg	• Bepaling bioturbatie door regenwormen • Bepaling opname zware metalen door brandnetels
Referentie (2 per locatie)		
Plag	20x20x20 cm	• Inventarisatie regenwormen • Bepaling coconproductie regenwormen • Nitrificatie: • Bepalingen van fysisch-chemische parameters: pH, % organisch materiaal, % lutum, water holding capacity
Gutssteken	3 cm doorsnede, 10 cm diep (13 per monsterpunt) samengevoegd per locatie	• Inventarisatie nematoden



Foto. 2.2 Plag met grasmat zoals uit het veld bemonsterd

De afstand tussen de verschillende deklaagmonsters bedroeg 25 m wanneer de demping langer was dan 100 m. Wanneer de demping korter was dan 100 m zijn de monsterpunten evenredig verspreid. De referentiemonsters zijn genomen ter hoogte van de tweede en vierde monsterpunten in de deklaag. Alle monsters zijn bij 12°C bewaard tot verdere verwerking in het laboratorium, behalve de monsters voor de nematoden-inventarisatie en fysisch-chemische parameters, welke bij 5°C zijn bewaard tot analyse (door Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, BLGG).

2.1.2 Bodemfysisch en milieuchemisch onderzoek aan deklaag en referentiegrond

Fysisch chemische parameters

Grond die afkomstig is uit de deklaag- en referentieplaggen (zie paragraaf 2.1.1) is, gezeefd (4 mm). Per perceel zijn gelijke gewichtsverhoudingen (op basis van versgewicht gezeefde grond) uit alle 5 de deklaagplaggen samengevoegd en gemengd tot een mengmonster van ongeveer 25 kg. Daarnaast zijn gelijke gewichtsverhoudingen gezeefde grond uit alle referentieplaggen van een bepaalde dempingscategorie samengevoegd en gemengd. Dit heeft geresulteerd in 6 referentiemengmonsters (1 per dempingscategorie), en 29 mengmonsters deklaaggrond (1 per locatie).

Schone grond, afkomstig uit het depot van de SBK (bestemd om slootdempingen in de Krimpenerwaard af te dekken) is gemalen in een maalmachine met een roterend mes. Een monster van deze schone grond is meegenomen bij alle bepalingen.

Voor de bepaling van het vochtgehalte is van elk mengmonster in duplo veldvochtige grond gewogen en een nacht gedroogd in een stoof bij 105 °C, en opnieuw gewogen. Het verschil in gewicht tussen veldvochtige en droge grond (=hoeveelheid vocht) is genormaliseerd op gewicht veldvochtige grond.

Voor de bepaling van de maximale Water Holding Capacity (WHC) zijn stalen buizen met dwarsdoorsnede 2.7 cm en volume 50 ml gebruikt. Een zijde van elke buis is afgesloten met kaasdoek en elastiek. De buizen zijn gevuld (elk mengmonster in duplo) tot ongeveer 40 ml zonder de grond aan te drukken. Nadat alle buizen zijn gevuld is de grond in de buizen in willekeurige volgorde aangestampt met een zuiger van een 50 ml injectiespuit. Vervolgens zijn de buizen een nacht op een rooster geplaatst in demiwater, zodat de grond gelegenheid had verzadigd te raken met water. Nadat het rooster met buizen 1 uur is uitgelekt, is de vochtige grond in de buizen gewogen en een nacht gedroogd in een stoof bij 105 °C, en opnieuw gewogen. Het verschil in gewicht tussen volledig met water verzadigde en droge grond (=hoeveelheid vocht) is genormaliseerd op gewicht droge grond. Uitgedrukt als percentage is dit de maximale WHC.

Bepalingen van pH, percentages organisch materiaal en lutum zijn uitgevoerd bij het BLGG in Oosterbeek.

Parameters die dit rapport gebruikt worden zijn:

- pH
- organisch stofgehalte
- kleigehalte

Zware metaal analyses wormen

Metaalmetingen in wormen vinden over het algemeen plaats na een destructie van het monster met koningswater, waardoor alle metalen uit de worm worden vrijgemaakt (totaalgehalten metalen). Met behulp van ICP-AES zijn bovenstaande extracten geïoniseerd in argonplasma, waarna de hoeveelheid uitgestraald licht door de metalen op hun specifieke golflengtes is gemeten (SWV E1307).

2.1.3 Veldinventarisatie regenwormen

Om inzicht te verkrijgen in hoeverre bodemfauna in een deklaag van 30 cm dikte (of meer) wordt beïnvloed door het dempingsmateriaal is de soortensamenstelling van regenwormen bepaald in de deklaag- en referentiemonsters. Uit de verzamelde wormen is de soort *Lumbricus rubellus* geselecteerd voor analyse van gehalten zware metalen. Deze soort werd als standaard gehanteerd in het Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (Wegener *et al.*, 1999).

Plaggen van 20x20x20 cm zijn verzameld in het veld (zie §2.1.1). Deze plaggen zijn in een plastic zak op de dag van bemonstering getransporteerd naar het laboratorium en opgeslagen bij 12°C. Binnen twee dagen na bemonstering zijn uit deze plaggen handmatig alle wormen verzameld. Soort, aantallen, en ontwikkelingsstadia (adult, subadult of juveniel) zijn bepaald van alle verzamelde wormen. De wormen van de soorten *Aporrectodea caliginosa tuberculata*, *Lumbricus rubellus* en *Allolobophora chlorotica* hebben 48 uur de gelegenheid gehad hun darm te legen en zijn per soort ingevroren bij -20 °C voor metaalanalyses. De andere soorten regenwormen zijn niet gebruikt. De uitgezochte grond is ontdaan van gras, wortels en grove delen en verzameld en opgeslagen bij 12°C in het donker voor verder gebruik.

Van de ingevroren wormen zijn de wormen van de soort *Lumbricus rubellus* uit de deklaag per locatie samengevoegd. Daarnaast werden de regenwormen van de soort *Lumbricus rubellus* uit de referentiemonsters per dempingscategorie samengevoegd. Dit heeft geresulteerd in 6 referentie mengmonsters (één per dempingscategorie) en 29 deklaagmengmonsters (één per locatie). De mengmonsters zijn vervolgens gevriesdroogd.

Van de mengmonsters zijn de totaalgehalten aan As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb en Zn bepaald. De resultaten hiervan worden gepresenteerd in §4.1.3.3 en in Aanhangsel 9.

Parameters die gebruikt worden:

- Aantallen wormen, per soort en stadium;
- Biomassa wormen, per soort en stadium;
- Procentuele samenstelling wormenpopulaties.

2.1.4 Veldinventarisatie nematoden

Nematoden zijn gedetermineerd door BLGG in de steken uit de bovenste 10 cm grond (zie §2.1.1). Uit de gestoken monsters is een deelmonster van 100 ml genomen voor het nematodenonderzoek. De nematoden zijn gescheiden van de grond met een Oostenbrinktrechter. Deze werkt volgens het principe dat in een vloeistofkolom gronddeeltjes sneller zakken dan nematoden (s'Jacobs & van Bezooijen, 1986). Van elk monster zijn in 10 ml alle nematoden geteld. Deze telling is in duplo uitgevoerd. Bij een afwijking van meer dan 10% is het monster opnieuw in duplo geteld. Het gemiddelde van deze twee tellingen is gebruikt om de aantallen per 100 g grond te berekenen. De monsters zijn gefixeerd met formaline. Vervolgens zijn van elk monster twee preparaten gemaakt. In elk preparaat is met een lichtmicroscop circa 75 nematoden in willekeurige volgorde gedetermineerd tot op geslachtsniveau. Voor de naamgeving is het boek van Bongers (1988) aangehouden. In een aantal gevallen zijn nieuwe inzichten gevolgd aan de hand van recente artikelen. De maturity Index is berekend volgens Bongers (1990). De indeling in voedselgroepen is uitgevoerd volgens Yeates *et al.* (1993).

Parameters die dit rapport gebruikt worden om te toetsen zijn:

- Maturity Index (MI1-5 en MI2-5)

2.2 Bioassays en laboratoriumexperimenten

Naast veldinventarisaties van bodemfauna is het van belang inzicht te verkrijgen in hoeverre eventueel aanwezige verontreinigingen in de deklaag effect hebben op de ecologie van de bodem (regenwormen en afbraak- en bioaccumulatieprocessen). Hiertoe zijn in de hiernavolgende laboratoriumstudies uitgevoerd:

- **Bioassay regenwormen (*Lumbricus rubellus*).** Deze test geeft algemene informatie met betrekking tot het functioneren van wormen als indicatie voor bodemorganismen in het algemeen
- **Nitrificatie.** Deze test geeft informatie met betrekking tot de werking van bodemprocessen in relatie tot eventueel aanwezige toxicanten in de bodem.
- **Bioturbatie door regenwormen.** Deze test geeft informatie met betrekking tot het functioneren van bodemorganismen en geeft informatie over de mogelijke herverdeling van toxicanten in de bodem (in het kader van dit onderzoek: zware metalen).
- **Opname zware metalen door brandnetel.** Deze test geeft informatie met betrekking tot het functioneren van planten en geeft informatie over herverdeling van toxicanten in de bodem (in het kader van dit onderzoek: zware metalen).

2.2.1 Bioassay regenwormen

Grond (afkomstig uit de uitgezochte plaggen) is met behulp van gedemineraliseerd water op een vochtpercentage van 54% van de maximale WHC gebracht. Deze grond is verdeeld over 4 glazen potten. Aan elke pot zijn 5 adulte wormen

toegevoegd (*Lumbricus rubellus*). Vóór toevoegen is het gewicht van de wormen bepaald. Aan elke pot is elzenblad als voedsel voor de wormen toegevoegd. De potten zijn in een klimaatkamer geplaatst (15 °C, RLV 60%, continu licht). De wormen zijn gevoerd door gedroogd elzenblad, dat 1 uur bevochtigd is met gedemineraliseerd water, bovenop de grond te leggen. Als positieve controle voor coconproductie zijn vier potten met regenwormen in grond afkomstig van proefboerderij Kooienburg te Valdermont meegenomen (KBG). Na vier weken is het experiment beëindigd. Van de regenwormen zijn aantallen en biomassa bepaald. De cocons zijn uit de grond gespoeld en geteld.

Parameters die dit rapport gebruikt worden zijn:

- Coconproductie;
- Groei wormen;
- Overleving wormen.

2.2.2 Nitrificatie

Nitrificatie is het proces in de bodem waarbij micro-organismen ammonium (NH_4^+) in nitriet (NO_2^-) en nitraat (NO_3^-) omzetten. Het proces maakt deel uit van de stikstofcyclus en levert een bijdrage aan de beschikbaarheid van N voor planten en bodemorganismen. Omdat slechts weinig micro-organismen tot nitrificatie in staat zijn, wordt de nitrificatie beschouwd als een gevoelige indicator voor bodemverontreiniging. Met dit bioassay wordt vastgesteld hoeveel potentie een bodem heeft om ammonium om te zetten in nitraat. Dit is een maat voor de aanwezigheid van nitrificerende bacteriën. Afwijking van de potentiële nitrificatie van grondmonsters afkomstig van dempingen ten opzichte van de referentie monsters is mogelijk het gevolg van de aanwezigheid van contaminanten in de bodem. Het principe van de test is gebaseerd op incubatie van grondmonsters met een ammoniumoplossing. De potentiële nitrificatie werd bepaald volgens Alef (1995). Aan grond (§2.1.1) is ammoniumsulfaat (1 mg g^{-1} veldvochtige grond) toegevoegd. De mengmonsters zijn vervolgens 3 weken geïncubeerd bij 25°C en een vochtgehalte van 50% van de WHC. Controles zijn geïncubeerd bij -20°C. Na 3 weken is de hoeveelheid ammonium en nitraat gemeten. Potentiële nitrificatie is daarna berekend als afname van de hoeveelheid NH_4 en toename van de hoeveelheid NO_3 .

Parameters die dit rapport gebruikt worden zijn:

- Potentiële nitrificatie (als NH_4 en NO_3)

2.2.3 Bioturbatie door regenwormen

In dit experiment zijn PVC-kolommen gebruikt waarin de situatie deklaag/dempingsmateriaal is nagebootst. Onderin elke kolom is een laag dempingsmateriaal (10 cm) aangebracht met daarbovenop 30 cm schone grond (afkomstig uit het depot van de Stichting Bodembeheer Krimpenerwaard, §2.1.2). Ook voor de

bioturbatieproef is de depotgrond gemalen, omdat deze uit zeer grote klonten bestond en anders niet verwerkbaar was.

In deze bioturbatieproef, wordt zo goed mogelijk een natuurlijke situatie nagebootst. Aan de kolom met dempingsmateriaal en deklaag zijn daarom verschillende soorten wormen toegevoegd in verschillende dichtheden en levensstadia. De soorten zijn algemeen voorkomend in de Krimpenerwaard:

- 1 x adult van *Lumbricus terrestris*, een soort tot een diepte van 100 cm voorkomt.
- 2 x subadult en 2 x adult van *Aporrectodea caliginosa tuberculata*, een soort die voorkomt in de bovenste 30 cm.
- 3 x adult van *Lumbricus rubellus*, een soort die zich voornamelijk ophoudt tussen wortels van de grasmatten.

Dit is een verhouding die representatief is voor de in het veld aangetroffen gemeenschap.

Onderin buizen van PVC (Ø 10cm, lengte 45cm, aan de onderzijde afgesloten) is een laag van 10 cm van het mengmonster dempingsmateriaal (zie §2.1.1) gebracht met daarboven 30 cm gemalen schone grond afkomstig uit het depot. Tussen de twee lagen is grof kunststof gaas met maaswijdte van 1 cm aangebracht voor visuele scheiding van de twee lagen. Per locatie zijn vier buizen ingezet. Als referentie zijn vier buizen met alleen schone grond ingezet. Wormen zijn gewogen en toegevoegd op het oppervlak van de kolommen. Elzenblad is toegevoegd als voer voor de wormen. De kolommen zijn in een klimaatkamer geplaatst (15 °C, RLV 60%, continu licht) gedurende 12 weken. Wekelijks is gecontroleerd of er nog voldoende elzenblad was en zonodig aangevuld.

Na 12 weken is de doordringbaarheid van de grond in de buizen bepaald met een penetrometer en zijn de kolommen in de lengte opengemaakt, de dikte van de deklaag gemeten en de regenwormen gelokaliseerd, geteld, gedetermineerd en de biomassa bepaald. Een grondmonster is genomen met een 2 cm brede guts op 10 cm afstand van het dempingsmateriaal (19-21cm van het oppervlak van de kolom) voor metaalanalyses.

De grondmonsters zijn gedroogd in een stoof bij 40 °C en de potentieel beschikbare fractie van As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, en Zn zijn bepaald met ICP-AES na extractie met 0,34 M salpeterzuur

2.2.4 Opname van zware metalen door brandnetels

De grote brandnetel (*Urtica dioica*) is een plant die zeer algemeen voorkomt en dieper dan 30 cm wortelt. Met het inzetten van de brandnetel wordt een realistisch beeld gevormd van mogelijke uitwisseling door wortelopname. De soort wordt gebruikt bij opnameproeven in het veld (van Doornmalen, 1995).

Zaden van de grote brandnetel uitgezaaid in schone grond afkomstig uit het depot van SBK. De zaden zijn ontkiemd in een klimaatkamer (18 °C, 16/8 uur licht) gedurende 7 weken.

Schone grond en dempingsmateriaal zijn voorbehandeld en PVC-buizen zijn gemaakt en gevuld als beschreven in paragraaf 2.2.3. Eén zaailing is ingezet per buis. De hoogte van de plant van grondoppervlak tot de bovenste blaadjes is opgemeten. De kolommen zijn gedurende 6 weken in een klimaatkamer geplaatst (daglichtlampen (16/8 uur licht), 15 °C). De planten hebben 2-3 keer per week gedemineraliseerd water naar verbruik aangevuld gekregen. Wekelijks werden de buizen verplaatst om effecten van ongelijke lichtintensiteit te voorkomen.

Na 6 weken is de hoogte van de plant van grondoppervlak tot de bovenste blaadjes bepaald ter controle of de planten wel gegroeid waren. Tevens is het bloeistadium en geslacht vastgesteld, en is gemeten hoe diep de plant geworteld heeft. Dit is gedaan door van de buizen het deksel aan de onderkant van de kolom te verwijderen, en de beworteling van de planten te classificeren. De volgende klassenindeling is daarbij aangehouden:

Tabel 2.2: Klassenindeling van de beworteling van brandnetel in de kolommen

Klasse	Beworteling
1	Geen wortels zichtbaar op de bodem van de kolom
2	Enige wortels zichtbaar op de bodem van de kolom
3	Wortels zichtbaar op de bodem van de kolom, vooral aan de randen
4	Bodem van de kolom geheel beworteld

Het bovengrondse deel van de plant is afgeknipt, gewogen en gedroogd in een stoof bij 70 °C. Elke gedroogde plant is gemalen in een maalmolen met carbide messen, waarna het poeder is verzameld in plastic container.

De monsters brandnetelpoeder zijn gedeutereerd met koningswater (Alterra, SWV E1004) en de totaalgehalten aan As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, en Zn zijn bepaald (Alterra, SWV E1307, gebaseerd op NEN-6425 en NEN-6426).



Foto 2.1a: Kort vóór de bloei



Foto 2.1b: Beginnende bloei



Foto 2.1c: Vroege bloei



Foto 2.1d: Volle bloei: mannelijk



Foto 2.1e: Volle bloei vrouwelijk

3 Beoordelingssystematiek

3.1 Inleiding

In het Gebiedsgericht Bodembeheerplan Krimpenerwaard (1998) wordt een landinrichtingsondersteunende en milieuhygiënisch verantwoorde oplossing voor de bodemverontreiniging als gevolg van slootdempingen in het gebied nagestreefd. Indien sprake is van aantoonbare risico's voor de beoogde functies landbouw, natuur en recreatie wordt een functiegerichte sanering voorgestaan in de vorm van het aanbrengen van een schone deklaag van minimaal 30 cm (standaardaanpak).

Deze maatregel wordt voorgesteld onder de aanname dat deze het risico voor de beoogde functies afdoende wegneemt. Het momenteel lopende verificatieonderzoek heeft tot doel het onderbouwen van deze aanname, gedifferentieerd naar de verschillende categorieën verdacht dempingmateriaal.

In dit hoofdstuk wordt de procedure voor beoordeling van de resultaten van het VE beschreven.

3.2 Uitgangspunten

Beoordeling van effecten vindt normaliter plaats aan de hand van een 'norm'. Normen zijn gebaseerd op achtergrondkennis van de te beoordelen parameter. Aan de hand van de beschikbare kennis kunnen 'algemeen geldende' normen worden opgesteld (zie bijvoorbeeld PERISCOOP (van der Waarde, 2003) voor beoordeling van effecten in uiterwaardengrasland) of kan de norm, specifiek voor de te beoordelen situatie, op statistische leest zijn geschoeid (waarbij vergelijking plaatsvindt ten opzichte van een specifieke referentie). Voor een aantal in het VE gebruikte parameters is (nog) niet voldoende achtergrondkennis voorhanden om 'algemeen geldende' normen te kunnen hanteren en zal beoordeling plaatsvinden op basis van statistische vergelijking met een 'gebiedseigen' referentie.

De onderzoeksparameters die zijn opgenomen in het VE zijn het resultaat van selectie door een wetenschappelijke begeleidingsgroep van het Verificatieonderzoek Ecologie en door het Afstemmingsoverleg, en zijn allen op te vatten als relevante ecologische parameters. Minder relevante parameters zijn in het voorafgaande proces weggeselecteerd. De geselecteerde parameters geven een breed beeld van het functioneren van het ecosysteem, en zijn daarom ook geselecteerd. Hoewel er tussen verschillende parameters zeker samenhang is te vinden, was de onderlinge samenhang geen criterium voor de keuze van parameters. Het is daarom mogelijk dat resultaten in sommige gevallen geen samenhang lijken te vertonen. Het is mogelijk dat het ontwerp van de uitgevoerde experimenten niet op het onderzoeken van de onderlinge samenhang is gericht.

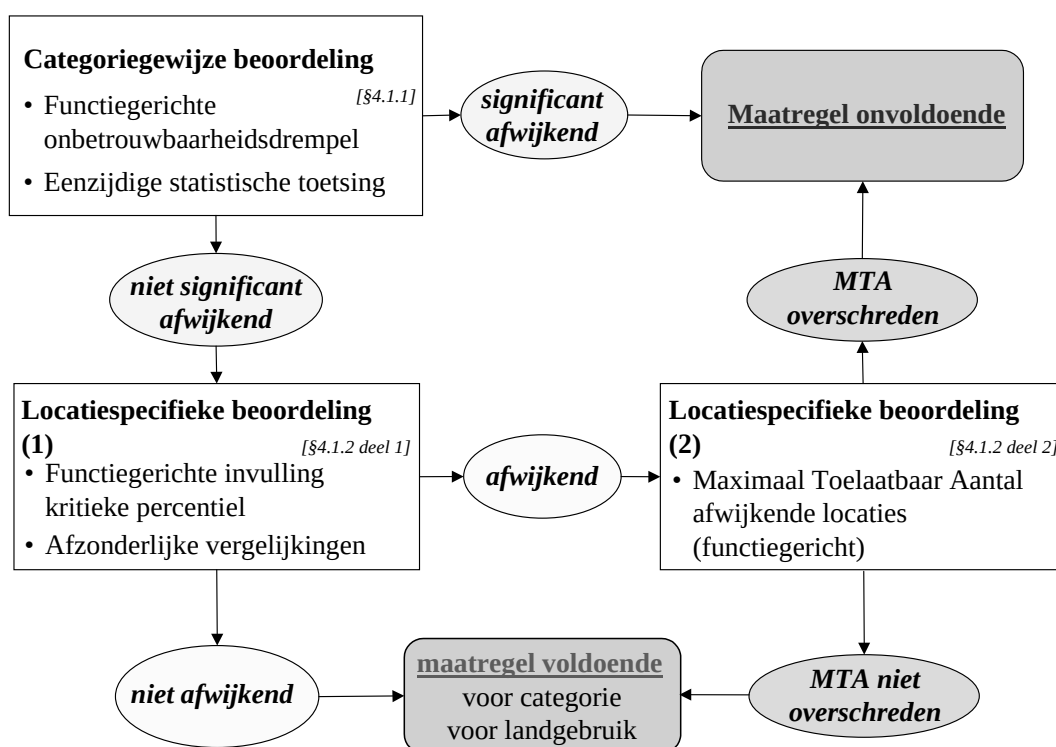
Om financiële redenen werd op extensieve wijze grond bemonsterd en toetsen uitgevoerd. Enerzijds is het aantal locaties per categorie dempingmateriaal beperkt gehouden ($n=5$), anderzijds wordt per categorie slechts één referentiemonster

geanalyseerd. Het referentiemonster is samengesteld als mengmonster van materiaal dat op iedere locatie is verzameld in het naast de demping gelegen weilandperceel (zie bemonsteringsschema Aanhangsel 1). Voor elk van de zes categorieën worden dus monsters van vijf locaties geanalyseerd, plus één referentiemonster als mengmonster. De zes referentiemonsters kunnen gezamenlijk worden beschouwd als een gebiedseigen referentie, waartegen dempingcategorieën en afzonderlijke locaties kunnen worden vergeleken. Het eigen referentiemateriaal vormt het primaire beoordelingskader voor de onderzoeksresultaten, waarbij slechts negatieve effecten in beschouwing worden genomen.

3.3 De beoordelingsmethodiek

In het VE wordt de beoordeling langs twee lijnen uitgevoerd. In eerste instantie worden de verdachte categorieën dempingmateriaal afzonderlijk getest (*categoriegewijze beoordeling*). Wanneer geen effect wordt gevonden, volgt een *locatiespecifieke beoordeling*¹. Daarbij wordt elk van de vijf dempingen per categorie afzonderlijk beoordeeld.

In onderstaand schema wordt aangegeven welke plaats de twee beoordelingslijnen hebben in de gevolgde methodiek. Eronder wordt een korte uiteenzetting van alle stappen gegeven.



Figuur 3.1: overzicht van de beoordelingsmethodiek (Faber et al., 2003).

¹ 'Locatiespecifieke beoordeling' heeft hier geen relatie met 'locatiegericht onderzoek', zoals in het Bodembeheerplan wordt beschreven.

Stap 1 Categoriegewijze beoordeling

In afstemming met betrokkenen is besloten om voor de functie natuur een gevoeliger normering toe te passen wanneer vergeleken met landbouw. De recreatieve functie wordt gelijk geschaald aan de natuurfunctie. Om aan deze differentiatie vorm te geven worden twee verschillende toetscriteria gedefinieerd, een zogenaamde meer gevoelig toetscriterium en een minder gevoelig toetscriterium. Voor de aantoonbaarheid van effecten op basis van het meer gevoelige toetscriterium zal een significantieniveau van 5% (onbetrouwbaarheidsdrempel $\alpha=0,05$, éézijdige toetsing) worden gehanteerd en voor het minder gevoelige toetscriterium een significantie niveau van 2,5% (éézijdige toetsing (tabel 3.1)).

De mate van effect wordt hier niet systematisch beoordeeld. In het licht van de fase van het onderzoek waarover hier wordt gerapporteerd, te weten een eerste screening van effecten, is de inspanning meer gericht op het daadwerkelijk vaststellen van effecten en de aanwezigheid van verontreinigingen, en nog minder op de mate van de gevonden effecten.

Tabel 3.1. Functiegerichte differentiatie in de onbetrouwbaarheidsdrempel (α) voor aantoonbaarheid van effecten bij statistische toetsing van onderzoeksresultaten (éézijdige toetsing).

Functie	Norm	Onbetrouwbaarheidsdrempel
Natuur	'standaard gevoelig'	0,05
Landbouw	'minder gevoelig'	0,025
Recreatie	'standaard gevoelig'	0,05

De vaststelling van categoriegewijze afwijkingen vindt plaats op basis van ANOVA. Hiervoor worden zogenaamde 'least significant differences' berekend, het kleinste verschil tussen gemiddelde van categorieën wat nog significant is, en kan worden bepaald of categorieën als geheel afwijken van de gebiedreferentie. Voor een nadere uitleg van de gebruikte toetsing wordt verwezen naar Faber *et al.* (2003).

Bij het niet aantoonbaar zijn van effecten bij categoriegewijze beoordeling volgt een locatiespecifieke beoordeling (figuur 3.1), ook weer met functie-gedifferentieerde criteria.

Locatiespecifieke beoordeling

Stap 1 vaststellen van overschrijding kritieke grenzen

De variatie in resultaten van een bepaalde categorie dempingmateriaal kan dermate hoog zijn, dat verschillen met een gebiedseigen referentie wel aanwezig maar niet aantoonbaar (significant) zijn bij categoriegewijze beoordeling. In dergelijke gevallen is het goed mogelijk dat één of meer afzonderlijke locaties wél duidelijk afwijken van het vastgestelde kritieke percentiel van de gebiedseigen referentie. De beoordeling wordt dan verder locatiespecifiek uitgewerkt.

De locatiespecifieke beoordeling met toetsing tegen de referentie zal ook weer tegen functie-gedifferentieerde percentielwaarden geschieden: voor de meer gevoelige toetsing het P95 en voor de minder gevoelige toetsing het P97,5 (bij eenzijdige toetsing). Zodra de metingen aan de referentie zijn verricht, kunnen de kritieke waarden worden berekend ter beoordeling van de resultaten voor de afzonderlijke locaties (gedempte sloten).

Stap 2 vaststellen van aantal overschrijdingen kritieke grenzen ,en het MTA

Als een of meerdere locaties significant afwijken van de referentie (*i.e.* het kritieke percentiel overschrijden), dan is een aanvullende beoordeling wenselijk om alsnog te bepalen hoe met de betreffende dempingcategorie om te gaan.

In de eerste plaats kan bekeken worden in hoeverre de betreffende categorie doeltreffend is gekarakteriseerd. Het is mogelijk dat de categorie ten onrechte als één geheel wordt gezien, omdat sprake is van heterogene samenstelling of herkomst van het dempingmateriaal. Aanvullend historisch onderzoek zou hier dan uitsluitsel over kunnen geven. Bij het beheer van locaties in een dergelijke categorie zou dan specifiek rekening kunnen worden gehouden met de herkomst.

Het tweede deel van de locatiespecifieke beoordeling komt daarom neer op een beoordeling van het aantal locaties binnen de steekproef dat afwijkt van de referentie. Hoe meer locaties het kritieke percentiel overschrijden, des te groter het risico dat *ten onrechte* werd geconcludeerd dat de betreffende categorie niet afwijkt van referentie (categoriegewijze toetsing, zie hiervoor). Er mogen daarom niet teveel locaties het kritieke percentiel overschrijden.

Het Maximaal Toelaatbaar Aantal locaties (MTA) dat afwijkt van de referentie wordt nu beoordeeld. Dit is een vergelijking opnieuw op basis van de eerder gebruikte functiespecifieke kritieke percentielen (P95 en P97,5) van de referentie. Het MTA is evenredig met het aantal onderzochte locaties en omgekeerd evenredig met het functiespecifieke kritieke percentiel P . In formule:

$$MTA = \frac{n}{(100 - P_{functie})}$$

waarin:

n , aantal onderzoekslocaties binnen de te beoordelen categorie,
 $P_{functie}$ indexwaarde van het functiespecifieke kritieke percentiel (bijv. 97,5 volgens het minder gevoelige toetscriterium).

Het MTA wordt in hele getallen uitgedrukt. In tegenstelling tot Faber *et al.*, 2003 wordt in de huidige beoordeling het MTA afgerond naar boven.

In onderstaande tabel worden het MTA berekend voor de twee gebruikte kritieke percentielen

Tabel 3.2: Voorbeeldberekening van het MTA bij verschillende aantallen onderzoekslocaties.

Kritiek percentiel	Aantal onderzoekslocaties						
	3	4	5	6	7	20	23
P95 Minder gevoelige toetscriterium	1	1	1	2	2	4	5
P97,5 Meer gevoelige toetscriterium	1	1	1	1	1	2	3

Overschrijding van het MTA vindt plaats als meer locaties binnen een dempingscategorie significant afwijken van de gebiedseigen referentie dan het aantal dat wordt weergegeven in bovenstaande tabel.

3.4 Gebruik in dit rapport

Op de resultaten van elk experiment uit fase 2 van het VE is de hierboven beschreven methodiek toegepast. Dit houdt in dat, in overeenstemming met het schema in figuur 3.1, eerst een categoriegewijze toetsing plaats heeft gevonden tegen de gebiedseigen referentie per gebruiksfunctie. Als geen verschillen worden gevonden, wordt in twee stappen vergelijking met het MTA uitgevoerd (per functie). De resultaten van deze twee stappen zijn tabelsgewijs aan het eind van de resultaten van elk experiment weergegeven.

Tenslotte wordt in Hoofdstuk 6 een overzicht van alle getoetste gegevens gepresenteerd.

In vergelijking met Faber *et al.* (2003), waar de beoordelingsmethodiek wordt gepresenteerd zijn enkele aanpassingen gedaan in de methodiek die van groot belang zijn. Allereerst zijn de betrouwbaarheidsintervallen aangepast. In geval van de categoriegewijze beoordeling is dit respectievelijk voor het meer gevoelige toetscriterium van 0,10 naar 0,05 en voor het minder gevoelige toetscriterium van 0,05 naar 0,025. Vergelijkbaar zijn in geval van de locatiespecifieke beoordeling de percentielgrenzen aangepast (resp. van 0,90 naar 0,95 voor de meer gevoelige beoordeling en van 0,95 naar 0,975 voor de minder gevoelige beoordeling). Dit is gedaan omdat in een eerste beoordeling erg veel effecten gevonden werden, ook in de referenties. De kans op het maken van een zogenaamde Type I fout in de statistische analyse, te weten het op basis van toeval aantonen van een effect dat er eigenlijk niet is, is in een dergelijke beoordeling mogelijk te hoog. Hiertoe werden de criteria van de toetsing gevoeliger, met andere woorden effecten worden minder snel aantoonbaar. Daarnaast is er bij het opstellen van het MTA voor gekozen om bij decimalen af te ronden naar boven. In de situatie van weinig waarnemingen en een meer gevoelige toetsing werd in de voorgestelde methodiek een MTA van 0 voorgesteld (Faber *et al.*, 2003). Dit leidde vaak tot overschrijding van het MTA in geval van de referenties. Om eenzelfde reden als hiervoor werd besloten de criteria wat gevoeliger te maken. Beide aanpassingen hebben tot gevolg dat effecten weliswaar minder snel aantoonbaar zijn, maar dat de kans op het onterecht aantonen van effecten ook verminderd is.

Bij de opschaling van effecten van locatieniveau naar een grotere ruimtelijke schaal wordt aandacht besteed aan het ruimtelijk schaalniveau dat ecologisch en beleidsmatig van belang is. Dit is afhankelijk van het type organisme of andere parameter die beschouwd wordt, en van de beleidsvraag. Voor wat betreft de Grutto, een soort die op een grotere ruimtelijke schaal foerageert, laten de resultaten zien dat zelfs wanneer een relatief klein deel van het territorium dempingen omvat, dit kan leiden tot een verhoogde blootstelling aan verontreinigingen. Wanneer 1% van een gebied vervuild is (met aantoonbaar risico op effecten), is het niet vanzelfsprekend

dat voor dat hele gebied het risico door honderd gedeeld kan worden. Dit hangt onder meer samen met het feit dat hogere organismen geen ‘*random*’ gedrag vertonen, maar gericht zoeken naar voedsel.

Voor wat betreft bodemorganismen en bodemprocessen is de regionale schaal van de Krimpenerwaard als geheel waarschijnlijk van minder belang. Doordat percelen vaak door sloten omgeven zijn, en deze als barrière werken voor uitwisseling tussen percelen, is wellicht dit de schaal waarop effecten op bodemorganismen en – processen beschouwd zouden moeten worden. Dit is ook de schaal waarop boeren mogelijke effecten zouden kunnen ervaren. Op perceelniveau kunnen dempingen een significant deel van het oppervlak uitmaken, zeker in geval van smalle percelen. Op dit schaalniveau is het eerder mogelijk dat effecten op bodemorganismen en processen van betekenis zijn voor het hele perceel, evenals risico’s op herverontreiniging van de bodem door bioturbatie of opname door planten.

4 Resultaten Fase 2 onderzoek

4.1 Veldwerk en -inventarisaties

4.1.1 Monsterlocatie kenmerken

Monsterdata, adresgegevens en waarnemingen in het veld worden gepresenteerd in Aanhangsel 5.

4.1.2 Bodemfysisch en milieuchemisch onderzoek aan deklaag en referentiegrond

In onderstaande tabel worden de resultaten van het bij BLGG uitgevoerde onderzoek naar fysisch/chemische parameters van grondmonsters deklaag/referentie gepresenteerd.

Tabel 4.1: fysisch-chemische eigenschappen van grond uit de deklaag van de gebruikte monsterlocaties.

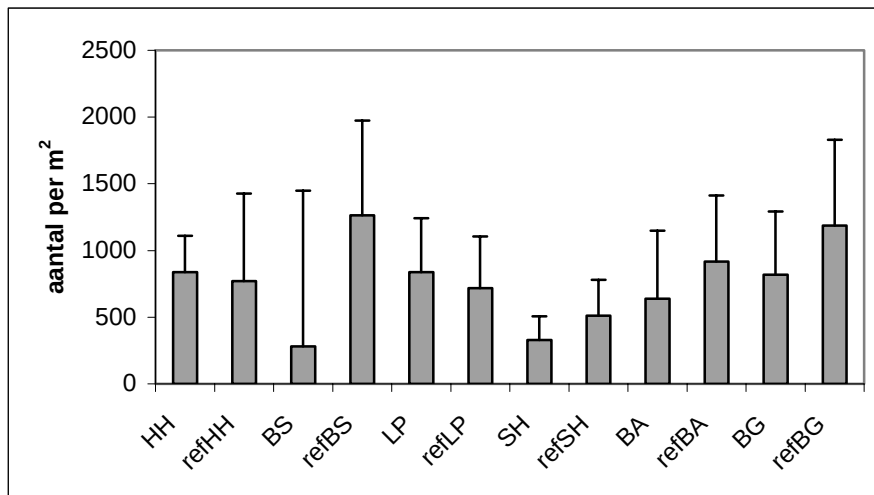
locatie	parameter		
	pH	Organische stof (%)	Lutum (%)
LP1	4,6	30,8	46
LP2	4,4	54,5	19
LP3	6,7	21,8	41
LP4	3,9	55,2	15
LP5	4	53,6	20
LP7	4,8	58,8	17
Ref LP	4,8	32,7	39
BG1	4,6	59,5	16
BG2	4,9	63	15
BG3	4	2,5	43
BG8	3,8	54,6	19
Ref BG	4,5	38,7	29
SH1	5,3	20	30
SH2	6,2	13,5	31
SH3	4,4	61,7	15
SH5	4,2	55,7	19
SH9	4,5	59,5	17
Ref SH	5	24,4	34

locatie	parameter		
	pH	Organische stof (%)	Lutum (%)
BA2	4,2	54,9	13
BA4	4,6	43,7	23
BA5	6,1	20,1	12
BA6	4,1	57,9	13
BA12	4,6	36,2	31
Ref BA	4,5	27,7	36
HH2	3,3	26,9	29
HH3	5,1	54,5	11
HH4	4,6	42,9	7
HH5	4,6	60,4	13
HH9	3,8	39,1	30
Ref HH	4,8	31,3	32
BS1	5	52,2	15
BS2	4,9	42,7	14
BS5	5	28,5	33
BS7	3,9	44,5	23
BS8	4,7	62,3	22
Ref BS	5,4	26,1	31

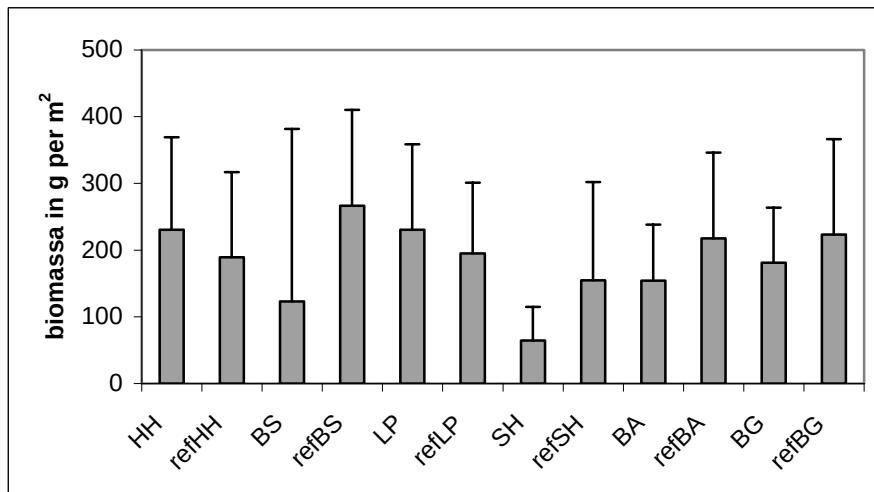
4.1.3 Veldinventarisatie regenwormen

4.1.3.1 Aantallen en biomassa per soort en stadium

Het totale aantal en de biomassa aan regenwormen per m^2 varieert sterk tussen de dempingen (van 280 individuen (sd 1170) met een gewicht van 120gr (sd 260) per m^2 voor deklagen boven bouw en sloopafval tot 838 (sd 272) met een gewicht van 231 g (sd 138) boven huishoudelijk afval.). De gemiddelde dichtheid en biomassa over de referenties bedraagt 895 individuen per m^2 , met een totaal gewicht van 207 g/ m^2 . Voor de totale aantallen regenwormen en de totale biomassa geldt dat de variatie binnen een demping, respectievelijk referentie groot is (zie fig. 4.1 en 4.2).



Figuur 4.1. Gemiddelde dichtheid van regenwormen per m^2 op de verschillende dempingen en hierbij borende referenties, met standaarddeviatie.



Figuur 4.2. Gemiddelde biomassa aan regenwormen per m^2 op de verschillende dempingen en hierbij borende referenties.

Om te kijken of significante verschillen tussen dempingcategorieën en referenties bestaan, zijn verschillen op basis van zowel aantallen als gewichten per soort en per stadium statistisch getoetst met behulp van variantieanalyse. Daarbij is gebruik gemaakt van de twee verschillende criteria (meer gevoelig en minder gevoelig criterium, Hoofdstuk 3).

In deze toetsing is een splitsing gemaakt tussen deklagen dunner dan 30 cm en deklagen dikker dan 30 cm. Tijdens het veldwerk bleek namelijk dat op de geselecteerde locaties de deklaag op de plekken waar de verschillende zoden zijn gestoken niet altijd dikker dan 30 cm was. Per zode is de deklaagdikte bepaald, en per locatie zijn de aantallen en gewichten per soort en stadium gemiddeld tussen de zoden waar de deklagen dunner waren dan 30 cm, en die waar de deklagen dikker waren dan 30 cm. Per locatie levert dit in het algemeen een gemiddelde op van zowel een dunne deklaag alsmede een dikke deklaag. Binnen de toetsing is deklaag dikte als factor meegenomen naast categorie. Hiermee is het mogelijk te beschouwen of effecten eventueel wel voorkomen op dunne deklagen en niet op dikkere.

Categoriegewijze toetsing

In onderstaande tabellen (tabel 4.2a t/m tabel 4.2f) is per categorie weergegeven of er significante verschillen zijn tussen de aantallen of gewichten, per soort en stadium, op de referenties, de zoden op de locaties dunner dan 30 cm (dekklein), en die dikker dan 30 cm (dekgoed). De referenties zijn de categorie specifieke referenties. Dit is uitgesplitst naar de twee toetscriteria, meer gevoelig en minder gevoelig (Hoofdstuk 3). In de tabellen worden zowel afname als toename van aantallen en gewicht genoteerd, omdat niet altijd duidelijk is of bijvoorbeeld hogere dichtheden aan subadulten dieren als een positief effect kan worden beschouwd, daar dit ook kan wijzen op het feit dat dieren niet doorgroeien naar het adulte stadium.

Tabel 4.2a: Categoriegenwijze toetsing wormeninventarisatie voor dempingcategorie bagger.

Wormen inventarisatie BAGGER						
	gevoelig			minder gevoelig		
worm	referentie	dekklein	dekgoed	referentie	dekklein	dekgoed
Alc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadult	B	A	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juveniel	B	AB	A	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadultg	B	A	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juvenielg	B	C	A	A	B	A

n.s., niet significant; significante verschillen worden aangeduid met verschillende letters waarbij B significant hoger is dan A, C significant hoger dan B etc. AB is niet verschillend van A en B, maar A en B verschillen significant van elkaar. Alc, Allolobophora chlorotica; Apc, Aporectoda caliginosa tuberculata; Lr, Lumbricus rubellus. Adult, aantallen adulte exemplaren; subadult, aantallen subadulte exemplaren; juveniel, aantallen juveniele exemplaren; adultg, biomassa adulten; subadultg, biomassa subadulten; juvenielg, biomassa juvenielen.

Tabel 4.2b: Categoriegenwijze toetsing wormeninventarisatie voor dempingcategorie bedrijfsafval.

Wormen inventarisatie BEDRIJFSAFVAL						
	gevoelig			minder gevoelig		
worm	referentie	dekklein	dekgoed	referentie	dekklein	dekgoed
Alc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., niet significant; significante verschillen worden aangeduid met verschillende letters waarbij B significant hoger is dan A, C significant hoger dan B etc. AB is niet verschillend van A en B, maar A en B verschillen significant van elkaar. Alc, Allolobophora chlorotica; Apc, Aporectoda caliginosa tuberculata; Lr, Lumbricus rubellus. Adult, aantallen adulte exemplaren; subadult, aantallen subadulte exemplaren; juveniel, aantallen juveniele exemplaren; adultg, biomassa adulten; subadultg, biomassa subadulten; juvenielg, biomassa juvenielen.

Tabel 4.2c: Categoriegewijze toetsing wormeninventarisatie voor dempingcategorie huishoudelijk afval.

Wormen inventarisatie HUISHOUELIJK AFVAL						
	gevoelig			minder gevoelig		
worm	referentie	dekklein	dekgoed	referentie	dekklein	dekgoed
Alc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadult	B	A	A	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adult	C	A	B	C	A	B
Apc subadult	B	AB	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juveniel	B	A	AB	B	A	AB
Lr adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadult	A	B	A	A	B	A
Lr juveniel	B	A	AB	n.s.	n.s.	n.s.
Alc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juvenielg	A	AB	B	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adultg	B	A	B	B	A	B
Apc subadultg	B	AB	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juvenielg	B	A	A	AB	A	B
Lr adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadultg	A	B	A	A	B	A
Lr juvenielg	B	A	AB	B	A	AB

n.s., niet significant; significante verschillen worden aangeduid met verschillende letters waarbij B significant hoger is dan A, C significant hoger dan B etc. AB is niet verschillend van A en B, maar A en B verschillen significant van elkaar. Alc, *Allolobophora chlorotica*; Apc, *Aporrectodea caliginosa tuberculata*; Lr, *Lumbricus rubellus*. Adult, aantallen adulte exemplaren; subadult, aantallen subadulte exemplaren; juveniel, aantallen juveniele exemplaren; adultg, biomassa adulten; subadultg, biomassa subadulten; juvenielg, biomassa juvenielen.

Tabel 4.2d: Categoriegenwijze toetsing wormeninventarisatie voor dempingcategorie shredder.

Wormen inventarisatie SHREDDER						
	gevoelig			minder gevoelig		
worm	referentie	dekklein	dekgoed	referentie	dekklein	dekgoed
Alc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadult	B	A	AB	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juveniel	B	A	AB	B	A	AB
Alc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juvenielg	B	A	AB	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadultg	B	A	AB	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juvenielg	B	A	B	B	A	AB

n.s., niet significant; significante verschillen worden aangeduid met verschillende letters waarbij B significant hoger is dan A, C significant hoger dan B etc. AB is niet verschillend van A en B, maar A en B verschillen significant van elkaar. Alc, Allolobophora chlorotica; Apc, Aporectoda caliginosa tuberculata; Lr, Lumbricus rubellus. Adult, aantallen adulte exemplaren; subadult, aantallen subadulte exemplaren; juveniel, aantallen juveniele exemplaren; adultg, biomassa adulten; subadultg, biomassa subadulten; juvenielg, biomassa juvenielen.

Tabel 4.2c: Categoriegewijze toetsing wormeninventarisatie voor dempingcategorie lompen.

Wormen inventarisatie LOMPEN						
	gevoelig			minder gevoelig		
worm	referentie	dekklein	dekgoed	referentie	dekklein	dekgoed
Alc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adult	A	B	A	A	B	A
Apc subadult	A	B	A	A	B	AB
Apc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adultg	AB	B	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadultg	A	B	A	A	B	A
Apc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadultg	AB	A	B	AB	A	B
Lr juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., niet significant; significante verschillen worden aangeduid met verschillende letters waarbij B significant hoger is dan A, C significant hoger dan B etc. AB is niet verschillend van A en B, maar A en B verschillen significant van elkaar. Alc, Allolobophora chlorotica; Apc, Aporectoda caliginosa tuberculata; Lr, Lumbricus rubellus. Adult, aantallen adulte exemplaren; subadult, aantallen subadulte exemplaren; juveniel, aantallen juveniele exemplaren; adultg, biomassa adulten; subadultg, biomassa subadulten; juvenielg, biomassa juvenielen.

Tabel 4.2f: Categoriëgewijze toetsing normeninventarisatie voor dempingcategorie bouw- en sloopafval.

Wormen inventarisatie BOUW & SLOOPAFVAL						
	gevoelig			minder gevoelig		
worm	referentie	dekklein	dekgoed	referentie	dekklein	dekgoed
Alc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadult	AB	B	A	AB	B	A
Alc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadult	AB	B	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juveniel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr adult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadult	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juveniel	A	B	A	A	B	A
Alc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alc subadultg	AB	B	A	AB	B	A
Alc juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apc subadultg	A	B	A	n.s.	n.s.	n.s.
Apc juvenielg	B	A	A	B	A	A
Lr adultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr subadultg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lr juvenielg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., niet significant; significante verschillen worden aangeduid met verschillende letters waarbij B significant hoger is dan A, C significant hoger dan B etc. AB is niet verschillend van A en B, maar A en B verschillen significant van elkaar. Alc, *Allolobophora chlorotica*; Apc, *Aporrectodea caliginosa tuberculata*; Lr, *Lumbricus rubellus*. Adult, aantallen adulte exemplaren; subadult, aantallen subadulte exemplaren; juveniel, aantallen juveniele exemplaren; adultg, biomassa adulten; subadultg, biomassa subadulten; juvenielg, biomassa juvenielen.

Per categorie kan worden aangegeven wat de effecten zijn. In geval van bagger is zijn er effecten waarneembaar op de aantallen *A. caliginosa tuberculata* subadult en *A. caliginosa tuberculata* juveniel, en voor *A. caliginosa tuberculata* juveniel ook in geval van biomassa. De biomassa van *L. rubellus* juveniel is in de dikkere deklagen ook significant lager in geval van de meer gevoelige toetsing, echter in de dunner deklagen wordt een significant hogere biomassa gevonden. In de categorie bedrijfsafval worden geen significante afwijkingen gevonden ten opzichte van de referenties, en daarmee lijkt het afdekken afdoende. De effecten op de locaties van de categorie huishoudelijk afval zijn divers, en niet eenduidig. Voor wat betreft dichtheden zijn voor beide toetscriteria significant lagere aantallen gevonden voor sommige soorten en stadia, al is dit voor het minder gevoelige toetscriterium alleen maar voor *A. caliginosa tuberculata* adult. Voor wat betreft de biomassa's zijn negatieve effecten alleen aantoonbaar bij toepassing van het meer gevoelige toetscriterium, maar treden er ook positieve effecten op. In het algemeen zijn de effecten groter in de dunnere deklagen, wat aangeeft dat deklaag dikte effect heeft. Echter gezien het feit dat er bij toepassing zowel de meer gevoelige als minder gevoelige toetscriteria significant (negatieve) effecten aantoonbaar zijn gebleken, lijkt het erop dat afdekken van huishoudelijke afval met 30 cm niet afdoende is. Op de shredder locaties zijn negatieve effecten op aantallen van enkele soorten aantoonbaar gebleken op plekken met een te dunne

deklaag, maar niet in die gevallen met een afdoende deklaag van 30 cm. Het lijkt er daarmee op 30 cm voldoende is in geval van shredders. Hetzelfde geldt voor lompen waar allen (positieve) afwijkingen t.o.v. de referentie gevonden is op de locaties met een te dunne deklaag, maar niet voor diegene met een deklaag van 30 cm. Op locaties met bouw- en sloopafval is een effect aantoonbaar gebleken op de gewichten van juveniele *A. caliginosa tuberculata*.

In het algemeen kan worden gesteld dat effecten eerder aantoonbaar zijn gebleken op locaties met dunnere deklagen. Dit geeft aan dat afdekken een effect sorteert op het voorkomen van wormen. Voor wat betreft locaties met voldoende deklaag zijn geen tot minimale effecten gebleken op locaties met bedrijfsafval, shredder, lompen en bouw- en sloopafval. Daarentegen zijn op locaties met bagger en huishoudelijk afval negatieve effecten op zowel aantallen als biomassa's aantoonbaar gebleken, met name voor het meer gevoelige toetscriterium. In geval van huishoudelijk afval is er echter ook een negatief effect aangetoond op de aantallen *A. caliginosa tuberculata* adult. Het lijkt er daarmee op dat bij een geplande natuurlijke functie op locaties met huishoudelijk afval en bagger, afdekken met 30 cm niet voldoende is om de aantallen en biomassa van de voorkomend wormen te beschermen.

Locatiespecifieke toetsing

Gezien het feit dat er nogal wat nullen in de dataset voorkomen is het niet goed mogelijk om per soort en stadium percentiele te schatten die kunnen dienen als criterium om onderschrijding van aantallen of biomassa aan te kunnen tonen. In de praktijk zullen veel van dit soort percentiel grenzen onder nul liggen. Op basis van totaal aantal wormen en totale biomassa is dit wel mogelijk gebleken. in tabel 4.3 staat per categorie weergegeven welk aantal locaties een onderschrijding van het aantal of biomassa laat zien.

Tabel 4.3: Aantal locaties waarop het totaal aantal wormen of de totale biomassa aan wormen onder het criterium (afgeleid uit categorie specifieke referenties) ligt. Overschrijdingen van het MTA worden aangegeven met een grijs veld.

Onderschrijdingen	Meer gevoelig			Minder gevoelig		
	Totaal aantal	Totale biomassa	MTA	Totaal aantal	Totale biomassa	MTA
BA (n=5)	2	0	1	2	0	1
BG (n=4)	1	1	1	0	0	1
BS (n=5)	3	1	1	2	1	1
HH (n=5)	2	3	1	0	0	1
LP (n=5)	1	1	1	1	1	1
SH (n=5)	2	2	1	2	0	1

In het algemeen geldt dat voor aantallen wormen het aantal onderschrijdingen hoger is dan in geval van biomassa. Voor alle categorieën wordt na toepassing van het meer gevoelige toetscriterium dat minimaal op 1 locatie het criterium onderschreden in geval van dichtheden, bij het minder gevoelige toetscriterium is dit alleen het geval voor bedrijfsafval, bouw- en sloopafval shredder en lompen. In geval van biomassa komen de onderschrijdingen voor het meer gevoelige toetscriterium in alle categorieën behalve bedrijfsafval voor. Bij het minder gevoelige toetscriterium is dit alleen voor huishoudelijk afval en lompen. Het lijkt er daarmee op dat in geval van de

functie natuur (het meer gevoelige toetscriterium) voor de categorieën BA, BS, HH en SH het MTA overschreden wordt in geval van dichtheden, en voor HH en SH in geval van biomassa. Bij toetsing volgens het minder gevoelige toetscriterium wordt het MTA overschreden bij bedrijfsafval, bouw en sloopafval en shredder.

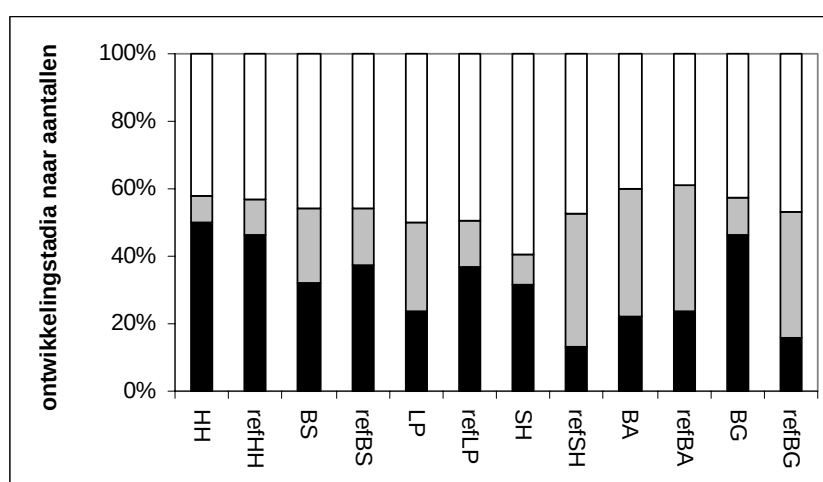
4.1.3.2 Populatieopbouw

Om te bepalen of de dempingcategorieën een invloed hebben op regenwormen kan naast de soortensamenstelling, de dichtheid en de biomassa ook gekeken worden naar de populatieopbouw. De populatieopbouw kan inzicht geven in de mate waarin op de bemonsterde populatie is verstoord. Zo wijst een populatie waarin één of meerdere ontwikkelingsstadia ontbreken op verstoring. Indien geen juvenielen of sub-adulten aanwezig zijn kan aangenomen worden dat de lokale populatie voornamelijk is gevormd uit migranten.

De relatieve populatieopbouw in adulten, sub-adulten en juvenielen van de drie belangrijkste regenwormsoorten laat zien dat juvenielen in de regel de grootste groep vormen (zie tabel 4.4). Voor *A. chlorotica* vormen adulten de grootste groep. Op basis van biomassa zijn het altijd de adulten die de grootste groep vormen. De relatief grote waarden voor de standaarddeviatie geven aan dat de populatieopbouw van deze soorten sterk varieert tussen de monsters. Deze variatie is zichtbaar in figuur 4.3, waarin de populatieopbouw van *L. rubellus* is weergegeven.

Tabel 4.4: Gemiddelde procentuele populatieopbouw en standaarddeviatie van de drie belangrijkste regenwormsoorten van alle monsters (Gem., gemiddelde van alle locaties; SD, standaarddeviatie).

		<i>L. rubellus</i>			<i>A. cal. tuberculata</i>			<i>A. chlorotica</i>		
		adult	sub-adult	juv.	adult	sub-adult	juv.	adult	sub-adult	juv.
naar aantal	Gem	18.8	16.4	63	26.9	11.8	57.8	42.7	7.3	27.7
	SD	16.5	13.1	22.6	20.8	11.5	24.5	35.2	9.4	29.8
naar biomassa	Gem.	40.6	24.7	32.9	46.0	14.7	35.9	53.7	7.2	16.7
	SD	22.3	18.6	21.7	23.9	13.9	23.1	37	9.1	23.9



Figuur 4.3. Populatieopbouw in adulten (zwart), sub-adulten (grijs) en juvenielen (wit) van *L. rubellus* naar aantallen op de verschillende dempingmateriaal en bijborende referenties.

De Shapiro-Wilk test wijst uit dat de populatieopbouw in percentage adulten, sub-adulten en juvenielen van de drie belangrijkste regenwormen soorten niet normaal is verdeeld. Daarom is een niet-parametrische test gebruikt om te achterhalen of de populatieopbouw op de verschillende dempingcategorieën afwijkend is van de referentie. Voor de populatieopbouw is met behulp van de Kruskal-Wallis test bepaald dat zowel naar aantal als naar biomassa het percentage sub-adulten van de soort *L. rubellus* significant verschilt tussen de dempingcategorieën (tabel 4.5). Het percentage adulten van de soort *A. cal. tuberculata* verschilt significant tussen dempingcategorieën en referenties. De populatieopbouw van *A. chlorotica* verschilt niet significant tussen de dempingen, en dempingen wijken niet af van de referenties.

Tabel 4.5: Niet-parametrische test op verschillen tussen de procentuele populatieopbouw van drie regenwormen op dempingen.

