

Basisgegevens RIV(M) Rapport

Kenmerken: **725201001**

Afdeling:

Jaar: **1990**

PIVOT: **020 035**

Omvang: **73**

Appendix: **N**

Titel:

**Bodemverontreiniging en
bodemecosystemen; voorstel voor C
(toetsings) waarden op basis van
ecotoxicologische risico's**

Auteurs:

Denneman Gestel

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN

Rapportnr. 725201001

Bodemverontreiniging en bodemecosystemen:
voorstel voor C-(toetsings)waarden op
basis van ecotoxicologische risico's.

C.A.J.Denneman* en C.A.M.van Gestel

april 1990

* Werkzaam bij het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Bodem, Hoofdafdeling Bodem; ten behoeve van dit project gedurende de periode 1 mei 1989 tot 1 april 1990 (part-time) gedetacheerd bij de Afdeling Bodemecotoxicologie van het Laboratorium voor Ecotoxicologie, Milieuchemie en Drinkwater.

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Bodem, Hoofdafdeling Bodem (dit project was eerder geregistreerd onder nummer 728811: Bijstelling Leidraad Bodemsanering)

VERZENDLIJST

- 1 t/m 5 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Bodem
- 6 Directeur-Generaal Volksgezondheid
- 7 Directeur-Generaal Milieubeheer
- 8 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer
- 9 t/m 120 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Bodem, Hoofdafdeling Bodem; t.a.v. Dr.J.M.Roels (DGM/DWB)
- 121 Dr.C.J.van Leeuwen (DGM/SR)
- 122 Ir.J.G.Robberse (DGM/DWB)
- 123 Ir.J.M.de Ruiter (DGM/DWB)
- 124 Dr. N.M. van Straalen (VU/Amsterdam)
- 125 Directie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- 126 Ir.N.D.van Egmond
- 127 Prof.Dr.R.Kroes
- 128 Ir.F.Langeweg
- 129 Dr.Ir.T.Schneider
- 130 Dr.H.A.M.de Kruijf
- 131 Drs.A.Minderhoud
- 132 Dr.P.van Beelen
- 133 Drs.E.M.Hulzebos
- 134 Dr.Ir.J.G.M.Notenboom
- 135 Dr.F.I.Kappers
- 136 Drs.A.J.Schouten
- 137 Dr.Ir.D.van de Meent
- 138 Ir.C.J.Roghair
- 139 Dr.W.Slooff
- 140 Drs.A.G.A.C.Knaap
- 141 Drs.J.H.Canton
- 142 Drs.T.Vermeire
- 143 Ir.J.B.H.J.Linders
- 144 Dr.Ir.C.van den Akker
- 145 Ir.R.van den Berg
- 146 Drs.P.H.A.M.Melis
- 147 Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
- 148 t/m 149 Auteurs
- 150 t/m 175 Reserve-exemplaren

VOORWOORD

Door het Directoraat-Generaal Milieubeheer is aan het RIVM opdracht gegeven de technisch-wetenschappelijke onderbouwing van onderdelen van deel II (het technisch-inhoudelijk deel) van de Leidraad Bodemsanering te verzorgen. De resultaten daarvan worden gebruikt bij de periodieke herziening van de Leidraad. In de opdracht neemt het criterium 'ernstig gevaar voor de volksgezondheid of het milieu' een centrale plaats in. Aan dit criterium wordt inhoud gegeven door onderbouwing van de reeds bestaande systematische invulling van de C-waarden uit de toetsingstabel in de huidige leidraad. Op grond van deze C-(toetsings)waarden kan (in het nader onderzoek) worden nagegaan of er een geval van bodemverontreiniging sprake is van een dergelijk 'ernstig gevaar' en of uitvoering van een sanering(sonderzoek) noodzakelijk is. De opdracht aan het RIVM omvat een drietal deelaspecten, nl. risico's voor de volksgezondheid respectievelijk het milieu als gevolg van blootstelling aan bodemverontreiniging en nadere beschouwingen met betrekking tot deze blootstelling ten aanzien van het aspect verspreiding via lucht en grondwater. In dit rapport, dat het aspect 'ernstig gevaar voor het milieu' als thema heeft, wordt nader ingegaan op de invulling van dit thema en worden voorstellen gedaan voor C-(toetsings)waarden op grond van de ecotoxicologische risico's van stoffen voor bodem-ecosystemen. In een later stadium zullen ook over de andere aspecten rapporten verschijnen.

INHOUDSOPGAVE

blz

DEEL I

Verzendlijst

ii

Voorwoord

iii

Inhoudsopgave

iv

Summary

vi

Samenvatting

vii

1 Inleiding

1

1.1 Ernstig gevaar en bodemsanering

1

1.2 Ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem

4

1.3 Ernstig gevaar voor bodemecosystemen

5

1.4 Criterium ernstig gevaar

8

2 Materiaal en methode

9

2.1 Materiaal

9

2.2 Methode

11

2.2.1 Principe van de R.A.B.-methode

12

2.2.2 Procedure voor bepaling C-waarden

21

2.2.3 Ernstig gevaar bij verontreiniging met meerdere
stoffen

25

3 Resultaten

29

3.1 Toxiciteitsgegevens

29

3.2 Voorstel voor C-waarden

29

4 Discussie

41

4.1 Evaluatie werkwijze

41

4.2 Evaluatie van de voorgestelde C-waarden

51

4.2.1. Algemene evaluatie van de voorgestelde C-waarden

51

4.2.2. Stofgerichte evaluatie van de voorgestelde C-waarden

53

5	Conclusies	57
	5.1 Knelpunten	57
	5.2 Conclusies	58
6	Literatuur	60
	Bijlagen	
I	Literatuurrecherches	64

SUMMARY

In the Leidraad Bodemsanering a list of C-values is given for levels of chemicals in soil. Exceeding of the C-values will generally lead to (an investigation on the need for) soil decontamination or excavation. In the Leidraad Bodemsanering the practical use of C-values is explained. And the scientific backgrounds with respect to the risks for both public health and the environment as a consequence of soil pollution are discussed. In this report the ecotoxicological risk for soil organisms of the substances in the Leidraad Bodemsanering is evaluated, leading to a proposal for (new) C-values.

In the Leidraad Bodemsanering C-values are related to "serious danger". In this report the starting point is chosen, that there is a "serious danger" for a soil ecosystem when the survival of 50% of the species in it is threatened. This will be the case when the NOEC (No-Observed-Adverse-Effect-Concentration) for effects on vital life-functions, like growth and reproduction, is exceeded.

To work out this starting point, a literature study on the available soil ecotoxicological data for all chemicals mentioned in the Leidraad Bodemsanering was carried out. The results of this study are given in appendix II. To arrive at a proposal for C-values on basis of the data in appendix II, the R.A.B.-method ("Risk Assessment Soil pollution") was applied. By using this method, an advise of the Dutch Health Council was followed, and it was associated with the current policy of deriving maximal acceptable levels for the environment. In case insufficient data were available to enable application of the R.A.B.-method, alternative procedures were chosen. These alternatives were checked with the R.A.B.-method to ensure a comparable result. By using different procedures, the reliability of the proposed C-values depends strongly on the number and nature of the data available. All procedures used are mentioned in chapter 2.2.1., and in table 6 an indication is given of the reliability of each procedure.

Most important in this report is table 2, in which C-values based on the criterium "serious danger for soil ecosystems" are proposed. Considering the influence of the variation of soil characteristics on the bioavailability of substances and the potential risk to soil organisms, a distinction based on differences in clay and organic matter content is made between C-values for a minimal, a standard and a maximal soil.

SUMMARY

In the Leidraad Bodemsanering a list of C-values is given for levels of chemicals in soil. Exceeding of the C-values will generally lead to (an investigation on the need for) soil decontamination or excavation. In the Leidraad Bodemsanering the practical use of C-values is explained. And the scientific backgrounds with respect to the risks for both public health and the environment as a consequence of soil pollution are discussed. In this report the ecotoxicological risk for soil organisms of the substances in the Leidraad Bodemsanering is evaluated, leading to a proposal for (new) C-values.

In the Leidraad Bodemsanering C-values are related to "serious danger". In this report the starting point is chosen, that there is a "serious danger" for a soil ecosystem when the survival of 50% of the species in it is threatened. This will be the case when the NOEC (No-Observed-Adverse-Effect-Concentration) for effects on vital life-functions, like growth and reproduction, is exceeded.

To work out this starting point, a literature study on the available soil ecotoxicological data for all chemicals mentioned in the Leidraad Bodemsanering was carried out. The results of this study are given in appendix II. To arrive at a proposal for C-values on basis of the data in appendix II, the R.A.B.-method ("Risk Assessment Soil pollution") was applied. By using this method, an advise of the Dutch Health Council was followed, and it was associated with the current policy of deriving maximal acceptable levels for the environment. In case insufficient data were available to enable application of the R.A.B.-method, alternative procedures were chosen. These alternatives were checked with the R.A.B.-method to ensure a comparable result. By using different procedures, the reliability of the proposed C-values depends strongly on the number and nature of the data available. All procedures used are mentioned in chapter 2.2.1., and in table 6 an indication is given of the reliability of each procedure.

Most important in this report is table 2, in which C-values based on the criterium "serious danger for soil ecosystems" are proposed. Considering the influence of the variation of soil characteristics on the bioavailability of substances and the potential risk to soil organisms, a distinction based on differences in clay and organic matter content is made between C-values for a minimal, a standard and a maximal soil.

SAMENVATTING

In de toetsingstabel van de Leidraad Bodemsanering wordt een lijst van C- (toetsings)waarden gegeven. Overschrijding van de C-waarde geeft aanleiding tot een sanering(sonderzoek). Het gebruik van deze C-waarden in de praktijk zal in de Leidraad Bodemsanering worden verduidelijkt. Tevens zal nader ingegaan worden op de wetenschappelijk onderbouwing met betrekking tot risico's als gevolg van de aanwezigheid van bodemverontreiniging voor zowel de volksgezondheid als het milieu. In dit rapport wordt een evaluatie uitgevoerd van het ecotoxicologische risico voor bodemorganismen van de thans in de toetsingstabel opgenomen stoffen. Dit leidt tot een voorstel voor nieuwe, op milieu-effecten gebaseerde C-waarden.

In de Leidraad Bodemsanering wordt het verband gelegd tussen de C-waarde en het begrip 'ernstig gevaar'. In dit rapport is als uitgangspunt gekozen, dat sprake is van ernstig gevaar voor een bodemecosysteem wanneer 50% van de soorten in dat ecosysteem in hun voortbestaan wordt bedreigd. Hiervan is sprake bij overschrijding van hun NOEC (No-Observed-Adverse-Effect-Concentratie) voor vitale levensfuncties als groei en reproductie.

Om aan dit uitgangspunt een getalsmatige invulling te geven is een literatuurstudie uitgevoerd naar beschikbare bodemecotoxicologische gegevens voor alle in de toetsingstabel opgenomen stoffen. Het resultaat hiervan is vermeld in bijlage II. Om op grond van de in deze bijlage gepresenteerde toxiciteits-gegevens te komen tot een voorstel voor een ecotoxicologisch onderbouwde C-waarde, is in principe uitgegaan van de R.A.B.-methode (Risico-Analyse-Bodemverontreiniging). Door voor deze methode te kiezen wordt aangesloten bij een advies van de Gezondheidsraad en bij de thans gangbare praktijk van afleiding van maximaal toelaatbare risico-niveau's. Indien onvoldoende gegevens beschikbaar waren voor toepassing van de R.A.B.-methode zijn alternatieve procedures toegepast, waarvan door middel van ijking aan de R.A.B.-methode is vastgesteld dat daarmee een vergelijkbaar resultaat kan worden bereikt. Hierdoor is een aantal procedures voor de afleiding van C-waarden verkregen, waarvan de betrouwbaarheid door het aantal en de aard van de invoergegevens verschilt. In paragraaf 2.2.1. worden de toegepaste procedures beschreven; in tabel 6 wordt een indicatie gegeven van de betrouwbaarheid ervan.

Kern van dit rapport vormt tabel 2, waarin een voorstel wordt gedaan voor C-waarden op grond van het criterium 'ernstig gevaar voor bodemecosystemen'. Rekening houdend met invloed van de variatie in bodemeigenschappen op de beschikbaarheid van stoffen en daarmee op het risico voor bodemorganismen, wordt op grond van het gehalte aan organische stof en

lutum een onderscheid gemaakt naar C-waarden voor een zogenaamde 'minimale-', een 'standaard'- en een 'maximale' bodem.

1 INLEIDING

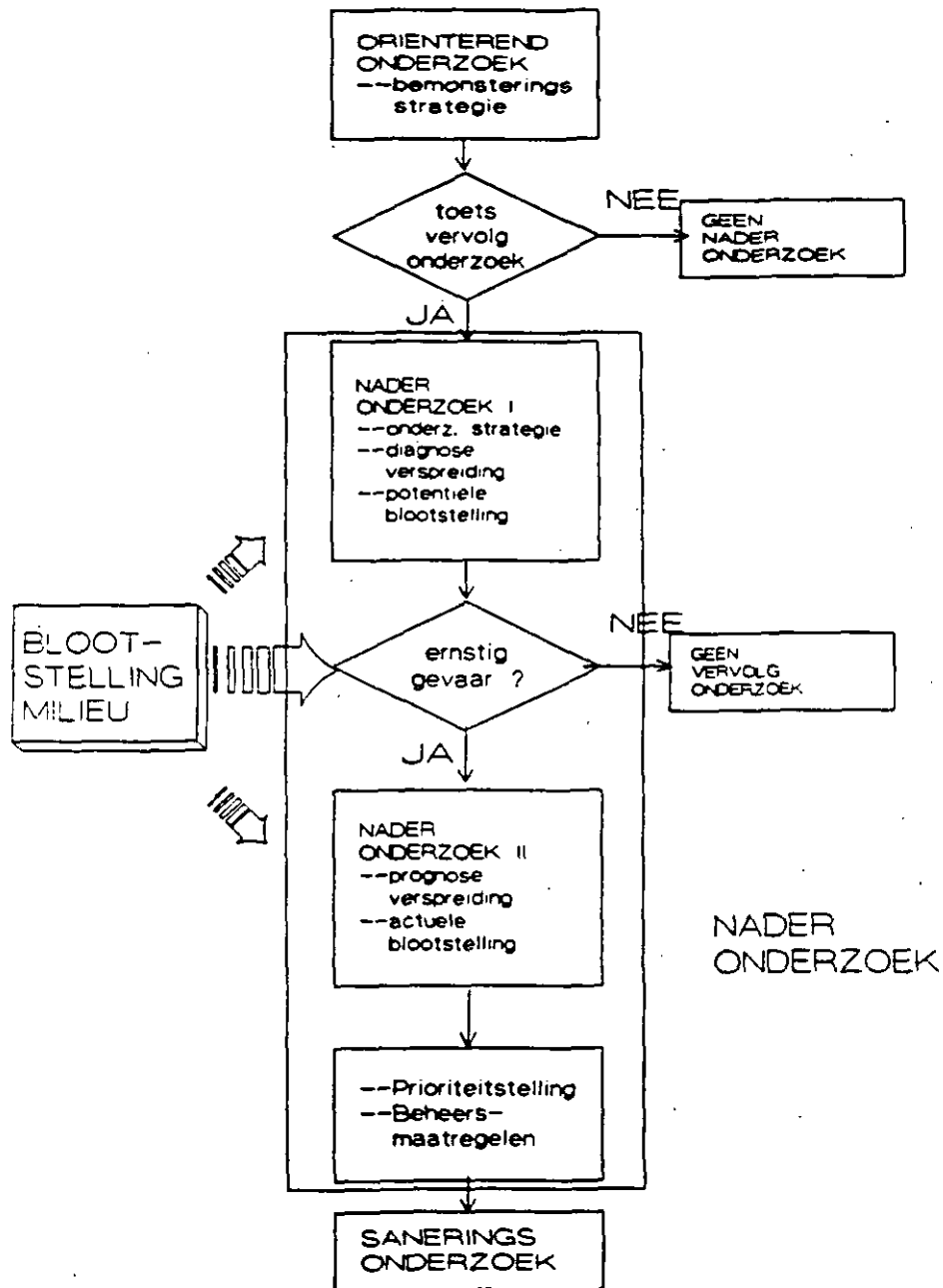
1.1 Ernstig gevaar en bodemsanering

In de Leidraad Bodemsanering (1988) wordt het rijksbeleid m.b.t. juridische, technische-inhoudelijke en financiële aspecten van de aanpak van bodemverontreiniging uiteengezet. Periodiek vindt herziening van deze Leidraad plaats. Een belangrijk onderdeel van de Leidraad Bodemsanering vormt de toetsingstabel voor de beoordeling van concentratieniveau's van diverse verontreinigende stoffen in de vaste fase van de bodem. De toetsingswaarde C uit deze tabel geeft die concentratie aan waarboven sprake is van een 'ernstig gevaar voor de volksgezondheid of het milieu'. Vaststelling van deze waarden vindt plaats op grond van potentiële blootstellingsrisico's en valt te beschouwen als een 'worst case' benadering. Of er ook sprake is van actuele blootstellingsrisico's, zodanig dat een lokatie daadwerkelijk op korte termijn gesaneerd moet worden, hangt samen met de lokale omstandigheden. Hiertoe vindt bij overschrijding van de C-waarde verder onderzoek plaats.

Om meer aansluiting te krijgen met de terminologie uit de Wet Bodembescherming zal in dit rapport gesproken worden van 'ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem'. Door de verandering van de terminologie wordt het toetsingscriterium van de wet (thans Interimwet bodemsanering, in de toekomst de saneringsregeling van de Wet Bodembescherming) niet gewijzigd. Met de thans beschikbare toxicologische informatie kunnen de C-waarden beter worden onderbouwd waardoor de status ervan kan toenemen.

Dit rapport dient ter onderbouwing van de (7e) herziening van de Leidraad. Bij deze herziening worden de bestaande C-waarden geëvalueerd en indien nodig bijgesteld. Dit gebeurt op grond van zowel humaan-toxicologische als ecotoxicologische criteria. In de hieraan ten grondslag liggende evaluatie wordt uitgegaan van de risico's voor de functionele eigenschappen van de bodem, die door de aanwezigheid van bepaalde concentraties aan verontreinigende stoffen in de bodem veroorzaakt worden. In dit rapport wordt een voorstel gedaan voor C-waarden gebaseerd op ecotoxicologische criteria en het valt als zodanig te beschouwen als een wetenschappelijke basis voor een deel van het bodemsaneringsbeleid. Andere onderdelen van dit

beleid, zoals de humaan-toxicologische risico's of de risico's van verspreiding van verontreinigende stoffen komen elders ter sprake. In figuur 1 is de plaats van dit rapport binnen het totale beoordelingsschema van de risico's van bodemverontreiniging aangegeven.



Figuur 1. Beoordelingsschema bij bodemverontreiniging

De belangrijkste doelstellingen van dit rapport zijn:

- aangeven wanneer er in ecotoxicologisch opzicht mogelijk sprake is van 'ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem';
- vastleggen van een werkwijze waarmee het begrip 'ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem' voor verontreinigende stoffen op grond van ecotoxicologische argumenten gekwantificeerd kan worden;
- voorstellen van C-toetsingswaarden voor verontreinigende stoffen voor de vaste fase van de bodem. Het voorstel voor deze C-waarden is uitsluitend gebaseerd op ecotoxicologische risico's.

Als neven doelstelling geldt het opzetten van een bestand, waarin een grote verzameling dosis-effect relaties is opgenomen en nieuwe gegevens continu ingepast kunnen worden. Dit bestand, dat als bijlage II bij dit rapport gevoegd is, kan in de toekomst ook voor andere normstellingsdoeleinden en risicoschattingsvraagstukken een hulpmiddel zijn.

De in dit rapport voorgestelde C-waarden hebben betrekking op alle bodems, dus zowel op land- als op waterbodems. Dit sluit aan bij het multifunctionaliteitsprincipe, dat stelt dat elke bodem rekening houdend met zijn natuurlijke eigenschappen in potentie elke functie moet kunnen blijven vervullen (IMP-M, 1986). Daarbij geldt dat landbodems waterbodems kunnen worden en omgekeerd. In dit rapport wordt uitgegaan van terrestrische ecotoxicologische gegevens. Voorwaarde voor dit uitgangspunt is dat terrestrische bodemecosystemen een gelijke of grotere gevoeligheid voor toxische stoffen bezitten dan aquatische bodemecosystemen. Hierop wordt in de discussie nog teruggekomen.

Het rapport is overeenkomstig de geformuleerde doelstellingen in een aantal onderdelen opgesplitst. Ten eerste wordt ingegaan op de inhoud van het begrip 'ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem' in ecotoxicologisch opzicht en op de wijze waarop dit gehanteerd wordt. Vervolgens wordt aangegeven hoe kwantificering zo optimaal mogelijk uitgevoerd kan worden door gebruik te maken van de momenteel beschikbare gegevens en methodieken. Daarna worden C-waarden afgeleid. Tenslotte worden de gevolgde werkwijze en de geformuleerde waarden bediscussieerd.

1.2 Ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem

Voor de bodem geldt het uitgangspunt van de multifunctionaliteit (IMP-M, 1986). D.w.z. een bodem dient de potentie te behouden om samenhangend met zijn natuurlijke eigenschappen meerdere functies te kunnen blijven vervullen. Voorbeelden zijn de waterwin-, de draag- en de ecologische functie. Deze laatste wordt in het bodembeschermingsbeleid als de meest gevoelige beschouwd (Wet Bodembescherming, 1980; VTCB, 1986). In de Memorie van Toelichting bij de Wet Bodembescherming staat: '... dat de eigenschappen die met deze (de ecologische) functie samenhangen veelal het meest kwetsbaar zijn. Wanneer deze eigenschappen derhalve in voldoende mate beschermd zijn, zullen in het algemeen ook de eigenschappen van de overige functies van de bodem, ..., in voldoende mate beschermd zijn.' In dit rapport is de ecologische functie uitgangspunt voor de invulling van het ernstig gevaaarcriterium.

Er wordt in dit rapport uitgaan van de bodem, dit betekent dat risico's voor organismen die indirect met de bodem in contact komen niet expliciet meegewogen worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan vogels die hun voedsel mede aan de bodem onttrekken. Dit heeft deels een praktische reden. In de uitgevoerde literatuurrecherches is niet specifiek naar dergelijke effecten gezocht. Daardoor kwamen onvoldoende bruikbare gegevens naar boven om een risicoschatting van de doorvergiftiging te kunnen uitvoeren. Bovendien wordt aangenomen dat deze organismen in het algemeen niet meer risico's lopen dan direct aan de bodem gerelateerde organismen. Hiervoor zijn twee redenen. Ten eerste beperkt de blootstelling van dergelijke organismen zich voornamelijk tot het voedsel, terwijl in de bodem voorkomende organismen ook d.m.v. direct huidcontact blootgesteld zijn. Ten tweede is het verspreidingsgebied van dergelijke organismen i.h.a. veel groter dan de omvang van een tot boven de C-waarde verontreinigde lokatie, waardoor zij slechts een gedeelte van hun leven blootstelling zullen ondervinden.

Voor enkele sterk in voedselketens accumulerende stoffen kan deze aanname toch te grof zijn en zullen als eerste bij met name hogere organismen onaanvaardbare risico's optreden. Een zeer belangrijke groep stoffen, waarbij in sterke mate biomagnificatie (ophoping via voedselketen) op zal treden zijn de PCB's (Kalmaz & Kalmaz, 1979). Hoewel ophoping niet direct invloed heeft op de concentratie waarbij sprake is van ernstig gevaar voor

de ecologische functie, zou dit kunnen betekenen dat de gevolgde benadering voor dergelijke stoffen de hogere organismen minder bescherming biedt. Het aantal stoffen waarvoor deze risico's gelden is echter beperkt. De meeste stoffen hebben geen dusdanig biomagnificerende eigenschappen, dat ze een verhoogd risico voor hogere organismen met zich mee brengen. Voor de stoffen die wel biomagnificatie vertonen, kan dit ook voor de mens gelden; hiermee zou bij de evaluatie van humaan-toxicologische risico's rekening gehouden moeten worden.

Het begrip 'ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem' betekent hier dus 'ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem'. Overigens moet erop gewezen worden dat geen ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem iets geheel anders inhoudt dan een volledige of zekere bescherming van de ecologische functie zoals beoogd met streef- of grenswaarden. Concentraties beneden het ernstig gevaarniveau, maar boven het referentiewaardeniveau, hebben wel aantasting tot gevolg. Deze is echter niet zodanig dat van ernstig gevaar gesproken moet worden.

1.3 Ernstig gevaar voor bodemecosystemen

De ecologische functie van de bodem wordt bepaald door de bodemecosystemen waaruit de bodem is opgebouwd. Dit betekent dat we uit dienen te gaan van ernstig gevaar voor bodemecosystemen.

Een ecosysteem wordt gekarakteriseerd door zijn structuur, functie en de onderlinge relatie hiertussen (Odum, 1971).

In de structuur worden de volgende componenten onderscheiden:

- anorganische stoffen (bv. NO_3 , CO_2 , H_2O);
- organische stoffen (bv. eiwitten, humus);
- klimaatfactoren (bv. vocht, temperatuur);
- producenten (bv. planten);
- macroconsumenten (bv. predatoren);
- microconsumenten (bv. bacteriën en schimmels).

De eerste drie componenten zijn abiotische, de andere biotische kenmerken.

De volgende kenmerken zijn gerelateerd aan het functioneren van een ecosysteem:

- energiekringlopen;
- voedselketens;

- diversiteitspatronen;
- nutriëntkringlopen;
- ontwikkeling en evolutie;
- controle.

De structuur is in sterke mate bepalend voor het vervullen van de functies. Derhalve wordt aangenomen dat het functioneren van een ecosysteem geen ernstig gevaar loopt, wanneer de structuur niet ernstig, d.w.z. onherstelbaar en onomkeerbaar, wordt aangetast (MPV, 1989). De structuur bestaat uit een samenhangend complex van abiotische en biotische (de soortensamenstelling in kwalitatief en kwantitatief opzicht) kenmerken. Veranderingen van abiotische kenmerken zullen vaak ook tot veranderingen van biotische kenmerken leiden en andersom. Aangenomen wordt dat de structuur van een systeem ernstig gevaar loopt indien de soortensamenstelling ernstig wordt aangetast. Dit uitgangspunt wordt onderschreven door de Werkgroep Risicomanagement ecosystemen (WReco, 1990).

Dit betekent dat de vraag 'wanneer is er sprake van ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem?', beantwoord kan worden door te kijken wanneer sprake is van ernstige aantasting van de soortensamenstelling. De soortensamenstelling is in vergelijking met de ecologische functie een beter kwantificeerbaar begrip.

In figuur 2 is bovenstaande inperking schematisch weergegeven.

Dat het reëel is milieurisico's van verontreinigende stoffen op dergelijke wijze te beschouwen, wordt ondersteund door Moriarty (1983) en de Technische Commissie Bodembescherming (VTCB, 1986). Deze stellen dat toxische stoffen gevaarlijk zijn vanwege hun effecten op populaties en levensgemeenschappen, maar dat deze stoffen aangrijpen op individuele organismen zodat op dat niveau de eerste effecten waarneembaar zijn.

ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem

stap 1

ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem

stap 2

ernstig gevaar voor bodemecosystemen

stap 3

ernstig gevaar voor de structuur van bodemecosystemen

stap 4

ernstig gevaar voor de soortensamenstelling van bodemecosystemen

Figuur 2. Schematische weergave van de wijze waarop het begrip 'ernstig gevaar voor de functionele eigenschappen van de bodem' toegespitst op het gevaar van de aard en concentraties van toxische stoffen en uitgaande van ecotoxicologische criteria kwalitatief wordt ingevuld.

Toelichting bij de diverse stappen in figuur 2:

1. de ecologische functie staat bij de invulling volgens ecotoxicologische criteria centraal; aanname: indien er geen sprake is van ernstig gevaar voor de ecologische, geldt dit in het algemeen ook voor andere functies.
2. aanname: geen ernstig gevaar voor bodemecosystemen, die de basis vormen voor de ecologische functie, betekent ook geen ernstig gevaar voor de functie zelf.
3. bodemecosystemen kunnen gekenmerkt worden door functies en structuur; aanname: geen ernstig gevaar voor de structuur van een ecosysteem, die als basis voor de functies wordt beschouwd, betekent geen ernstig gevaar voor het gehele systeem.
4. de structuur wordt bepaald door de verzameling abiotische en biotische kenmerken in zowel kwalitatieve als kwantitatieve zin; aanname: geen ernstige aantasting van de soortensamenstelling, het biotische deel, betekent geen ernstige aantasting van de gehele structuur.

1.4 Criterium ernstig gevaar

Als criterium voor ernstig gevaar uitgaande van ecotoxicologische argumenten is gekozen het plaatsvinden of dreigen plaats te vinden van onomkeerbare en onherstelbare schade aan de ecologische functie. Derhalve is nu de vraag aan de orde wanneer dit het geval is. Dit komt neer op beantwoording van de vraag: 'Wanneer is er sprake van ernstige aantasting van de soortensamenstelling van een ecosysteem?'. Bij de beantwoording van deze vraag wordt uitgegaan van voor het voortbestaan van soorten en levensgemeenschappen belangrijke parameters. Hiervan komen vooral reproductie en groei uit diverse onderzoeken als essentiële populatiedynamische parameters naar voren (Ma, 1983; Joosse & Verhoef, 1983; Van Capelleveen, 1987). Dit betekent niet dat andere sublethale parameters niet van belang kunnen zijn voor het voortbestaan van organismen. Negatieve effecten op andere belangrijke parameters zullen echter in het algemeen ook leiden tot reproductievermindering (Kooijman & Metz, 1984). Uiteraard is ook sterfte van essentieel belang. Uitgaande van essentiële parameters wordt gesteld dat er in ieder geval gesproken kan worden van ernstig gevaar indien 50% van de soorten in een systeem nadelige effecten ondervindt door de aanwezigheid van één of meer verontreinigende stoffen in concentraties boven de NOEC voor deze soorten. De omvang van de nadelige effecten is per soort verschillend en zal uiteenlopen van nagenoeg verwaarloosbaar tot zeer groot.

2 MATERIAAL EN METHODE

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe en op basis van welke gegevens bepaald wordt wanneer er sprake is van aantasting of bedreiging van 50% van de soorten in een ecosysteem. Dit betekent het vastleggen van concentratieniveau's voor verontreinigende stoffen in de bodem, waarbij ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem optreedt (C-waarden).

2.1 Materiaal

Uit de literatuur zijn gegevens over dosis-effect relaties voor verontreinigende stoffen verzameld. Hiervoor is gebruik gemaakt van op het RIVM aanwezige literatuur. Tevens zijn literatuurrecherches in Biological Abstracts (Biosis), Chemical Abstracts en Pollution uitgevoerd. In bijlage I is een korte omschrijving van het gehanteerde zoekprofiel gegeven. De grote diversiteit van de gegevens bemoeilijkt de hanteerbaarheid. Om verwerking in een procedure om tot een voorstel voor C-waarden te komen mogelijk te maken, zijn de gegevens aan een drietal algemene regels onderworpen.

1. Gegevens voor individuele soorten (dit zijn m.n. effecten op individuele plant- en diersoorten) worden onderscheiden van gegevens over somparameters, zoals effecten op bodemademhaling.
2. De aard van de onderzochte effecten kan sterk verschillen. Het is onmogelijk elk type effect afzonderlijk te beoordelen. Om praktische redenen wordt derhalve een tweedeling gehanteerd in lethale en niet-lethale effecten.
3. De blootstellingsduur is van invloed op de intensiteit van het optredende effect. We maken onderscheid tussen kortdurende ofwel acute en langdurende ofwel chronische blootstelling.

ad 1. Interpretatie en verwerking van somparameters levert vaak problemen op (VTCB, 1986). Een belangrijke reden hiervoor is dat effecten van stoffen soms gedeeltelijk gecamoufleerd kunnen worden door het optreden van soortsubstitutie, waardoor onderschatting kan plaatsvinden. Bovendien worden somparameters vaak bepaald onder complexe omstandigheden, zodat het resultaat door veel factoren beïnvloed kan worden. Dit maakt het moeilijk een direct causaal verband tussen de aanwezigheid van een toxische stof en het geconstateerde effect aan te tonen. In experimenten met meerdere

soorten, waarin ook diverse factoren het resultaat kunnen beïnvloeden, worden vergelijkbare problemen gesignaleerd (Kooijman, 1985).

Door Domsch et al. (1983) is een relatie opgesteld tussen de ernst van effecten op micro-organismen en de tijdsduur waarover zij optreden (tijd die nodig is voor herstel). Deze relatie kan een hulpmiddel zijn bij de interpretatie van somparameters in kwalitatief opzicht. Voor een kwantitatieve benadering zijn de drie categoriën (kritisch, acceptabel en verwaarloosbaar) die Domsch et al. onderscheiden vooralsnog te grof gedefinieerd.

ad 2. Moriarty (1983) stelt dat sterfte altijd voorafgegaan wordt door één of andere vorm van disfunctioneren, m.a.w. niet-lethale parameters zijn gevoeliger dan lethale. Hiermee wordt bij de verwerking van gegevens rekening gehouden. Bij concentraties waarbij geen effect op de onderzochte parameter wordt waargenomen, bestaat een kans dat op andere niet-onderzochte parameters wel effecten plaatsvinden. Dit probleem blijft beperkt indien slechts met parameters gewerkt wordt, waarvan de waarde is aangetoond. Binnen de niet-lethale effecten gelden reproductie en in iets mindere mate groei als de belangrijkste parameters, omdat effecten hierop van essentieel belang zijn voor voortbestaan van populaties (Denneman et al., 1986). Andere niet-lethale effecten zijn slechts gebruikt bij de bepaling van C-waarden indien in de bron van herkomst het belang ervan afdoende werd aangetoond (zie bijlage II en III, bv. Marigomez et al., 1986).

ad 3. Bij bodemverontreiniging zal mede als gevolg van de geringe actieradius van de meeste bodemorganismen in het algemeen van langdurende blootstelling sprake zijn. C-waarden dienen als toetsingskader bij de beoordeling van verontreinigingsgevallen. Derhalve beschouwen we chronische effecten bij de afleiding van C-waarden als de meest relevante. Grotere organismen hebben langer nodig om een interne concentratie te bereiken waarbij toxische effecten optreden (Moriarty, 1983). De begrippen acuut en chronisch moeten derhalve gerelateerd worden aan de levensduur van organismen. Zij zijn relatief en dienen per soort beschouwd te worden.

De belangrijkste parameters waarmee effecten worden beschreven zijn:

- NOEC (no-observed-adverse-effect-concentration): de hoogste van een serie testconcentraties waarbij geen significant negatief effect op een niet-lethale parameter optreedt;

- NOLC (no-observed-lethal-concentration): de hoogste van een serie testconcentraties waarbij geen significante sterfte optreedt;
- EC50 (effect concentration 50%): de concentratie waarbij de onderzochte parameter met 50% gereduceerd wordt in vergelijking met een schone situatie;
- LC50 (lethal concentration 50%): de concentratie waarbij 50% sterfte optreedt.

Deze parameters zijn gebruikt bij de afleiding van C-waarden.

Daarnaast worden soms andere effectniveaus beschreven, bv. LC25, EC90.

Deze worden wel meegenomen, maar zijn vanwege de slechte onderlinge vergelijkbaarheid in principe niet gebruikt bij de afleiding van C-waarden.

2.2 Methode

Bepaling van C-waarden vindt indien mogelijk plaats m.b.v. de zogenaamde R.A.B. (Risico Analyse Bodemverontreiniging)-methode (Van Straalen & Denneman, 1989). De keuze voor deze methode is gebaseerd op een aantal argumenten:

- de methode is eenduidig, d.w.z. kan in principe voor alle stoffen uit de toetsingswaardentabel op vergelijkbare wijze toegepast worden; dit is m.n. van belang bij het bepalen van algemeen geldende normen of richtlijnen, zoals bijvoorbeeld C-waarden;
- de methode is reproduceerbaar; het resultaat is volledig afhankelijk van de gebruikte gegevens en niet van de gebruiker;
- de methode is actueel, gaat uit van de huidige kennis en biedt ruimte voor het inpassen van nieuw verkregen inzichten in de toekomst;
- gebruik van de methode bij de bepaling van C-waarden betekent aansluiting met de ontwikkeling bij de bepaling van grens- en streefwaarden, waarin ook toepassing van de methode plaatsvindt (Risicobrochure, 1989; Van de Meent et al., 1990);
- de methode gaat uit van een op ecotoxicologische theoriën gebaseerde modelmatige aanpak. In het algemeen kan worden gesteld dat modellen nuttig zijn bij het beschrijven van complexe ecosystemen (Walters, 1983; Van Straalen et al., 1988);
- uit een rapport van de Gezondheidsraad (1988) komt naar voren dat de methode in vergelijking met andere beschikbare werkwijzen op dit moment het meest in aanmerking komt voor beleidsmatige toepassing.

De beschikbare toxiciteitsgegevens (zie 3.1) blijken helaas voor veel stoffen onvoldoende voor optimale toepassing van de R.A.B.-methode. Derhalve is voor die gevallen de methode op aangepaste wijze toegepast of zijn alternatieve procedures gehanteerd. Deze zijn zodanig gekozen dat een zo goed mogelijke benadering wordt verkregen van het resultaat dat naar verwachting met de R.A.B.-methode tot stand zou zijn gekomen, indien toepassing mogelijk zou zijn geweest. Dit is bereikt door deze procedures te ijken aan de optimale toepassing van de R.A.B.-methode. Hiertoe zijn alternatieve procedures naast de meest optimale methode toegepast bij stoffen waarvoor een grote hoeveelheid gegevens beschikbaar was en zijn de uitkomsten vergeleken.

Bij deze vergelijking zijn een aantal aspecten meegewogen:

- kennis omtrent variatie in gevoeligheid tussen organismen;
- kennis over de verhouding tussen de diverse eenheden waarin toxische effecten uitgedrukt worden (bv. de verhouding tussen NOEC en EC50);
- verschil in betrouwbaarheid waarmee dosis-effect relaties kunnen worden vastgesteld.

Alle gehanteerde procedures staan vermeld in 2.2.2.

2.2.1 Principe van de R.A.B.-methode

De methode is beschreven door Van Straalen en Denneman (1989) en Denneman et al. (1989). Bovendien wordt zij besproken in het rapport 'Ecologische risico-evaluatie van stoffen' van de Gezondheidsraad (1988). De methode wordt hier gebruikt voor het afleiden van de toetsingswaarde C. Omdat een dergelijke toepassing nieuw is, is het zinvol niet slechts te volstaan met bovenstaande referenties, maar het principe van de methode hieronder uiteen te zetten.

Toepassing van de methode t.b.v. een risicoschatting voor een verontreinigende stof kent een aantal stappen:

1. Verzamelen van dosis-effect relaties waarin de gevoeligheden van organismen zijn vastgelegd. Als maat voor de gevoeligheid wordt bij voorkeur uitgegaan van de chronische NOEC voor reproductie.

2. Normaliseren van de verzamelde toxiciteitsgegevens; om de gegevens beter vergelijkbaar te maken, worden zij omgerekend naar een bodem met een vastgelegd gehalte aan organische stof en lutum.
3. Gegevens van organismen behorend tot dezelfde taxonomische of op andere wijze nauw gerelateerde groep worden samengevoegd. Dit gebeurt door het geometrisch gemiddelde van de afzonderlijke gegevens te bepalen.
4. Bepaling van de HCp (Hazardous Concentration p%, d.w.z de concentratie waarbij p% van de soorten in een ecosysteem met overschrijding van hun gevoeligheid geconfronteerd wordt). In principe kan voor elk percentage de 'Hazardous Concentration' bepaald worden. In dit rapport gaan we zoals aangegeven uit van 50%.

ad 1. Toepassing van de R.A.B.-methode is in principe gebaseerd op niet-lethale (bij voorkeur reproductie), chronische effecten (Van Straalen & Denneman, 1989). Dergelijke effecten zijn als representatief te beschouwen voor effecten die in een geval van bodemverontreiniging daadwerkelijk optreden (Traas et al., 1989). De beschikbare toxiciteitsgegevens schieten vaak tekort om uitvoering van een dergelijke aanpak mogelijk te maken. Dan moet met minder representatieve parameters gewerkt worden. Er wordt hier een voorkeursvolgorde aangehouden: resp. NOEC-reproductie, NOEC-groei, NOLC en eventueel NOEC's voor andere parameters waarvan de relevantie voor het voortbestaan van het betreffende organisme in de betreffende publicatie is aangetoond. Ook bij de alternatieve methoden, waarin EC50 en LC50-waarden gebruikt worden voor de afleiding van C-waarden, wordt deze volgorde gehanteerd.

Bovendien geldt als voorwaarde voor optimale toepassing van de R.A.B.-methode dat minimaal 5 bruikbare toxiciteitsgegevens beschikbaar moeten zijn. Dit wordt ook door de Technische Commissie Bodembescherming (TCB, 1989c) en door Okkerman et al. (1990) aangegeven. De gegevens moeten bij voorkeur ontleend zijn aan een voor een ecosysteem zo representatief mogelijk scala van toetsorganismen. Dit wil zeggen dat zij ontleend zijn aan zoveel mogelijk verschillende groepen (drie wordt hier als minimum beschouwd) die representatief zijn t.a.v. (Traas et al., 1989):

- ecologische functie;
- taxonomie;
- bouwplan;
- blootstellingsroute.

Daarbij moeten de organismen geschikt zijn voor laboratoriumonderzoek.

ad 2. De toxiciteit van een stof hangt mede af van een aantal fysisch-chemische bodemfactoren (Babich & Stotzky, 1983). Deze factoren kunnen in de experimenten waarin de toxiciteitsgegevens bepaald zijn, sterk verschillen. Dit verhindert een goede vergelijkbaarheid. Om hierin verbetering te brengen, worden de gegevens omgerekend naar een bodem met een vastgelegd gehalte aan organische stof (H) en lutum (L). Het lutumgehalte is het gehalte aan minerale delen kleiner dan 2 μm . Hiervoor worden de bodemtypecorrectiefactoren gebruikt zoals weergegeven voor de Referentiewaarden Bodem in de Milieu Programma Voortgangsrapportage 1989-1993 (MPV, 1988). Deze correctiefactoren zijn voor metalen en fluor ontleend aan een statistisch verband tussen achtergrondgehalten van deze stoffen en het lutum- en organische stofgehalte. De gegevens hiervoor zijn afkomstig uit een grootschalig onderzoek naar de achtergrondgehalten van stoffen in onbelaste, nog als multifunctioneel te beschouwen gebieden (Edelman, 1984). De correctiefactor voor organische verbindingen is alleen gebaseerd op een relatie met het gehalte aan organische stof. Bij de bepaling hiervan is gebruik gemaakt van een eenvoudig milieuchemisch model (het evenwichts-partitie-model). Voor enkele stoffen zijn geen bodemtypecorrectiefactoren in het MPV geformuleerd. Voor barium en cobalt zijn inmiddels door de Technische Commissie Bodembescherming bodemtypecorrectiefactoren opgesteld (barium: $300 + 3.9 * L$; cobalt: $10 + 0.17 * L$) (TCB, 1990). Deze worden hier overgenomen. Voor molybdeen is geen bodemtypecorrectie beschikbaar.

In plaats van de in het MPV genoemde standaardbodem, wordt hier uitgegaan van een 'arme' bodem met als minimaal te beschouwen gehalten aan organische stof (H=2%) en lutum (L=5%). Dit betekent dat t.a.v. deze factoren een soort 'worst case' bodem gehanteerd wordt; een bodem met een lage bindingscapaciteit voor toxische stoffen, zodat de beschikbaarheid van deze stoffen hoog is. Deze bodem is vergelijkbaar met een arme zandgrond. In het vervolg zal gemakshalve de term 'minimale bodem' gehanteerd worden.

De correctiefactoren zijn ontleend aan statistische verbanden en niet gebaseerd op een relatie tussen biologische beschikbaarheid en het gehalte aan organische stof en lutum. Toch worden zij hier gebruikt om experimentele toxiciteitsgegevens te normaliseren. De TCB stelt hierover dat een dergelijke werkwijze aanbeveling verdient omdat betere methoden ontbreken. Bovendien zal de correctie voorkomen dat de variatie die het gevolg is van verschillen in grondsoort aanleiding geeft tot een verkeerde schatting van de variatie in gevoeligheid van soorten (TCB, 1989c). De formules kunnen m.n. bij zeer lage gehalten aan organische stof en lutum tot onderschatting van de bindingscapaciteit van de bodem leiden (Lexmond, 1987). Daarnaast is in sommige gevallen overschatting niet denkbeeldig, zeker wanneer het om toegevoegde i.p.v. om van nature aanwezige stoffen gaat. Dit probleem kan zich vooral bij zeer hoge gehalten aan organische stof en lutum voordoen. Dit heeft geleid tot een tweede aanpassing ten opzichte van het MPV. In het MPV wordt alleen bij de omrekening voor organische verbindingen een onder- en een bovengrens gehanteerd (resp. 2 en 30% organische stof). In dit rapport wordt ook bij de omrekeningen voor metalen en fluor een onder- en een bovengrens geformuleerd. Voor lutum zijn deze grenzen resp. 5 en 50%, voor organische stof resp. 2 en 30%. Door het introduceren van deze grenzen wordt de reikwijdte van de correctiefactoren enigszins ingeperkt. Hierdoor komen de onzekerheden ten aanzien van de betrouwbaarheid voor zeer hoge of zeer lage gehalten aan organische stof en lutum grotendeels te vervallen.

De grenzen voor organische stof zijn gelijk aan die voor de omrekening bij organische verbindingen gekozen, mede omdat ook de meeste door Edelman (1984) bemonsterde gronden binnen deze grenzen vallen. De grenzen voor het lutumgehalte zijn eveneens zodanig gekozen dat de meeste van de door Edelman bemonsterde gronden er binnen vallen. Er is niet getracht de boven- en ondergrens volledig in overeenstemming te doen zijn met de hoogste en laagste waarden uit het onderzoek van Edelman. Bodemdeeltjes met een weinig grotere omvang dan lutum kunnen nog een redelijke bijdrage leveren aan de bindingscapaciteit van de bodem, daarom is m.n. voor lutum een relatief hoge ondergrens geformuleerd. Bovendien wordt hiermee voorkomen dat in experimenten met voor veldsituaties irrelevante gehalten aan organische stof en lutum de omrekeningsformules tot niet-realistische resultaten leiden. Aan bodems met gehalten onder of boven de geformuleerde grenswaarden worden de grensgehalten toegeschreven.

De omrekening gebeurt m.b.v. de formule:

$$\text{NOEC} = \text{NOEC(L,H)} \cdot \frac{R(5,2)}{R(L,H)} \quad (1)$$

waarin,

- NOEC - NOEC voor een bodem met een als minimaal te beschouwen gehalte aan organische stof (H) en lutum (L);
- NOEC(L,H) - de experimenteel bepaalde NOEC (bij in het experiment gebruikte L- en H-gehalten);
- R(5,2) - waarde berekend door invulling van L=5 en H=2 in de omrekeningsformule voor de betreffende stof;
- R(L,H) - waarde berekend door invulling van het experimenteel gebruikte L- en H-gehalte in de omrekeningsformule voor de betreffende stof.

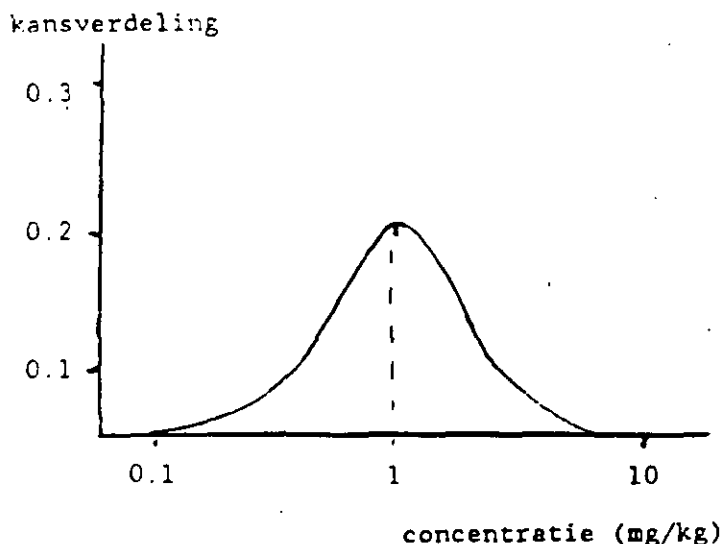
Het zal duidelijk zijn dat voor organische verbindingen de lutumcomponenten uit bovenstaande formule wegvallen.

ad 3. Het samenvoegen van gegevens van organismen, die behoren tot een nauw verwante groep betekent een wijziging t.o.v. het basisprincipe van de R.A.B.-methode. Verwante soorten bezitten vaak een meer vergelijkbare gevoeligheid voor toxische stoffen dan niet-verwante soorten (Canton & Adema, 1978; LeBlanc, 1984; Slooff et al., 1986). Indien veel verwante soorten voor een bepaalde stof getoetst zijn, kan hierdoor een verkeerde schatting van de gemiddelde gevoeligheid van de soorten in een ecosysteem ontstaan. Dit wordt grotendeels voorkomen door op groepsniveau te werken. Dit betekent bijvoorbeeld dat indien voor meerdere regenwormsoorten een NOEC bepaald is, het geometrisch gemiddelde van deze NOEC's berekend wordt. Deze waarde wordt in de methode ingevoerd. Overigens geldt deze aanpak ook voor de naast de R.A.B.-methode gehanteerde alternatieve methoden. Deze wijziging is ook toegepast door Van de Meent et al. (1990) m.b.t. de afleiding van Maximaal Toelaatbare Risiconiveau's voor water, sediment en grond.

ad 4. De bepaling van de HCp gebeurt op basis van een schatting van de verdeling van de gevoeligheden (uitgedrukt in NOEC-waarden) van alle soorten in een ecosysteem o.g.v. experimenteel bepaalde gevoeligheden. De gevoeligheden van de getoetste soorten, die verzameld zijn, worden als random trekkingen uit de totale verdeling beschouwd. Aangenomen wordt dat de verdeling van alle soorten in een ecosysteem log-logistisch is. Kooijman (1987) laat in zijn artikel, dat de theoretische basis voor de R.A.B.-methode vormt, zien dat een log-logistische kansverdeling een redelijke

beschrijving geeft van de frequentieverdeling van experimenteel bepaalde gevoeligheden. Deze aanname houdt in dat de relatie tussen de verdeling van gevoeligheden van soorten in een ecosysteem en de natuurlijke logaritme ($\ln$) van de concentratie van een toxische stof beschreven kan worden m.b.v. de formule voor een logistische kansverdeling.

De log-logistische verdeling van de gevoeligheden van alle soorten in een ecosysteem wordt bepaald door het geometrisch gemiddelde en de spreiding. Het gemiddelde bepaalt de plaats van de verdeling en de spreiding de vorm. Gemiddelde en spreiding van de verdeling van de gevoeligheden van alle in een ecosysteem aanwezige soorten worden geschat op basis van het gemiddelde en de spreiding van de experimenteel bepaalde gevoeligheden (bij voorkeur NOEC's). In figuur 3 is een voorbeeld van een log-logistische verdelingscurve gegeven.

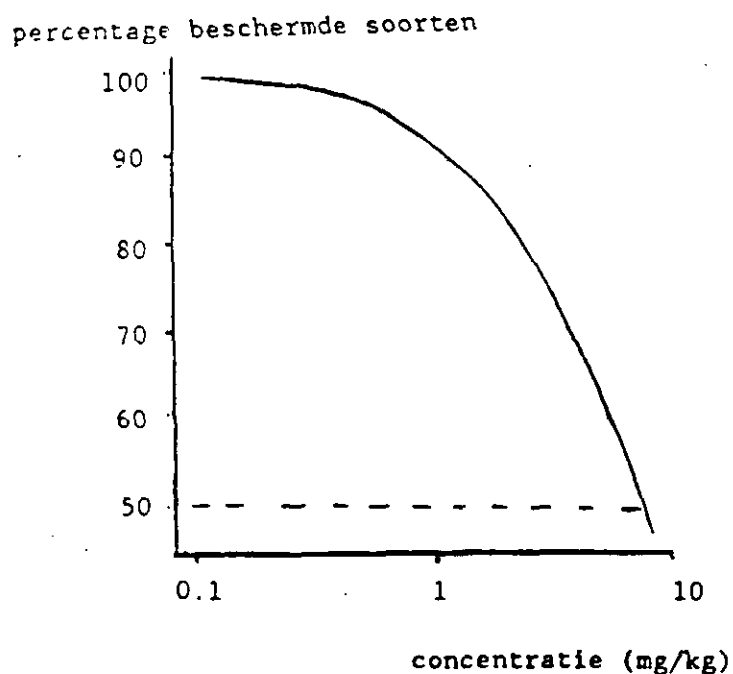


Figuur 3. Voorbeeld van een log-logistische verdelingscurve.

Uit Kooijman (1987) blijkt dat alleen de onbetrouwbaarheid in de schatting van de spreiding relevant is voor de schatting van de HCS (Hazardous Concentration for Sensitive species), waar hij zich op richt. De onbetrouwbaarheid in de schatting van het geometrisch gemiddelde is hiervoor van ondergeschikt belang. Voor de schatting van de HCP wordt dat

uitgangspunt overgenomen. Dit kan echter onzekerheden opleveren, aangezien geldt dat de invloed van de onbetrouwbaarheid in de schatting van het geometrisch gemiddelde relevanter wordt naarmate p groter is. Hierop wordt in de discussie teruggekomen.

Vervolgens kan op grond van de geschatte verdeling een HCp bepaald worden door het geometrisch gemiddelde van de verzamelde gevoeligheden te delen door een veiligheidsfactor. De grootte van deze factor hangt af van de spreiding tussen de experimenteel bepaalde gevoeligheden, het percentage soorten waarbij men negatieve effecten toelaatbaar acht, het aantal getoetste soorten en de kans op steekproeffouten die acceptabel gevonden wordt. De wijze, waarop de vergelijking voor bepaling van de HCp geformuleerd is, is zodanig dat hierin zowel de schatting van de verdeling als de bepaling van de HCp zelf plaatsvinden. Dit betekent dat de schatting van de verdeling niet als een losstaande stap in de methode zichtbaar gemaakt wordt. In figuur 4 is het percentage beschermde soorten uitgezet tegen de concentratie voor een denkbeeldige toxische stof.