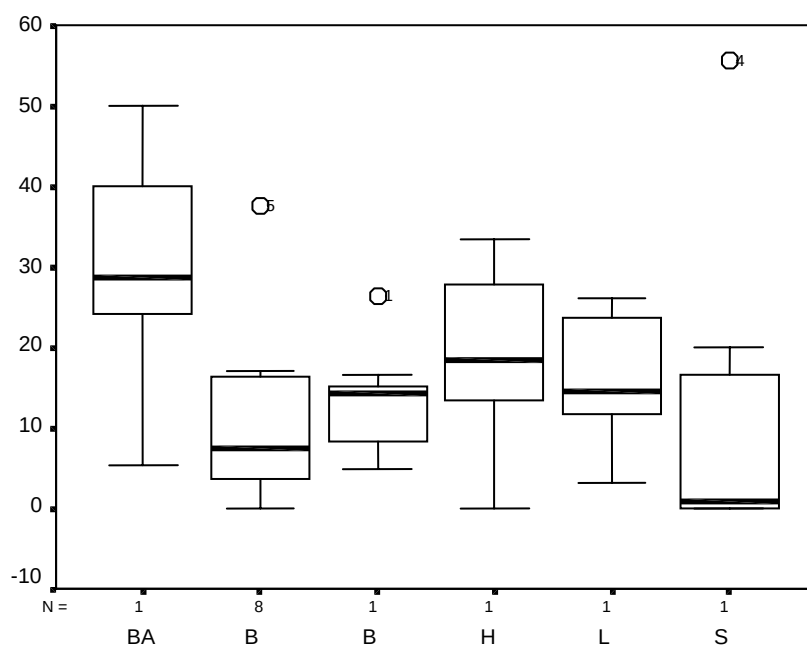
Soort	Demografie naar aantallen	Demografie naar biomassa
<i>Lumbricus rubellus</i>	subadult P=0.01	subadult P=0.003
<i>Allolobophora caliginosa tuberculata</i>	adult P=0.03	adult P=0.03
<i>Allolobophora chlorotica</i>	ns	ns

Tabel 4.6: Uitkomsten Mann-Whitney Testen waarbij het percentage sub-adulten van de soort *L. rubellus* op verschillende dempingcategorieën tegen elkaar zijn getest. De waarden geven de significantie bij tweezijdig toetsen.

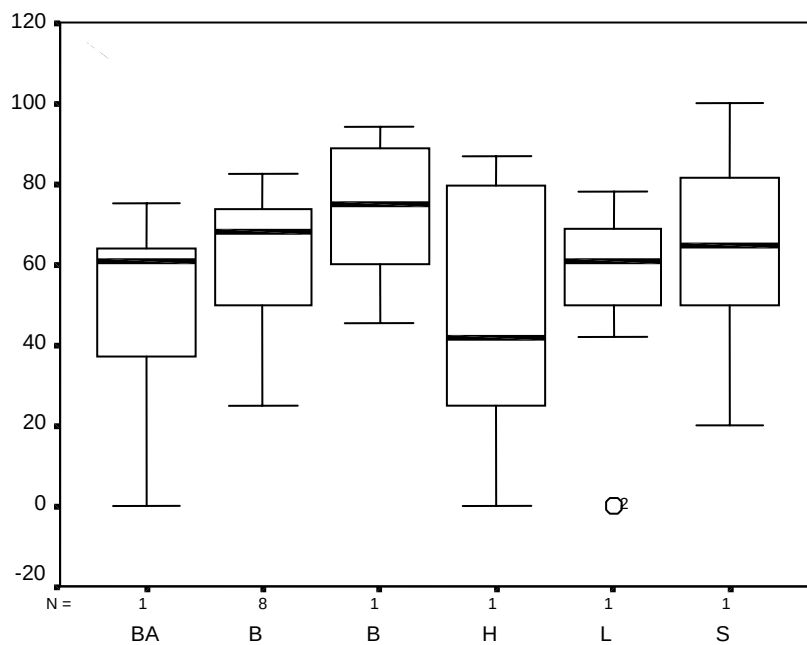
	HH	BS	LP	SH	BA
BS	ns				
LP	ns	ns			
SH	ns	ns	0.0035		
BA	ns	0.015	0.0023	0.005	
BG	ns	ns	ns	ns	0.021

Op welke dempingcategorieën het percentage sub-adulten van de soort *L. rubellus* verschilt is onderzocht met de Mann-Whitney test (zie tabel 4.6). Uit fig. 4.3 en tabel 4.6 is af te leiden dat in de deklaag boven bedrijfsafval het percentage sub-adulte *L. rubellus* significant hoger is dan in deklagen boven bouw en sloop, lompen, shredder en bagger. Ook in de deklaag boven lompen is dit percentage significant hoger dan boven shredder.

Het percentage adulten van de soort *A. cal. tuberculata* is significant lager voor deklagen boven huishoudelijk afval (zie ook figuur 4.5) dan voor deklagen boven bouw- en slooafval (Mann-Whitney Test, P=0.028).



*Figuur 3.4: Boxplot van het percentage sub-adulten *L. rubellus* op de verschillende dempingcategorieën onder de aanname dat de referenties gelijk zijn aan de deklagen boven de demping.*

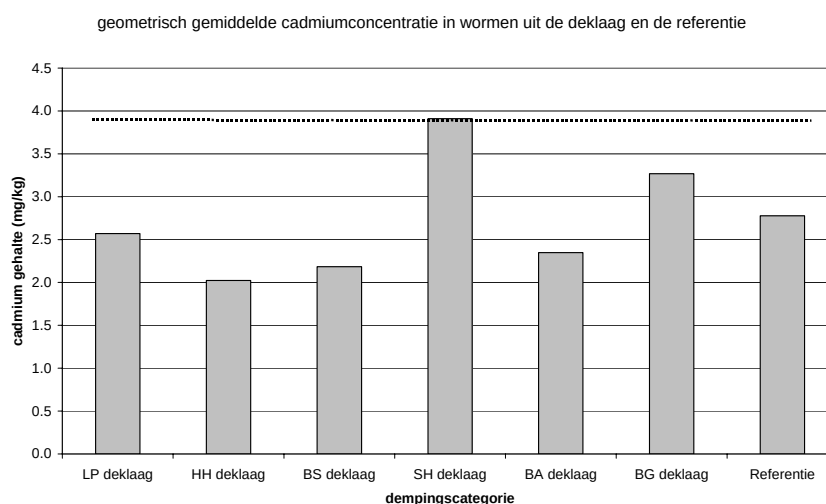


*Figuur 4.5: Boxplot van het percentage adulten *A. cal. tuberculata* op de verschillende dempingcategorieën onder de aanname dat de referenties gelijk zijn aan de deklagen boven de demping.*

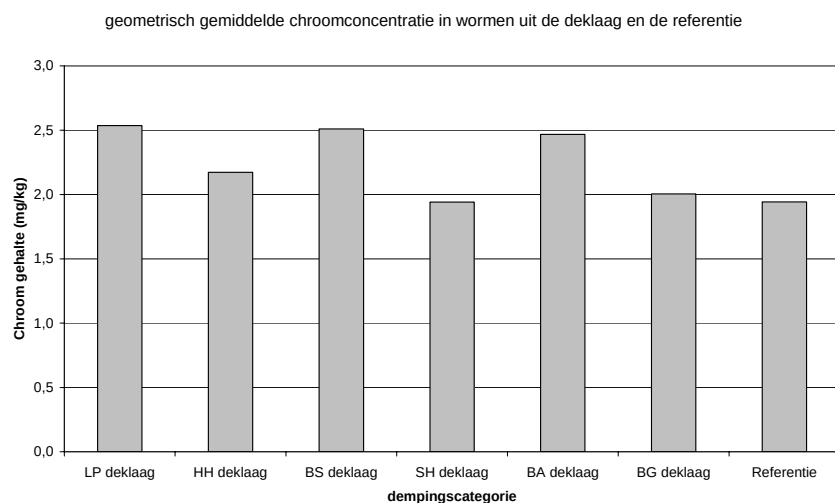
Concluderend kunnen we stellen dat de deklagen boven dempingen verschillen in populatieopbouw van de soorten *L. rubellus* en *A. cal. tuberculata*. Het percentage sub-adulten *L. rubellus* is significant hoger in deklagen boven bedrijfsafval dan in deklagen boven bouw en sloop, lompen, shredder en bagger. Voor de soort *A. cal. tuberculata*, is het percentage adulten significant lager in deklagen boven huishoudelijk afval dan in deklagen boven bouw en sloop afval.

4.1.3.3 Metaalmetingen wormen veldinventarisatie

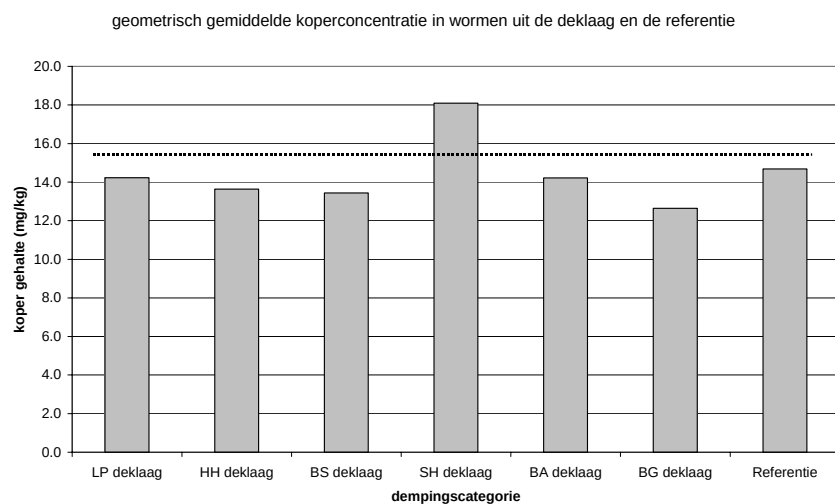
In onderstaande grafieken (fig. 4.6a t/m 4.6f) worden de metaalgehalten gepresenteerd in *Lumbricus rubellus* afkomstig uit de deklaag monsters en de referentiemonsters van de veldinventarisatie regenwormen (zie §2.1.3). De gestippelde lijn in de grafieken geeft het referentiegehalte aan dat voor de Krimpenerwaard is gevonden in het Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit (PIMM) van de Provincie Zuid-Holland (Wegener *et al.*, 1999). Als deze referentiewaarde voor de metalen cadmium, lood, zink en koper (in plaats van de in dit onderzoek gebruikte gebiedseigen referentie) getoetst wordt volgens Hoofdstuk 3, vallen de overschrijdingen van het MTA weg.



*Figuur 4.6a Geometrisch gemiddelde cadmiumgehalten in wormen uit de deklaag en referentiemonsters; veldinventarisatie. De stippellijn geeft het geometrisch gemiddelde aan dat is gevonden in *L. rubellus* op verschillende locaties in de Krimpenerwaard, zonder dempingen, in 1997 en 1998 (gegevens uit PIMM, Wegener *et al.*, 1999).*



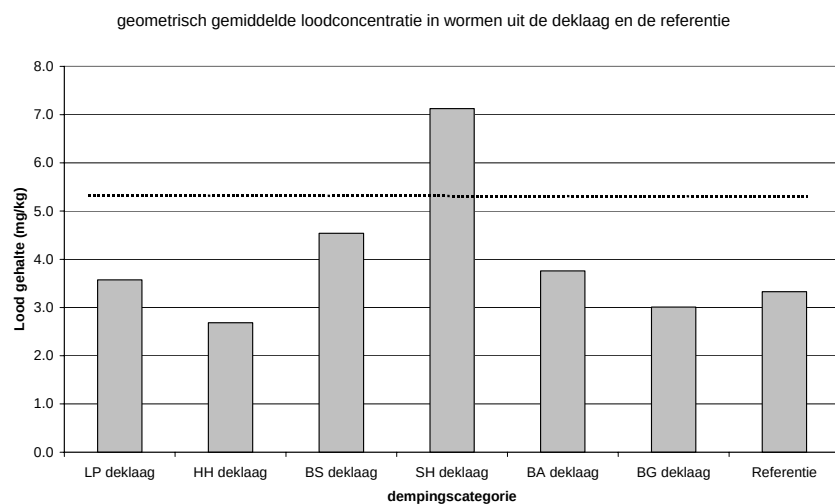
Figuur 4.6b Geometrisch gemiddelde chroomgehalten in wormen uit de deklaag en referentiemonsters; veldinventarisatie. Geen PIMM gegevens voorhanden.



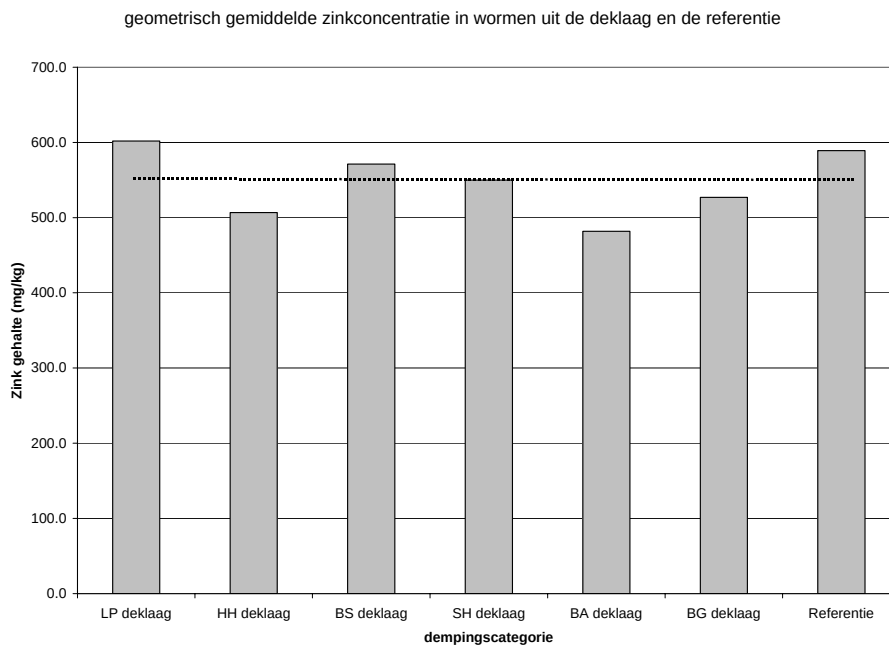
*Figuur 4.6c Geometrisch gemiddelde kopergehalten in wormen uit de deklaag en referentiemonsters; veldinventarisatie. De stippellijn geeft het geometrisch gemiddelde aan dat is gevonden in *L. rubellus* op verschillende locaties in de Krimpenerwaard, zonder dempingen, in 1997 en 1998 (gegevens uit PIMM, Wegener et al., 1999).*



Figuur 4.6d Geometrisch gemiddelde nikkelgehalten in wormen uit de deklaag en referentiemonsters; veldinventarisatie. Geen PIMM gegevens voorhanden.



*Figuur 4.6e Geometrisch gemiddelde loodgehalten in wormen uit de deklaag en referentiemonsters; veldinventarisatie. De stippellijn geeft het geometrisch gemiddelde aan dat is gevonden in *L. rubellus* op verschillende locaties in de Krimpenerwaard, zonder dempingen, in 1997 en 1998 (gegevens uit PIMM, Wegener et al., 1999).*



*Figuur 4.6f Geometrisch gemiddelde zinkgehalten in wormen uit de deklaag en referentiemonsters; veldinventarisatie. De stippellijn geeft het geometrisch gemiddelde aan dat is gevonden in *L. rubellus* op verschillende locaties in de Krimpenerwaard, zonder dempingen, in 1997 en 1998 (gegevens uit PIMM, Wegener et al., 1999).*

De gemeten gehalten in de regenwormen afkomstig uit de deklagen zijn beoordeeld volgens de methode zoals beschreven in Hoofdstuk 3. Er werd een aantal categorische afwijkingen gevonden ten opzichte van de wormen uit de referentiegrond. Dit betreft alleen de dempingscategorie shredder en wel voor de metalen koper en lood. De andere dempingscategorieën verschilden niet significant van de referentie. Wel werd een aantal significante afwijkingen op locatieniveau gevonden. In de tabel 4.7 wordt aangegeven hoeveel significante overschrijdingen van de referentie werd gevonden in elke dempingscategorie, uitgesplitst naar type normering (meer gevoelig toetscriterium en minder gevoelig toetscriterium).

Tabel 4.7: Aantal locaties binnen dempingscategorieën die significant afwijken van het meer gevoelige toetscriterium (95-percentiel) en het minder gevoelige toetscriterium (97,5-percentiel). Overschrijdingen van het MTA zijn weergegeven in grijze cellen.

Minder gevoelig									
categorie	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	MTA
BA (n=5)	1		2			2	1		1
BG (n=4)		1	1			1			1
BS (n=5)			2		1	2	1	1	1
HH (n=4)		1	2	1					1
LP (n=4)	2		2		2	2	1	3	1
SH (n=4)	1	3	2	3	2	2	3	1	1
Meer gevoelig									
categorie	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	MTA
BA (n=5)	1		3			2	1		1
BG (n=4)		1	1			1			1
BS (n=5)			2		1	2	1	2	1
HH (n=4)		1	2	1					1
LP (n=4)	2	1	2		2	2	1	3	1
SH (n=4)	1	3	2	3	2	2	3	2	1

4.1.4 Veldinventarisatie nematoden²

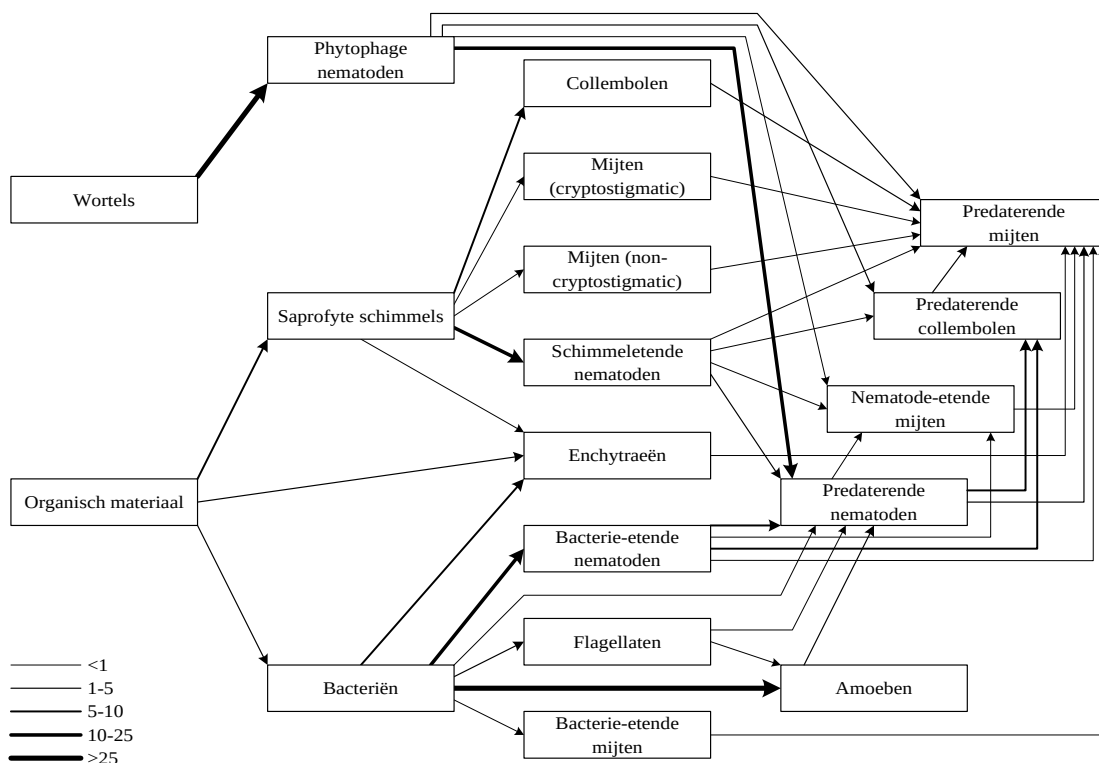
4.1.4.1 Inleiding

Nematoden, rondwormen, worden hier gebruikt om een uitspraak te doen over de biologische bodemkwaliteit. Evenals wortels, bodemmicro-organismen, regenwormen, potwormen, springstaarten, mijten, pissebedden en noem maar op, zijn nematoden een onderdeel van de levensgemeenschap in de bodem.

Nematoden werden gekozen omdat in de bodembioïogie zeer veel van hen bekend is. Ook is er de praktische ervaring over de toepassing als spiegel van bodemkwaliteit. Nematoden kunnen in alle seizoenen relatief eenvoudig bemonsterd en geïsoleerd worden en zijn ook relatief eenvoudig, en dus goedkoop, te identificeren.

Op aarde zijn 80% van alle meercellige beesten nematoden. Het zijn kleine wormpjes (0,3 - 5 mm in lengte) die in elk bodemsysteem kunnen leven als er water, zuurstof en organisch materiaal is. Bodemnematoden functioneren in de waterfase en nemen sleutelposities in bodemvoedselwebben (figuur 4.7). Over de gehele wereld zijn reeds meer dan 15.000 soorten beschreven. Een kilo Nederlandse grond kan tien duizenden nematoden bevatten verdeeld over diversiteit van honderden soorten (hier taxonomische groepen genoemd). Die soorten verschillen in wat ze eten en in levensstrategie.

² Interpretatiegegevens door Doelman Advies



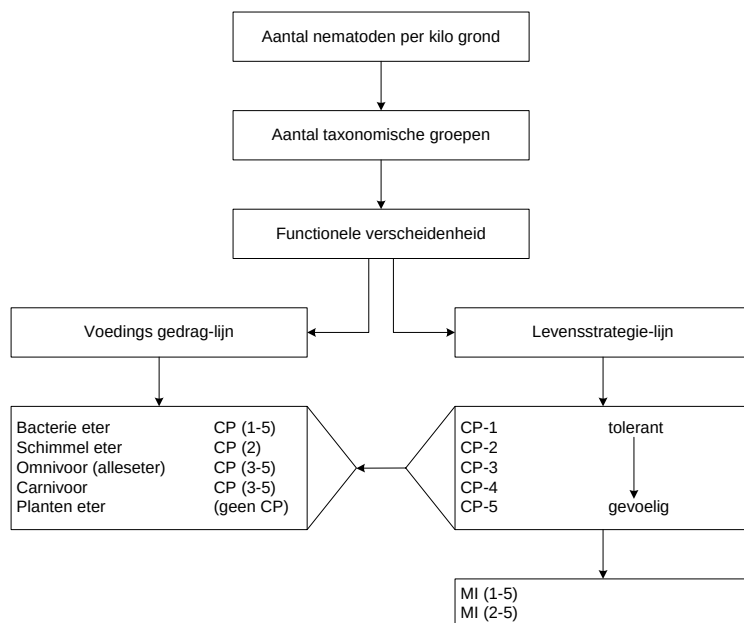
Figuur 4.7. De rol van nematoden in voedselwebben [De Ruiter et al, 1995]

In de landbouw leerde men als eerste nematoden kennen: de plantparasitaire (voeden op planten) nematoden (aaltjes), zoals ‘the golden nematode’, de veroorzaker van ‘aardappelmoeheid’. Sinds de jaren tachtig kwam er ook kennis over die andere, niet-plantparasitaire, vrijlevende of saprofytische nematoden. Daarin zijn vier voedingsgroepen: bacterie-eters, schimmeleters, omnivoren [alleseters] en carnivoren. Nematoden zijn dus in vijf voedingsgroepen in te delen.

Behalve wat ze eten kan men ze ook nog indelen naar hun levenstrategie, hun ecologisch gedrag: eten ze snel of langzaam, vermenigvuldigen ze zich snel of langzaam, gedragen ze zich onrustig of bedaard. Sommige soorten voltooien hun cyclus in vier dagen en anderen doen er maanden over. Daarmee zijn nematoden in te delen in CP-groepen. Er zijn *colonizers*, ofwel ‘*r*-strategisten’, ofwel opportunisten (CP-1 en CP-2 groepen) en *persisters*, ofwel ‘*K*-strategisten’, of wel langzame rustigen (CP-3, CP-4 en CP-5 groepen), die gevoelig zijn voor verstoring en stress als zware metalen. Op basis van de omvang van de CP groepen kan uiteindelijk een verscheidenheidsindex, de Maturity Index (MI), worden berekend.

Aantallen en verscheidenheid in taxonomie, in voedingsgedrag en levenstrategie geven een beeld van de kwaliteit van de bodem waaruit ze geïsoleerd worden. Schematisch wordt in figuur 4.8 weergegeven hoe de beoordeling plaats vindt.

De diverse karakteristieken van het bodemmilieu zijn bepalend voor de nematode levensgemeenschap. Het aantal taxa in kleigrond is gemiddeld lager dan in veengrond, zoals figuur 4.9 laat zien. Dit zijn gegevens van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit van RIVM en DLO. Het aantal taxonomische groepen in lichtere, zandiger gronden is daarentegen hoger dan in klei en veen [NOBIS, 2001].

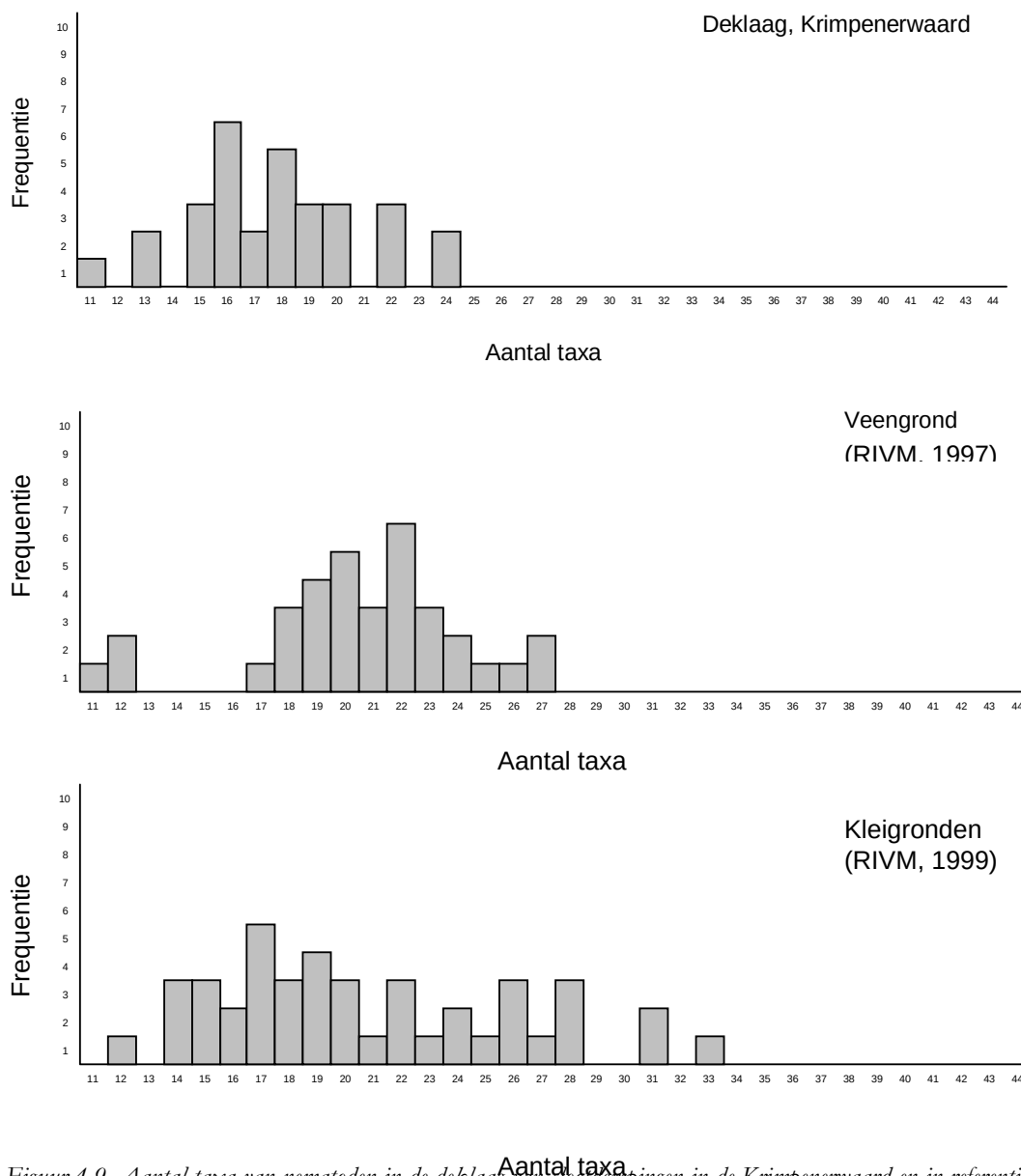


Figuur 4.8. Analyse schema nematoden, opgesplitst in relevante karakteristieken

4.1.4.2 Resultaten en Discussie

Zo'n twintig dertig jaar al ligt het afdek materiaal op gestort materiaal en de vraag is of er vanuit dat gestorte materiaal een negatieve invloed (een ecologisch risico) te zien is op de bodembioologie van die zogenaamde 'deklaag'. In principe is zo'n periode voldoende lang om een volledig ontwikkelde nematodengemeenschap mogelijk te maken, die vergelijkbaar is met de gebiedseigen referentie. De beoordeling aan de hand van nematoden is een 'expert-judgement'. Het is een beoordeling op basis van kennis en ervaring.

De resultaten van de nematoden identificatie staan in Aanhangsel 7 (tabellen en grafieken). De karakteristieken uit de verzamelde nematoden-data om tot een uitspraak te komen over de biotische bodemkwaliteit zijn: het totale aantal, het aantal taxonomische groepen (ATG) groepen verdeeld over vrijlevenden en plant parasitairen, het aantal taxonomische groepen binnen de voedingsgroepen van de bacterie-etters, de schimmeleters, de carnivoren en de omnivoren. In deze paragraaf wordt op basis van bovenstaande karakteristieken een analyse uitgevoerd, terwijl in §4.1.4.3 op een beoordeling volgens Hoofdstuk 3 wordt uitgevoerd op basis van de Maturity Index.



Figuur 4.9. Aantal taxa van nematoden in de deklaag van slootdempingen in de Krimpenerwaard en in referentie klei- en veengronden.

Deze karakteristieken zijn samen met de bodemkarakteristieken weergegeven in Aanhangsel 13. Zoals geduid in deze tabellen zijn de data weergegeven voor de zes categorieën en de bijhorende referenties.

De eerste karakteristiek is het totale aantal nematoden. Dit is het aantal per 100 gram grond. De aantallen blijken hoog, maar komen overeen met wat men gemiddeld meet in veenweide gebieden (90.000 per kilo). Een opsplitsing van dit ene getal in drie subgetallen lijkt aantrekkelijker en betreft dan het aantal plantparasitaire dieren, het aantal dauerlarven [onbenoemde jonge stadia van nematoden] en het aantal vrijlevende dieren.

Het volgende relevante punt is de verscheidenheid, de diversiteit. Dat is hier het aantal taxonomische groepen: de plantparasitaire en vrijlevende soorten (of hogere taxa, verder kortweg 'taxa' genoemd). Dit aantal blijkt te variëren tussen de 11 en 24 taxa. De diversiteit blijkt betrekkelijk laag, maar is gangbaar voor veenweidegebieden zoals het Bodemkwaliteitsmeetnet aangeeft. In de Krimpenerwaard wordt gemiddeld een iets lagere diversiteit aangetroffen dan landelijk (fig. 4.9). Op het oog lijken de 3 frequentieverdelingen niet sterk te verschillen. De landelijke referentie heeft maximaal 27 taxonomische groepen, terwijl in de Krimpenerwaardgronden dit 24 is: 13% van de hoogste landelijke diversiteit wordt in de regio niet geëvenaard. De referenties (14-24 taxa) van de Krimpenerwaard schelen nauwelijks van de deklaaggronden (11-24 taxa), aan de diverse kant van het spectrum, maar 10% van de deklaag is soortenarmer dan in de gebiedseigen referentie wordt aangetroffen (Aanhangsel 7, fig. A7.1). Het ecologisch onderscheid wordt echter duidelijk als de omnivoren en carnivoren (de CP 3-5 groepen) eruit gelicht worden. In tabel 4.8 is het totale aantal carnivore en omnivore taxa weergegeven per categorie en bijbehorende referenties.

Tabel 4.8 het totale aantal carnivoor en omnivoor groepen in dek-laag en referentie.

Categorie>	BA		SH		HH		BG		LP		BS	
Persisters	dek	Ref	dek	ref	Dek	Ref	Dek	ref	dek	Ref	dek	ref
Carnivoren [CP3-5]	10	13	11	11	8	8	4	11	6	9	13	14
Omnivoren [CP3-5]	5	12	2	11	2	5	5	4	2	11	9	10

De referentiegronden bevatten beduidend meer carnivore en omnivore groepen dan de deklaag van gedempte sloten. Deze groepen zijn ook de nematoden die gevoelig zijn voor verstoring (de Goede, 1993) en voor zware metalen (Korthals, 1997).

4.1.4.3 Statistische toetsing van de Maturity Index

De gemiddelde Maturity Index per dempingscategorie wordt in onderstaande tabel gepresenteerd:

Tabel 4.9: Gemiddelde MI1-5 en MI2-5 per dempingscategorie.

Categorie	MI1-5	MI2-5
BA	2.03	2.53
BG	1.75	2.35
BS	2.01	2.49
HH	1.69	2.41
LP	1.71	2.42
SH	1.86	2.56
Refs	1.98	2.59

De relevante parameters binnen de veldinventarisatie van nematoden zijn de twee Maturity Indexen die worden berekend: MI1-5 en MI2-5.

Categoriegewijs verschilt alleen shredder van de referentie voor de eigenschap MI1-5. Dit geldt bij toepassing van beide toetscriteria.

Tabel 4.10: Aantal overschrijdingen binnen categorieën. Overschrijding van het MTA is in grijze cellen weergegeven

categorie	Meer gevoelig		
	MI 1-5	MI 2-5	MTA
LP (n=6)	3	4	1
BG (n=4)	1	1	1
SH (n=5)	3	3	1
BA (n=5)	3	3	1
HH (n=5)	1	2	1
BS (n=5)	1	1	1
categorie	Minder gevoelig		
	MI 1-5	MI 2-5	MTA
LP (n=6)	1	3	2
BG (n=4)	1	1	1
SH (n=5)	3	3	1
BA (n=5)	3	3	1
HH (n=5)		2	1
BS (n=5)	1	1	1

Voor wat betreft overschrijdingen van de MTA zijn deze vaker aantoonbaar voor MI2-5 dan voor MI1-5. Voor het meer gevoelige toetscriterium zijn voor MI1-5 overschrijdingen van het MTA gebleken voor de categorieën lompen, shredder en bedrijfsval, en in geval voor MI2-5 ook voor het huishoudelijk afval MTA overschrijding aantoonbaar is. Voor het minder gevoelige toetscriterium valt alleen de MTA overschrijding voor MI1-5 in de categorie lompen weg t.o.v. de eerdere meer gevoelige toetsing.

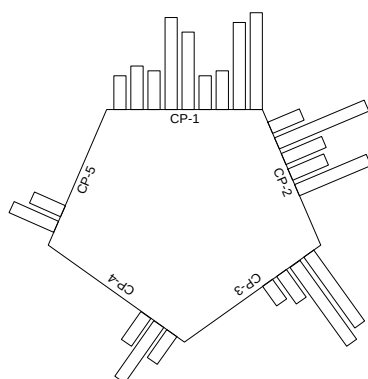
4.1.4.4 Conclusie en aanbevelingen

Ecologisch

Kijkend naar aantallen en naar verscheidenheid zijn de gevonden aantallen nematoden goed, het aantal taxonomische groepen is goed (soms iets verlaagd), zowel ten opzichte van de gebiedseigen referentie als in vergelijking tot het landelijk referentiebeeld. Het aantal omnivoren en carnivoren (tabel 4.8) is in de deklagen duidelijk lager dan in de gebiedseigen referentie. Zowel zware metalen als andere verstoringen kunnen daarvan de oorzaak zijn.

De daadwerkelijke beschikbaarheid van zware metalen kan gemeten worden via calciumchloride extractie. Meer inzicht naar de structuur van het bodemmilieu kan gemeten worden via compactie en de mate van porositeit. Kijkend naar ecologisch herstel (van vervuiling naar schoon, maar ook van landbouw naar natuur) zou dat eens per 5 a 10 jaar geregistreerd moeten worden, naast de nematode analyse. Die nematoden analyse zou via een CP-vijfhoek in beeld gebracht kunnen worden. Dit is

een amoëbe-achtige benadering, die direct de veranderingen in beeld brengt (figuur 4.10).



Figuur 4.10: De CP-vijfhoek

Het hebben van referentiebeelden en databases maakt het doen van uitspraken gemakkelijker en helderder.

4.2 Bioassays en laboratoriumexperimenten

4.2.1 Regenworm bioassay

Na vier weken is de bioassay (zie §2.2.1) beëindigd en zijn overlevende wormen geteld, is de biomassa bepaald en is het aantal cocons per pot geteld. Per locatie werden gemiddelden van de gevonden parameters berekend, waarbij potten met minder dan 5 levende wormen niet zijn meegenomen (van wormen die eerder zijn doodgegaan is niet bekend of ze hebben mee gereproduceerd, en of dichtheidsafhankelijke effecten hebben opgetreden) Van de parameters worden de gemiddelden in onderstaande tabel gepresenteerd. Alle waarnemingen gedurende het experiment zijn weergegeven in Aanhangsel 6.

Tabel 4.11: gemiddelde parameters per dempingscategorie in de bioassay met wormen.

Parameter	Gezamenlijke referenties	Bedrijfsafval	Bagger	Bouw&sloopafval	Huishoudelijk afval	Lompen	Shredder
Gemiddeld aantal cocons per pot ¹	59	65	59	64	60	59	64
Gemiddelde groei per worm over vier weken (mg)	205	281	281	279	284	236	288
Overleving van de wormen (%)	98	87	99	98	98	100	99

¹ Het gemiddeld aantal cocons per pot is berekend over de potten waarin aan het einde van het experiment nog vijf wormen (i.e. 100% overleving) leefden. Dit is gedaan omdat van dode wormen niet bekend is of en hoelang ze hebben meegereproduceerd.

Categoriegewijze toetsing

Om te kijken of significante verschillen tussen dempingcategorieën en referenties bestaan zijn bovenstaande verschillen statistisch getoetst met behulp van beoordeling als beschreven in Hoofdstuk 3.

Tabel 4.12: Categoriegewijze toetsing bioassay regenwormen

Categorie	Minder gevoelig			Meer gevoelig		
	cocons	groei	overleving	cocons	groei	overleving
BA	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	C
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
BS	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
HH	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SH	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = niet significant; *C* = categoriegewijze afwijking.

Reproductie en groei verschilden niet significant van elkaar, zowel als getoetst werd aan het meer gevoelige als aan het minder gevoelige toetscriterium.

Bij de overleving van regenwormen wordt één keer een significant negatief effect gevonden. In de dempingscategorie bedrijfsafval (BA) is de overleving van de regenwormen significant lager. Dit wil zeggen dat voor deze categorie de deklaag in deze dempingscategorie geen afdoende bescherming biedt voor regenwormen. Dit geldt zowel volgens het meer gevoelige toetscriterium als volgens het minder gevoelige toetscriterium).

Locatiespecifieke toetsing

Bij de locatiespecifiek beoordeling zijn alleen in geval van coconproductie overschrijdingen aangetoond voor het MTA. Bij toetsing tegen het meer gevoelige criterium zijn overschrijding te zien voor bagger, lompen en shredder, bij toetsing tegen het minder gevoelige criterium alleen voor lompen en shredder (tabel 4.13).

Tabel 4.13: Locatiespecifieke toetsing van de bioassay regenwormen. Aantal overschrijdingen voor de eigenschappen aantal geproduceerde cocons en gewichtstoename.

Categorie	Minder gevoelig			Meer gevoelig		
	cocons	groei	MTA	cocons	groei	MTA
BA	0	0	1	1	0	1
BG	1	0	1	2	0	1
BS	0	0	1	0	0	1
HH	1	0	1	1	0	1
LP	3	1	1	3	1	1
SH	2	0	1	2	0	1

4.2.2 Nitrificatie

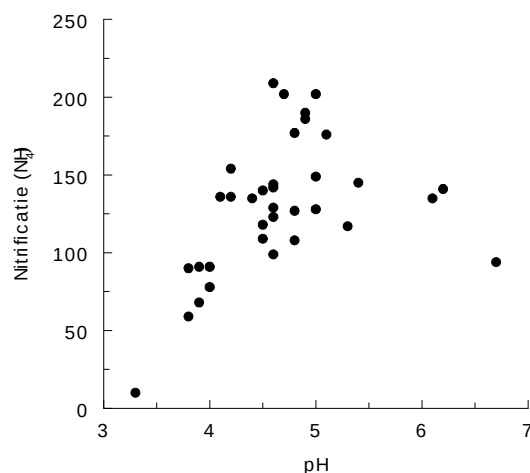
Met de toevoeging van ammoniumsulfaat voor de incubatie werd 210 mg stikstof toegevoegd per kg vochtige grond. Als dit volledig zou nitrificeren tijdens een incubatie van drie weken zou dit leiden tot een gemeten waarde van 70 mg NO₃-N kg⁻¹ week⁻¹.

Teruggerekend naar ovendroge grond varieert de toegevoegde hoeveelheid N van 334 tot 561 mg N per kg droge grond en zou dit bij volledige nitrificatie resulteren in 111 tot 187 mg NO₃-N kg⁻¹ droge grond.week⁻¹.

De potentiële nitrificatie gaf uitzonderlijk lage waarden te zien in monster HH-2, nl. 1 en 2 mg NO₃-N kg⁻¹ week⁻¹ droge grond. In de rest van de monsters liepen die waarden uiteen van 73 tot 252 mg NO₃-N kg⁻¹ droge grond week⁻¹.

In het monster HH-2 werden in de duplo's van de referentie ook lage waarden aan NO₃-N gemeten, nl. 13 en 22 mg NO₃-N kg⁻¹ droge grond, terwijl de andere monsters in de referentie bepalingen waarden hadden die varieerden van 334 to 901 NO₃-N kg⁻¹ droge grond.

Er is gekeken naar de hoeveelheid omgezet NH₄ en de hoeveelheid gevormd NO₃. In principe zouden deze twee parameters (die beide een maat zijn voor de activiteit van nitrificerende bacteriën) aan het einde van het experiment gelijk moeten zijn, immers NH₄ wordt omgezet in NO₃. Uit de resultaten blijkt echter dat dit niet in alle gevallen gelijk is. Uit een analyse van de nitrificatie resultaten ten opzichte van een aantal bodemeigenschappen blijkt dat vooral de pH en de hoeveelheid organische stoffen invloed hebben op de nitrificatie. De nitrificatie blijkt een optimum te hebben bij pH 5.3, en buiten het optimum trager te verlopen. Voor dit effect is gecorrigeerd in de berekeningen. In onderstaande grafiek is het optimum weergegeven.



Figuur 4.11: pH-optimum voor potentiële nitrificatie.

Uit de analyse van de resultaten blijkt ook dat het verschil tussen omgezet NH₄ en gevormd NO₃ groter wordt als meer organisch stof in de bodem aanwezig is, er is dan een extra bron van stikstof beschikbaar voor nitrificerende bacteriën.

Categoriegewijze toetsing

Berekend is of categorieën significant afwijken van de gemiddelde referentie. Daarbij is gekeken naar zowel NH_4 als NO_3 . Significante categorische afwijkingen werden niet gevonden, onafhankelijk van welk criterium.

Locatiespecifieke toetsing

Binnen categorieën werden wel afwijkingen (van de gebiedseigen referentie) op locatieniveau gevonden. In onderstaande tabel wordt het aantal significante afwijkingen per categorie aangegeven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar de twee criteria.

Tabel 4.14: Aantal overschrijdingen ten opzichte van de gebiedseigen achtergrond en het MTA binnen categorieën.

categorie	Minder gevoelig		
	NH_4	NO_3	MTA
LP (n=5)	3	2	1
BG (n=4)	2	1	1
SH (n=5)			1
BA (n=5)	1		1
HH (n=5)	2	2	1
BS (n=5)	1		1

categorie	Meer gevoelig		
	NH_4	NO_3	MTA
LP (n=5)	3	2	1
BG (n=4)	2	1	1
SH (n=5)			1
BA (n=5)	1		1
HH (n=5)	2	2	1
BS (n=5)	1		1

4.2.3 Bioturbatie door regenwormen

In het bioturbatie experiment is gekeken naar een aantal verschillende parameters (overleving en groei van regenwormen, locatie van de regenwormen, metaalgehalten in de deklaag). De waarnemingen gedurende het experiment worden gepresenteerd in Aanhangsel 1. De belangrijkste vragen waarop door middel van dit experiment antwoord verkregen moet worden zijn:

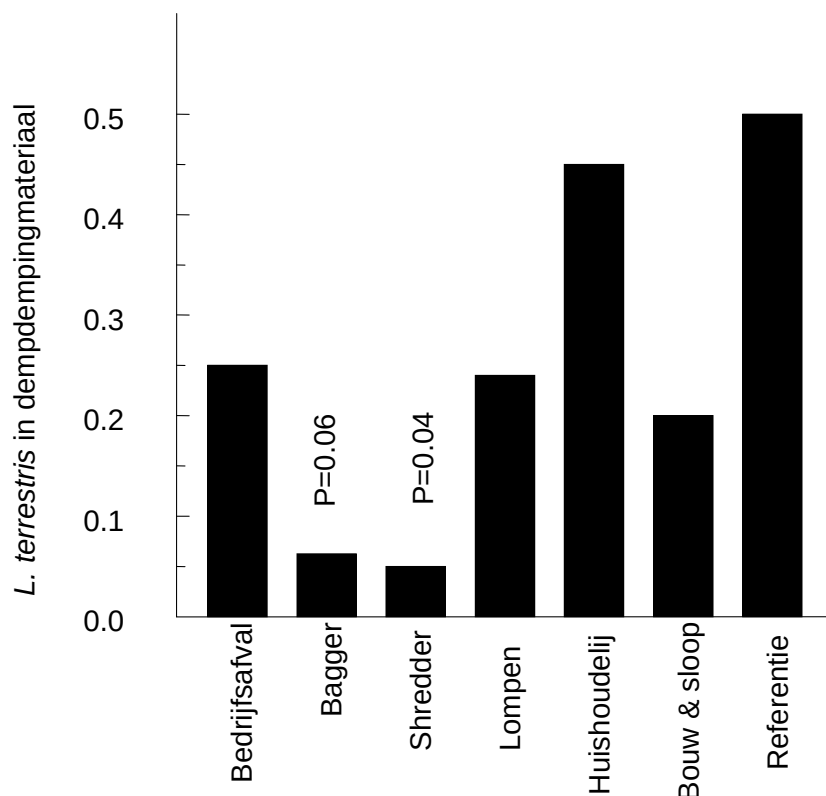
1. Vindt activiteit van regenwormen plaats tot in het dempingsmateriaal?
2. Kan uitwisseling van toxicanten plaatsvinden vanuit een slootdemping naar een deklaag van 30 cm door activiteit van regenwormen?

Daartoe zijn verschillende soorten regenwormen in kolommen gebracht met onderin dempingmateriaal en een 30cm dikke deklaag van (schone) depotgrond. Na 12 weken zijn de regenwormen in de kolom gelokaliseerd.

Uit de resultaten blijkt dat alleen *Lumbricus terrestris* in het dempingsmateriaal wordt aangetroffen. In onderstaande grafiek wordt per dempingscategorie weergegeven in

welk deel van de kolommen *L. terrestris* zich in het dempingsmateriaal bevond aan het einde van het experiment (fig. 4.12).

In de referentie (40 cm depotgrond) bevond zich in de helft van de kolommen *L. terrestris* is de onderste 10 cm van de kolom. In alle dempingcategorieën was dit lager. In twee dempingcategorieën (bagger en shredder) is het deel van de kolommen waarin zich *L. terrestris* in het dempingsmateriaal bevindt significant lager dan in de referentiekolommen (binominaal getoetst, significantie in figuur). Dit wijst op ontwijkingsgedrag van de regenwormen.



Figuur 4.12: Het deel van de kolommen waarin regenwormen zich in het dempingmateriaal bevonden aan het einde van de bioturbatieproef.

De vraag of regenwormenactiviteit plaats vindt in het dempingmateriaal onder een 30 cm dikke schone deklaag wordt positief beantwoord. Bij de categorieën bagger en shredder moet rekening worden gehouden met het optreden van ontwijkingsgedrag door wormen.

Aan het einde van het experiment zijn grondmonsters genomen op een diepte van ongeveer 10 cm boven de deklaag en zijn daarin zware metalen gemeten.

De resultaten van de individuele metingen worden gepresenteerd in Aanhangsel 11. In onderstaande tabel worden de gemiddelde metaalgehalten van de grond uit de deklaag van de kolommen gepresenteerd.

Tabel 4.15: Gemiddelde metaalgehalten in grond uit de deklaag van het bioturbatie experiment

Categorie	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
HH	3,46	0,37	0,89	9,60	7,08	21,75	41,27
BA	3,59	0,40	0,98	10,89	7,56	21,09	43,98
LP	3,31	0,35	0,93	12,06	7,23	21,36	53,85
BS	3,404	0,35	0,91	10,40	7,21	23,24	44,48
BG	3,39	0,34	0,93	10,12	6,98	19,71	41,92
SH	3,41	0,35	0,92	10,18	7,12	20,41	43,03
Refs	3,24	0,32	0,81	9,82	6,60	19,33	40,44

Categoriegewijze toetsing

De metaalgehalten in de deklaag van de verschillende dempingcategorieën zijn daarna vergeleken met de metaalgehalten in de controle (alleen depotgrond) doormiddel van de beoordeling uit Hoofdstuk 3.

In onderstaande tabel zijn de categoriegewijze afwijkingen per gemeten metaal met een C aangegeven. In de laatste kolom wordt per dempingscategorie het aantal categoriegewijze afwijkingen aangegeven.

Tabel 4.16: Categoriegewijze toetsing van metaalgehalten op 20 tot 25 cm diepte (5 tot 10 cm boven het dempingsmateriaal) in de deklaag ten opzichte van depotgrond uit de bioturbatieproef

Categorie	Minder gevoelig							Tot.
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA	C	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	3
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
BS	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	1
HH	C	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	3
LP	n.s.	n.s.	n.s.	C	C	n.s.	C	2
SH	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	1

Categorie	Meer gevoelig							Tot.
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA	C	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	3
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	1
BS	n.s.	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	2
HH	C	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	3
LP	n.s.	n.s.	n.s.	C	C	n.s.	C	3
SH	n.s.	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	2

C = Categoriegewijze afwijking ten opzichte van de depotgrond, n.s. = niet significant

Categoriegewijze afwijkingen worden voornamelijk gevonden voor de metalen arseen, cadmium, nikkel en ook zink. Met name nikkel laat voor alle categorieën, behalve bagger bij de toetsing tegen het minder gevoelige criterium, categoriegewijze afwijkingen zien van de referenties. Ook cadmium en in iets mindere mate arseen vertonen bij een groot deel van de categorieën voor beide criteria categoriegewijze afwijkingen.

Locatiespecifieke toetsing

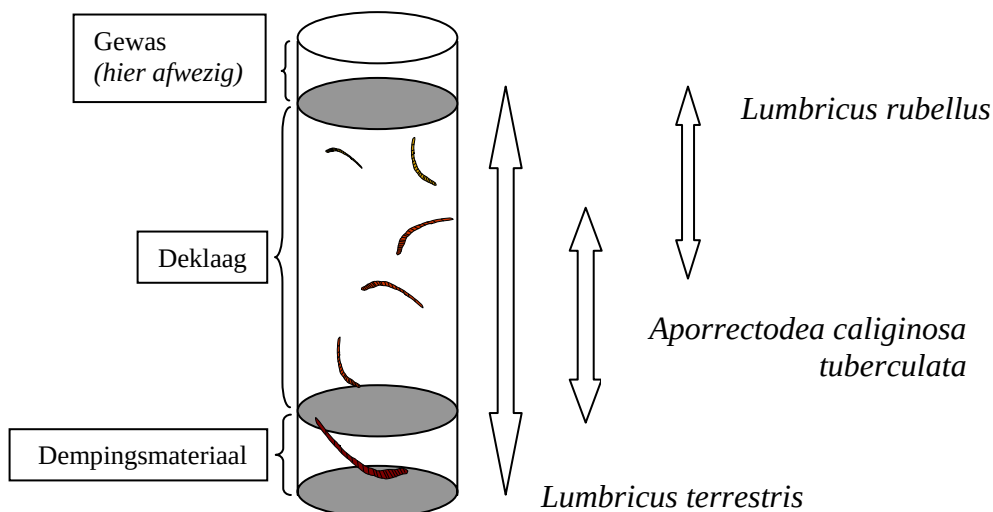
Per locatie is daarna gekeken of overschrijding van het meer gevoelige of het minder gevoelige criterium optreedt. In tabel 4.17 staat per categorie weergegeven welk aantal locaties een overschrijding van de metaalgehalten in de depotgrond zien.

Volgens de in Hoofdstuk 3 beschreven methode is het MTA bepaald volgens het meer gevoelige en het minder gevoelige criterium (laatste kolom in de tabel). De overschrijdingen van het MTA zijn in tabel 4.17 grijs gekleurd.

Tabel 4.17. Aantal buizen waarin metaalgehalten het criterium (afgeleid uit categorie specifieke referenties) overschrijdt. Achter de dempingscategorie is aangegeven hoeveel waarnemingen zijn gedaan. Grijs gekleurde vakjes geven aan dat voor dit metaal en dempingscategorie het MTA wordt overschreden.

Categorie	Minder gevoelig							MTA
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA (n=20)	13	17	13	7	18	4	11	4
BG (n=16)	3	5	3	5	8	1	7	4
BS (n=20)	7	8	3	11	17	10	14	4
HH (n=19)	9	16	5	1	12	2	8	4
LP (n=23)	5	11	10	23	17	11	23	5
SH (n=20)	6	10	5	7	15	4	9	4

Categorie	Meer gevoelig							MTA
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA (n=20)	18	17	15	8	18	6	11	2
BG (n=16)	4	8	4	7	12	2	8	2
BS (n=20)	9	16	7	12	17	12	14	2
HH (n=19)	11	18	9	1	16	3	9	2
LP (n=23)	6	12	12	23	17	16	23	3
SH (n=20)	10	13	6	9	16	7	10	2



Figuur 4.13. Schematisch transport van stoffen (pijlen) tussen dempingsmateriaal en deklaag door verschillende regenwormen in de bioturbatieproef.

In de schematische weergave van een kolom uit het experiment, wordt aangegeven wat verspreiding van stoffen (of grond) vanuit de deklaag kan betekenen voor de veldsituatie (fig. 4.13).

In dit experiment komt van de drie gebruikte regenwormsoorten alleen *L. terrestris* in de deklaag, de andere wormen leven op een ander niveau in de bodem. Eén exemplaar van de dieplevende worm *L. terrestris* is in staat in 12 weken (de duur van dit experiment) een significante verhoging van metaalconcentraties in de onderste 10 cm van de deklaag te veroorzaken (de gemeten fractie van de deklaag in dit experiment). De hoger levende soorten regenwormen (*A. caliginosa tuberculata* en *L. rubellus*) kunnen vanuit deze onderste 10 cm van de deklaag de grond (met de toxische stoffen) weer verder omhoog transporteren, waardoor a) de deklaag in de tijd weer verontreinigd raakt en b) de toxische stoffen beschikbaar komen voor aan het oppervlak levende soorten (rechtstreeks of via gewasopname).

4.2.4 Wortelopname van zware metalen door brandnetels

In het wortelopname experiment is gekeken naar een aantal verschillende parameters (groei in lengte en gewicht, bloeistadium, geslacht, doorworteling en metaalconcentraties in de bovengrondse delen). De waarnemingen gedurende het experiment worden gepresenteerd in Aanhangel 2.

De belangrijkste vragen waarop doormiddel van dit experiment antwoord verkregen moet worden zijn:

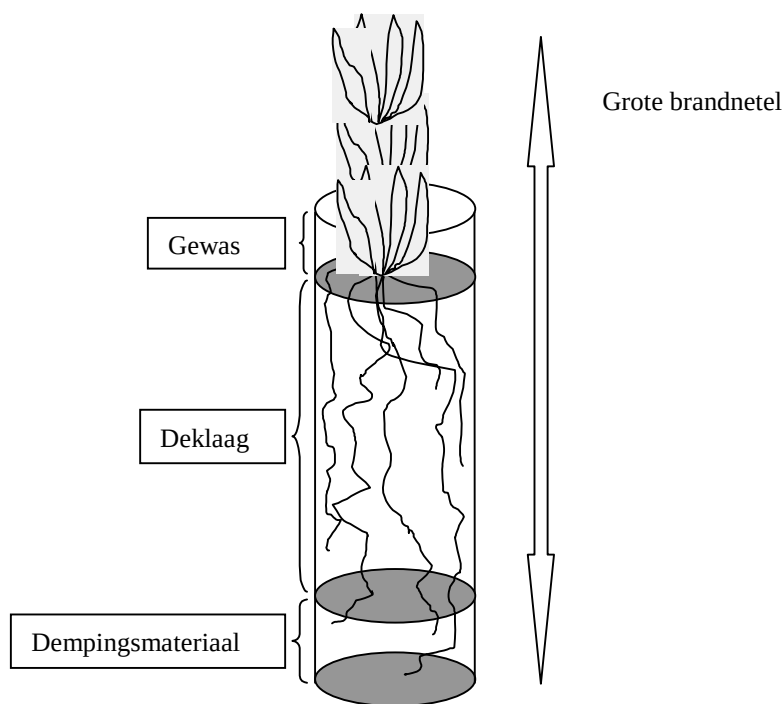
1. Vindt worteling van brandnetels plaats tot in de demping?
2. Worden metalen uit het dempingsmateriaal opgenomen door brandnetels?

Daartoe zijn jonge brandnetelplanten in kolommen geplaatst met onderin dempingmateriaal en een 30 cm dikke deklaag van (schone) depotgrond. Aan het einde van het experiment zijn de bovengrondse delen van de planten verzameld en geanalyseerd.

Doorworteling

De individuele schattingen van de doorwortelingsklassen worden gepresenteerd in Aanhangel 12. Doorworteling in het shredder dempingsmateriaal is significant lager dan in de controle met alleen depotgrond. De andere dempingcategorieën verschillen niet significant van de doorworteling in de depotgrond.

Daarmee wordt antwoord gegeven op vraag 1: Doorworteling tot in de demping is met een 30 cm dikke deklaag mogelijk. Rekening dient te worden gehouden bij het interpreteren van de metaalconcentraties in de grond met het feit dat ontwijkingsgedrag kan optreden, met name bij shredder.



Figuur 4.14: Schematische weergave van een kolom uit het brandnetelexperiment

Metaalconcentraties

De individuele metingen van metaalgehalten in de bovengrondse delen van de brandnetelplanten worden gepresenteerd in Aanhangsel 10.

In onderstaande tabel worden de gemiddelde metaalgehalten in de bovengrondse delen van de brandnetelplanten per dempingscategorie gepresenteerd.