Figuur 4. Relatie tussen de bodemconcentratie van een toxische stof en het aantal beschermde soorten (%).

Er wordt gesproken over de verdeling van gevoeligheden in een ecosysteem. Hierbij wordt aangenomen dat een dergelijke verdeling voor verschillende ecosystemen vergelijkbaar is. Dit betekent dat de berekende HCp voor elk ecosysteem geldig is.

De R.A.B.-methode geeft een formule voor berekening van de HCp. Voor de afleiding van de formule wordt verwezen naar Kooijman (1987) en Van Straalen & Denneman (1989):

$$HCp = \frac{e^{X_m}}{VF} \quad , \text{ waarbij} \quad (2)$$

$$VF = e^{\frac{3 \cdot d_m \cdot s_m \cdot \ln(\frac{1-\delta}{\delta})}{\pi}} \quad (3)$$

met:

HC - Hazardous Concentration

p - percentage soorten in een ecosysteem waarbij overschrijding van de NOEC plaatsvindt

X_m - gemiddelde $\ln NOEC$

VF - veiligheidsfactor

d_m - correctie voor schattingsfouten afhankelijk van het aantal toetssoorten

s_m - standaarddeviatie van de $\ln NOEC$

δ - fractie waarbij men negatieve effecten toelaatbaar acht (= p/100)

Kooijman (1987) heeft op grond van computersimulaties een tabel voor d_m opgesteld. Deze tabel is hier gedeeltelijk overgenomen (tabel 1).

Tabel 1. Correctiefactor (d_m) voor de kans op schattingsfouten (s) in relatie tot het aantal proeforganismen (m) .

m	d_m voor	
	s=5%	s=1%
2	3.72	5.09
3	3.40	4.58
4	3.22	4.25
5	3.06	3.99
6	2.93	3.74
7	2.82	3.52
8	2.72	3.34
9	2.65	3.20
10	2.59	3.09
20	2.44	2.76
oneindig	1.81	1.81

Er wordt in dit rapport een kans op schattingsfouten van 5% gehanteerd. De methode kan ook gebruikt worden om te schatten hoeveel procent van de soorten bij een bepaalde concentratie nadelige effecten zal ondervinden. Hiervoor wordt de formule omschreven tot:

$$\left(\frac{\pi^2 (X_m - \ln C)}{3 \cdot d_m \cdot s_m} + 1 \right)^{-1}$$

$\delta = e$

(4)

C staat voor de in een bodem aanwezige concentratie.

Een voordeel is dat hiermee een risicoschatting gemaakt kan worden van in de bodem aangetroffen gehalten en dat de ernst van overschrijding van een C-waarde gekwantificeerd kan worden.

2.2.2 Procedures voor bepaling C-waarden

De gehanteerde procedures om tot C-waarden te komen zijn in volgorde van afnemende prioriteit:

- 1a. toepassing R.A.B.-methode bij 5 of meer NOE(L)C's, bepaald aan organismen uit minimaal 3 representatieve groepen (zie 2.2.1.); criterium HC50 ('Hazardous Concentration 50%', concentratie waarbij 50% van de soorten in een ecosysteem met overschrijding van zijn NOE(L)C geconfronteerd wordt);
- b. toepassing R.A.B.-methode bij 5 of meer EC50's (minimaal 3 representatieve groepen); bepaling HC50 voor EC50's, criterium $HC50/5^1$;
- c. toepassing R.A.B.-methode bij 5 of meer LC50's (minimaal 3 representatieve groepen); bepaling HC50 voor LC50's, criterium $HC50/10$.
2. 2-5 eenduidige toxiciteitsgegevens beschikbaar, waarin minimaal 2 verschillende groepen vertegenwoordigd zijn; criterium vergelijkbaar met 1. Er geldt een verschil in prioriteit dat afhangt van het aantal en de aard van de beschikbare gegevens. Dit wil zeggen dat bepaling op basis van 4 gegevens een hogere prioriteit geniet dan op basis van 2 of 3 gegevens. Bij een gelijk aantal gegevens geldt ook hier de voorkeursvolgorde NOE(L)C, EC50 en LC50:
 - a. 2-5 NOE(L)C-waarden; criterium geometrisch gemiddelde²;
 - b. 2-5 EC50-waarden; criterium (geometrisch gemiddelde)/5;
 - c. 2-5 LC50-waarden; criterium (geometrisch gemiddelde)/10.
3. 1 toxiciteitsgegeven of meerdere toxiciteitsgegevens voor één groep beschikbaar:
 - a. NOE(C); criterium NOE(L)C - C-waarde;
 - b. EC50; criterium $EC50/5$;
 - c. LC50; criterium $LC50/10$;
 - d. overige parameters; criterium hangt af van de aard van de parameter.

¹ Het maakt geen verschil of eerst de HC50 bepaald wordt en vervolgens door een bepaalde factor gedeeld wordt of dat eerst de afzonderlijke toxiciteitsgegevens door de factor gedeeld worden en daarna een HC50 bepaald wordt. In beide gevallen is het resultaat hetzelfde.

² Het geometrisch gemiddelde wordt bepaald door de natuurlijke logaritme van de afzonderlijke waarden te bepalen, deze te middelen en vervolgens van dit gemiddelde de e-macht te berekenen.

4. Indien geen terrestrische toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn, wordt uitgegaan van aquatische toxiciteitsgegevens en gegevens over adsorptie van stoffen aan grond. Waarden voor waterorganismen zijn omgerekend naar bodemgehalten en vervolgens op dezelfde wijze als voor bodemorganismen tot C-waarden herleid. Dit wordt alleen gedaan indien minimaal twee bruikbare aquatische gegevens beschikbaar zijn.

Het gebruik van procedure 4 is gebaseerd op de resultaten van onderzoek van Van Gestel en Ma (1988). Zij tonen aan dat de blootstelling van regenwormen aan chloorfenolen voornamelijk plaatsvindt via het bodemvocht. Adsorptie-gegevens blijken goed bruikbaar voor het vertalen van concentraties in het bodemvocht naar die in de vaste fase van de bodem. Bovendien blijkt de gevoeligheid van regenwormen voor chloorfenolen een verrassend mate van overeenkomst te vertonen met die van vissen. Procedure 4 is alleen toegepast voor stoffen waarvoor reeds in het verleden C-waarden geformuleerd zijn en waarvoor direct bruikbare gegevens beschikbaar waren. Er zijn voor dit doel geen literatuurrecherches uitgevoerd.

Indien noch terrestrische noch aquatische toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn, is bepaling van een C-waarde gerelateerd aan het ernstig gevaar van een stof voor de ecologische functie van de bodem niet mogelijk.

Naarmate de afwijking van de werkwijze met de hoogste prioriteit (1a) toeneemt, neemt de betrouwbaarheid van de bepaalde C-waarde af. De zekerheid dat de C-waarde inderdaad overeenkomt met de concentratie waarbij 50% van de soorten in een ecosysteem nadelige effecten ondervindt wordt dus kleiner.

Zoals gesteld in 2.1. wordt er onderscheid gemaakt tussen aan individuele soorten bepaalde effecten en somparameters. M.n. voor effecten op micro-organismen worden veelal somparameters onderzocht. De R.A.B.-methode gaat uit van gevoeligheden van soorten. Het is twijfelachtig of een log-logistische verdeling nog opgaat wanneer gelijktijdig somparameters worden meegenomen. Bovendien hebben somparameters i.h.a. een grotere onbetrouwbaarheid. Door de complexiteit van dergelijke experimenten is het moeilijker een reproduceerbare dosis-effect relatie te bepalen. Derhalve worden de C-waarden in eerste instantie bepaald op basis van individuele soortparameters. Het is echter ongewenst effecten op micro-organismen geheel buiten beschouwing te laten. Micro-organismen zijn immers van groot belang voor het functioneren van een ecosysteem. Derhalve worden de somparameters ter controle gebruikt door vergelijking van de op

gevoeligheden van individuele soorten (planten en dieren) gebaseerde C-waarden met toxiciteitsgegevens voor micro-organismen. Deze gegevens worden op dezelfde wijze tot een C-waarde verwerkt als de individuele gegevens. Bij voldoende beschikbare somparameters wordt hier dus ook de R.A.B.-methode op toegepast. Aangenomen wordt dat ook de verdeling van somparameters log-logistisch is. Indien de hier bepaalde C-waarde afwijkt van de op gegevens van individuele soorten gebaseerde C-waarde en bepaald is volgens een procedure met hogere prioriteit wordt het geometrisch gemiddelde van beide waarden genomen.

Er wordt nog een andere vorm van controle toegepast. Voor de gegeven procedures geldt een voorkeursvolgorde. Indien op grond van de beschikbare gegevens bepaling op meerdere binnen één procedure geformuleerde werkwijzen mogelijk is (bv. 2a en 2c), is naast de methode met de hoogste prioriteit ook een methode met lagere prioriteit toegepast. Indien deze een lagere C-waarde oplevert, is het geometrisch gemiddelde genomen.

Op bovenstaande wijze wordt gekomen tot een C-waarde voor een individuele stof. Er zijn echter stoffen die op grond van een grote onderlinge vergelijkbaarheid als groep kunnen worden opgenomen in de toetsingswaardetabel. Dit geldt bijvoorbeeld voor isomeren van één stof, bv. alle trichloorfenolen of alle trichloorbenzenen.

Om tot een C-waarde voor een groep te komen, worden de volgende stappen gevolgd:

1. voor alle individuele stoffen van één groep wordt volgens een bovenstaande procedure een C-waarde bepaald;
2. van de C-waarden voor stoffen die slechts op gegevens voor één soort (of groep soorten) of slechts op gegevens over somparameters gebaseerd zijn, wordt het geometrisch gemiddelde genomen;
3. van het onder 2 bepaalde gemiddelde en de overige C-waarden wordt het geometrisch gemiddelde genomen. Dit kan als C-waarde voor elke individuele stof uit de betreffende groep stoffen worden gebruikt.

Niet alle in de literatuur aangetroffen toxiciteitsgegevens zijn verwerkt. Bij het maken van bijlage II heeft selectie plaatsgevonden. Onbetrouwbare gegevens zijn niet opgenomen. Onvolledige gegevens in principe ook niet, maar hierop is m.n. voor stoffen waarvoor zeer weinig gegevens beschikbaar zijn een uitzondering gemaakt. Indien voor een dosis-effect relatie een NOEC beschikbaar is, is een andere effect-parameter (bv. EC50) voor dezelfde relatie niet altijd opgenomen in bijlage II. Bovendien zijn niet

alle in bijlage II opgenomen gegevens op dit moment bruikbaar. Het is onmogelijk voor elk toxiciteitsgegeven aan te geven waarom het wel of niet geschikt is om bij bepaling van een C-waarde gebruikt te worden. Dit hangt samen met de grote hoeveelheid aan gegevens, maar ook met moeilijk weer te geven factoren als onnauwkeurigheden en tegenstrijdigheden in sommige van de beschikbare artikelen. Derhalve wordt volstaan met het weergeven van de belangrijkste beslispunten bij het verwerken van de toxiciteitsgegevens.

- Zoals gezegd worden NOEC's behorend tot een in taxonomisch of ander opzicht nauw verwante groep verwerkt tot één groeps-NOEC. Als verwante groep worden beschouwd:

- a. plantensoorten behorend tot dezelfde familie;

- b. diersoorten behorend tot dezelfde orde; in sommige gevallen kan ook een ander groeps criterium gehanteerd worden. Voor de in bijlage II vermelde gegevens geldt dat een vetgedrukte kop één groep verwante diersoorten aangeeft.

- Indien de hoogste van een serie testconcentraties geen effect heeft, wordt deze concentratie als NOEC beschouwd.

- Effecten, waarbij een stimulatie van de onderzochte parameter ten opzichte van de controle valt waar te nemen, worden niet meegewogen bij bepaling van C-waarden. Het is namelijk onduidelijk hoe dergelijke effecten geïnterpreteerd moeten worden. Indien bij lagere concentraties dan de stimulerende effecten veroorzakende concentratie geen effecten worden waargenomen, worden dergelijke NOEC's evenmin als bruikbaar beschouwd.

- Chronische effecten geven een representatiever beeld van bij bodemverontreiniging voorkomende situaties dan acute. Indien bepaling van de toxiciteit van een stof voor meerdere tijdsperioden is uitgevoerd, wordt uitgegaan van de langste periode. Deze werkwijze kan echter tot onderschatting van de toxiciteit leiden indien er gedurende het experiment een aanzienlijke concentratiedaling plaatsvindt. Bij somparameters geldt bovendien dat bijvoorbeeld door soortsverving herstel van het bestudeerde effect kan optreden terwijl er op een andere parameter, bijvoorbeeld de soorten diversiteit wel blijvende effecten plaatsvinden.

- Indien de toxiciteit van een stof bepaald is onder verschillende omstandigheden (bv. verschillend vochtgehalte of temperatuur), wordt uitgegaan van de situatie die als het meest representatief voor veldomstandigheden beschouwd kan worden. Dit hangt samen met het feit dat vermeden moet worden dat externe stressfactoren invloed op de bepaalde toxiciteit hebben.
- Indien in een publicatie niet staat aangegeven of een bepaald effect significant is, wordt aangenomen dat een EC5 (of lager) niet significant van de controle verschilt en derhalve als NOEC beschouwd kan worden.
- Gegevens die niet nauwkeurig zijn bepaald, maar worden vermeld met > of <, worden in principe niet gebruikt. Indien zij noodgedwongen door een gebrek aan betere gegevens toch moeten worden verwerkt, worden de effectconcentraties verdubbeld (>) of gehalveerd (<).

2.2.3 Ernstig gevaar bij verontreiniging met meerdere stoffen

Tot nu toe is meestal per stof en in enkele gevallen per groep stoffen gekeken of er sprake is van ernstig gevaar. Probleem bij gevallen van bodemverontreiniging in de praktijk is dat er vaak sprake is van de aanwezigheid van meerdere toxische stoffen tegelijk. Dit leidt tot de vraag wanneer er in dergelijke situaties sprake is van overschrijding van het criterium voor ernstig gevaar. Omdat er nauwelijks onderzoek gedaan is naar de effecten van verontreiniging met meerdere toxische stoffen, vindt beantwoording van deze vraag aan de hand van een theoretische beschouwing plaats.

Invulling van het begrip 'ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem' is onafhankelijk van de wijze waarop een bodem verontreinigd is. D.w.z. bij een met meerdere stoffen verontreinigde bodem wordt, evenals bij een met één stof verontreinigde bodem, uitgegaan van het bodemecosysteem. De aanname blijft geldig dat het functioneren van een ecosysteem voldoende beschermd wordt indien de structuur van het systeem voldoende beschermd wordt. Ook is er geen reden af te wijken van het principe om uit te gaan van de soortensamenstelling van een ecosysteem. Derhalve luidt de vraag: wanneer wordt de soortensamenstelling dusdanig beïnvloed door een verontreiniging met meerdere stoffen dat sprake is van ernstig gevaar voor de bodem?

Er wordt vanuit gegaan dat men zowel te maken kan hebben met stoffen met verschillende als met vergelijkbare eigenschappen en werkingsmechanismen. Evenals bij verontreiniging met één stof kijken we ook hier in eerste instantie naar effecten per soort. Uit resultaten van onderzoeken uit de aquatische ecotoxicologie naar de toxiciteit van mengsels van een groot aantal stoffen met vergelijkbare werkingsmechanismen komen additieve effecten naar voren (Deneer et al., 1988; De Wolf et al., 1988). Het ligt dan ook voor de hand voor dergelijke stoffen binnen de terrestrische ecotoxicologie eveneens van additieve effecten uit te gaan.

Bij een organisme kunnen bij blootstelling aan stoffen met verschillende werkingsmechanismen tegelijkertijd verschillende typen effect optreden. Zo kan sprake zijn van effecten op zowel de reproductiecapaciteit als de groei. Probleem is: zijn effecten van verschillende aard optelbaar en zo ja hoe?

Het wordt aannemelijk dat effecten van verschillende aard inderdaad optelbaar zijn, als elk effect beschouwd wordt als een effect op de vitaliteit van een organisme. Dit wordt ingeperkt tot parameters, waarvan aangetoond is dat zij voor het voortbestaan van organismen relevant zijn. De confrontatie met een stof in een toxische concentratie vermindert de vitaliteit van een organisme. Indien het daarnaast ook nog met een of meer andere stoffen te maken heeft, zullen ook die een vitaliteitsvermindering tot gevolg hebben, waardoor de totale vitaliteit afneemt. Uit experimenten waarin onderzoek naar de toxiciteit van mengsels van stoffen is verricht, komen meestal additieve effecten en slechts in enkele gevallen synergistische of antagonistische effecten naar voren. Het is derhalve logisch effecten van meerdere stoffen op de vitaliteit van een organisme als additief te beschouwen. Dit betekent dat er geen onderscheid gemaakt hoeft te worden tussen stoffen met verschillende en met vergelijkbare werkingsmechanismen.

Het functioneren van een ecosysteem is afhankelijk van het functioneren van onderdelen van het systeem. Er kan gesteld worden dat ook het systeem een vitaliteit bezit, welke door toxische stoffen via aantasting van de onderdelen bedreigd wordt. Dit houdt in dat ook voor een ecosysteem geldt dat elk effect een vitaliteitsvermindering tot gevolg heeft. Er is geen reden aan te nemen dat effecten op de vitaliteit van een systeem anders opgeteld dienen te worden dan effecten op de vitaliteit van een organisme. Met andere woorden ook hier worden effecten als additief beschouwd. Voor de

beoordeling van een eventuele ernstig gevaarsituatie voor de bodem kan de aanwezigheid van een stof in een C-waarde overschrijdende concentratie vergelijkbaar zijn met die van meerdere stoffen in een deel van hun C-waarde concentratie. In het tweede geval heeft elke stof afzonderlijk een vitaliteitsvermindering tot gevolg en bij een te groot totaaleffect (additief opgeteld) zal eveneens sprake zijn van ernstig gevaar voor het functioneren van het gehele ecosysteem.

Om de risico's van bodemverontreiniging met meerdere stoffen te kunnen bepalen, wordt de volgende somformule gehanteerd:

$$\frac{C_{\text{bodem}_1}}{C_1} + \frac{C_{\text{bodem}_2}}{C_2} + \frac{C_{\text{bodem}_i}}{C_i} + \dots + \frac{C_{\text{bodem}_n}}{C_n} = x \quad (5)$$

waarin:

C_{bodem_i} = de aanwezige concentratie van een stof (stof i) in de bodem;

C_i = C-waarde voor de betreffende stof

Voor toepassing van deze formule zijn enkele punten van belang.

- Aangenomen wordt dat een stof pas een vitaliteitsvermindering kan veroorzaken, wanneer de stof in een concentratie van minimaal de A- of referentiewaarde aanwezig is. Bij een lagere concentratie wordt er vanuit gegaan dat er geen vitaliteitsvermindering optreedt. Stoffen in concentraties beneden de A- of referentiewaarde worden derhalve niet in bovenstaande formule meegewogen.

- Alvorens in de formule ingevuld te worden dienen de betreffende concentraties eerst omgerekend te worden tot de voor een minimale bodem geldende waarden. Ook de ingevulde C-waarde is voor een minimale bodem gedefinieerd. Aan formule (5) ligt de aanname ten grondslag dat er een lineair verband bestaat tussen de concentratie van een stof en het effect dat de stof veroorzaakt (tweemaal een halve C-waarde-concentratie is even ernstig als éénmaal een hele C-waarde-concentratie). Deze aanname moet als een generalisatie gezien worden en niet als een werkelijk voor alle stoffen bestaande relatie. Voor sommige stoffen zal er sprake zijn van onder- en voor andere van overschatting van de risico's. Een meer geavanceerde methode zou zijn voor elke stof m.b.v. formule (4) het aantal niet volledig beschermde soor-

ten te bepalen en op grond van deze informatie een totaalrisico te berekenen. Omdat een dergelijke aanpak vereist dat elke C-waarde is bepaald m.b.v. de R.A.B.-methode, kan zij op dit moment nog niet uitgevoerd worden.

Hoe hoger de uitkomst van de som (x), des te groter zijn de risico's van de verontreiniging. Hoe groot deze risico's bij een bepaalde x precies zijn, is moeilijk aan te geven. Dit hangt samen met enkele onzekerheden.

- Hoewel, zoals hierboven uiteengezet is, op theoretische gronden additiviteit voor stoffen met verschillende werkingsmechanismen verdedigbaar is, ontbreekt vooralsnog voldoende praktische toetsing. Zolang een praktische verificatie niet heeft plaatsgevonden, kan aan toepassing van de theorie geen kwantitatieve zekerheid verbonden worden.
- De C-waarden die voor individuele stoffen bepaald zijn, hebben, afhankelijk van de voor de bepaling beschikbare gegevens, een bepaalde mate van onbetrouwbaarheid.

Deze problemen betekenen dat toepassing van de uitkomst van de somformule bij het beoordelen van het al dan niet aanwezig zijn van een ernstig gevaarsituatie niet zonder meer mogelijk is. Hiermee rekening houdend wordt (voorlopig) toepassing van de uitkomst op twee punten voorgesteld:

1. indien de uitkomst van de somformule 1 of hoger bedraagt, zou er sprake kunnen zijn van een ernstig gevaarsituatie. Gezien de grootte van de gesignaleerde onzekerheden heeft deze conclusie vooralsnog een voornamelijk indicatief karakter. Er kan gesteld worden: hoe groter het aantal stoffen, hoe groter de onzekerheid. Dit wordt veroorzaakt doordat elke C-waarde een bepaalde onzekerheid kent. Uit dit gegeven kan een richtlijn getrokken worden t.a.v. de vraag wanneer er zeker sprake is van een ernstig gevaar. Een mogelijke richtlijn is: er is in ieder geval sprake van ernstig gevaar indien de uitkomst groter is dan $\sqrt{n}$; waarbij n het aantal verontreinigende stoffen betreft. Dit betekent dat drie situaties kunnen bestaan:
 - a. $\text{som } x < 1$, vrijwel zeker geen sprake van ernstig gevaar;
 - b. $1 < x < \sqrt{n}$, er kan sprake zijn van ernstig gevaar;
 - c. $x > \sqrt{n}$, er is vrijwel zeker sprake van ernstig gevaar.
2. de uitkomst van de somformule heeft in kwantitatief opzicht een onduidelijke betrouwbaarheid. Voor kwalitatieve toepassing, zoals bijvoorbeeld een vergelijking van de risico's van verschillende verontreinigde lokaties, geldt dit bezwaar veel minder. Dit betekent dat toepassing van de formule bij het bepalen van de saneringsurgentie nuttig kan zijn.

3 RESULTATEN

3.1 Toxiciteitsgegevens

In bijlage II staan de toxiciteitsgegevens per stof verzameld. De gegevens zijn ingedeeld naar groepen van organismen. Er is naar gestreefd zo volledig mogelijk te zijn zonder te vervallen in het vermelden van voor de evaluatie minder relevante informatie. Indien gegevens gezien de huidige kennis en methodieken niet bruikbaar zijn, kan dit in de toekomst wellicht verbeteren. Vandaar dat eveneens gegevens zijn opgenomen die op dit moment niet gebruikt konden worden. Er zijn ook gegevens opgenomen over experimentele omstandigheden die van invloed kunnen zijn op de toxiciteit van een stof. In sommige gevallen betreft dit factoren die bij de C-waarde bepaling zijn meegewogen (gehalte aan organische stof en lutum), in andere gevallen factoren waarvan het effect nog niet gekwantificeerd kan worden (pH en temperatuur). In een groot aantal publicaties zijn de experimentele omstandigheden waaronder de toxiciteit bepaald is, niet of slechts ten dele gegeven. Soms was het mogelijk o.g.v. wel vermelde informatie het gehalte aan organische stof en lutum te schatten.

3.2 Voorstel voor C-waarden

Per stof is een C-waarde afgeleid volgens de procedure met de hoogst mogelijke prioriteit. In bijlage III is per stof vermeld uit welke gegevens en volgens welke werkwijze de C-waarde berekend is. Er wordt alleen melding gemaakt van een uitgevoerde controle indien deze invloed heeft op de hoogte van de C-waarde. Sommige stoffen staan niet alleen als individuele stof in de toetsingstabel, maar vormen ook een onderdeel van een verwante groep stoffen waarvoor een gemeenschappelijke C-waarde is afgeleid, die kan gelden voor elke individuele stof uit de betreffende groep. In die gevallen is de C-waarde voor een groep bepaald volgens de in 2.2.2. geschetste werkwijze. Een C-waarde voor een groep kan m.n. nuttig zijn, doordat zij gebruikt kan worden als C-waarde voor individuele, niet getoetste stoffen uit te betreffende groep. Bovendien kan voor sommige wel getoetste stoffen overwogen worden de C-waarde van de groep te gebruiken, indien de voor een afzonderlijke stof voorgestelde waarde een grote mate van onzekerheid heeft. Eveneens in bijlage III zijn C-waarden voor een minimale (2% organische stof en 5% lutum) en voor een maximale bodem (30% organische stof en 50% lutum) geformuleerd.

In tabel 2 zijn de C-waarden voor een minimale, een maximale en voor een bij het vaststellen van referentiewaarden gebruikte standaardbodem (10% organische stof en 25% lutum) weergegeven. Daarnaast zijn ook de gevolgde procedure en indien uitgevoerd de controle procedure vermeld. Indien procedure 2 is toegepast is tevens tussen haakjes het aantal gebruikte gegevens vermeld. Niet alle C-waarden voor een individuele stof uit een groep uit bijlage III zijn in tabel 2 opgenomen. Er zijn slechts die waarden overgenomen, waarvoor geldt dat de groep voldoende homogeen is om de waarde inderdaad voor elke individuele stof te kunnen gebruiken of waarvoor de afzonderlijke C-waarden een zeer geringe betrouwbaarheid bezitten. Deze groepswaarden kunnen vanwege hun grotere betrouwbaarheid ook voor de wel individueel opgenomen stoffen gebruikt worden.

Het geven van waarden voor een minimale en een maximale bodem betekent dat zich in een verontreinigde bodem drie situaties voor kunnen doen:

1. De concentratie van de aanwezige verontreinigende stof ligt onder de voor een minimale bodem geformuleerde C-waarde. In dat geval is er nooit sprake van ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem.
2. De concentratie ligt tussen de C-waarde voor een minimale bodem en de C-waarde voor een maximale bodem. In dat geval kan er afhankelijk van de lokale omstandigheden sprake zijn van ernstig gevaar. Een redelijke indicatie hiervoor kan verkregen worden door het organisch stof- en lutumgehalte te bepalen en de omrekeningsformules toe te passen. De omrekeningsformule is nagenoeg gelijk aan de formule (1) uit 2.2.1. Het enige verschil is dat in plaats van een NOEC een concentratie van een verontreinigende stof in de bodem ingevuld dient te worden en in plaats van het in een experiment aanwezige gehalte aan lutum en organische stof de in de betreffende bodem gemeten gehalten. Het resultaat kan vergeleken worden met de voor een minimale bodem voorgestelde C-waarde.
3. De concentratie ligt boven de voor een maximale bodem geldende C-waarde. Er is dan in principe altijd sprake van ernstig gevaar.

De bodemtypecorrecties zijn opgesteld n.a.v. een bodemonderzoek naar de gehalten van stoffen in het landelijk gebied (Edelman, 1984). Toepassing van de formules vindt reeds plaats op referentiewaarde-niveau. Omdat introductie op C-waarde-niveau nieuw is, is hieraan en aan de waarde van deze correcties in het algemeen bij de bespreking van de methode en in de discussie ruim aandacht besteed.