Tabel 4.18: Gemiddelde metaalgehalten in brandnetelplanten

Categorie	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
HH	1,0	0,0	0,5	8,3	1,4	0,4	27,7
BA	1,0	0,0	0,4	8,3	1,1	0,4	26,3
LP	1,2	0,0	0,4	9,0	1,3	0,3	41,4
BS	1,1	0,0	0,3	8,2	1,1	0,6	30,4
BG	1,0	0,0	0,1	8,0	0,7	0,3	30,3
SH	1,3	0,1	3,1	10,3	4,9	0,7	108,8
Ref	1,1	0,0	0,9	7,1	1,1	0,1	18,0

Categoriegewijze toetsing

De metaalgehalten in de bovengrondse delen van de brandnetel van de verschillende dempingscategorieën zijn daarna vergeleken met de metaalgehalten van de bovengrondse delen in de controle (alleen depotgrond) door statistische toetsing met behulp van variantieanalyse. Daarbij is gebruik gemaakt van de beoordeling volgens Hoofdstuk 3.

In tabel 4.19 zijn de categoriegewijze afwijkingen per gemeten metaal met een C aangegeven. In de laatste kolom wordt per dempingscategorie het aantal categoriegewijze afwijkingen aangegeven.

Tabel 4.19: Categoriegewijze toetsing van metaalgehalten in de bovengrondse delen van brandnetels ten opzichte van bovengrondse delen van planten op alleen depotgrond.

Categorie	Minder gevoelig							Totaal
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
BS	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C	1
HH	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
LP	n.s.	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	C	2
SH	C	C	n.s.	C	C	n.s.	C	5

Categorie	Meer gevoelig							Totaal
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C	1
BS	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C	1
HH	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
LP	C	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	C	3
SH	C	C	n.s.	C	C	C	C	6

C = Categoriegewijze afwijking ten opzichte van de depotgrond, n.s. = niet significant

Locatiespecifieke toetsing

Per locatie is daarna gekeken of overschrijding van de toetscriteria volgens het meer gevoelige of het minder gevoelige criterium optreedt. In tabel 4.20 staat per categorie weergegeven welk aantal locaties een overschrijding van de metaalgehalten in de bovengrondse delen van brandnetel op alleen depotgrond te zien is.

Tabel 4.20. Aantal locaties waarop metaalgehalten in de onderste 10 cm van de deklaag het criterium (afgeleid uit categorie specifieke referenties) overschrijdt. Achter de dempingscategorie is aangegeven hoeveel waarnemingen zijn gedaan. Grijs gekleurde vakjes geven aan dat voor dit metaal en dempingscategorie het MTA wordt overschreden.

Categorie	Minder gevoelig							MTA
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA (n=20)	1	1	0	11	0	0	12	4
BG (n=16)	0	5	0	8	0	0	11	4
BS (n=20)	4	4	0	11	0	0	17	4
HH (n=19)	1	2	1	11	1	0	14	4
LP (n=23)	10	4	1	17	1	0	23	5
SH (n=20)	13	15	2	19	2	0	20	4

Categorie	Meer gevoelig							MTA
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA (n=20)	2	2	1	12	1	0	14	2
BG (n=16)	0	6	0	9	0	0	13	2
BS (n=20)	7	4	1	13	2	0	18	2
HH (n=19)	3	9	1	12	3	0	15	2
LP (n=23)	11	6	2	20	2	0	23	3
SH (n=20)	15	18	3	20	7	1	20	2

5 Discussie Fase 2 onderzoek

Binnen het verificatieonderzoek ecologie zijn parameters geselecteerd waarmee geanalyseerd kan worden of er risico's aanwezig zijn van verontreinigingen uit verschillende categorieën dempingmateriaal voor het voorkomen en functioneren van (bodem-)organismen in en op het afdek materiaal. Daarnaast zijn ook parameters beschouwd voor het optreden van her-verontreiniging vanuit de demping als gevolg van biologische activiteiten. Dit zijn daarmee ecologische parameters, en deze dienen getoetst te worden aan criteria, gebaseerd op ecologische randvoorwaarden (Faber *et al.*, 2003). In voorliggend rapport wordt beschouwd of het afdekken van dempingen met 30 cm schone grond toereikend is om risico's van verontreinigingen die in het dempingmateriaal aantoonbaar bleken (Van der Pol & Faber, 2003), zover te verminderen dat de situatie vergelijkbaar is met referentie locaties binnen de Krimpenerwaard. Een uitgangspunt hierbij is dat afgedekte dempingen geen additionele risico's met zich mee mogen brengen. Daarom is ervoor gekozen met gebiedseigen referenties te werken, en is daarmee een vergelijking met generieke criteria, als deze al bestaan voor de geselecteerde parameters, minder relevant.

De geselecteerde parameters kunnen geclassificeerd worden naar enerzijds het voorkomen en functioneren van bodemorganismen, en anderzijds de risico's van her-verontreinigingen als gevolg van biologische activiteit.

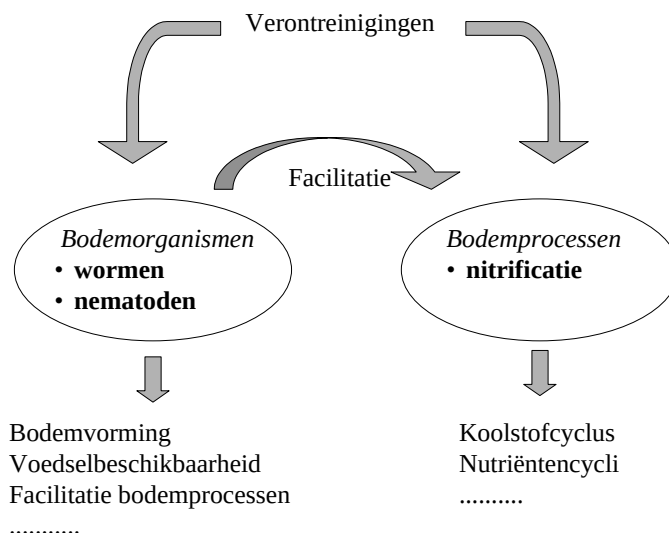
5.1 Voorkomen en functioneren van bodemorganismen en bodemprocessen

Bodemorganismen spelen verschillende rollen binnen het bodemecosysteem: ze fragmenteren organisch materiaal dat op de bodem valt, ze stimuleren door hun biologische activiteit bodemvormingprocessen, ze faciliteren elkaar door middel van interacties, ze reguleren koolstof- en nutriëntencycli, ze zijn voedselbron voor andere diergroepen enzovoorts. In figuur 5.1 staat dit schematisch weergegeven, waarbij onderscheid is gemaakt tussen bodemorganismen en bodemprocessen. Dit onderscheid is enigszins artificieel, omdat bodemprocessen als nitrificatie ook als resultante van het voorkomen en functioneren van bodemorganismen (in dit geval micro-organismen) kunnen worden beschouwd. Toch is het onderscheid nuttig in relatie tot de methodes die gebruikt worden om de verschillende parameters te meten.

Als parameters voor het voorkomen van organismen zijn dichtheden van regenwormen en nematoden bepaald. Als indicatie van bodemprocessen is de potentiële nitrificatie beschouwd. In figuur 5.1 valt te zien dat verontreinigingen op verschillende manieren kunnen aangrijpen op de organismen en processen. Hierbij zijn direct toxische effecten te onderscheiden van indirect effecten die optreden als gevolg van veranderingen in concurrentie verhoudingen tussen diersoort door blootstelling aan verontreinigingen, of door veranderingen in facilitatieprocessen doorblootstelling. Het is mogelijk dat daarom sommige soorten ook positieve

effecten laten zien als gevolg van verontreinigingen, echter deze zullen hier niet beschouwd worden.

Voor een overzicht van alle categorieegewijze en MTA overschrijdingen wordt verwezen naar Aanhangsels 15 en 16.



Figuur 5.1. Schematische weergave van relaties tussen verontreinigingen, bodemorganismen en bodemprocessen. Vetgedrukt staan de parameters weergegeven die in het huidige verificatieonderzoek bestudeerd zijn.

5.1.1 Voorkomen en functioneren van bodemorganismen

L. rubellus blijkt de belangrijkste regenwormensoort in de monsters uit de Krimpenerwaard, in aantallen vormt deze soort 46% van alle regenwormen en in biomassa zelfs 50%. Verwacht mag worden dat in gebieden zoals de Krimpenerwaard die gekarakteriseerd kunnen worden door een relatief hoge grondwaterstand m.n. epigeïsche (in de bovenlaag van de bodem levende) soorten zoals *A. caliginosa tuberculata*, *A. caliginosa caliginosa*, *L. rubellus* en *A. chlorotica* veelvuldig voorkomen. Ook in andere veenweide gebieden blijken deze soorten het grootste aandeel van de regenwormen te vormen (Bosveld *et al.*, 2000).

De totale biomassa en dichtheid aan regenwormen varieert sterk tussen de dempingcategorieën, de laagste zijn gemeten in deklagen boven bouw en sloop afval, (respectievelijk 120 g/m² en 280 individuen per m²), de hoogste boven de bij deze dempingcategorie horende referentie (respectievelijk 270 g/m² en 1260 individuen per m²), zie figuren 4.1 en 4.2. De gemiddelde waarden over alle monsters, (184 g/m² aan biomassa en 750 individuen per m²) zijn hoog in vergelijking met de biomassa en aantallen gemeten in het veenweide gebied de Ronde Venen (welke varieerde tussen de 90 tot 150 individuen per m² met een totale biomassa van 25 tot 60 g/m², Bosveld *et al.*, 2000). Ook in vergelijking met literatuur data zijn de waarden zoals gevonden in de Krimpenerwaard hoog te noemen. Andere gerapporteerd dichtheden in weidegebieden varieerden tussen 260-640 individuen met een totale biomassa van 51 tot 152 gr (Svendsen, 1957; Barley, 1959). Vergelijking van dichtheden en biomassa tussen studies is echter niet eenvoudig omdat regenwormen een duidelijk jaarritme in

populatie aantallen en biomassa vertonen. Dit jaarritme wordt met name beïnvloedt door de vocht toestand en temperatuur van de bodem (Evans & Guild, 1947). Omdat niet valt te achterhalen in welk deel van het jaar en onder welke veldomstandigheden de literatuurgegevens zijn verzameld zijn de uitkomsten van de veldinventarisatie niet direct te relateren aan deze gegevens.

De populatieopbouw van de drie belangrijkste regenworm soorten wordt in biomassa bepaald door het percentage adulte wormen. Deze varieert van 41 % voor *L. rubellus* tot 54% voor *A. chlorotica* (zie tabel 4.4). In de opbouw naar aantal spelen juveniele wormen een belangrijke rol in *L. rubellus* en *A. caliginosa tuberculata*, zij bepalen voor 63 resp. 58% de aantallen. In *A. chlorotica* zijn de adulten ook numeriek in de meerderheid (43%). De opbouw in ontwikkeling stadia wijkt niet sterk af van de opbouw gevonden in het gebied de Ronde Venen waar juvenielen 24 tot 62%, sub-adulten 2 tot 29% en adulten 18 tot 67% van de populatie in aantallen bepaalden (Bosveld *et al.*, 2000).

Wanneer de data van de veldinventarisatie getoetst worden aan de criteria zoals opgesteld voor het verificatieonderzoek ecologie (Hoofdstuk 3), kan dit alleen maar op basis van categoriegewijze afwijkingen, geanalyseerd met behulp van ANOVA. Doordat in de monsters relatief lage aantallen per soort en stadium voorkomen, is het opstellen van percentielen niet altijd mogelijk, omdat een groot deel ervan onder nul zouden liggen, waardoor toetsing op basis van MTA's niet kan plaatsvinden.

Wanneer gekeken wordt naar categoriegewijze afwijkingen valt op dat met name in geval van bagger en huishoudelijk afval verlaagde aantallen en biomassa's aan wormen gevonden worden op locaties waar de deklaag voldoende was. Dit geldt specifiek voor subadulte en juveniele wormen, waarbij de soorten *A. chlorotica* en *A. caliginosa tuberculata* de meest gevoelige soorten lijken te zijn. Op de bagger locaties zijn de aantallen en de biomassa's subadulte *A. caliginosa tuberculata* op de deklagen ongeveer 55% van hetgeen gemiddeld op de referentie gevonden wordt, terwijl dit voor de aantallen juveniele ongeveer 75% van de referentie is. De biomassa van juveniele *L. rubellus* op dempingen van bagger is gemiddeld 25% lager dan op de referentie locaties. In geval van huishoudelijk afval zijn de verschillen groter. De aantallen subadulte *A. chlorotica tuberculata* zijn op de dempingen gemiddeld 88% lager dan op de referentielocaties, terwijl dit voor adulte *A. caliginosa* 26% minder is en voor de juvenielen 67%. Uitgedrukt in biomassa zijn deze verschillen wat groter, respectievelijk 92%, 64% en 87%. Wanneer gekeken naar de totale aantallen en biomassa van wormen dan is er een categoriegewijze afwijking in geval van bagger en huishoudelijk afval bij de toetsing volgens het meer gevoelige toetscriterium. Dit betreft een afname van 41% en 22% voor de aantallen en biomassa in geval van bagger, en 63% en 27% in geval van de aantallen en biomassa op de huishoudelijke locaties. Voor de categorieën bedrijfsafval en bouw en sloopafval zijn overschrijdingen van het MTA aantoonbaar gebleken voor de totale aantallen wormen die voorkomen.

Wanneer gekeken wordt naar coconproductie, een maat voor de reproductiecapaciteit van regenwormen, en de mortaliteit (bepaalt in de bioassay), kan worden vastgesteld dat er geen categoriegewijze afwijkingen zijn voor wat betreft

de coconproductie. Echter op basis van MTA zijn wel overschrijdingen aantoonbaar in geval van lompen en shredder volgens zowel het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium, en additioneel voor bagger in geval van het meer gevoelige toetscriterium. De mortaliteit is significant hoger in de bagger locaties.

Concluderend kan voor het voorkomen en functioneren van wormen worden gesteld, dat in het algemeen de aantallen en biomassa in de Krimpenerwaard hoog zijn in vergelijking tot andere gebieden. Echter, wanneer getoetst aan de gebiedseigen referenties zijn er in alle categorieën volgens zowel het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium afwijkingen te zien in hetzij aantallen, biomassa, coconproductie of mortaliteit van wormen. Met name de categorieën bagger en huishoudelijk afval laten voor het meer gevoelige toetscriterium categoriegewijze afwijkingen zien, en voor deze categorieën lijkt afdekking met 30 cm voor die functie niet toereikend. Echter, voor de categorieën bedrijfsafval, bouw en slooafval, en shredder is op basis van overschrijding van de MTA ook te concluderen dat zowel volgens het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium de afdekking met 30 cm niet toereikend is om te voorkomen dat de dichtheden aan wormen op de dempingen niet teruglopen. Voor wat betreft reproductie lijkt het erop dat wormen minder goed reproduceren in deklaag materiaal verzameld op lompen locaties (overschrijding MTA).

Een andere groep van bodemorganismen waar naar gekeken is in het verificatie onderzoek ecologie zijn de nematoden. Er kan op vele manieren omgegaan worden met diversiteit hiervan. Hier is gekozen om te kijken naar het aantal taxonomische groepen, hun voedselkeuze en in welke levenstrategie categorie vallen ze.

Binnen diversiteit hechten we meer waarde aan CP 3-5 nematoden (omnivoren, carnivoren en een enkele bacterie-eter) dan aan CP 1-2 nematoden (vooral bacterie-eters en plantparasieten).

Verder wordt de aanwezigheid van 10 'A', 10 'B' en 10 'C' nematoden van de categorie CP 3 (dus 30 op een populatie van 1000) hoger gewaardeerd gevonden dan 30 'D' nematoden van de categorie CP-3 (op een populatie van 1000). Daarmee relativeren we de Maturity Index berekening, die de gemiddelde waarde is op de CP schaal. ($MI = \text{som van de CP waarden [v]} \times \text{de frequentie van deze familie ('v' x 'f')}$).

Bij de ATG bacterie-eters geeft het getal tussen haakjes weer het aantal CP 3-5 bacterie-eters binnen het getal van de bacterie verscheidenheid. Eigenlijk is dat getal tussen haakjes van hoger belang voor de mate van rust. Als eerder geduid de aanwezigheid van carnivoren en omnivoren, hoge CP representanten, waarden we hoog.

De MI waarden zijn divers en op het oog lijken de gemiddelde MI 2-5 waarden hoger in referenties dan in de deklagen. Er zijn drie waarden boven '3' gemeten: in deklaag SH-2 [$MI\ 2-5 = 3,26$] en BS-2 ($MI\ 2-5 = 3,01$), en in referentie SH-2 ($MI\ 2-5 = 3,13$). Dit maakt het doen van algemene uitspraken weer moeilijk. De MI waarden zijn weergegeven omdat dan de resultaten vergelijkbaar gemaakt kunnen worden met de internationale literatuur.

Van de abiotische waarden valt op dat de vochtgehalten laag zijn. De ‘waterholding capacity’ van een venige grond zal hoger dan 30% zijn. Hier zijn de vochtgehalten vaak lager dan 10%. Ondanks dat toch goede aantallen nematoden.

De groep kan worden geclassificeerd naar bepaalde kenmerken resulterend in 5 groepen. In de huidige studie wordt een MI1-5 en een MI2-5 getoetst. De eerste is een Maturity Index die is berekend op basis van alle 5 de klassen nematoden, terwijl MI2-5 gebaseerd is op klasse 2 tot 5, waarbij klasse 1 niet is meegenomen. Klasse 1 is een groep nematoden die afhankelijk is van de aanwezigheid van nitraat, en kan daarmee signalen als gevolg van verstoringen door verontreinigingen overheersen. De MI1-5 wordt wel getoetst, maar is van minder belang in de huidige studie. Bij de categoriegewijze toetsing is alleen bij het meer gevoelige toetscriterium een afwijking te zien voor de MI1-5 in geval van shredder. Wanneer gekeken naar de MTA toetsing zijn vaker overschrijdingen aantoonbaar gebleken voor MI2-5 dan voor MI1-5, voor zowel het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium. Met name bedrijfsafval, huishoudelijk afval, lompen en shredder laten voor beide functies overschrijdingen zien bij MI2-5.

Het feit dat de MTA's wel duidelijk worden overschreden, maar dat de categoriegewijze toetsing geen significante afwijkingen laat zien kan liggen aan het feit dat de referentie een redelijke variatie laten zien.

Al met al lijkt het erop dat op de categorieën bedrijfsafval, huishoudelijk afval, lompen en shredder de samenstelling van de nematoden gemeenschap afwijkt van hetgeen op referentie locaties gevonden wordt en dat daarmee afdekken met 30 cm niet toereikend lijkt te zijn op dit soort dempingen.

5.1.2 Bodemprocessen

Effecten van verontreinigingen op bodemprocessen kunnen via verschillende routes lopen (figuur 5.1). Enerzijds zijn er directe effecten mogelijk van verontreinigingen op de micro-organismen die de bodemprocessen uitvoeren waardoor bijvoorbeeld de bodemademhaling of nitrificatie direct geremd kunnen worden. Een andere route loopt via bodemorganismen die niet direct bij de bodemademhaling betrokken zijn, maar die door hun activiteit wel faciliterend werken voor bodemprocessen, en als zodanig als stimulans optreden. Hierbij valt te denken aan regenwormen die door hun graafactiviteiten de bodem beter doorluchtig maken, en die bijvoorbeeld gevallen bladmateriaal de grond intrekken en zodanig beschikbaar maken voor micro-organismen. In geval dat de activiteit van wormen zou teruglopen heeft dit mogelijk een indirect effect op de bodemprocessen. In de huidige studie is nitrificatie beschouwd als indicatie van het optreden van bodemprocessen, en daarmee als indicatie van het functioneren van de micro-organismengemeenschap in de bodem. In de opzet waarvoor gekozen is kunnen alleen directe effecten van eventuele verontreinigingen op de micro-organismen beschouwd worden, niet de indirecte effecten als gevolg van eventuele verminderde facilitatie door andere organismen.

De nitrificatie liet een optimum zien bij een pH van ongeveer 5,3 (figuur 4.11). Er zijn echter geen categoriegewijze afwijkingen aantoonbaar, ook niet als pH als co-variabele in de ANOVA meegenomen is. Bij toetsing in relatie tot MTA's blijkt dat toetsing van de afname van NH_4 als gevolg van nitrificatie overschrijdingen van de MTA liet zien in geval van bagger, huishoudelijk afval en lompen, voor zowel het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium. Bij toetsing van NO_3 , wat gevormd wordt als gevolg van nitrificatie, blijkt dat de overschrijding alleen nog optreedt bij huishoudelijk afval en lompen voor beide functies. Dit verschil tussen NH_4 afname en NO_3 toename is gerelateerd aan het organische stof gehalte in de bodem. In het algemeen wordt er minder NO_3 gevormd dan er NH_4 verdwijnt, maar dit verschil wordt kleiner naarmate er meer organisch stof in de grond zit. Dit organisch stof lijkt ook als bron voor de nitrificatie te kunnen dienen, waardoor een deel van het gevormde NO_3 uit een andere bron lijkt te komen dan het toegevoegde NH_4 . In alle categorieën is het percentage organisch stof in de bodem hoog, maar er zijn geen categoriegewijze afwijkingen aantoonbaar voor dit gehalte. Het is echter wel mogelijk dat individuele monsters in de nitrificatieproef een afwijkend organisch stof gehalte kunnen bevatten wat ertoe geleid kan hebben dat de NO_3 vorming enigszins beïnvloed kan zijn door het organisch stofgehalte van de monsters. Op basis van de afname van NH_4 concentraties alleen kan echter worden gesteld dat in deklaagmateriaal van de categorieën huishoudelijk afval en lompen de nitrificatie op teveel locaties geremd is en dat daarmee de afdekking door 30 cm niet toereikend lijkt te zijn.

5.1.3 Conclusies vóórkomen en functioneren bodemorganismen en bodemprocessen

Op basis van de toetsing aan de gebiedseigen referenties is voor geen enkele categorie afdekking met 30 cm schone grond voldoende om integraal de bestudeerde parameters voor wat betreft het voorkomen en functioneren van bodemorganismen en bodemprocessen te beschermen. In Aanhangsel 15 en 16 staan de toetsingen samenvattend weergegeven. Voor bedrijfsafval en shredder zijn voor één of meer parameters categoriegewijze afwijkingen gevonden bij toetsing volgens het minder gevoelige toetscriterium, terwijl additioneel voor huishoudelijk afval ook een categoriegewijze afwijking wordt gevonden in geval van toetsing tegen het meer gevoelige toetscriterium. Voor iedere andere categorie worden voor één of meerdere parameters overschrijding van het MTA wordt gevonden, bij zowel het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium.

5.2 Herverontreiniging

Bij de optie van afdekken van een verontreinigde bodem is een van de aannames dat de afdekking afdoende is zodat herverontreiniging van de (oppervlakkige) bodem vanuit de onderliggende laag niet meer optreedt. In het huidige onderzoek zijn meerdere routes beschouwd waarlangs mogelijk herverdeling van verontreinigingen vanuit de demping naar het afdek materiaal mogelijk is: via bioturbatie met name door

wormen, en via opname door planten die wortelen in het onderliggend dempingmateriaal. Een andere route van herverontreiniging is via de opname van verontreinigingen door wormen, die vervolgens naar wormenetende predatoren worden doorgegeven.

5.2.1 Bioturbatie

Wormen zijn actief in bepaald delen van de bodem, epigeïsche soorten leven met name in de bovenlaag van de bodem, zoals *A. caliginosa tuberculata*, *A. caliginosa caliginosa*, *L. rubellus* en *A. clorotica*, terwijl *L. terrestris* een wat dieper voorkomende soort is. In de veldinventarisatie worden met name epigeïsche soorten gevonden, echter ook *L. terrestris* (ingedeeld in de groep diverse) wat er op duidt dat dieper gravende wormen kunnen voorkomen. In de bioturbatie proef is alleen *L. terrestris* in het dempingmateriaal aangetoond, wat aangeeft dat dit proces op de scheiding tussen dempingmateriaal en deklaag, vooral door dieper gravende soorten zal worden gestuurd. In de bioturbatie proef is een duidelijk effect aantoonbaar gebleken van het type dempingmateriaal op het gedrag van *L. terrestris*. In dempingmateriaal van shredder en bagger worden significant minder wormen aangetroffen bij het afbreken van de proef. Bij wormen is aangetoond dat deze actief plaatsen ontwijken waar ze zich minder prettig voelen, en dat effect lijkt hier op te treden. Het feit dat in bijvoorbeeld de referenties in ongeveer 50% van de buizen een *L. terrestris* in de onderste 10 cm van de buis gevonden werd, onderschrijft dat deze soort deze diepte bewust opzoeken. Op shredder en bagger dempingen lijkt daarmee het afdekken met 30 cm schone grond niet toereikend om voor dieper gravende wormensoorten de situatie op zodanig te verbeteren dat deze soorten het volledige bodemprofiel ongestoord kunnen gebruiken.

In de bioturbatieproef is de herverontreiniging direct gemeten als verhoogde concentraties in de bodemlaag direct boven het dempingmateriaal. Het voorkomen van verontreinigingen in deze laag zou bioturbatie bevestigen, en daarmee het optreden van herverontreiniging van het afdakmateriaal. In de bioturbatie proef is voor alle categorieën aangetoond dat herverontreiniging optreedt (tabel 4.15). Met name in geval van nikkel is het signaal significant, alleen niet in geval van bagger volgens het minder gevoelige toetscriterium. Bij toetsing volgens het minder gevoelige toetscriterium worden voor cadmium en arseen ook categoriegewijze afwijkingen gevonden voor bedrijfsafval en huishoudelijk afval. Bij toetsing volgens het meer gevoelige toetscriterium komen daar voor de categorieën bouw- & sloop afval en shredder categoriegewijze verhogingen van cadmium en arseen concentraties bij. Bij toetsing van het MTA zijn echter voor alle categorieën voor minimaal 4 metalen overschrijdingen aantoonbaar gebleken. Hiermee is aangetoond dat bioturbatie optreedt, zelfs in die categorieën waar ontwijkinggedrag was geobserveerd (shredder en bagger). Afhankelijk van de categorie dempingmateriaal, met de daarin voorkomende verontreinigingen, zal door dit proces het afdakmateriaal weer herverontreinigd worden. De vraag is dan: is dit nu erg? Om inzicht te krijgen in deze vraag zal hier een exercitie worden uitgevoerd, met de aanname dat door bioturbatie de concentraties in de deklaag ongeveer 50% van die in het onderliggend

dempingmateriaal worden. Hierbij is uitgegaan van het feit dat *L. terrestris* ongeveer tot 1 meter diep actief kan zijn, wat wil zeggen dat bij een afdeklaag van 30 cm nog 70 cm dempingmateriaal bereikbaar is. Hiervan zal in de loop van de tijd een deel naar boven verwerkt worden, echter er zijn geen gegevens uit de Krimpenerwaard bekend over snelheden hiervoor. Het feit echter, dat na 12 weken in de bioturbatie proef verrijking van de deklaag met zware metalen meetbaar was, geeft aan dat dit transport de potentie heeft op termijn grotere hoeveelheden naar het de deklaag te transporteren. Arbitrair is hier uitgegaan van een gradiënt waarbij de concentraties in deklaag 50% zijn van diegene in de demping, wat erop neer komt dat ongeveer 25% van de totale belasting in de bovenste 70 cm van het dempingmateriaal naar de deklaag is getransporteerd. Op basis van de concentraties zware metalen zoals deze in het dempingmateriaal zijn gemeten in het eerder onderzoek op de A-locaties (Van der Pol & Faber, 2003) en door deze te halveren en te toetsen tegen de concentraties in het depotmateriaal, is te beschouwen of bioturbatie in dergelijke gevallen tot problemen zou kunnen leiden. In tabel 5.1 staan de resultaten van een dergelijke toetsing. Te zien valt dat voor met name bedrijfsafval, huishoudelijk afval, bouw en slooafval en shredder categoriegewijze afwijkingen aantoonbaar lijken te zijn, zowel wanneer getoetst voor het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium (voor lompen zijn geen gegevens voorhanden van zware metaal concentraties in dempingmateriaal). Dit impliceert dat bioturbatie op den duur zou kunnen resulteren in verhoogde concentraties in het deklaagmateriaal, al dient nogmaals te worden vermeld dat de aannames waarmee hier gerekend zijn niet onderbouwd kunnen worden.

Tabel 5.1: Categoriegewijze toetsing van gehalveerde metaalgehalten zoals gevonden in dempingmateriaal (Van der Pol & Faber, 2003) ten opzichte van depotgrond uit de bioturbatieproef (voor rationale zie tekst).

Categorie	Minder gevoelig							Tot.
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	C	C	3
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
BS	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1
HH	n.s.	n.s.	C	C	n.s.	C	n.s.	3
SH	n.s.	C	C	C	C	C	C	6
Categorie	Meer gevoelig							Tot.
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
BA	n.s.	C	C	C	n.s.	C	C	5
BG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0
BS	n.s.	n.s.	C	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1
HH	n.s.	n.s.	C	C	C	C	n.s.	4
SH	n.s.	C	C	C	C	C	C	6

C = Categoriegewijze afwijking ten opzichte van de depotgrond, n.s. = niet significant

Een belangrijk aspect in het optreden van bioturbatie is de hoogte van het grondwater. Wormen zullen in het algemeen niet dieper gaan dan de grondwaterspiegel, en in het geval dat de grondwaterspiegel boven de scheiding tussen deklaag en dempingmateriaal staat is niet te verwachten dat verontreinigingen door bioturbatie omhoog worden gewerkt.

Afsluitend kan worden gesteld dat herverontreiniging van deklaag materiaal van onderuit de demping door activiteit van wormen daadwerkelijk optreedt, en zowel volgens het meer gevoelig als het minder gevoelige toetscriterium tot onacceptabele overschrijdingen van criteria leidt. Dit is met name het geval voor bedrijfsafval (meer gevoelig en minder gevoelig), bagger (meer gevoelig), bouw en sloopafval (meer gevoelig en minder gevoelig), huishoudelijk afval (meer gevoelig en minder gevoelig), lompen (meer gevoelig en minder gevoelig) en shredder (meer gevoelig en minder gevoelig). Hierbij kan aanvullend worden opgemerkt dat op het moment dat verticale verplaatsing van de verontreinigingen heeft plaats gevonden, deze ook horizontaal verspreid kunnen worden, bijvoorbeeld door agrarische activiteit van de boeren (eggen).

5.2.2 Herverontreiniging via opname door planten

Planten staan aan de basis van herbivore voedselketens (bestaand uit organismen die de levend planten eten) en na het afsterven aan de basis van detritivore voedselketens (bestaand uit organismen die het afgestorven plantenmateriaal verder verteren). Als zodanig zou opname van verontreinigingen door planten vanuit de demping risico's met zich meebrengen op doorvergiftiging naar organismen die grazen op de planten of die het afgestorven materiaal verwerken. Daarnaast kunnen verontreinigingen ook toxisch voor de plant zelf zijn, en daarmee direct effect kunnen sorteren. In de proef waarin brandnetels gegroeid zijn op afdek materiaal waaronder verschillende categorieën dempingmateriaal aanwezig waren, is voor verschillende categorieën opname van specifieke metalen aantoonbaar gebleken. Met name in geval van bouw en sloopafval, lompen en shredder zijn bij toetsing volgens het meer gevoelige en het minder gevoelige toetscriterium categoriegewijze afwijkingen aangetoond, en bij bagger volgens het meer gevoelige toetscriterium (tabel 4.18). Bij toetsing aan het MTA zijn voor beide toetscriteria, voor alle categorieën overschrijdingen in geval van minimaal twee metalen (koper en zink) maar meestal meer aangetoond. Opvallend is dat lood nooit overschrijding van het MTA laat zien, terwijl voor chroom alleen een MTA overschrijding in geval van shredder en het meer gevoelige toetscriterium laat zien. Voor lood is de afwezigheid van relaties tussen concentraties in de bodem en in de plant eerder gerapporteerd (De Vries *et al.*, 2003), waarbij werd vermeld dat dit mogelijk een gevolg was van het feit dat het overgrote deel van lood in de bodem als complex aanwezig is en daarmee mogelijk niet opneembaar voor planten, of dat planten lood, dat niet essentieel is als koper en zink, effectief kunnen uitscheiden. In beide gevallen is de netto opname variabel, wat de systematische afwezigheid van lood in de brandnetels van in het huidige experiment zou kunnen verklaren. Voor enkele metalen worden door de Vries *et al.* (2003) zogenaamde bioaccumulatiefactoren gegeven voor de relatie tussen bodem en plant, welke de verhouding tussen de concentraties in planten en bodem weergeven. Voor arseen en lood worden zeer lage factoren gevonden (resp. 0.014 en 0.037 voor gras), wat aangeeft dat planten relatief weinig van deze metalen opnemen uit de bodem. Voor nikkel zijn variabele factoren (0.015-0.035 voor respectievelijk aardappelen en sla) weergegeven, en voor cadmium, koper en zink hogere (0.17, 0.19 en 0.32 voor gras). In het huidige experiment worden afwijkingen gevonden voor met name cadmium, koper en zink,

metalen met een relatief hoge BAF en daarmee de potentie hebbende om daadwerkelijk door planten opgenomen te worden. Dit ondersteunt de hypothese dat de geconstateerde verhoogde concentraties in brandnetels veroorzaakt worden door opname uit de bodem. Het lijkt er daarnaast op dat zelfs opname plaatsvindt in die gevallen waarbij planten slecht wortelden in het dempingmateriaal (shredder, zie Aanhangsel 2), in shredder worden namelijk voor alle metalen, behalve lood en chroom, categoriegewijze afwijkingen gevonden.

Concluderend kan worden gesteld dat opname van verontreinigingen door planten niet afdoende wordt tegengegaan door afdekking van de demping met 30cm. Dit is categoriaal aangetoond voor bouw en sloopafval, lompen en shredder in geval van toetsing volgens het minder gevoelige toetscriterium, en additioneel voor bagger in geval van toetsing volgens het meer gevoelige toetscriterium. Wanneer getoetst aan de hand van MTA's is afdekking voor geen enkele categorie afdoende om opname door planten tegen te gaan. Bij deze conclusie dient dezelfde opmerking gemaakt te worden als bij de bioturbatie, namelijk dat bij een grondwaterstand die continu hoger is dan de scheiding tussen demping en afdeklaag, de beworteling van het dempingmateriaal door planten waarschijnlijk zeer laag is, en daarbij mogelijk de opname van verontreinigingen ook. Echter, ook opgemerkt moet worden dat in het experiment geen bioturbatie heeft plaatsgevonden. In het bioturbatie experiment is aangetoond dat dit significant bijdraagt aan het verticale transport van verontreinigingen naar het deklaagmateriaal. Wanneer dit plaatsvindt is het te verwachten dat gewas dat minder diep wortelt, ook op dempingen die zijn afgedekt met 30 cm verhoogde concentraties verontreinigingen kunnen opnemen. Voor wat betreft directe effecten van de verontreiniging op de brandnetel kan op basis van het huidige experiment weinig gezegd worden. Het experiment is ontwikkeld om het mechanisme van opname uit demping aan te tonen en niet om dosis-effect relaties te onderzoeken. Het is dus maar de vraag of de gevonden gehalten in de plant, de maximaal in het veld te vinden gehalten zijn. De proefduur was daarvoor te kort.

5.2.3 Voedselketentransport naar predatoren van wormen

Verschillende vogel en zoogdiersoorten eten wormen, zoals de steenuil (*Athene noctua*) de das (*Meles meles*), en de Grutto (*Limosa limosa*). Voor de steenuil en das zijn in uiterwaarden van de Maas en Waal risico's van effecten door blootstelling aan verontreinigingen beschreven (Van den Brink *et al.*, 2003, Boudewijn *et al.* in prep), waarbij met name de opname via de regenworm als belangrijkste blootstellingroute werd geduïd. In eerdere modelstudies kwam ook naar voren dat de blootstellingroute via wormen van belang kan zijn (Heikens en Hendriks, 1999). Voor de Krimpenervaard is met name de grutto een vogelsoort die op wormen foerageert, en daarmee mogelijk bloot staat aan verhoogde concentraties als in wormen de concentraties verhoogd blijken te zijn. Een zogenaamde 'eerste trap' analyse van mogelijke risico's van verhoogde concentraties in regenwormen op dempingen voor foeragerende Grutto's kan uitgevoerd worden door te beschouwen of concentraties in wormen op dempingen die afgedekt zijn met 30 cm daadwerkelijk hoger zijn.

In wormen van shredder dempingen worden significant hogere concentraties aan lood en koper gevonden, wat erop duidt dat op die categorie de blootstelling voor Grutto's als wormen etende predator verhoogd is. Op basis van overschrijdingen van MTA's zijn voor alle andere categorieën behalve bagger, verhoogde potentiële risico's aanwijsbaar, met name voor blootstelling aan chroom en nikkel, en mindere mate zink. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor deze metalen weinig bruikbare risico grenzen in de literatuur voorhanden zijn om een daadwerkelijke risicoschatting te geven. Echter getoetst aan de criteria zoals deze zijn opgesteld in het proces van het verificatieonderzoek ecologie (Hoofdstuk 3) zijn de verhoogde concentraties in de wormen dermate dat afdekking met 30 cm niet afdoende is. Gezien het feit dat niet het gehele territorium van Grutto's uit dempinglocaties bestaat zal bij een risico analyse een zekere mate van opschaling moeten worden gehanteerd, hierop zal later worden ingegaan.

Hier kan worden geconcludeerd dat in een 'eerste trap' risico analyse potentiële additionele risico's van blootstelling aan verhoogde concentraties zware metalen voor de grutto aanwezig lijken te zijn op alle categorieën dempingen behalve bagger, en dat daarmee afdekking van de demping met 30 cm nader zou moeten worden beschouwd op effectiviteit.

5.2.4 Conclusies herverontreiniging

In de huidige studies worden drie mogelijke routes beschouwd waarlangs herverontreiniging vanuit de afgedekte demping zou kunnen plaatsvinden via biologische activiteit. Aangetoond is dat in potentie is via alle drie de routes herverontreiniging mogelijk, zowel via opname door planten, als door bioturbatie als via opname door wormen. Voor een overzicht van alle categoriegewijze en MTA overschrijdingen wordt verwezen naar Aanhangsels 15 en 16. Waarin de toetsingresultaten samengevat zijn weergegeven. Hieruit blijkt dat voor alle categorieën met name in de bioturbatieproef meerdere categoriegewijze afwijkingen gevonden worden zowel volgens de minder gevoelige als het meer gevoelige toetscriterium. In de bioturbatieproef zijn de parameters weliswaar onderling gerelateerd, maar het geeft een zeer sterk signaal dat herverdeling van verontreinigingen via dit proces optreedt. In de brandnetelproef worden voor bouw en sloopafval, lompen en shredder één of meerdere categoriegewijze afwijkingen gevonden bij toetsing aan het minder gevoelige toetscriterium, terwijl additioneel afwijkingen worden gevonden voor één of meerdere parameters bij toetsing volgens het meer gevoelige toetscriterium. Voor de andere categorieën worden meerdere overschrijdingen van de MTA gevonden. Gecombineerd geven deze toetsingen van de twee experiment aan dat herverdeling van verontreinigingen vanuit de demping naar het deklaagmateriaal daadwerkelijk op kan treden. De exercitie met de aanname dat de concentraties in de deklaag ongeveer 50% worden van diegene in de demping geeft de indicatie dat bioturbatie tot significante toename kan leiden van verontreinigingen in de deklaag. Opname door de planten kan dan ook plaatsvinden door planten die minder diep wortelen. Een belangrijk aspect hierbij is de grondwaterspiegel. Als deze continu hoger is dan de scheiding tussen demping en deklaag, dan zal herverontreiniging als gevolg van bioturbatie of opname via planten

waarschijnlijk minder relevant zijn. Dit is echter afhankelijk van het feit of wormen en planten actief zullen zijn in waterverzadigde grond. Zonder nadere kennis hierover in de situatie in de Krimpenerwaard moet hier worden geconcludeerd dat voor geen enkele categorie afdekken van een demping met 30 cm schone grond afdoende bescherming biedt tegen herverontreiniging van de bovengrond.

Verhoogde blootstelling van wormenetende predatoren lijkt een probleem te zijn op shredder dempingen. Hier worden voor chroom en lood categoriegewijze afwijkingen gevonden. Bij toetsing aan MTA's voldoet afdekking ook niet bij de categorieën bedrijfsafval, bouw en sloopafval, huishoudelijk afval en lompen. allen in het geval van bagger zijn geen voor deze groep parameters geen overschrijdingen en afwijkingen aantoonbaar gebleken. Geconcludeerd kan worden dat alleen op bagger locatie afdekking met 30 cm afdoende lijkt te zijn om risico's van doorvergiftiging naar wormenetende predatoren voldoende te voorkomen. Voor de Grutto's zal hierop nog nader ingegaan worden in een volgend hoofdstuk.

5.3 Opschaling fase 2 onderzoek

Ruimtelijk gezien is het oppervlak van de verschillende categorieën dempingen in de Krimpenerwaard in de grootteorde van procenten. De vraag is dan ook of risico's voor negatieve effecten op demping niveau ook betekent dat op het schaalniveau van de Krimpenerwaard risico's te verwachten zijn. In fase 3 van het verificatieonderzoek ecologie, gerapporteerd in hoofdstuk 7 van dit rapport, zal een ruimtelijke analyse gegeven worden aangaande de relatie tussen het voorkomen van dempingen in territoria van Grutto's en effecten inde eieren van Grutto's. Deze analyse heeft een duidelijker ruimtelijke dimensie dan hetgeen tot hier is gerapporteerd, en de discussie aangaande ruimtelijke opschaling van effecten zal daar gevoerd worden.

5.4 Deklaagdikte

In het bodembeheerplan is voor het verificatieonderzoek ecologie met name de onderzoeksvraag neergelegd om te verifiëren of het afdekken van dempingen met 30 cm schone grond afdoende is om de risico's van verontreinigingen in de demping weg te nemen. Het onderzoek was daarop gericht en is niet optimaal ingericht om de vraag te beantwoorden wat, bij eventuele risico's, dan een juiste deklaagdikte is om de risico's wél weg te nemen. Getracht zal worden dit toch aan de orde te laten komen.

In de toetsing met de veldinventarisatie wormen is een groep sublocaties betrokken waarvan de deklaagdikte niet toereikend was (tabellen 4.2 *a t/m f*). Hier valt te zien dat hoewel 30 cm niet toereikend was om negatieve effecten te voorkómen, verschillen tussen een deklaag kleiner dan 30 cm en een deklaag dikker dan 30 cm aantoonbaar waren. Het lijkt er daarmee op dat afdekken in dit geval wel effect sorteert in het verminderen van risico's, maar dat 30 cm dikte niet voldoende is. Welke dikte dan wel afdoende is kan zoals eerder gezegd op basis van het huidige onderzoek moeilijk afgeleid worden. Dit is met name afhankelijk van de

grondwaterstand, van de soortenopbouw van de wormenpopulaties (in relatie tot bioturbatie), van de vegetatieopbouw (bomen wortelen in het algemeen dieper dan 30 cm) etc.

Op het moment dat de doelmatigheid van afdekking van dempingen als maatregel verder onderzocht wordt, is antwoord op de vraag welke dikte wel afdoende is aan de orde. Aanvullend onderzoek, gericht op de effectiviteit van de maatregel in relatie tot de deklaagdikte is dan noodzakelijk. Daarbij zou dan gericht een beter beeld van de variatie in effectrespons moeten worden verkregen in relatie tot de dikte van de deklaag. In het hier nu uitgevoerde onderzoek werd juist geselecteerd op locaties in Groep B met een deklaag tussen 30 en 50 cm. Het aanvullende onderzoek zou een bredere range aan diktes vereisen. Een herinterpretatie van gegevens op basis van de huidige range (incidenteel werden locaties met 70 cm deklaag meegenomen) is in beperkte mate mogelijk.

6 Conclusies Fase 2 onderzoek

In fase 2 is voor verschillende typen ecologische parameters beschouwd of risico's van verontreinigingen op B-locaties in de Krimpenerwaard, dat wil zeggen locaties met een bekende demping die afgedekt zijn met minimaal 30cm, afdoende zijn geminimaliseerd door de genomen maatregel. De toetsing van de waarnemingen van de verschillende parameters gebeurt op basis van opgestelde criteria (Faber *et al.*, 2003). In deze toetsing wordt eerst nagegaan of waarnemingen binnen een categorie als groep significant afwijken van de referentie waarnemingen, dit zijn zogenaamde categoriegewijze afwijkingen. Aanvullend hierop kan worden beschouwd of individuele waarnemingen op een locatie afwijken van de referenties. Als toetsingscriterium wordt dan het aantal locaties genomen waar overschrijding gevonden wordt en dit wordt vergeleken met het Maximum Toelaatbaar Aantal overschrijdingen (MTA). In deze procedure lijkt het aannemelijk om aan categoriegewijze afwijkingen een groter belang te hechten dan aan overschrijding van het MTA. Dit is echter niet altijd terecht. Over het algemeen is het aantal waarnemingen beperkt tot 5. Dit betekent dat de zogenaamde 'power' van de analyse, het vermogen om verschillen aantoonbaar te maken, relatief laag is. Als gevolg hiervan moeten verschillen tussen referenties en categorieën groot zijn om aantoonbaar te zijn. In geval van het opstellen van percentielen leveren de lage aantallen referenties ook een relatief groot betrouwbaarheidsinterval op, en worden criteria daarmee bij lage aantallen ook pas bij grotere verschillen overschreden. Echter hierbij is het effect minder groot, omdat het bij de toetsing om individuele waarnemingen van een locatie gaat en niet om het gemiddelde van een categorie (het effect wordt minder weg gemiddeld). Verder zal in situaties dat in de referentie een relatief grote spreiding aanwezig is de categoriegewijze toetsing niet snel tot significantie leiden, terwijl overschrijding van het percentiel criterium wel mogelijk is. Om deze redenen is in het huidige rapport wel onderscheid gemaakt naar de categoriegewijze afwijkingen en de overschrijdingen van het MTA, echter in de conclusies zal dit niet doorwerken.

Voor alle categorieën dempingmateriaal zijn overschrijdingen van de opgestelde criteria (Hoofdstuk 3) voor meerdere parameters vastgesteld (Tabel 6.1a *t/m f*). Dit betekent dat wetenschappelijk beschouwd, het afdekken van dempingen met 30 cm schone grond voor geen enkele categorie dempingmateriaal toereikend is om de lokale risico's van de aanwezige verontreinigingen in de onderliggende dempingen weg te nemen. Het feit dat bij iedere categorie voor minimaal 4 groepen parameters afwijkingen aantoonbaar zijn gebleken, impliceert dat een breed scala aan ecologische effecten risico's lopen negatief beïnvloed te worden door de onderliggende verontreinigingen.

Tabel 6.1a Overzicht van overschrijdingen voor de dempingscategorie Bedrijfsafval volgens het meer gevoelige toetscriterium (natuur) en het minder gevoelige toetscriterium (landbouw). C, Categoriegewijze afwijking; MTA, overschrijding van het maximaal toelaatbaar aantal afwijkingen van de gebiedseigen achtergrond, waarbij nader gespecificeerd is hoeveel van de onderzochte locaties significant afwijken van de gebiedseigen referentie.

Dempingscategorie	Experiment	Parameter	Aantal replicaties	Afwijkingen			
				natuur	n	landbouw	n
Bedrijfsafval	Veldinventarisatie regenworm	Totaal aantal	5	MTA	2	MTA	2
		Totale biomassa	5				
	Metalen wormen	Cd	5				
		Cr	5	MTA	3	MTA	2
		Cu	5				
		Ni	5	MTA	2	MTA	2
		Pb	5				
		Zn	5				
	Veldinventarisatie nematode	MI 1-5	5	MTA	3	MTA	3
		MI 2-5	5	MTA	3	MTA	3
	Bioassay regenworm	Aantal cocons	5	C		C	
		groei	5				
		overleving	5				
	Nitrificatie	NO ₃	5				
		NH ₄	5				
	Bioturbatie	As	23	C		C	
		Cd	23	C		C	
		Cr	23	MTA	15	MTA	13
		Cu	23	MTA	8	MTA	7
		Ni	23	C		C	
		Pb	23	MTA	6		
		Zn	23	MTA	11	MTA	11
	Brandnetel	As	23				
		Cd	23				
		Cr	23				
		Cu	23	MTA	12	MTA	11
		Ni	23				
		Pb	23				
		Zn	23	MTA	14	MTA	12

Tabel 6.1b Overzicht van overschrijdingen voor de dempingscategorie Bagger volgens het meer gevoelige toetscriterium (natuur) en het minder gevoelige toetscriterium (landbouw). C, Categoriegewijze afwijking; MTA, overschrijding van het maximaal toelaatbaar aantal afwijkingen van de gebiedseigen achtergrond, waarbij nader gespecificeerd is hoeveel van de onderzochte locaties significant afwijken van de gebiedseigen referentie.

Bagger	Veldinventarisatie regenworm	Totaal aantal	5	C			
		Totale biomassa	5	C			
	Metalen wormen	Cd	5				
		Cr	5				
		Cu	5				
		Ni	5				
		Pb	5				
		Zn	5				
	Veldinventarisatie nematode	MI 1-5	5				
		MI 2-5	5				
	Bioassay regenworm	Aantal cocons	5	MTA	2		
		groei	5				
		overleving	5				
	Nitrificatie	NO ₃	5				
		NH ₄	5	MTA	2	MTA	2
	Bioturbatie	As	23	MTA	4		
		Cd	23	MTA	8	MTA	5
		Cr	23	MTA	4		
		Cu	23	MTA	7	MTA	5
		Ni	23	C		MTA	8
		Pb	23				
		Zn	23	MTA	8	MTA	7
	Brandnetel	As	23				
		Cd	23	MTA	6	MTA	5
		Cr	23				
		Cu	23	MTA	9	MTA	8
		Ni	23				
		Pb	23				
		Zn	23	C		MTA	11

Tabel 6.1c: Overzicht van overschrijdingen voor de dempingscategorie Bouw- en Sloopafval volgens het meer gevoelige toetscriterium (natuur) en het minder gevoelige toetscriterium (landbouw). C, Categoriegewijze afwijking; MTA, overschrijding van het maximaal toelaatbaar aantal afwijkingen van de gebiedseigen achtergrond, waarbij nader gespecificeerd is hoeveel van de onderzochte locaties significant afwijken van de gebiedseigen referentie.

Bouw- en sloopafval	Veldinventarisatie regenworm	Totaal aantal	5	MTA	3	MTA	2
		Totale biomassa	5				
	Metalen wormen	Cd	5				
		Cr	5	MTA	2	MTA	2
		Cu	5				
		Ni	5	MTA	2	MTA	2
		Pb	5				
		Zn	5	MTA	2		
	Veldinventarisatie nematode	MI 1-5	5				
		MI 2-5	5				
	Bioassay regenworm	Aantal cocons	5				
		groei	5				
		overleving	5				
	Nitrificatie	NO ₃	5				
		NH ₄	5				
	Bioturbatie	As	23	MTA	9	MTA	7
		Cd	23	C		MTA	8
		Cr	23	MTA	7		
		Cu	23	MTA	12	MTA	11
		Ni	23	C		C	
		Pb	23	MTA	12	MTA	10
		Zn	23	MTA	14	MTA	14
	Brandnetel	As	23	MTA	7		
		Cd	23	MTA	4		
		Cr	23				
		Cu	23	MTA	13	MTA	11
		Ni	23			MTA	17
		Pb	23				
		Zn	23	C		C	

Tabel 6.1d Overzicht van overschrijdingen voor de dempingscategorie Huishoudelijk afval volgens het meer gevoelige toetscriterium (natuur) en het minder gevoelige toetscriterium (landbouw). C, Categoriegewijze afwijking; MTA, overschrijding van het maximaal toelaatbaar aantal afwijkingen van de gebiedseigen achtergrond, waarbij nader gespecificeerd is hoeveel van de onderzochte locaties significant afwijken van de gebiedseigen referentie.

Huishoudelijk afval	Veldinventarisatie regenworm	Totaal aantal	5	C			
		Totale biomassa	5	C			
	Metalen wormen	Cd	5				
		Cr	5	MTA	2	MTA	2
		Cu	5				
		Ni	5				
		Pb	5				
		Zn	5				
	Veldinventarisatie nematode	MI 1-5	5				
		MI 2-5	5	MTA	2	MTA	2
	Bioassay regenworm	Aantal cocons	5				
		groei	5				
		overleving	5				
	Nitrificatie	NO ₃	5	MTA	2	MTA	2
		NH ₄	5	MTA	2	MTA	2
	Bioturbatie	As	23	C		C	
		Cd	23	C		C	
		Cr	23	MTA	9	MTA	5
		Cu	23				
		Ni	23	C		C	
		Pb	23	MTA	3		
		Zn	23	MTA	9	MTA	2
	Brandnetel	As	23	MTA	3		
		Cd	23	MTA	9		
		Cr	23				
		Cu	23	MTA	12	MTA	11
		Ni	23	MTA	3		
		Pb	23				
		Zn	23	MTA	15	MTA	14

Tabel 6.1e Overzicht van overschrijdingen voor de dempingscategorie Lompen volgens het meer gevoelige toetscriterium (natuur) en het minder gevoelige toetscriterium (landbouw). C, Categoriegewijze afwijking; MTA, overschrijding van het maximaal toelaatbaar aantal afwijkingen van de gebiedseigen achtergrond, waarbij nader gespecificeerd is hoeveel van de onderzochte locaties significant afwijken van de gebiedseigen referentie.

Lompen	Veldinventarisatie regenworm	Totaal aantal	5				
		Totale biomassa	5				
	Metalen wormen	Cd	5				
		Cr	5	MTA	2	MTA	2
		Cu	5				
		Ni	5	MTA	2	MTA	2
		Pb	5				
		Zn	5	MTA	3	MTA	3
	Veldinventarisatie nematode	MI 1-5	5	MTA	3		
		MI 2-5	5	MTA	4	MTA	3
	Bioassay regenworm	Aantal cocons	5	MTA	3	MTA	3
		groei	5				
		overleving	5				
	Nitrificatie	NO ₃	5	MTA	2	MTA	2
		NH ₄	5	MTA	3	MTA	3
	Bioturbatie	As	23	MTA	6		
		Cd	23	MTA	12	MTA	11
		Cr	23	MTA	12	MTA	10
		Cu	23	C		C	
		Ni	23	C		C	
		Pb	23	MTA	16	MTA	11
		Zn	23	C		C	
	Brandnetel	As	23	C		MTA	10
		Cd	23	MTA	6		
		Cr	23				
		Cu	23	C		C	
		Ni	23				
		Pb	23				
		Zn	23	C		C	

Tabel 6.1f Overzicht van overschrijdingen voor de dempingscategorie Shredder volgens het meer gevoelige toetscriterium (natuur) en het minder gevoelige toetscriterium (landbouw). C, Categoriegewijze afwijking; MTA, overschrijding van het maximaal toelaatbaar aantal afwijkingen van de gebiedseigen achtergrond, waarbij nader gespecificeerd is hoeveel van de onderzochte locaties significant afwijken van de gebiedseigen referentie.

Shredder	Veldinventarisatie regenworm	Totaal aantal	5	MTA	2	MTA	2
		Totale biomassa	5	MTA	2		
	Metalen wormen	Cd	5	MTA	3	MTA	3
		Cr	5	MTA	2	MTA	2
		Cu	5	C		C	
		Ni	5	MTA	2	MTA	2
		Pb	5	C		C	
		Zn	5	MTA	2		
	Veldinventarisatie nematode	MI 1-5	5	C		C	
		MI 2-5	5	MTA	3	MTA	3
	Bioassay regenworm	Aantal cocons	5	MTA	2		
		groei	5				
		overleving	5				
	Nitrificatie	NO ₃	5				
		NH ₄	5				
	Bioturbatie	As	23	MTA	10	MTA	6
		Cd	23	C		MTA	10
		Cr	23	MTA	6	MTA	5
		Cu	23	MTA	9	MTA	7
		Ni	23	C		C	
		Pb	23	MTA	7		
		Zn	23	MTA	10	MTA	9
	Brandnetel	As	23	C		C	
		Cd	23	C		C	
		Cr	23	MTA	3		
		Cu	23	C		C	
		Ni	23	C		C	
		Pb	23	C			
		Zn	23	C		C	

7 Weidevogelonderzoek en Opschaling; Fase 3 onderzoek

In het broedseizoen vormen regenwormen voor veel weidevogels een belangrijk stapelvoedsel. Tijdens deze periode is de grutto zelfs bijna geheel afhankelijk van het aanbod aan regenwormen (Beintema *et al.*, 1995). Evenals andere weidevogelsoorten vertoont de grutto al enkele decennia een neerwaartse populatie trend (Natuurcompendium, 2003). Onduidelijk is waardoor deze trend wordt veroorzaakt. Intensivering van de landbouw wordt als belangrijkste oorzaak gezien, maar plaatselijke verbeteringen in bepaalde gebieden hebben nog niet tot een toename geleid. Mogelijk spelen in sommige weidevogelgebieden ook vervuilende stoffen zoals zware metalen een negatieve rol. Voor het gebied 'de Ronde Venen', waar sinds de middeleeuwen stadsafval als bodemverbeteraar is aangebracht, is bepaald dat nierschade bij Grutto's niet kan worden uitgesloten vanwege het cadmiumgehalte in de bodem (Bosveld *et al.*, 2000).

Negatieve effecten van bodemverontreiniging kunnen op twee wijzen tot stand komen bij weidevogels. Enerzijds kunnen de aanwezige contaminanten direct na opname via het voedsel leiden tot toxiciteit (*directe effecten*). Anderzijds kan de voedselbeschikbaarheid worden verminderd doordat de prooidieren last ondervinden van de vervuiling, hetgeen tot uiting komt in een afname in populatiedichtheid of biomassa (*indirecte effecten*). Dit soort effecten als gevolg van Cd en Cu vervuiling zijn voor de das op een nationale schaal in kaart gebracht (Klok *et al.*, 1998, 2000). Gebaseerd op een doorvergiftigingsmodule is de leeftijd waarop nierschade wordt verwacht als gevolg van consumptie van met Cd belaste regenwormen berekend en op basis van het populatiedynamisch regenwormen model PODYRAS (Klok en de Roos, 1996; Klok en de Roos, 1998; Klok *et al.*, 1997) zijn de effecten van koper op de dichtheid en biomassa aan regenwormen bepaald. Om de mogelijke effecten van zware metalen op de grutto te bepalen zal bovenstaande methodiek worden gebruikt. Deze methodiek is ook toegepast in een studie in de Ronde Venen (Bosveld *et al.*, 2000) en in de ecotoxicologie module van BONANZA (Ma *et al.*, 2003).

7.1 Directe effecten op basis van gehalten in regenwormen

Directe effecten kunnen bepaald worden voor cadmium. Deze stof wordt opgeslagen in de nieren van vertebraten en accumuleert met de leeftijd omdat zij niet of nauwelijks wordt uitgescheiden. Bij gehalten rond 100-350 mg kg⁻¹ d.s. (Nicholson *et al.*, 1983; Pascoe *et al.*, 1996; Cooke & Johnson, 1996) neemt de filtreerfunctie van de nieren sterk af door nierschade waardoor naast Cd ook suikers en eiwitten met de urine worden uitgescheiden. Soorten die foerageren op regenwormen lopen risico nierschade te ontwikkelen omdat regenwormen in staat zijn Cd te bio-concentreren, dwz gehalten in regenwormen zijn hoger dan gehalten in de grond waarin zij leven (Ash & Lee, 1980; Ma, 1982; Martin & Coughtry, 1995). Onduidelijk is of nierschade een negatief effect heeft op de overlevingskans van de populatie. Verwacht mag worden dat als nierschade een negatief effect heeft op het

functioneren van het individu dit tot uiting zal komen in zijn reproductie en overleving. Het is daarom van belang te weten bij welke leeftijd de grenswaarde voor nierschade wordt behaald. Als dit na de reproductieve levensfase gebeurt dan zijn effecten op de populatie overleving uit te sluiten, immers het ‘bejaarde’ individu levert geen bijdrage meer aan de voortplanting. Hoewel er dus geen kwantitatieve relaties zijn te genereren tussen nierschade en populatieoverleving kan er wel een kwalitatief onderscheid worden gemaakt in *geen risico* (nierschade na reproductieve levensfase), *risico* (nierschade tijdens de reproductieve levensfase) en *hoog risico* (nierschade voor de reproductieve levensfase).

7.1.1 Methode

Voor enkele doelsoorten, zoals de das en de grutto, is voldoende kennis aanwezig om voor Cd de tijdsduur T tot het optreden van effecten te berekenen volgens de vergelijking:

$$T = \frac{C_L * O_w}{DI * Ub * X}$$

waarin:

- O_w = het orgaangewicht (g);
- C_L = de grenswaarde voor orgaanschade (mg/g);
- DI = de dagelijkse inname van cadmium via het voedsel (mg/dag);
- U_b = de uit het maagdarmkanaal opgenomen fractie cadmium in het bloed;
- X = het deel van het jaar dat de soort blootstaat aan met cadmium vervuild voedsel.

Indien het vervuilde gebied slechts een deel van de leefruimte van het individu bestrijkt wordt hiervoor gecorrigeerd. Voor de toepassing van deze benadering voor de das wordt verwezen naar Klok *et al.* (1998, 2000) en voor de grutto en spitsmuis Bosveld *et al.* (2000). Voor de gebruikte wormenconcentraties zie §4.1.3.3.

7.1.2 Verwachte directe effecten op de grutto

Koper

Onbekend is of verhoogde koper gehalten in regenwormen, zoals geconstateerd in §4.1.3.3. tot problemen voor de grutto leiden. De schaarse literatuur over de toxiciteit van koper voor vogels rapporteert tegenstrijdige resultaten. Luttkik *et al.* (1997) vinden een NoObservedEffectConcentration voor *Gallus domesticus* bij 150mg koper per kg in voedsel, terwijl Hapke (1991) al bij 30mg koper per kg voedsel voor dezelfde soort vergiftigingsverschijnselen beschrijft. In een studie naar de effecten van koper en silicium op jonge kalkoenen vinden Kayongo-Male & Palmer (1998) geen significante effecten op groei bij koper concentraties van 2 tot 75 ppm in het voedsel. Hoewel de literatuur dus geen eenduidig beeld schetst over de toxiciteit van koper voor vogels kunnen we uit deze gegevens wel afleiden dat de grutto weinig last zal ondervinden

van de verhoogde koper gehalten in wormen uit de deklaag boven shredder, aangezien deze gehalten lager zijn dan de meest kritische waarde gemeld door Hapke (1991).

Cadmium

Cd veroorzaakt mogelijk wel problemen voor de grutto. Grutto's verblijven hun tweede levensjaar in Afrika en keren meestal in het jaar van hun tweede verjaardag terug naar hun geboortegronden. Ten aanzien van de directe effecten laten modelberekeningen zien dat doorvergiftiging van cadmium in de Grutto nierschade kan veroorzaken in volwassen vogels vanaf het 7-12e levensjaar (afhankelijk van het aandeel regenwormen in het dieet). Op basis van het gemiddelde gehalte (2.8mg.kg^{-1}) en het 90% percentiel van de gevonden Cd gehalten (3.16mg.kg^{-1}) kan nierschade na het 7e tot 12e levensjaar verwacht worden (Tabel 7.2). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat alleen in het broedgebied Cd accumulatie plaatsvindt en dat de vogels ieder jaar naar hetzelfde gebied terugkeren. De Grutto is zeer plaatstrouw, en broedt ieder jaar op nagenoeg dezelfde plek. Onderzoek in een polder in Noord-Holland wees uit dat de nestplaats 50 m of minder verwijderd is van de nestplaats in het voorgaande jaar (Groen, 1993).

De gemiddelde levensverwachting van de Grutto in de Krimpenerwaard is circa 6 jaar - het oudste geringde exemplaar had een leeftijd van 15 jaar (Cramp, 1985). De leeftijdsgroep van dieren ouder dan 7 jaar levert echter een significante bijdrage aan de reproductie van de populatie: 27-44% komt voor rekening van deze groep (onder aanname van leeftijdsafhankelijke fecunditeit en mortaliteit, en een overlevingspercentage in de broedpopulatie van respectievelijk 77-85%).

Tabel 7.2: Berekende tijd in jaren tot het optreden van nierschaden onder de aanname dat nierschade optreedt bij een gehalte van 100 mg.kg⁻¹ droog gewicht.

Dagelijkse inname regenwormen	100 gr.dag ⁻¹ ⁽¹⁾	185 gr.dag ⁻¹ ⁽²⁾
Gemiddelde Cd concentratie	10,1	5,5
90% percentiel Cd concentratie	9,0	4,8

⁽¹⁾ Schekkerman (2000); ⁽²⁾ Wymenga en Alma (1998)

Additionele effecten van andere metalen werden niet gesimuleerd.

7.1.3 Discussie risico's van directe effecten

Uit de analyse naar de gehalten aan zware metalen in wormen in de deklagen boven dempingen en de hierbij horende referenties blijkt dat alleen koper significant verhoogd is boven shredder. Van de andere zware metalen kan niet met zekerheid worden vastgesteld dat de gehalten in wormen in deklagen boven dempingen verschillen. Gezien de grote variatie in gehalten (zie de sd in tabel 7.3) is het aantal monsters waarschijnlijk te klein om eventuele verschillen zichtbaar te maken.

Hoewel gegevens over de toxiciteit van koper op vogels schaars en tegenstrijdig zijn verwachten we niet dat de verhoogde gehalten in wormen uit deklagen boven shredder zullen leiden tot effecten op Grutto's aangezien deze gehalten lager zijn dan de laagst vermelde effectgehalten uit de literatuur.

Effecten van cadmium zijn niet uit te sluiten in het gebied de Krimpenerwaard, bij de gemeten gehalten in wormen mag nierschade verwacht worden in de reproductieve levensfase wat mogelijk een risico voor de populatieoverleving met zich meebrengt. Echter dit risico is niet eenduidig toe te wijzen aan de verdachte dempingen, immers er zijn geen significant categoriegewijze verschillen gevonden tussen de gehalten in wormen in deklagen boven dempingcategorieën en de referenties. Alleen de gehalten in wormen in deklagen boven shredder dempingen overschrijden het MTA, en daarmee lijken op shredder dempingen mogelijk risico's voor Grutto's te bestaan.

7.2 Indirecte effecten op basis van gehalten in de bodem

Regenwormen kunnen last ondervinden van de aanwezige vervuiling. Voor koper zijn regenwormen zeer gevoelig, verhoogde koper gehalten leiden tot een afname in de individuele groei en reproductie (Ma, 1982). Deze afname leidt tot een verlaagde populatiegroei (Klok en de Roos, 1996) waardoor er minder voedsel beschikbaar is voor soorten die foerageren op regenwormen zoals de grutto.

Met behulp van het populatiedynamische regenwormen model PODYRAS (Klok & de Roos, 1996, 1998; Klok *et al.*, 1997) kan de populatie groeisnelheid van regenwormen worden bepaald. Dit model gebruikt als inputdata de individuele groei, overleving en reproductie van regenwormen, die uit bioassays zijn afgeleid.

7.2.1 Gehalten in de bodem

Als input voor het populatiedynamische model zijn zware metaalconcentraties in de bodem nodig als totaalconcentraties. In het verificatieonderzoek Ecologie is gewerkt met de biobeschikbare concentraties zware metalen, die lager zijn dan de totaal concentraties. In deklagen boven bedrijfsafval, bouw en sloopafval, bagger, shredder en huishoudelijk afval zijn deze beschikbare fracties als poriewater gehalten (z.g. zachte extractie) aan de zware metalen Arseen, Cadmium, Chroom, Koper, Nikkel, Lood en Zink in de grond bepaald. Tabel 7.3 laat zien dat de gehalten sterk variëren tussen de 58 bodemonsters, voor Cu en Zn is de standaarddeviatie zelfs meer dan twee maal zo groot als de gemiddelde waarde.

Tabel 7.3: Gemiddelden en standaarddeviatie in de gemeten beschikbare gehalten aan zware metalen in de deklaag boven bedrijfsafval, bouw en sloop, bagger, shredder en huishoudelijk afval en de bij deze dempingcategorieën borende referenties.

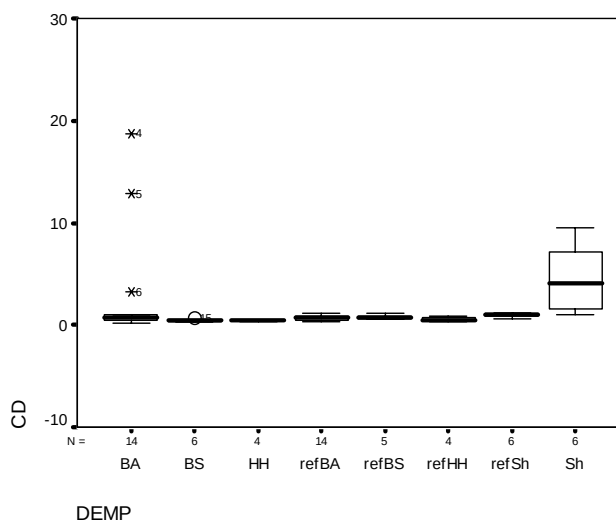
n=58	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Gemiddelde	2,82	2,70	1,61	93,4	16,8	115,4	432,3
Stand. dev.	1,09	3,19	3,19	235,8	21,1	223,2	1134,3

De niet parametrische Kruskal-Wallis test (ook loggetransformeerd zijn de metalen niet normaal verdeeld) wijst uit dat de concentraties van de metalen significant verschillen tussen de dempingen (zie tabel 7.4). Een nadere analyse laat zien dat de deklaag boven shredder significant verschilt voor Cd, Cu en Zn van alle andere dempingen (met uitzondering van bedrijfsafval) en de referenties (herhaalde Mann-Whitney test, $P < 0.05$). Uit de boxplots van cadmium, koper en zink (figuur 7.1, 7.2

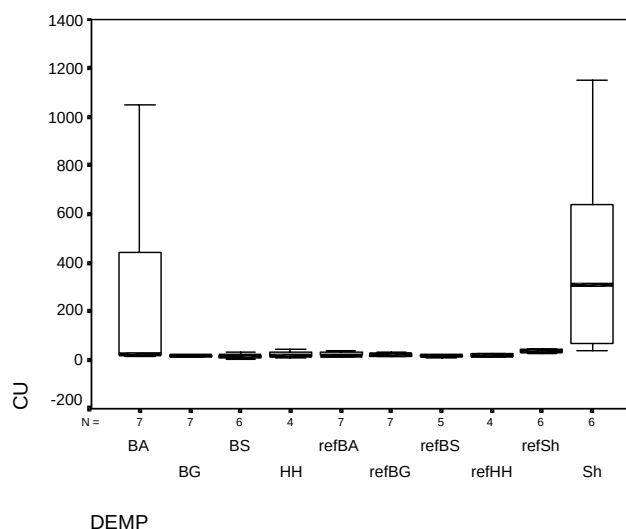
en 7.3) blijkt dat de beschikbare gehalten aan cadmium koper en zink hoger zijn. Ook in de deklaag boven bedrijfsafval zijn de gehalten aan koper en zink hoog in vergelijking met de andere deklagen en referenties, dit verschil is echter niet significant, waarschijnlijk als gevolg van de enorme variatie (zie fig. 7.1 en 7.3).

Tabel 7.4 Significante verschillen tussen dempingen (Kruskal Wallis test).

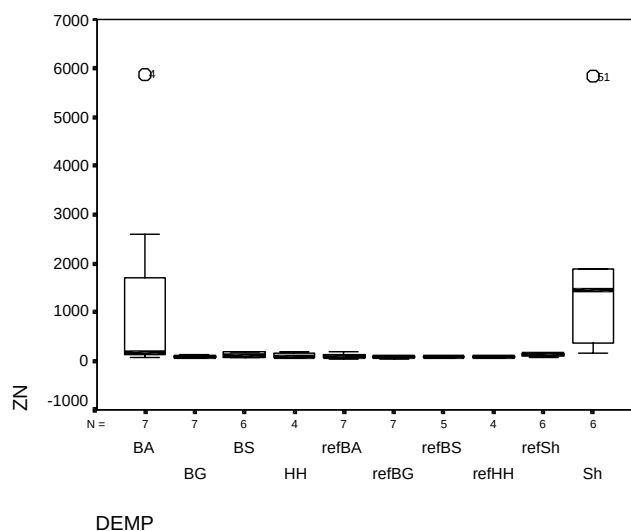
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Ch. Kw.	23,26	30,21	16,44	30,53	34,75	25,40	22,65
df	9	9	9	9	9	9	9
2 zijdig.	0,006	<0,001	0,058	<0,000	<0,001	0,003	0,007



Figuur 7.1: Boxplot van de beschikbare gehalten cadmium in de deklaag boven de verschillende dempingcategorieën en de hierbij horende referenties.



Figuur 7.2: Boxplot van de beschikbare gehalten koper in de deklaag boven de verschillende dempingcategorieën en de hierbij horende referenties.



Figuur 7.3: Boxplot van de beschikbare gehalten zink in de deklaag boven de verschillende dempingcategorieën en de hierbij horende referenties.

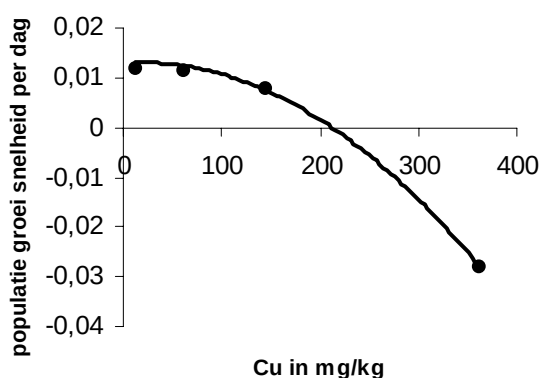
Van koper is bekend dat hoge bodemgehalten (totaal Cu) leiden tot een afname in de populatie dichtheid en biomassa van *L. rubellus* (Klok *et al.*, 1997). Om te bepalen of de Cu gehalten in de deklagen boven shredder een negatieve effect op de regenwormen populatie heeft moeten we de beschikbare gehalten omrekenen naar totaal gehalten. Romkens *et al* (2003) geven de relatie tussen poriewatergehalten en totaalgehalten van Cd, Cu, Pb en Zn, die voor deze omrekening kunnen worden gebruikt. Met deze relaties is de beschikbare fractie omgerekend naar totaalgehalten. Deze totaalgehalten bedragen gemiddeld 4.8 mg.kg^{-1} (sd 3.6) voor Cd, 280 mg.kg^{-1} (sd 283) voor Cu en 767 mg.kg^{-1} (sd 860) voor Zn in deklagen boven shredder. De gehalten aan Cd, Cu en Zn in de deklaag boven bedrijfsafval bedraagt resp. 5.6 mg.kg^{-1} (sd 7.8), 192 mg.kg^{-1} (sd 291) en 517 mg.kg^{-1} (sd 882) en voor de andere dempingen en referenties $<1.1 \text{ mg.kg}^{-1}$ $<25 \text{ mg.kg}^{-1}$ resp $<50 \text{ mg.kg}^{-1}$.

7.2.2 Verwachte effecten op regenwormen

De gevoeligheid van regenwormen voor cadmium is laag. Ma (1982) vond zelfs dat de overleving bij hoge concentraties van 155 mg.kg^{-1} niet werd aangetast, de coconproductie bij deze extreem hoge gehalten nam af met 85% en de ontwikkeling (groei van cocon tot adult) met 60%. Omdat deze extreem hoge gehalten niet worden aangetroffen in de deklagen boven shredder noch bedrijfsafval, mag verwacht worden dat Cd geen negatieve invloed heeft op de regenwormen. Voor wat betreft koper is bekend dat regenwormen een gevoelige groep vertegenwoordigen. In hetzelfde artikel laat Ma zien dat de overleving van regenwormen bij Cu-gehalten in de bodem rond de 165 mg.kg^{-1} niet wordt beïnvloed, maar de coconproductie wordt gereduceerd met 90% en de ontwikkeling met 40%. Bij de gemeten Cu-gehalten boven shredder en bedrijfsafval mogen we dus zeker effecten verwachten. Ook voor Zn zijn mogelijk effecten te verwachten. Uit een studie naar het effect van Zn op de

mortaliteit in *Eisenia fetida* vonden Spurgeon & Hopkin (1996) voor Zn een NOEC bij 442 mg.kg⁻¹ en een LC50 bij 1078 mg.kg⁻¹.

Er zijn geen langdurige bioassays op groei uitgevoerd met gronden uit de Krimpenerwaard waarmee groeicurven kunnen worden bepaald, zodat de populatie-groeisnelheid in deze gronden niet kan worden berekend met het model PODYRAS. Wel kunnen we voor Cu extrapoleren vanuit bestaande modelresultaten over de relatie tussen de populatiegroeisnelheid en de totaalgehalten aan Cu in lemige zandgrond. Dit vergelijkt dient wel met enige omzichtigheid te gebeuren omdat verschillen in biobeschikbaarheid van koper tussen lemige zand en veen de blootstelling van wormen beïnvloed. Omdat we de gemeten beschikbare gehalten, bepaald in deklagen boven de dempingcategorieën van de Krimpenerwaard, hebben omgerekend naar totaalgehalten in lemige zandgrond (zie paragraaf 7.2.2) kunnen we de effecten van deze gehalten aflezen uit de curve gegeven in figuur 7.4.



Figuur 7.4: Populatie groeisnelheid van *L. rubellus* onder invloed van koper, waarbij de onderhoudskosten zijn verhoogd (naar Klok & de Roos (1996). De gefitte lijn $(-3.87 \cdot 10^{-7} Cu^2 + 3.11 \cdot 10^{-5} Cu + 0.0115, R^2 \text{ ad } 0.999, F=0.015)$

De effecten van Cu gehalten in deklagen boven shredder op de regenwormen populatie zijn ingeschat voor de gemiddelde waarde van 280 (mg.kg⁻¹) en het 90-percentiel (513 mg.kg⁻¹). Voor beide resulteert dit in geval van lemig zand in een populatiegroeisnelheid ruim kleiner dan nul, hetgeen impliceert dat een regenwormpopulatie bij deze Cu gehalten ook in veenomstandigheden zou uitsterven. Ook in de deklagen boven bedrijfsafval is het Cu gehalte hoog 192 mg.kg⁻¹ (sd 291), en op basis van de gemiddelde waarde zou een effect op de regenwormen populatie worden verwacht in die categorieën waar verhoogde concentraties werden aangetoond (zie figuur 7.4). Echter de gehalten in deze deklagen verschillen als categorie niet significant van de andere deklagen resp. referenties waarin het gemiddelde Cu gehalte de 25 (mg.kg⁻¹) niet overstijgt.

Op grond van de gevoeligheid van *L. rubellus* voor koper is het mogelijk dat in de deklagen boven shredder geen levensvatbare *L. rubellus* populatie aanwezig is. Uit de veldinventarisatie echter blijkt dat deze regenwormen wel in deze deklaag aanwezig zijn (zie §4.1.3). Deklagen boven shredder bleken geen andere procentuele soortensamenstelling te hebben. Ze hadden wel de laagste biomassa aan regenwormen, maar deze verschilden niet significant van de andere deklagen, wat

ook geldt voor de dichtheid. Alleen in de populatieopbouw bleek een significant verschil met deklagen boven bagger. De uitkomst van de veldinventarisatie lijkt dus in tegenspraak met de uitkomst van het populatiemodel. Uit een nadere beschouwing van de veldinventarisatie blijkt dat in de monsters gestoken in de deklaag boven shredder en de hierbij behorende referenties in 5 van de 10 monsters geen sub-adulte *L. rubellus* werd gevonden. Dit is opmerkelijk omdat in alle andere monsters wel alle levensstadia aanwezig waren. Een mogelijke verklaring voor de schijnbare tegenstrijdigheid tussen de modelresultaten en de veldinventarisatie kan zijn dat in de deklagen boven shredder zich voornamelijk immigranten bevinden, dit verklaart de afwezigheid van sub-adulten en het relatief lage aantal adulte *L. rubellus* in deze gronden. Ook zou dit verklaren dat er in wormen uit de shredder damping geen verhoogde gehalten aan Cd zijn gemeten. Aangezien er ook juvenielen van de soort *L. rubellus* zijn gevonden is de reproductie bij de Cu bodemgehalten niet volledig geremd. Dit valt te verwachten op basis van bioassays op reproductie (Ma (1982) waarbij gevonden werd dat bij Cu-totaalgehalten van 380 mg.kg^{-1} de reproductie weliswaar werd geremd met 95%, maar niet geheel stil viel.

Concluderend kunnen we stellen dat mogelijk regenwormen populaties last ondervinden van de aanwezige koper gehalten in deklagen boven shredder. De mate waarin Zn deze effecten versterkt valt niet te onderzoeken vanwege het ontbreken van relaties tussen Zn en het functioneren van *L. rubellus*. Onduidelijk is dus in hoeverre Zn bijdraagt aan een negatief effect op regenwormen in deze deklagen.

De vraag is wat dit voor gevolgen heeft voor de grutto. Aangezien regenwormen kunnen migreren naar de shredder damping vanuit het omliggende gebied lijkt de productie van regenwormen in de gronden rond shredder damping voldoende. Gegeven het feit dat slechts een beperkt deel van de voormalige sloten zijn gedempt met shredder zal slechts een gedeelte van de broedende Grutto's shredder damping in hun territoria hebben. Zelfs voor deze territoria zal dat het aandeel shredderdamping gering zijn. Verondersteld mag worden dat de lijnvormige shredderdamping met een maximale breedte van rond de 10 meter slechts een beperkt deel van het oppervlakte van een territoria vormen welke een grootte hebben van rond de 2 ha (Hof, 2003) Gezien deze overwegingen verwachten we geen drastische effecten op gruttopopulatie als gevolg van voedselschaarste.

7.2.3 Discussie

Deklagen boven shredder blijken effecten onvoldoende weg te nemen. De bodemgehalten aan Cd, Cu en Zn zijn significant hoger in deze deklagen dan in de andere monsters, m.u.v. de bedrijfsafval damping. In de deklagen boven shredder zijn de aantallen en biomassa aan regenwormen laag, echter niet significant verschillend van de andere dampingen. De gehalten aan Cu in regenwormen zijn significant hoger dan gemeten op andere dampingen. Uit de modelstudie komt naar voren dat regenwormen populaties in deze gronden mogelijk niet levensvatbaar zijn. Aangezien in 5 van de 10 monsters het sub-adulte levenstadium niet is aangetroffen zou het kunnen zijn dat de aanwezige volwassen wormen vooral immigranten zijn uit de omliggende niet belaste gebieden. Deze negatieve effecten op de regenwormen op

de shredder locaties hebben waarschijnlijk geen effect op de gruttopopulatie, aangezien de omliggende gebieden voor voldoende regenwormen productie zorgen en het oppervlak aan shredder demping slechts gering is.

Ook in de dempingen boven bedrijfsafval zijn de bodemgehalten aan Cd, Cu en Zn hoog. Er is echter geen significant verschil tussen deklagen boven bedrijfsafval en deklagen boven bagger, bouw en sloop afval en huishoudelijk afval en alle referentiemonsters. Ook uit de veldinventarisatie blijken geen significante verschillen in soortensamenstelling, biomassa en dichtheid aan regenwormen. Wel blijkt het percentage sub-adulte wormen in deze deklaag significant hoger te zijn dan in de deklagen boven bouw en sloop, lompen, shredder en bagger dempingen. Uit modelonderzoek naar de effecten van Cu op de populatieopbouw bij regenwormen is gebleken dat het percentage sub-adulten toeneemt met het Cu gehalte (Klok & de Roos, 1996). Mogelijk speelt Cu een rol in de waargenomen verschuiving in de populatieopbouw. De verschuiving in de populatieopbouw heeft tot gevolg dat er relatief meer kleine regenwormen beschikbaar zijn voor de grutto waardoor de hoeveelheid energie opgenomen per worm afneemt. Mogelijk heeft dit een negatief effect op de grutto, echter ook voor dit type demping geldt dat gezien het oppervlak van de dempingen het percentage demping in grutto territoria gering zal zijn, zodat we geen drastische effecten op de grutto populatie verwachten.

7.3 Algemene conclusie

Uit de veldinventarisatie, de gehalten in bodem en wormen en de interpretatie van deze gegevens naar directe en indirecte effecten op de grutto komt naar voren dat m.n. deklagen boven shredder en bedrijfsafval verdacht zijn. Beide dempingcategorieën hebben mogelijk een negatief effect op de regenwormen populatie. In deklagen boven shredder wordt op grond van het populatiedynamische model PODYRAS geconcludeerd dat de regenwormenpopulatie niet levensvatbaar is, terwijl de resultaten van de veldinventarisatie wijzen op een situatie waarin een continue immigratie stroom van regenwormen uit de omliggende gronden plaatsvindt. In de deklaag boven bedrijfsafval laat de veldinventarisatie zien dat de populatieopbouw van *L. rubellus* is verstoord mogelijk als gevolg van te hoge koper gehalten. Op beide dempingcategorieën leidt dit tot lage voedseldichtheid voor de grutto. Uit onderzoek (Rensenbrink, 1987) is gebleken dat een afname in voedselaanbod en afname in aantallen Grutto's tot gevolg kan hebben. Echter omdat het oppervlak aan deze dempingen gering is zal slechts een beperkt deel van de grutto territoria doorkruist worden door deze dempingen die vervolgens ook slechts een gering deel van het territorium beslaan. Op basis van deze indirecte effecten verwachten we geen aantoonbaar negatieve effecten op de grutto populatie.

Het directe effect van nierschade op de grutto als gevolg van Cd vergiftiging is in het gebied niet uit te sluiten. Onduidelijk is in welke mate de verdachte dempingen hier een rol in spelen. In deze studie zijn geen significante categoriegewijze verschillen gevonden tussen dempingcategorieën en of referenties mbt de gehalten aan Cd in wormen, echter wel MTA overschrijdingen boven shredder dempingen. Ook bleken de bodemgehalten significant te verschillen in de deklagen, m.n. in de deklaag boven

shredder werden significant hogere waarden gevonden dan boven andere dempingen. Het is daarom niet uit te sluiten dat boven shredder dempingen de risico's voor directe effecten als gevolg van blootstelling aan cadmium wat verhoogd kunnen zijn, voor de andere dempingen is dit echter niet aantoonbaar gebleken.

8 Veldonderzoek weidevogels Fase 3

8.1 Inleiding

Regenwormen spelen een schakelfunctie bij de eventuele doorvergiftiging naar het bovengrondse ecosysteem, aangezien deze dieren verontreiniging uit de bodem kunnen opnemen en accumuleren (Bosveld *et al.*, 2000) en tussen grondoppervlak en diepere lagen heen en weer bewegen. Vooral gewervelde dieren die veel regenwormen eten lopen het risico via regenwormen aan verontreiniging te worden blootgesteld. Ophoping van schadelijke stoffen in het lichaam is daadwerkelijk aangetoond voor verschillende van dergelijke diersoorten, waaronder das *Meles meles* (Van den Brink & Ma, 1998) en huisspitsmuis *Crocidura russula* (Bosveld & De Bie, 2001).

In dit onderdeel van het VE wordt nagegaan of verontreiniging vanuit verdachte dempingen doorvergiftigt naar weidevogels via de regenwormen die de oudervogels gedurende de legperiode eten. De Grutto (*Limosa l. limosa*) is gekozen als onderwerp van onderzoek om verschillende redenen.

- (1) Regenwormen vormen een hoofdbestanddeel van het dieet van volwassen individuen (Beintema *et al.*, 1995; Wymenga & Alma, 1998). Dit geldt overigens ook voor Kievit en Scholekster in grasland.
- (2) Grutto's zijn plaatstrouw in die zin dat ze in principe jaarlijks terugkeren naar dezelfde plaats om daar te broeden (Groen, 1993). Dit betekent dat zij gedurende elk broedseizoen op dezelfde bodemfauna foerageren, even daarmee jaarlijks worden blootgesteld aan dezelfde lokale verontreinigingen.
- (3) Grutto's leggen een grote afstand af tussen overwinteringsgebied en broedgebied, waarvoor zij hun lichaamsreserves zwaar aanspreken. Van dergelijke steltlopers is bekend dat zij hun eieren aanmaken na terugkomst in het broedgebied met behulp van voedsel dat ter plekke wordt opgenomen (Klaassen *et al.*, 2001). Aannemende dat het grootste deel van de legperiode wordt doorgebracht in het broedterritorium, zou eventueel in de bodemfauna aanwezige verontreiniging op deze manier in de eieren terecht kunnen komen en het broedsucces kunnen beïnvloeden.
- (4) Modelstudies (Bosveld *et al.*, 2000) geven aan dat bij Grutto's schadelijke effecten verwacht mogen worden als in regenwormen verontreinigingen aanwezig zijn. In hoofdstuk 6 is dit voor de huidige studie modelmatig benaderd.
- (5) Tenslotte is de Grutto één van de belangrijkste doelsoorten in het (agrarisch) natuurbeheer in de Krimpenerwaard.

In dit onderzoek, dat bestaat uit twee onderdelen, is nagegaan of de nabijheid van dempingen met verdacht materiaal invloed heeft op het voorkomen van schadelijke stoffen in weidevogeleieren, en, respectievelijk, op het broedsucces. Tevens is onderzocht of een afdeklaag van ten minste 30cm dikte deze invloed wegneemt. De getoetste hypothesen waren dat het voorkomen van verontreinigingen in eieren, respectievelijk het onvolledig uitkomen van broedsels (1) positief is gecorreleerd met

de blootstelling aan risicodempingen met $<30\text{cm}$ afdeklaag, maar (2) niet is gecorreleerd met de blootstelling aan risicodempingen met $\geq 30\text{cm}$ afdeklaag.

8.2 Werkwijze

8.2.1 Verontreiniging in eieren

Voor dit onderdeel is de relatie onderzocht tussen het voorkomen van schadelijke stoffen in eieren en de nabijheid van verdachte dempingen. Daartoe zijn verspreid over de Krimpenerwaard eieren verzameld en vervolgens in Wageningen geanalyseerd op sporen van verontreiniging. Het verzamelen gebeurde door vrijwillige weidevogelbeschermers van de Natuur- en Vogelwerkgroep 'De Krimpenerwaard' (NVWK). Het oorspronkelijke idee – Grutto-eieren rapen aan het begin van de broedperiode uit nesten in bepaalde delen van het gebied – bleek om ethische redenen onuitvoerbaar. De vrijwilligers is daarop gevraagd niet-uitgekomen eieren en dode kuikens die zij vonden mee te nemen en in de vriezer te bewaren. Aangezien hoge gehalten verontreinigingen kunnen bijdragen aan sterfte in het ei, zou eventuele verontreiniging bij uitstek in deze steekproef terug moeten komen. Vooral ongebornen en pasgeboren kuikens zijn interessant, omdat de verontreiniging zich in deze fase heeft geconcentreerd in het weinige vet dat niet tijdens de ontwikkeling wordt verbrand. Daarentegen heeft het gebruik van dood gevonden kuikens als nadeel dat het geen aselechte steekproef is. Dit kan mogelijk effect hebben op de gemeten concentraties. Uit weidevogelverslagen van de NVWK over de jaren 1999-2002 bleek dat gewoonlijk voldoende eieren in nesten achterbleven voor een analyse. Om de kans te vergroten dat ook daadwerkelijk voldoende monsters werden verzameld om kwantitatieve uitspraken te kunnen doen is gekozen voor uitbreiding van de bemonstering tot Grutto én Kievit. Ook volwassen Kieviten foerageren veel op regenwormen in het broedterritorium.



Foto 8.1: Grutto (links) en Kievit.

De verzamelde eieren en kuikens werden in het laboratorium geanalyseerd op verontreiniging door middel van een EROD-procedure. Hierin wordt een kweek van levercellen van de rat (H4IIE cellen) blootgesteld aan een vetextract uit de monsters, waarna wordt gemeten hoeveel EROD (7-ethoxyresorufin-O-deethylase) optreedt. EROD wordt geïnduceerd door Ah-receptor antagonist, zoals PAK's, PCB's en dioxine-achtige verbindingen, en de indicatie is een maat voor het voorkomen van

dergelijke stoffen in de monsters. De analyse geeft daarmee aan óf en in welke mate (ten opzichte van de referentie of andere vervuilde locaties) deze stoffen in de eieren/kuikens aanwezig zijn.

De gevolgde procedure was als volgt. De verzamelde eieren en kuikens werden gehomogeniseerd, waarop de vetten werden geëxtraheerd met zwavelzuur en hexaan. De vetextracten werden opgenomen in DMSO. H4IIE-cellen werden blootgesteld aan verdunde DMSO extracten. Vervolgens werd de EROD-respons gemeten en werden TEQ waarden berekend (Van der Pol & Faber, 2003).

8.2.2 Broedsucces

Om te beoordelen of dempingen effect hebben op het broedsucces van Grutto te beoordelen is onderzocht of er een relatie was tussen het onvolledig uitkomen van Grutto-broedsels en de nabijheid van verdachte dempingen. Daarbij is gebruik gemaakt van bestaande Grutto broedgegevens, die werden verzameld door vrijwillige weidevogelbeschermers van de Natuur- en Vogelwerkgroep 'De Krimpenerwaard' over de periode 1999-2003. Zo'n 90 vrijwilligers verspreid over de gehele Krimpenerwaard zijn via het bestuur van de werkgroep benaderd om de door hen verzamelde broedgegevens aan te leveren op hiervoor door Alterra opgestelde formulieren. Het ging hierbij om de locatie van nesten en het lot van de verschillende eieren in het broedsel. Zo'n 25 vrijwilligers gaven aan dit verzoek gehoor. Hun gegevens betreffen 236 gruttonesten op gronden van 29 verschillende grondeigenaren. Voor in totaal 185 van deze nesten werden voldoende precieze gegevens over de locatie aangeleverd – ten minste op perceelsniveau – om de Amersfoort-coördinaten te kunnen bepalen. Voor 173 van deze nesten werden bovendien voldoende gegevens aangeleverd om het broedsucces te kunnen bepalen.

Een effect van doorvergiftiging op het broedsucces zou tot uitdrukking moeten komen in het aantal eieren dat gedurende de gehele broedperiode bebroed is, maar desondanks niet is uitgekomen. Niet hiertoe behoren de nesten die onvolledig zijn uitgekomen omdat ze voortijdig zijn verloren gegaan (bijvoorbeeld door nestpredatie) of omdat het broeden werd afgebroken (bijvoorbeeld doordat de oudervogel overlijdt). Verliesoorzaken als deze hebben immers niets te maken met een verlaagde kwaliteit van de eieren. Onze steekproef telt 52 nesten (30%) die verloren gingen door voortijdige predatie of agrarische werkzaamheden, en 9 nesten (5%) die werden verlaten voor de verwachte uitkomstdatum (volledige broedsel achtergebleven). Na aftrek van deze nesten resteert een steekproef van 112 nesten die de volledige broedperiode intact bleven. Voor deze steekproef is het broedsucces gerelateerd aan de aanwezigheid van dempingen in de buurt van het nest.

8.2.3 Dempingen

Voor alle verzamelde eieren en geregistreerde nesten is op basis van de aangeleverde vindplaatscoördinaten uitgerekend in welke mate de oudervogels werden blootgesteld aan dempingen in de nabijheid van het nest. Hiervoor werden locatiegegevens in

ArcView gekoppeld aan de gegevens over dempingen, afkomstig van de Stichting Bodembeheer Krimpenerwaard (SBK) en de provincie Zuid-Holland. De provincie leverde een GIS-bestand waarin het grootste deel van de dempingen in het gebied in kaart was gebracht, onder andere op basis van luchtfoto's en verkavelingspatronen.

Het provinciale GIS-bestand bevatte tevens een risicoclassificatie op basis van dempingmateriaal voor ongeveer de helft van de geïdentificeerde dempingen. De vier risicoklassen zijn:

- A Dempingen met risicomateriaal en minder dan 30cm afdeklaag.
- B Dempingen met risicomateriaal en ten minste 30cm afdeklaag.
- D Dempingen met onverdacht materiaal.
- E Dempingen met onbekend materiaal (niet of onvoldoende onderzocht).

SBK leverde een bestand waarin voor een deel van deze dempingen de aard van het dempingmateriaal nader was bepaald, leidend tot een verbeterde classificatie naar risico. In het volgende is uitgegaan van de provinciale classificatie voor zover geen SBK-classificatie beschikbaar was. Het SBK-bestand bevatte ook enkele dempingen die niet op de provinciale kaarten voorkwamen, maar deze konden bij gebrek aan locatiegegevens niet worden meegenomen in de berekening van de blootstelling.

Een belangrijke beperking is dat de aard van het materiaal onbekend was voor een groot deel van de dempingen. Met andere woorden, locaties zonder bekende vuile dempingen kunnen in werkelijkheid wel degelijk verontreiniging bevatten. Als schone referentie zijn alleen locaties geschikt zonder dempingen of met uitsluitend onverdachte dempingen, maar deze zijn door de talrijke dempingen met onbekende inhoud schaars. Dat naast de vele positieve identificaties van verdachte dempingen weinig negatieve beschikbaar zijn gaat ten koste van het contrast en bemoeilijkt het detecteren van effecten.

8.2.4 Berekening blootstelling

Gelet op de eerder genoemde aannames zou eventuele opname van verontreinigde regenwormen en doorvergiftiging naar eieren moeten komen van dempingen die gelegen zijn binnen het broedterritorium. Over de omvang van broedterritoria zijn echter weinig gegevens beschikbaar. In deze studie is uitgegaan van cirkelvormige territoria met een omvang van 5 tot maximaal 20ha, oftewel een straal van 125 à 250m, op basis van *expert opinion* en lopend onderzoek van Alterra (M. Roodbergen, persoonlijke mededeling). Voor elk gevonden ei is de afstand gemeten tot elk van de gekarteerde dempingen binnen een straal van 300m. Lokale effecten zouden – gelet op de territoriumgrootte – ruimschoots binnen deze radius rond het nest moeten bestaan. De afstanden zijn gemeten aan de hand van het karteringsbestand van de Provincie Zuid-Holland in het pakket ArcView met behulp van de extensie Nearest Features v. 3.6d (Jenness, 2002). Ter illustratie is in figuur 8.1 een nest afgebeeld met de bijbehorende kortste afstanden tot alle dempingen die voorkomen binnen een straal van 300m.

Vervolgens is voor elk ei de blootstelling aan dempingen van de verschillende categorieën berekend. De blootstelling is uitgedrukt als de som van alle, naar de afstand tot het nest gewogen dempingoppervlaktes. Grote dempingen telden dus zwaarder dan kleine, en dempingen naast het nest zwaarder dan verafgelegen dempingen. Omdat het oppervlak van een cirkel exponentieel toeneemt met zijn straal, lieten we het gewicht van dempingen exponentieel afnemen met toenemende afstand tot het nest. Toevoeging van een lineaire correctie zorgde ervoor dat het gewicht zodanig op de grens van 300m op 0% uitkwam. De blootstelling werd daarmee als volgt berekend:

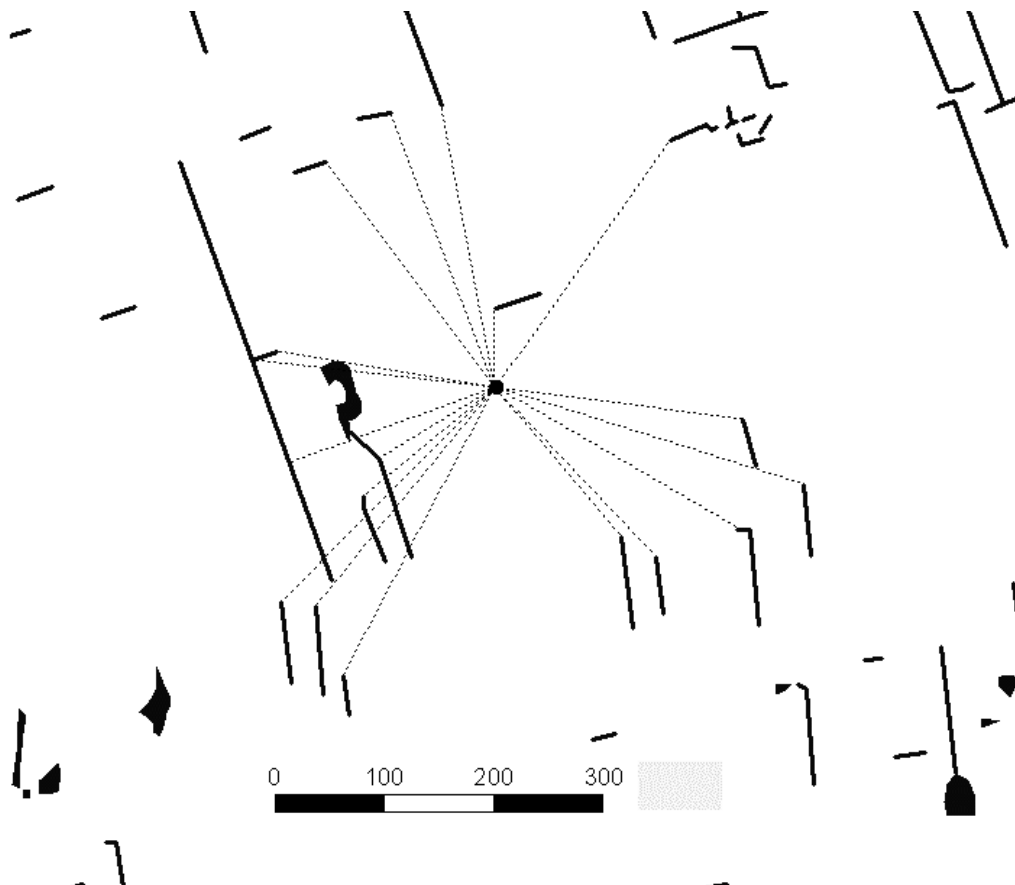
$$D1: \text{blootstelling} = \sum \left[\frac{300 - \text{afstand}}{300} * \frac{\text{oppervlak}}{\sqrt{\text{afstand}}} \right]$$

Om te zien in hoeverre de weegmethode de resultaten beïnvloedde is de blootstelling tevens berekend met een alternatieve, lineaire weging op afstand met 300m als absolute grens:

$$D2: \text{blootstelling} = \sum [\text{oppervlak} * (300 - \text{afstand}) / 300]$$

Hierin weegt een demping op bijvoorbeeld 100m van het nest in de berekening voor D2 nog voor 66% mee, tegen slechts 10% in berekening volgens D1. In bovenstaande formules zijn de afleidingen voor beide wegingen weergegeven. De oppervlaktes van dempingen die zijn gebruikt voor de weging zijn afkomstig uit de provinciale bestanden. Bij lijnvormige dempingen, waarvoor de bestanden geen breedte vermelden, is daarbij uitgegaan van een breedte van 8m, de gemiddelde slootbreedte in het gebied.

Een complicerend gegeven bij de vergelijking van blootstelling is dat niet alle risicodempingen daadwerkelijk als zodanig zijn herkend en geïdentificeerd. Ongeveer de helft van de dempingen heeft een onbekende inhoud (categorie E), en een onbekend deel hiervan bevat risicomateriaal, en zou om die reden eigenlijk tot categorie A of B moeten worden gerekend. Dit betekent dat dempinggerelateerde verontreiniging ook kan voorkomen in eieren die ver van bekende risicodempingen worden gevonden.



Figuur 8.1: Gruttenest (zwarte punt) met de kortste afstanden tot dempingen binnen een straal van 300m (stippellijnen). Afstand tot het nest en oppervlak van dempingen werden gebruikt om de blootstelling van nesten aan dempingen te berekenen.

Om die reden zijn zeven samengestelde blootstellingvariabelen berekend, namelijk voor verschillende combinaties van de dempingklassen A-E:

- 1 Alleen risicodempingen met <30cm afdeklaag (A).
- 2 Alleen risicodempingen met ≥ 30 cm afdeklaag (B).
- 3 Alle risicodempingen, ongeacht afdeklaag (AB).
- 4 Als 1, + dempingen met onbekende inhoud (AE).
- 5 Als 2, + dempingen met onbekende inhoud (BE).
- 6 Als 3, + dempingen met onbekende inhoud (ABE).
- 7 Alle dempingen, ongeacht inhoud (ABDE).

8.2.5 Analyse

Voor elk van de zeven blootstellingcombinaties werd een lineaire regressie uitgevoerd (TEQ op blootstelling) in het pakket SPSS 10.0.1. Alle continue variabelen waren hierbij $\log_{10}(x+1)$ -getransformeerd ten behoeve van een meer gelijkmatige, normale verdeling van waarden. Aan de hand van de fit van de alternatieve modellen is vervolgens beoordeeld of er een relatie met de nabijheid van

onvoldoende en voldoende afgedekte dempingen met risicodempingen was. Een relatie met afgedekte dempingen zou tot uitdrukking komen in een betere fit van de regressies waarin dergelijke dempingen als variabele worden meegenomen ($AB > A$ en B , en $ABE > AE$ en BE). Het voorkomen van verontreiniging in eieren is gerelateerd aan de nabijheid van dempingen door lineaire regressie van EROD reponsen (TEQ) op blootstelling voor elk van de zeven combinaties. Het broedsucces werd gerelateerd aan de nabijheid van dempingen door logistische regressie van onvolledige uitkomst op elk van de zeven combinatieblootstellingen.

8.3 Resultaten

8.3.1 Verontreiniging in eieren van Grutto en Kievit

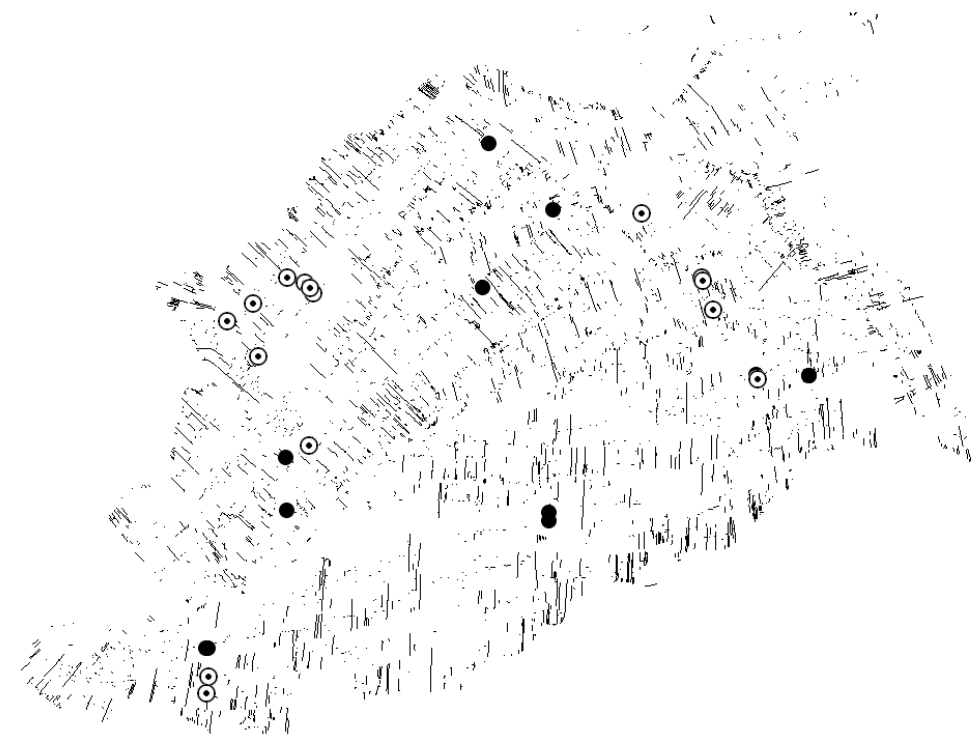
In totaal werden 27 monsters verzameld, twaalf van grutto en 15 van kievit, uit verschillende delen van de Krimpenerwaard (figuur 8.2). Van deze monsters betroffen er 16 ongebornen of pasgeboren kuikens en elf vloeibaar materiaal (dooier of rot struif). Uit alle monsters is vet geëxtraheerd en vervolgens aan een EROD-bepaling onderworpen. De gemeten waarden zijn voor elk monster afzonderlijk weergegeven in Aanhangel 14, en samengevat in tabel 8.1.

Tabel 8.1. Gevonden EROD respons (gemiddelde $\pm$ s.d.) naar vogelsoort en monstertype.

Monster	Grutto		Kievit		Totaal	
	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{X}$	n
Dooier	252	1	188 ± 62	8	195 ± 62	9
Kuiken	345 ± 174	11	349 ± 94	5	347 ± 150	16
Rot ei	-	0	252 ± 132	2	252 ± 132	2
Totaal	329 ± 176	12	205 ± 133	15	260 ± 163	27

Bepalingen aan kuikens laten aanmerkelijk hogere en meer gevarieerde responswaarden zien dan bepalingen aan dooiermateriaal. Kuikens dienen als basismateriaal voor de verdere analyse. Binnen het type monstermateriaal echter waren de responswaarden voor grutto en kievit in dezelfde orde van grootte. De gegevens van beide soorten zijn daarom in verdere analyse samengevoegd.

De gevonden TEQ- waarden zijn lager dan eerder gerapporteerd in eieren van kustvogels in de V.S. (Ankley *et al.*, 1993). Het is bekend dat visetende kustvogels in het algemeen verhoogde gehalten microverontreinigingen laten zien. Het lijkt er daarmee op dat de concentraties zoals gevonden in de Krimpenerwaard niet dramatisch verhoogd zijn.

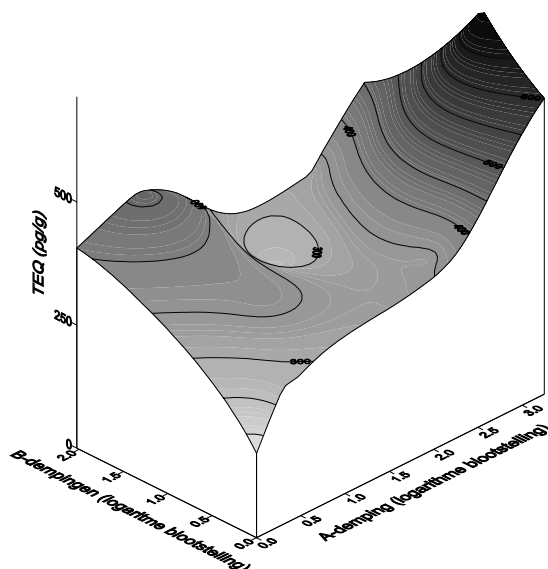


Figuur 8.2: Vindplaatsen van de 27 onderzochte eieren tegen de achtergrond van bekende dempingen in de Krimpenerwaard. Dichte punten staan voor eieren van Grutto, open punten voor Kievitseieren.

Wanneer, ter visualisatie, de TEQ waarden (als D2) worden uitgezet tegen het aandeel A-dempingen en B-dempingen is met behulp van intrapolatietechnieken (Kriging) een relatie te berekenen als in figuur 8.3. De data zijn niet optimaal om op deze manier gedetailleerd uitgewerkt te worden, wat echter wel zichtbaar wordt is dat bij hogere blootstelling aan A-dempingen de response oploopt, net als bij hogere blootstelling aan B-dempingen. De response is vergelijkbaar tussen de twee dempingscategorieën. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de blootstelling aan B-dempingen maar doorloopt tot $\log(100)$ (gelijk aan 2 in figuur 8.3), terwijl de blootstelling aan A-dempingen doorloopt tot ongeveer 3000 (gelijk aan 3.5 in figuur 8.3). Bij de blootstelling aan de A-dempingen is het grootste effect op de TEQ-waarden zichtbaar bij hogere blootstelling, na $\log(100)$. Wat verder opvalt is dat de effecten van blootstelling aan de A-dempingen en B-dempingen niet direct bij elkaar optelbaar lijken. Enige interactie tussen de twee variabelen lijkt hier op te treden. Echter, doordat er weinig waarnemingen zijn met zowel een hoge blootstelling aan A-dempingen als aan B-dempingen is hieraan geen nadere analyse mogelijk.

Gezien hetzelfde karakter van de relaties bij lagere blootstelling bij zowel A als B-dempingen, is het mogelijk dat verhoogde blootstelling aan B-dempingen, wat de situatie wordt in veel territoria na afdekken, ook tot een sterker verhoogde respons kan leiden als nu verwacht uit de TEQ waarden die gevonden worden in eieren uit territoria met alleen B-dempingen. In dit geval lijken dosis-effect relaties niet lineair.

De resultaten van lineaire regressies van respons in kuikens op blootstelling aan verschillende combinaties dempingen zijn weergegeven in tabel 8.2, zowel voor blootstellingmaat D1 als D2. Voor alle zeven combinaties was de gevonden richtingscoëfficiënt positief, ongeacht de wijze van weging, en van dezelfde orde van grootte. De gevonden verbanden waren bovendien significant voor de helft van de combinatieblootstellingen, te weten A, AB en ABE (bij zowel weging D1 als D2) en B (alleen bij weging D2). Kuikens met een zwaardere blootstelling aan verontreinigde dempingen vertoonden dus hogere gehalten aan verontreiniging. Dit duidt erop dat verontreiniging inderdaad doorvergiftigt naar weidevogeleieren (hypothese 1).



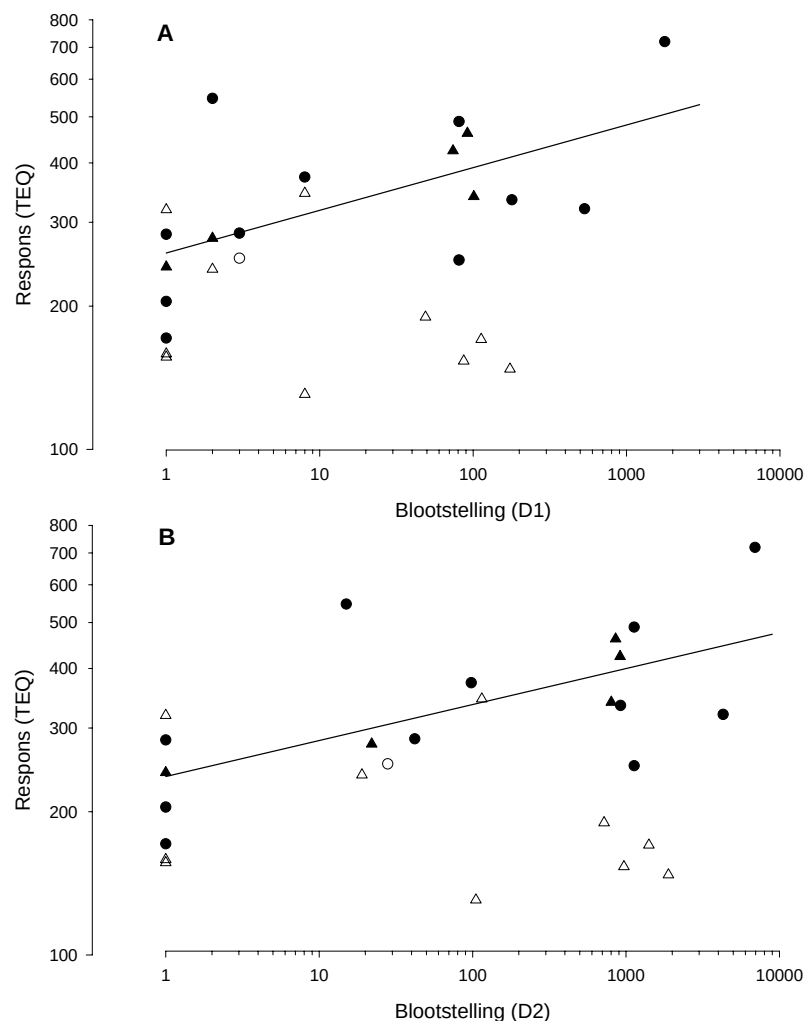
Figuur 8.3. Relatie tussen blootstelling aan A-dempingen en B-dempingen (volgens D2) enerzijds en TEQ waarden in kuikens uit eieren van grutto's en Kievieten anderzijds, gebaseerd op geïnterpoleerde data (kriging).

Tabel 8.2. Verontreiniging in ongeboren en pasgeboren kuikens van Grutto en Kievit (TEQ waarden) gerelateerd aan blootstelling aan dempingen in de directe omgeving van het nest. Lineaire regressie met zeven alternatieve groeperingen van de dempingcategorieën A-E, en met blootstelling berekend volgens twee verschillende wegen (D1 en D2). De β -waarden geven de hellingshoek van de relatie weer, waarbij positieve waarden op een verband duiden. R^2_{adj} geeft het percentage variatie dat door de regressie wordt verklaard. Significante relaties zijn vet gedrukt. Waarden voor TEQ en blootstellingen werden beide $\log_{10}$ -getransformeerd.

Combinatie	D1		D2	
	β	$100 \cdot R^2_{adj}$	β	$100 \cdot R^2_{adj}$
A	0,082 **	23,1	0,076 **	32,9
B	0,077 N.S.	8,3	0,061 *	16,0
AB	0,090 **	32,4	0,076 ***	37,5
AE	0,096 N.S.	8,4	0,110 N.S.	9,1
BE	0,089 N.S.	6,7	0,099 N.S.	7,1
ABE	0,111 *	13,7	0,123 *	13,8
ABDE	0,068 N.S.	0,0	0,084 N.S.	0,0

Significantie: *** $P < 0,01$; ** $P < 0,05$; * $P < 0,10$; N.S. Niet significant bij $\alpha = 0,10$

De vraag is nu of blootstelling aan specifiek B-dempingen leidt tot doorvergiftiging. Dit lijkt op basis van figuur 8.3 wel het geval te zijn. Echter, om mogelijke effecten van B-dempingen te onderscheiden van dat van A-dempingen, is het belangrijk dat de blootstellingen aan beide in de steekproef niet zijn gecorreleerd. Voor de 16 kuikens werd aan deze voorwaarde voldaan bij weging van de blootstelling volgens D1 (Pearson $r = 0.48$; $P = 0.07$). Met andere woorden, sommige kuikens waren inderdaad vooral blootgesteld aan A-dempingen en andere vooral aan B-dempingen. Bij weging volgens alternatief D2 daarentegen was er wél een sterke correlatie ($r = 0.74$; $P = 0.002$) wat betekent dat de afzonderlijke effecten bij de D2 weging niet zijn te onderscheiden.