Tabel 2 Voorstel voor C-waarden (mg/kg droge grond) gebaseerd op een ecotoxicologische risicoevaluatie. De waarden zijn berekend voor een minimale (Min. B.), een standaard (Stand. B.) en een maximale bodem (Max. B.). Tevens is vermeld volgens welke procedure tot een voorgestelde C-waarde is gekomen. Indien procedure 2 is toegepast is ook het aantal invoergegevens vermeld.

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
I METALEN					
arseen	25	40	70	2a(2)	
barium	500	650	800	3a	
cadmium	7	12	21	1a	
chromium	140	230	360	2a(2)	1b
cobalt	90	120	155	3a	
koper	100	190	330	1a	
kwik	7	10	13	2a(2)	2a(3)
lood	200	290	455	1a	
molybdeen	<480			3d	
nikkel	90	210	360	3a	1a
zink	350	720	1250	2a(2)	2b(4)

II ANORGANISCHE VERBINDINGEN

Voor deze groep zijn geen bruikbare gegevens beschikbaar op basis waarvan ecotoxicologisch onderbouwde C-waarden voorgesteld kunnen worden.

III AROMATISCHE VERBINDINGEN

IIIa (Nitro-)fenolen en overige OH-verbindingen

fenol	8	40	130	3c	
m-cresol	3	15	45	3a	
o-cresol	30	150	450	3a	
cresol (ind.)	10	50	150		

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
(vervolg (nitro-)fenolen en overige OH-verbindingen)					
p-nitrofenol	1	5	15	3c	
m-nitrofenol	10	50	150	3a	
2,4-dinitrofenol	10	50	150	3a	
nitrofenol (ind.)	4.6	23	70		
tolueen	30	150	450	2a(2)	
4-nonylfenol	125	625	1875	3b	
thiofenol	40	200	600	3b	
β -naftol	3	15	50	3a	
IIIb (Nitro-)benzenen					
nitrobenzeen	7	35	100	3c	
benzeen	5	25	75	4	
IIIc Restgroep aromatische verbindingen					
bifenyl	30	150	450	3a	
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN (PAK's)					
fluoreen	4	20	60	3c	
naftaleen	6	30	100	4	
fenantreen	20	100	300	4	
PAK (som 10)	8	40	120		
PAK (ind.)	8	40	120		
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN					
Va Gechloreerde alifatische koolwaterstoffen					
chlooraceetamide	0.25	1.2	4	3c	
2-chloorethyl- vinylether	15	75	220	3c	

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
(vervolg gechloteerde alifatische koolwaterstoffen)					
tetrachloorethyleen 3		15	45	3a	
1,2-dichloorpropaan	85	425	1275	3a	
Gechloteerde alifa- 6		30	90		
tische kws (ind.)					
Vb (Chloor)-anilinen (CA's)					
aniline	10	50	150	3a	
2-monoCA	10	50	150	3a	
3-monoCA	3	15	45	3a	
4-monoCA	10	50	150		2a(3)
mono-CA (ind.)	7	35	100		
2,4-diCA	8	40	120	3c	
3,4-diCA	1	5	15	3a	
3,5-diCA	3	15	45	3a	
di-CA (ind.)	3	15	45		
2,4,5-triCA	3	15	45	3b	
2,4,6-triCA	10	50	150	3a	
tri-CA (ind)	5	25	80		
2,3,4,5-tetraCA	10	50	150	3a	
2,3,4,6-tetraCA	3	15	45	3a	
tetra-CA (ind.)	5	25	80		
pentaCA	10	50	150	3a	

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
Vc Chloorfenolen (CF's)					
2-monoCF	9	45	130	3b	
3-monoCF	6	30	90	3c	
mono-CF (ind.)	7	35	110		
2,4-diCF	10	50	150	3b	
3,4-diCF	9	45	130	3c	
3,5-diCF	6	30	100	3b	
di-CF (ind.)	8	40	120		
2,3,5-triCF	3	15	50	3a	
2,4,5-triCF	5	25	75	3c	
2,4,6-triCF	2	10	25	3c	
tri-CF (ind.)	3	15	45		
2,3,4,5-tetraCF	13	65	200	3c	
pentaCF	1	5	15	2a(3)	
4-Cl-2-methylfenol	15	75	200	3b	
4-Cl-3-methylfenol	15	75	200	3b	
Vd Chloorbenzenen (CB's)					
1,4-diCB	10	50	150	3a	
1,2,3-triCB	5	25	75	2a(2)	
1,2,4-triCB	4	20	60	3c	
1,3,5-triCB	10	50	150	3a	
tri-CB (ind.)	6	30	90		
1,2,3,4-tetraCB	10	50	150	3a	
1,2,3,5-tetraCB	0.5	2.5	10	3a	

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
------	---------------------	-----------------------	---------------------	----------------	------------------------

(vervolg chloorbenzenen)

tetra-CB (ind.)	2	10	30		
pentaCB	10	50	150	3a	
hexaCB	100	500	1500	3a	
1-Cl-2-nitrobenz.	1	5	15	3a	
1-Cl-3-nitrobenz.	3	15	45	3a	
Cl-nitrobenz. (ind)	2	10	30		
Ve PCB's					
aroclor 1254	14	70	200	4	

Vf Restgroep gechloreerde koolwaterstoffen

dioxine	0.05	0.25	0.75	2a(2)	
(2,3,7,8-TCDD)					

VI BESTRIJDINGSMIDDELEN**VIa Hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen**

aldrin	0.07	0.35	1.1	2a(2)	
DDT	0.25	1.3	4	3c	
dieldrin	0.8	4.0	12	3a	2a(4)
endosulfan	0.15	0.8	2.2	3c	
endrin	0.01	0.05	0.15	3a	
heptachloor	0.07	0.35	1.1	2a(2)	
heptachloor-epoxide	0.08	0.4	1.2	3a	
chloordaan	2.5	13	40	3a	2a(3)
isobenzan	0.01	0.05	0.15	3a	
lindaan	0.4	2	6	2a(2)	
hooggechloreerd bestrij-					
dingsmiddel (ind.)	0.25	1.3	4		

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
VIb Benzimidazolen					
benomyl	0.3	1.5	4.5	2a(2)	
carbendazim	4	20	60	2a(2)	
benzimidaz. (ind.)	1.1	5.5	16		
VIc Triaxinen					
atrazin	17	90	250	2a(3)	1a
VId Organofosfaten					
<u>a. niet gechlloreerd</u>					
azinfosmethyl	7	35	100	2a(2)	
dasanit	0.05	0.25	0.75	3a	
dialifos	3	15	40	3c	
diazinon	0.07	0.35	1.1	1c	
disulfoton	0.05	0.25	0.75	3a	
fenitrothion	0.1	0.5	1.5	3a	
fensulfothion	0.1	0.5	1.5	3a	
leptofos	5	25	70	3a	2a(3)
malathion	0.7	3.5	10	(zie parathion)	
methamidofos	0.8	4	12	3c	
methaphenamifos	6	30	90	3c	
methidathion	0.1	0.5	1.5	3c	
methyldparathion	0.1	0.5	1.5	3a	
mevinfos	3	15	40	3c	
monocrotofos	1.5	7.5	22	3c	
parathion	0.7	3.5	10	2a(3)	
phoraat	0.25	1.2	4	2a(2)	2a(3)
terbufos	0.1	0.5	1.5	3c	
triazofos	3	15	45	3c	
organofosfaat (ind)	0.8	4	12		
(niet-gechlloreerd)					

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
(vervolg organofosfaten)					
b. gechloreerd					
chloorfenvinfos	2	10	30	2a(2)	
chloorpyrifos	0.05	0.25	0.75	3a	
dichloorvos	1.5	7.5	22	3c	
tetrachloorvinfos	0.4	2	6	3a	
trichloorfon	1.5	8	25	3c	
zinofos	0.01	0.05	0.15	3a	
organofosfaat(ind.)	0.6	3	9		
(gechloreerd)					
VIe Carbamoyl-oximen					
aldicarb	0.1	0.5	1.5	3c/3a	
methomyl	0.2	1.0	3	2a(2)	
carbamoyl-oximen (ind.)	0.15	0.75	2		
VI f Dithiocarbamaten					
maneb	6	30	90	3c	2a(3)
thiram	7	35	100		2a(3)
zineb	13	65	200		3a
dithiocarb.(ind.)	8	40	120		
VI g Pyrimidinen					
bupirimaat	3.5	17	50	3c	
VI h Quats					
chloormequatchl.	17	85	250	3c	
paraquat	7.5	40	110	3c	
quat (ind.)	11	55	170		

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
------	---------------------	-----------------------	---------------------	----------------	------------------------

VII Carbamaten

arasan	10	50	160	3b	
carbaryl	1	5	15	2a(3)	
carbofuran	0.3	1.5	4.5	1a	
ethiofencarb	5	25	75	3c	
mercaptodimethur	2.5	12.5	40	3c	
mexacarbaat	0.5	0.25	0.75	3a	
propoxur	0.15	0.75	2	3c	
fermidifam	0.2	1	3	3a	

carbamaat (ind.)	0.7	3.5	10		
------------------	-----	-----	----	--	--

VIJ Restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen

bentazon	3	15	50		2a(4)
calciumcyanamid	2	10	30	3c	
captafol	10	50	150	3c	
captan	7	35	100	3c	1a
dinoseb	3	15	45		1a
DNOC	0.7	3.5	10	3c	
folpet	7	35	110	3c	
fentinacetaat (+maneb)					
	0.6	3	9	3c	
kaliumbromaat	8	40	120	3c	
kaliumdichromaat	8	40	120	3c	
thiofeen	130	650	1900	3b	
niet-gechloreerd bestrij-					
dingsmiddel (ind.)	5	25	75		

VIIK Restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen

chloordimeform	3	15	45	3a	
2,4-D	0.05	0.25	0.75		3a
natriumchloraat	30	150	450	3c	
2,4,5-T	1	5	15	1a	

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
------	---------------------	-----------------------	---------------------	----------------	------------------------

(vervolg restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen)

TCA	2	10	30	3a	
koper-oxichloride	5	25	75	3c	
triadimefon	10	50	150	3c	

gechloreerd bestrij- dingsmiddel (ind.)	1.5	7.5	25		
--	-----	-----	----	--	--

VII OVERIGEN**VIIa Ftalaten en andere CHO-verbindingen**

dimethylftalaat	4	20	60	3b/c	
diethylftalaat	30	150	450	3a	
dibutylftalaat	30	150	450	3a	
ftalaat (ind.)	10	50	150		

(andere CHO-verbindingen)

benzaldehyde	100	500	1500	3a	
n-butylacetaat	100	500	1500	3a	
isobutylalcohol	100	500	1500	3a	
furaan	300	1500	4500	3a	
CHO-verb. (ind.)	130	650	2000		

VIIb N-verbindingen (overigen)

aceetanilide	1	5	15	3a	
pyridine	30	150	450	3a	
1,2-diaminobenzeen	10	50	150	3a	
2,5-diamino-					
tolueensulfaat	300	1500	4500	3a	
ethyleendiamide	140	700	2100	3b	
dipropylamide	70	350	1100	3b	

Tabel 2 (vervolg)

stof	C-waarde Min. B.	C-waarde Stand. B.	C-waarde Max. B.	Proce- dure	Controle- procedure
(vervolg N-verbindingen)					
dibutylamide	70	350	1100	3b	
acrylamide	30	150	450	3b	
rhodamine	10	50	150	3a	
trypan blue	100	500	1500	3a	
N-verbinding(ind.)	35	175	500		

¹ De voorgestelde C-waarde voor malathion wijkt af van de in bijlage III vermelde waarde. In tabel 2 is dezelfde C-waarde voorgesteld als voor parathion. Hierop wordt in 4.2.2. teruggekomen.

4 DISCUSSIE

4.1 Evaluatie van de werkwijze

De beschikbaarheid van bruikbare toxiciteitsgegevens blijkt gering. Voor veel stoffen zijn onvoldoende gegevens beschikbaar voor optimale toepassing van de R.A.B.-methode. Bovendien vertonen de beschikbare gegevens vaak lacunes t.a.v. vermelding van experimentele omstandigheden, waardoor soms met schattingen gewerkt moet worden. De onderzochte organismen blijken vaak grotendeels tot dezelfde groep te behoren, m.n. regenwormen zijn vaak onderzocht. Dit hangt samen met de geringe beschikbaarheid van toetsmethoden voor bodemorganismen. Hieruit blijkt dat er een sterke behoefte bestaat aan experimenten, waarin de effecten van toxische stoffen op een breed scala aan bodemorganismen onderzocht worden. Een situatie waarin voor minimaal 5 bodemorganismen, die voor uiteenlopende functies en groepen representatief zijn, een standaardtoets beschikbaar is, is op korte termijn niet haalbaar. Op langere termijn is dit beter mogelijk. Thans wordt hieraan gewerkt in het kader van het Speerpunt Programma Bodemonderzoek. Hierbij moet in eerste instantie gedacht worden aan verdere ontwikkeling en toepassing van reeds redelijk ontwikkelde toetsen (bv. regenwormen, springstaarten, planten).

De gehanteerde bodemtypecorrectie voor het gehalte aan organische stof en lutum is overgenomen van de voor de Referentiewaarden Bodem toegepaste strategie (VTCB, 1986; MPV, 1988). Een formule is afgeleid uit een figuur, waarin de in het landelijk gebied aangetroffen concentraties zijn uitgezet tegen het organische stof- en lutumgehalte, zodanig dat 95% van de uitgezette punten beneden de door de formule beschreven lijn valt. Onder het landelijk gebied vallen gebieden waarvan aangenomen wordt dat zij niet met verontreinigende stoffen belast zijn. De gegevens zijn ontleend aan onderzoek van Edelman (1984). Aangenomen wordt dat de helling van de lijn onafhankelijk is van de concentratierange waar men mee te maken heeft. Dit wil zeggen dat aangenomen wordt dat de op in het landelijk gebied aangetroffen achtergrondgehalten gebaseerde formules ook voor hogere waarden opgaan (zoals gehalten op C-waarde-niveau). Bovendien wordt aangenomen dat de formules niet alleen voor achtergrondgehalten bruikbaar zijn (VROM, 1986), maar ook voor het normaliseren van (hogere) effectgehalten. Zowel achtergrondgehalten als effectgehalten hangen samen met de biologische beschikbaarheid van een toxische stof. De beschikbaarheid wordt voor een belangrijk deel bepaald door het gehalte aan organische stof en lutum.

Bij het gebruik van de bodemtypecorrecties zijn enkele kanttekeningen te plaatsen. Ten eerste is het niet zeker of de in de vorige alinea gemaakte aannamen juist zijn. Door de VTCB (1986) is er op gewezen dat voor onderbouwing hiervan geen gegevens beschikbaar zijn en dat de onzekerheid derhalve groot is. Het is niet experimenteel onderzocht of de mate waarin binding aan organische stof en lutum plaatsvindt bij heel hoge concentraties aan verontreinigende stoffen inderdaad nog gelijk is aan die bij achtergrondconcentraties (referentiewaardeniveau). Voor metalen speelt daarbij nog dat de van nature aanwezige hoeveelheden voor een deel zijn vastgelegd in of onderdeel uitmaken van de bodemmatrix. Dit gedeelte is niet beschikbaar. Voor alles wat wordt toegevoegd geldt dat de beschikbaarheid geheel wordt bepaald door het bindend vermogen van de grond. Dit zou kunnen betekenen dat de beschikbaarheid van toegevoegde stoffen hoger is. Het gebruik van de bodemtypecorrecties, die gebaseerd zijn op natuurlijke achtergrondgehalten, zou dus tot overschatting van de binding van toegevoegde stoffen en derhalve tot onderschatting van de toxiciteit kunnen leiden.

Ten tweede is het onduidelijk of de bindingscapaciteit bij hele lage of hele hoge gehalten aan organisch stof en lutum nog vergelijkbaar is met die bij meer gemiddelde gehalten. Zo kan bijvoorbeeld de structuur en daarmee het bindend vermogen van de organische stof in een veengrond heel anders zijn dan in een zandgrond.

Tenslotte vindt door alleen voor het gehalte aan organische stof en lutum te corrigeren een vergaande simplificatie plaats en zouden ook andere bodemkarakteristieken, bv. pH, Fe-gehalte en redoxpotentiaal, meegewogen dienen te worden.

Hoewel aan het gebruik van de bodemtypecorrecties onzekerheden zijn verbonden, moet een dergelijke werkwijze op dit moment als de best beschikbare beschouwd worden (TCB, 1989c). Bovendien is met het bovenstaande enigszins rekening gehouden door een boven- en ondergrens voor het organische stof- en lutumgehalte voor alle stoffen in te voeren. Voor organische verbindingen wordt ook bij de referentiewaarden al een onder- en een bovengrens gehanteerd; voor zware metalen niet. Door dit hier wel te doen, wordt rekening gehouden met het feit dat de formules tot een onderschatting van de bindingscapaciteit van de bodem bij lage gehalten aan organische stof en lutum kunnen leiden (Lexmond, 1987), terwijl bij hoge gehalten overschatting kan plaatsvinden. Op het derde en belangrijkste punt kan alleen verbetering optreden door het verrichten van onderzoek. Dit betekent dat toepassing van de thans gegeven formules voorlopig nodig

blijft aangezien deze, hoewel bepaald niet ideaal, de vergelijkbaarheid van gegevens verbeteren.

In tabel 3 is met een getallenvoorbeeld aangetoond dat de bodemtypecorrectie voor enkele chloorfenolen tot een duidelijke verbetering van de vergelijkbaarheid van toxiciteitsgegevens leidt. Uitgangspunt vormen enkele LC50-waarden bepaald aan regenwormen in 4 verschillende bodemtypen (Van Gestel & Ma, 1990). In eerste instantie zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie zonder enige vorm van correctie berekend. Vervolgens is hetzelfde gedaan nadat de waarden per bodemtype voor het organische stofgehalte waren gecorrigeerd tot een voor een minimale bodem geldend gehalte.

Tabel 3. Gemiddelde (mg/kg), standaarddeviatie (sd) en de verhouding tussen beiden (%) van LC50-waarden bepaald in 4 bodemtypen voor 4 chloorfenolen bij *Eisenia andrei* en *Lumbricus rubellus* met en zonder bodemtypecorrectie.

stof	<u>Geen bodemtypecorrectie</u>			<u>Bodemtypecorrectie</u>		
	gem. LC50	sd	(%) sd/ gem.LC50	gem. LC50	sd	(%) sd/ gem.LC50
<i>E. andrei</i>						
3-monochloorfenol	192	156	82	44	8	19
3,4-dichloorfenol	244	127	52	63	15	24
2,4,5-trichloorfenol	88	53	61	22	4	18
pentachloorfenol	204	201	99	45	17	39
<i>L. rubellus</i>						
3-monochloorfenol	341	212	62	83	20	25
3,4-dichloorfenol	460	163	35	130	53	41
2,4,5-trichloorfenol	447	290	65	109	14	13
pentachloorfenol	1802	1918	106	418	257	61

Uit tabel 3 blijkt dat de spreiding van de gecorrigeerde waarden duidelijk kleiner is. Indien de relatieve uitdrukingsvorm, standaard deviatie/gemiddelde LC50 wordt gehanteerd, neemt deze met ongeveer een factor twee af. De grootte van de gecorrigeerde gemiddelden is aanzienlijk lager. De reden is dat deze voor een minimale bodem berekend zijn, terwijl de niet

gecorrigeerde waarden gebaseerd zijn op bodems met uiteenlopende samenstelling.

De bodemtypecorrectie leidt bij chloorfenolen dus tot een sterke verbetering van de vergelijkbaarheid van toxiciteitsgegevens. Voor zware metalen zijn geen bruikbare gegevens beschikbaar voor een soortgelijke evaluatie van de bodemtypecorrectie. Voor zware metalen geldt echter dat een eventuele onzekerheid t.a.v. de normalisatie op basis van organisch stof- en lutumgehalte slechts relatief geringe invloed op het uiteindelijke resultaat heeft. Dit wordt m.b.v. een getallenvoorbeeld in tabel 4 geïllustreerd.

Tabel 4. NOEC's (mg/kg) voor het effect van koper op 7 bodemorganismen omgerekend naar een minimale bodem uitgaande van de werkelijke experimenteel bepaalde of geschatte gehalten aan lutum (L) en organische stof (H) (a), gehalveerde L en H-gehalten (b) en verdubbelde L en H-gehalten (c).

soort	a	b	c
<i>Onychiurus armatus</i>	1391	1855	1284
<i>Dendrobaena rubida</i>	98	112	72
<i>Eisenia fetida</i>	49	62	35
<i>Lumbricus rubellus</i>	21	27	15
<i>Arion ater</i>	13	18	12
<i>Allolobophora caliginosa</i>	50	50	41
<i>Platynothrus peltifer</i>	90	119	83
HC50	70	87	57

De NOEC-waarden zijn overgenomen uit bijlage II. De NOEC-waarden voor regenwormen zijn hier niet samengevoegd. Indien verdubbeling of halvering leidt tot hogere of lagere L- en H-gehalten dan de geformuleerde minima of maxima, dan zijn de desbetreffende minima of maxima gehanteerd. Uit de tabel blijkt dat L- en H-gehalten een relatief geringe invloed op de HC50 hebben. Verdubbelen en halveren zijn aanzienlijke ingrepen, maar het verschil met de HC50 berekend op basis van de werkelijke L- en H-gehalten is in beide gevallen slechts ongeveer 20%.

Dit wordt veroorzaakt doordat de spreiding in gevoeligheden tussen soorten veel groter en dus in sterkere mate bepalend is voor de HC50 dan afwijkingen in de bepalingen van de gevoeligheid per soort.

Het formuleren van C-waarden voor een minimale bodem heeft als voordeel dat bij lagere concentraties nooit sprake is van ernstig gevaar. Het eveneens aangeven van C-waarden voor een maximale bodem betekent dat bij hogere concentraties altijd sprake is van ernstig gevaar. Dit houdt in dat nauwkeurige bepaling van bodemfactoren in principe alleen noodzakelijk is bij concentraties van stoffen die tussen C-waarden voor een minimale en een maximale bodem inliggen.

In 2.2.1. is gesteld dat voor de schatting van de HCS (Kooijman, 1987) de onbetrouwbaarheid in de schatting van de spreiding relevant is, terwijl de onbetrouwbaarheid in de schatting van het geometrisch gemiddelde verwaarloosbare invloed heeft op het resultaat. Naarmate het te bepalen doel echter opschuift richting het geometrisch gemiddelde, neemt het belang van de schatting hiervan toe. Voor een HC50, wat direct een schatting van het geometrisch gemiddelde inhoudt, brengt het gehanteerde principe met zich mee dat de invloed van de spreiding en het aantal toetssoorten wegvalt. Immers bij een beschermingspercentage van 50% heeft δ een waarde van 0.5, waardoor de veiligheidsfactor in alle gevallen 1 bedraagt. Wel is het mogelijk voor stoffen waarvoor voldoende gegevens beschikbaar zijn, een betrouwbaarheidsinterval voor het gemiddelde te berekenen. Er zijn echter voor de meeste stoffen niet voldoende gegevens beschikbaar. Omwille van de eenduidigheid van de voorgestelde C-waarden is afgezien van het aangeven van een betrouwbaarheidsinterval voor slechts enkele stoffen. Wel is een aanduiding gegeven van de betrouwbaarheid van de gevolgde procedures (tabel 6).

Indien er veel toetssoorten zijn, is het aannemelijk dat het geometrisch gemiddelde van de gevoeligheden van de toetssoorten weinig af zal wijken van het geometrisch gemiddelde van de verdeling van gevoeligheden van alle soorten in een ecosysteem. Naarmate er minder toetssoorten zijn, stijgt echter de kans op afwijkingen. Dit betekent dat er voor een optimale toepassing van de R.A.B.-methode bij een 50% criterium een methodische aanpassing wenselijk is, waarbij rekening wordt gehouden met de invloed van het schatten van de spreiding in gevoeligheid en het aantal invoergegevens. Zolang deze aanpassing er niet is, is de betrouwbaarheid van de HC50 zeer

sterk gerelateerd aan het aantal toetssoorten, waarbij 5 soorten als een minimum voor een betrouwbare toepassing geldt. Dit is ook voor een belangrijk deel de reden dat onderscheid is gemaakt tussen toepassing van de R.A.B.-methode en de alternatieve procedures. Immers omdat 5 soorten als een minimum geldt, wordt aangenomen dat bij minder gegevens geen betrouwbare risicoschatting gemaakt kan worden. Er kan dan niet gesproken van een m.b.v. de R.A.B.-methode bepaald beschermingsniveau. Wel kan gesteld worden dat een alternatieve methode qua resultaat vergelijkbaar is met de R.A.B.-methode.

Daarnaast is het onderscheid nodig voor de situatie die ontstaat indien aan de wens voor een methodische aanpassing tegemoet wordt gekomen. Immers dan ontstaat een duidelijk principeel verschil tussen toepassing van de R.A.B.-methode en van alternatieve procedures.

In de alternatieve procedures worden EC50-waarden door 5 en LC50-waarden door 10 gedeeld om tot resultaten te komen, die vergelijkbaar zijn met de uitkomsten van de meest optimale procedure. Deze waarden zijn vastgesteld door NOEC- en EC50-waarden enerzijds en NOEC- en LC50-waarden anderzijds te vergelijken in die gevallen waar beide beschikbaar waren. In tabel 5 zijn enkele voorbeelden gegeven.

Uiteraard heeft de gevolgde werkwijze om tot standaardverhoudingen te komen zijn beperkingen. Immers voor elke stof en voor elk organisme of elke parameter zal in principe de verhouding verschillend zijn. Hiermee rekening houden is echter niet mogelijk, aangezien in de meeste gevallen de informatie om een verhouding te bepalen ontbreekt. Overigens, indien er voldoende informatie op dit punt zou zijn, zou die waarschijnlijk ook voldoende zijn om voor elke stof de meest optimale procedure toe te passen. De gehanteerde werkwijze heeft als voordeel dat zij eenduidig is. Om niet de suggestie van een zeer grote nauwkeurigheid te wekken is voor afgeronde getallen gekozen.

De betrouwbaarheid van de geformuleerde C-waarden hangt samen met de gehanteerde werkwijze. Immers de gehanteerde werkwijze is grotendeels afhankelijk van het aantal beschikbare gegevens. In tabel 6 is een globale indicatie van de relatie tussen werkwijze en betrouwbaarheid gegeven.

Tabel 5. Enkele voorbeelden van de verhouding tussen NOEC- en EC50-waarden (a) en van NOEC- en LC50-waarden (b) (alle waarden in mg/kg).

a.					
stof	organisme	NOEC	EC50	verhouding	referentie
Cd	<i>R. sativa</i>	10	70	1 : 7	Khan & Frankland, 1983
Zn	ademhaling	133	1007	1 : 7.6	Doelman & Haanstra 1983
Pb	<i>P. sitchensis</i>	47	292	1 : 6	Burton & Morgan, 1984
pentachloorbenzeen					
	<i>L. sativa</i>	10	56	1 : 5.6	Adema & Henzen, 1990
b.					
stof	organisme	NOEC	LC50	verhouding	referentie
Cu	<i>E. fetida</i>	49	374	1 : 7.6	Van Gestel et al., 1989/ Neuhauser et al., 1985a
Ni	<i>L. rubellus</i>	47	459	1 : 9.8	Ma, 1982b
atrazin	<i>L. terrestris</i>	2	77	1 : 38.6	Pizl, 1985/ Haque & Ebing, 1983

Tabel 6. De betrouwbaarheid van de gehanteerde methoden voor de afleiding van C-waarden op basis van ecotoxicologische criteria (g.g. = geometrisch gemiddelde).