Figuur 8.4: Verontreiniging in weidevogeleieren (TEQ-respons) als functie van blootstelling aan verontreinigde slootdempingen (typen A en B) in de Krimpenerwaard binnen een straal van 300m rond het nest. Blootstelling werd berekend volgens twee verschillende weegmethoden: D1, exponentiële (a), en D2, lineaire (b) afname met toenemende afstand tot het nest. Grutto's zijn aangeduid met punten, Kieviten met driehoekige symbolen. Dichte symbolen staan voor ongebooren en pasgeboren kuikens, open symbolen voor dooiers of struif. De getoonde regressielijnen gelden voor de kuikens ongeacht vogelsoort. De punten voor dooiers vormden geen onderdeel van de statistische analyse, en worden getoond voor de volledigheid. Vermelde waarden voor blootstelling zijn vermeerderd met 1 in verband met de logaritmische schaal.

Uit de regressie met blootstelling volgens D1 blijkt geen significant afzonderlijk effect van de nabijheid van B-dempingen. Dit is niet verwonderlijk, aangezien de achtergrondblootstelling (vanuit A-dempingen en eventuele verontreinigde E-dempingen) voor veel ruis zorgt. Meer informatief is dat de blootstellingwaarden voor de combinaties mét B-dempingen (AB en ABE) méér variatie verklaren dan die voor combinaties zonder (A en AE), en ook een steilere hellingshoek heeft. De combinatieblootstelling AB gaf de beste fit, zowel bij weegmethode D1 (Lineaire regressie: $R^2_{\text{adj}}=0,324$; $F_{1,14}=8,19$; $P=0,013$; figuur 8.4.a als bij alternatief D2 ($R^2_{\text{adj}}=0,375$; $F_{1,14}=10,00$; $P=0,007$; figuur 8.4b). Dit suggereert dat B-dempingen wel degelijk bijdragen aan de doorvergiftiging van verontreiniging naar eieren.

Uit de fit van de verschillende combinatieblootstellingen kan ook worden afgelezen wat de mogelijke invloed is van E-dempingen – dempingen met onbekende inhoud. De correlaties voor blootstellingwaarden voor combinaties mét E-dempingen (AE, BE en ABE) verklaren méér variatie dan die voor de corresponderende combinaties zonder (A, B en AB, respectievelijk), zij het met lagere percentages verklaarde variatie. Dit suggereert dat ook vanuit E-dempingen doorvergiftiging van verontreiniging naar eieren optreedt. De combinatieblootstelling ABDE tenslotte laat een slechte fit zien (gecorrigeerde $R^2 \leq 0$). Dit duidt erop dat dempingen met onverdachte inhoud geen structurele bijdrage leverden aan bij de blootstelling, zoals ook verwacht mocht worden. Opmerkelijk is dat alle gevonden trends tamelijk ongevoelig blijken voor de wijze waarmee de dempingoppervlakken meewogen in de berekende blootstelling. Dit duidt op een consistente verbanden.

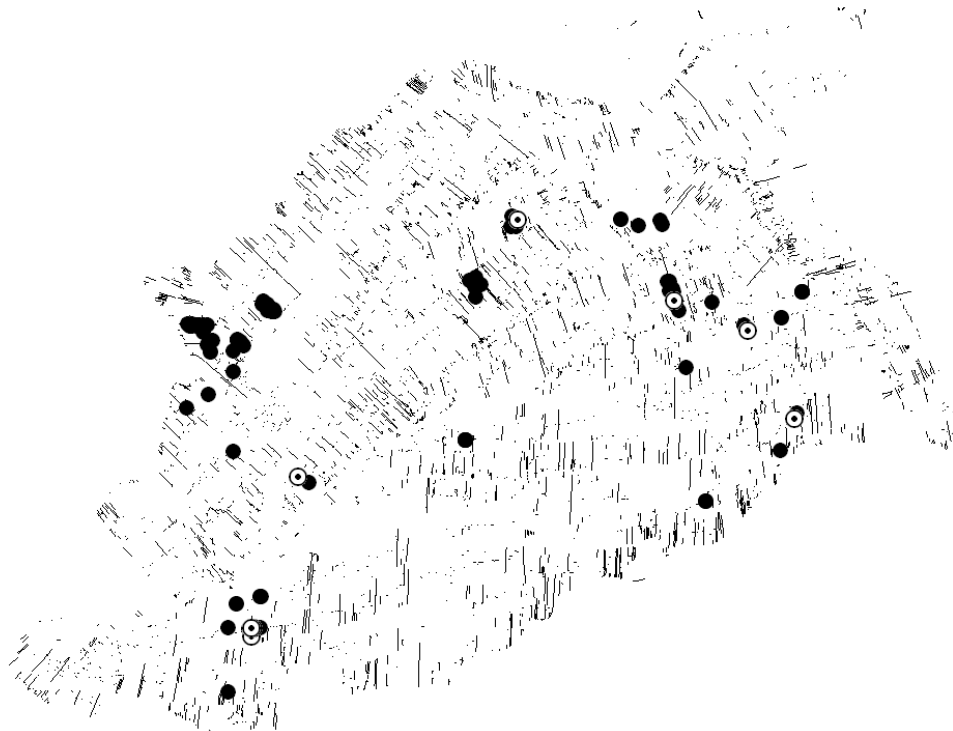
8.3.2 Broedsucces

Voor het onderzoek naar effecten op het broedsucces werden 112 volledig bebroede Gruttonesten gebruikt. In figuur 8.5 is weergegeven hoe deze waren verdeeld over de Krimpenerwaard. In slechts 9 van de nesten bleven niet-uitgekomen eieren achter.

De resultaten van logistische regressies van het voorkomen van gedeeltelijk uitgekomen nesten op blootstelling aan verschillende combinaties dempingen zijn weergegeven in tabel 8.3, zowel voor blootstelling D1 als D2. Voor de meeste combinaties was de gevonden richtingscoëfficiënt groter dan 1, ongeacht de wijze van weging, wat duidt op een hogere frequentie van onvolledige uitkomst bij een hogere belasting. De gevonden verbanden waren echter nooit significant en de percentages verklaarde variatie extreem laag. Er was dus slechts een zwakke trend voor onvolledige uitkomst om vaker voor te komen op plaatsen met een zwaardere blootstelling aan dempingen.

Uit de logistische regressies blijkt geen afzonderlijk effect van de nabijheid van B-dempingen. Dit is opnieuw niet verwonderlijk, aangezien de achtergrondblootstelling (vanuit A-dempingen en eventuele verontreinigde E-dempingen) voor veel ruis zorgt. Echter, de blootstellingwaarden voor de combinaties mét B-dempingen (AB en ABE) verklaren minder variatie dan die voor combinaties zonder (A en AE), en hebben een minder hoge $e\beta$. De combinatieblootstellingen A en AE gaven de beste

fit, zowel bij weegmethode D1 als bij alternatief D2. Dit geeft geen aanleiding te veronderstellen dat B-dempingen bijdragen aan gedeeltelijk mislukte broedsels.



Figuur 8.5: Vindplaatsen van de 112 volledig bebroede Gruttonesten die zijn gebruikt voor de analyse van het broedsucces, tegen de achtergrond van bekende dempingen in de Krimpenerwaard. Dichte punten staan voor volledige uitgekomen broedsels, open punten voor onvolledig uitgekomen broedsels.

Tabel 8.3. Het voorkomen van onvolledige uitkomst van broedsels bij Grutto gerelateerd met blootstelling aan dempingen in de directe omgeving van het nest. Logistische regressie met zeven alternatieve groeperingen van de dempingcategorieën A-E met blootstelling berekend volgens twee verschillende wegen (D1 en D2). De $e\beta$ -waarden geven de sterkte van de relatie weer, waarbij waarden >1 op een positief verband duiden, en waarden <1 op een negatief verband. R^2 -waarden (Nagelkerke) geven het percentage variatie dat door de regressie wordt verklaard. Waarden voor blootstelling werden $\log_{10}$ -getransformeerd.

Combinatie	D1		D2	
	$e\beta$	$100 \cdot R^2$	$e\beta$	$100 \cdot R^2$
A	1,553 N.S.	3,3	1,432 N.S.	3,3
B	0,756 N.S.	0,9	0,948 N.S.	0,1
AB	1,132 N.S.	0,2	1,041 N.S.	0,0
AE	1,815 N.S.	4,6	1,601 N.S.	3,5
BE	1,029 N.S.	0,0	0,921 N.S.	0,1
ABE	1,519 N.S.	1,4	1,222 N.S.	0,4
ABDE	1,230 N.S.	0,2	0,846 N.S.	0,1

Significantie: N.S. Niet significant bij $\alpha=0,10$

8.4 Discussie

Opeenhoping van bodemverontreiniging in het lichaam is in Nederland gevonden bij verschillende diersoorten met een dieet van overwegend regenwormen (Van den Brink & Ma, 1998; Bosveld & De Bie, 2001). In sommige gevallen is zelfs een duidelijk verband gevonden tussen de concentratie van bepaalde stoffen in het lichaam en de afstand tot bekende locaties van bodemverontreiniging. Zo vonden Van den Brink en Ma (1998) een negatief verband tussen het gehalte aan zink en cadmium in de nieren van dassen en de afstand tot de dichtstbijzijnde rivieruiterwaarden, waar dergelijke zware metalen veelvuldig in bodem en bodemfauna voorkomen.

Gegeven het hoge aandeel regenwormen in het dieet lopen ook Grutto's en andere weidevogels die op verontreinigde plaatsen op bodemdieren foerageren het risico van doorvergiftiging. Eventuele belasting met verontreiniging in de Krimpenerwaard zou moeten plaatsvinden gedurende het broedseizoen. Behalve ophoping van verontreiniging in het lichaam van volwassen vogels – vooral als het broeden jaarlijks op ongeveer dezelfde vervuilde locatie plaatsvindt – kan ook een negatieve invloed op het broedsucces worden verondersteld. Gedurende de legfase nemen de vogels immers in het broedgebied regenwormen op ten behoeve van het aanmaken van de eieren.

8.4.1 Verontreiniging in eieren

In de verzamelde eieren werden inderdaad verhoogde gehalten organische microverontreiniging aangetroffen, in het bijzonder in de ongeboren en pasgeboren kuikens. Dit duidt erop dat Grutto en Kievit in de Krimpenerwaard blootstaan aan verontreiniging. Aangenomen dat de eieren zijn aangemaakt met voedsel dat tijdens de legfase in het broedterritorium is opgenomen, betekent dit dat de verontreiniging waarschijnlijk afkomstig is uit dempingen en via opgenomen regenwormen in de oudervogels en hun eieren terecht is gekomen. Het bioturbatie-experiment (§4.2.3) laat zien dat vertikaal transport van verontreinigingen uit de demping naar het oppervlak plaats kan vinden

De eieren vertoonden grote variatie in gemeten gehalten aan verontreiniging. Deze werd voor een belangrijk deel (tot 38%, afhankelijk van de weegmethode) verklaard door de aanwezigheid van dempingen met verdachte of onbekende inhoud in de nabijheid van de nesten. In alle gevallen hadden eieren bij verdachte dempingen met <30cm afdeklaag verhoogde gehalten, in overeenstemming met de verwachting. De resultaten suggereren echter dat ook verdachte dempingen met ≥30cm afdeklaag nog bijdragen aan de blootstelling (figuur 8.3), in tegenspraak met de verwachting. De bijdrage van B-dempingen lijkt vergelijkbaar met die van A-dempingen, maar is mogelijk minder goed aantoonbaar doordat er geen territoria waren waar de blootstelling aan B-dempingen hoog was (> 1000 volgens methode D2). Concluderend kan worden gesteld dat dit onderdeel dus geen aanleiding geeft te

veronderstellen dat een afdeklaag van 30cm verdachte dempingen voldoende afschermt van weidevogels die op wormen foerageren.

8.4.2 Broedsucces

Hoewel analyses aan eieren en kuikens aannemelijk maakten dat er doorvergiftiging van verontreiniging naar eieren plaatsvindt, was er geen verband zichtbaar tussen de nabijheid van verdachte dempingen en het broedsucces van Grutto. Onvolledig uitgekomen nesten lager niet vaker in de buurt van verdachte dempingen dan op grond van toeval verwacht mocht worden. Het verlies aan eieren door niet-uitkomen was bovendien te verwaarlozen ten opzichte van het verlies van eieren door nestpredatie. De frequentie (8%) was bovendien vergelijkbaar met die in andere weidevogelgebieden in West-Nederland (H. Schekkerman, pers. mededeling).

8.4.3 Beperkingen

Dit onderzoek ging uit van een vijftal vooronderstellingen, waarvan de juistheid niet altijd volledig vaststond. Naarmate meer vooronderstellingen gedeeltelijk onjuist zijn wordt het *à priori* minder waarschijnlijk dat lokale verschillen in verontreiniging leiden tot expliciete verschillen in blootstelling en broedsucces tussen individuele vogels. Zo is het denkbaar dat de aanmaak van eieren in veel beperktere mate plaatsvindt met behulp van regenwormen afkomstig uit het broedterritorium – laat staan de slootdemping – dan verondersteld. Vervuilinglocaties maken vanwege hun langgerekte vorm per definitie een beperkt deel uit van het grutto-broedterritorium. Bovendien kan de Grutto ook op de terugreis vanuit overwinteringgebieden aan verontreiniging worden blootgesteld, en staat niet zonder meer vast dat Grutto's *income breeders* zijn. Grutto's verschillen van de arctische steltlopers in Klaassen *et al.* (2002) door bijvoorbeeld hun grotere formaat en kortere trekweg. Een aanwijzing dat ook Grutto's *income breeders* zijn is echter de lange tijdsduur tussen aankomst in Nederland (eind februari tot eind maart) en eileg (piek in 2e-3e week april).

Ook is het mogelijk dat het voedsel van de Grutto in de Krimpenerwaard een kleiner aandeel lokale regenwormen bevat dan verondersteld. Zo zou het foerageren gedurende de legperiode gedeeltelijk kunnen plaatsvinden buiten het broedterritorium, bijvoorbeeld vanwege een beperkte lokale beschikbaarheid van regenwormen, en zich kunnen uitstrekken over een gebied dat vele malen groter is dan de slootdempingen. Beperkte beschikbaarheid van wormen kan eveneens leiden tot een verschuiving naar een groter aandeel insecten en insectenlarven (emelten) in het voedsel, waarbij een beperkter doorwerking van verontreiniging is te verwachten. Zo'n beperkte beschikbaarheid van regenwormen kan het gevolg zijn van droogte, zoals die zich in het voorjaar van 2003 sterk voordeed, waardoor het aanbod van wormen sterk kan verminderen.

De opzet van het onderzoek was erop gericht om aan te tonen of de aanwezigheid van (afgedekte) slootdempingen invloed had op de grutto. Ondanks de mogelijk

verminderde blootstelling aan vervuiling vóór en gedurende de legfase (zie vorige paragraaf), wordt de aanwezigheid van slootdempingen in broedterritoria van de grutto als negatief significante factor onderscheiden.

Twee factoren compliceerden daarnaast de uitvoering van dit onderzoek en de interpretatie van de gegevens.

1. De database die ter beschikking stond, bevat niet alle aanwezige slootdempingen, en belangrijker, de inhoud van deze slootdempingen is niet bekend, maar moet mogelijk wel als verdacht worden beschouwd.
2. De inhoud van 'bekende' slootdempingen is zeer heterogeen, en zal diensgevolge in verschillende mate leiden tot blootstelling aan toxicanten. Door de beperkte hoeveelheid beschikbare legsels en gegevens over slootdempingen kon geen onderscheid meer worden gemaakt tussen dempingscategorien. Dit leidt voor de ene categorie mogelijk tot over- en voor een andere categorie mogelijk tot onderschatting van risico's.

Met de beschikbare gegevens kon geen effect van doorvergiftiging op het broedsucces worden onderscheiden tegen de achtergrond van de vele andere, door ons niet geanalyseerde factoren die van invloed kunnen zijn op het broedsucces, en die eveneens van plaats tot plaats verschillen. Of er effect van betekenis op het broedsucces is, zou moeten worden bepaald met (bij voorkeur) een veel grotere hoeveelheid gegevens of middels een gecontroleerde proefopzet waarin de invloed van andere factoren zoveel mogelijk constant wordt gehouden.

Dat er ondanks de beperkingen van dit veldonderzoek toch een consistent verband werd gevonden tussen de blootstelling aan dempingen en verontreiniging in eieren is daarom des te meer van betekenis. Geconcludeerd kan worden dat afdekking van dempingen met 30 cm schone grond niet afdoende lijkt te zijn om de risico's van doorvergiftiging vanuit het dempingsmateriaal naar wormenetende predatoren te voorkomen.

9 Slotbeschouwingen

Het VE is opgezet volgens een bepaalde gedachtenlijn. Er is in eerste instantie een screening van effecten uitgevoerd, waarbij is gekeken of er inderdaad risico's op effecten zijn in het dempingmateriaal. De gedachte hierachter was om in geval van afwezigheid van effecten bepaalde categorieën uit sluiten voor verder onderzoek (het zogenaamde afpelprincipe). Deze screening is uitgevoerd met snelle kortlopende waarnemingen en experiment, die niet noodzakelijkerwijs een zelf sterk ecologisch karakter hadden, maar wel vertaalbaar zijn naar ecologisch relevante parameters. Gedurende dit screeningsonderzoek bleek dat geen enkele categorie af kon vallen, en in vervolg onderzoek is de categorie Lompen toegevoegd omdat hieraan geen screeningswaarnemingen zijn uitgevoerd.

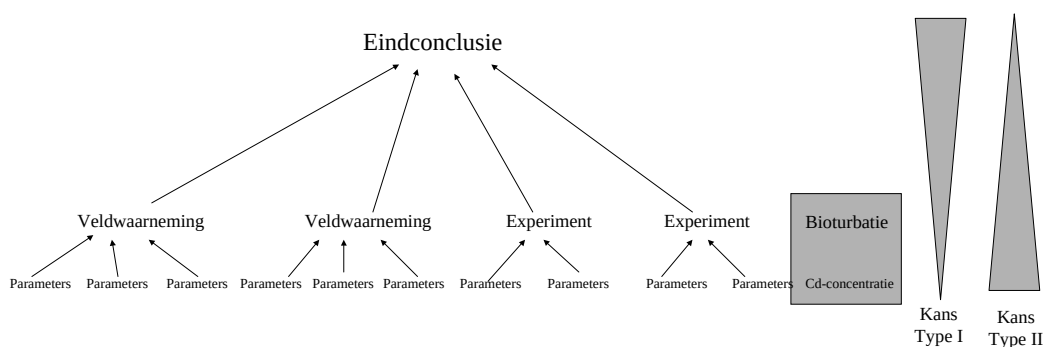
In het vervolgonderzoek dat in het voorliggend rapport is beschreven, is ervoor gekozen om waarnemingen te doen aan een breed pakket van ecologisch relevante parameters. Hierbij is uitgegaan van een TRIADE benadering waarbij chemische bepalingen worden gecombineerd met toxicologische waarnemingen en ecologische veldwaarnemingen. Zo een opzet heeft als voordeel dat het vóórkomen en mogelijk beschikbaar zijn van verontreinigingen gekoppeld kan worden aan ecotoxicologische effecten, en vervolgens aan ecologische veranderingen in het veld. De breedte van het onderzoek heeft ook omvangrijke beperkingen, met name veroorzaakt door het feit dat per onderzochte parameter de onderzoeksinspanning gelimiteerd was door praktische en financiële argumenten. De beperkingen van het onderzoek zullen hier besproken worden in het licht van aantoonbaarheid van effecten, de grootte van de gevonden effecten, de causaliteit van de relatie tussen verontreinigingen in dempingen en gevonden effecten en de onderlinge samenhang tussen de verschillende typen waarnemingen.

Aantoonbaarheid van effecten

De opzet van het deel van het VE gericht op de effectiviteit van de maatregel om met 30 cm af te dekken (fase 2B), was om een breed beeld te verkrijgen van diverse aspecten van het ecosysteem op basis van ecologisch relevante effectparameters. Als consequentie hiervan is het aantal waarnemingen per onderzochte parameters relatief laag. Over het algemeen zijn per dempingcategorie 5 locaties bemonsterd, samen met 6 referenties. Dit lage aantal resulteert erin dat de statistische analyses een relatief laag onderscheidend vermogen hebben (een lage 'power'). Hierin schuilt het gevaar dat effecten die daadwerkelijk optreden, niet aangetoond kunnen worden (type II fout). Dit is gelegen in het feit dat een hoger aantal waarnemingen ten eerste een betere schatting van het gemiddelde toelaat, en dat in het algemeen de variantie, die in de statistische analyse gebruikt wordt om verschillen significant aan te tonen, bij hogere aantallen waarnemingen kleiner wordt. Dit resulteert in een groter oplossend vermogen van de statistische analyse. Een andere tekortkoming van een laag aantal waarnemingen in statistische analyses in het algemeen is dat de kans dat verschillen die niet daadwerkelijk optreden, toch worden aangetoond in de analyse (type I fout). Dit is op toeval gebaseerd, en is inherent aan het uitvoeren van wetenschappelijk

onderzoek. Het voorkomen van dit soort fouten is ook gekoppeld aan het aantal waarnemingen, in die zin dat bij een laag aantal de kans op type I fouten hoger wordt. Het optreden van dit soort fouten dient beschouwd te worden in het licht van de consequenties die ze met zich meebrengen. Bij een type I fout wordt verondersteld dat er effecten zijn, terwijl deze er in werkelijkheid niet zijn. Het resultaat hiervan is dat ten onrechte wordt gesteld dat de aannamen in het Bodembeheerplan niet zouden kloppen, en dat ten onrechte (aanvullende) maatregelen worden voorgesteld. Het optreden van een type II fout leidt tot de foutieve conclusie dat de aannamen in het Bodembeheerplan, dat de maatregel afdoende is, correct zijn, terwijl er in realiteit wel degelijk risico's blijven bestaan. Het optreden van type I fout is ongewenst omdat dit leidt tot onnodige maatregelen, en daarmee samenhangende kosten.. Het optreden van type II fouten is daarentegen ook ongewenst omdat dit leidt tot het niet nemen van (additionele) maatregelen, terwijl er wel risico's zijn. De vraag blijft dan hoe deze tweespalt heeft doorgewerkt in het huidige onderzoek.

Bij beantwoording van deze vraag is het van belang te realiseren dat binnen een veldwaarneming of experiment meerdere parameters worden beschouwd, en de totale beoordeling van het voorkomen van effecten wordt gebaseerd op de meest kritische parameters (figuur 9.1).



Figuur 9.1. Samenhang tussen parameters, veldwaarnemingen/experimenten en eindconclusie in fase 2B (Cd-concentraties is als voorbeeld gegeven van een parameters binnen bioturbatie als experiment), en de kans op het maken van een Type I fout of een Type II fout binnen de beoordelingen op verschillend integratieniveau (parameter, veldwaarneming/experiment of eindconclusie).

Bij iedere afweging is er dan kans op een type I en type II fout. Voor de uiteindelijke beoordeling ('eindconclusie' figuur 9.1)) wordt de kans op type II fout bij meerdere statistische analyses steeds kleiner. Hoe meer vergelijkingen uitgevoerd worden, des te groter de kans dat een daadwerkelijke verschil in het gehele experiment ook daadwerkelijk in één van de vergelijkingen wordt aangetoond. De kans op het vóórkomen van type I fout wordt bij meerdere vergelijkingen binnen een experiment of veldwaarneming echter juist groter (figuur 9.1). Bij een steeds groter aantal parameters binnen één experiment (bijvoorbeeld gehalten van de diverse zware metalen in het bioturbatie experiment) zal er bij toeval mogelijk wel een effect aantoonbaar zijn in een individuele vergelijking, en zal eerder ten onrechte besloten worden dat er effecten in het gehele experiment aantoonbaar zijn gebleken. Met andere woorden, de kans dat ten onrechte de aannamen uit het Bodembeheerplan

onderbouwd worden, en de risico's onderschat, is relatief klein in de huidige opzet van de experimenten (Type II fout op niveau van 'Eindconclusie', figuur 9.1), echter de kans dat de aannamen ten onrecht verworpen worden, en de risico's overschat kunnen relatief groot zijn (Type I fout op niveau 'Eindconclusie', figuur 9.1). Deze kans op onterecht verwerpen van de aannamen moet zo klein mogelijk worden gemaakt. Binnen het project is daar op verschillende manieren aandacht aan gegeven. Ten eerste is binnen één groep van waarnemingen of experimenten beschouwd of effecten in meerdere parameters binnen een experiment aantoonbaar zijn gebleken. Als dit het geval is dan kan er met meer zekerheid gesteld worden dat er inderdaad effecten in het gehele experiment aantoonbaar zijn. Bij een enkele waarneming zou de kans op type I fout wel heel groot zijn. In de meeste gevallen is het zo dat de vaststelling van effecten in een geheel experiment of groep van waarnemingen, gebaseerd is op het aantoonbaar zijn van effecten in meerdere parameters. Vervolgens is bij de eindconclusie per dempingscategorie ook beschouwd of effecten in verschillen veldwaarnemingen of experimenten aantoonbaar zijn gebleken. Dit bleek ook het geval voor alle categorieën. Deze afleiding op basis van 'weight of evidence' geeft geen wetenschappelijk gebaseerde conclusie aangaande het feit dat het optreden van Type I fout van invloed is op de eindconclusie, echter het maakt wel zeer aannemelijk dat de kans hierop klein is.

Grootte van effecten

Voor een kwantitatieve risicoschatting is het relevant om inzicht te hebben in de grootte van de effecten die gevonden worden. Bij het RIVM is hiervoor een methodiek ontworpen waarmee alle parameters worden geschaald van 0 tot 1, en vervolgens tot een gecombineerde afleiding van de mate van effecten wordt gekomen (De Zwart *et al.*, 1999). In het VE is het echter maar beperkt mogelijk een juiste inschatting te maken van de mate van effect. Enerzijds is het onderzoek meer gericht op een brede inventarisatie van mogelijk ecologische effecten, en is er, noodzakelijkerwijs, minder inspanning gericht op een precieze vaststelling van de mate van effect. Bijvoorbeeld de experimenten aangaande de bioturbatie en de opname van zware metalen door brandnetels hebben 12 respectievelijk 8 weken gelopen, wat lang genoeg is om aan te tonen dat er risico's op herverontreiniging vanuit de demping zijn. Echter, voor de aanvullende vraag wat de mate van het effect is, die volgt op de vraag is er risico op het effect, moeten andere experimenten of veldwaarnemingen uitgevoerd worden, die langduriger zijn en waarvoor de experimentele omstandigheden mogelijk anders zouden moeten zijn. De uitkomsten van deze experimenten zijn daarmee minder geschikt om de mate van effect te bepalen. Voor wat betreft de veldwaarnemingen kan worden gesteld dat het aantal van vijf waarnemingen laag is om een nauwkeurig schatting te maken van het gemiddelde wormen dichtheid op een categorie dempingen. Een schatting per locatie is waarschijnlijk redelijke nauwkeurig, echter locaties binnen een categorie kunnen dermate van elkaar verschillen dat voor een nauwkeurige bepaling van het gemiddelde een groter aantal waarnemingen nodig is. De keuze om maar vijf waarnemingen te doen is ingegeven door onder andere financiële argumenten. Echter bij de aanvang van Fase 2 van het VE was van sommige categorieën ook maar een zeer beperkt aantal locaties in de database van SBH voorhanden. Door deze beperkingen voor wat betreft het aantal locaties en de wens om een breed relevant

beeld te krijgen van ecologische effecten, is gekozen om het onderzoek te richten op aantoonbaarheid van effecten en minder op een juiste schatting van de grootte van effecten. De verwachting was dat het al moeilijk was om überhaupt effecten te kunnen aantonen. Al met al resulteren de beperkingen in de opzet van het huidige onderzoek in het feit dat voor de meeste effecten niet goed ingeschat kan worden wat nu de grootte van het effect is. Waar mogelijk is op basis van 'expert-judgement' binnen het rapport hiertoe een aanzet gedaan.

Causaliteit van relaties tussen aangetoonde effecten en verontreinigingen in dempingen en de onderlinge samenhang tussen parameters

In de screening van effecten in dempingen (fase 2A van het VE) is een beperkte set aan parameters gemeten die de aanwezigheid van verontreinigingen in het dempingmateriaal aantoonde. Met name de EROD resultaten duiden erop dat in het dempingmateriaal van alle onderzochte categorieën stoffen met dioxine-achtige werking, als PCBs, PAKs en mogelijk dioxines, aanwezig zijn. Tevens is in alle categorieën aangetoond dat zware metalen in verhoogde concentraties beschikbaar zijn. In bioassays is bepaald dat blootstelling aan de grond van alle dempingen, of extracten hiervan, toxisch was voor bijvoorbeeld regenwormen. De verhoogde gehalten in wormen, en effecten in de wormenbioassay zoals deze gevonden zijn in het VE fase 2B lijken daarmee terug te herleiden zijn naar de verontreinigingen in de onderliggende dempingen. Hierbij wordt uitgegaan van het feit dat het deklaagmateriaal in het veld voldoende schoon is. Met name voor de verhoogde concentraties zware metalen in de wormen lijkt daarmee de causaliteit aannemelijk. Voor wat betreft de bioassay, maar ook voor de veldinventarisaties aan regenwormen en nematoden is het mogelijk andere factoren die verschillen tussen de referentie en het deklaagmateriaal, bijvoorbeeld mogelijk de pH of andere parameters, hebben bijgedragen aan de gevonden verschillen. Bijvoorbeeld effecten op de nitrificatie worden wel aangetoond in het huidige onderzoek, echter niet in het screeningsonderzoek. Dit is mogelijk als gevolg dat in de eerdere statistische analyses de pH niet als co-variabele in de statistische analyses is meegenomen. Het is echter mogelijk dat de effecten zoals beschreven voor de nitrificatie niet geheel causaal gerelateerd zijn aan de onderliggende verontreinigingen. Het is mogelijk dat gevonden effecten onterecht worden toegewezen aan de verontreinigingen in dempingen. Zonder nader experimenteel onderzoek is geen uitspraak over te doen over de causaliteit van relaties tussen dempingen en effecten. In dit geval moet op basis van 'weight of evidence' een afleiding gemaakt worden om hier een conclusie aan te kunnen verbinden. Het is daarom voor de eindconclusie van groot belang dat in meerdere experimenten en veldwaarnemingen effecten worden gezien. In geval van de relatie tussen de EROD activiteit in de eieren van de weidevogels en het aandeel dempingen in het territorium is het wel aannemelijk dat er causaliteit bestaat. In het screening onderzoek werd in dempingen EROD inductie gevonden, en voor bijvoorbeeld PCBs, één van de stoffen die EROD indiceren, zijn relaties aangetoond tussen concentraties in de bodem, in regenwormen en in hogere predatoren (Van den Brink *et al.*, 2003). Het lijkt daarom zeer aannemelijk dat de relatie tussen EROD inductie in eieren en de dempingen in een territorium veroorzaakt wordt door doorvergiftiging van stoffen uit de demping naar weidevogels, mogelijk via regenwormen. De opname van zware metalen in wormen, zoals aangetoond op de

meeste dempingen geeft aan dat wormen in principe de mogelijkheid hebben verontreinigingen uit de onderliggende demping te kunnen opnemen.

Het bovenstaande geeft geen uitputtend uitsluitend over de causaliteit van alle effecten, en of deze allen terug te herleiden zijn tot verontreinigingen. Het geeft echter wel aan dat voor enkele aangetoonde effecten de causaliteit zeer aannemelijk is. Als eerder gesteld was het onderzoek erop gericht een breed beeld te geven van mogelijke ecologische effecten, en hierbij is minder aandacht besteed aan de onderlinge samenhang tussen parameters.

Ecologische gevolgen

De parameters zoals hier gekozen, hebben zoals eerder aangegeven, niet direct onderlinge samenhang, en de experimenten en veldwaarnemingen zijn minder geschikt om de grootte van de aangetoonde effecten te kunnen bepalen. Er zijn echter wel hypothesen geneerbaar, die zich richten op de mogelijk gevolgen van effecten waarvoor de risico's aanwezig worden geacht.

Het verminderd functioneren van bodemorganismen, zoals wormen en nematoden, heeft mogelijk effect op de decompositie en nutriëntencycli. In natuurgebieden zou dit kunnen resulteren in een verminderde afbraak van organisch materiaal, terwijl in landbouwgebieden het vrijkomen van nutriënten kan verminderen. Dit laatste is mogelijk tegen te gaan door extra nutriëntengift. Effecten op bodemprocessen kunnen dit soort gevolgen versterken. Bodemorganismen beïnvloeden ook de structuur van de bodem waardoor de bodem bijvoorbeeld beter doorlucht en gedraineerd blijft. Bij verminderde activiteit kan een vertrapte of verslechte bodem een langere tijd nodig hebben om te herstellen.

Herverontreiniging kan ervoor zorgen dat verontreinigingen uit de demping weer in of naast de deklaag terecht komen. De bioturbatieproef en de bewortelingsproef hebben laten zien dat dit in principe kan optreden, en in fase 2A is geobserveerd dat dit daadwerkelijk lijkt op treden, bijvoorbeeld in de nabijheid van shredder dempingen. Door dit proces kunnen risico's van verontreinigingen door biologische activiteit letterlijk weer tevoorschijn komen.

Op een grotere schaal zijn mogelijk effecten, direct en indirect, op hogere fauna mogelijk. De resultaten aan de grutto laten zien dat doorvergiftiging van EROD inducerende stoffen mogelijk is. Gezien het feit dat in een eerdere fase dit soort stoffen in dempingen gevonden zijn geeft de relatie tussen blootstelling aan dempingen en EROD activiteit in eieren een causale onderbouwing. EROD inducerende stoffen hebben mogelijk een effect op de groei en ontwikkeling van kuikens, en op de reproductie (zie bijvoorbeeld Bosveld, 1995). De niveaus die gevonden worden zijn weliswaar niet extreem hoog, bijvoorbeeld in vergelijking met zeevogels, er is echter niets bekend over de gevoeligheid van Grutto's voor dit soort stoffen. Een verhoogde blootstelling op deze ruimtelijke schaal blijft daarmee een verontrustend signaal. De trend die gevonden wordt tussen het broedsucces van Grutto's en de hoeveelheid dempingen in het territorium is in dit kader ook interessant omdat EROD inducerende stoffen ook mogelijk effecten hebben op het broedsucces van vogels. Al met al lijkt het duidelijk dat er risico's blijven verbonden aan afgedekte dempingen voor de grutto. gezien de status van de grutto als rodelijst-soort, en de trends in de populatie aantallen is dit een punt van aandacht.

10 Conclusies verificatieonderzoek ecologie

Het verificatieonderzoek ecologie is gefaseerd uitgevoerd zoveel mogelijk volgens een 'afpelprincipe'. Als eerste is een screening van de ecologische risico's uitgevoerd waarin groep A dempingen, te weten on(voldoende) afdekte dempingen met verdacht dempingmateriaal onderzocht zijn (van der Pol & Faber, 2003). De conclusie van deze screening was dat géén van de dempingcategorieën voor het vervolg onderzoek kon afvallen, omdat de resultaten lieten zien dat er in dempingmateriaal van alle onderzochte categorieën risico's op ecologische effecten als gevolg van verontreinigingen in het dempingsmateriaal aanwezig waren. Daarnaast werd op grond van het feit dat geen locaties binnen groep A in de database opgenomen waren, de dempingscategorie 'lompen' aan het onderzoek toegevoegd (Van der Pol & Faber, 2003).

Op basis van deze conclusies is vervolgonderzoek uitgevoerd waarbij aan orde is gekomen of de maatregel van afdekken van de demping met 30 cm schoon deklaagmateriaal afdoende is om het optreden van risico's te voorkomen. In het huidige rapport is dit onderdeel beschreven onder fase 2.

De voor deze fase uitgevoerde experimenten vallen uiteen in drie delen:

- Chemische bepalingen aan grond en biota,
- (Eco)toxicologische experimenten met uit het veld verzamelde grond (bioassays) en
- Veldinventarisaties van relevante (bodem)organismen

De conclusie van dit fase 2 onderzoek is dat voor geen enkele categorie dempingmateriaal, te weten bedrijfsafval, bagger, bouw en sloopafval, huishoudelijk afval, lompen en shredder, het afdekken van de demping met 30cm schone grond afdoende is om het optreden van ecologische effecten te minimaliseren. Met andere woorden in alle dempingscategorieën worden, volgens de opgestelde functiegerichte criteria (Hoofdstuk 3) ecologische effecten gevonden in de deklaag van dempingen met een voldoende dikke deklaag (>30 cm). Dit geldt zowel volgens het meer gevoelige als het minder gevoelige toetscriterium (natuur en impliciet de gebruiksfunctie recreatie) als volgens het minder gevoelige toetscriterium (landbouw).

In fase 3 van dit onderzoek werd vervolgens onderzocht of dit lokale risico van belang is voor de gehele Krimpenerwaard, of is het mogelijk dat op een grotere ruimtelijke schaal deze effecten minder relevant zijn?

In deze fase werden studies uitgevoerd die gericht zijn op het doorvertalen van bepaalde parameters naar een grotere ruimtelijke schaal. Beschouwd is of enzymatische effecten in eieren van Grutto's en kieviten, effecten gerelateerd aan blootstelling aan dioxine-achtige stoffen (via EROD-inductie), en het broedsucces van Grutto's een relatie vertoonden met het aandeel dempingen van verschillende categorieën binnen het territorium. Dit bleek het geval te zijn voor enzyme activiteit en het aandeel groep A en groep B dempingen binnen het territorium. Deze relatie werd niet gevonden met het broedsucces. Met andere woorden, bij een groter

aandeel A en B dempingen in een broedterritorium van Grutto's, werd een hogere blootstelling aan dioxine-achtige stoffen in eieren aangetroffen.

Oppervlaktegewijze opschaling

Dit betekent dat blootstelling op kleine ruimtelijke schaal (demping), effecten sorteert op een veel grotere schaal (home-range van een grutto). Hoewel de organische microverontreinigingen, anders zijn dan zware metalen is dit een duidelijke aanwijzing dat risico's van lokale verontreinigingen niet zomaar doorvertaald kunnen worden naar een groter gebied op basis van een oppervlaktecriterium. Wanneer 1% van een gebied vervuild is (met risico op effecten), is het niet vanzelfsprekend zo dat voor het gehele gebied het risico door honderd gedeeld kan worden. Dit hangt ondermeer samen met het feit dat hogere organismen geen 'random' gedrag vertonen, maar gericht zoeken naar voedsel. In geval dat bepaalde locaties, met verontreinigingen, toch bovenmatig bezocht worden, doordat er veel prooien voorkomen, die weliswaar vervuild zijn, kan een klein vervuild oppervlak toch een sterk effect hebben op de risico's voor hogere organismen. Zelfs wanneer echter de dempingen disproportioneel minder bezocht worden (N.B.: dichtheden van wormen op dempingen zijn meestal lager) zijn de effecten van aanwezigheid van slootdempingen in de home-range van de grutto waarneembaar.

In fase 2a van het VE werd nog een aanwijzing gevonden die pleit tegen oppervlaktegewijze opschaling. Gevonden werd dat vanuit de dempingen verspreiding van metalen naar het naastliggende land had plaatsgevonden (het meest bij shredder). Het verontreinigde oppervlak kan derhalve groter zijn dan het oppervlak van de dempingen zelf. Dit is niet aangetoond in het Verificatieonderzoek Verspreiding, omdat daar naar diepere verspreiding van stoffen vanuit de demping I gekeken.

Zonder aanvullende informatie over foerageergedrag van Grutto's in relatie tot dempingen is hier geen duidelijkheid over te krijgen. Echter, het feit dat in de studie een relatie tussen de hoeveelheid dempingen binnen een categorie en de enzymactiviteit in eieren wordt gevonden, impliceert dat bij opschaling van risico's (op basis van oppervlakte) zeer voorzichtig omgegaan moet worden. De Grutto wordt als een integrerende parameter beschouwd (i.e. dempingoverschrijdende blootstelling). Het feit dat toch risico wordt gevonden van de aanwezigheid van slootdempingen in de home-range van ouderparen, illustreert dat het oppervlaktecriterium niet werkt. Juist omdat het een integrerende parameter is, wordt het oppervlaktecriterium niet verder gebruikt voor de opschaling van andere onderzochte parameters

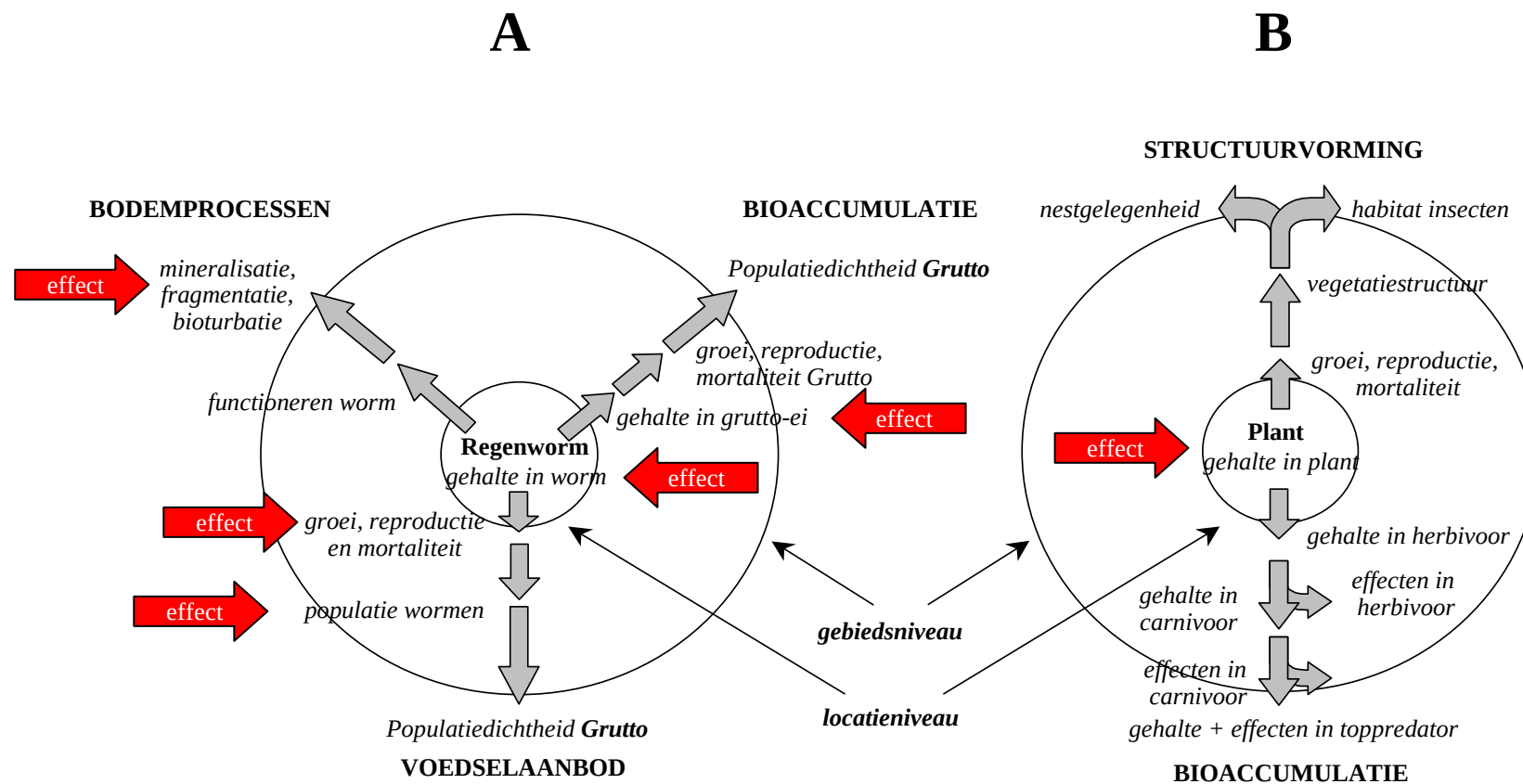
Concluderend kan worden gesteld dat 30 cm afdekking met schone grond voor geen enkele categorie afdoende is om risico's op effecten op ecologische parameters te voorkomen. Het feit dat herverontreiniging in principe vanuit het dempingmateriaal kan optreden, en dat op grotere ruimtelijke schaal relaties aantoonbaar bleken tussen blootstelling en het aantal dempingen in een territorium geeft aan dat de effecten ook op grotere ruimtelijke schaal kunnen doorwerken.

In onderstaand schema, dat is gebruikt bij het begin van dit project om de verschillende relevante blootstellingsroutes en effecttypen inzichtelijk te maken,

wordt aangegeven waar in dit onderzoek daadwerkelijk effecten gevonden zijn en hoe zich dit mogelijk vertaalt naar andere ecologische effecten. Het figuur bestaat uit twee cirkels waarin het centrale organisme voor iedere in dit onderzoek beschouwde blootstellingsroute is weergegeven (regenworm en plant). Op beide centrale routes zijn in afgedekte slootdempingen effecten gevonden. Verder naar buiten in de cirkels worden afgeleide parameters weergegeven, die hetzij door directe blootstelling, hetzij door indirecte blootstelling last van de contaminanten kunnen ondervinden. In cirkel A zijn drie routes aangegeven. Aan alle drie deze routes is onderzoek gedaan en zijn ook effecten gevonden. In cirkel B, waarin de plant centraal staat, is geen onderzoek gedaan aan afgeleide parameters, maar omdat het centrale organisme verhoogde contaminanten concentraties op afgedekte dempingen laat zien kunnen hier effecten niet worden uitgesloten.

Dit schematisch overzicht laat zien dat in de Krimpenerwaard, in het geval van afdekken van dempingen met 30 cm schone grond, op alle vooraf gedefinieerde blootstellingsroutes effecten worden gevonden (in geval van cirkel A) of gevonden zouden kunnen worden (in geval van cirkel B).

Op basis van het Verificatieonderzoek Ecologie moet daarom worden geconcludeerd dat afdekken met 30 cm schone grond als maatregel niet afdoende is om ecologische risico's voor de ecologische randvoorwaarden bij de beoogde functies landbouw, natuur en recreatie weg te nemen, voor géén van de onderzochte categorieën dempingsmateriaal. De aanname in het bodembeheerplan (deklagen van 30 cm of dikker geven geen aanleiding tot overschrijding van de bodemkwaliteitseisen voor ecologische aspecten (Bodembeheerplan Krimpenerwaard, 1998, pag. 27) kan op basis van het VE niet onderschreven worden.



Figuur 10.1: Schematisch overzicht van ecologische aangrijpingspunten van enkele van de aangetoonde effecten (donkere pijlen).

Literatuur

- Alef, K., 1995. Nitrogen mineralization in soils. In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry (K. Alef and P. Nannipieri, editors), pp. 240-241. Academic Press, London.
- Ankley, G.T., G.J. Niemi, K.B. Lodge, H.J. Harris, D.L. Beaver, D.E. Tillitt, T.R. Schwartz, J.P. Giesy, P.D. Jones, C. Hagley, 1993. Uptake of planar polychlorinated biphenyls and 2,3,7,8-substituted polychlorinated dibenzofurans and dibenzo-p-dioxins by birds nesting in the lower Fox River and Green Bay, Wisconsin, USA.. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 24: 332-344.
- Ash, C.J.P. & D.L. Lee, 1980. Lead, cadmium, copper and iron in earthworms from roadside sites. Environmental Pollution (A) 22: 59-67.
- Barley, K. P., 1959. The influence of earthworms on soil fertility. II. Consumption of soil and organic matter by the earthworm *Allophora calliginosa*. Australian Journal of Agricultural research, 10:179-158.
- Beintema, A., O. Moedt & D. Ellinger, 1995. Ecologische atlas van de Nederlandse weidevogels. Schuyt & Co, Haarlem.
- Bodembeheerplan Krimpenerwaard (1998) Gebiedsgericht Bodembeheerplan Krimpenerwaard, 23 april 1998, 21 pp. + bijlagen.
- Bongers, A.M.T. & M.Bongers, 1998. Functional diversity of nematodes; Applied Soil Ecology 318: 1-13.
- Bongers, A.M.T., 1990. The Maturity Index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. Oecologia 83: 14-19.
- Bongers, T., 1988. De nematoden ban Nederland. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. Uitgeverij Pirola, Schoorl.
- Bosveld, A.T.C. & P.A.F. de Bie, 2001. Validatie van biomarkers voor de bepaling van effecten van doorvergiftiging in terrestrische fauna. Effecten van TCDD en PAK in de Huisspitsmuis (*Crocidura russula*). Alterra, Wageningen, Alterra-rapport 154.
- Bosveld, A.T.C., 1995. Effects of polyhalogenated aromatic hydrocarbons on piscivorous avian wildlife. Proefschrift Universiteit Utrecht. ISBN 90-393-0647-8.
- Bosveld, A.T.C., T.C. Klok, J.M. Bodt & M. Rutgers, 2000. Ecologische risico's van bodemverontreinigingen in toemaakdek in de gemeente De Ronde Venen. *Alterra-rapport 151*, Alterra, Wageningen & RIVM, Bilthoven.

Boudewijn T.J., N.W. van den Brink, C. Klok & B. van Hattum, 2003. Verontreinigingen in Maasuitwaarden: blootstellingen en belasting van dassen. Reports of the project 'Ecological Rehabilitation of the River Meuse' (with a summary in english and french). Report no. 38-2003. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Brink, N.W. Van den & W.-C. Ma, 1998. Spatial and temporal trends in levels of trace metals and PCB's in the European badger *Meles meles* (L., 1758) in The Netherlands: Implications for reproduction. The Science of the Total Environment 222: 107-118.

Brink, N.W. van den, J.J.C. van der Pol, J.M. Bodt, M.B.E. Lee-de Groot, T.C. Klok, P.A. Jansen, P. Doelman & J.H. Faber (2003) Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard fase 2 en fase 3. Onderzoek aan deklagen op slootdempingen, opschaling naar de Krimpenerwaard. Bijlage 4 bij Eindrapport VE. Alterra, Wageningen, Alterra rapport 1020.

Brink, N.W. & N.M. van den Groen, J. de Jonge, A.T.C. Bosveld, 2003 Ecotoxicological suitability of floodplain habitats in The Netherlands for the little owl (*Athene noctua vidalli*). Environmental pollution; 122 (1) : 127-134

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

Cramp, S., 1985. Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. Volume IV. Oxford University Press, New York, pp 391-400.

Doornmalen, J. van, J.D. Jorritsma, J. en Rozema, 1995. Biomonitoring van cadmium, koper, lood en zink met *Urtica dioica* (Grote brandnetel) in de Biesbosch. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad

Evans, A. C. & W.J. Mc. L. Guild, 1947. Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. I. Biological studies in the field. Ann. appl. Biol. 34:307-337.

Faber J.H. & N.W. van den Brink, 2000. Actief bodembeheer Krimpenerwaard; Plan van aanpak Verificatieonderzoek Ecologie Alterra, Wageningen, Alterra-rapport 1017 (uitgegeven in 2004).

Faber, J.H., J.J.C. van der Pol & N.W. van den Brink, 2003. Criteria bij ecologische beoordeling van noodzaak en effectiviteit van risicobeheermaatregelen voor gedempte sloten in de Krimpenerwaard. Bijlage 2 bij Eindrapport VE. Alterra, Wageningen, Alterra rapport 1018 (uitgegeven in 2004).

Goede, R.G.M. de, 1993. Terrestrial nematodes in a changing environment. Ph-D thesis Wageningen University; ISBN 90-5485-130-9.

Groen, N.M., 1993. Breeding site tenacity and natal philopatry in the Black-tailed Godwit, *Limosa l. limosa*. *Ardea* 81: 107-113.

Hapke, H.J., 1991. Effects of metals on domestic animals. Pp 547-556. In: Metals and their compounds in the environment occurrence, analysis and biological relevance. E. Merian ed., VCH, New York.

Heikens, A. and J. Hendriks, 1999. Risicoschatting met behulp van OMEGA voor enkele ogelsoorten in met PCB's en cadmium verontreinigde rivierecosystemen. Werkdocument RIZA no. 9907, Lelystad.

Hof, A., 2003. De invloed van zware metalen op de omvang van het territorium en de regenwormbeschikbaarheid van de grutto (*Limosa limosa*). Studentenverslag.

Jenness, J., 2002. Nearest Features, with Distances and Bearings, v. 3.6d. Jenness Enterprises, Flagstaff.

Kayongo-Male, H. & I.S. Palmer, 1998. Copper-silicon interaction studies in young, rapidly growing turkeys fed semipurified starter diets. *Biological trace element research* 63(3):195-204.

Klaassen, M., A. Lindström, H. Meltofte & Th. Piersma, 2001. Arctic waders are not capital breeders. *Nature* 413: 794.

Klok C. & A.M. de Roos, 1996. Population level consequences of toxicological influences on individual growth and reproduction in *Lumbricus rubellus* (Lumbricidae, Oligochaeta). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 33:118-127.

Klok C. & A.M. de Roos, 1998b. Impact of toxicants on earthworm populations: a modelling approach. 295-309. In: Sheppard S, Bembridge J, Holmstrup M and Postuma L. *Advances in earthworm ecotoxicology*. Setac press

Klok C., A.M. de Roos, S. Broekhuizen & van R.C. Apeldoorn, 1998. Effecten van zware metalen op de Das. Interactie tussen versnippering en vergiftiging. *Landschap* 15/2:77-86.

Klok C., A.M. de Roos, S. Broekhuizen & R.C. van Apeldoorn, 2000. Effects of heavy metals on the Badger *Meles meles*. Interaction between habitat quality and fragmentation. In: J. Kammenga J.E. & R. Laskowski *Demography in Ecotoxicology* John Wiley & Sons Ltd. Sussex. 73-89.

Klok C., A.M. de Roos, J.C. Marinissen, H.M. Baveco & W.C. Ma, 1997. Assessing the effects of abiotic environmental stress on population growth in *Lumbricus rubellus* (Lumbricidae, Oligochaeta). *Soil Biology and Biochemistry* 29:287-293.

Korthals, G.W., 1997. Pollutant-induced changes in terrestrial nematode communities. Ph-D thesis Wageningen University, ISBN 90-5485-720-x.

Luttik, R., T.P. Traas & H. Mensink, 1997. Mapping the potentially Affected fraction of avian and mammalian target species in the National Ecological Network. RIVM report number 607504002, The Netherlands.

Ma, W.C, C. Klok, J. Kros & J.E. Groenenberg, 2002. De ECOTOX module in het beslissingsondersteunend systeem BONANZA voor natuurgerichte bodemkwaliteit. Definitiestudie. Alterra rapport

Ma, W.C., 1982. Toxicity of copper to lubricid earthworms in sandy agricultural soils amended with Cu-enriched organic waste materials. Ecological Bulletins 39: 53-56.

Martin, M.R. & P.J. Coughtrey, 1975. Preliminary observations on the levels of cadmium in a contaminated environment. Chemosphere 4:155-160.

NatuurCompendium, 2003. www.natuurcompendium.nl

Nicholson, J.K., M.D. Kendall & D. Osborn, 1983. Cadmium and mercury nephrotoxicity. Nature 304:633-635

NOBIS, 2000. Risico-inschatting van PAK gronden met behulp van nematoden. NOBIS project 96-3-03; auteurs, Doelman,P., A.M.T. Bongers en A.F Peekel.

Pascoe, G.A., R.J. Blanchet & G. Linder, 1996. Food chain analysis of exposure and risks to wildlife at a metals-contaminated wetland. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 30:306-318.

Pol, J.J.C. van der & J.H. Faber, 2002b. Contaminanten en ecotoxicologische effecten in slootdempingen in de Krimpenerwaard; Verificatieonderzoek Ecologie fase 2a: Screening. Oplegnotitie bij ongepubliceerde onderzoeksrapportage Alterra, Wageningen, 7 juni 2002. 28 pp.

Pol, J.J.C. van der, N.W. van den Brink & J.H. Faber, 2004. Contaminanten en ecotoxicologische effecten in slootdempingen in de Krimpenerwaard. Verificatieonderzoek Ecologie fase 2a: Screening. Bijlage 3 bij Eindrapport VE. Alterra, Wageningen, Alterra rapport 1019 (uitgegeven in 2004).

Postma, J.F. (red.), 2003. Periscoop Taakgroep 'Veldecologische beoordelingscriteria'. Verslag van een workshop in Utrecht d.d. 21 januari 2003 in concept.

Rensenbrink G.Th., 1987. Weidevogels in relatie tot voedselaanbod, bodemgesteldheid en hydrologie. Wageningen 1987.

RIVM, 1997. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Deel 4 Bemonstering 1995 [melkveehouderijbedrijven op veen]

RIVM, 1999. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Deel 6 Bemonstering 1996 en 1997 [melveehouderijbedrijven op rivierklei, zeeklei en tuionbouwbedrijven] RIVM rapport 714801025 [M.L.P. Esbroek en A Schouten].

Romkens P.F.A.M, J.E. Groenenberg, L.T.C. Bonten, W. de Vries & J. Bril, 2003. Derivation of partition relationships to calculate Cd, Cu, Ni, Pb and Zn solubility and activity in soil solution samples. Alterra report no., Wageningen, The Netherlands.

Roodbergen, M., 2003. Persoonlijke mededeling. Alterra, Centrum Ecosystemen, Wageningen.

Ruiter, P.C. de, A.M. Neutel & J.C. Moore, 1995. Modelling food webs and nutrient cycling in agro-ecosystems. Trends in Ecological Evolution 9: 377-383.

Rutgers, M., J. Faber, J.F. Postma & H. Eijsackers, 1998. Lokatiespecifieke ecologische risico's: Een basisbenadering voor functiegerichte beoordeling van bodemverontreiniging. Rapporten Programma Geïntegreerd BodemOnderzoek deel 16, 17pp.

S' Jacobs, J.J. & J. van Bezooijen, 1986. A manual for practical work in nematology. Prakticumhandleiding vakgroep nematologie. Landbouwwuniversiteit Wageningen.

Schekkerman, H., 2000. pers. med. Alterra, Centrum ecosystemen, Texel.

Spurgeon, D.J. & S.P. Hopkin, 1995. Extrapolation of the laboratory-based OECD earthworm toxicity test to metal-contaminated field sites. Ecotoxicology 4:190-205.

Svendsen, J.A., 1957. The distribution of Lumbricidae in an area of Pennine Moorland (Moor House, Nature Reserve). Journal of Animal Ecology 26:402-409.

Vries, W. de, P.F.A.M. Römken, R.P.J.J. Rietra, L. Bonten, W.C. Ma, J. Faber, J. Harmsen & J. Bloem, 2003. Afleiding van bodemgebruikswaarden voor landbouw en natuur: De Alterra bijdrage. Alterra-rapport, in voorbereiding.

Waarde, J. van der, M. Wagelmans, T. Crommentuijn, M. Hopman, J. de Jonge & M. Rutgers, 2003. Periscoop. Platform ecologische risicobeoordeling. oktober Eindrapport project SP-015. Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem, Gouda.

Wegener, J.W.M., I.C.B. Burgers, A. van der Horst, C.P Swart & R.G. Mes, 1999. Zware metalen in wormen, mollen en muizen. Analyses en referentiewaarden in het kader van het Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit 1996-1998. Instituut voor Milieuvraagstukken, rapport R-99/06, Amsterdam.

Wymenga, E. & R. Alma, 1998. *Onderzoek naar de achteruitgang van weidevogels in het natuurreervaat de Gouden Bodem*. A&W rapport 170, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Yeates, G.W., T. Bongers, R.M.G. de Goede, D.W. Freckman & S.S. Georgieva, 1993. Feeding habitats in soil nematode families and Genera. An outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25: 315-331.

Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard fase 2 en fase 3

Aanhangsel 1 tot en met 16

Inhoud

Aanhangsels

1	Resultaten bioturbatie-experiment regenwormen	5
2	Resultaten bewortelingsexperiment brandnetel	19
3	Resultaten nitrificatie-experiment	29
4	Resultaten veldinventarisatie regenwormen	35
5	Waarnemingen veldwerk	43
6	Resultaten bioassay regenworm	51
7	Resultaten veldinventarisatie nematoden	61
8	Resultaten fysisch-chemische bodemeigenschappen	77
9	Resultaten metaalgehalten regenwormen deklaag	81
10	Metaalmetingen in Brandnetels uit het bewortelingsexperiment	83
11	Metaalmetingen in grond uit het bioturbatie experiment	91
12	Classificering van doorworteling door brandnetel	101
13	Karakterisering van nematoden	103
14	EROD-analyse geraapte eieren	107
15	Overschrijding MTA, overzicht van onderzoeksparameters VE fase 2	109
16	Categoriegewijze afwijkingen van referentie, overzicht alle onderzoeksparameters VE fase 2	113

Aanhangsel 1 Resultaten bioturbatie-experiment regenwormen

Bioturbatie door regenwormen

Tabel A1.1: Waarnemingen bij inzetten van het experiment Bouw- en Sloopafval

t=0									
lokatie	buisnr	<i>L. rubellus</i>			<i>A. caliginosa</i>			<i>L. terrestris</i>	
		biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal
CONT	1	330	3	110	292	4	73	400	1
	2	617	3	205	321	4	80	405	1
	3	374	3	124	312	4	78	602	1
	4	405	3	135	312	4	78	488	1
BS-	1	621	3	207	275	4	68	586	1
	2	457	3	152	303	4	75	671	1
	3	372	3	124	241	4	60	598	1
	4	459	3	153	278	4	69	540	1
BS-	1	492	3	164	288	4	72	637	1
	2	559	3	186	307	4	76	529	1
	3	485	3	161	379	4	94	576	1
	4	555	3	185	312	4	78	601	1
BS-	1	523	3	174	259	4	64	597	1
	2	359	3	119	270	4	67	529	1
	3	575	3	191	248	4	62	539	1
	4	373	3	124	281	4	70	715	1
BS-	1	526	3	175	280	4	70	642	1
	2	491	3	163	263	4	66	643	1
	3	503	3	168	281	4	70	615	1
	4	423	3	141	278	4	69	732	1
BS-	1	430	3	143	262	4	65	608	1
	2	595	3	198	314	4	78	590	1
	3	479	3	159	278	4	69	623	1
	4	502	3	167	278	4	69	589	1

Tabel A1.2: Waarnemingen bij inzetten van het experiment Huishoudelijk afval

t=0									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal
HH-2	1	5190	3	1730	2682	4	671	4474	1
	2	5543	3	1848	3061	4	765	7654	1
	3	6698	3	2233	3185	4	796	5091	1
	4	4952	3	1651	2757	4	689	5885	1
HH-3	1	4509	3	1503	3241	4	810	5337	1
	2	4980	3	1660	2766	4	692	6017	1
	3	5351	3	1784	2817	4	704	7201	1
	4	4100	3	1367	2744	4	686	6956	1
HH-4	1	4734	3	1578	3004	4	751	7264	1
	2	5368	3	1789	3146	4	787	5546	1
	3	4911	3	1637	3127	4	782	5028	1
	4	5004	3	1668	2659	4	665	6385	1
HH-5	1	5284	3	1761	2911	4	728	5345	1
	2	4470	3	1490	2792	4	698	5704	1
	3	4845	3	1615	3736	4	934	5302	1
	4	4243	3	1414	2587	4	647	6057	1
HH-9	1	4400	3	1467	2698	4	675	5386	1
	2	4042	3	1347	2798	4	700	5169	1
	3	4571	3	1524	3205	4	801	5751	1
	4	4744	3	1581	2961	4	740	4993	1

Tabel A1.3: Waarnemingen bij inzetten van het experiment Lompen

t=0									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal
LP-1	1	4603	3	1534	2905	4	726	5237	1
	2	5156	3	1719	3142	4	786	5144	1
	3	4840	3	1613	2616	4	654	6295	1
	4	4714	3	1571	3304	4	826	5437	1
LP-2	1	5627	3	1876	3402	4	851	5808	1
	2	4893	3	1631	3600	4	900	5489	1
	3	5100	3	1700	2373	4	593	5124	1
	4	5281	3	1760	2922	4	731	5238	1
LP-3	1	4632	3	1544	3032	4	758	4738	1
	2	6006	3	2002	2430	4	608	5403	1
	3	5843	3	1948	2865	4	716	4628	1
	4	3941	3	1314	2458	4	615	5584	1
LP-4	1	3797	3	1266	3361	4	840	6446	1
	2	5066	3	1689	2964	4	741	6777	1
	3	4481	3	1494	2775	4	694	7019	1
	4	4346	3	1449	3163	4	791	5184	1
LP-5	1	3985	3	1328	2448	4	612	5747	1
	2	5708	3	1903	2989	4	747	6131	1
	3	4561	3	1520	2961	4	740	4993	1
	4	4453	3	1484	2882	4	721	5260	1
LP-7	1	5137	3	1712	2924	4	731	5671	1
	2	4899	3	1633	2795	4	699	5913	1
	3	5358	3	1786	2739	4	685	5504	1
	4	4101	3	1367	2772	4	693	5146	1

Tabel A1.4: Waarnemingen bij inzetten van het experiment Shredder

t=0									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal
SH-1	1	3633	3	1211	2642	4	661	4759	1
	2	4712	3	1571	2940	4	735	5263	1
	3	4115	3	1372	2888	4	722	6946	1
	4	4967	3	1656	3078	4	770	4065	1
SH-2	1	5490	3	1830	2465	4	616	6162	1
	2	3242	3	1081	2183	4	546	5603	1
	3	4296	3	1432	3024	4	756	4909	1
	4	4759	3	1586	3003	4	751	6809	1
SH-3	1	4590	3	1530	2862	4	716	5947	1
	2	4544	3	1515	2410	4	603	6482	1
	3	5499	3	1833	3045	4	761	4760	1
	4	4599	3	1533	2794	4	699	4515	1
SH-5	1	5242	3	1747	3013	4	753	5215	1
	2	4047	3	1349	2030	4	508	5556	1
	3	4749	3	1583	3289	4	822	7411	1
	4	5422	3	1807	3178	4	795	3849	1
SH-9	1	4330	3	1443	2801	4	700	4732	1
	2	3902	3	1301	3108	4	777	7732	1
	3	5370	3	1790	3241	4	810	6240	1
	4	6064	3	2021	3290	4	823	4890	1

Tabel A1.5: Waarnemingen bij inzetten van het experiment Bagger

t=0									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal
BG-1	1	4606	3	1535	3063	4	766	5773	1
	2	5377	3	1792	3532	4	883	5742	1
	3	4010	3	1337	2757	4	689	4752	1
	4	4683	3	1561	2879	4	720	6138	1
BG-2	1	4824	3	1608	2574	4	644	5562	1
	2	5477	3	1826	3084	4	771	5633	1
	3	4410	3	1470	3125	4	781	6131	1
	4	4477	3	1492	2720	4	680	5916	1
BG-3	1	4391	3	1464	3202	4	801	6007	1
	2	5091	3	1697	3247	4	812	4809	1
	3	5239	3	1746	3507	4	877	4638	1
	4	4361	3	1454	2631	4	658	6514	1
BG-8	1	5239	3	1746	3253	4	813	5802	1
	2	4564	3	1521	3271	4	818	6176	1
	3	4900	3	1633	3022	4	756	6317	1
	4	4341	3	1447	2776	4	694	5781	1

Tabel A1.6: Waarnemingen bij inzetten van het experiment Bedrijfsafval.

t=0									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal	mg/worm	biomassa (mg)	aantal
BA2	1	5945	3	1982	2655	4	664	4403	1
	2	4257	3	1419	2490	4	623	7356	1
	3	4612	3	1537	2592	4	648	5254	1
	4	5383	3	1794	3248	4	812	6482	1
BA4	1	5108	3	1703	2417	4	604	5643	1
	2	5983	3	1994	2943	4	736	7000	1
	3	5293	3	1764	3265	4	816	7648	1
	4	6167	3	2056	3162	4	791	5341	1
BA5	1	4265	3	1422	2766	4	692	6781	1
	2	4414	3	1471	2938	4	735	5322	1
	3	4949	3	1650	2878	4	720	4969	1
	4	4075	3	1358	3176	4	794	7097	1
BA6	1	4417	3	1472	2713	4	678	5312	1
	2	5277	3	1759	2440	4	610	5139	1
	3	4807	3	1602	3348	4	837	4450	1
	4	3688	3	1229	2763	4	691	6010	1
BA12	1	3624	3	1208	3056	4	764	4615	1
	2	3879	3	1293	3369	4	842	5789	1
	3	4390	3	1463	3004	4	751	6052	1
	4	4160	3	1387	2714	4	679	5093	1

Tabel A1.7 Waarnemingen bij beëindiging van het experiment Bouw- en Sloopafval

t=12 weken									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal + opm.
CONTR	1	1689	2		1841	3	1dp	7538	1d
	2	5141	3		2742	4	1dpd, 1d	4955	1
	3	1152	1		2399	4	2dp, 1dpd	6405	1d
	4	3665	3		3321	4		5223	1
BS-1	1	4802	3		2551	4	4dp	7259	1
	2	4143	3		2871	4	3dp+1d	5445	1d
	3	3903	3		2266	4	1dp	5940	1
	4	2350	3		2725	4	2d	5874	1
BS-2	1	3110	3		3353	4		6916	1
	2	3958	3		3875	4	2d	6269	1
	3	4248	3		3715	4	1dp/d	7212	1
	4	4421	3		4040	4		6143	1
BS-5	1	4322	3		2609	5	1dp+2d	6701	1
	2	2202	3		3077	4	1dp+2d	5984	1d
	3	3822	3		2573	4	2dp+2d	6214	1
	4	2043	3		2594	4	1dp/d+1d	8519	1d
BS-7	1	5689	3		2937	4	2dp	6707	1
	2	3290	3		2659	4	2d	7347	1
	3	2901	2		2611	4	1dp+1d	6637	1d
	4	3419	3		2704	4	1dp	7896	1
BS-8	1	3937	3		3184	4	1dp+1d	7446	1
	2	4620	3		3247	4	1dp+1d	7043	1
	3	2138	2		2862	4	1dp+2d	6959	1
	4	1803	1		2307	4	1dp+2d	7956	1

Tabel A1.8 Waarnemingen bij beëindiging van het experiment Huishoudelijk afval

t=12 weken									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal + opm.
HH-2	1	3833	3		2502	4	1dp	7360	1d
	2	4470	3		2762	4	2dp+1d	7265	1
	3	4418	3		2615	4	2dp	7129	1
	4	3868	3		1842	3	1dp	6998	1d
HH-3	1	4324	3		2934	4	2dp+1d	6563	1
	2	3781	3		3747	5	2dp+2d	6776	1
	3	4496	3		3180	4	1dp+1d	7765	1
	4	2901	3		3383	4	2d	6782	1d
HH-4	1	4425	3		2852	3	3d	8674	1d
	2	2414	2		3404	4	1d	6703	1d
	3	4897	3		3266	4	2d+1dp	7332	1d
	4	4402	3		5255	4	1dp	5946	1d
HH-5	1	3115	2		2794	4	1d	7127	1d
	2	2494	2		2836	4	2dp	7107	1
	3	3643	3	1d	4006	4	1dp	6282	1
	4	4179	3		2327	4	1dp+1d	6732	1
HH-9	1	2438	3		2441	4	1dp	6270	1
	2	3692	3		2791	4	2d	8721	1
	3	4107	3	1d	2974	4	1d	6795	1
	4	4647	3		2384	4	3dp	6280	1d

Tabel A1.9 Waarnemingen bij beëindiging van het experiment Lompen.

t=12 weken									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal + opm.
LP-1	1	2759	3		2862	4	2d	6394	1d
	2	3286	3		2519	4	2dp/d+2d	5010	1
	3	4790	3		2513	4	1dp	6379	1
	4	3358	3	1d	2060	3	2d	6468	1
LP-2	1	4245	3		3065	4		4975	1d
	2	3498	3		2846	4	1dp+1dp/d	6421	1
	3	3483	3		2255	4		5819	1d
	4	4313	3		2548	4		6725	1d
LP-3	1	4156	3		2983	4	1dp	8274	1
	2	4056	2	1d	2604	4	1dp+1d	5558	1
	3	4297	3		3112	4	1dp+1dp/d	6712	1
	4	3250	3		2105	4		5333	1
LP-4	1	2449	3		2902	4	2dp	6810	1
	2	4198	3	1d	2875	4		6392	1d
	3	3726	3		2478	4	1d	5491	1
	4	3289	3		2945	4	1dp+1d	6760	1
LP-5	1	1856	2		2497	4	2dp	6171	1
	2	4695	2+1LT		2954	4	2d	6850	1
	3	2695	2		3295	4		6385	1
	4	0	0		3348	4	1d+1dp	6353	1
LP-7	1	2396	2	1sc	2641	3	1d	6209	1
	2	534	1	1zsc	2594	4		6666	1
	3	3670	3	1zsc	2016	3	1dp+1d	6881	1
	4	3680	3	1mc	2877	4	2dp	4941	1

Tabel A1.10 Waarnemingen bij beëindiging van het experiment Shredder.

t=12 weken									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal + opm.
SH-1	1	2911	3		2607	4	2dp	5389	1
	2	4405	3	1d	2904	4	3dp	5873	1
	3	3621	3		2637	4	2dp	8458	1
	4	1890	2		2687	4	1dp	6042	1
SH-2	1	1312	1 + 2 dode		1954	4	2dp	5942	1
	2	3083	3		1944	4	2dp	6300	1
	3	3441	3		2449	4	2dp	6446	1
	4	3034	2 + 1 dode		2453	4	2dp	7212	1
SH-3	1	2180	2 + 1 dode		2413	4		6691	1
	2	3460	3	1d	1942	4	2dp	6560	1
	3	5521	3		2671	4		7142	1
	4	1120	2	1 sc	2717	4	2dp	5014	1
SH-5	1	5151	3		2516	4	2dp	6535	1
	2	5074	3		2300	4		8059	1
	3	3021	3		2661	4	4dp	5278	1
	4	4527	3		2924	4		5644	1
SH-9	1	2512	2		2723	4		7639	1d
	2	5641	2 + 1 LT		2788	4	2dp	9026	1
	3	4672			2917	4	1dp	8126	1
	4	4162			2772	4	4dp	5237	1

Tabel A1.11 Waarnemingen bij beëindiging van het experiment Bagger

t=12 weken									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal + opm.
BG-1	1	2949	3		3265	4	1dp	6182	1
	2	2751	2		3030	4	1dp	6228	1
	3	3553	3		2533	4	1dp	5676	1
	4	1535	1		2436	4	3dp	7834	1d
BG-2	1	5079	3		1973	3	1dp	6351	1
	2	3970	3		2390	3	1dp/d	2660	1
	3	3888	3		2608	4	2dp+1d	6895	1
	4	4100	3		2701	4	1dp	4883	1
BG-3	1	3632	3		3070	4	1dp	5862	1
	2	1890	2 + 1 dode		3112	4	2dp	5021	1
	3	3294	2		2922	4	1dp	4791	1
	4	3905	3		2524	4	1dp	7235	1
BG-8	1	5137	3	1d	2760	4	1dp	6982	1
	2	1861	2		2845	4	1d	6894	1
	3	2855	3		2701	4	1dp	5995	1
	4	3192	3		2941	4	1dp	6374	1

Tabel A1.12 Waarnemingen bij beëindiging van het experiment Bedrijfsafval.

t=12 weken									
lokatie	buisnr.	Rubellus			Caluginosa			Terrestris	
		biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal	opm.	biomassa (mg)	aantal + opm.
BA2	1	5256	3		2530	4	3dp	5474	1
	2	3605	3		2306	4	2d	7455	1
	3	4533	3	1d	2619	4	2dp+1d	5809	1
	4	2454	2		3313	4	1dp+1d	7207	1d
BA4	1	3980	3		2480	4	1dp/d	7987	1
	2	5549	3		3259	4	1d+2dp	6572	1
	3	2014	2		2998	4	1d+1dp	8904	1d
	4	1525	1 + 1dode		2718	4	1dp+2d	6036	1
BA5	1	3574	3		3032	4	1d	5970	1d
	2	3786	3		3081	4	2d+1dp/d	6680	1
	3	2500	2		3029	4	1d	6079	1
	4	3193	3		3348	4	2d	7498	1d
BA6	1	3980	3		2659	4	1d+1dp	5756	1
	2	6291	3		2613	4		8933	1
	3	2890	3		3410	4		5902	1
	4	3098	3		2722	4	1d	5680	1
BA12	1	1937	2		2958	4	1d	7185	1d
	2	3449	3	1d		4	1dp	8623	1
	3	3000	3		2616	4	2dp+1d+1dp/d	6416	1
	4	1240	1		3153	4	1dp	5415	1

Aanhangsel 2 Resultaten bewortelingsexperiment brandnetel

Beworteling door brandnetel

Tabel A2.1: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken, bouw en sloopafval

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloei-stadium	geslacht	opmerkingen
BS-1	1	17	26	88	62	35	0,40	2	v	
	2	68	20	67	47	30,3	0,45	3,5	m	verdord bij top
	3	106	21	96	75	37	0,39	3	v	
	4	7	14	67	53	30	0,45	3,5	m	gele en bruine plekken op bladeren van bovenste 30 cm
BS-2	1	108	19	100	81	47,1	0,47	3	v	
	2	80	16	92	76	46,8	0,51	3	m	
	3	89	22	80	58	38,4	0,48	0	?	
	4	48	16	89	73	43,9	0,49	1	m	
BS-5	1	51	19	72	53	45,8	0,64	0	?	
	2	92	16	81	65	34,6	0,43	2	v	
	3	59	22	66	44	30,2	0,46	3,5	m	
	4	118	18	84	66	46,2	0,55	2	v	
BS-7	1	72	23	101	78	34,8	0,34	3	v	2 bladeren met gele en bruine plekken
	2	121	33	77	44	58	0,75	3	v	
	3	110	32	112	80	40,3	0,36	3	v	
	4	115	18	101	83	40	0,40	3	m	
BS-8	1	36	18	77	59	26,8	0,35	1	m	
	2	42	15	80	65	30,5	0,38	2	v	
	3	23	17	78	61	35,5	0,46	3	m	
	4	101	17	75	58	31,2	0,42	2	m	beginnende gele plekken op bovenste bladeren
mean			20,10	84,15	64,05	38,12	0,46	2,33		
SD			5,17	12,91	12,34	7,89	0,10	1,09		
n			20	20	20	20	20	20		

Tabel A2.2: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken, huishoudelijk afval

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloeistadium	geslacht	opmerkingen
HH-2	1	57	13	70	57	34,1	0,49	1	?	
	2	82	14	80	66	48,8	0,61	2	v	
	3	26	23	102	79	51,2	0,50	2	v	
	4	95	12	77	65	33,5	0,44	2	v	bruine (verdorde) en gele plekken op een paar bladeren
HH-3	1	91	17	109	92	39,4	0,36	2	v	
	2	19	13	78	65	44	0,56	3	m	
	3	112	25	107	82	47,5	0,44	3	v	
	4	116	22	94	72	39	0,41	3	v	
HH-4	1	50	19	73	54	36,4	0,50	2,5	m	
	2	12	28	87	59	26,5	0,30	2	v	beginnende gele plekken op 2 bladeren
	3	69	17	104	87	26,2	0,25	3	m	
	4	62	11	63	52	27,5	0,44	1	?	
HH-5	1	84	29	79	50	46,3	0,59	1	v	
	2	37	26	85	59	29,4	0,35	3	m	
	3	28	16	87	71	31,5	0,36	3,5	m	
	4	35	32	54	22	30,9	0,57	4	m	top verbrand geweest
HH-9	1	67	20	71	51	29,1	0,41	2	m	bruine en gele plekken op een paar bladeren
	2	53	18	68	50	35	0,51	2	v	
	3	9	14	87	73	30,5	0,35	2	v	
	4	105	12	82	70	32,1	0,39	2	m	
mean			19,05	82,85	63,80	35,95	0,44	2,30		
SD			6,34	14,85	15,84	7,85	0,10	0,82		
n			20	20	20	20	20	20		

Tabel A2.3: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken, lompen

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloei stadium	geslacht	opmerkingen
LP-1	1	66	20	84	64	39,8	0,47	1	?	gele plekken op een paar bladeren
	2	113	28	96	68	46,6	0,49	3	v	
	3	14	24	90	66	36	0,40	2	v	
	4	96	16	113	97	32,6	0,29	3	v	op 2 bladeren gele en bruine plekken
LP-2	1	97	18	78	60	29,6	0,38	3,5	m	
	2	47	36	91	55	37,4	0,41	3	v	
	3	29	17	92	75	35,2	0,38	3	m	
	4	71	33	94	61	29,3	0,31	3,5	m	op 3 bladeren gele en bruine plekken
LP-3	1	81	13	131	118	42,2	0,32	3	v	
	2	46	18	96	78	35,2	0,37	2,5	m	gele plekken op een paar bladeren
	3	38	16	68	52	27,1	0,40	3,5	m	
	4	40	16	80	64	31,5	0,39	1	?	gele plekken op een paar bladeren
LP-4	1	45	29	73	44	30,6	0,42	3	m	
	2	18	22	68	46	32	0,47	1	v	
	3	56	22	60	38	34,4	0,57	2	m	
	4	119	18	94	76	37,3	0,40	1,5	v	
LP-5	1	58	14	60	46	30	0,50	1	v	
	2	27	22	77	55	40,3	0,52	3	m	
	3	85	19	108	89	38,2	0,35	3	v	
	4	31	16	102	86	36,8	0,36	2	v	
LP-7	1	76	21	101	80	41,3	0,41	2	m	
	2	4	22	106	84	35,5	0,33	3	v	
	3	102	20	78	58	39,3	0,50	3	v	top verbrand geweest; gele en bruine plekken op 5 bladeren
	4	15	29	65	36	38	0,58	3,5	m	
mean			21,21	87,71	66,50	35,68	0,42	2,50		
SD			5,97	17,83	19,76	4,73	0,08	0,87		
n			24	24	24	24	24	24		

Tabel A2.4: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloeistadium	geslacht	opmerkingen
SH-1	1	22	20	83	63	31,9	0,38	1	v	
	2	88	18	77	59	40,5	0,53	3	m	
	3	63	15	58	43	33,6	0,58	3	m	
	4	34	19	100	81	35,2	0,35	2	v	
SH-2	1	61	20	81	61	34,9	0,43	3	m	
	2	1	25	97	72	37	0,38	3	v	
	3	94	15	79	64	35,7	0,45	2	v	
	4	44	19	86	67	35,2	0,41	2,5	m	
SH-3	1	120	21	103	82	34,5	0,33	3	m en v	
	2	30	16	105	89	36,6	0,35	2,5	v	
	3	10	15	53	38	18,5	0,35	3	m	vrij dun beworteld in demping
	4	64	13	113	100	29,3	0,26	3	m	
SH-5	1	122	14	93	79	39,4	0,42	2	m	
	2	11	14	61	47	34	0,56	3,5	m	bruine en gele plekken op bladeren in bovenste 20 cm
	3	52	16	68	52	26,8	0,39	2,5	m	
	4	93	29	87	58	30,6	0,35	3	v	
SH-9	1	104	15	107	92	34,5	0,32	3	v	
	2	109	13	79	66	30,1	0,38	3,5	m	beginnende gele plekken op 1 blad
	3	32	20	90	70	29,7	0,33	2,5	v	
	4	5	10	64	54	30,5	0,48	1	v	
mean			17,35	84,20	66,85	32,93	0,40	2,60		
SD			4,44	17,26	16,57	4,85	0,08	0,70		
n			20	20	20	20	20	20		

Tabel A2.5: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloei stadium	geslacht	opmerkingen
BA2	1	103	14	109	95	38,2	0,35	2,5	v	
	2	70	26	75	49	28	0,37	3	v	top verbrand geweest; gele en bruine plekken op sommige bladeren
	3	107	11	122	111	33,2	0,27	3	v	
	4	75	27	70	43	35,1	0,50	1,5	v	
BA4	1	13	13	75	62	34	0,45	3	m	
	2	30	29	88	59	33,4	0,38	2,5	v	
	3	43	17	70	53	36,9	0,53	3,5	m	
	4	100	15	101	86	35	0,35	3	v	beginnende gele plekken op 1 blad
BA5	1	33	24	87	63	38,7	0,44	3	v	
	2	79	22	78	56	41,9	0,54	2,5	v	
	3	90	15	96	81	37,8	0,39	3	m	
	4	6	21	63	42	35	0,56	0	?	
BA6	1	2	14	80	66	29	0,36	2	m	
	2	8	11	66	55	26	0,39	1	m	
	3	49	35	86	51	29,7	0,35	3	v	
	4	114	18	88	70	38	0,43	2	v	
BA12	1	124	25	90	65	35	0,39	2	v	
	2	74	16	91	75	32,3	0,35	3	v	
	3	55	29	78	49	37,5	0,48	2,5	v	
	4	85	17	93	76	36,3	0,39	2	v	
mean			19,95	85,30	65,35	34,55	0,41	2,40		
SD			6,84	14,67	17,85	4,00	0,08	0,84		
n			20	20	20	20	20	20		

Tabel A2.6: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloei stadium	geslacht	opmerkingen
BG-1	1	41	19	63	44	26,5	0,42	2	m	
	2	117	19	75	56	33,8	0,45	3	m	top verbrand geweest
	3	3	35	69	34	39	0,57	3	v	
	4	86	18	104	86	34,1	0,33	2	v	
BG-2	1	24	15	83	68	27,3	0,33	3	m	
	2	98	23	63	40	24,7	0,39	3	m	topje verdord
	3	54	22	105	83	34,4	0,33	2,5	v	
	4	99	10	89	79	29,5	0,33	2,5	v	
BG-3	1	73	25	94	69	21,4	0,23	3	m	op 1 blad bruine en gele plekken
	2	65	13	82	69	35,3	0,43	1	?	
	3	60	20	86	66	30,2	0,35	2	v	
	4	87	21	114	93	38,9	0,34	3	v	
BG-8	1	111	31	69	38	42,8	0,62	2	v	
	2	77	25	117	92	34	0,29	3	v	
	3	16	12	66	54	39	0,59	1	?	
	4	21	28	99	71	47,5	0,48	2	v	
mean			21,00	86,13	65,13	33,65	0,40	2,38		
SD			6,84	17,99	19,17	6,90	0,11	0,70		
n			16	16	16	16	16	16		

Tabel A2.7: waarnemingen brandnetelplanten op t=0 en t=12 weken

datum:			3-6-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003	14/15-07-2003
lokatie	buisnr.	volgnr. bij afbreken	hoogte plant (cm) op dag 0	hoogte plant (cm) na 6 wkn	toename hoogte (cm)	natgewicht plant (g) na 6 wkn	gemiddeld g/cm hoogte	bloeistadium	geslacht	opmerkingen
BLANKO	1	25	21	91	70	41	0,45	3,5	m	
	2	39	37	52	15	42,1	0,81	1,5	v	top verbrand geweest
	3	123	20	111	91	43,1	0,39	2,5	v	
	4	78	22	78	56	41,1	0,53	3,5	m	
mean			25,00	83,00	58,00	41,83	0,54	2,75		
SD			8,04	24,73	32,07	0,98	0,19	0,96		
n			4	4	4	4	4	4		

Aanhangsel 3 Resultaten nitrificatie-experiment

Nitrificatie

Tabel A3.1: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling N-NH4 (mg/kg)	+25°C bepaling N-NO3 (mg/kg)	+25°C bepaling tot N-Min (mg/kg)	object code	-20°C blanco Luchtdr stof %	-20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	-20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	-20°C blanco tot N-Min (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)
depotgrond	1a	44	2	620	622	1a	42	577	548	191	197	768	546	423	182	141
	1b	44	2	489	491	1b	44	519		203		723	546	292	182	97

Tabel A3.2: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling N-NH4 (mg/kg)	+25°C bepaling N-NO3 (mg/kg)	+25°C bepaling tot N-Min (mg/kg)	object code	-20°C blanco Luchtdr stof %	-20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	-20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	-20°C blanco tot N-Min (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)
REF LP	2a	56	19	382	401	2a	55	391	350	127	127	518	331	255	110	85
	2b	57	35	441	477	2b	56	309		127		436	315	314	105	105
LP-1	3a	57	29	474	502	3a	57	354	403	153	147	507	375	327	125	109
	3b	58	39	505	544	3b	57	453		140		593	364	358	121	119
LP-2	4a	42	104	671	775	4a	41	1745	1296	153	155	1898	1192	516	397	172
	4b	42	33	688	721	4b	42	847		157		1004	1263	533	421	178
LP-3	5a	62	0	363	363	5a	62	243	281	142	139	385	281	224	94	75
	5b	62	0	358	358	5b	63	319		136		455	281	219	94	73
LP-4	6a	43	387	338	726	6a	43	718	559	115	118	832	172	220	57	73
	6b	43	323	350	673	6b	43	401		122		522	236	232	79	77
LP-5	7a	49	102	554	657	7a	49	471	338	110	115	581	235	439	78	146
	7b	49	29	557	586	7b	48	205		121		326	309	442	103	147
LP-7	8a	41	4	782	786	8a	40	682	555	176	179	858	552	603	184	201
	8b	41	47	737	784	8b	39	428		183		611	508	557	169	186

Tabel A3.3: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling N-NH ₄ (mg/kg)	+25°C bepaling N-NO ₃ (mg/kg)	+25°C bepaling tot N-Min (mg/kg)	object code	-20°C° blanco Luchtdr stof %	-20°C° blanco N-NH ₄ (mg/kg)	gemid -20°C° blanco N-NH ₄ (mg/kg)	-20°C° blanco N-NO ₃ (mg/kg)	gemid -20°C° blanco N-NO ₃ (mg/kg)	-20°C° blanco tot N-Min (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH ₄ (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO ₃ (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH ₄ (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO ₃ (mg/kg)
REF BG	9a	52	13	536	549	9a	52	383	430	112	113	496	417	423	139	141
	9b	51	9	518	527	9b	51	477		114		591	421	405	140	135
BG-1	10a	45	86	573	659	10a	44	454	488	211	202	665	402	371	134	124
	10b	45	39	623	662	10b	44	522		193		714	449	421	150	140
BG-2	11a	38	10	878	888	11a	38	719	580	200	198	919	570	680	190	227
	11b	38	8	805	813	11b	38	441		196		637	572	608	191	203
BG-3	12a	58	135	358	493	12a	58	383	325	125	126	508	189	232	63	77
	12b	58	45	345	390	12b	58	266		126		392	280	219	93	73
BG-8	13a	52	98	506	604	13a	52	369	369	105	112	474	271	394	90	131
	13b	52	103	499	601	13b	51	370		119		489	267	387	89	129

Tabel A3.4: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling N-NH ₄ (mg/kg)	+25°C bepaling N-NO ₃ (mg/kg)	+25°C bepaling tot N-Min (mg/kg)	object code	-20°C° blanco Luchtdr stof %	-20°C° blanco N-NH ₄ (mg/kg)	gemid -20°C° blanco N-NH ₄ (mg/kg)	-20°C° blanco N-NO ₃ (mg/kg)	gemid -20°C° blanco N-NO ₃ (mg/kg)	-20°C° blanco tot N-Min (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH ₄ (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO ₃ (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH ₄ (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO ₃ (mg/kg)
REF SH	14a	57	30	355	385	14a	57	486	477	81	80	567	447	275	149	92
	14b	57	28	403	431	14b	57	468		79		548	449	323	150	108
SH-1	15a	53	97	346	443	15a	52	448	425	45	45	493	328	301	109	100
	15b	53	49	334	383	15b	52	402		44		447	376	289	125	96
SH-2	16a	59	4	398	403	16a	59	482	429	31	34	513	425	364	142	121
	16b	59	5	376	381	16b	59	376		38		414	424	342	141	114
SH-3	17a	49	5	559	564	17a	41	428	417	133	134	562	412	425	137	142
	17b	42	19	740	759	17b	41	406		134		540	399	607	133	202
SH-5	18a	48	63	579	643	18a	50	546	497	110	116	656	434	464	145	155
	18b	47	9	578	588	18b	47	449		122		571	488	462	163	154
SH-9	19a	42	9	776	785	19a	41	187	361	171	166	358	352	610	117	203
	19b	42	4	742	746	19b	42	536		162		698	357	576	119	192

Tabel A3.5: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling N-NH4 (mg/kg)	+25°C bepaling N-NO3 (mg/kg)	+25°C bepaling tot N-Min (mg/kg)	object code	-20°C blanco Luchtdr stof %	-20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	-20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	-20°C blanco tot N-Min (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)
REF BA	20a	55	108	414	522	20a	55	521	432	107	112	628	324	302	108	101
	20b	56	99	402	501	20b	54	343		117		460	332	290	111	97
BA-2	21a	40	92	577	670	21a	39	441	523	112	109	553	430	469	143	156
	21b	39	136	619	755	21b	39	604		105		710	387	511	129	170
BA-4	22a	48	8	696	704	22a	47	495	307	172	176	667	299	519	100	173
	22b	48	12	673	686	22b	47	118		180		298	294	497	98	166
BA-5	23a	57	3	497	500	23a	56	396	410	113	116	509	407	381	136	127
	23b	57	3	494	497	23b	57	423		119		542	406	378	135	126
BA-6	24a	41	289	504	793	24a	41	851	678	175	179	1025	389	325	130	108
	24b	40	250	611	861	24b	40	506		183		689	428	432	143	144
BA-12	25a	53	50	418	468	25a	52	507	421	139	146	647	371	272	124	91
	25b	53	16	567	583	25b	50	335		153		488	406	421	135	140

Tabel A3.6: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling N-NH4 (mg/kg)	+25°C bepaling N-NO3 (mg/kg)	+25°C bepaling tot N-Min (mg/kg)	object code	-20°C blanco Luchtdr stof %	-20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NH4 (mg/kg)	-20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	gemid -20°C blanco N-NO3 (mg/kg)	-20°C blanco tot N-Min (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)	per 3 weken omgezet N-NH4 (mg/kg)	per 3 weken gevormd N-NO3 (mg/kg)
REF HH	26a	53	66	520	586	26a	52	461	431	130	125	591	365	395	122	132
	26b	53	32	528	560	26b	52	402		120		522	399	402	133	134
HH-2	27a	42	592	22	614	27a	41	651	633	18	16	669	41	6	14	2
	27b	42	613	13	626	27b	42	615		15		629	20	-3	7	-1
HH-3	28a	43	15	753	768	28a	42	416	537	173	175	590	522	577	174	192
	28b	43	2	620	621	28b	43	658		177		835	535	444	178	148
HH-4	29a	55	15	706	722	29a	56	415	446	167	167	582	430	539	143	180
	29b	55	12	674	686	29b	54	476		167		643	433	507	144	169
HH-5	30a	40	2	751	753	30a	40	559	637	144	144	703	635	607	212	202
	30b	41	20	901	921	30b	40	715		144		859	617	757	206	252
HH-9	31a	50	318	414	732	31a	49	446	495	169	167	615	177	247	59	82
	31b	50	317	405	722	31b	50	543		165		708	178	239	59	80

Tabel A3.7: meetresultaten nitrificatieexperiment

monster code Krimpener waard	object code	+25°C bepaling Luchtdr stof %	+25°C bepaling <u>N-NH₄</u> (mg/kg)	+25°C bepaling <u>N-NO₃</u> (mg/kg)	+25°C bepaling <u>tot N-Min</u> (mg/kg)		object code	-20C° blanco Luchtdr stof %	-20C° blanco <u>N-NH₄</u> (mg/kg)	<u>gemid</u> -20C° blanco <u>N-NH₄</u> (mg/kg)	-20C° blanco <u>N-NO₃</u> (mg/kg)	<u>gemid</u> -20C° blanco <u>N-NO₃</u> (mg/kg)	-20C° blanco <u>tot N-Min</u> (mg/kg)		per 3 weken <u>omgezet</u> <u>N-NH₄</u> (mg/kg)	per 3 weken <u>gevormd</u> <u>N-NO₃</u> (mg/kg)	per 3 weken <u>omgezet</u> <u>N-NH₄</u> (mg/kg)	per 3 weken <u>gevormd</u> <u>N-NO₃</u> (mg/kg)
REF BS	32a	55	4	459	463		32a	55	582	443	103	112	684		439	347	146	116
	32b	55	13	520	533		32b	55	305		121		425		430	409	143	136
BS-1	33a	43	1	660	661		33a	43	492	606	116	118	608		605	542	202	181
	33b	43	0	676	676		33b	43	719		120		840		606	558	202	186
BS-2	34a	46	0	576	576		34a	45	467	560	96	95	563		559	481	186	160
	34b	45	0	609	609		34b	45	652		94		746		560	514	187	171
BS-5	35a	54	3	579	582		35a	53	409	387	178	175	587		384	404	128	135
	35b	54	2	573	575		35b	54	365		172		537		385	397	128	132
BS-7	36a	47	246	436	681		36a	46	450	497	114	113	563		251	323	84	108
	36b	47	203	443	646		36b	46	544		112		656		294	330	98	110
BS-8	37a	41	5	727	731		37a	40	747	612	149	151	896		608	576	203	192
	37b	41	6	761	767		37b	40	478		153		630		607	610	202	203

Aanhangsel 4 Resultaten veldinventarisatie regenwormen

Veldinventarisatie regenwormen

Tabel A4.1: Toelichting bij de tabellen

A Gevonden wormensoorten uit de veldinventarisatie van de Krimpenerwaard.

Hoofcategorieën

L. rub.= Lumbricus rubellus

A. cal.= Aporrectodea caliginosa tuberculata

A. chlorotica=Allolobophora chlorotica

Nevenvangsten, onder diversen ingedeeld

A. cal. cal.= Aporrectodea caliginosa caliginosa

A. longa=Aporrectodea longa

A. rosea=Aporrectodea rosea

L. ter.= Lumbricus terrestris

L. cast.= Lumbricus castaneus

L. juv.sp=Lumbricus species juveniel

D. rubida=Dendrobaena rubida

S. mammalis=Satchellius mammalis

B Opmerkingen bij spreadsheets

ad=adult (met clitellum)

sad=subadult (met zich ontwikkelend clitellum)

juv=juveniel

Verontreinigde deklagen geel gemarkeerd bij opmerkingen

Deklagen dunner dan 25 cm rode cijfers

C Getallen

Delen van wormen zijn niet meegeteld in aantallen en biomassa: aantallen en biomassa gebaseerd op naar beneden afgeronde hele wormen

Tabel A4.2: resultaten veldinventarisatie regenwormen

		deklaag	zode	<i>Lumbricus rubellus</i>						<i>Aporrectodea caliginosa tuberculata</i>						<i>Allolobophora chlorotica</i>						<i>Div ersen</i>						opmerkingen
				aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			
lokatie	monster	cm	cm	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	
HH-2	DEK1	20																										erg droog; geen wormen
	DEK2	20																										erg droog; geen wormen
	DEK3	20			1	2		336	20																			
	DEK4	10-15																										erg droog; geen wormen
	DEK5	10																										erg droog; geen wormen
	REF1			1		1	1107		166	3		15	1220		2485			1			97	1			184			
	REF2																											erg droog; geen wormen
HH-3	DEK1	27	17	1	3	1	894	1300	226	2	3	4	863	1067	613	2	1		512	155		3			656			
	DEK2	38	17	1		4	589		545	2		1	1220		353	9		2	2214		255							
	DEK3	30	17	3	1	1	2513	526	38							6			1950									
	DEK4	34	15	4	2	5	2782	1337	298	3			2684			2		1	582		139							
	DEK5	40	16	3	1	3	3084	576	674							7			2002									
	REF1		17			1			83	1			737			1			248									
	REF2		18	5	2	7	4515	1057	1611	3	2	2	1672	679	330	1	1	3	238	184	411							
HH-4	DEK1	40	13	2	2	1	2365	1057	291																			
																												droog; veel houtsnippers; geen wormen
	DEK2	46	15																									
	DEK3	48	15		1	3		474	492	1			380															veel houtsnippers
																												droog; veel houtsnippers en zanderig
	DEK4	44	14	2		1	1508		95	2			1034															
	DEK5	12	10	3	2	1	2486	1166	79							2	1		492	182								veel houtsnippers
REF1		13	2		6	1064		544	3		17	1196		3072	5	2	9	1524	394	850	2			497				
REF2		14		2	8		716	865	1		9	455		1239	5	4	6	1328	566	495	1			269				
HH-5	DEK1	66			1	1		610	10																			kortgeleden bemest
	DEK2	60	17		1	1		482	24																			
	DEK3	32	13	1	2	2	420	1116	197							4			920									
	DEK4	30	13	1	3	5	574	1715	388	2			997			1			230									
	DEK5	44	10	1		6	860		590			1			286	1			293									
	REF1		18	8		2	4298		426	1		1	505		188	1			291			1			254			bovenlaag vrij droog
	REF2		17		2	1		1197	299	1	2	3	961	830	302	6	1		1612	162								
HH-9	DEK1	30	17	3	1	7	3208	693	2479	2		8	1195		1055	2			771			1			57			code op zakken dek6
	DEK2	22	14	7	8	5	5979	4276	1199	1	3	4	636	1366	1017	1			369									
	DEK3	27	13	7	1	5	4965	681	1349	1	4	11	1004	1867	1950	3		4	761		483							
	DEK4	27	13	2	6	2	1640	3152	143	1	3		637	1261		1			242									
	DEK5	32	11	14	4	2	15799	2434	480	4	3	1	2967	1133	160	6	1		2474	197								
	REF1		14	3	3	9	2517	1452	2416	3	5	18	1254	2045	3499	13	5	2	3568	1040	271							
	REF2				1	14		363	2545	3	6	47	1534	1863	5783	4	4	5	1042	622	487							

Tabel A4.3: resultaten veldinventarisatie regenwormen

		deklaag	zode	<i>Lumbricus rubellus</i>						<i>Aporrectodea caliginosa tuberculata</i>						<i>Allolobophora chlorotica</i>						Diversen						opmerkingen
lokatie	monster	cm	cm	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	
BS-1	DEK1	31	17			9			546	6		8	3158		734	2		2	459		135		1			846		
	DEK2	19	20	4	2	25	3180	1506	1758	2	9		907	3173				4			263							
	DEK3	36	20		2	15		971	538	2	4	12	1094	1072	1044	4		7	785		551	3			207			
	DEK4	31	16			47			2075	4		8	2064		1356	8		6	1814		636	2			273			
	DEK5	21	16	1	4	52	920	1675	2668	4	2	12	2551	695	1674	7	4	8	1688	696	601	1			83			
	REF1		17	2	1	18	1371	358	1750	4	2	14	2380	610	1770	2		4	347		254							
	REF2		18	1	7	27	751	1335	1526	1		42	523		5021	3		7	870		648	1			243			
BS-2	DEK1	20	17	1		4	506		363							1		1	403		23	2			334			
	DEK2	22	12			2			54			6			624	2	1		383	144								
	DEK3	24	16	1		1	611		63			2			133	1		1	195		21							
	DEK4	23	15		1	2		450	227			3			365	1	1	1	194	208	32							
	DEK5	26	17							1		1	347		17							1			87			ruikt naat mest, bevat 2e grasmat, steen en hout
	REF1		16	4	4	3	3061	2407	133	1		11	442		2135	4		2	1091		127							
	REF2		12	4	1	3	3016	530	325		1	20		423	3400	2		2	395		131	3			891			
BS-5	DEK1	36		1	5	29	651	2424	7456	20	3	23	8722	921	4449	20	3	20	4270	535	1849		1			110		
	DEK2	40		5	3	12	3262	1034	3047	4		20	2074		2344	5	5	22	1150	653	1564							
	DEK3	28		9	7	37	5115	3867	7641	17	5	26	9920	1841	2531	17	13	41	3910	2226	2948							
	DEK4	35		3	5	10	1539	3278	2812	14		26	9776		3156	7	5	22	1948	816	1726	2		10	249		237	
	DEK5	33		2	2	18	1222	1085	5256	6	6	21	3584	1971	1624	16	7	31	3721	1246	2753	2			423			
	REF1			5		18	2929		3707	7	2	14	3508	788	1551	27	5	25	6778	945	2261	1			259			
	REF2			2	5	3	1400	2571	569	3	1	19	1657	240	3292	19	11	17	4491	2030	2031							
BS-7	DEK1	45	15	1		3	1246		312																			anaerobe stank
	DEK2	58	17	2		5	1446		1342	10	4	13	5525	1398	2702													
	DEK3	47	18	1	2	13	600	615	1756			2			315							2			355			
	DEK4	48	18	5	1	8	4042	782	2024	4			2362															
	DEK5	40	15		2	3		1066	380																			vrij droog
	REF1		18	1		8	449		1402	2	1	19	893	420	3380													
	REF2		15	3	3	6	1396	1631	1113	4	3	17	1697	465	2952							3			495			
BS-8	DEK1	28	15	2	1	1	1501	416	45							2		2	515		104	1			204			
	DEK2	29	13	1	1	9	963	359	459							2	1		568	153		2			453			
	DEK3	35	16	4		2	3617		186	2			1092			2		1	444		53							
	DEK4	23	17	1	3	3	1038	1593	186													2			432			onderste laagje verontreinigd met hardboard, stenen en hout
	DEK5	25	17		1	7		491	276			3			349	2	2	2	376	319	188	1			187			
	REF1		17	1		7	1203		559	1		6	601		996	6	2	12	1755	416	944	1			202			vrij droog
	REF2			3	1	2	2793	465	217								3	5		523	330							wat zand door grond

Tabel A4.4: resultaten veldinventarisatie regenwormen

				Lumbricus rubellus						Aporrectodea caliginosa tuberculata						Allolobophora chlorotica						Div ersen							
		deklaag	zode	aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten				
lokatie	monster	cm	cm	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	opmerkingen	
LP-1	DEK1	36		1	1	10	623	391	1346	3	1	41	1478	396	4030	3	7	16	530	1099	1521								
	DEK2	53		2	8	22	2160	3306	6215	11	1	15	7584	569	3537	5			2045										
	DEK3	66		5	1	7	3884	509	1470	1	10	19	690	3588	3568														
	DEK4	100		7	12	15	5416	5215	3264	2	1	21	805	375	3533														
	DEK5	90		3	4	6	2661	2059	1257	1	2	21	491	640	3075														
	REF1			5	2	4	3574	1148	988	4	4	9	2862	1503	1144														
	REF2			3		2	1938		273	2		1	943		278								1			75			
LP-2	DEK1	28	19	2			1352			1	4	3	524	1990	561	6	5	5	1714	845	462								
	DEK2	46	19	2	2	11	1658	848	1541	1	3	6	649	1139	860	5		3	1241		273								
	DEK3	27	16	1	1	10	681	363	1325	4	3		3347	1145		4		4	997		252	10	1	3	1210	92	143		
	DEK4	46			3	6		1226	1281	2	1	6	2643	532	811	3	3	1	627	411	82								
	DEK5	28	19	2	2	7	1887	948	1443	9	4	8	7035	1545	1237	3			524			6			582				
	REF1		13		1	5		366	829			7			858	1	1	6	167	196	291								
	REF2		13			2			454	4	2	2	2872	854	391	1			217										
LP-3	DEK1	34	22	1	1	4	996	562	420	3	3	19	1439	979	1620	2		2	331		199	2			474				
	DEK2	25	17	1	2	4	1132	1367	1202	3	4	11	1964	1849	1426							3			998				
	DEK3	24	18	1	1	5	574	450	998	3	5	8	1193	1466	1223							2			437				
	DEK4	38	22	6	5	2	3903	2729	704	2	1	7	720	471	1370														
	DEK5	28		1		4	671		941	10	11	32	4732	3190	4725														
	REF1			7	7	18	5481	2966	5149	5	4	14	2644	1249	2120							1			246				
	REF2			3	5	6	1864	2249	1293			8			1335														
LP-5	DEK1	35	17	3	4	8	3096	2186	1731		1			396		1	1		187	167									
	DEK2	31	15	3	9	20	2555	5484	3560	1		3	557		463														
	DEK3	29	13	3	3	11	2587	1784	2412	3		2	592		104														
	DEK4	28	18	4	1	19	2395	394	2303	3	4	10	1623	1425	2422	4		5	813		467	3			363				
	DEK5	39	17	2	5	7	1423	2265	248	2		7	1219		824	1	3	1	399	382	75	2			1765				
	REF1		15	4	5	24	3770	2677	2471	3		5	1764		1252	4	2	2	940	290	190								
	REF2		16	4	3	29	2679	1505	1077	1	1	6	618	387	856	4		5	827		343								
LP-7	DEK1	45	15		1	5		529	513	1			638			1			431										
	DEK2	28	15			19			2199																				
	DEK3	27	15		1	19		341	1835																				
	DEK4	38	17			2			240																				
	DEK5	33	18			8			395																				
	REF1		20	1	1	28	1249	522	2333	1			854																
	REF2		20	1		1	1170		82	1		3	708		334	1			300										

Tabel A4.5: resultaten veldinventarisatie regenwormen

				Lumbricus rubellus						Aporrectodea caliginosa tuberculata						Allolobophora chlorotica						Div ersen							
		deklaag	zode	aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten				
lokatie	monster	cm	cm	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	opmerkingen	
SH-1	DEK1	28								1		1	456		86	4			732										
	DEK2	20	12																									geen wormen	
	DEK3	22	13								1			357															
	DEK4	18	13																									geen wormen	
	DEK5	31	14																									geen wormen	
	REF1			1	1	2	686	430	406			7			1420							1		1	212		474		
	REF2					1			27	2	1	6	1034	434	1071							1	1		2016	1415			
SH-2	DEK1	32	14			6			879	3		38	1257		2744							1	1		202	1215			
	DEK2	32	14			1			111		1	7		368	682	5			1333			4			653				
	DEK3	15	13	2			1130			4		2	2502		112						1		2	194		1283			
	DEK4	27	12							1	2	11	454	653	741	1			186										
	DEK5	24	16	1			421			3		5	1220		763						1			1553					
	REF1		17	1		5	687		741	2	1	16	841	428	3200							11	8	6	11501	8027	4165	Veel A. longa	
	REF2		17							1	2	7	576	863	1171														
SH-3	DEK1	18	14			21			822																				
	DEK2	45	17	2		11	2470		376	2			1267																
	DEK3	25	14			7			328		1	1		327	102														
	DEK4	30	12			23			1264																				
	DEK5	22	14			9			432	1			414																
	REF1		17			28			747			1			271														
	REF2		16			12			538			2			266			3			164								
SH-5	DEK1	40	15	1		19	1096		841																				
	DEK2	38	18	1		13	935		462	1			693					1			11								
	DEK3	33	17	2	1	3	2390	521	74							2		2	555		23								
	DEK4	14	12			9			453									1			13								
	DEK5	12	15			7			284			1			129			3			52						dun laagje demping meebemonsterd		
	REF1		15	2	1	4	2601	485	106	4	1	3	2790	404	448	4			1187										
	REF2		16	1		36	676		1660			3			584						2			1618					
SH-9	DEK1	14	18	3			2811			1	3	5	656	1034	1144	8	3	2	2004	487	111								
	DEK2	18	13			2			212	1	1		257	265		2			391										
	DEK3	20	13		1	4		483	134		1	1		381	68														
	DEK4	28	14									1		285															
	DEK5	28	16	6	2		5977	997		4	8	14	2428	2960	2861														
	REF1		14		3			1698				1			178												grond erg droog		
	REF2		17	1	2	3	1149	983	507	1		2	437		489												grond erg droog		

Tabel A4.6: resultaten veldinventarisatie regenwormen

		deklaag	zode	Lumbricus rubellus						Aporrectodea caliginosa tuberculata						Allolobophora chlorotica						Div ersen							
				aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten				
lokatie	monster	cm	cm	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	opmerkingen	
BA2	DEK1	28	17	4	1	4	2950	429	787	2	1	6	912	433	4021	6	3		1405	530									
	DEK2	37	16		2	7		876	1627	8	2	5	3882	652	618	3	2		673	331									
	DEK3	25	16		3	7		1621	1227	3	4	7	1298	1215	1027			4			396							plastic en porselein in deklaag	
	DEK4	30	20		4	7		1438	1231	5	4	19	2216	1462	2653	2			345			1				194			
	DEK5	22	15	1	3	11	743	1557	763			7			1138			2			129	1			145			plastic en puin in deklaag	
	REF1		18			1			22																				
	REF2		17	3	1	7	1384	732	957																				
BA4	DEK1	28	13			5			217	2						3			689			1				113			
	DEK2	23		2	2	5	1450	901	221	1			423			2			483			1				203		Paul	
	DEK3	31	16	3	4	3	2703	1859	294	2	2	9	1064	813	1246	5		5	1298		682	2				324			
	DEK4	23	16		1	4		847	1024	2			1384			4			1216										
	DEK5	24	17	3	3	6	2376	1611	1645	6	7	4	3473	2584	343	13		3	3162		376	1		12	214		629		
	REF1		19		3	5		2007	267	4	2	5	1419	506	590	12	7	16	2669	1071	1061							zode droog; ondergrond redelijk vochtig	
	REF2		13	2	1	3	1489	567	592	2	1	4	2224	445	909	8	2	1	1775	350	46								
BA5	DEK1	23	15		1	1		217	42	2			969			2			517									deklaag onverstoord	
	DEK2	23	13									1			912		224											verontreinigd met zand, stenen en glas	
	DEK3	20	16			1			46	1	1	1	1115	346	168	6	1		1791	169		4				477		verontreinigd met zand	
	DEK4	21	17										463															verontreinigd met zand, stenen en glas	
	DEK5	22	15		2	1		1012	313	2	4	2	1673	1734	233	3	1		1018	201		1		2	213		63	deklaag onverstoord	
	REF1		17	1	5	2	794	1995	613	5	3	14	2286	1115	921	16	7	20	3409	991	1304	1		2	178		72		
	REF2		17	3	4	6	1972	1896	1145	3	4	10	1218	1100	1169	3		1	678		48	2			362				
BA6	DEK1	27	20			1			21			2			153														
	DEK2	26	17	3	3	4	2991	1323	770		1	3		417	389														
	DEK3	25	22	2		1	1832		307	2		4	728		791														
	DEK4	35	17		3	1		2063	171																				
	DEK5	68	16		2			808																					
	REF1		18	2		2	1326		230	2	1	7	1004	346	673	1		1	247		59								
	REF2		20	1	4	5	566	1597	112	4	3	21	1997	813	2641	3	1	2	518	136	53	2				335		Guido	
BA12	DEK1	10		2	3	8	1320	1291	1080	4	5	11	1729	1692	857	3	5	11	800	753	697	6				1257			
	DEK2	10		1		12	734		2646	5		24	2531		2848	14	2	23	3165	385	2074	4				678			
	DEK3	22				1			276	1			551			8		3	2457		331								
	DEK4	15		2	1	40	1361	556	2834	1	7		630	1027		10		27	2942		2896	1				175			
	DEK5	30		2		3	1289		743	6		16	2758		1298	5	1	7	1158	181	605								
	REF1			1	5	8	765	2569	1407	16			9951									1				272			
	REF2			2	6	13	2021	2588	2101		1	30		355	4604	6		11	1646		1146	3				690			

Tabel A4.7: resultaten veldinventarisatie regenwormen

		deklaag	zode	Lumbricus rubellus						Aporrectodea caliginosa tuberculata						Allolobophora chlorotica						Div ersen							
				aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten			aantallen			gewichten				
lokatie	monster	cm	cm	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	ad	sad	juv	opmerkingen	
BG-1	DEK1	35	17	1		7	869		1056	4	3	20	1889	816	2152	4	1	3	1059	136	315								
	DEK2	31	13	2	2	11	908	859	1551	4	1	17	1954	284	1575	3		5	705		247								
	DEK3	41	15		2	7		797	1508	4	2	15	2080	564	1987			3			220								
	DEK4	48	15		1	8		534	2036		4	24		1131	3156							4		4	1044		473		
	DEK5	62	11	2	6	15	1182	2556	1746	2	5	60	1341	2090	7001	3	2	7	792	361	515	3			686				
	REF1		15		2	31		1054	1938	1	6	21	460	2196	3252	5		3	1206		259								
	REF2		14	2		8	1482		1506	9	4	41	5573	1649	4878	2		4	439		373								
BG-2	DEK1	66	20	1		9	916		1046	1			558			2			773			2				321			
	DEK2	28		1	1	29	534	288	2147							3			605										
	DEK3	29	18			10			1128													1		1	103		9		
	DEK4	37	18	1		5	1159		383			1			264							1			84				
	DEK5	42	17		1	24		356	1535							1			20										
	REF1		18			23			1856		1			448								1				130			hout, rubber, plastic in deklaag; bovenste 10 cm vrij droog
	REF2		13	1		15	732		766	1	1	1	312	199	93			2			64								
BG-3	DEK1	37		5	1	1	5837	566	154	3		4	2145		615														anaeroob, veel dode (niet geregistreerde) wormen
	DEK2	38		5			4545				3			864															
	DEK3	32		2			1843					14			1825														
	DEK4	38		5		2	3044		97		2	2		556	199													wormen dood en al aan het vergaan	
	DEK5	30		7	1	2	7320	695	401	1			655																
	REF1			1	1	3	489	324	658	6		13	3225		2566													grond erg droog	
	REF2				2	1		814	467		2	7		909	1419													grond erg droog	
BG-8	DEK1	24	12	4	5	24	2980	2247	6534			1			273	2			563										
	DEK2	28	15	4	3	10	2378	1850	2900	1			762															vrij droog	
	DEK3	32	11	3	2	11	2102	1127	2557																			erg droog	
	DEK4	28	15	2	3	7	1877	1831	2108																			vrij droog	
	DEK5	34	18	7	2	9	7084	994	2437							1			328										
	REF1		13			14			2421		1	2		415	340	8			1443										
	REF2		18	17	9	66	13840	5215	3910							1			238										