Procedure	Omschrijving (methode, criterium, gegevens)	Betrouwbaarheid
1a	R.A.B., HC50, >4 NOE(L)C's	zeer goed
1b-c	R.A.B., HC50/5(10), >4 E(L)C50's	goed
2a	g.g., <5 NOE(L)C's	voldoende bij 4, redelijk bij 3 en zeer matig bij 2 waarden
2b-c	g.g./5(10), <5 E(L)C50's	redelijk bij 4, matig bij 3 en onvoldoende bij 2 waarden
3,4	1 tox.gegeven of aquat. gegevens	slecht

Indien controle volgens werkwijze 1 of 2 is uitgevoerd in combinatie met werkwijze 3 of 4 geldt de betrouwbaarheid als redelijk tot voldoende. Indien er geen terrestrische toxiciteitsgegevens voor individuele soorten beschikbaar waren en de C-waarde op basis van somparameters is bepaald, geldt de waarde als redelijk betrouwbaar bij bepaling volgens 1, als matig volgens 2 en als slecht volgens 3 of 4.

Bij de bepaling van de uiteindelijke C-waarden dienen zowel de voorgestelde C-waarden voor humaan-toxicologische als die voor ecotoxicologische risico's als basis. Het verdient aanbeveling bij deze bepaling rekening te houden met de betrouwbaarheid van de afzonderlijk bepaalde C-waarden. Voor de betrouwbaarheid van de op ecotoxicologische risico's gebaseerde C-waarden kan tabel 6 als richtlijn gebruikt worden.

Er is gesteld dat er sprake is van ernstige aantasting van de soortensamenstelling van een ecosysteem indien 50% (of meer) van de soorten nadelige effecten ondervindt. Dit geldt als criterium voor kwantitatieve invulling van het begrip 'ernstig gevaar voor de ecologische functie van de bodem'. De juistheid van deze keuze valt moeilijk te controleren, aangezien praktisch onderzoek op dit punt niet of nauwelijks bestaat. Hieraan dient in de toekomst meer aandacht besteed te worden. Dit betreft een proces dat geruime tijd in beslag kan nemen. Het ligt daarom op dit moment voor de hand de voorgestelde keuze, die gebaseerd is op de mogelijkheden die de momenteel beschikbare kennis en gegevens bieden, te gebruiken. Indien er betere alternatieven of deel-aanpassingen ontwikkeld worden, dient hierop direct ingespeeld te worden. Bij de bepaling van de hoogte van het criterium voor een toxische stof, blijkt vaak een groot gebrek aan bruikbare toxiciteitsgegevens te bestaan. Dit betekent dat een aanzienlijke toename van de onderzoeksinspanningen op bodemecotoxicologisch gebied gewenst is. Daarnaast is ook aandacht voor (verdere) ontwikkeling van risicoschattingsprocedures nodig.

Er worden op grond van laboratoriumexperimenten uitspraken gedaan over mogelijke 'ernstig gevaar niveaus' in het veld, terwijl de omstandigheden tussen laboratorium en veldsituatie sterk verschillen. Er zijn echter evenzeer argumenten aan te voeren voor een eerder optreden van toxische effecten onder veld- als onder laboratoriumomstandigheden, zodat het reëel is laboratoriumgegevens als goed vertaalbaar naar veldsituaties te beschouwen (Cairns & Cherry, 1983; LeBlanc, 1984; Leeuwangh, 1985; Van

Straalen, 1987; Van Straalen & Denneman, 1989). Dit neemt niet weg dat meer informatie over effecten die daadwerkelijk in verontreinigde bodems optreden, m.n. indien de vervuiling door meerdere stoffen veroorzaakt wordt, nodig is. Deze informatie kan o.a. verkregen worden door naast veldexperimenten ook bioassays uit te voeren.

Bij verontreiniging met meerdere stoffen zijn oneindig veel stofcombinaties denkbaar. In alle gevallen geldt dat de concentraties van de aanwezige stoffen individueel (of in enkele gevallen per groep indien er een C-waarde voor de betreffende groep is gegeven) bepaald dienen te worden. Er worden geen 'mengsel C-waarden' geformuleerd, maar de afzonderlijke waarden worden verwerkt met formule (5) uit 2.2.3. Toepassing van deze formule kan in principe leiden tot drie situaties. Men kan voorkomen dat de in 2.2.3 genoemde onzekerheden teveel invloed krijgen op het criterium bij mengseltoxiciteit door voorlopig de grens voor ernstig gevaar te leggen bij een uitkomst van de somformule van $\sqrt{n}$ (en groter). Benadrukt moet worden dat dit een arbitraire keuze is, waarbij er met name bij uitkomsten tussen de 1 en $\sqrt{n}$ een kans bestaat op onderschatting van de optredende risico's.

Meer duidelijkheid t.a.v. het voorspellen van gehalten waarbij biologische effecten op zullen treden, kan verkregen worden door het uitvoeren van biotoetsen (TCB, 1989a). Met name het inschatten van de risico's van mengsels kan wellicht door het uitvoeren van een biotoets verbeterd worden. In eerste instantie zou men zich kunnen richten op regelmatig voorkomende typen van bodemverontreinigingen. Er zijn methoden met regenwormen en planten beschikbaar, die met name gericht zijn op het bepalen van de biologische beschikbaarheid en het verspreidingsrisico's van toxische stoffen in voedselketens (Adema et al., 1987). Nader onderzoek ter verbetering van deze methoden, mede gericht op het toepasbaar maken voor de beoordeling van gereinigde en verontreinigde gronden, vindt thans plaats op het RIVM (in het kader van het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek).

De voorgestelde C-waarden gelden zowel voor land- als voor waterbodems. Het zou niet doelmatig zijn gescheiden normering toe te passen, aangezien bodems van karakter kunnen veranderen. Een waterbodem kan door drooglegging een landbodem worden en ook het omgekeerde is mogelijk. Het moet onwenselijk geacht worden dat dergelijke veranderingen tot ernstig gevaar kunnen leiden.

Onlangs is door de Technische Commissie Bodembescherming het 'Rapport normering van waterbodems' uitgebracht (TCB, 1989a). De TCB constateert hierin dat aquatisch systemen anders van opbouw zijn dan terrestrische systemen en dat effecten in waterbodems bij andere concentraties op kunnen treden dan in landbodems. Dit betekent volgens de TCB echter niet dat een volledig gescheiden normering wenselijk is. Omdat het van belang is de uitwisselbaarheid van bodems te garanderen stelt zij dat een dergelijke normering niet effectief is en dat gestreefd moet worden naar een gezamenlijk referentiepunt. Een dergelijk referentiepunt dient gebaseerd te zijn op de laagste waarde waarbij effecten optreden. Deze op A-waarden toegesneden strategie wordt hier in principe overgenomen voor C-waarden. Het is immers op beide niveau's van belang de uitwisselbaarheid van bodems te garanderen. Een gelijke normering hoeft overigens niet te betekenen dat ook de urgentiebepaling vergelijkbaar is. Deze is afhankelijk van de omstandigheden waaronder een ernstig gevaar situatie wordt aangetroffen. Het is duidelijk dat zich hier verschillen tussen land- en waterbodems kunnen voordoen.

Voor waterbodemorganismen geldt echter nog sterker dan voor landbodemorganismen dat er weinig gegevens beschikbaar zijn op grond waarvan een risicoschatting kan plaatsvinden. Bovendien worden experimenten met waterbodemorganismen veelal in de afwezigheid van water uitgevoerd. Ook op het gebied van waterbodems bestaat dus dringend behoefte aan meer onderzoek. Gezien de beperkte hoeveelheid beschikbare informatie is er in dit rapport van afgezien de weinige wel voor waterbodemorganismen beschikbare gegevens op te nemen. Deze min of meer noodgedwongen gemaakte keuze betekent niet dat waterbodemorganismen minder bescherming zullen genieten dan landbodemorganismen.

Voor enkele stoffen heeft de TCB (1989a) een risicoschatting uitgevoerd op grond van aan waterbodemorganismen bepaalde effecten. Op basis hiervan maakt zij voor 5 stoffen een vergelijking tussen deze risicoschatting en een risicoschatting op grond van aan landbodemorganismen bepaalde effecten. Voor 4 van de 5 stoffen blijken de risico's voor landbodemorganismen groter dan voor waterbodemorganismen. Dit betekent dat de meest kritische omstandigheden zich in het algemeen in terrestrische systemen voor zullen doen. Dit geldt zowel op A-waarde niveau, waar de vergelijking van de TCB betrekking op heeft, als op C-waarde niveau, aangezien bepaling in beide gevallen op NOEC's gebaseerd is. De risico's verschillen weliswaar in absolute zin, maar relatief gezien (welke organismen zijn het gevoeligst?)

is er geen verschil. De in dit rapport voorgestelde C-waarden, die op effecten op landbodemorganismen gebaseerd zijn, zullen dus in de meeste gevallen ook voor waterbodemorganismen een voldoende beschermingsniveau garanderen.

4.2 Evaluatie van de voorgestelde C-waarden

4.2.1. Algemene evaluatie van de voorgestelde C-waarden

Er is geen onderscheid gemaakt tussen van nature in het milieu voorkomende stoffen en milieuvreemde stoffen. Dit betekent dat het feit, dat sommige van nature voorkomende stoffen (bv. Cu en Zn) in bepaalde concentraties voor het ene organisme toxisch kunnen zijn, terwijl zij in dezelfde concentraties voor het andere organisme als micro-nutriënt nodig zijn, geen rol bij de afleiding van C-waarden heeft gespeeld. C-waarden liggen op dermate hoge concentratieniveau's dat dit probleem beperkt is. In de gebruikte gegevens was soms echter sprake van veel lagere effectconcentraties. Dit maakt het zinvol in normstellingsprocedures een aparte weging t.a.v. micro-nutriënten in te voeren. Hierbij kan gedacht worden aan het hanteren van een tweede kansverdeling naast de verdeling voor de gevoeligheid van organismen voor stoffen, waarin per organisme de voor het optimaal functioneren benodigde concentraties zijn weergegeven. De ligging en grootte van m.n. het overlaptraject van beide verdelingen zou meegewogen dienen te worden in normstellingsprocedures. Het is zoals gezegd niet waarschijnlijk dat dit op C-waarde-niveau grote consequenties zal hebben.

Een probleem bij de verwerking van gegevens is dat in veel artikelen melding gemaakt wordt van dosis-effect relaties, die slechts op toegevoegde concentraties gebaseerd zijn. Hierbij wordt de reeds van nature aanwezige achtergrondconcentratie vaak niet bepaald. Effecten kunnen hierdoor overschat worden. Uiteraard geldt dit probleem alleen bij van nature voorkomende stoffen. Hoewel C-waarden aanzienlijk hogere concentraties weergeven dan achtergrondgehalten, brengt dit toch enige mate van onzekerheid met zich mee. De grootte van deze onzekerheid is moeilijk aan te geven omdat de achtergrondgehalten soms wel en soms niet bekend zijn. Het lijkt echter niet aannemelijk dat deze meer dan 10% bedraagt. Indien wordt uitgegaan van toegevoegde concentraties, wordt aangenomen dat de blootstelling continu is. In werkelijkheid kan omzetting van stoffen

plaatsvinden. Hierdoor kan in sommige gevallen de toxiciteit van een stof onderschat worden. Tegelijkertijd doet zich het probleem voor dat de stoffen die door omzetting ontstaan ook een bepaalde mate van toxiciteit kunnen bezitten. Dit kan het beeld van de toxiciteit vertroebelen.

Binnen de verontreinigende stoffen vormen bestrijdingsmiddelen een bijzondere groep. Deze stoffen zijn gemaakt om negatieve effecten op bepaalde organismen, 'target-organismen', te veroorzaken. De mate waarin deze stoffen effecten bewerkstelligen verschilt dan ook sterk tussen 'target' en 'non-target'-organismen. Dit betekent dat een C-waarde voor deze stoffen, die gebaseerd is op gegevens uit beide groepen organismen, een concentratie weergeeft die veel sterkere negatieve effecten op target-organismen heeft. Indien zeer grote effecten op deze organismen onwenselijk worden geacht kan C-waarde bepaling alleen op dergelijke organismen gebaseerd worden. Een vergelijkbare werkwijze wordt op Maximaal Toelaatbaar Concentratie niveau bepleit (Van de Meent et al., 1990). Voor bepaling van een ernstig gevaarniveau is dit geen reële optie. Dit zou er toe leiden dat voor bestrijdingsmiddelen afgeweken wordt van het uitgangspunt dat een C-waarde een concentratie weergeeft, waarvoor geldt dat 50% van de soorten in een ecosysteem met overschrijding van hun NOEC geconfronteerd wordt. In dit rapport is er derhalve voor gekozen voor bestrijdingsmiddelen dezelfde aanpak als voor andere stoffen te hanteren. Effecten op alle organismen worden meegewogen, zodat de C-waarde ook voor deze stoffen representatief is voor een concentratie waarbij ongeveer 50% van de organismen enige mate van effect zal ondervinden. Het gevolg hiervan is dat voor bestrijdingsmiddelen een relatief groot deel van deze 50% uit target-organismen zal bestaan. De ecologische consequenties hiervan zijn vooralsnog onduidelijk.

Overschrijding van de in dit rapport weergegeven C-waarden betekent dat er sprake is van een ernstig gevaar situatie voor de ecologische functie van de bodem en dus van een eventuele noodzaak tot saneren. Dit oordeel is gebaseerd op potentiële blootstellingsrisico's. Er is uitgegaan van de aard en concentratie van de betreffende stof(fen), waarbij rekening wordt gehouden met de bodemsamenstelling t.a.v. het organisch stof- en lutumgehalte. Een lokatie waar sprake is van een overschrijding van de C-waarde dient vervolgens beoordeeld te worden op de actuele blootstellingsrisico's. Aan de hand hiervan kan bepaling van de saneringsurgentie plaatsvinden. Deze beoordeling valt buiten de doelstellingen van dit

rapport, maar kan wel plaatsvinden met de in dit rapport gepresenteerde benadering door berekening van het beschermingsniveau (8 beschermde soorten). Hiervoor kan formule (4) uit 2.2.1. gebruikt worden.

In een aantal gevallen is voor min of meer verwante stoffen een C-waarde afgeleid. Deze geldt voor een individuele stof uit een groep. Deze waarden zijn op een groter aantal gegevens gebaseerd en geven daarom een vrij goed beeld van de gemiddelde toxiciteit van een stof uit de betreffende groep. Het kan daarom overwogen worden zo'n waarde voor elke, dus ook een wel getoetste, stof van de groep als C-waarde te gebruiken. De groepswaarden waarbij dit zinvol is zijn in tabel 2 opgenomen. Dit betreft 2 groepen stoffen; ten eerste stoffen waarvoor het aannemelijk is te veronderstellen dat zij een vergelijkbare toxiciteit bezitten (bv. dichloorfenolen) en ten tweede stoffen waarvoor de afzonderlijke C-waarden door een gebrek aan bruikbare toxiciteitsgegevens een geringe betrouwbaarheid bezitten.

4.2.2. Stofgerichte evaluatie van de voorgestelde C-waarden

Er zijn alleen C-waarden voorgesteld voor stoffen waarvoor gegevens beschikbaar waren. Dit betekent dat voor een aantal in de huidige Leidraad Bodemsanering (1988) opgenomen stoffen vanwege het ontbreken van voldoende gegevens geen C-waarde is voorgesteld. C-waarden voor deze stoffen zullen derhalve alleen op risico's voor de volksgezondheid gebaseerd dienen te worden.

De voor metalen voorgestelde C-waarden blijken qua betrouwbaarheid van de gevolgde procedure sterk te verschillen. Voor cadmium, koper en lood is de situatie gunstig. Er zijn echter ook een aantal metalen, waarbij de voorgestelde C-waarde slechts op één type gegeven gebaseerd is. Dit zijn bijvoorbeeld barium (micro-organismen), cobalt (regenwormen) en molybdeen (micro-organismen). Voor deze stoffen geldt dat het moeilijk in te schatten is hoe groot de risico's voor niet-getoetste (groepen van) organismen zullen zijn. Voor molybdeen komt daar in de vorm van het ontbreken van een bodemtypecorrectie nog een extra onzekerheid bij. Daarentegen blijkt uit onderzoek van Williams en Thornton (1973) dat er geen relatie bestaat tussen molybdeen en het gehalte aan organische stof.

Voor de (nitro-)fenolen zijn evenals voor de (nitro-)benzenen en de overige aromaten weinig gegevens beschikbaar. De betrouwbaarheid van de C-waarden

is derhalve gering. Binnen de (nitro-)fenolen zijn een paar groepswaarden gegeven. De betrouwbaarheid hiervan is iets beter.

Voor PAK's zijn weinig gegevens beschikbaar. Bovendien blijkt voor weinig individuele PAK's een risicoschatting uitvoerbaar. De TCB (1989b) stelt in haar advies over de normering van PAK's voor ecotoxicologische risico's van PAK's niet langer per individuele stof te schatten en te normeren. Omdat de ecotoxicologische effecten van de diverse PAK's vergelijkbaar zijn, kan uit worden gegaan van de som van de concentraties van alle aanwezige PAK's. In navolging van dit advies kan overwogen worden één C-waarde voor het totaal aan de 10 PAK's, die individueel in de huidige leidraad zijn opgenomen, te hanteren. Onder aanname dat een groepswaarde representatief is voor alle individuele stoffen, kan het geometrisch gemiddelde van de gegeven waarden voor individuele stoffen als zodanig gebruikt worden. Men moet zich realiseren dat ook andere dan de 10 in de leidraad opgenomen PAK's in concentraties, die voor mens of milieu gevaarlijk zijn, kunnen voorkomen. Derhalve verdient het aanbeveling in de toekomst ook andere dan de 10 PAK's bij de beoordeling van bodemverontreiniging te betrekken. Er wordt voorgesteld voor elke individuele PAK uit deze categorie de groepswaarde voor de 10 als C-waarde te gebruiken.

De voor gechloreerde alifatische koolwaterstoffen voorgestelde C-waarden verschillen vrij sterk. Omdat elke waarde op weinig gegevens berust, is een groepswaarde voorgesteld. Gezien de grote individuele verschillen heeft ook deze waarde een geringe betrouwbaarheid.

Er zijn vrij veel chlooranilinen, chloorfenolen en chloorbenzenen opgenomen. Per stof zijn er echter vaak maar weinig gegevens beschikbaar. Hierdoor is de betrouwbaarheid van de afzonderlijke waarden laag. De waarden voor verwante groepen, zoals monochloorfenolen en trichlooranilinen, zijn op meerdere gegevens gebaseerd en dus betrouwbaarder. Er dient zoveel mogelijk van deze waarden uitgegaan te worden.

Voor PCB's konden slechts enkele aquatische gegevens gebruikt worden. De voorgestelde C-waarde heeft dan ook een geringe betrouwbaarheid. Daarbij komt nog dat er geen rekening is gehouden met het bioaccumulerend karakter van PCB's. Deze problemen dienen bij het vaststellen van een definitieve C-waarde meegewogen te worden.

Dioxine (2,3,7,8-TCDD) is de enige vertegenwoordiger van de restgroep gechlloreerde koolwaterstoffen. Dit betekent dat er voor deze groep geen groepswaarde bepaald kan worden.

De voor hooggechlloreerde bestrijdingsmiddelen voorgestelde C-waarden verschillen sterk. Gezien het uiteenlopende karakter van de stoffen is dit logisch. In enkele gevallen is er echter sprake van grote verschillen tussen vergelijkbare stoffen, bijvoorbeeld tussen dieldrin en endrin. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat sommige waarden slechts op één type gegeven gebaseerd zijn. Het is derhalve aan te bevelen om de C-waarde voor een individuele hooggechlloreerde bestrijdingsmiddel niet alleen voor niet getoetste stoffen te gebruiken, maar ook mee te laten wegen bij het vastleggen van een definitieve C-waarde voor weinig getoetste stoffen. De meeste van de hier vermelde stoffen kunnen biomagnificatie vertonen. Het verdient aanbeveling voor deze stoffen de voorgestelde waarde te verlagen; hiervoor is echter nader onderzoek nodig.

Er konden slechts twee benzimidazolen worden opgenomen. De voorgestelde C-waarden hiervan verschillen sterk. Er wordt voorgesteld de voor een individuele stof voorgestelde waarde ook voor beide getoetste stoffen te hanteren.

Slechts één triazine, atrazin, is opgenomen. De voorgestelde C-waarde lijkt aan de hoge kant, maar moet gezien de grote hoeveelheid gebruikte gegevens als voldoende betrouwbaar beschouwd worden.

Gechlloreerde organofosfaten blijken gemiddeld iets toxischer dan niet-gechlloreerde. De betrouwbaarheid van de voorgestelde C-waarde blijkt in het algemeen vrij laag. Omdat er veel stoffen zijn opgenomen, geeft de voor een individuele stof berekende waarde een goed beeld van de gemiddelde toxiciteit. Het is daarom ook hier aan te bevelen om bij het vastleggen van een definitieve C-waarde voor weinig getoetste stoffen deze waarde mee te wegen. Voor malathion is de voorgestelde waarde zeer hoog, mogelijk omdat slechts gegevens over micro-organismen gebruikt konden worden. Malathion valt qua stoffeigenschappen te vergelijken met parathion. Daarom wordt voorgesteld voor malathion dezelfde C-waarde als voor parathion te gebruiken.

Er konden vrij weinig carbamoyl-oximen, dithiocarbamaten, pyrimidinen en quats worden opgenomen. De voorgestelde C-waarden blijken binnen een groep

relatief weinig te verschillen. Het is daarom aannemelijk dat de voor individuele stoffen gegeven waarden ook voor niet getoetste stoffen een redelijk beeld van de toxiciteit zullen geven.

De voor carbofuran voorgestelde C-waarde is gebaseerd op de meest betrouwbare procedure. Het is opvallend dat deze waarde laag is in vergelijking met het merendeel van de voor carbamaten voorgestelde waarden. Dit kan zowel betekenen dat carbofuran één van de meest toxische carbamaten is, als dat de waarden voor andere carbamaten te hoog zijn uitgevallen door een tekort aan invoergegevens.

De restgroepen bestrijdingsmiddelen zijn zeer divers van samenstelling. De voor een individuele stof voorgestelde C-waarde heeft derhalve een geringe betrouwbaarheid. Omdat echter veel niet-getoetste bestrijdingsmiddelen onder deze groepen kunnen vallen, zijn deze waarden ter indicatie toch opgenomen. De waarde voor de restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen is aan de hoge kant doordat het vluchtige thiofeen is meegewogen. Hierdoor kunnen de risico's van stoffen uit deze groep wellicht onderschat worden.

In de restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen zijn een aantal stoffen opgenomen, bv. kaliumbromaat en kaliumdichromaat, omdat zij als bestrijdingsmiddel toegepast worden. Het is echter ook mogelijk deze stoffen in andere groepen in te delen.

Ook van de groep ftalaten zijn weinig stoffen getoetst. Het ligt daarom voor de hand om voor elke stof de voor een individueel ftalaat vermelde waarde te nemen. Hetzelfde geldt zowel voor de andere CHO-verbindingen als voor de groep van overige N-verbindingen.

In de huidige Leidraad Bodemsanering (1988) zijn in de groep overigen een aantal stoffen opgenomen, waarvoor geen bruikbare ecotoxiciteitsgegevens beschikbaar zijn. Voor deze stoffen kan derhalve geen C-waarde voorgesteld worden op grond van ecotoxicologische criteria.

Uit bovenstaande wordt duidelijk dat de betrouwbaarheid van een groot aantal voorgestelde C-waarden een probleem vormt. Dit hangt met name samen met het gebrek aan voldoende bruikbare gegevens. Dit en andere knelpunten worden in 5.1. samengevat.

5 CONCLUSIES EN KNELPUNTEN

5.1. Knelpunten

Tijdens de uitvoering van dit project moest regelmatig met keuzen en aannamen gewerkt worden, waarvoor de onderbouwing door een tekort aan beschikbare gegevens en kennis niet optimaal was. Om deze onzekerheden te verkleinen is op een groot aantal gebieden onderzoek nodig. De meeste van deze gebieden zijn op verschillende plaatsen in dit rapport reeds gesignaleerd. Om een beter overzicht te krijgen, worden de belangrijkste problemen hier nog eens op een rij gezet.

- Er is een tekort aan goede toxiciteitsgegevens voor nagenoeg alle beschouwde stoffen. Het gaat hier m.n. om de bepaling van NOEC's voor sublethale parameters (bv. reproductie) met tenminste 5 verschillende bodemorganismen.
- Het tekort aan toxiciteitsgegevens doet zich niet alleen bij terrestrische organismen voor. Voor waterbodemorganismen zijn er nog minder gegevens, althans voor zover het toetsen uitgevoerd in waterbodems betreft. Toetsen uitgevoerd met waterbodemorganismen in water zonder sediment komen meer voor (TCB, 1989a).
- Er is verdere ontwikkeling nodig van risicoschattingsmethoden. Enerzijds betekent dit dat de gehanteerde R.A.B.-methode aangepast zou moeten worden om hem beter geschikt te maken voor de bepaling van een ernstig gevaarniveau. Anderzijds dient ook aandacht besteed te worden aan alternatieve risicoschattingsmethoden.
- De daadwerkelijk in het veld optredende effecten bij als risicovol beschouwde concentraties dienen onderzocht te worden. Er is inzicht nodig in de daadwerkelijk optredende risico's voor ecosystemen bij overschrijding van op grond van het gekozen criterium bepaalde C-waarden. Hiervoor zouden standaardmethodieken, voor zowel veld- als laboratoriumexperimenten, ontwikkeld moeten worden.
- Er is onderzoek nodig naar de vertaling van de resultaten uit laboratoriumexperimenten naar veldomstandigheden.
- De risico's van verontreinigingen van stoffen die biomagnificatie kunnen vertonen dienen onderzocht te worden om een beeld te krijgen van de effecten van dergelijke stoffen op m.n. organismen hoger in voedselketens.

- Er moet inzicht verworven worden in de mechanismen die bij verontreiniging met meerdere stoffen op kunnen treden. In eerste instantie zou men zich kunnen richten op het uitvoeren van experimenten met veel voorkomende stofcombinaties. Daarnaast zou men biotoetsen kunnen gebruiken om een indicatie van de toxiciteit van complexe verontreinigingen te krijgen.
- De formules waarmee bodemtypecorrecties gebaseerd op het gehalte aan organische stof en lutum uitgevoerd worden, dienen op hun toepasbaarheid op C-waarde niveau onderzocht te worden.
- De invloed van fysische en chemische bodemeigenschappen op de toxiciteit van stoffen dient onderzocht en indien mogelijk op gestructureerde wijze, vergelijkbaar met de benadering voor organische stof en lutum, in beeld gebracht te worden.
- Voor sommige stoffen dient nog een bodemtypecorrectie geformuleerd te worden of nagegaan te worden of dit noodzakelijk is (bv. molybdeen).

5.2. Conclusies

- De in dit rapport voorgestelde C-waarden geven een redelijk beeld van de ecotoxicologische risico's van de betreffende stoffen. Echter in veel gevallen is de onzekerheid vrij groot. Dit wordt veroorzaakt door de schaarse beschikbaarheid van onderzoeksgegevens en de slechte kwaliteit en vergelijkbaarheid van de wel beschikbare gegevens. Dit betekent dat er een dringende behoefte bestaat aan uitbreiding van terrestrisch ecotoxicologisch onderzoek.
- Gezien het belang van uniform toepasbare C-waarden is het logisch dat de waarden ook voor waterbodems gelden. De TCB (1989a) stelt dat bij het bepalen van normwaarden de meest kritische omstandigheden maatgevend dienen te zijn. Bepaling hiervan is vooralsnog niet goed mogelijk. Dit wordt mede veroorzaakt door een gebrek aan bruikbare toxiciteitsgegevens voor waterbodemorganismen. Ook hier bestaat er derhalve behoefte aan onderzoek. Overigens is het op grond van de weinige wel voor waterbodemorganismen beschikbare gegevens aannemelijk, dat de in dit rapport voorgestelde C-waarden waterbodemorganismen in de meeste gevallen afdoende zullen beschermen.
- De gehanteerde methode moet, dit blijkt ook uit een rapport van de Gezondheidsraad (1988), als de best mogelijke aanpak op dit moment beschouwd worden. Ook hier geldt dat gezien de in de discussie gesignaleerde onzekerheden verder onderzoek wenselijk is.

- De hier gehanteerde aanpak en op grond daarvan voorgestelde C-waarden betekenen een aanzienlijke verbetering t.o.v. oude situatie, maar optimaal is de huidige situatie nog niet. Wel kan gezegd worden dat getracht is om op grond van de thans beschikbare kennis en gegevens tot de meest reële aanpak te komen. Bovendien is er duidelijkheid verkregen over de gebieden waarop onderzoek zowel gericht op de saneringsproblematiek, als op andere normstellingsproblemen het meest urgent is. Met een gerichte planning zou mogelijk al op korte termijn verdere verbetering gerealiseerd kunnen worden.
- Indien geen overschrijding van de C-waarde door een individuele stof plaatsvindt, kan er toch sprake zijn van 'een ernstig gevaarsituatie' indien meerdere stoffen in effect-veroorzakende concentraties aanwezig zijn. Een indicatie hiervoor kan verkregen worden door het hanteren van een somformule.

6 LITERATUUR

- Adema, D.M.M. & L. Henzen (1990) De invloed van 50 prioritaire stoffen op de groei van *Lactuca sativa* (sla). TNO-rapportnr. R90/101.
- Adema, D.M.M., J.L.M. Boer, C.A.M. van Gestel & P. de Jong (1987) De invloed van bodemreiniging op de biologische beschikbaarheid van metalen. TNO-rapportnr. R87/120, RIVM-rapportnr. 738507001.
- Babich, H. & G. Stotzky (1983) Environmental factors that influence the toxicity of heavy metal and gaseous pollutants to microorganisms. CRC Crit. Rev. Microbiol. 8, 99-148.
- Burton, K.W., E. Morgan & A. Roig (1984) The influence of heavy metals upon the growth of sitka-spruce in South Wales forests. II. Greenhouse experiments. Plant Soil 78, 271-282.
- Cairns, J.Jr. & D.S. Cherry (1983) A site-specific field and laboratory evaluation of fish and Asiatic clam population responses to coal fired power plants discharges. Water Sci. Tech. 15, 31-58.
- Canton, J.H. & D.M.M. Adema (1978) Reproducibility of short-term and reproduction toxicity experiments with *Daphnia magna* and comparison of the sensitivity of *Daphnia magna* with *Daphnia pulex* and *Daphnia cucullata* in short-term experiments. Hydrobiol. 59, 135-140.
- Capelleveen, H.E.van (1987) Ecotoxicity of heavy metals for terrestrial isopods. Proefschrift, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Deneer, J.W., T.L. Sinnige, W. Seinen & J.L.M. Hermens (1988) The joint acute toxicity to *Daphnia magna* of industrial chemicals at low concentrations. Aquat. Toxicol. 12, 33-38.
- Denneman, C.A.J., T.P. Traas, N.M. van Straalen & E.N.G. Joosse (1989) Ecotoxicologische advieswaarden voor stofgehalten in de bodem. Milieu 1989/1, 8-13.
- Denneman, W.D., H.E. van Capelleveen & N.M. van Straalen (1986) Bijdrage aan de ecologische normstelling van bodembescherming. VTCB, Advies Bodemkwaliteit, bijlage IV, rapportnr. A86/02-II.
- Doelman, P. & L. Haanstra (1983) De invloed van zware metalen op de bodemmicroflora. Bodembescherming 20. Staatsuitgeverij Den Haag.
- Domsch, K.H., G. Jagnow & T.H. Anderson (1983) An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. Res. Rev. 86, 65-94.
- Edelman, T. (1984) Achtergrondgehalten van stoffen in de bodem. Bodembescherming 34. Staatsuitgeverij Den Haag.

- Gestel, C.A.M. van & W. Ma (1988) Toxicity and bioaccumulation of chlorophenols in earthworms, in relation to bioavailability in soil. *Ecotox. Environ. Saf.* 15, 289-297
- Gestel, C.A.M. van & W. Ma (1990) An approach to quantitative structure-activity relationships in terrestrial ecotoxicology: earthworm toxicity studies. *Chemosphere* (submitted).
- Gestel, C.A.M. van, W.A. van Dis, E.M. van Breemen & P.M. Sparenburg (1989) Development of a standardized reproduction toxicity test with the earthworm species *Eisenia fetida andrei* using Copper, Pentachlorophenol, and 2,4-Dichloroaniline. *Ecotox. Environ. Saf.* 18, 305-312.
- Gezondheidsraad (1988) Ecotoxicologische risicoevaluatie van stoffen. No 28, Den Haag.
- Haque, A. & W. Ebing (1983) Toxicity determination of pesticides to earthworms in the soil substrate. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* 90, 395-408.
- IMP-Milieubeheer 1987-1991 (1986) Tweede kamer vergaderjaar 1986-1987, 19707, nrs 1-2. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Joose, E.N.G. & S.G. Verhoef (1983) Lead tolerance in collembola. *Pedobiologia* 25, 11-18.
- Kalmaz, E.V. & G.D. Kalmaz (1979) Transport, distribution and toxic effects of polychlorinated biphenyls in ecosystems: review. *Ecol. Mod.* 6, 223-251.
- Khan, D.H. & B. Frankland (1983) Effects of cadmium and lead on radish plants with particular reference to movement of metals through soil profile and plant. *Plant Soil* 70, 335-345.
- Kooijman, S.A.L.M. (1985) Toxicity at population level. In: J. Cairns Jr. (ed.) *Multispecies toxicity testing*. Pergamon Press, New York. p 143-164.
- Kooijman, S.A.L.M. (1987) A safety factor for LC50 values allowing for differences in sensitivity among species. *Water Res.* 21, 269-276.
- Kooijman, S.A.L.M. & J.A.J. Metz (1984) On the dynamics of chemically stressed populations: the deduction of population consequences from effects on individuals. *Ecotox. Environ. Saf.* 8, 254-274.
- LeBlanc, G.A. (1984) Interspecies relationship in acute toxicity of chemicals to aquatic organisms. *Environ. Toxicol. Chem.* 3, 47-60.
- Leeuwangh, P. (1985) Het voorspellen van milieueffecten van chemische stoffen op grond van toxiciteitsonderzoek in het laboratorium. *Vakbl. Biol.* 65 (13/14), 18-24.

- Leidraad Bodemsanering (1988) Ministerie van Huisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Lexmond, T.M. (1987) Huidige achtergrondwaarden als referentiewaarden voor het gehalte voor weinig mobiele en persistente verontreinigende stoffen in grond. In: VTCB symposium Bodemkwaliteit. VTCB M86/44.
- Ma, W. (1982a) Regenwormen als bio-indicators van bodemverontreiniging. Bodembescherming 15. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Ma, W. (1982b) The influence of soil properties and worm-related factors on the concentration of heavy metals in earthworms. *Pedobiologia* 24, 109-119.
- Ma, W. (1983) Meten van nevenwerkingen van bestrijdingsmiddelen en andere stoffen in laboratoriumtoetsen met regenwormen. RIN-rapport.
- Meent, D. van de, T. Aldenberg, J.H. Canton, C.A.M. van Gestel & W. Slooff (1990) Streven naar waarden; achtergrondstudie ten behoeve van de nota 'Milieukwaliteitsnormering water en bodem'. RIVM rapportnr. 670101001.
- MPV (Milieu Programma Voortgangsrapportage) 1989-1992 (1988) Tweede Kamer vergaderjaar 1988-1989, 20803, nrs. 1-2, Staatsuitgeverij Den Haag.
- MPV (Milieu Programma Voortgangsrapportage) 1990-1993 (1989) Tweede Kamer vergaderjaar 1989-1990, 21304, nrs. 1-2, Staatsuitgeverij Den Haag.
- Moriarty, F. (1983) *Ecotoxicology. The study of pollutants in ecosystems.* Academic Press, London.
- Neuhauser, E.F., R.C. Loehr, D.L. Milligan & M.R. Malecki (1985a) Toxicity of metals to the earthworm *Eisenia foetida*. *Biol. Fert. Soils* 1, 149-152.
- Neuhauser, E.F., R.C. Loehr, M.R. Malecki, D.L. Milligan & P.R. Durkin (1985b) The toxicity of selected organic chemicals to the earthworm *Eisenia fetida*. *J. Environ. Qual.* 14, 383-388.
- Odum, E.P. (1971) *Fundamentals of ecology.* W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Okkerman, P.C., J.H. Canton, W. Slooff & C.J. van Leeuwen (1990) Ecotoxicological effect assessment. A comparison of several extrapolation methods. *Ecotox. Environ. Saf.* (submitted).
- Pizl, V. (1985) The effect of the herbicide Zeazin 50 on the earthworm infection by monocystid gregarines. *Pedobiologia* 28, 399-402.
- Risicobrochure (1989) Omgaan met risico's. De risicobenadering in het milieubeleid. Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, nr 90257/5-89. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Slooff, W., J.A.M. van Oers & D. de Zwart (1986) Margins of uncertainty in ecotoxicological hazard-assessment. *Environ. Toxicol. Chem.* 5, 841-852.

- Straalen, N.M. van (1987) Stofgehalten in de bodem: (geen) effecten op bodemdieren. In: VTCB symposium Bodemkwaliteit. VTCB M86/44.
- Straalen, N.M. van, S.A.L.M. Kooijman, H.J.P. Eijssackers & C.J. van Leeuwen (1988) Behoeftte aan ecotoxicologische modellen groeit. Chemisch Magazine, maart 1988, 186-193.
- Straalen, N.M. van & C.A.J. Denneman (1989) Ecotoxicological evaluation of soil quality criteria. Ecotox. Environ. Saf. 18, 241-251.
- TCB (1989a) Rapport normering van waterbodems. Technische Commissie Bodembescherming rapportnr. A89/06-R.
- TCB (1989b) Advies, Beoordeling van bodemverontreiniging met polycyclische aromaten. Technische Commissie Bodembescherming rapportnr. 89/03.
- TCB (1989c) Advies ontwerp-besluit gebruik en kwaliteit overige organische meststoffen. Technische Commissie Bodembescherming rapportnr. 89/02.
- TCB (1990) Advies bouwstoffen. Technische Commissie Bodembescherming, conceptrapport.
- Traas, T.P., C.A.J. Denneman, E.N.G. Joosse-van Damme & N.M. van Straalen (1989) Ecotoxicologische evaluatie van referentiewaarden voor gehalten van bestrijdingsmiddelen in de bodem. TCB A89/10-R, Leidschendam.
- VTCB (1986) Advies bodemkwaliteit. Voorlopig Technische Commissie Bodembescherming rapportnr. A86/02-I.
- VROM (1986) Discussienotitie Bodemkwaliteit. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Leidschendam.
- Walters, C.J. (1971) Systems ecology: the systems approach and mathematical models in ecology. In: Fundamentals of Ecology (ed. E.P. Odum), W.B. Saunders Company Philadelphia.
- Wet Bodembescherming (1980) Ontwerp van wet en memorie van toelichting. Tweede Kamer zitting 1980-1981, nr 16 529/1-4. Den Haag.
- WReco (1990) Ongewenste effecten van stoffen. Werkgroep Risicomanagement Ecosystemen, Leidschendam.
- Williams, C. & I. Thornton (1973) The use of soil extractants to estimate plant-available molybdenum and selenium in potentially toxic soils. Plant Soil 39, 149-159.
- Wolf, W. de, J.H. Canton, J.W. Deneer, R.C.C. Wegman & J.L.M. Hermens (1988) Quantitative structure-activity relationships and mixture-toxicity studies of alcohols and chlorohydrocarbons: reproducibility of effects on growth and reproduction of *Daphnia magna*. Aquatic. Toxicol. 12, 39-49.

Bijlage I

Literatuurrecherches

Er is gezocht in een drietal bestanden:

1. Pollution, vanaf 1970;
2. Chemical Abstracts, vanaf 1967;
3. Biological Abstracts, vanaf 1973.

Er is een zoekprofiel opgesteld, waarin zich drie clusters bevinden. Een cluster bevat een aantal termen, die relevant zijn voor een bepaald onderwerp. Elke referentie die voldoet aan elk van de drie clusters, d.w.z. die minimaal één term met elk van de clusters gemeen heeft, wordt opgespoord. De drie clusters zijn:

1. bodemeigenschappen en -organismen; termen die hierin voorkomen zijn bv. 'soil', 'worm' en 'nematode';
2. toxische effecten; bv. 'effect' en 'toxic';
3. stoffen; bv. 'cobalt', 'pcb' en 'dioxine'.

De recherche levert een lijst van titels op. Deze wordt doorgenomen en bruikbare referenties worden opgezocht en indien mogelijk verwerkt.

Basisgegevens RIV(M) Rapport

Kenmerken: **725201001**

Afdeling:

Jaar: **1990**

PIVOT: **020 035**

Omvang: **135**

Appendix: **N**

Titel:

**Bodemverontreiniging en
bodemecosystemen; voorstel voor C
(toetsings) waarden op basis van
ecotoxicologische risico's; bijlage**

Auteurs:

Denneman Gestel

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN

Bijlage bij rapportnr. 725201001

Bodemverontreiniging en bodemecosystemen:
voorstel voor C-(toetsings)waarden op
basis van ecotoxicologische risico's.

C.A.J.Denneman* en C.A.M.van Gestel

april 1990

* Werkzaam bij het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Bodem, Hoofdafdeling Bodem; ten behoeve van dit project gedurende de periode 1 mei 1989 tot 1 april 1990 (part-time) gedetacheerd bij de Afdeling Bodemecotoxicologie van het Laboratorium voor Ecotoxicologie, Milieuchemie en Drinkwater.

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Bodem, Hoofdafdeling Bodem (dit project was eerder geregistreerd onder nummer 728811: Bijstelling Leidraad Bodemsanering)

INHOUDSOPGAVE DEEL II

	blz
Inhoudsopgave	ii
Bijlagen	1
II Toxiciteitsgegevens	1
I Metalen	2
III Aromatische verbindingen	33
IV Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen	38
V Gechloreerde Koolwaterstoffen	40
VI Bestrijdingsmiddelen	55
VII Overigen	98
III Bepaling voorgestelde C-waarden	102
I Metalen	102
III Aromatische verbindingen	105
IV Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen	107
V Gechloreerde Koolwaterstoffen	108
VI Bestrijdingsmiddelen	112
VII Overigen	123
IV Literatuur van de bijlagen	126

Bijlage II

Toxiciteitsgegevens

Deze bijlage bevat voor elke stof een overzicht van verzamelde toxiciteitsgegevens. Deze gegevens zijn gebruikt om tot voorstellen voor C-waarden te komen.

In deze bijlage zijn een aantal symbolen en afkortingen gebruikt:

M.B. = minimale bodem; het resultaat is omgerekend naar een zogenaamde minimale bodem, deze is gedefinieerd voor een gehalte aan organische stof en lutum van resp. 2 en 5%;

O.M. = organisch materiaal ofwel het gehalte aan organische stof; indien het gehalte aan organische koolstof is gegeven, is dit met 1.7 vermenigvuldigd om het gehalte aan organisch materiaal te verkrijgen;

l/d = licht/donker regime in uur;

CEC = cation-exchange-capacity;

WHC = water holding capacity;

art. soil = artificial soil (10% sphagnum veenmos, 20% kaolien klei, 69% fijn zand en 1% calciumcarbonaat);

RH = relative humidity;

* = de betreffende waarde of parameter is niet direct uit de referentie overgenomen, maar is daaruit geschat;

1 = het gehalte aan organische stof is boven het gestelde maximum van 30%, bij de omrekening naar een standaardbodem wordt uitgegaan van 30%;

2 = het gehalte aan organische stof is onder het gestelde minimum van 2%, bij de omrekening naar een standaardbodem wordt uitgegaan van 2%;

3 = het gehalte aan lutum is boven het gestelde maximum van 50%, bij de omrekening naar een standaardbodem wordt uitgegaan van 50%;

4 = het gehalte aan lutum is onder het gestelde minimum van 5%, bij de omrekening naar een standaardbodem wordt uitgegaan van 5%.

Drie symbolen hebben alleen betrekking op stoffen die van nature in het milieu voorkomen:

x = het vermelde resultaat betreft een gemeten concentratie, dit betreft zowel de toegevoegde als de van nature aanwezige concentratie;

y = het vermelde resultaat betreft de som van de van nature aanwezige concentratie en de toegevoegde concentratie;

z = het vermelde resultaat betreft alleen de toegevoegde concentratie.

De onderstreepte toxiciteitsgegevens (voor een minimale bodem) zijn in bijlage III gebruikt om te komen tot voorstellen voor C-waarden.

Гб Barium

[illegible]

Ic Cadmium

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
					C				
Planten									
Raphanus sativa (radijs)	brown earth	5.4	3*	18*	25	EC50/10d/spruitgr.zaai	90.7 ^y	73.6	Khan &
						EC50/10d/wortelgr.zaai	27.7 ^y	22.6	Frankland
						NOEC/42d/spruitgroei	10.7 ^y	8.7	1983
						NOEC/42d/wortelgroei	<10.7 ^y	<8.7	
						EC50/42d/spruitgroei	70.7 ^y	57.6	
						EC50/42d/wortelgroei	44.7 ^y	36.6	
Cd-chloride; veldcapaciteit; gr.zaai=groei zaailing; agrarische grond, lemig zand									
Raphanus sativa (radijs)	brown earth	5.4	3*	18*	25	EC50/42d/spruitgr.zaai	461 ^y	374	Khan &
						EC50/42d/wortelgr.zaai	341 ^y	276	Frankland
						EC50/42d/spruitgroei	191 ^y	155	1983
						EC50/42d/wortelgroei	171 ^y	139	
Cd-oxide; veldcapaciteit; gr.zaai=groei zaailing; agrarische grond, lemig zand									
Picea sitchensis (sitka spruce)	acid peaty	3.3	77 ¹	- ⁴	kas	NOEC/100d/groeispruit	1.6 ^x	0.7	Burton
	gley soil +					NOEC/100d/groeiwortel	1.6 ^x	0.7	et al 1984
	zand (1:1)					NOEC/100d/wortellengte	1.6 ^x	0.7	
Pb-chloride toegevoegd; EC- en NOEC gebaseerd op gemeten gehalten na 100 dagen (corresponderen met toegevoegde gehalten van resp. 400, 50, 10 en <5 mg/kg); veldcapaciteit									
Spinazie	zand	5.8	2.2	5*		EC10/groei	0.9 ^z	0.9	Lune 1985
	zand	5.4	5.1	5*		EC10/groei	1.5 ^z	1.3	
	zandige klei	5.8	1.7 ²	18*		EC10/groei	0.8 ^z	0.7	
	zandige klei	7.1	2.1	18*		EC10/groei	1.8 ^z	1.5	
	klei	5.8	3.0	50*		EC10/groei	2.4 ^z	1.4	
	klei	7.2	2.8	50*		EC10/groei	3.5 ^z	2.1	
Cd-nitraat; referentie uit Krajnc et al. 1987									

(vervolg cadmium)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Graan	lemig	5.6	1.6 ²	7.8		NOEC [*] /5mnd/groei	13 ^Y	12.5	Haan et al 1985.
	Cd-acetaat; bodem van marine oorsprong; CEC 15 meq/100g								
	lemig	5.4	2.4	26		NOEC [*] /5mnd/groei	7.1 ^Y	5.4	
	Cd-acetaat; bodem van marine oorsprong; CEC 21 meq/100g								
	lemig	5.2	3.2	37.7		NOEC [*] /5mnd/groei	51 ^Y	33.3	
	Cd-acetaat; bodem van fluviale oorsprong; CEC 33 meq/100g								
	zand	5.0	3.4	2.6 ⁴		NOEC [*] /5mnd/groei	6.4 ^Y	6.0	
Cd-acetaat; pleistocene oorsprong; oude cultuurgrond; CEC 9 meq/100g									
Avena sativa (tarwe)	zand	5.4	6.8	3.3 ⁴		NOEC [*] /5mnd/groei	50 ^Y	41.3	
	Cd-acetaat; pleistocene oorsprong; heidegrond; CEC 19 meq/100g								
	zand	4.6	19.4	2.6 ⁴		NOEC [*] /5mnd/groei	7 ^Y	4.0	
Cd-acetaat; pleistocene oorsprong; veengrond; CEC 47 meq/100g									
Oligochaeta (regenwormen)									
Dendrobaena rubida	brown earth	3 [*]	18 [*]	25		EC50 [*] /42d/groei	44.7 ^Y	36.2	Khan & Frank- land 1984
Cd-chloride; toplaag 0-15cm agrarische veldbodem; lemig zand									
Oligochaeta (regenwormen)									
Dendrobaena rubida		6.5	9.7	5 [*]	14	NOEC/3mnd/coconprod	101 ^X	75.4	Bengtsson et al 1986
Cd-nitraat; dieren uit veld; RH 70%									
Lumbricus rubellus	zavelgrond	7.3	3.4	17		NOEC/12wk/coconprod	10 ^X	8.1	Ma 1982a
Cd-chloride; vocht 35%									
Lumbricus rubellus	sandy/loam	7.3	8	17		LC50/6wk	575 ^Z	399	Ma 1982b
Cd-chloride; LC50 tussen 150 en 1000 mg/kg; vocht 35-40%									
Eisenia foetida	mest+grond	50 ^{*1}	5 [*]			NOEC/8wk/coconprod	25 ^Z	11.2	Malecki
						NOEC/8wk/groei	50 ^Z	22.4	et al 1982
Cd-nitraat; 100g gecontamineerde mest op 90g grond; dieren uit kweek									
Eisenia andrei	1% mest/grond	8	10			NOEC/12wk/groei	10 ^Y	7.5	Dis et al 1988
Cd-chloride; bodem art.soil, % klei en O.M. achteraf bepaald									
Eisenia foetida	art.soil	6	10 [*]	20 [*]	20	LC50/2wk	1843 ^Z	1172	Neuhauser et al 1985a
Cd-nitraat; dieren uit kweek; vocht 35%									
Enchytraeus albidus	art.soil	6.5	10 [*]	20 [*]	12	LC50/4wk	3680 ^Y	2340	Römbke 1989
Cd-chloride; vocht 35%									
Isopoda (pissebedden)									
Porcellio scaber	voedsel	95 ^{*1}	0 ^{*4}		20	NOEC/67d/reproductie	10.0 ^Z	4.5	Capelleveen
					20	NOEC/67d/consumptie	2.25 ^Z	1.0	1987
					20	NOEC/67d/groei	2.25 ^Z	1.0	
					20	NOEC/67d/ontwik.tijd	10.1 ^Z	4.5	
Cd-nitraat; donker/licht 12/12 uur									

(vervolg cadmium)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Collembola (springstaarten)									
Orchesella cincta	voedsel		95 ^{*1}	0 ^{*4}	20	NOEC/9wk/reprod.	56 ^x	25.1	Straalen
					20	NOEC/9wk/groei	4.7 ^x	2.1	et al 1989
					20	NOLC/9wk	56 ^x	25.1	
					20	NOEC/9wk/consumptie	56 ^x	25.1	
Cd-sulfaat; pleurococcon als voedsel; licht/donker 12/12 uur; dieren uit kweek									
Acari (mijten)									
Platynothrus peltifer (Oribatida)	voedsel		95 ^{*1}	0 ^{*4}	20	NOEC/12wk/reprod.	2.9 ^x	1.3	Straalen
					20	NOLC/12wk	117 ^x	52.4	et al 1989
					20	NOEC/12wk/consumptie	27.3 ^x	12.2	
Cd-sulfaat; pleurococcon als voedsel; licht/donker 12/12 uur; dieren uit veld									
Nematoda (aaltjes)									
Mesorhabditis monhystrera	agar media/voedsel				25	EC50/22d/popul.groei	0.23 ^x		Doelman
						NOEC/22d/popul.groei	<0.23 ^x		et al 1984
Aphelenchus avenae	agar media/voedsel				25	NOEC/21d/popul.groei	0.094 ^x		
Pb-nitraat; nematoden gevoerd met bacterien resp schimmels die cadmium bevatten									
Mollusca (slakken)									
Helix aspersa (Gastropoda)	voedsel		86 ^{*1}	0 ^{*4}		NOEC/30d/reprod.act.	10 ^z	4.5	Russel et. al 1981
Cd-chloride; 90% knaagdiervoedsel + 10% calciumcarbonaat)									
Microbiële processen									
H2-oxiderend vermogen	sandy loam	7 [*]	3 [*]	18 [*]	25	EC50/16h	133 ^z	108	Rogers & Pryfogle 1986
	Cd-nitraat; 16 uur incubatie(donker) + 2 uur meting								
	Cd-chloride					EC50/16h	707 ^z	574	
Ademhaling	humeus zand	5.1	5.7	9	20	EC10/4wk	30 ^y	24.6	Doelman &
						EC10/8wk	32 ^y	26.2	Haanstra 1983
						EC10/43wk	90 ^y	73.7	
	humusarm z.	7.7	1.6 ²	2 ⁴	20	EC10/43wk	13 ^y	13	
	zware zavel	7.4	2.6	19	20	EC10/43wk	28 ^y	22.7	
	zandig veen	4.3	12.8	5	20	EC10/43wk	52 ^y	35.2	
Cd-chloride; CEC resp. 11, 1.5, 16 en 52.5 meq/100g; vocht 75% v.d. veldcapaciteit;									

(vervolg cadmium)

[illegible]