Aanhangsel 5 Waarnemingen veldwerk

Veldwerk

Tabel A5.1. Waarnemingen met betrekking tot bemonsteringslocaties

Code	contactpersoon	straat	postcode woonplaats	telefoon	bereikbaarheid	GPS-X	GPS-Y	nr	GPS-X	GPS-Y	dikte deklaag (cm)	evt. bruikbare lengte (m)	datum	gemeten door	opmerkingen
BS-1	H.E. Kapteijn	Benedenkerkseweg 111	2821 LB Stolwijk	0182-341531	>500 m weiland in						20-50	>100	20/6/02	Joost	
BS-2	M. Stam-den Ouden	Tiendweg Oost 1	2935 LE Ouderkerk	0180-681068	goed						25-30	50	20/6/02	Joost	
BS-3	C.T. de Jong	Lekdijk West 109	2861 EV Bergambacht	0182-351218	goed						volgens boer >30				volgens boer > 30 cm; kon perceel niet betreden wegens inzaaien
BS-4	C. Spelt	West Vliesterdijk 12	2855 AH Vlist	0182-502085	goed						30->70	25	9/12/2002	Jos/Marleen	boer gaat perceel egaliseren en deklaag verhogen; valt af voor onderzoek
BS-5	Schep Holsteijn	Bovenberg 61	2861 BA Bergambacht	0182-386130	goed	4.48.920	51.56.500				65 - >70	>100	9/12/2002	Jos/Marleen	
BS-6	J. Rehorst	Achterbroek 43	2825 NO Berkenwoude	0182-362830	goed	4.41.684	51.58.077				24-29	75	11/12/2002	Jos/Marleen	
BS-7	R. Terlouw, ZHL	IJsseldijk Noord 242	2935 BP Ouderkerk	0182-374976 of 06-53148232	goed	4.39.150	51.57.441				45-60	>100	10/12/2002	Jos/Marleen	
BS-8	M. Oskam	Westeinde 80	2855 AH Berkenwoude	0182-362414	goed	4.41.317	51.56.144				24-31	70	11/12/2002	Jos/Marleen	
BS-9	P.J.M. van Diemen	West Vliesterdijk 9	2855 AH Vlist	0182-501186	500 m weiland in	4.47.303	51.59.127				65- >70	40	9/12/2002	Jos/Marleen	
score BS: 5, waaronder 2 deklaag die precies voldoen, 2 deklaag die net voldoen aan de ondergrens, en 1 deklaag die dikker is in vergelijking met het gestelde criterium van 30-50 cm															

Tabel A5.2. Waarnemingen met betrekking tot bemonsteringslocaties

Code	contactpersoon	straat	postcode woonplaats	telefoon	bereikbaarheid	GPS-X	GPS-Y	nr	GPS-X	GPS-Y	dikte deklaag (cm)	evt. bruikbare lengte (m)	datum	gemeten door	opmerkingen
HH-1	G.Rijkaart	Bovenberg 84	2861 BB Bergambacht	0182-383305	goed						12-25	>100	19/6/02	Joost	
HH-2	L en E.N Graaf	Opperduit 408a	2941 AR Lekkerkerk	0180-664465	goed						30-35	>100	25/6/02	Joost	
HH-3	C. Boogaardt	Benedenheulsegweg 35	2821 LV Stolwijk	0182-362513	goed	4.43.135	51.57.075				20-80	>100	10/12/2002	Jos/Marleen	
HH-4	C. Ouddijk	Zuidbroek 137	2861 LK Bergambacht	0182-362770	goed	4.43.686	51.55.963				20-40	15	9/12/2002	Jos/Marleen	
HH-5	A.B. Snoek	Benedenberg 83	2861 LD Bergambacht	0182-351290	goed						20-70	>100	3/7/2002	Joost	
HH-6	W. de Jong	IJsseldijk Noord 148	2935 BC Ouderkerk	0180-681661	400 m weiland in	4.39.621	51.56.475				22-28	13 m	11/12/2002	Jos/Marleen	
HH-7	Harting, BBL			06-52401484	zeer slecht										
HH-8	Harting, BBL			06-52401484	slecht									Jos/Marleen	demping onvindbaar of deklaag >70 cm
HH-9	Harting, BBL	Scheikade	gem. Vlist		goed	4.45.450	51.59.125	3	4.45.453	51.59.125	25-35	30 m	28/01/03	Jos/Marleen	
HH-10	A. de Jong	Tussenlanen 50	2861 CE Bergambacht	0182-353189	400 m weiland in	4.48.432	51.57.230	2	4.48.431	51.57.230	24-40	10 m	28/01/03	Jos/Marleen	
HH-11	E. van den Berg	Noord 21	2931 SJ Krimpen a/d Lek	0180-551960	goed			13	4.36.460	51.54.358	40	600 m	31/01/03	Jos/Marleen	deklaag in 2002 aangebracht; in deklaag zijn sporen van demping door ploegen; volgens boer is ook chemisch afval in demping (verf/teer). Deze demping zou ook als bedrijfsafval kunnen worden beschouwd
HH-12	A.P. van der Laan	Middelland 38	2931 AL Krimpen a/d Lek	0180-512704	goed						<20		31/01/03	Jos/Marleen	
score HH: 5 waaronder 2 met een bruikbare lengte van slechts 15-30 m															

Tabel A5.3. Waarnemingen met betrekking tot bemonsteringslocaties

Code	contactpersoon	straat	postcode/ woonplaats	telefoon	bereikbaarheid	GPS-X	GPS-Y	nr	GPS-X	GPS-Y	dikte deklaag (cm)	evt. bruikbare lengte (m)	datum	gemeten door	opmerkingen
LP-1	G. Blokland	Bovenkerkseweg 116	2861 XZ Stolwijk	0182-343063	redelijk						35-70	>100	25/6/02		300 m van LP-3
LP-2	P.Graveland	Schaapjeszijde 4	2935 CK Ouderkerk	0182-362325	goed						28-45	>100	1/7/2002		
LP-3	G. Blokland	Bovenkerkseweg 116	2861 XZ Stolwijk	0182-343063	redelijk						15-35	>100	26/6/02		300 m van LP-1
LP-4	G. Vonk Noordergraaf	IJsseldijk Noord 123	2935 BK Ouderkerk	0180-682558	>500 m weiland in						45-60	>100	4/7/2002		
LP-5	J. Schep	Zuidbroek 153	2861 LL Bergambacht	0182-362536	redelijk	4.43.558	51.55.993				10-26	15	9/12/2002	Jos/Marleen	
LP-6	Algera	Benedenkerkseweg 29	2821 LV Stolwijk	0182-362602	goed									Jos/Marleen	boer heeft lompen verwijderd; niet bruikbaar voor
LP-7	R. Terlouw, ZHL	einde van Graaf wetering	gem. Bergambacht	0182-374976 of 06-53148232	erg afgelegen	4.41.060	51.56.647				35-50	32	10/12/2002	Jos/Marleen	
score LP: 4, waaronder 1 moeilijk bereikbare en een cluster van 2 (LP1 en 3 die slechts 300 m van elkaar zijn verwijderd)															

Tabel A5.4. Waarnemingen met betrekking tot bemonsteringslocaties

Code	contactpersoon	straat	postcode/ woonplaats	telefoon	bereikbaarheid	GPS-X	GPS-Y	nr	GPS-X	GPS-Y	dikte deklaag (cm)	evt. bruikbare lengte (m)	datum	gemeten door	opmerkingen
SH-1	Ch Lemckert	IJsseldijk Noord 378	2935 CS Ouderkerk	0180-684378	goed						16-37	>100	1/7/2002	Joost	parallel met SH-2; 10 m uit elkaar
SH-2	Ch Lemckert	IJsseldijk Noord 378	2935 CS Ouderkerk	0180-684378	goed						16-37	>100	1/7/2002	Joost	parallel met SH-1; 10 m uit elkaar
SH-3	R. Terlouw, ZHL	IJsseldijk Noord 242	2935 BP Ouderkerk	0182-374976 of 06-53148232	erg afgelegen	4.40.503	51.56.702				20-31	12	10/12/2002	Jos/Marleen	
SH-4	R. Terlouw, ZHL	IJsseldijk Noord 242	2935 BP Ouderkerk	0182-374976 of 06-53148232	erg afgelegen	4.40.588	51.56.696				15-45	4	10/12/2002	Jos/Marleen	
SH-5	R. Terlouw, ZHL	IJsseldijk Noord 242	2935 BP Ouderkerk	0182-374976 of 06-53148232	erg afgelegen	4.40.609	51.56.720				34-55	10	10/12/2002	Jos/Marleen	
SH-6	R. Terlouw, ZHL	IJsseldijk Noord 242	2935 BP Ouderkerk	0182-374976 of 06-53148232	erg afgelegen	4.40.581	51.56.676				25-30	12	10/12/2002	Jos/Marleen	
SH-7, 8	Harting, BBL	Lageweg	Ouderkerk		goed						10-50		29/01/03	Jos/Marleen	op de meeste plaatsen <20 cm deklaag; deklaag was verontreinigd
SH-9	Harting, BBL	Koolwijkseweg	gem. Stolkwijk		redelijk	4.45.988	51.57.320	4	4.45.986	51.57.321	28-40	10	28/02/03	Jos/Marleen	deklaag in 2002 aangebracht; op de meeste plaatsen was deklaag verstoord
score SH: 3, waaronder een cluster van 2 (SH-1 en 3, ca. 20 m uit elkaar) en een cluster van 4 (SH3-6, minder dan 200 m uit elkaar). In de meeste gevallen is de bruikbare lengte slechts < 25 m															

Tabel A5.5. Waarnemingen met betrekking tot bemonsteringslocaties

Code	contactpersoon	straat	postcode/ woonplaats	telefoon	bereikbaarheid	GPS-X	GPS-Y	nr	GPS-X	GPS-Y	dikte deklaag (cm)	evt. bruikbare lengte (m)	datum	gemeten door	opmerkingen
BG-1	K. Both	Westeinde 39	2825 AJ Berkenwoude	0182-362305	500 m weiland in						30-50	>100	11/6/2002	Joost	
BG-2	W. de Jong (eigendom van BBL)	Benedenkerkseweg 120a	2821 LG Stolwijk	0182-341785 en BBL	?						27-35	>100	26/6/02	Joost	
BG-3	J. Schep Holstein	Bovenberg 61a	2861 BA Bergambacht	0182-386130	goed						29-36	>100	27/6/02	Joost	
BG-4	C.A. Vliet	Lekdijk West 43 A	2861 FS Bergambacht	0182-351558									29/01/03	Jos/Marleen	Er is een schuur gebouwd op de plaats van de demping
BG-5	Harting, BBL	Maatschap Boon, Tiendweg West 12	2941 EP Lekkerkerk	070-3371234 of 06-52401484									29/01/03	Jos/Marleen	Over gehele breedte perceel een vergelijkbaar dieptepatroon grondlagen (geen differentiatie op plaats van demping)
BG-6	Harting, BBL	Maatschap Boon, Tiendweg West 12	2941 EP Lekkerkerk	070-3371234 of 06-52401484									29/01/03	Jos/Marleen	Over gehele breedte perceel een vergelijkbaar dieptepatroon grondlagen (geen differentiatie op plaats van demping)
BG-7	B.N. den Ouden	Schuwacht 180	2941 EJ Lekkerkerk	0180-662525	redelijk			15	4.39.742	51.53.712	75		30/01/03	Jos/Marleen	Deklaag is klei; op 75 cm diepte overgaand in een donkergrijze substantie (bagger ???)
BG-8	A. Oosterom	Achterbroek 21 a	2825 NC Berkenwoude	0182-367031	goed	4.41.410	51.57.802	5	4.41.409	51.57.807	23-50		28/01/03	Jos/Marleen	Bij monsternames goed verifiëren of er differentiatie is in diepteprofiel grondlagen op plaats van demping
score BG: 4															

Tabel A5.6. Waarnemingen met betrekking tot bemonsteringslocaties

Code	contactpersoon	straat	postcode/ woonplaats	telefoon	bereikbaarheid	GPS-X	GPS-Y	nr	GPS-X	GPS-Y	dikte deklaag (cm)	evt. bruikbare lengte (m)	datum	gemeten door	opmerkingen
BA-1	J. Hakkesteegt	Tussenlanen 41	2861 CC Bergambacht	0182-351393	goed						20-27	>100	10/6/2002	Joost	
BA-2	C. Graveland	Benedenkerkseweg 125	2821 LB Stolwijk	0182-341395	goed						25-35	10 tot 25 ?	26/6/02	Joost	Demping vrij dicht bij bebouwing
BA-3	J. Booy	Wetering Oost 1	2941 LD Lekkerkerk	0180-663814	500 m weiland in			10	4.42.615	51.55.275			30/01/03	Jos/Marleen	Op de plaats waar de demping zou moeten liggen, werd hetzelfde bodemprofiel aangetroffen als op plaatsen waar geen demping was: ca. 35 cm zwarte grond, en daaronder roodbruine substantie met houtachtige vezels (veenlaag ?)
BA-4	J.P. de Jong	IJsseldijk Noord 55	2935 BH Ouderkerk	06-53643040	500 m weiland in	4.39.537	51.55.811				35-70	>100	11/12/2002	Jos/Marleen	
BA-5	J.P. de Jong	IJsseldijk Noord 55	2935 BH Ouderkerk	06-53643040	900 m weiland in	4.39.735	51.55.704				20-50	>100	11/12/2002	Jos/Marleen	
BA-6	J.P. de Jong	IJsseldijk Noord 55	2935 BH Ouderkerk	06-53643040	400 m weiland in	4.39.420	51.55.795				27-60	80	11/12/2002	Jos/Marleen	
BA-7	D. van Mullem-Stam	Tiendweg Oost 1	2935 LE Ouderkerk	0180-682475	900 m weiland in						10-20		29/1/03	Jos/Marleen	
BA-8	J.M. Muilwijk	Kadijk 5	2861 LC Bergambacht	0182-374976	400 m weiland in	4.47.131	51.56.868				20-50	10	9/12/2002	Jos/Marleen	deklaag vervuild; niet bruikbaar
BA-9	J.M. Muilwijk	Kadijk 5	2861 LC Bergambacht	0182-374976	500 m weiland in	4.47.130	51.56.942				15-25	10	9/12/2002	Jos/Marleen	deklaag vervuild; niet bruikbaar
BA-10	G.C. v/d Heuvel	Kerkweg 133	2935 LA Ouderkerk	0180-681192	500 m weiland in			7	4.39.288	51.55.476	30-50	50-100	29/01/03	Jos/Marleen	Demping moeilijk te lokaliseren aan de hand van oppervlakteprofiel. Dempingsmateriaal is hout; er werden geen sporen van andere materialen aangetroffen. Dit betreft dus niet echt bedrijfsafval !
BA-11	A. de Jong	West Vlisterdijk 32	2855 AJ Vlist	0182-501472											Demping was op het boeren erf
BA-12	J.M. Schep mw. E. Rijnveld	Bovenberg 78	2861 BC Bergambacht	0182-385896 06-51527489	goed	4.48.941	51.56.849	1	4.48.941	51.56.841	27-40	25	28/01/03	Jos/Marleen	
BA-13	G. Vonk-Noordergraaf	IJsseldijk Noord 76	2935 BJ Ouderkerk	0180-682005	500 m weiland in						15		30/01/03	Jos/Marleen	
score BA: 3, waaronder een cluster van 3 (BA3, 4 en 5, die < 500 m van elkaar zijn verwijderd), en 2 met een bruikbare lengte van slechts 10-25 m															

Aanhangsel 6 Resultaten bioassay regenworm

Regenworm bioassay

Tabel A6.1: resultaten van regenworm bioassay

tabel 11:12-14: resultaten van experiment steady														
		t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
		± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons		gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
grond	pot nr.										opmerkingen			
KOBG	1	650	0.95	niet bepaald	95	12.90	4777	4	3716	37	veel schimmel op blad aan oppervlak	37		1
	2						4434	0			veel schimmel op blad aan oppervlak			
	3						4557	0			veel schimmel op blad aan oppervlak			
	4						4205	0			veel schimmel op blad aan oppervlak			
	5						0							
Depot	6	450	58.49	-113	0	58.72	4149	0			veel schimmel op blad aan oppervlak	58	12	3
	7						5372	4+1	6583	46	goede conditie; 1 worm half 534 mg			
	8						5246	5	6103	69	zeer goede conditie			
	9						5596	5	7232	58	zeer goede conditie			
	10						0			0				

Tabel A6.2: resultaten van regenworm bioassay

		t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
grond	pot nr.	± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
BA-2	11	350	63.46	9	9	64.41	4725	5	6281	77	zeer goede conditie; 1 juv. A.sp.	70	6	4
	12						4749	5	5976	66	zeer goede conditie			
	13						5262	5	6607	64	zeer goede conditie			
	14						5483	5	7045	71	zeer goede conditie			
	15						0			2				
BA-4	16	400	53.52	37	37	57.67	4715	0		32	1 worm dood aangetroffen; 2 juv.L.rub.	55	4	2
	17						4007	5	5290	52	zeer goede conditie			
	18						4168	4	4454		zeer goede conditie			
	19						4181	5	5594	57	zeer goede conditie			
	20						0			2				
BA-5	21	450	41.82	38	38	45.38	4509	5	5851	75	zeer goede conditie; 2 juv. A.sp	81	6	3
	22						4803	5	6364	81	zeer goede conditie;1 juv. L.rub+2 juv. A.sp.			
	23						5159	3	2032		3 wormen stervend; 1 juv.L.rub.			
	24						5385	5	6707	87	zeer goede conditie			
	25						0			4	4 juv. A. chlorotica			
BA-6	26	400	62.98	15	15	64.40	4514	5	6054	68	zeer goede conditie	57	17	3
	27						4130	5	6086	66	zeer goede conditie			
	28						3894	0			1 worm dood aangetroffen			
	29						5088	5	6415	38				
	30						0			0				
BA-12	31	425	48.43	27	32	52.27	5630	5	6815	66	tegen omslagpunt; z. g. c.;1 juv. A.chl.	62	11	4
	32						5012	5	6470	70	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub			
	33						4768	5	6017	67	zeer goede conditie; 2 juv. A.sp.			
	34						4327	5	5313	45	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	35						0			2	1 juv. A.sp.			

Tabel A6.3: resultaten van regenworm bioassay

		t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
grond	pot nr.	± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
BG-1	36	400	58.25	21	21	60.35	4610	4	5040	60	zeer goede conditie; 1 juv.A.sp.	67	11	4
	37						5260	5	7264	56	zeer goede conditie			
	38						5472	5	6603	81	zeer goede conditie			
	39						4694	5	5838	69	zeer goede conditie			
	40						0			0				
BG-2	41	400	65.56	14	14	66.52	5235	5	6556	85	zeer goede conditie	61	19	4
	42						4110	5	5847	66	zeer goede conditie			
	43						4517	5	6390	46	zeer goede conditie			
	44						4225	5	5827	45	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	45						0			6				
BG-3	46	500	42.32	9	9	43.72	4836	5	6358	58	klei-zand; zeer goede conditie	55	6	4
	47						4569	5	6389	51	zeer goede conditie			
	48						5559	5	6727	49	zeer goede conditie			
	49						5093	5	6768	62	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	50						0			1				
BG-8	51	375	49.39	55	55	55.52	5017	5	6275	53	zeer goede conditie	54	11	4
	52						5241	5	6484	53	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	53						5752	5	6652	69	zeer goede conditie			
	54						3947	5	4573	41	zeer goede conditie			
	55						0			4				

Tabel A6.4: resultaten van regenworm bioassay

grond	pot nr.	t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
		± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
BS-1	56	475	60.54	9	9	45.91	4585	5	5717	58	z.g.c; worm zet coc.af;2 juv.A.sp.+1 juv.A.chl.	66	7	4
	57						4756	5	6501	68	zeer goede conditie			
	58						4780	5	6390	75	zeer goede conditie			
	59						5382	5	5665	64	zeer goede conditie; 1 juv. A.chl.			
	60						0			0				
BS-2	61	450	57.88	0	0	58.01	5916	5	7868	68	zeer goede conditie	65	10	4
	62						6898	5	8797	52	zeer goede conditie			
	63						4566	5	6097	76	zeer goede conditie			
	64						5740	5	7469	62	zeer goede conditie			
	65						0			2				
BS-5	66	425	46.21	18	18	49.19	5147	5	6538	92	tegen omslagpunt; z.g.c; 1 juv. A.chl.	74	27	4
	67						4178	5	6312	79	zeer goede conditie			
	68						5039	5	6514	35	zeer goede conditie, 1 juv A.chlorotica			
	69						4447	5	6632	91	zeer goede conditie, 2 juv A.chlorotica			
	70						0			3	1 juv A.chlorotica			
BS-7	71	400	55.27	27	22	57.54	4526	4	4926		tegen omslagpunt;3 in g.+1 in m. conditie	56	4	2
	72						6082	5	7473	58	goede conditie			
	73						4056	4	4367		z. g.con; hiervan een worm gebroken staart			
	74						4782	5	5692	53	4 in z.g.+1 in matige conditie; 1 juv.A.sp.			
	75						0			1				
BS-8	76	375	62.65	5	5	63.09	5288	5	6892	57	4 in zeer goede+1 in matige conditie	60	14	4
	77						4792	5	4881	41	goede conditie			
	78						4255	5	5585	68	goede conditie			
	79						5659	5	6869	74	zeer goede conditie			
	80						0			0				

Tabel A6.5: resultaten van regenworm bioassay

		t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
grond	pot nr.	± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
HH-2	81	450	60.17	-34	0	60.42	4146	4	3843		zeer goede conditie	20	6	3
	82						4272	5	5662	26	zeer goede conditie			
	83						4355	5	4994	15	4 in zeer goede + 1 in matige conditie			
	84						4346	5	5107	18	zeer goede conditie			
	85						0			2				
HH-3	86	425	59.96	-7	0	59.91	4692	5	5943	47	zeer goede conditie	61	12	3
	87						4908	4	4689		zeer goede conditie; 1 dood aangetroffen			
	88						4142	5	5576	69	zeer goede conditie			
	89						4802	5	6016	67	zeer goede conditie			
	90						0			1				
HH-4	91	375	43.84	72	72	51.88	4658	5	6290	64	tegen omslagpunt veel hout; z.g.c.	70	7	4
	92						5133	5	6473	80	zeer goede conditie			
	93						4453	5	6049	72	zeer goede conditie			
	94						4414	5	5885	65	zeer goede conditie; 2 juv.L.rub.			
	95						0			2				
HH-5	96	375	63.22	19	19	64.87	5059	5	6623	71	zeer goede conditie	82	8	4
	97						4906	5	6558	82	zeer goede conditie			
	98						4697	5	6078	88	z.g.c; 1 juv.A.cal.sp.+1 juv.L.rub.			
	99						5136	5	7170	88	zeer goede conditie;1 juv.A.sp.			
	100						0			1				
HH-9	101	400	51.01	41	41	55.52	5131	5	6904	49	zeer goede conditie	65	19	4
	102						4979	5	6769	88	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	103						5099	5	6809	51	zeer goede conditie			
	104						4492	5	6062	72	zeer goede conditie; 2 juv. L.rub.			
	105						0			4				

Tabel A6.6: resultaten van regenworm bioassay

		t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
grond	pot nr.	± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
SH-1	106	475	48.7	-5	0	48.26	6210	5	7452	58	zeer goede conditie	68	11	4
	107						4321	5	6018	71	zeer goede conditie			
	108						4195	5	5955	82	zeer goede conditie			
	109						5008	5	7099	61	zeer goede conditie			
	110						0			0				
SH-2	111	525	40.79	-4	0	40.71	5526	5	7370	36	zeer goede conditie	50	14	3
	112						4030	4	4795		zeer goede conditie; 1 dood stuk; 1 juv. A.sp.			
	113						4665	5	6551	50	zeer goede conditie			
	114						5224	5	7076	63	zeer goede conditie			
	115						0			0				
SH-3	116	350	60.97	12	12	62.33	4527	5	5953	70	zeer goede conditie	78	8	4
	117						5531	5	6880	89	zeer goede conditie; 1 juv.A.chlorotica			
	118						4656	5	5987	73	zeer goede conditie			
	119						4626	5	5193	80	zeer goede conditie; 1 juv.A.chlorotica			
	120						0			0				
SH-5	121	375	56.29	-13	0	55.62	4678	5	6444	47	zeer goede conditie	48	4	4
	122						4480	5	6133	54	zeer goede conditie; 1 juv. A.sp.			
	123						5127	5	5887	44	zeer goede conditie			
	124						5523	5	6740	47	zeer goede conditie			
	125						0			2				
SH-9	126	375	60.37	33	33	63.34	4595	5	5916	81	zeer goede conditie	76	4	4
	127						5393	5	6557	73	zeer goede conditie			
	128						5551	5	6283	73	zeer goede conditie			
	129						5839	5	7110	77	zeer goede conditie; 2 juv. A.sp.			
	130						0			5				

Tabel A6.7: resultaten van regenworm bioassay

grond	pot nr.	t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
		± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
LP-1	131	475	43.31	18	18	45.27	5020	5	5618	70	zeer goede conditie	65	10	4
	132						5196	5	6773	50	zeer goede conditie			
	133						4419	5	5943	69	zeer goede conditie			
	134						5262	5	6598	71	zeer goede conditie			
	135						0			4				
LP-2	136	375	61.34	-33	0	61.55	4107	5	5302	40	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.+1 juv. A. chl.	52	12	4
	137						4987	5	6343	50	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	138						4507	5	5882	51	zeer goede conditie; 1 juv. A. chlorotica			
	139						4896	5	5374	68	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.+1 juv. A. chl.			
	140						0			2	4 juv. L.rub.			
LP-3	141	500	35.96	21	21	38.51	4402	5	6178	69	zeer goede conditie	58	12	4
	142						6304	5	7386	48	zeer goede conditie			
	143						4715	5	5823	67	zeer goede conditie; 1 juv. A.sp.			
	144						4458	5	5725	47	zeer goede conditie; 1 worm gebroken staart			
	145						0			0				
LP-4	146	350	61.33	34	34	63.12	5196	5	6151	64	zeer goede conditie	54	9	4
	147						4514	5	5492	54	zeer goede conditie			
	148						3917	5	4716	55	zeer goede conditie			
	149						4637	5	4997	41	zeer goede conditie			
	150						0			0				
LP-5	151	375	53.1	30	30	56.85	4204	5	5796	83	zeer goede conditie; 2 juv. L.rub.	72	9	4
	152						4974	5	6620	72	zeer goede conditie; 1 juv. A.chlorotica			
	153						4060	5	5439	70	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	154						6046	5	6616	62	zeer goede conditie			
	155						0			3				
LP-7	156	400	62.87	-7	0	62.55	5263	5	6492	60	zeer goede conditie	54	11	4
	157						4419	5	5892	60	4 in goede conditie; 1 worm insnoeringen			
	158						5736	5	7332	38	zeer goede conditie			
	159						4987	5	6053	58	zeer goede conditie			
	160						0			0				

Tabel A6.8: resultaten van regenworm bioassay

grond	pot nr.	t=0 (14-07-2003)						t= 4 weken (11-08-2003)						
		± 500 ml grond in g	vochtgehalte in %	toe te voegen hoeveelheid water voor WHC54 (ml)	hoeveelheid toegevoegd (ml)	nieuw vochtgehalte (%)	gewicht 5 wormen (mg)	N=	gewicht wormen (mg)	aantal cocons	opmerkingen	gemiddeld aantal cocons	SD	aantal potten met 5 wormen
BA-Ref	161	450	43.62	41	34	47.90	5833	5	6818	59	tegen omslagpunt; z.g.c.; 1 juv. A.chl.	55	4	3
	162						5789	5	6600	53	zeer goede conditie; 1 juv. A.chlorotica			
	163						4884	4	5298		goede conditie; 1 dood aangetroffen			
	164						3945	5	5683	52	z.g.c.; 1 worm licht opgeblazen; 1 juv. A.chl.			
	165						0			1	1 juv. A. chlorotica			
BG-Ref	166	400	49.7	36	22	52.64	3797	4	3803		tegen omslagpunt; zeer goede conditie	60	9	2
	167						5227	5	6293	66	zeer goede conditie			
	168						4798	5	5709	53	zeer goede conditie			
	169						3767	3+1	2900		z.g.c.; deze worm mist stuk staart 604 mg			
	170						0			2				
BS-Ref	171	450	44.98	27	27	48.43	5053	5	5929	55	z. g. c; 1 juv. A.sp; 1 juv. A.chlorotica	64	12	4
	172						4344	5	5611	62	zeer goede conditie; 1 juv. A.sp.			
	173						4657	5	6281	82	zeer goede conditie			
	174						4605	5	5992	57	zeer goede conditie; 2 juv. A.sp.			
	175						0			0				
HH-Ref	176	400	48.78	9	9	49.98	5477	5	6431	48	zeer goede conditie; 2 juv. A.sp.	56	13	4
	177						5274	5	6294	58	zeer goede conditie			
	178						6504	5	7461	73	zeer goede conditie; 1 juv. A.chl.			
	179						4503	5	5356	44	zeer goede conditie			
	180						0			1				
SH-Ref	181	450	42.95	30	30	46.76	4401	5	5713	65	zeer goede conditie; 1 worm licht opgeblazen	59	5	4
	182						4919	5	5691	54	zeer goede conditie			
	183						5505	5	6621	57	zeer goede conditie			
	184						5936	5	7047	60	zeer goede conditie; 1 juv. L.rub.			
	185						0			1	1 juv. A. sp.			
LP-Ref	186	400	44.4	4	15	46.44	4893	5	5381	37	kijkt na 4 ml nog wat droog; z.g.c.	59	17	4
	187						4084	5	5079	77	zeer goede conditie; 2 juv. A.chlorotica			
	188						5845	5	6586	64	zeer goede conditie; 2 juv. A.sp.			
	189						3939	5	4420	59	zeer goede conditie			
	190						0			2				

Aanhangsel 7 Resultaten veldinventarisatie nematoden

Tabel A7.1: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Huishoudelijk afval deklaag				
			HH2	HH3	HH4	HH5	HH9
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	23	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	201	305	2658	734	1914
RHABDITIDAE	1	B	164	258	864	791	1914
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0
Acroboloides	2	B	97	0	0	113	383
Anaplectus	2	B	7	47	0	56	153
CEPHALOBIDAE	2	B	60	0	0	0	77
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	119	375	465	565	842
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	0	0	0
Plectus	2	B	0	164	66	0	306
Bastiana	3	B	0	0	0	0	77
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	23	66	0	0
Prismatolaimus	3	B	0	0	133	169	77
Teratocephalus	3	B	0	47	266	847	153
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	0	47	0	56	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	23	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	0	133	0	0
Mononchus	4	C	0	23	66	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	0	0	66	56	0
Daur larvae	0	D	0	23	0	0	383
DORYLAIMOIDEA	4	O	0	47	133	56	0
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	0	0	0
Aporcelaimellus	5	O	0	0	0	0	77
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	0	0	0	0	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	0	0	0	339	1149
Heterodera	0	P	0	0	0	0	0
Hirschmaniella	0	P	15	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	60	117	0	0	153
Meloidogyne	0	P	0	727	4253	1694	536
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	7	23	0	169	1225
Pratylenchus	0	P	22	0	133	339	306
Psilenchus	0	P	0	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	141	985	465	1130	536
Tylenchorhynchus	0	P	30	70	66	1242	536
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	201	117	66	169	842
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	66	0	0
TOTAAL	0	0	1124	3448	9968	8528	11640

Tabel A7.2: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Huishoudelijk afval referentie				
			HH2 ref	HH3 ref	HH4 ref	HH5 ref	HH9 ref
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	40	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	500	238	159	367	1524
RHABDITIDAE	1	B	687	753	291	1035	1524
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	156	79	0	0	0
Anaplectus	2	B	31	79	0	0	145
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	437	634	291	534	1524
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	79	0	0	0
Plectus	2	B	156	159	0	33	218
Bastiana	3	B	0	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	40	0	0	0
Prismatolaimus	3	B	0	0	0	0	0
Teratocephalus	3	B	94	0	0	0	0
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	0	79	53	0	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	0	0	100	73
Mononchus	4	C	0	40	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	40	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	31	0	26	0	218
Daurlarve	0	D	31	0	79	33	363
DORYLAIMOIDEA	4	O	0	198	212	134	145
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	0	0	0
Aporcelaimellus	5	O	0	0	0	0	218
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	0	79	0	0	73
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	0	396	370	0	581
Heterodera	0	P	0	40	79	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	156	40	159	33	0
Meloidogyne	0	P	593	1863	979	1603	944
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	375	119	26	100	1161
Pratylenchus	0	P	500	40	185	200	653
Psilenchus	0	P	0	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	718	317	847	300	871
Tylenchorhynchus	0	P	94	317	318	434	508
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	125	317	53	100	218
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	4684	5984	4128	5008	10960

Tabel A7.3: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Bouw en sloopafval deklaag						
			BS5 dek	BS8 dek	BS2 dek	BS7 dek	BS1 dek	BS2 dek	BS8 dek
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	70	0	0
Panagrolaimus	1	B	3252	1459	200	100	0	85	494
RHABDITIDAE	1	B	2391	1926	200	0	421	149	247
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	0	0	143	100	0	361	0
Anaplectus	2	B	383	233	86	133	0	0	0
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	33	0	42	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	478	1693	684	166	421	170	988
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	0	0	0	0	0
Plectus	2	B	287	58	171	232	140	21	329
Bastiana	3	B	0	0	0	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	33	0	0	0
Prismatolaimus	3	B	96	58	0	0	0	0	82
Teratocephalus	3	B	0	117	0	33	0	0	124
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	0	0	143	0	35	21	124
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	0	0	0	21	0
Eudorylaimus	4	C	0	0	29	0	176	0	82
Mononchus	4	C	0	0	0	0	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0	0
Thornemematinae	5	C	0	58	285	0	35	21	82
Daur larvae	0	D	96	759	0	0	0	0	0
DORYLAIMOIDEA	4	O	96	0	513	133	35	106	82
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	0	0	35	0	0
Aporcelaimellus	5	O	96	0	0	66	0	0	0
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	0	58	0	33	105	0	165
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	191	58	86	100	527	0	0
Heterodera	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	96	117	114	33	176	42	0
Meloidogyne	0	P	478	58	684	1062	316	425	82
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	2870	0	0	531	35	0	82
Pratylenchus	0	P	1052	525	342	299	281	0	82
Psilenchus	0	P	96	0	0	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	1148	350	342	1028	1791	446	247
Tylenchorhynchus	0	P	0	875	285	796	773	1253	2758
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	1243	292	0	66	35	64	0
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	14348	8696	4304	4976	5408	3228	6052

Tabel A7.4: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Bouw en sloopafval referentie						
			BS8 ref	BS2 ref	BS1 ref	BS7 ref	BS2 ref	BS8 ref	BS5 ref
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	191	176	24	408	624	1246	5279
RHABDITIDAE	1	B	458	1517	667	245	1344	642	3563
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	0	0	0	163	0	0	0
Anaplectus	2	B	38	35	0	245	0	75	660
CEPHALOBIDAE	2	B	38	0	0	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	610	282	453	735	720	944	2244
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	38	35	0	0	0	0	0
Plectus	2	B	267	35	71	327	240	113	528
Bastiana	3	B	0	0	71	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	0	0	0	0
Prismatolaimus	3	B	0	0	24	0	0	0	0
Teratocephalus	3	B	0	35	0	0	0	38	132
Alaimus	4	B	0	0	0	0	48	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	191	0	119	82	0	38	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	0	0	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	38	0	0	0	96	38	0
Mononchus	4	C	0	0	0	82	0	38	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	38	0	238	82	144	151	132
Daurilave	0	D	38	0	0	0	0	113	132
DORYLAIMOIDEA	4	O	114	35	24	245	144	75	0
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	24	0	96	0	0
Aporcelaimellus	5	O	0	35	0	0	0	38	264
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	38	35	71	0	48	189	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	114	106	167	82	240	38	1452
Heterodera	0	P	0	0	24	0	48	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	38	0	71	163	192	113	132
Meloidogyne	0	P	343	71	71	1388	480	113	528
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	0	35	381	3511	0	226	660
Pratylenchus	0	P	0	212	119	816	240	302	2112
Psilenchus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	267	1553	286	980	1296	604	1056
Tylenchorhynchus	0	P	2631	812	500	2531	912	415	0
Rotylenchus	0	P	0	0	0	82	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	353	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	24	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	153	0	191	163	336	75	2771
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	5644	5364	3620	12328	7248	5624	21644

Tabel A7.5: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Bagger deklaag			
			BG3 dek	BG1 dek	BG2 dek	BG8 dek
Achromadora	3	A	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	2703	167	273	136
RHABDITIDAE	1	B	1134	1004	897	681
Butlerius	1	B	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	0	0	156	0
Anaplectus	2	B	87	279	312	45
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	174	948	1092	363
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	56	0	0
Plectus	2	B	262	446	234	272
Bastiana	3	B	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	91
Prismatolaimus	3	B	0	56	78	181
Teratocephalus	3	B	0	167	156	136
Alaimus	4	B	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0
Tripyla	3	C	0	167	78	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	0	0	0
Mononchus	4	C	0	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	0	223	39	0
Daurlarve	0	D	0	167	0	0
DORYLAIMOIDEA	4	O	0	0	78	0
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	87	167	0	0
Aporcelaimellus	5	O	0	56	39	0
Aglenchus	0	P	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	39	0
DOLICHODORIDAE	0	P	0	0	0	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	0	1060	0	0
Heterodera	0	P	0	669	117	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0
Malenchus	0	P	0	112	0	91
Meloidogyne	0	P	2529	502	78	1860
Boleodorus	0	P	0	56	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	4971	279	0	363
Pratylenchus	0	P	262	614	78	227
Psilenchus	0	P	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	112	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	523	446	1287	726
Tylenchorhynchus	0	P	0	558	819	1543
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	436	112	0	181
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	13168	8424	5848	6896

Tabel A7.6: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Bagger referentie			
			BG8 ref	BG2 ref	BG1 ref	BG3 ref
Achromadora	3	A	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	0	386	163	4278
RHABDITIDAE	1	B	1050	643	409	856
Butlerius	1	B	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	58	32	41	0
Anaplectus	2	B	58	0	0	0
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	175	643	409	856
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	41	0
Plectus	2	B	58	64	286	0
Bastiana	3	B	0	0	82	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	82	0
Prismatolaimus	3	B	0	96	0	0
Teratocephalus	3	B	58	289	163	0
Alaimus	4	B	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0
Tripyla	3	C	408	129	41	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	32	163	78
Eudorylaimus	4	C	0	0	41	78
Mononchus	4	C	0	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	0	32	245	78
Daurlarve	0	D	0	0	0	0
DORYLAIMOIDEA	4	O	58	0	0	78
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	41	0
Aporcelaimellus	5	O	0	0	0	78
Aglenchus	0	P	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	0	0	0	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	117	0	286	467
Heterodera	0	P	0	289	1512	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0
Malenchus	0	P	0	32	41	0
Meloidogyne	0	P	758	386	327	544
Boleodorus	0	P	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	1341	0	41	389
Pratylenchus	0	P	875	129	204	389
Psilenchus	0	P	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	525	1061	940	1555
Tylenchorhynchus	0	P	3149	1029	490	0
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	58	96	41	2022
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	8748	5368	6088	11744

Tabel A7.7: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Bedrijfsafval deklaag				
			BA12 dek	BA4 dek	BA5 dek	BA6 dek	BA2 dek
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	582	730	42	1374	118
RHABDITIDAE	1	B	2006	225	166	289	142
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0
Acrobelloides	2	B	65	337	166	108	47
Anaplectus	2	B	194	56	83	0	95
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0	24
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	906	505	415	434	379
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	0	36	0
Plectus	2	B	323	393	125	72	118
Bastiana	3	B	0	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	65	0	0	36	0
Prismatolaimus	3	B	0	225	166	72	47
Teratocephalus	3	B	65	337	83	36	0
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	194	0	83	36	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	42	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	56	83	72	142
Mononchus	4	C	0	0	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	129	0	0	72	0
Daurilave	0	D	323	0	0	0	24
DORYLAIMOIDEA	4	O	129	0	166	0	142
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	83	0	24
Aporcelaimellus	5	O	65	0	42	0	24
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	129	0	0	0	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	129	618	0	1157	24
Heterodera	0	P	0	0	0	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	24
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	0	112	0	72	47
Meloidogyne	0	P	1359	3538	3446	181	616
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	323	0	0	72	71
Pratylenchus	0	P	323	56	42	181	189
Psilenchus	0	P	453	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	1423	842	789	687	260
Tylenchorhynchus	0	P	65	112	83	181	971
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	388	225	42	253	24
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	9640	8368	6144	5424	3552

Tabel A7.8: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Bedrijfsafval referentie				
			BA2 ref	BA6 ref	BA5 ref	BA4 ref	BA12 ref
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	114	351	236	292	543
RHABDITIDAE	1	B	114	224	118	36	155
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	57	0	0	36	0
Anaplectus	2	B	57	32	47	36	155
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	426	575	424	656	1475
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	0	0	0
Plectus	2	B	57	224	94	109	543
Bastiana	3	B	0	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	0	0
Prismatolaimus	3	B	28	32	0	0	155
Teratocephalus	3	B	0	128	24	0	78
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	199	192	212	109	233
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	0	36	0
Eudorylaimus	4	C	0	0	0	36	0
Mononchus	4	C	0	32	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Thornenematinae	5	C	28	32	71	219	78
Daurilae	0	D	0	0	0	0	78
DORYLAIMOIDEA	4	O	85	192	94	73	233
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	28	319	24	0	0
Aporcelaimellus	5	O	57	32	24	0	233
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	28	128	24	36	78
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	57	895	259	364	0
Heterodera	0	P	28	0	0	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	0	0	0	0	155
Meloidogyne	0	P	654	0	259	1202	1320
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	284	351	189	146	2873
Pratylenchus	0	P	171	96	306	73	621
Psilenchus	0	P	0	0	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	114	319	707	1202	1786
Tylenchorhynchus	0	P	1592	415	377	437	466
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	85	256	24	219	466
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	24	0	0
TOTAAL	0	0	4264	4824	3536	5320	11724

Tabel A7.9: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	Lompen deklaag							
	CP	TROFIE	LP1 dek	LP3 dek	LP4 dek	LP2 dek	LP7 dek	LP5 dek
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	33	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	5536	633	1201	44	290	1125
RHABDITIDAE	1	B	692	900	69	132	1652	1562
Butlerius	1	B	0	0	0	0	29	0
Acrobeloides	2	B	0	0	0	44	0	187
Anaplectus	2	B	173	33	0	0	29	0
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	1557	600	92	839	174	1000
Heterocephalobus	2	B	0	33	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	87	0	0	0	0	0
Plectus	2	B	346	233	69	353	58	312
Bastiana	3	B	0	0	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	44	29	187
Prismatolaimus	3	B	0	0	23	0	174	0
Teratocephalus	3	B	0	0	0	0	290	375
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	0	0	0	44	0	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	0	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	33	0	44	29	0
Mononchus	4	C	0	0	0	0	29	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0
Thornemematinae	5	C	0	233	0	0	0	0
Daur larvae	0	D	0	67	0	0	58	125
DORYLAIMOIDEA	4	O	173	67	0	132	0	0
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	87	33	0	0	0	0
Aporcelaimellus	5	O	173	0	0	0	0	0
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0	62
DOLICHODORIDAE	0	P	0	0	0	44	0	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	0	67	139	1015	87	0
Heterodera	0	P	0	0	0	44	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	0	33	0	0	29	125
Meloidogyne	0	P	260	233	1177	794	174	562
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	0	233	46	44	0	125
Pratylenchus	0	P	1125	733	115	794	29	250
Psilenchus	0	P	0	0	23	0	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	952	367	115	1236	522	812
Tylenchorhynchus	0	P	87	367	92	971	377	2187
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	87	33	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	1644	33	277	44	174	375
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	12976	5000	3440	6664	4232	9372

Tabel A7.10: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

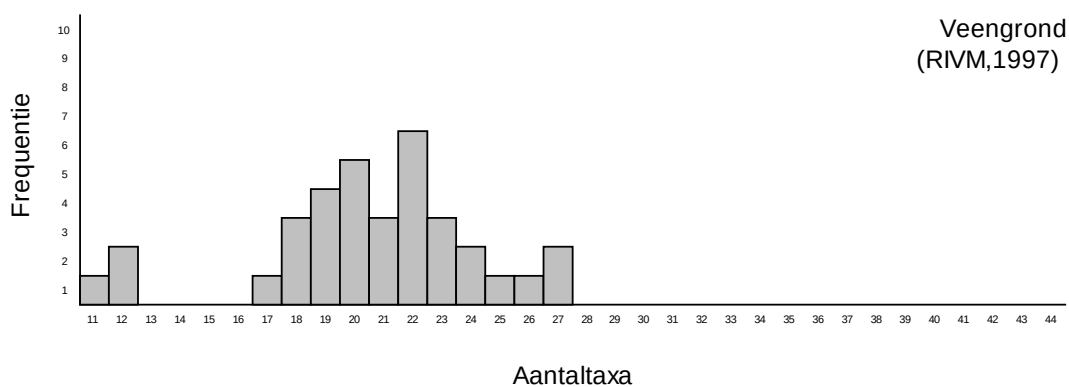
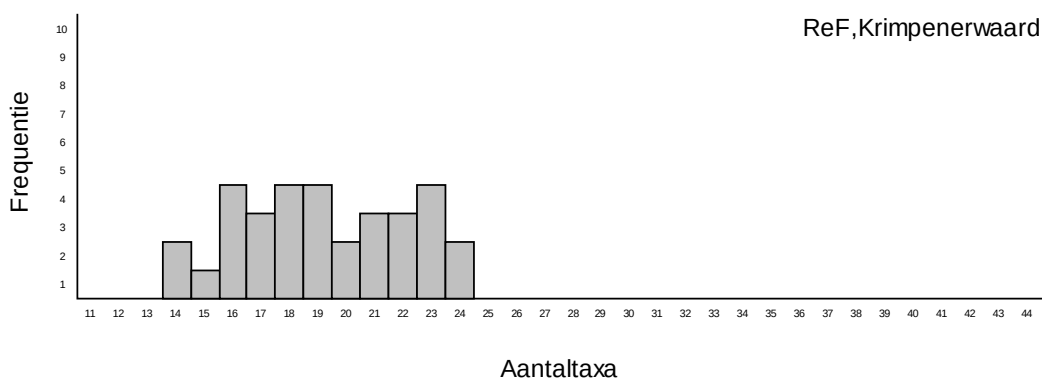
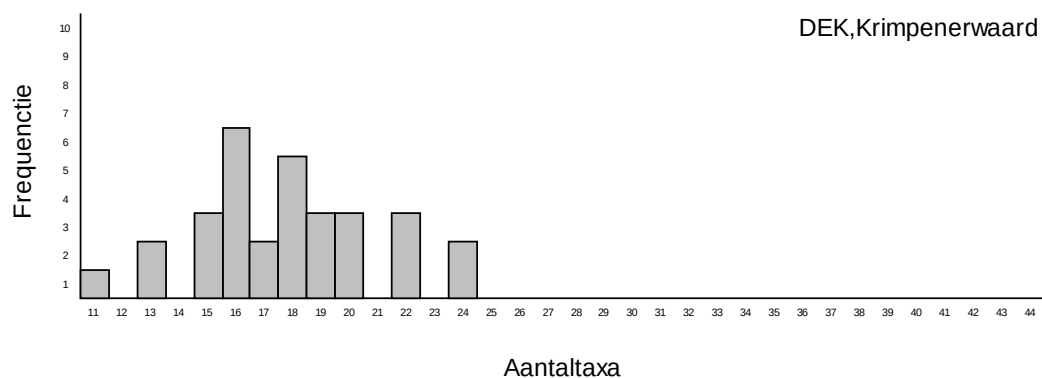
Taxon	CP	TROFIE	Lompen referentie					
			LP5 ref	LP7 ref	LP2 ref	LP4 ref	LP3 ref	LP1 ref
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	34	39	269	631	1427	2605
RHABDITIDAE	1	B	991	350	0	702	2031	485
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	0	0	115	175	110	0
Anaplectus	2	B	0	19	192	0	0	121
CEPHALOBIDAE	2	B	0	19	0	70	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	444	175	461	982	1427	969
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	0	0	110	0
Plectus	2	B	103	175	346	35	220	182
Bastiana	3	B	34	0	0	35	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	0	0	0
Prismatolaimus	3	B	103	39	77	105	0	0
Teratocephalus	3	B	103	39	0	35	0	0
Alaimus	4	B	0	19	0	0	55	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	137	58	77	0	0	0
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	34	19	0	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	19	0	0	0	0
Mononchus	4	C	0	0	0	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0	0
Thornemematinae	5	C	0	39	0	0	110	182
Daurlarve	0	D	0	0	0	35	110	0
DORYLAIMOIDEA	4	O	68	136	308	0	274	121
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	19	0	0	55	0
Aporcelaimellus	5	O	0	0	115	0	55	121
Aglenchus	0	P	0	19	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	273	0	0	0	55	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	308	117	77	561	165	485
Heterodera	0	P	0	39	0	0	55	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	34	0	38	35	55	121
Meloidogyne	0	P	957	544	1038	982	55	848
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	103	117	731	70	55	61
Pratylenchus	0	P	103	39	538	35	439	909
Psilenchus	0	P	0	0	0	0	165	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	273	427	731	421	165	545
Tylenchorhynchus	0	P	1367	388	385	210	384	364
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	0	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	0	78	269	70	659	969
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	0	0	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	5468	2932	5768	5192	8232	9088

Tabel A7.11: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Shredder deklaag				
			SH1 dek	SH2 dek	SH9 dek	SH3 dek	SH5 dek
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	132	28	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	218	151	397	530	594
RHABDITIDAE	1	B	388	323	287	223	99
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	73	22	199	28	99
Anaplectus	2	B	49	0	44	0	0
CEPHALOBIDAE	2	B	0	22	0	28	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	243	65	464	418	462
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	0	0	0
Plectus	2	B	0	65	132	139	0
Bastiana	3	B	0	0	0	28	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	0	0	0	84	0
Prismatolaimus	3	B	0	0	0	56	132
Teratocephalus	3	B	0	0	22	167	99
Alaimus	4	B	0	0	0	0	0
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Tripyla	3	C	0	0	0	28	132
Onchulus	4	C	0	0	0	0	99
Clarkus	4	C	24	0	0	0	0
Eudorylaimus	4	C	0	22	0	28	0
Mononchus	4	C	0	0	22	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Thornemematinae	5	C	24	108	22	112	0
Daurlarve	0	D	0	0	0	56	0
DORYLAIMOIDEA	4	O	0	65	22	84	0
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	0	0	0	0
Aporcelaimellus	5	O	0	0	0	0	0
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	0
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	97	43	0	0	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	49	0	88	307	99
Heterodera	0	P	24	0	0	0	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	99
Malenchus	0	P	24	43	0	112	0
Meloidogyne	0	P	218	43	22	139	462
Boleodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0
Paratylenchus	0	P	121	0	44	0	99
Pratylenchus	0	P	24	65	199	84	132
Psilenchus	0	P	0	86	0	28	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	1675	2048	397	363	891
Tylenchorhynchus	0	P	243	22	618	948	1353
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	22	0	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	0
Aphelenchoides	2	S	121	22	155	167	132
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	0	44	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	22	0	0	0
TOTAAL	0	0	3616	3256	3312	4184	4984

Tabel A7.12: Aantallen waargenomen nematoden per 100 g grondmonster.

Taxon	CP	TROFIE	Shredder referentie				
			SH5 ref	SH9 ref	SH2 ref	SH1 ref	SH3 ref
Achromadora	3	A	0	0	0	0	0
DIPLOGASTERIDAE	1	B	0	34	0	0	0
NEODIPLOGASTERIDAE	1	B	0	0	0	0	0
Panagrolaimus	1	B	514	586	143	0	155
RHABDITIDAE	1	B	198	310	36	419	310
Butlerius	1	B	0	0	0	0	0
Acrobeloides	2	B	0	34	0	28	0
Anaplectus	2	B	40	34	0	0	0
CEPHALOBIDAE	2	B	0	0	0	0	0
Cephalobus	2	B	0	0	0	0	0
Cervidellus	2	B	0	0	0	0	0
Eucephalobus	2	B	712	551	54	335	279
Heterocephalobus	2	B	0	0	0	0	0
MONHYSTERIDAE	2	B	0	0	18	0	0
Plectus	2	B	79	69	18	84	62
Bastiana	3	B	0	0	0	0	0
Chronogaster	3	B	0	0	0	0	0
Metateratocephalus	3	B	40	0	0	0	31
Prismatolaimus	3	B	40	69	0	28	62
Teratocephalus	3	B	40	0	0	0	155
Alaimus	4	B	40	0	0	0	31
Amphidelus	4	B	0	0	0	0	0
Paramphidelus	4	B	0	0	0	0	31
Tripyla	3	C	79	69	0	0	93
Onchulus	4	C	0	0	0	0	0
Clarkus	4	C	0	0	18	28	0
Eudorylaimus	4	C	0	0	89	28	0
Mononchus	4	C	0	0	0	0	0
Mylonchulus	4	C	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Prodorylaimus	5	C	0	0	0	0	0
Thornemematinae	5	C	40	34	72	168	31
Dauriarve	0	D	0	0	0	0	0
DORYLAIMOIDEA	4	O	198	138	89	28	93
Microdorylaimus	4	O	0	0	0	0	0
QUDSIANEMATIDAE	4	O	0	34	0	28	31
Aporcelaimellus	5	O	40	138	0	0	0
Aglenchus	0	P	0	0	0	0	31
Amplimerlinius	0	P	0	0	0	0	0
Coslenchus	0	P	0	0	0	0	0
DOLICHODORIDAE	0	P	158	103	197	223	0
Filenchus	0	P	0	0	0	0	0
Helicotylenchus	0	P	40	482	268	307	341
Heterodera	0	P	0	69	18	84	0
Hirschmaniella	0	P	0	0	0	0	0
Lelenchus	0	P	0	0	0	0	0
Malenchus	0	P	40	0	18	84	0
Meloidogyne	0	P	396	379	143	195	558
Boleodorus	0	P	0	0	0	112	0
Paratrichodorus	0	P	0	0	0	0	0
Pratylenchus	0	P	158	655	18	1285	248
Pratylenchus	0	P	277	930	215	251	62
Psilenchus	0	P	0	0	72	0	0
Trichodorus	0	P	0	0	0	0	0
TYLENCHIDAE	0	P	1068	69	769	531	1022
Tylenchorhynchus	0	P	1622	207	18	168	682
Rotylenchus	0	P	0	0	0	0	0
CRICONEMATIDAE	0	P	0	0	268	0	0
Quinisulcius	0	P	0	0	0	0	31
Aphelenchoides	2	S	40	138	161	84	279
Aphelenchus	2	S	0	0	0	0	0
Ditylenchus	2	S	0	34	18	0	0
Seinura	2	S	0	0	0	0	0
Diphtherophora	3	S	0	0	0	0	0
TOTAAL	0	0	5856	5168	2720	4496	4616



Figuur A7.1. Frequentieverdelingen van aantallen taxa nematoden in deklagen (DEK) en referentiegrasland (REF) in de Krimpenerwaard en in landelijke referenties (Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit, RIVM) voor veenweidegrond.