Id Chroom

soort/parameter	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Planten									
Graan	lemig	5.6	1.6 ²	7.8 [*]		NOEC [*] /5mnd/groei	671 ^Y	614	Haan et al 1985
	Cr(III)-acetaat; bodem van marine oorsprong; CEC 15 meq/100g								
	lemig	5.4	2.4	26 [*]		NOEC [*] /5mnd/groei	273 ^Y	161	
	Cr(III)-acetaat; bodem van marine oorsprong; CEC 21 meq/100g								
	lemig	5.2	3.2	37.7 [*]		NOEC [*] /5mnd/groei	288 ^Y	138	
	Cr(III)-acetaat; bodem van fluviale oorsprong; CEC 33 meq/100g								
	zand	5.0	3.4	2.6 ^{*4}		NOEC [*] /5mnd/groei	419 ^Y	419	
Cr(III)-acetaat; pleistocene oorsprong; oude cultuurgrond; CEC 9 meq/100g									
zand	5.4	6.8	3.3 ^{*4}		NOEC [*] /5mnd/groei	220 ^Y	220		
Cr(III)-acetaat; pleistocene oorsprong; heigrond; CEC 19 meq/100g									
zand	4.6	19.4	2.6 ^{*4}		NOEC [*] /5mnd/groei	>814 ^Y	>814		
Cr(III)-acetaat; pleistocene oorsprong; veengrond; CEC 47 meq/100g									
Oligochaeta (regenvormen)									
Eisenia andrei	art.soil	6	7.7	10.4	23	NOEC/3wk/groei	287 ^X	243	Gestel et al 1989b
						NOEC/3wk/coconprod.	287 ^X	243	
						NOEC/6wk/vruchtbcoc.	287 ^X	243	
						Cr(III)-nitraat; dieren uit kweek; vocht 35%; voorconditionering 1wk; % O.M. en klei gemeten			
Octolasion pattoni	mest+grond					LC50/40d	20 ^Z		Abbasi & Soni 1983
						LC50/60d	15.1 ^Z		
						EC20/60d/coconprod.	2 ^Z		
						EC40/60d/coconprod.	10 ^Z		
						EC60/60d/coconprod.	20 ^Z		
						NOEC [*] /60d/aantal juv.	20 ^Z		
Cr(VI) (potassiumdichromaet)									
Microbiële processen									
Ademhaling	humeus zand	5.1	5.7	9	20	EC10/4wk	11 ^Y	9.7	Doelman & Haanstra 1983
						EC10/8wk	9 ^Y	7.9	
						EC10/43wk	10 ^Y	8.8	
	zware zavel	7.4	2.6	19	20	EC10/90wk	88 ^Y	60	
						EC10/82wk	82 ^Y	82	
						Cr(III)-chloride; CEC resp. 11, 16 en 52.5 meq/100g; vocht 75% v.d. veldcapaciteit			

(vervolg chroom)

soort/parameter	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Arylsulfatase	humusarm z.	7.7	1.6 ²	2 ⁴	20	EC50/1-1.5j	184 ^y	<u>184</u>	Doelman &
	humeus zand	5.1	5.7	9	20	EC50/1-1.5j	13 ^y	<u>11.5</u>	Haanstra 1983
	zwarte zavel	7.4	2.6	19	20	EC50/1-1.5j	444 ^y	<u>303</u>	
	zwarte klei	6.8	3.2	60 ³	20	EC50/1-1.5j	646 ^y	<u>258</u>	
	Cr(III)-chloride; CEC resp. 1.5, 11, 16 en 30 meq/100g; vocht 75%								
Fosfatase	humeus zand	5.1	5.7	9	20	EC50/1-1.5j	2782 ^y	<u>2455</u>	Doelman &
	zwarte zavel	7.4	2.6	19	20	EC50/1-1.5j	4234 ^y	<u>2887</u>	Haanstra 1983
	Cr(III)-chloride; CEC resp. 11 en 16 meq/100g; vocht 75%								
Fosfatase	spar-mor	4.3	93 ¹	<1 ⁴	22	EC 8/3h/remming	520 ^z	520	Tyler 1981
	mull	6.3	13	29	22	EC 2/3h/remming	520 ^z	289	
	Na ₂ CrO ₄								
Fosfatase	spar-mor	4.3	93 ¹	<1 ⁴	22	EC10/3h/remming	1040 ^z	1040	Tyler 1981
	mull	6.3	13	29	22	EC 3/3h/remming	1040 ^z	578	
	Na ₂ Cr ₂ O ₇								

Ie Cobalt

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Oligochaeta (regwormen)									
Eisenia foetida	mest+grond	63*	5*	25	NOEC*/24wk/groei		91.9	91.9	Neuhauser
					NOEC*/24wk/reprod.		91.9	91.9	et al 1984b
Co-chloride; jonge wormen; 91.9 mg/kg is hoogste testconcentratie; 50g grond met 100g mest gemengd; coconproductie bij hoogste concentratie later op gang									
Microbiële processen									
Urease		5.1	2.6	17	37	EC22/2h/remming	295	248	Tabatabai
		6.1	5.6	30	37	EC16/2h/remming	295	212	1977
		5.8	4.4	23	37	EC23/2h/remming	295	230	
		7.8	6.4	30	37	EC35/2h/remming	295	212	
		7.8	6.4	30	37	EC13/2h/remming	29.5	21.2	
		6.8	7.4	42	37	EC24/2h/remming	295	187	
		7.4	9.3	34	37	EC29/2h/remming	295	203	
		7.4	9.3	34	37	EC22/2h/remming	29.5	20.3	
	Co-sulfaat								
N-mineralisatie		5.8	4.4	23	30	EC12/20d/remming	290	226	Liang & Tabai
		6.6	5.0	45	30	EC 2/20d/remming	290	178	tabai 1977
		7.8	6.4	30	30	EC 7/20d/remming	290	208	
		7.4	9.3	34	30	EC 6/20d/remming	290	199	
Co-sulfaat; WHC ca.60%									

(vervolg koper)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
<i>Eisenia foetida</i>	grond+mest		38 ^{*1}	5 [*]	25	NOEC/6 wk/coconprod. NOEC/6 wk/groei	1000 ^z 1000 ^z	533 533	Neuhauser et al 1984a
	mengsel van Cu-chloride, -nitraat, -sulfaat en -acetaat; 20g gecontamineerde mest op 30g schone grond; donker								
<i>Eisenia foetida</i>	art. soil	6	10 [*]	20 [*]	20	LC50/14d	643 ^z	374	Neuhauser et al 1985a
	Cu-nitraat; vocht 35%; dieren uit kweek								
<i>Lumbricus rubellus</i>	zavelgrond	7.3	3.4	17		NOEC/12wk/coconprod.	30 ^x	21.1	Ma 1982a
	Cu-chloride; vocht 35%								
<i>Lumbricus rubellus</i>	sandy loam	7.3	8	17	15	LC50/6wk	1000 ^z	640	Ma 1982b
	Cu-chloride; vocht 35-40%								
<i>Lumbricus rubellus</i>	zavelgrond	7.3	3.4	17	18	NOEC/12wk/coconprod. NOEC/12wk/bladafbraak NOEC/12wk/groei	13 ^x 63 ^x 373 ^x	9.1 44.4 263	Ma 1984
	Cu-chloride; vocht 35%; dieren uit veld								
<i>Allolobophora caliginosa</i>	zand+1%gras		2 [*]	5 [*]		NOEC/14d/coconprod. NOLC/14d NOEC/14d/groei	50 ^z 500 ^z 100 ^z	50 500 100	Martin 1986
	Cu-sulfaat								
<i>Octolasion cyaneum</i>	brown soil	4.8	5.4		18	LC50 [*] /4d NOLC [*] /2wk	223 ^y 153 ^y		Jaggy & Streit 1982
	rendzina	7	24.1		18	LC50 [*] /4d	800 ^z		
	agr.(peaty)	4.5	72.4 ¹		18	LC50 [*] /4d NOLC [*] /2wk	2514 ^y 1214 ^y		
	Cu-sulfaat; donker; relatie OM-LC50: LC50(4d)=53.15xOMexp(1.053)								
Collembola (springstaarten)									
<i>Onychiurus armatus</i>	voedsel		95 ^{*1}	0 ^{*4}	20	NOEC/17wk/groei	2608 ^x	1391	Bengtsson et al 1985
	Cu-nitraat; schimmels als voedsel; RH bijna 100%; dieren uit veld; donker								
Acari (mijten)									
<i>Platynothrus peltifer</i>	voedsel		95 ^{*1}	0 ^{*4}	18	NOEC/10wk/reproductie	168 ^x	90	Denneman & Straalen 1990
	Oribatida; Cu-nitraat; pleurococcen als voedsel; dieren uit veld								
Nematoda (aaltjes)									
<i>Xiphinema diversicaudatum</i>		6.1				EC55/2mnd/aantallen	100 ^z		DeMaeseneer 1967
	Cu-sulfaat; 50 mg/kg=EC28 en 200 mg/kg=EC75								
<i>Longidorus elongatus</i>		6.1				EC50/2mnd/aantallen	160 ^z		
	Cu-sulfaat; EC50 berekend uit: 50 mg/kg=EC17, 100 mg/kg=EC34 en 200 mg/kg=EC65								

[illegible]

(vervolg koper)

[illegible]

(vervolg kwik)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18*	28	NOEC*/67h EC28/67h	5 ² 10 ²	<u>4.1</u> 8.3	Tu 1988
	Hg(II)-chloride; WHC 44%								
CO2-productie	'Arvada'	8.1	2.7	40	25	NOEC*/6h/remming	40 ²	25.9	Landa &
	'Campspass'	6.6	11.4	25	25	NOEC*/6h/remming	40 ²	29.0	Fang 1978
	'Heldt'	8.3	2.9	25	25	NOEC*/6h/remming	40 ²	30.4	
	'Bainville'	7.5	3.2	29	25	NOEC*/6h/remming	40 ²	29.0	
	'Terry'	8.3	1.5*2	12	25	NOEC*/6h/remming	40 ²	36.1	
	Hg(II)-chloride; 0-20 cm; water-bodem suspensie								
	'Arvada'	8.1	2.7	40	25	NOEC*/4wk/remming	10 ²	<u>6.5</u>	
	'Campspass'	6.6	11.4	25	25	NOEC*/4wk/remming	<10 ²	<u><7.3</u>	
	'Heldt'	8.3	2.9	25	25	NOEC*/4wk/remming	<10 ²	<u><7.6</u>	
	'Bainville'	7.5	3.2	29	25	NOEC*/4wk/remming	100 ²	<u>72.5</u>	
	'Terry'	8.3	1.5*2	12	25	NOEC*/4wk/remming	100 ²	<u>90.2</u>	
	Hg(II)-chloride; vocht 50% WHC								
Nitrificatie	klei	7.7	5.6	45	29	EC40/42d	100 ²	60.8	Faassen
	zand	7.5	1.5 ²	0 ⁴	29	EC95/42d	100 ²	100	1973
	Hg(II)-chloride; referentie uit Doelman & Haanstra 1983								
Nitrificatie		5.8	4.4	23	30	EC94/10d	200 ²	155	Liang & Tabai
		7.0	6.4	30	30	EC98/10d	200 ²	141	tabai 1978
		7.4	9.3	34	30	EC97/10d	200 ²	133	
	Hg(II)-sulfaat; referentie uit Doelman & Haanstra 1983								
N-mineralisatie		5.8	4.4	23	30	EC73/20d/remming	1003 ²	774	Liang & Tabai
(Ammonificatie)		6.6	5.0	45	30	EC39/20d/remming	1003 ²	612	tabai 1977
		7.8	6.4	30	30	EC35/20d/remming	1003 ²	707	
		7.4	9.3	34	30	EC32/20d/remming	1003 ²	667	
	Hg(II)-chloride; WHC ca.60%								
Ammonificatie	zand	7.5	1.5*2	5*	29	EC24/42d	100 ²	100	Faassen
	klei	7.7	5.6	50*	29	EC5/42d	100 ²	<u>58.1</u>	1973
	Hg(II)-chloride; referentie uit Doelman & Haanstra 1983								
ATP-gehalte	agr. grond	6.4	3.1	33.6	20	NOEC*/48d	2 ²	<u>1.4</u>	Zelles et al
	Hg(II)-chloride; donker/licht 12/12 uur; vocht 50%								
	1985								

(vervolg kwik)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
H ₂ -oxiderend ver- mogen	sandy loam	7 [*]	3 [*]	18 [*]	25	EC50/16h	26 ^z	21.5	Rogers & Pry- fogle 1986
	Hg-nitraat; 16 uur incubatie(donker) + 2 uur meting								
	Hg(II)-chloride					EC50/16h	36 ^z	29.8	
Enzymactiviteit									
Urease		5.1	2.6	17	37	EC89/2h/remming	1003 ^z	843	Tabatabai
		6.1	5.6	30	37	EC95/2h/remming	1003 ^z	710	1977
		5.8	4.4	23	37	EC98/2h/remming	1003 ^z	774	
		7.8	6.4	30	37	EC84/2h/remming	1003 ^z	707	
		7.8	6.4	30	37	EC29/2h/remming	100.3 ^z	71	
		6.8	7.4	42	37	EC89/2h/remming	1003 ^z	622	
		7.4	9.3	34	37	EC75/2h/remming	1003 ^z	667	
		7.4	9.3	34	37	EC25/2h/remming	100.3 ^z	67	
	Hg(II)-chloride								
Fosfatase	spar-mor	4.3	93 ¹	<1 ⁴	22	EC 6/3h/remming	2006 ^z	1650	Tyler 1981
	mull	6.3	13	29	22	EC15/3h/remming	2006 ^z	1378	
	Hg(II)-chloride								
Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	EC44/2d/invertase	5 ^z	4.1	Tu 1988
	Hg(II)-chloride; WHC 44%								

The Lood

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Planten									
<i>Avena sativa</i> (haver)	brown earth	3*	18*	25	EC50*/42d/groei		>1050 ^Y	>843	Khan & Frank-
					NOEC/42d/groei		150 ^Y	120	Land 1984
	Pb-chloride; 0-15cm agrarische veldbodem; lemig zand; Pb-gehalte grond 50 mg/kg								
<i>Triticum aestivum</i> (tarwe)	brown earth	3*	18*	25	NOEC/42d/groei		<137 ^Y	<71	Khan & Frank-
	Pb-chloride; EC15 = NOEC (verschilt niet significant van blanco)								
					NOEC/42d/groei		>1037 ^Y	>833	
					NOEC/42d/groei		<1037 ^Y	<833	
	Pb-carbonaat; EC13 = NOEC agrarische bodem, lemig zand; Pb-gehalte grond 37 mg/kg (uit Khan & Frankland, 1983)								
<i>Raphanus sativa</i> (radijs)	brown earth	5.4	3*	18*	25	EC50/42d/spruitgroei	2050 ^Y	1646	Khan & Frank-
						NOEC/42d/spruitgroei	1050 ^Y	843	Land 1983
						EC50/42d/wortelgroei	1850 ^Y	1485	
						NOEC/42d/wortelgroei	150 ^Y	120	
	Pb-chloride; veldcapaciteit; Pb-gehalte van de grond 50 mg/kg								
	brown earth	5.4	3*	18*	25	EC50/42d/spruitgroei	12050 ^Y	9674	
						NOEC/42d/spruitgroei	5050 ^Y	4054	
						EC50/42d/wortelgroei	10050 ^Y	8068	
						NOEC/42d/wortelgroei	<1050 ^Y	<843	
	Pb-oxide; veldcapaciteit; Pb-gehalte van de grond 50 mg/kg								
	'br.earth'	4.6	3*	18*	25	NOEC/42d (spruit-, wortelgroei, bladopp.)	537 ^Y	431	
	Pb-chloride + Pb-oxide 1:1; veldcapaciteit; grond in kolommen; Pb-gehalte van de grond 37.1 mg/kg in toplaag								
<i>Picea sitchensis</i> (sitka spruce)	acid peaty	3.3	77 ¹	4	kas	EC50/100d/groei	435 ^X	292	Burton
	gley soil + zand (1:1)					NOEC/100d/groei	70 ^X	47	et al 1984
						NOEC/100d/wort.lengte	40 ^X	27	
						NOEC/100d/mycorrhiza-vorming	<34 ^X	<23	
	Pb-chloride toegevoegd; EC- en NOEC gebaseerd op gemeten gehalten na 100 dagen; toegevoegde gehalten resp. 400, 50, 10 en <5 mg/kg; veldcapaciteit								
Oligochaeta (regenwormen)									
<i>Dendrobaena rubida</i>	zand+mest	6.5	9.7	5*	14	NOEC/3mnd/reprod.	560 ^X	493	Bengtsson
	(1:2)	5.5				NOEC/3mnd/reprod.	564 ^X	497	et al 1986
		4.5				EC70/3mnd/reprod.	590 ^X	520	
						NOEC/3mnd/reprod.	130 ^X	115	
	Pb-nitraat toegevoegd; EC en NOEC gebaseerd op gemeten gehalten; vochtgehalte 45-50%; RH 70%; dieren uit veld; % O.M. gemeten na menging met mest								

(vervolg lood)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result. (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
<i>Lumbricus rubellus</i>	zavel Pb-chloride; vocht 35%	7.3	3.4	17		NOEC/12wk/coconprod. /	200 ^x	162	Ma 1982a
<i>Lumbricus rubellus</i>	sandy loam Pb-chloride; vocht 35-40%	7.3	8	17	15	NOLC/6wk NOEC/6-12w/groei	>3000 ^z 1000 ^z	>2280 760	Ma 1982b
<i>Eisenia foetida</i>	mest+grond Pb-acetaat; dieren uit kweek; 100g gecontamineerde mest op 90g grond;		50 ^{*1}	5 [*]		NOEC/20wk/coconprod. NOEC/20wk/groei	1000 ^z 1000 ^z	671 671	Malecki et al 1982
<i>Eisenia foetida</i>	slib+grond Pb-acetaat; 50g gecontamineerd slib op 50g grond	6.5-7			24	NOEC/8wk/groei	36000 ^z		Hartenstein et al 1981
<i>Eisenia foetida</i>	mest+grond Pb-acetaat; LOEC komt hier overeen met EC80; donker; 20g gecontamineerde mest op 30g grond		38 ^{*1}	5 [*]	25	LOEC/6wk/coconprod. NOEC/6wk/groei	5000 ^z 5000 ^z	3353 3353	Neuhauser et al 1984a
<i>Eisenia foetida</i>	art.soil Pb-nitraat; vocht 35%	6	10 [*]	20 [*]	20	LC50/14d	5941 ^z	4233	Neuhauser et al 1985a
Isopoda (pissebedden)									
<i>Porcellio scaber</i>	strooisel		95 ^{*1}	0 ^{*4}		NOEC	40 ^z	27	Capelleveen 1985
Collembola (springstaarten)									
<i>Onychiurus armatus</i>	voedsel Pb-nitraat; dieren uit veld; schimmels als voedsel		95 ^{*1}	0 ^{*4}	20	NOEC/17wk/eiprod. NOEC/17wk/groei	1096 ^x 1096 ^x	735 735	Bengtsson et al 1985
Acari (mijten)									
<i>Platynothrus peltifer</i>	voedsel Oribatida; Pb-nitraat; pleurococen als voedsel; dieren uit veld		95 ^{*1}	0 ^{*4}	18	NOEC/10wk/reproductie	430 ^x	288	Denneman & Straalen 1990
Nematoda (aaltjes)									
<i>Mesorhabditis</i> <i>monhystra</i>	agar media/voedsel				25	EC50/22d/popul.groei NOEC/22d/popul.groei	7.6- 34.5 ^x <7.6 ^x		Doelman et al 1984
<i>Aphelenchus avenae</i>	agar media/voedsel Pb-nitraat; nematoden gevoerd met bacterien resp schimmels, die lood bevatten				25	NOEC/21d/popul.groei	≤0.082 ^x		
Mollusca (slakken)									
<i>Arion ater</i> (Gastropoda)	voedsel Pb-nitraat; mengsel van sla, appel, wortel en pompoen		86 ^{*1}	0 ^{*4}		NOEC/27d/consumptie	1000 ^z	671	Marigomez et al 1986

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
						C	(mg/kg)	(mg/kg)	
Planten									
Betula papyrifera (berk)	silica sand	3.5	0 ^{*2}	0 ^{*4}		EC37/18wk/groei	5 ^z	5	Jones et al 1986
	Ni-chloride; planten al dan niet geïnoculeerd met mycorrhizae								
Oligochaeta (regenwormen)									
Lumbricus rubellus	zavel	7.3	3.4	17		LC50/6wk	1000 ^x	556	Ma 1982a
						NOEC/12wk/coconprod.	50 ^x	28	
	Ni-chloride								
Lumbricus rubellus	sandy-loam	7.3	8	17	15	LC50/6wk	1914 ^z	1063	Ma 1982b
						LC50/12wk	827 ^z	459	
						NOEC/12wk/groei	85 ^z	47	
	Ni-chloride; vocht 35-40%; 20<NOEC<150								
Eisenia foetida	mest+grond		50 ^{*1}	5 [*]		NOEC/20wk/coconprod.	100 ^z	100	Malecki et al 1982
						NOEC/20wk/groei	400 ^z	400	
	Ni-acetaat; 100g gecontamineerde mest op 90g grond								
Eisenia foetida	slib+grond					NOEC/8wk/groei	159 ^z		Hartenstein et al 1981
	Ni-sulfaat; 50g gecontamineerde slib op 50g grond								
Eisenia foetida	mest+grond		38 ^{*1}	5 [*]		NOEC/6wk/coconprod.	0 ^z	0	Neuhauser et al 1984a
						EC40/6wk/coconprod.	250 ^z	250	
						NOEC/6wk/groei	250 ^z	250	
	gemiddelde van studies met Ni-acetaat, -chloride, -nitraat en -sulfaat; 20g gecontamineerde mest op 30g grond; donker								
Eisenia foetida	art. soil	6	10 [*]	20 [*]	20	LC50/14d	757 ^z	379	Neuhauser et al 1985a
	Ni-nitraat; vocht 35%								
Microorganismen									
Aspergillus calvatus	acidic soil	4.8				NOEC/groei	10 ^z		Babich & Stotzky 1983
Rhizopus stolonifer						NOEC/groei	250 ^z		
Trichoderma viride						NOEC/groei	500 ^z		
Gliocladium sp.						NOEC/groei	100 ^z		

gegevens uit review-artikel

(vervolg nikkel)

[illegible]

Il Zink

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia foetida	mest+grond		50 ^{*1}	5 [*]		NOEC/20wk/coconprod.	1000 ^z	618	Malecki et al
						NOEC/20wk/groei	5000 ^z	3090	1982
	Zn-acetaat; 100g gecontamineerde mest op 90g grond								
Eisenia foetida	slib+grond					NOEC/8wk/groei	2400 ^z		Hartenstein et al 1981
	Zn-sulfaat; 50g gecontamineerd slib op 50g grond								
Eisenia foetida	mest+grond		38 ^{*1}	5 [*]		NOEC/6wk/coconprod.	1000 ^z	618	Neuhauser
						NOEC/6wk/groei	2500 ^z	1545	et al 1984a
	gemiddelde van studies met Zn-acetaat, -chloride, -nitraat en -sulfaat; 20g gecontamineerde mest op 30g grond								
Eisenia foetida	art. soil	6	10 [*]	20 [*]	20	LC50/14d	662 ^z	360	Neuhauser et al 1985a
	Zn-nitraat; vocht 35%								
Molluska (slakken)									
Arion ater (Gastropoda)	voedsel		86 [*]	0 ^{*4}		NOEC/27d/consumptie	10 ^z	6.2	Marigomez et al 1986
	Zn-chloride; mengsel van sla, wortel, appel en pompoen								
Isopoda (pissebedden)									
Porcellio scaber	voedsel		95 ^{*1}	0 ^{*4}		NOEC/67d/groei	398 ^z	246	Capelleveen
						NOEC/67d/consumptie	1000 ^z	618	1987
						NOEC/67d/zwang.schap.	2000 ^z	1236	
						NOEC/67d/broedselomv.	2000 ^z	1236	
	Zn-nitraat; mengsel wortels en aardappels als voedsel								
Microbiële processen									
Bodemademhaling	lemig zand	4.9	2.1	5	30	EC21/56d	10 ^z	10	Cornfield
						EC45/56d	100 ^z	100	1977
	Zn-sulfaat; referentie uit Doelman & Haanstra 1983								
Bodemademhaling	eikestroois.	4.8	1.9 ²		-	EC28/23d	479 ^z		Chaney et al
						NOEC/23d	47 ^z		1978
	Zn-chloride; referentie uit Doelman & Haanstra 1983								
Bodemademhaling	sparrestrooisel		22.8		22	EC10-20/28d	1000 ^z		Spalding
	Zn-chloride; referentie uit Doelman & Haanstra 1983								

(vervolg zink)

[illegible]

III AROMATISCHE VERBINDINGEN

IIIa (Nitro-)Fenolen en overige OH-verbindingen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Fenol									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	79	79	Hulzebos et al 1989
						NOEC/7d/groei	32	32	Adema & Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn									
Oligochaeta (regenvormen)									
Eisenia fetida	art.soil	6.0	10*	20*	20	LC50/14d	401	80	Neuhauser et al 1986
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	450	90	
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse soort)					LC50/14d	188	38	
Perionyx excavatus	(aziatische soort)					LC50/14d	258	52	
dieren uit kweek; vocht 35%									
m-cresol									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	96	96	Adema & Henzen 1990
						NOEC/7d/groei	3.2	3.2	
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn									
o-cresol									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	>100	>100	Adema & Henzen 1990
						NOEC/7d/groei	32	32	
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn									
p-Nitrofenol									
Algen									
Chlorella vulgaris + Nostoc linckia	vertisol groen- en blauw-groene alg; grond braakliggend katoenveld	7.4	1.8 ²		28	NOEC*/20d/groei	10	10	Megharaj et al 1986
Oligochaeta (regenvormen)									
Eisenia fetida	art. soil	6	10*	20*	20	LC50/14d	38	7.6	Neuhauser et al 1986
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	56	11	
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse worm)					LC50/14d	40	8	
Perionyx excavatus	(aziatische worm)					LC50/14d	44	8.8	
dieren uit kweek; vocht 35%									
Microbiële processen									
ATP-gehalte	agr.grond donker/licht 12/12 uur; vocht 50%	6.4	3.1	33.6	20	NOEC*/48d	20	12.9	Zelles et al 1985

(vervolg (nitro)-fenolen en overige OH-verbindingen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
<u>m-Nitrofenol</u>									
Algen									
Chlorella vulgaris + Nostoc linckia	vertisol	7.4	1.8 ²		28	NOEC*/20d/groei	10	10	Megharaj et al 1986
groen- en blauw-groene alg; grond braakliggend katoenveld									
<u>2,4-dinitrofenol</u>									
Algen									
Chlorella vulgaris + Nostoc linckia	vertisol	7.4	1.8 ²		28	NOEC*/20d/groei	10	10	Megharaj et al 1986
groen- en blauw-groene alg; grond braakliggend katoenveld									
<u>Tolueen</u>									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	>1000	>1000	Adema & Kenzen 1990
						NOEC/7d/groei	100	100	
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn									
Oligochaeta (regenuormen)									
Eisenia foetida	art.soil	6	10*	20*		LC50/2wk	155*	31	Vonk et al 1986
						LC50/4wk	155*	31	
						NOLC/4wk	155*	31	
						NOEC/4wk/coconprod.	49.6*	9.9	
						NOEC/4wk/uitertijk	15.5*	3.1	
vocht 55%; omgerekend naar droge grond									
Microbiële processen									
Nitrificatie	sand	5.2	6*	5*		NOEC/28d	<20	<6.7	Vonk et al 1986
vocht 13.7%; omgerekend naar droge grond									
	loam	5.2	3*	18*		NOEC/28d	<20	<13.3	
vocht 24.6%; omgerekend naar droge grond									
Respiratie	sand	5.2	6*	5*		NOEC/6h	300*	100	Vonk et al 1986
vocht 13.7%; omgerekend naar droge grond									
	loam	5.2	3*	18*		NOEC/6h	300*	200	
vocht 24.6%; omgerekend naar droge grond									
<u>4-nonylfenol</u>									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	625	625	Hulzebos et al 1989
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn									