Aanhangsel 8 Resultaten fysisch-chemische bodemeigenschappen

Tabel A8.1: Fysische parameters van grondmonsters deklaag/referentie

parameter	pH	Organische stof	Lutum
locatie		%	%
LP1	4,6	30,8	46
LP2	4,4	54,5	19
LP3	6,7	21,8	41
LP4	3,9	55,2	15
LP5	4	53,6	20
LP7	4,8	58,8	17
Ref LP	4,8	32,7	39
BG1	4,6	59,5	16
BG2	4,9	63	15
BG3	4	2,5	43
BG8	3,8	54,6	19
Ref BG	4,5	38,7	29
SH1	5,3	20	30
SH2	6,2	13,5	31
SH3	4,4	61,7	15
SH5	4,2	55,7	19
SH9	4,5	59,5	17
Ref SH	5	24,4	34
BA2	4,2	54,9	13
BA4	4,6	43,7	23
BA5	6,1	20,1	12
BA6	4,1	57,9	13
BA12	4,6	36,2	31
Ref BA	4,5	27,7	36
HH2	3,3	26,9	29
HH3	5,1	54,5	11
HH4	4,6	42,9	7
HH5	4,6	60,4	13
HH9	3,8	39,1	30
Ref HH	4,8	31,3	32
BS1	5	52,2	15
BS2	4,9	42,7	14
BS5	5	28,5	33
BS7	3,9	44,5	23
BS8	4,7	62,3	22
Ref BS	5,4	26,1	31

Aanhangsel 9 Resultaten metaalgehalten regenwormen deklaag

Tabel A9.1: Metaalgehalten *Lumbricus rubellus* afkomstig uit deklagen

monstercodes	totaalgewicht wormen(g)	Al [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
LP1	2,0788	1944,0	2,25	3,06	14,36	1830,84	2,57	3,04	446,73
LP2	0,6487	490,0	3,53	2,22	12,71	982,49	1,69	7,23	681,76
LP3	1,2723	1918,6	2,49	3,50	15,23	2443,56	2,91	2,47	657,60
LP5	1,2876	508,7	2,20	1,74	14,75	749,95	1,40	3,01	655,30
LP dek geomean		982,0	2,6	2,5	14,2	1347,4	2,1	3,6	601,9
HH3	1,0043	404,3	1,37	2,48	14,21	787,35	1,75	3,02	447,34
HH4	0,7561	126,6	3,94	1,79	12,34	623,65	1,10	3,13	651,84
HH5	0,4634	287,0	1,55	2,97	11,96	487,35	1,95	2,35	431,94
HH9	2,958	471,5	2,01	1,69	16,48	810,16	1,36	2,34	523,39
HH dek geomean		288,5	2,0	2,2	13,6	663,6	1,5	2,7	506,7
BS1	0,3224	133,8	2,09	3,09	12,05	475,62	2,31	4,21	741,19
BS2	0,2252	285,6	1,19	4,38	14,54	457,10	2,73	4,48	560,21
BS5	1,1972	724,5	2,65	2,15	13,23	1100,85	1,68	2,16	634,03
BS7	0,9274	711,4	2,66	1,95	15,35	1204,38	1,44	10,41	457,69
BS8	0,8826	65,2	2,83	1,75	12,32	416,88	1,07	4,54	504,71
BSdek geomean		264,1	2,2	2,5	13,4	654,6	1,7	4,5	571,2
Sh 2	0,1868	749,94	5,40	4,76	20,63	1309,64	6,41	6,52	635,76
Sh 3	0,2103	33,28	5,57	0,61	13,90	236,33	0,66	4,03	437,38
Sh 5	0,5918	181,46	4,95	1,50	19,51	567,83	1,21	8,75	680,23
Sh 9	0,9081	989,31	1,57	3,25	19,14	1489,86	2,68	11,20	483,27
SH dekgeomean		258,7	3,9	1,9	18,1	715,3	1,9	7,1	549,9
BA 2	0,4286	347,93	3,08	1,53	15,22	655,64	1,46	8,89	587,54
BA 4	1,0074	1020,54	2,19	3,08	15,07	1208,99	2,46	2,74	528,35
BA 5	0,1442	94,37	2,58	2,33	12,65	564,47	1,90	2,35	361,76
BA 6	0,5001	407,50	1,90	2,11	15,60	677,94	1,59	5,00	471,23
BA 12	0,2927	345,02	2,17	3,95	12,82	487,32	2,70	2,62	490,47
BA dek geomean		342,5	2,3	2,5	14,2	682,3	2,0	3,8	481,8
BG 1	0,4125	631,73	3,05	2,88	11,04	883,73	1,90	3,90	516,51
BG 2	0,1288	43,70	4,74	1,95	10,27	280,82	1,67	1,23	556,75
BG 3	2,1645	804,42	3,37	2,07	14,53	1176,76	2,40	5,07	462,54
BG 8	1,8781	316,91	2,34	1,39	15,51	692,16	1,14	3,38	579,71
BG dek geomean		289,6	3,3	2,0	12,6	670,5	1,7	3,0	527,0
Ref LP	2,442	565,6	1,86	1,65	13,28	860,62	1,27	1,44	511,03
Ref HH	1,6939	553,3	3,23	1,81	13,98	819,38	1,51	3,05	566,54
Ref BS	1,7297	906,57	3,24	2,32	15,07	1236,60	1,88	7,02	606,90
Ref SH	0,8874	992,21	3,13	2,55	17,25	1198,94	2,46	4,92	657,49
Ref BA	1,1778	593,30	3,34	1,85	14,43	738,87	1,71	3,83	619,34
Ref BG	1,6434	384,80	2,26	1,65	14,36	722,86	1,47	2,33	584,07
REF geomean		632,9	2,8	1,9	14,7	907,5	1,7	3,3	589,1

Aanhangsel 10 Metaalmetingen in Brandnetels uit het bewortelingsexperiment

Tabel A10.1: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
BA-12-01	24,3	0,9	44993	0,007	0,2	9,3	58,5	35284	3626	103,1	49,3	0,4	4637	0,7	5147	27,3
BA-12-02	13,8	0,9	36970	0,012	0,1	10,0	74,1	30468	2775	80,0	8,1	0,2	3962	0,6	3863	26,6
BA-12-03	50,8	1,1	30834	0,024	0,0	7,9	54,0	36681	2737	61,5	66,8	0,7	4533	0,5	5489	22,6
BA-12-04	12,7	1,1	32583	-0,001	0,2	6,6	36,9	34082	2886	37,7	5,7	0,4	4362	0,2	4870	31,9
BA-2-01	45,0	1,0	33146	0,009	1,7	8,3	48,0	29509	2234	46,7	82,9	1,0	5197	0,6	3736	21,8
BA-2-02	16,3	1,0	41928	0,018	0,2	9,1	59,6	30828	3330	71,1	27,6	0,1	7053	0,2	3392	30,7
BA-2-03	21,7	1,1	28485	0,002	0,1	4,8	19,9	27189	2118	42,1	13,1	0,2	3319	0,5	5087	16,6
BA-2-04	54,4	1,0	36698	0,014	0,1	6,2	56,1	33182	2551	58,5	28,6	0,1	5469	0,9	5515	22,8
BA-4-01	16,6	1,0	47314	0,009	0,2	10,4	53,1	37782	3724	100,9	34,9	0,6	5545	0,6	6326	18,3
BA-4-02	101,5	1,2	32276	0,013	0,5	7,7	91,7	31495	2147	60,5	47,0	2,1	3985	-0,1	3860	21,7
BA-4-03	21,7	1,2	41643	0,013	0,2	9,1	57,7	41637	3342	63,8	58,4	1,2	4916	0,2	5824	20,5
BA-4-04	18,0	1,0	35204	0,010	0,1	7,6	35,3	32914	3181	56,0	34,8	0,2	4097	0,3	4494	18,7
BA-5-01	37,6	1,1	34113	0,003	0,1	9,4	58,8	37831	3168	68,2	35,9	2,2	4042	-0,1	4679	21,4
BA-5-02	16,6	1,0	33458	0,015	0,1	7,4	52,3	39982	3510	62,4	50,5	0,3	3483	0,7	4687	18,3
BA-5-03	8,2	1,1	25784	0,011	0,5	5,5	27,7	32006	2989	32,7	35,2	0,9	3347	0,2	4107	14,1
BA-5-04	22,3	1,0	37879	0,007	2,5	11,7	76,6	38678	3341	77,4	41,0	1,6	4350	0,5	3859	19,0
BA-6-01	21,0	0,8	40354	0,009	0,1	7,7	46,1	25948	3701	88,4	19,5	1,5	3493	0,4	4674	43,0
BA-6-02	31,7	1,1	39348	0,017	0,4	8,2	79,9	30922	3379	65,4	40,9	5,6	4207	0,1	4298	41,0
BA-6-03	34,2	1,1	39465	0,039	0,3	9,4	78,5	32722	3304	77,8	28,0	1,6	4645	0,6	4639	44,3
BA-6-04	20,2	1,1	29319	0,016	0,1	9,1	54,5	41631	3089	58,9	14,3	1,4	5231	0,5	4940	46,1

Tabel A10.2: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
BG-1-01	43,0	1,0	46319	0,010	0,4	11,0	72,1	36479	3535	108,4	41,9	1,3	5760	-0,4	4882	31,2
BG-1-02	46,7	0,9	31084	0,011	0,1	6,7	59,0	33107	2757	59,5	29,3	0,6	3756	0,6	4735	25,3
BG-1-03	43,4	1,0	33685	0,008	0,1	6,8	49,2	30385	2579	63,8	44,4	0,5	4761	0,1	3642	21,1
BG-1-04	16,7	0,9	25128	0,007	0,1	5,9	24,1	26011	2541	60,8	13,2	0,3	3452	0,4	3894	39,6
BG-2-01	93,7	1,1	33331	0,013	0,6	8,2	101,5	33275	2995	67,9	56,1	1,3	4594	-0,5	4627	21,2
BG-2-02	17,8	1,0	35429	-0,002	0,0	7,2	34,7	32127	3009	60,1	27,2	0,0	3942	0,1	4328	13,6
BG-2-03	21,9	1,0	32835	-0,001	0,0	8,8	44,2	29821	2865	70,2	101,2	-0,1	3899	0,4	5633	18,5
BG-2-04	26,3	1,0	25667	0,008	0,1	6,8	44,5	28011	2134	63,4	35,8	0,1	4161	0,3	2884	14,6
BG-3-01	19,8	1,0	34733	0,059	0,0	8,3	47,3	28999	2747	171,8	11,8	1,1	4137	0,5	3616	56,9
BG-3-02	10,8	1,0	29903	0,059	0,1	8,8	46,1	36104	3363	135,2	29,0	1,4	4738	0,7	4581	40,7
BG-3-03	17,6	1,0	36880	0,047	0,0	9,4	38,5	33230	3254	147,9	43,1	1,2	3864	0,4	5298	48,9
BG-3-04	60,3	0,8	30534	0,062	0,2	9,1	96,8	35152	3135	113,5	26,9	1,1	3796	0,5	4873	42,8
BG-8-01	18,0	0,9	32470	0,021	0,1	9,7	52,8	42627	2721	139,8	68,9	0,4	4634	0,9	3743	34,8
BG-8-02	14,2	0,8	34288	0,012	0,1	6,2	42,3	27422	2574	157,4	26,3	0,5	3273	0,1	4616	29,4
BG-8-03	21,1	1,0	29084	0,035	0,1	8,0	40,7	39735	2940	109,7	10,0	0,8	3932	0,1	5514	24,0
BG-8-04	40,3	1,2	27160	0,021	0,1	7,6	63,0	28433	2869	103,1	53,3	1,4	3418	-0,2	4361	22,5

Tabel A10.3: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
BS-1-01	24,1	0,9	32445	-0,002	0,6	7,4	47,3	34274	2291	58,1	37,6	1,5	4052	-0,3	6035	22,2
BS-1-02	21,0	0,8	42414	0,007	0,1	10,4	43,3	39464	2812	76,7	9,4	0,1	4166	0,2	6034	20,4
BS-1-03	25,2	1,0	33060	0,005	0,0	7,0	36,8	32449	2194	59,7	43,2	0,1	3596	0,2	5984	13,2
BS-1-04	69,4	1,0	46421	-0,005	0,1	9,8	85,4	37395	4163	91,1	51,0	0,2	5010	0,4	5115	20,8
BS-2-01	26,8	1,2	30520	0,043	1,1	8,7	98,4	39933	3122	75,0	15,4	2,0	7790	1,5	4210	51,0
BS-2-02	52,8	1,3	33005	0,026	0,3	11,4	69,8	39574	3140	48,4	23,1	0,3	9221	0,9	5846	43,3
BS-2-03	34,2	1,3	34329	0,021	0,1	7,9	57,6	32619	2890	56,5	24,8	0,4	8172	0,8	4721	49,1
BS-2-04	20,5	1,2	26613	0,015	3,3	8,2	50,3	32261	2300	39,4	13,3	5,9	6794	0,8	4066	42,0
BS-5-01	36,1	1,2	31798	0,025	0,1	7,4	45,4	39708	3094	53,1	10,8	0,2	5331	1,3	5807	22,4
BS-5-02	19,7	1,0	36708	0,007	0,2	8,5	37,9	32410	3416	46,9	21,9	0,4	4612	0,6	4089	21,7
BS-5-03	24,7	1,1	41689	0,016	0,1	7,7	34,8	32047	2845	69,2	20,6	0,1	6020	0,6	4586	24,6
BS-5-04	33,0	1,0	32573	0,015	-0,1	8,7	51,3	36712	3167	70,2	53,4	0,2	4874	1,0	5221	31,1
BS-7-01	24,0	1,1	31918	0,008	0,0	9,2	32,8	33187	2618	69,2	34,9	0,4	5667	0,5	6863	42,2
BS-7-02	27,4	1,0	25159	0,006	0,1	6,6	33,0	28498	2770	49,5	45,7	0,3	3844	0,9	3307	27,5
BS-7-03	36,5	1,3	25283	0,013	0,1	4,5	43,6	27680	2167	33,1	18,0	1,2	4279	0,3	5398	29,1
BS-7-04	28,5	1,0	31946	0,028	0,1	8,1	44,1	37695	3193	70,9	33,6	0,4	5805	1,0	5230	34,0
BS-8-01	45,2	1,1	35643	0,018	0,2	9,1	81,4	29781	2953	66,1	16,9	2,0	5282	-0,1	4787	33,2
BS-8-02	19,4	1,1	39446	0,013	0,1	7,2	39,7	26485	3211	57,1	34,0	4,8	4974	0,2	5930	26,7
BS-8-03	34,9	1,3	36347	0,019	0,1	8,5	64,5	31993	3143	61,8	8,4	2,2	5378	-0,3	4948	27,3
BS-8-04	29,1	1,2	42847	0,006	0,0	7,9	38,6	30837	3673	62,0	20,4	0,3	4834	0,6	5693	26,5

Tabel A10.4: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
Contr-01	18,2	1,1	27896	0,006	0,4	6,5	56,7	34109	2527	52,9	26,9	1,4	4181	-0,5	3934	16,7
Contr-02	61,5	1,1	38117	0,023	3,0	7,8	86,5	29533	2454	56,4	37,3	2,6	3495	0,1	3462	15,8
Contr-03	10,3	1,2	25658	0,002	0,1	7,0	42,5	34463	2488	50,6	-9,7	0,0	4161	0,5	4458	20,5
Contr-04	11,0	0,9	33858	0,010	0,0	7,3	28,1	31022	2569	55,7	28,0	0,2	4140	0,3	4406	18,8

Tabel A10.5: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
HH2-01	41,9	0,9	42687	0,012	-0,1	10,4	72,7	45762	4978	53,4	64,8	0,3	4742	1,4	4320	31,8
HH-2-02	32,9	1,2	32843	0,010	0,1	8,0	56,2	38318	2774	50,9	29,9	0,2	4061	0,8	5492	35,3
HH-2-03	31,5	1,1	29042	0,024	0,2	7,6	38,2	33810	2459	51,8	40,3	1,0	5578	-0,2	4484	23,0
HH-2-04	36,3	0,9	33323	0,023	0,1	10,5	54,6	37976	2491	81,5	44,4	0,3	5794	0,9	5579	29,8
HH-3-01	36,2	1,2	24075	0,018	-0,3	7,2	59,8	34985	2395	44,5	11,4	0,0	4451	0,8	4012	18,8
HH-3-02	23,7	1,2	30395	0,032	0,3	7,5	56,0	33379	2444	44,7	9,5	1,4	6024	0,2	3772	33,7
HH-3-02	18,6	1,1	26349	0,024	0,1	9,1	46,0	31996	2298	40,4	82,5	1,2	4949	0,1	3418	25,1
HH-3-03	14,6	0,8	27775	0,013	-0,5	7,7	37,6	26702	2538	63,2	8,1	0,0	3658	0,5	3701	24,4
HH-3-04	26,6	1,1	30496	0,018	-0,4	8,7	51,6	31412	2802	64,2	23,7	0,0	5282	0,8	5046	26,8
HH-4-01	41,0	1,0	32516	0,007	-0,3	7,3	66,3	42562	2928	60,0	30,6	-0,1	5318	0,7	6716	18,1
HH-4-02	24,7	0,8	35839	0,003	-0,4	6,4	36,0	21979	2682	53,3	50,1	0,1	4035	0,3	3100	15,6
HH-4-03	12,7	0,8	34509	0,010	-0,5	6,3	29,3	28058	2845	51,2	22,1	-0,1	3949	0,0	4036	18,7
HH-4-04	30,6	1,1	41823	0,021	-0,6	7,1	71,5	37686	3328	68,1	11,0	-0,1	5718	0,8	7557	21,6
HH-5-01	26,6	1,1	34352	0,008	-0,5	8,7	48,6	38174	3945	98,4	23,5	0,0	3811	0,3	4849	20,5
HH-5-02	35,1	0,9	32524	0,015	1,5	8,6	64,8	35869	2399	75,6	21,1	3,7	3879	-0,4	3430	25,0
HH-5-03	23,7	1,1	30380	0,007	1,6	6,7	67,7	29666	2645	58,5	-2,7	3,4	3510	0,1	3837	18,6
HH-5-04	37,5	1,1	43626	0,004	-0,4	9,2	62,7	26023	4142	94,4	40,4	0,9	3866	-0,2	3341	17,7
HH-9-01	22,7	1,3	44127	0,023	0,0	8,7	49,0	33696	3856	110,3	14,4	0,6	4890	0,5	4450	53,7
HH-9-02	23,5	1,0	39822	0,033	11,9	9,8	93,9	43087	4264	86,3	48,0	15,8	4989	0,7	3341	41,2
HH-9-03	33,6	1,0	33735	0,023	-0,3	10,0	45,4	38264	2845	96,9	16,3	0,7	4908	0,2	4499	39,9
HH-9-04	31,7	1,0	35525	0,021	-0,1	10,0	59,9	36960	2755	114,1	26,6	0,5	4699	0,5	4179	43,7

Tabel A10.6: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
LP-1-01	16,8	1,1	31422	0,036	0,2	8,9	51,1	32740	2415	83,4	13,7	0,9	3304	0,7	4875	38,5
LP-1-02	62,1	1,1	30354	0,013	-0,1	8,8	81,8	32173	2722	75,3	40,3	0,4	4106	1,0	5696	30,3
LP-1-03	41,7	1,1	46372	0,011	-0,3	9,9	56,2	26900	3824	84,3	25,4	0,7	4804	0,5	4550	35,6
LP-1-04	226,9	1,1	28345	0,023	-0,1	9,3	152,0	24394	2005	71,8	61,3	0,8	3227	0,9	3828	36,4
LP-2-01	42,5	1,3	40871	0,020	-0,3	8,0	56,2	32071	3842	91,7	48,6	0,3	4211	0,6	4776	31,2
LP-2-02	34,7	1,3	27944	0,017	-0,2	7,8	81,8	31971	2625	58,9	36,8	0,7	3818	0,7	4253	31,7
LP-2-03	52,3	1,2	32912	0,003	-0,2	7,0	50,7	30024	3033	58,4	52,0	1,3	3844	-0,4	4022	24,6
LP-2-04	21,8	1,1	32872	0,019	-0,4	7,6	39,5	29406	2511	72,9	28,4	0,4	3074	0,4	4303	34,7
LP-3-01	12,5	1,1	29400	0,018	-0,5	7,6	21,8	27906	3062	69,6	12,2	0,0	3470	0,4	3621	17,1
LP-3-02	14,8	1,3	39098	0,006	-0,1	9,2	41,8	36685	3366	50,3	25,0	0,6	4378	0,9	4629	27,1
LP-3-03	30,1	1,2	47234	0,088	0,2	8,9	64,0	31176	3778	69,9	23,3	1,7	4067	-0,4	4721	24,9
LP-3-04	59,7	1,3	41011	0,020	9,2	9,5	115,8	32365	3411	82,5	18,6	5,7	3941	-0,5	3937	27,1
LP-4-01	168,5	1,2	38232	0,013	0,1	10,2	70,5	32236	2262	62,2	37,8	1,4	4699	0,0	5836	33,3
LP-4-02	40,2	1,4	40303	0,011	2,7	10,7	76,7	43176	3263	53,9	53,1	7,3	5556	-0,3	6239	33,2
LP-4-03	59,8	1,4	40406	0,012	-0,3	8,9	72,7	46565	3671	61,8	67,9	0,1	6173	1,2	6842	29,4
LP-4-04	34,1	1,1	32549	0,031	0,6	8,0	54,5	42774	3638	56,7	31,3	0,4	4801	0,8	4752	21,9
LP-5-01	28,6	1,1	49417	0,013	0,0	9,6	62,7	42326	4335	94,6	96,3	0,3	5617	0,7	5376	22,8
LP-5-02	25,1	1,1	31557	0,014	-0,1	8,2	42,0	35207	2581	76,5	26,2	2,9	4209	-0,5	3506	31,1
LP-5-03	13,1	1,1	26186	0,025	-0,5	6,6	27,7	28297	2591	70,7	15,0	0,1	3258	0,6	3327	24,9
LP-5-04	25,4	1,0	28814	0,022	-0,2	8,3	24,4	30829	2031	72,9	30,3	1,2	3778	-0,5	4376	22,8
LP-7-01	20,1	0,9	31586	-0,005	-0,3	9,8	29,7	28387	2578	52,0	52,1	1,0	3138	0,5	3715	92,2
LP-7-02	24,9	1,3	48718	0,012	-0,5	12,2	37,9	24975	4541	87,3	49,2	0,8	3929	0,1	3873	113,0
LP-7-03	93,0	1,3	37844	0,013	0,1	9,3	109,4	26669	3040	71,6	53,8	1,3	4022	0,1	5035	107,3
LP-7-04	25,2	1,0	43497	0,005	-0,3	11,3	42,6	31944	3542	78,8	24,2	1,2	3882	0,1	6188	101,8

Tabel A10.7: Metaalmetingen bewortelingsexperiment in brandnetel op basis van luchtdroog materiaal

Monstercode	Al [mg/kg]	AS [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Na [mg/kg]	Ni [mg/kg]	P [mg/kg]	Pb [mg/kg]	S [mg/kg]	Zn [mg/kg]
SH-1-01	34,4	1,3	42488	0,019	2,3	7,9	59,7	32716	3889	60,0	8,6	5,7	4518	-0,4	4733	50,1
SH-1-02	29,1	1,2	33465	0,022	-0,1	8,9	39,8	39542	2411	53,0	17,0	0,6	5182	0,6	6055	49,7
SH-1-03	31,2	1,3	37791	0,030	0,1	8,5	44,2	33735	3257	74,4	28,9	1,3	4687	0,8	4860	52,4
SH-1-04	42,6	1,5	35719	0,021	0,1	12,6	45,0	32669	3014	63,6	18,0	2,7	4313	0,0	4444	62,0
SH-2-01	48,7	1,2	35343	0,025	0,0	9,2	53,7	36513	3261	76,5	11,1	0,7	4446	0,8	5217	42,2
SH-2-02	20,7	1,1	36763	0,022	1,5	11,7	42,3	30291	2873	71,2	9,2	1,9	4704	0,5	4611	40,9
SH-2-03	106,3	1,3	29612	0,028	0,0	8,6	91,8	33168	2630	45,2	24,8	1,1	3791	0,7	3924	58,9
SH-2-04	325,7	1,2	37330	0,028	41,7	14,3	297,6	37736	3036	81,1	99,5	49,1	4455	0,1	5413	51,7
SH-3-01	28,3	1,2	35326	0,018	3,6	8,5	68,7	28289	2923	82,3	39,7	3,8	3815	0,5	4055	113,7
SH-3-02	36,3	1,4	35202	0,047	0,2	10,2	46,7	29212	2889	86,8	49,6	3,0	4717	0,3	3502	126,6
SH-3-03	78,8	1,4	62337	0,058	1,7	10,9	75,3	36786	6558	90,0	67,6	1,7	5794	2,7	4451	82,2
SH-3-04	15,4	1,2	33320	0,038	8,7	8,2	55,7	22494	2412	67,0	26,9	8,3	4075	0,8	3452	106,6
SH-5-01	50,2	1,2	31075	0,108	-0,3	10,3	52,9	37681	2564	56,1	18,0	1,6	4363	1,0	5354	180,2
SH-5-02	50,3	1,3	41421	0,111	0,8	10,2	43,4	32465	2715	64,3	47,7	3,4	4318	0,5	4304	204,9
SH-5-03	37,0	1,1	45997	0,041	0,3	9,9	52,2	39998	4837	52,6	24,5	0,9	5224	0,9	4038	97,0
SH-5-04	98,4	1,4	47680	0,083	2,5	14,6	120,4	25662	3777	145,7	52,3	3,6	5575	1,1	4516	176,2
SH-9-01	40,3	1,1	33485	0,092	-0,4	11,4	48,0	28832	2496	63,8	11,4	1,3	4963	1,4	4228	163,0
SH-9-02	24,0	1,4	39862	0,070	-0,4	11,6	39,9	38283	3334	68,7	19,3	1,5	4721	0,8	5063	196,2
SH-9-03	36,0	1,4	36587	0,178	0,6	8,2	46,2	32344	2511	51,3	55,8	3,6	3874	-0,4	4915	152,1
SH-9-04	28,9	1,3	41365	0,069	-0,4	9,4	40,0	31153	3248	74,4	10,1	1,4	4472	0,7	6662	168,8

Aanhangsel 11 Metaalmetingen in grond uit het bioturbatie experiment

Tabel A11.1 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
HH2-1	3,40	0,36	0,86	9,71	6,93	20,59	41,09	1794	942	2483	399	917
HH2-2	3,63	0,42	0,82	9,03	7,16	17,20	41,14	2185	919	*1	339	952
HH2-3	3,22	0,36	0,83	9,01	6,96	18,39	39,44	1887	870	2608	365	902
HH2-4	3,77	0,38	0,92	9,60	7,58	18,15	41,54	1673	968	2202	363	1039
HH3-1	3,42	0,38	1,02	9,89	7,51	20,48	49,09	1940	*1	2621	375	884
HH3-2	3,62	0,40	0,93	9,93	7,23	19,18	42,66	1763	949	2307	373	874
HH3-3	2,98	0,29	0,83	8,38	6,13	17,02	34,99	1606	792	2159	341	740
HH3-4	3,72	0,40	1,02	9,83	7,72	19,60	46,89	1888	995	2524	369	924
HH4-1	3,59	0,37	0,99	9,71	6,89	20,64	40,21	1821	937	2473	433	1007
HH4-2	3,42	0,36	0,88	9,49	7,29	72,50	39,45	1776	975	2396	356	1010
HH4-4	3,38	0,38	0,91	9,51	7,27	20,21	42,51	1580	1017	2062	386	927
HH5-1	3,45	0,34	0,83	10,00	6,88	17,41	37,24	1756	912	2447	345	952
HH5-2	3,32	0,38	0,83	10,11	6,96	19,55	42,38	2085	1041	2843	390	1231
HH5-3	3,14	0,35	0,93	9,20	6,81	17,91	39,87	2045	1023	*1	373	1167
HH5-4	3,43	0,35	0,86	9,63	6,72	19,03	42,69	2064	1017	*1	381	1233
HH9-1	3,53	0,37	0,80	11,09	7,03	20,18	43,81	2151	1039	2945	414	1307
HH9-2	3,54	0,37	0,85	9,44	7,04	18,66	39,11	1679	947	2291	389	935
HH9-3	3,62	0,35	0,91	9,07	6,90	17,05	38,13	1855	934	2618	368	963
HH9-4	3,49	0,38	0,91	9,69	7,53	19,59	41,81	1658	981	2244	386	1009

*1: Meting valt boven bereik calibratielijn, kan niet gekwantificeerd worden.

Tabel A11.2 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
BA2-1	3,20	0,33	0,81	9,90	6,61	19,83	43,34	1703	955	2333	384	1039
BA2-2	3,64	0,38	1,04	9,97	7,29	19,19	43,22	1841	1113	2384	367	1011
BA2-3	3,46	0,38	0,87	10,00	7,31	18,47	43,91	2261	1065	*1	370	1055
BA2-4	3,46	0,39	0,92	8,95	7,21	18,20	39,19	1753	877	2349	357	1049
BA4-1	3,63	0,38	0,93	9,38	7,59	18,58	40,60	1633	917	2199	345	881
BA4-2	3,51	0,34	0,97	8,53	6,69	16,89	33,17	1573	773	2220	341	873
BA4-3	4,08	0,53	1,03	9,45	8,12	20,19	43,02	1698	958	2373	372	1014
BA4-4	4,00	0,44	1,13	10,70	8,37	20,25	40,85	1657	981	2243	367	1040
BA5-1	3,53	0,33	0,90	9,53	7,07	17,67	36,42	1876	814	2659	342	864
BA5-2	3,78	0,42	1,01	9,80	8,12	19,58	41,11	1646	969	2217	396	868
BA5-3	3,59	0,38	1,03	9,43	7,37	18,01	37,72	1709	910	2452	381	880
BA5-4	3,72	0,39	1,04	10,29	7,37	18,42	39,41	1620	957	2209	365	954
BA6-1	3,43	0,41	0,81	9,24	7,40	18,56	43,83	1945	988	2665	384	918
BA6-2	3,77	0,40	1,11	9,54	7,63	18,25	40,93	1652	1024	2213	384	1059
BA6-3	3,58	0,36	0,87	10,99	7,39	20,79	47,01	2126	1096	2971	405	1144
BA6-4	3,57	0,38	1,09	10,88	7,80	22,02	48,47	2028	1128	*1	390	1069
BA12-1	3,44	0,39	0,97	12,36	7,61	23,18	47,76	1723	1090	2373	402	990
BA12-2	3,40	0,42	1,01	13,77	7,66	26,30	50,87	1659	1086	2199	433	1120
BA12-3	3,50	0,65	1,15	24,00	9,37	46,51	72,37	1674	1018	2262	456	897
BA12-4	3,47	0,37	0,88	11,02	7,32	20,96	46,33	1945	1110	2693	465	991

*1: Meting valt boven bereik calibratielijn, kan niet gekwantificeerd worden.

Tabel A11.3 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
LP1-1	3,64	0,36	0,94	10,99	7,42	20,28	47,69	2092	1112	*1	424	1075
LP1-2	3,30	0,35	0,90	11,12	7,22	19,83	46,91	2229	1096	*1	412	1043
LP1-3	3,28	0,35	0,84	11,16	7,23	20,88	47,29	1995	*1	*1	421	1196
LP1-4	3,21	0,35	0,85	11,07	7,16	20,33	46,18	2047	1169	*1	440	1178
LP2-1	3,45	0,39	0,89	13,53	7,42	26,81	53,11	2005	1085	2821	440	1265
LP2-2	3,65	0,38	0,94	11,81	7,59	22,83	50,04	2186	1158	3054	429	1307
LP2-3	3,27	0,36	0,83	12,01	6,98	22,62	49,66	2054	1128	2833	453	1208
LP2-4	3,58	0,36	0,91	11,64	7,45	21,37	46,59	1866	1153	2659	431	1150
LP3-1	3,17	0,33	0,93	11,53	6,96	20,57	45,47	1951	1135	2686	436	1015
LP3-2	3,38	0,36	0,98	11,20	7,42	20,81	48,10	2165	*1	*1	434	1063
LP3-3	3,27	0,32	0,93	10,32	6,61	19,81	43,87	1782	1139	2513	423	1003
LP3-4	3,17	0,32	1,13	10,65	6,78	19,96	45,94	2172	1098	*1	413	921
LP4-2	3,67	0,41	1,28	11,50	7,79	21,99	49,89	1988	*1	*1	458	1199
LP4-3	3,63	0,43	1,09	11,22	8,00	20,52	49,85	1975	*1	*1	410	1155
LP4-4	3,25	0,37	0,96	11,21	7,15	21,49	48,80	1829	*1	*1	414	1187
LP5-1	3,03	0,33	0,78	11,17	6,62	21,80	49,15	2216	1152	*1	421	1004
LP5-2	3,29	0,34	1,53	11,83	6,81	21,91	51,93	1971	*1	2613	461	1120
LP5-3	3,11	0,31	0,83	11,83	6,64	21,68	45,84	2055	1127	2711	416	1276
LP5-4	3,20	0,30	0,86	12,02	6,38	20,84	55,89	2028	1052	2714	418	1006
LP7-1	3,09	0,31	0,80	15,82	7,93	21,72	82,91	1965	1128	2707	435	1060
LP7-2	3,14	0,29	0,74	14,19	7,25	20,86	74,31	1954	1059	2640	414	918
LP7-3	3,24	0,31	0,80	13,36	7,34	21,87	63,01	1952	1148	2533	434	1183
LP7-4	3,25	0,32	0,74	16,31	8,23	20,44	96,03	1997	*1	*1	415	1106

*1: Meting valt boven bereik calibratielij, kan niet gekwantificeerd worden.

Tabel A11.4 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
BS1-1	3,04	0,34	0,83	9,53	6,79	17,64	39,07	1942	899	2686	376	864
BS1-2	3,11	0,31	0,70	11,32	6,38	21,34	46,16	1972	1031	2621	432	962
BS1-3	3,56	0,36	0,90	11,43	7,69	21,28	45,49	1707	1126	2185	431	1201
BS1-4	3,35	0,31	0,85	10,45	6,96	20,69	44,21	2101	956	2924	394	933
BS2-1	3,25	0,39	0,91	11,91	7,22	24,23	53,69	2118	1032	*1	398	960
BS2-2	3,35	0,34	0,95	11,11	7,21	23,80	50,42	1910	1018	2598	400	1042
BS2-3	3,56	0,35	0,93	10,96	7,74	21,33	44,68	1859	1064	2534	412	1003
BS2-4	3,58	0,42	0,90	11,91	8,05	28,75	57,17	1813	1034	2371	428	887
BS5-1	3,46	0,35	0,87	9,19	7,19	18,42	37,34	1347	945	1779	369	894
BS5-2	3,51	0,37	0,85	9,70	7,66	18,71	41,27	1616	1054	2233	384	959
BS5-3	3,40	0,34	0,91	9,60	7,12	18,70	39,21	1707	959	2462	387	889
BS5-4	3,35	0,34	0,82	9,86	7,18	20,04	40,81	1668	997	2290	405	996
BS7-1	3,68	0,37	0,83	10,59	7,53	20,94	43,34	1745	1058	2374	420	1110
BS7-2	3,53	0,34	2,17	10,37	7,37	20,04	42,92	1814	1084	2438	512	1180
BS7-3	3,23	0,35	0,81	10,19	7,11	19,50	41,92	1707	1027	2318	398	1057
BS7-4	3,37	0,34	0,81	10,33	7,04	50,76	43,44	1698	1011	2427	402	1031
BS8-1	3,34	0,31	0,81	9,38	6,61	19,97	40,36	1763	992	2803	388	1004
BS8-2	3,57	0,37	0,78	10,57	7,17	31,69	51,14	1723	1003	2400	392	937
BS8-3	3,28	0,34	0,82	9,74	7,14	21,17	43,27	1655	1017	2311	393	1010
BS8-4	3,46	0,35	0,80	9,86	6,98	25,84	43,64	1554	969	2191	384	1013

*1: Meting valt boven bereik calibratielijn, kan niet gekwantificeerd worden.

Tabel A11.5 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
BG1-1	3,58	0,35	0,88	10,19	7,22	21,04	42,33	1617	1086	2202	399	1333
BG1-2	3,38	0,34	0,79	9,47	6,80	19,77	40,80	1825	*1	2548	366	1067
BG1-3	3,33	0,34	0,90	9,94	6,90	19,24	48,72	2259	1015	*1	386	939
BG1-4	3,33	0,32	0,84	10,56	6,82	20,65	39,66	1632	1050	2186	410	1147
BG2-1	3,35	0,34	0,99	9,72	7,40	18,46	41,97	1838	*1	2669	396	1213
BG2-2	3,36	0,33	0,74	10,00	6,71	19,10	40,89	1957	1042	2692	402	1237
BG2-3	3,53	0,35	0,80	10,31	7,04	20,13	43,58	1708	1105	2355	401	1160
BG2-4	3,41	0,32	2,27	10,37	6,75	20,08	41,21	1771	1047	2463	418	1298
BG3-1	3,43	0,35	0,86	10,52	7,16	20,19	42,15	1577	1066	2092	400	978
BG3-2	3,35	0,33	0,80	10,07	6,90	18,71	40,81	1788	1034	2478	386	1036
BG3-3	3,34	0,34	0,94	9,93	6,96	19,38	40,58	1620	1006	2204	410	973
BG3-4	3,39	0,35	0,79	10,17	7,06	20,14	41,61	1863	1038	*1	393	1199
BG8-1	3,40	0,33	0,78	10,03	6,88	19,66	41,09	1946	1017	2745	394	1178
BG8-2	3,25	0,33	0,88	9,86	6,93	19,57	43,06	1811	1021	2544	402	1082
BG8-3	3,49	0,34	0,81	10,69	6,94	19,96	39,64	1741	1051	2416	411	1209
BG8-4	3,35	0,35	0,80	10,05	7,13	19,29	42,62	1872	1058	2604	391	1022

*1: Meting valt boven bereik calibratielijn, kan niet gekwantificeerd worden.

Tabel A11.6 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
SH1-1	3,47	0,35	1,10	9,93	7,00	18,91	40,03	1774	1039	2602	381	1090
SH1-2	3,45	0,36	0,80	9,64	7,36	18,50	44,28	1849	1038	*1	375	963
SH1-3	3,15	0,36	0,89	9,85	7,24	19,57	40,78	1762	1056	2559	384	1061
SH1-4	3,60	0,38	0,91	10,26	7,85	19,20	50,68	1498	1016	2109	391	1035
SH2-1	4,01	0,39	0,89	10,82	7,77	20,72	44,83	1668	1068	2186	424	1022
SH2-2	3,64	0,35	0,83	9,95	7,14	19,42	40,12	1799	969	2466	408	904
SH2-3	3,52	0,34	0,78	10,46	7,12	19,75	40,45	1738	965	2288	409	915
SH2-4	3,77	0,36	0,86	10,07	7,29	20,53	41,58	1609	1046	2124	413	931
SH3-1	3,23	0,34	0,79	9,31	7,21	18,57	40,91	1757	1023	2582	374	904
SH3-2	3,37	0,34	0,80	9,60	7,01	20,02	38,56	1680	989	2298	394	907
SH3-3	3,42	0,38	1,53	10,62	7,20	22,38	49,95	1710	1019	2344	468	1047
SH3-4	3,48	0,37	0,94	10,77	7,36	19,93	48,28	1656	1041	2183	409	1058
SH5-1	3,16	0,35	0,80	10,36	7,01	19,01	44,11	1694	993	2399	380	953
SH5-2	3,31	0,34	1,71	9,88	7,17	23,73	39,66	1484	983	2045	378	956
SH5-3	3,16	0,32	0,78	9,88	6,79	19,67	40,93	1834	979	2605	390	886
SH5-4	3,03	0,32	0,78	9,40	6,53	20,44	39,88	1565	994	2132	378	975
SH9-1	3,20	0,40	0,95	12,14	7,21	26,39	49,37	1529	1043	2002	399	1214
SH9-2	3,58	0,33	0,79	10,27	6,85	20,81	41,86	1777	970	2312	416	993
SH9-3	3,22	0,31	0,76	9,46	6,57	18,90	40,60	1846	920	2438	401	848
SH9-4	3,40	0,33	0,82	10,84	6,72	21,67	43,68	1791	1000	2344	412	946

*1: Meting valt boven bereik calibratielijn, kan niet gekwantificeerd worden.

Tabel A11.7 Gehalten grond (op basis van droge stof) uit bioturbatieexperiment met regenwormen

Sample ID	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	P [mg/kg]	S [mg/kg]
BLANCO1	3,34	0,34	0,81	10,05	6,86	19,30	41,49	1626	1041	2216	412	1080
BLANCO2	3,21	0,31	0,90	9,49	6,35	18,70	39,59	1831	1025	*1	406	1025
BLANCO3	3,37	0,30	0,78	10,10	6,54	20,75	40,18	1721	1008	2310	430	1067
BLANCO4	3,05	0,32	0,73	9,64	6,62	18,55	40,50	1796	1028	2604	381	1044

*1: Meting valt boven bereik calibratielij, kan niet gekwantificeerd worden.

Aanhangsel 12 Classificering van doorworteling door brandnetel

Tabel A12.1: Classificering van de doorworteling van brandnetels

Kolom	klasse	Kolom	klasse	Kolom	klasse	Kolom	klasse	Kolom	klasse	Kolom	klasse	Kolom	klasse
BA12-1	4	BG1-1	4	BS1-1	4	CONTR-1	4	HH2-1	1	LP1-1	4	SH1-1	1
BA12-2	4	BG1-2	4	BS1-2	4	CONTR-2	4	HH2-2	4	LP1-2	4	SH1-2	2
BA12-3	3	BG1-3	4	BS1-3	4	CONTR-3	4	HH2-3	2	LP1-3	3	SH1-3	2
BA12-4	3	BG1-4	4	BS1-4	4	CONTR-4	4	HH2-4	3	LP1-4	4	SH1-4	2
BA2-1	4	BG2-1	3	BS2-1	3			HH3-1	4	LP2-1	2	SH2-1	1
BA2-2	3	BG2-2	2	BS2-2	3			HH3-2	4	LP2-2	4	SH2-2	2
BA2-3	2	BG2-3	4	BS2-3	3			HH3-3	4	LP2-3	4	SH2-3	3
BA2-4	3	BG2-4	4	BS2-4	4			HH3-4	4	LP2-4	4	SH2-4	1
BA4-1	3	BG3-1	3	BS5-1	4			HH4-1	3	LP3-1	3	SH3-1	3
BA4-2	4	BG3-2	4	BS5-2	2			HH4-2	3	LP3-2	4	SH3-2	3
BA4-3	4	BG3-3	4	BS5-3	2			HH4-3	3	LP3-3	2	SH3-3	2
BA4-4	4	BG3-4	3	BS5-4	4			HH4-4	3	LP3-4	3	SH3-4	3
BA5-1	4	BG8-1	4	BS7-1	4			HH5-1	4	LP4-1	3	SH5-1	2
BA5-2	3	BG8-2	4	BS7-2	4			HH5-2	4	LP4-2	3	SH5-2	2
BA5-3	3	BG8-3	2	BS7-3	4			HH5-3	3	LP4-3	4	SH5-3	1
BA5-4	4	BG8-4	3	BS7-4	3			HH5-4	4	LP4-4	3	SH5-4	1
BA6-1	2			BS8-1	4			HH9-1	2	LP5-1	3	SH9-1	4
BA6-2	4			BS8-2	4			HH9-2	2	LP5-2	4	SH9-2	3
BA6-3	4			BS8-3	4			HH9-3	4	LP5-3	3	SH9-3	3
BA6-4	4			BS8-4	3			HH9-4	3	LP5-4	4	SH9-4	4
										LP7-1	4		
										LP7-2	4		
										LP7-3	4		
										LP7-4	4		

klasse 1 = Geen wortels op bodem kolom; klasse 2 = enige wortels op de bodem van de kolom, klasse 3= veel wortels op de bodem van de kolom, vooral aan de randen; klasse 4 = bodem van de kolom geheel beworteld.

Aanhangsel 13 Karakterisering van nematoden

Tabel A13.1. Leeswijzer horende bij tabellen karakterisering van nemaotden.

Totaal aantal nematoden; geeft een beeld van de hoeveelheid
Aantal taxonomische groepen; geeft een eerste beeld van de diversiteit; '8 + 9' betekent 8 vrijlevende taxa en 9 plantparasitaire taxa.
ATG in bacterie eters; aantal verschillende taxa binnen de bacterie eters; bv. '8 (2)' zegt 8 verschillende bacterie eters; 2 van de 8 vallen in de categorie persisters (CP-3 of 4 of 5).
ATG in schimmel eters; aantal verschillende taxa binnen de schimmeleters (CP-2)
ATG in carnivoren; aantal verschillende taxa binnen de carnivoren; dit zijn altijd persisters (CP-3 of 4 of 5)
ATG in omnivoren; aantal verschillende taxa onder de alles-eters (CP-3 of 4 of 5)
MI 2-5; een diversiteits index op basis van percentages; CP-1 niet meegerekend
MI 1-5; een diversiteits index op basis van percentages
% organische stof
% lutum; klei gehalte
Zuurgraad (pH)
% vocht

Tabel A13.2: Karakterisering van nematoden uit de **deklaag** monsters van veldinventarisatie nematoden

Deklaag	BA2	BA4	BA5	BA6	BA12
Totaal aantal nematoden	3552	8368	6144	5424	9640
Aantal taxonomische groepen	14 +8	10+6	15 +4	13+7	14+8
ATG in bacterie eters	8 (1)	8 (2)	8 (2)	9 (3)	8 (2)
ATG in schimmel eters	1	1	1	1	1
ATG in carnivoren	1	1	3	3	2
ATG in omnivoren	3	0	3	0	2
MI 2-5	2,69	2,32	2,76	2,44	2,46
MI 1-5	2,36	1,91	2,56	1,61	1,72
% organische stof	54,9	43,7	20,1	57,9	36,2
% lutum	13	23	12	13	31
Zuurgraad (pH)	4,2	4,6	6,1	4,1	4,6
% vocht	8,4	7,6	3,6	10,2	6,7

Tabel A13.3: Karakterisering van nematoden uit de **referentie** monsters van veldinventarisatie nematoden

Referentie	BA2	BA4	BA5	BA6	BA12	
Totaal aantal nematoden	4264	5320	3536	4828	11724	
Aantal taxonomische groepen	13+8	12+7	13+6	14+4	13+7	
ATG in bacterie eters	7 (1)	6 (0)	6 (1)	7 (2)	7 (2)	
ATG in schimmel eters	1	1	2	1	1	
ATG in carnivoren	2	4	2	3	2	
ATG in omnivoren	3	1	3	3	2	
MI 2-5	2,64	2,69	2,73	2,80	2,51	
MI 1-5	2,36	2,39	2,30	2,40	2,27	
% organische stof						27,7
% lutum						36
Zuurgraad (pH)						4,5
% vocht						5,9

Tabel A13.4: Karakterisering van nematoden uit de **deklaag** monsters van veldinventarisatie nematoden

Deklaag	SH1	SH2	SH3	SH5	SH9
Totaal aantal nematoden	3616	3256	4184	4984	3312
Aantal taxonomische groepen	8+9	10+8	17+7	9+7	13+6
ATG in bacterie eters	5 (0)	6 (0)	11 (4)	6 (2)	8 (1)
ATG in schimmel eters	1	2	1	1	2
ATG in carnivoren	2	2	3	2	2
ATG in omnivoren	0	0	1	0	1
MI 2-5	2,23	3,26	2,67	2,49	2,16
MI 1-5	1,57	2,05	2,06	1,93	1,67
% organische stof	20	13,5	61,7	55,7	59,5
% lutum	30	31	15	19	17
Zuurgraad (pH)	5,3	6,2	4,4	4,2	4,5
% vocht	4,4	3,3	9,7	9,0	10,0

Tabel A13.5: Karakterisering van nematoden uit de **referentie** monsters van veldinventarisatie nematoden

Referentie	SH1	SH2	SH3	SH5	SH9	
Totaal aantal nematoden	4496	2720	4616	5856	5168	
Aantal taxonomische groepen	11+10	11+11	15+7	14+10	15+8	
ATG in bacterie eters	5 (1)	5 (0)	9 (5)	9 (4)	8 (1)	
ATG in schimmel eters	1	2	1	1	2	
ATG in carnivoren	3	3	2	2	1	
ATG in omnivoren	2	1	3	2	3	
MI 2-5	2,90	3,13	2,68	2,66	2,74	
MI 1-5	2,27	2,60	2,21	2,09	2,03	
% organische stof						24,4
% lutum						34
Zuurgraad (pH)						5,0
% vocht						5,3

Tabel A13.6: Karakterisering van nematoden uit de **deklaag** monsters van veldinventarisatie nematoden

deklaag	HH2	HH3	HH4	HH5	HH9
Totaal aantal nematoden	1124	3448	9968	8528	11640
Aantal taxonomische groepen	7+6	14+6	12+4	11+7	13+7
ATG in bacterie eters	6 (0)	8 (2)	7 (3)	7 (2)	10 (3)
ATG in schimmel eters	1	1	1	1	1
ATG in carnivoren	0	3	3	2	0
ATG in omnivoren	0	1	0	0	1
MI 2-5	2,00	2,33	2,91	2,65	2,18
MI 1-5	1,57	1,81	1,58	1,95	1,52
% organische stof	26,9	54,5	42,9	60,4	39,1
% lutum	29	11	7	13	30
Zuurgraad (pH)	3,3	5,1	4,6	4,6	3,8
% vocht	5,7	9,5	6,6	9,8	6,8

Tabel A13.7: Karakterisering van nematoden uit de **referentie** monsters van veldinventarisatie nematoden

Referentie.	HH2	HH3	HH4	HH5	HH9	
Totaal aantal nematoden	4684	5984	4128	5008	10960	
Aantal taxonomische groepen	10+6	14+9	8+8	8+6	11+7	
ATG in bacterie eters	7 (1)	9 (1)	3 (0)	4 (0)	5 (0)	
ATG in schimmel eters	1	1	1	1	1	
ATG in carnivoren	0	3	2	2	1	
ATG in omnivoren	2	0	1	0	2	
MI 2-5	2,18	2,39	2,88	2,52	2,63	
MI 1-5	1,55	1,87	2,10	1,59	1,78	
% organische stof						31,3
% lutum						32
Zuurgraad (pH)						4,8
% vocht						6,1

Tabel A13.8: Karakterisering van nematoden uit de **deklaag** monsters van veldinventarisatie nematoden

Deklaag	BG1	BG2	BG3	BG8
Totaal aantal nematoden	8424	5848	13168	6896
Aantal taxonomische groepen	14+10	12+6	7+4	9+6
ATG in bacterie eters	8 (2)	8 (2)	5 (0)	8 (3)
ATG in schimmel eters	1	0	1	1
ATG in carnivoren	2	2	0	0
ATG in omnivoren	2	2	1	0
MI 2-5	2,58	2,31	2,17	2,32
MI 1-5	2,10	1,86	1,25	1,80
% organische stof	59,5	63	22,5	54,6
% lutum	16	15	43	19
Zuurgraad (pH)	4,6	4,9	4,0	3,8
% vocht	9,4	9,9	5,0	8,8

Tabel A13.9: Karakterisering van nematoden uit de **referentie** monsters van veldinventarisatie nematoden

Referentie	BG1	BG2	BG3	BG8	
Totaal aantal nematoden	6088	5368	11744	8748	
Aantal taxonomische groepen	15+8	11+6	9+5	9+6	
ATG in bacterie eters	9 (3)	7 (2)	3 (0)	6 (1)	
ATG in schimmel eters	1	1	1	1	
ATG in carnivoren	4	3	3	1	
ATG in omnivoren	1	0	2	1	
MI 2-5	2,95	2,48	2,29	2,63	
MI 1-5	2,45	1,86	1,25	1,76	
% organische stof					38,7
% lutum					29
Zuurgraad (pH)					4,5
% vocht					7,4

Tabel A13.10: Karakterisering van nematoden uit de **deklaag** monsters van veldinventarisatie nematoden

Deklaag	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP7
Totaal aantal nematoden	12976	6664	5000	3440	9372	4232
Aantal taxonomische groepen	10+5	10+8	12+10	6+7	9+7	13+6
ATG in bacterie eters	6 (0)	6 (1)	7 (0)	5 (1)	7 (2)	9 (3)
ATG in schimmel eters	1	1	1	1	1	1
ATG in carnivoren	0	2	2	0	0	2
ATG in omnivoren	3	0	2	0	0	0
MI 2-5	2,24	2,29	2,74	2,05	2,23	2,62
MI 1-5	1,50	2,15	1,79	1,28	1,59	1,54
% organische stof	30,8	54,5	21,8	55,2	53,6	58,8
% lutum	46	19	41	15	20	17
Zuurgraad (pH)	4,6	4,4	6,7	3,9	4,0	4,8
% vocht	7,1	9,1	5,8	9,6	9,4	10,4

Tabel A13.11: Karakterisering van nematoden uit de **referentie** monsters van veldinventarisatie nematoden

Referentie	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP7
Totaal aantal nematoden	9088	5768	8232	5192	5468	2932
Aantal taxonomische groepen	9+7	10+7	13+10	11+7	10+8	17+7
ATG in bacterie eters	5 (0)	6 (1)	7 (1)	9 (3)	7 (3)	9 (3)
ATG in schimmel eters	1	1	1	1	0	1
ATG in carnivoren	1	1	1	0	2	4
ATG in omnivoren	2	2	3	0	1	3
MI 2-5	2,43	2,57	2,41	2,12	2,57	2,80
MI 1-5	1,66	2,38	1,66	1,59	1,78	2,23
% organische stof						38,7
% lutum						29
Zuurgraad (pH)						4,5
% vocht						7,4

Tabel A13.12: Karakterisering van nematoden uit de **deklaag** monsters van veldinventarisatie nematoden

Deklaag	BS1	BS2	BS2	BS5	BS7	BS8	BS8
Totaal aantal nematoden	5408	4304	3228	14348	4976	8626	6052
Aantal taxonomische groepen	10+8	10+6	11+4	10+7	11+8	9+7	10+8
ATG in bacterie eters	4 (0)	6 (0)	6 (0)	6 (1)	8 (2)	7 (2)	6 (2)
ATG in schimmel eters	1	0	1	1	1	1	0
ATG in carnivoren	3	3	3	0	0	1	3
ATG in omnivoren	2	1	1	2	2	0	1
MI 2-5	2,69	3,01	2,41	2,21	2,53	2,14	2,48
MI 1-5	2,10	2,69	2,10	1,39	2,39	1,49	2,06
% organische stof	52,2	42,7		28,5	44,5	62,3	
% lutum	15	14		33	23	22	
Zuurgraad (pH)	5,0	4,9		5,0	3,9	4,7	
% vocht	8,9	7,2		5,7	7,5	10,1	

Tabel A13.13: Karakterisering van nematoden uit de **referentie** monsters van veldinventarisatie nematoden

Referentie	BS1	BS2	BS2	BS5	BS7	BS8	BS8
Totaal aantal nematoden	3620	7248	5364	21644	12328	5624	5644
Aantal taxonomische groepen	11+10	10+8	9+8	10+6	11+8	14+8	13+6
ATG in bacterie eters	6 (2)	5 (1)	7 (1)	6 (1)	6 (0)	6 (1)	7 (0)
ATG in schimmel eters	1	1	0	1	1	1	1
ATG in carnivoren	1	2	0	1	3	4	3
ATG in omnivoren	2	2	1	1	1	2	1
MI 2-5	2,84	2,66	2,43	2,20	2,46	2,58	2,40
MI 1-5	2,18	1,80	1,32	1,52	2,12	1,73	1,98
% organische stof							26,1
% lutum							31
Zuurgraad (pH)							5,4
% vocht							5,4

Aanhangsel 14 EROD-analyse geraapte eieren

Tabel A14.1. Verontreinigingrespons (TEQ) voor de 27 verzamelde monsters met de blootstelling aan de verschillende categorieën dempingen, berekend volgens weegmethoden D1 en D2.

id	soort	monster	TEQ (pg/g)	Blootstelling (D1) per klasse				Blootstelling (D2) per klasse			
				A	B	D	E	A	B	D	E
1	Kievit	kuiken	242	0	0	15	6	0	0	220	47
2	Kievit	dooier	170	89	23	2	184	1148	261	29	1715
3	Kievit	dooier	131	7	0	0	239	104	0	0	2469
4	Grutto	kuiken	205	0	0	210	229	0	0	1755	1690
5	Grutto	dooier	252	0	2	20	4	0	27	288	56
6	Kievit	dooier	156	0	0	70	0	0	0	769	0
7	Kievit	dooier	153	65	21	11	31	768	201	173	356
8	Kievit	rot ei	159	0	0	0	203	0	0	0	2378
9	Kievit	dooier	190	0	48	20	11	0	719	212	147
10	Kievit	dooier	319	0	0	0	798	0	0	0	7673
11	Kievit	dooier	239	1	0	0	174	18	0	0	2033
12	Grutto	kuiken	547	1	0	2	21	14	0	25	329
13	Grutto	kuiken	373	4	3	25	235	60	37	301	2464
14	Kievit	rot ei	345	0	7	14	35	0	114	194	534
15	Kievit	kuiken	424	12	61	72	100	194	720	1035	1218
16	Kievit	dooier	147	125	48	5	124	1462	428	77	1505
17	Kievit	kuiken	278	1	0	0	10	21	0	0	157
18	Grutto	kuiken	719	1771	4	0	1554	6887	55	0	8172
19	Grutto	kuiken	335	177	1	105	8	904	16	940	109
20	Grutto	kuiken	320	427	105	5	91	3420	877	65	960
21	Grutto	kuiken	285	2	0	496	137	41	0	1110	1282
22	Grutto	kuiken	283	0	0	79	102	0	0	771	929
23	Grutto	kuiken	171	0	0	147	37	0	0	2015	527
24	Kievit	kuiken	340	99	1	92	9	782	20	971	124
25	Kievit	kuiken	462	4	87	105	33	68	787	1435	378
26	Grutto	kuiken	489	47	33	120	125	689	441	1085	1620
27	Grutto	rot ei	250	47	33	120	125	689	441	1085	1620

Aanhangsel 15 Overschrijding MTA, overzicht van onderzoekspareters VE fase 2

Tabel A15.1 Aantal overschrijdingen van het toetscriterium bijtoepassing van voor de minder gevoelige criteria per experiment. Als ook het MTA wordt overschreden, is de cel grijs gekleurd.

categorie														
	nitrificatie		Maturity Index		Metalen in wormen veld								veldinventarisatie wormen	
	NH ₄	NO ₃	MI 1-5	MI 2-5	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	Totaal aantal	Totale biomassa
BA	1		3	3	1		2			2	1		2	0
BG	2	1	1	1		1	1			1			0	0
BS	1		1	1			2		1	2	1	1	2	1
HH	2	2		2		1	2	1					0	0
LP	3	2	1	3	2		2		2	2	1	3	1	1
SH			3	3	1	3	2	3	2	2	3	1	2	0

categorie																
	Bioturbatie							brandnetel							bioassay regenworm	
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	cocons	groei
BA	13	17	13	7	18	4	11	1	1	0	11	0	0	12	0	0
BG	3	5	3	5	8	1	7	0	5	0	8	0	0	11	1	0
BS	7	8	3	11	17	10	14	4	4	0	11	0	0	17	0	0
HH	9	16	5	1	12	2	8	1	2	1	11	1	0	14	1	0
LP	5	11	10	23	17	11	23	10	4	1	17	1	0	23	3	1
SH	6	10	5	7	15	4	9	13	15	2	19	2	0	20	2	0

Tabel A15.1 Aantal overschrijdingen van het toetscriterium bijtoepassing van het meer gevoelige criteria per experiment. Als het MTA wordt overschreden, is de cel grijs gekleurd.

categorie	nitrificatie		Maturity Index		Metalen in wormen veld								veldinventarisatie wormen	
	NH ₄	NO ₃	MI 1-5	MI 2-5	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	Totaal aantal	Totale biomassa
BA	1		3	3	1		3			2	1		2	0
BG	2	1	1	1		1	1			1			1	1
BS	1		1	1			2		1	2	1	2	3	1
HH	2	2	1	2		1	2	1					2	3
LP	3	2	3	4	2	1	2		2	2	1	3	1	1
SH			3	3	1	3	2	3	2	2	3	2	2	2

categorie	Bioturbatie							brandnetel							biopassay regenwormen	
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	cocons	groei
BA	18	17	15	8	18	6	11	2	2	1	12	1	0	14	1	0
BG	4	8	4	7	12	2	8	0	6	0	9	0	0	13	2	0
BS	9	16	7	12	17	12	14	7	4	1	13	2	0	18	0	0
HH	11	18	9	1	16	3	9	3	9	1	12	3	0	15	1	0
LP	6	12	12	23	17	16	23	11	6	2	20	2	0	23	3	1
SH	10	13	6	9	16	7	10	15	18	3	20	7	1	20	2	0

**Aanhangsel 16 Categoriegewijze afwijkingen van referentie,
overzicht alle onderzoeksparameters VE fase 2**

Tabel A16.1: Categoriegewijze toetsing bij toepassing van de minder gevoelige criteria, overzicht van alle experimenten

categorie	nitrificatie		Maturity Index		Metalen in wormen veld								veldinventarisatie wormen	
	NH ₄	NO ₃	MI 1-5	MI 2-5	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	Totaal aantal	Totale biomassa
BA														
BG														
BS														
HH														
LP														
SH			C					C			C			

categorie	Bioturbatie							brandnetel							bioassay regenworm		
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	cocons	groei	overleving
BA	C	C			C												C
BG																	
BS					C									C			
HH	C	C			C												
LP				C	C		C				C			C			
SH					C			C	C		C	C		C			

Tabel A16.2: Categoriegewijze toetsing bij toepassing van de meer gevoelige criteria, overzicht van alle experimenten

categorie	nitrificatie		Maturity Index		Metalen in wormen veld								veldinventarisatie wormen	
	NH ₄	NO ₃	MI 1-5	MI 2-5	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	Totaal aantal	Totale biomassa
BA														
BG													C	C
BS														
HH													C	C
LP														
SH			C					C			C			

categorie	Bioturbatie							brandnetel							bioassay regenworm		
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	cocons	groei	overleving
BA	C	C			C												C
BG					C									C			
BS		C			C									C			
HH	C	C			C												
LP				C	C		C	C			C			C			
SH		C			C			C	C		C	C	C	C			