(vervolg (nitro)-fenolen en overige OH-verbindingen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
<u>thiofenol</u>									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	198	198	Hulzebos et al 1989
						vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn			
<u>β-naftol</u>									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	88	88	Adema & Menzen 1990
						NOEC/7d/groei	3.2	3.2	
						vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn			
<u>1-Naphthol</u>									
Planten									
Vigna sinensis	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	EC19/8wk/aantal nod.	25	25	Aggarwal et al 1986
						EC42/8wk/aantal nod.	125	125	
						EC37/8wk/volume nod.	25	25	
						EC62/8wk/volume nod.	125	125	
						EC59/8wk/groei	25	25	
						EC73/8wk/groei	125	125	
						nodulatie van Rhizobium sp en Rhizobium leguminosurum ; CEC 25 meq/100g; vocht 15% [*]			
Pisum sativum	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	NOEC [*] /8wk/aantal nod.	25	25	Aggarwal et al 1986
						EC25/8wk/aantal nod.	125	125	
						EC26/8wk/volume nod.	25	25	
						EC55/8wk/volume nod.	125	125	
						EC51/8wk/groei	25	25	
						EC54/8wk/groei	125	125	
						nodulatie van Rhizobium sp en Rhizobium leguminosurum ; CEC 25 meq/100g; vocht 15% [*]			

IIIb (Nitro-)Benzenen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Nitrobenzeen

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia fetida	art. soil	6	10*	20*	20	LC50/14d	319	64	Neuhauser
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	362	72	et al 1986
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse worm)					LC50/14d	226	45	
Perionyx excavatus	(aziatische worm)					LC50/14d	343	69	
dieren uit kweek; vocht 35%									

Benzeen

Voor benzeen blijken geen bruikbare terrestrische toxiciteitsgegevens beschikbaar. Daarom zijn hier gegevens voor zoetwaterorganismen opgenomen. Deze zijn overgenomen uit de bijlage bij het basisdokument benzeen (Knaap et al., 1988). Gegevens bepaald aan organismen in larvale stadia zijn in principe niet overgenomen.

soort	temp. C	effect	tijd	result (mg/l)
Hydrozoa				
Hydra oligatus	20	LC50	48h	34
Crustacea				
Daphnia magna	15	LC50	96h	15
Asellus aquaticus	20	LC50	48h	120
Gammarus pulex	20	LC50	48h	42
Insecta				
Chironomus gr. thummi	20	LC50	48h	100
Corixa punctata	20	LC50	48h	48
Ischnura elegans	20	LC50	48h	10
Nemoura cinerea	20	LC50	48h	130
Cloëon dipterum	20	LC50	48h	34
Mollusca				
Degusia cf lugubris	20	LC50	48h	74
Vissen				
Carassius auratus	20	LC50	24h	46
Gasterosteus aculeatus	8	LC50	96h	22
Lepomis macrochirus	20	LC50	48h	20
Leuciscus id. melanotus	20	LC50	48h	132
Oryzias latipes	24	LC50	48h	250
Pimephales promelas	20	LC50	48h	84
Poecilia reticulata	22	LC50	14d	64
Salmo gairdneri	15	LC50	48h	56
Amphibia				
Xenopus laevis	20	LC50	48h	190
Ambystoma americanum	20	LC50	48h	370

IIIc Restgroep aromatische verbindingen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	-------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Bifenvyl

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei NOEC/7d/groei	68 32	68 <u>32</u>	Adema & Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijnen									

IV Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

FluoreenOligochaeta (regenvormen)

Eisenia fetida	art.soil	6.0	10*	20*	20	LC50/14d	173	34.6	Neuhauser
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	206	41.2	et al 1986
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse soort)					LC50/14d	197	39.4	
Perionyx excavatus	(aziatische soort)					LC50/14d	170	34	

dieren uit kweek; vocht 35%

Naftaleen

Arthropoden	veld	30*				EC90/36-60d/aantal	200	13.3	Williams &
Mijten		30*				EC90/30-60d/aantal	200	13.3	Wiegert 1971
Collembolen		30*				EC80/30-60d/aantal	200	13.3	

Andropogon-vegetatie; veldexperiment; 30 g/m², aangenomen dat dit ca 200 mg/kg is

Mijten	veld, Andropogon	30*			12	EC50/8d/aantallen	22000	1467	Best et al
	veld, loofbos	30*			12	EC50/8d/aantallen	5200	347	1978
	veld, naaldbos	30*			12	EC50/8d/aantallen	9800	653	
Collembolen	veld, Andropogon	30*			12	EC50/8d/aantallen	42000	2800	
	veld, loofbos	30*			12	EC50/8d/aantallen	3200	213	
	veld, naaldbos	30*			12	EC50/8d/aantallen	6500	433	
Arthropoden	veld, Andropogon	30*			12	EC50/8d/aantallen	26000	1733	
	veld, loofbos	30*			12	EC50/8d/aantallen	4800	320	
	veld, naaldbos	30*			12	EC50/8d/aantallen	8100	540	

In de Andropogon-vegetatie is 500 g strooisel per m², in het loofbos 2488 g en in het naaldbos 2460 g, aangenomen is dat naftaleen alleen via het strooisel de dieren bereikt; indien aangenomen wordt dat de naftaleen zich over de bovenste 10 cm verspreid worden de gehalten een factor 60-300 lager. Effectconcentraties in g/m²: 10-20.

Omdat voor het terrestrisch milieu slechts voor enkele PAK's gegevens beschikbaar blijken, zijn hieronder ook enige gegevens voor aquatische zoetwater organismen opgenomen. Deze zijn ontleend aan de bijlage bij het basisdocument PAK's (Montizaan et al., 1989). Per stof is het geometrisch gemiddelde van de chronische NOEC's berekend. Ook hier wordt indien nodig eerst een NOEC voor verwante organismen bepaald. De berekende NOEC wordt vervolgens m.b.v. een partitioefficient omgerekend naar een NOEC voor grond. De partitioefficienten zijn overgenomen uit Van de Meent et al. (1990) en gelden voor grond met een organisch stofgehalte van 8.5%. Derhalve vindt tenslotte een omrekening naar een minimale bodem plaats.

(vervolg PAK's)

stof	NOECaqua (mg/l)	aantal gegevens	partitieccoeff (l/kg)	NOECterr (mg/kg)	NOECterr. M.B. (mg/kg)
naftaleen	0.34	5	79	27	<u>6.3</u>
fenanthreen	0.12	3	791	95	<u>22.3</u>
benzo(a)anthraceen	0.003	1	9953	30	7.0
chryseen	0.001	1	9953	10	2.3
benzo(a)pyreen	0.1	1	25000	2500	588

(vervolg gechloreerde alifatische koolwaterstoffen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Respiratie	sand	5.2	6 *	5 *		NOEC/5h	<2274	<758	Vonk et al 1986
	vocht 13.7%; concentratie omgerekend naar droge grond								
	loam	7	3 *	18 *		NOEC/5h	<2492	<1661	
	vocht 24.6%; concentratie omgerekend naar droge grond								

1,2-Dichloorpropan

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia fetida	art.soil	6.0	10 *	20 *	20	LC50/14d	4240	848	Neuhauser et al 1986
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	4272	854	
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse soort)					LC50/14d	5300	1060	
Perionyx excavatus	(aziatische soort)					LC50/14d	3880	776	
	dieren uit kweek; vocht 35%								

(vervolg chlooranilinen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

2,4-Dichlooraniline

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	29	29	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	Wenzen 1990
vocht 25X; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Oligochaeta (reservoirien)

<i>Eisenia andrei</i>	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4 ⁴	23	LC50/2wk	285	<u>93.4</u>	Gestel & Ma 1990
	humus zand; vocht	16%; dieren uit kweek; CEC 10 meq/100g							
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4 ⁴	23	LC50/2wk	142	<u>76.8</u>	
	humus zand; vocht	16%; dieren uit kweek; CEC 6.6 meq/100g							
	art. soil	7	7.7 [*]	10.4 [*]	23	LC50/2wk	319	<u>82.9</u>	
	dieren uit kweek; vocht	35%; CEC 10.8 meq/100g; % O.M. en klei gemeten							
<i>Lumbricus rubellus</i>	veen	3.8	15.6	9	23	LC50/2wk	842	<u>107.9</u>	
	dieren uit kweek; vocht	ca. 44%							
	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4 ⁴	15	LC50/2wk	304	<u>99.7</u>	Gestel & Ma 1990
	humus zand; vocht	16%; dieren uit veld; CEC 10 meq/100g							
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4 ⁴	15	LC50/2wk	201	<u>109</u>	
	humus zand; vocht	16%; dieren uit veld; CEC 6.6 meq/100g							
art. soil	7	7.7 [*]	10.4 [*]	15	LC50/2wk	190	<u>49.4</u>		
	dieren uit veld; vocht	35%; CEC 10.8 meq/100g; % O.M. en klei gemeten							
	veen	3.8	15.6	9	15	LC50/2wk	580	<u>74.4</u>	
	dieren uit veld; vocht	ca. 44%							

3,4-Dichlooraniline

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	10 [*]	10 [*]	Adema &
						NOEC/14d/groei	1	1	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia andrei	art. soil	7	7.7 [*]	10.4 [*]	23	LC50/2wk	250	64.9	Gestel & Dis
	dieren uit kweek;	vocht 35%; CEC 10.8 meq/100g; l/d 12/12 uur; % O.M. en klei gemeten 1988							
	zand	7	1.7 ²	4.3 ⁴	23	LC50/2wk	140	140	
	dieren uit kweek;	vocht 22%; CEC 5.5 meq/100g; l/d 12/12 uur; pH van 4.1 op 7 gesteld;							
		100<LC50<180 mg/kg							
	zand	4.1	1.7 ²	4.3 ⁴	23	LC50/2wk	140	140	
	dieren uit kweek;	vocht 22%; CEC 5.5 meq/100g; l/d 12/12 uur; 100<LC50<180 mg/kg							

Microbiële processen

CO ₂ -verbruik	lemig zand	7.3	7.9	EC20/4h	10	2.5	Senus & Ottow
CO ₂ -productie				NOEC [*] /48h	300	75.9	1985
80% WHC: CEC 23 meq/100g							

Nitrificatie	leem	7.2	3*	NOEC*/>10d	5	3.4	Thompson & Corke 1968
	ammonium-N; NOEC op basis van tijdsverschil met controle (10d) voor totale nitrificatie, 3 dagen is als relevant beschouwd						

Planten

2,4,5-Trichlooraniline

Planten

2,4,6-Trichlooraniline

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	23	23	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

2,3,4,5-Tetrachlooraniline

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	24	24	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208.									

2,3,4,6-Tetrachlooraniline

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	16	16	Adema &
						NOEC/14d/groei	3.2	<u>3.2</u>	Kenzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Pentachlooraniline

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	471	471	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

2,4-Dichloorfenol

(vervolg chloorfenolen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

3,4-Dichloorfenol**Oligochaeta (regenvormen)**

Eisenia andrei	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	23	LC50/2wk	240	<u>78.7</u>	Gestel & Ma 1990
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	23	LC50/2wk	134	<u>72.4</u>	
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 6.6 meq/100g								
	art. soil	7	7.7*	10.4*	23	LC50/2wk	177	<u>46.0</u>	
	dieren uit kweek; vocht 35% ; CEC 10.8 meq/100g								
	veen	3.8	15.6	9	23	LC50/2wk	423	<u>54.2</u>	
	dieren uit kweek; vocht ca. 44%*								
Lumbricus rubellus	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	15	LC50/2wk	486	<u>159</u>	Gestel & Ma 1990
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	15	LC50/2wk	352	<u>190</u>	
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 6.6 meq/100g								
	art. soil	7	7.7*	10.4*	15	LC50/2wk	322	<u>83.6</u>	
	dieren uit veld; vocht 35% ; CEC 10.8 meq/100g								
	veen	3.8	15.6	9	15	LC50/2wk	680	<u>87.2</u>	
	dieren uit veld; vocht ca.44%*								

3,5-Dichloorfenol**Planten**

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	32	<u>32</u>	Hulzebos et al 1989
	vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208								

2,3,5-Trichloorfenol**Planten**

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	8.9	8.9	Adema &
						NOEC/14d/groei	3.2	<u>3.2</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

2,4,5-Trichloorfenol**Oligochaeta (regenvormen)**

Eisenia andrei	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	23	LC50/2wk	76	<u>24.9</u>	Gestel & Ma 1990
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	23	LC50/2wk	46	<u>24.9</u>	
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 6.6 meq/100g								
	art. soil	7	7.7*	10.4*	23	LC50/2wk	63	<u>16.4</u>	
	dieren uit kweek; vocht 35% ; CEC 10.8 meq/100g								
	veen	3.8	15.6	9	23	LC50/2wk	165	<u>21.2</u>	
	dieren uit kweek; vocht ca. 44%*								

(vervolg chloorfenolen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Lumbricus rubellus	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	15	LC50/2wk	316	<u>104</u>	Gestel & Ma 1990
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	15	LC50/2wk	235	<u>127</u>	
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 6.6 meq/100g								
	art. soil	7	7.7*	10.4*	15	LC50/2wk	362	<u>94</u>	
	dieren uit veld; vocht 35%; CEC 10.8 meq/100g								
	veen	3.8	15.6	9	15*	LC50/2wk	875	<u>112</u>	
	dieren uit veld; vocht ca.44%								

2,4,6-Trichloorfenol

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	16	16	Hulzebos et al 1989
	vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208								

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia fetida	art.soil	6.0	10*	20*	20	LC50/14d	58	<u>11.6</u>	Neuhauser et al 1986
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	108	<u>21.6</u>	
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse soort)					LC50/14d	85	17	
Perionyx excavatus	(aziatische soort)					LC50/14d	78	15.6	
	dieren uit kweek; vocht 35%								

2,3,4,5-Tetrachloorfenol

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia andrei	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	23	LC50/2wk	166	<u>54.4</u>	Gestel & Ma 1990
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	23	LC50/2wk	117	<u>63.2</u>	
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 6.6 meq/100g								
Lumbricus rubellus	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	15	LC50/2wk	875	<u>287</u>	Gestel & Ma 1990
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	15	LC50/2wk	515	<u>278</u>	
	humeus zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 6.6 meq/100g								

Pentachloorfenol

Planten

Avena sativa	agr.grond	5.7	<8			EC50/2wk/kieming	100*	35.1	Vonk et al 1986
						NOEC/3d/kieming	32*	11.2	
						EC50/2wk/groei	57	20	
						NOEC/3d/groei	10*	<u>3.5</u>	

volgens OECD-richtlijn 208; vocht 55%

(vervolg chloorfenolen)

[illegible]

(vervolg chloorfenolen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Lumbricus rubellus	zeer hum.z.	5.6	6.1	2.4	15	LC50/2wk	1013	332	Gestel & Ma 1990
	hum. zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	5.2	3.7	1.4	15	LC50/2wk	1206	652	
	hum. zand; vocht 16%; dieren uit veld; CEC 6.6 meq/100g								
	art. soil	7	7.7*	10.4*	15	LC50/2wk	362	94	
	dieren uit veld; vocht 35%; CEC 10.8 meq/100g								
	veen	3.8	15.6	9	15*	LC50/2wk	4627	593	
	dieren uit veld; vocht ca.44%								
Enchytraeus albidus (Enchytraeidae)	art.soil vocht 35%	6.5	10*	20*	12	LC50/4wk	136	27.2	Römbke 1989
Fauna diversen									
Collembolen	strooisel		90*	0*4		EC89/2mnd/aantallen	33.4	2.2	Beck & Dum- pert 1984
						EC67/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
Mijten	strooisel		90*	0*4		EC90/2mnd/aantallen	33.4	2.2	
						EC82/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
Spinnen	strooisel		90*	0*4		EC71/2mnd/aantallen	33.4	2.2	
						EC67/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
Kevers	strooisel		90*	0*4		EC 0/2mnd/aantallen	33.4	2.2	
						EC13/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
veldexperiment; toediening resp. 5 of 1 g/m2 (ca.33.4 en 6.7 mg/kg) elke 2mnd 12x; bepaling aantallen over 17 mnd; gem. Temp. 8.3 C; 'barberfal'(pitfall)									
Microbiële processen									
ATP-gehalte	agr.grond donker/licht 12/12 uur; vocht 50%	6.4	3.1	33.6	20	NOEC*/48d	2	1.3	Zelles et al 1985
Nitrificatie	sand vocht 13.7%; omgerekend naar droge grond	5.2	6*	5*		NOEC/28d	11.4*	3.8	Vonk et al 1986
	loam vocht 24.6%; omgerekend naar droge grond	5.2	3*	18*		NOEC/28d	12.5*	8.3	
Respiratie	sand vocht 13.7%; omgerekend naar droge grond	5.2	6*	5*		NOEC/5h	>1370	>457	Vonk et al 1986
	loam vocht 24.6%; omgerekend naar droge grond	5.2	3*	18*		NOEC/5h	125*	83	
H2-oxiderend ver- mogen	sandy loam 16 uur incubatie(donker) + 2 uur meting toegediend als (natrium)pentachloorfenaat	7*	3*	18*	25	EC50/2h	177	118	Rogers & Pryfogle 1986

(vervolg chloorfenolen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

4-Chloor-3-methylfenol

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	66 [*]	<u>66</u> [*]	Hulzebos vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208 et al 1989
----------------	------	-----	------------------	-----------------	----	----------------	-----------------	------------------------	---

4-Chloor-2-methylfenol

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	66 [*]	<u>66</u> [*]	Hulzebos
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									et al 1989

Vd Chloorbenzenen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

Monochloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	>1000	>1000	Adema & Menzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1,4-Dichloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	248	248	Adema &
						NOEC/7d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1,2,3-Trichloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	3.8	3.8	Adema &
						NOEC/14d/groei	1	1	Menzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia andrei	zeer hum.z.	5.3	6.1	2.4	19	LC50/2wk	240	78.7	Gestel et al
						NOEC/2wk/groei	100	<u>32.8</u>	1989c
	hum. zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 10 meq/100g								
	gem. hum.z.	4.8	3.7	1.4	19	LC50/2wk	134	72.4	
						NOEC/2wk/groei	56	<u>30.3</u>	
	hum. zand; vocht 16%; dieren uit kweek; CEC 6.6 meq/100g								
	art. soil	6.5	8.1*	8.1*	19	LC50/2wk	133	32.8	
						NOEC/2wk/groei	56	<u>13.8</u>	
	dieren uit kweek; vocht 55% ; CEC 10.8 meq/100g								
	veen	3.8	15.6	9	19	LC50/2wk	547	70.1	
						NOEC/2wk/groei	180	<u>23.1</u>	
	dieren uit kweek; vocht ca.42%*								

1,2,4-Trichloorbenzeen

Oligochaeta (reservoirmen)

<i>Eisenia fetida</i>	art.soil	6.0	10*	20*	20	LC50/14d	197	<u>39.4</u>	Neuhauser
<i>Allolobophora tuberculata</i>						LC50/14d	251	<u>50.2</u>	et al 1986
<i>Eudrilus eugeniae</i>	(afrikaanse soort)					LC50/14d	127	25.4	
<i>Perionyx excavatus</i>	(aziatische soort)					LC50/14d	180	36	
dieren uit kweek; vocht 35%									

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	48	48	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	10	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

(vervolg chloorbenzenen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

1,3,5-Trichloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	123	123	Adema &
						NOEC/7d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1,2,3,4-Tetrachloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	32	32	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	10	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1,2,3,5-Tetrachloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	1.3	1.3	Adema &
						NOEC/14d/groei	<1	<1	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Pentachloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	56	56	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Hexachloorbenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	>1000	>1000	Adema &
						NOEC/14d/groei	100	<u>100</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1-Chloor-2-nitrobenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	5.4	5.4	Adema &
						NOEC/14d/groei	1.0	<u>1.0</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1-Chloor-3-nitrobenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	12	12	Adema &
						NOEC/14d/groei	3.2	<u>3.2</u>	Henzen 1990
vocht 25%: grond afkomstig uit oude beekbedding: voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Vf Restgroep gechloreerde koolwaterstoffen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
<u>Dioxine (2,3,7,8-TCDD)</u>									
<u>Oligochaeta (regenvormen)</u>									
Allolobophora caliginosa	sandy loam vocht 20 - 30%	6.7	5.2	18*	20	NOEC*/30d	5	<u>1.9</u>	Reinecke & Nash 1984
Fauna algemeen	zand	5.6	0.17 ²	4.2		NOEC*/populatie	0.0015	<u>0.0015</u>	Young et al 1987
veldonderzoek; resultaat moeilijk interpreteerbaar; conclusie: 0.1-1.5 µg/kg heeft geen invloed op de fauna; over hogere concentraties geen duidelijkheid									

VI BESTRIJDINGSMIDDELEN **Via Hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen**

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
A. Insecticiden									
<u>Aldrin</u>									
Oligochaeta (regenvormen)									
Lumbricus terrestris	papier					NOLC/32d	41.6		Cathey 1982
	papiersnippers met water								
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker		0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.1	0.1	Thompson & Gore 1972
Insecta									
Pterostichus melanarius(kever)	plainf.sand Carabidae, Coleoptera; l/d 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC [*] /24h	0.05	0.05	Tomlin 1975a
Gryllus pennsylvanicus, 1st instar	fine s.l. krekel; vocht 8.6%; s.l.= sandy loam	7.2	1.4 ²	2.3 ⁴	27	LD50/24h	0.15	0.15	Harris 1967
Draadvormen									
Metanotus communis	org. loam		7.4			LC42/21d	2.4	0.65	Campbell
						LC93/21d	3.6	0.97	et al 1971
	silt loam		9.0			LC23/28d	2.4	0.53	
						LC63/28d	3.6	0.8	
						LC77/28d	4.8	1.1	
	loamy fine sand		3.5			LC82/28d	2.4	1.4	
						LC100/28d	3.6	2.1	
	loamy sand		1.3 ²			LC100/14d	2.4	2.4	
	verspreidingsdiepte 6.25 cm (dikte bodemlaag in experiment); late instar larven; dieren uit veld								
<u>DDT</u>									
Insecta									
Gryllus pennsylvanicus, 1st instar (krekel)	fine s.l. - vocht 12%; volgens Harris 1964b clay loam - vocht 41%		1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h LC50/24h 3.6 mg/kg LC50/24h	3.07	3.1	Harris 1967
	muck(veen) - vocht 162%		64.6 ¹	16.5	27	LC50/24h	77.23	5.1	

(vervolg hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Gryllus pennsylvani- cus, 1st instar (krekel)	kwartszand sand fine sandy loam silt loam loam clay clay clay veen veen grond op veldcapaciteit; RH 65%		0 ² 0.5 ² 1.4 ² 2.0 6.6 9.1 15.9 18.7 39.8 ¹ 64.6 ¹	0 ⁴ 1.7 ⁴ 2.3 ⁴ 10.8 14.9 47.4 23.8 26.1 22.8 16.5	27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h	0.08 1.75 3.07 4.12 11.41 4.23 11.75 20.35 45.29 77.23	0.08 <u>1.8</u> <u>3.1</u> <u>4.1</u> <u>3.5</u> <u>0.93</u> <u>1.5</u> <u>2.2</u> <u>3.0</u> <u>5.1</u>	Harris 1966

DieldrinOligochaeta (regenwormen)

Lumbricus terrestris	papier papiersnippers met water					NOLC/23d	41.6		Cathey 1982
Eisenia fetida	koemest				20	NOEC /89d/uitk. coc. EC16/89d/coconprod. EC45/89d/coconprod.	10 10 50		Reinecke & Venter 1985
	RH 50-60%; uitk.=uitkomen								
Eisenia fetida	koemest				20	NOEC /61d/clitellum EC11/61d/clitellum NOEC /90d/biomassa	30 100 100		Venter & Reinecke 1985
	vocht ca 60%; clitellum = ontwikkeling van het clitellum								

Collembola (springstaarten)

Folsomia candida	plainf.sand	0.7 ²	1.7 ⁴	24		NOLC [*] /24h LC50 [*] /24h NOLC [*] /24h LC50 [*] /24h	0.1 0.22 0.1 0.22	<u>0.1</u> 0.22 0.1 0.22	Thompson & Gore 1972
	vocht 6.5%; donker								

Insecta

Gryllus pennsylvani- cus, 1st instar	fine sandy loam krekel; vocht 12% (=veldcapaciteit)	1.4 ²	2.3 ⁴	27		LC50/24h	0.27	0.27	Harris 1967
Bembidion lampros	sandy loam	3 [*]	18 [*]	15		LC50/500h	3.0	2.0	Mowat &
Trechus quadristria- tus	sandy loam			15		LC50/500h	0.8	0.53	Coaker 1967
Nebria brevicollis	sandy loam			15		LC50/500h	1.0	0.67	
Harpalus aeneus	sandy loam			15		LC50/500h	1.3	0.87	
Harpalus rufus	sandy loam			15		LC50/500h	1.0	0.67	
Feromia melanaria	sandy loam			15		LC50/500h	1.5	1.0	
	Kevers; ruw oppervlak; vocht 15% (=veldcapaciteit)								

(vervolg hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% D.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Algen	red lat.	8.1	2*		27	NOEC*/20d/groei EC12/20d/groei EC52/20d/groei	25 50 100	25 50 100	Muralikrishna & Venkates- warlu 1984
	red laterite soil; WHC 50%; monster 0-8 cm; non-flooded; o.a Chlorella, Scenedesmus, Oscillatoria; 50% WHC								
	red lat. (flooded)	8.1	2*			NOEC*/20d/groei EC39/20d/groei EC68/20d/groei	0 10 50	0 10 50	Muralikrishna & Venkates- warlu 1984
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia andrei	art.soil	7	10*	5*	22	LC50/28d	6.7	1.3	Heimbach 1984
	luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%								
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5*	2.9* ⁴	10	LC50/14d	9.0	1.6	Haque & Ebing 1983
Endrin									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.01	0.01	Thompson & Gore 1972
Heptachloor									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.5	0.5	Thompson & Gore 1972
Folsomia candida	zand		0.7* ²	1.7* ⁴	21	NOLC*/24h	0.1	0.1	Tomlin 1975b
Hypogastrura armata						NOLC*/24h	1.0	1.0	
Onychiurus justus porteri	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%					NOLC*/24h	1.0	1.0	
Insecta									
Pterostichus mela- narius(kever)	plainf.sand Carabidae, Coleoptera; licht/donker 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC*/24h	0.01	0.01	Tomlin 1975a
Gryllus pennsylvani- cus, 1st instar (krekelt)	fine sandy loam vocht 12%; (ook Harris 1966) clay loam vocht 41%		1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h	0.09	0.09	Harris 1967
	muck(veen) vocht 162%	-	64.6 ¹	16.5	27	LC50/24h	4.19	0.28	

(vervolg hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Gryllus pennsylvani- cus, 1st instar	kwartszand sand fine sandy loam silt loam loam clay clay clay veen veen grond op veldcapaciteit; RH 65%		0 ² 0.5 ² 1.4 ² 2.0 6.6 9.1 15.9 18.7	0 ⁴ 1.7 ⁴ 2.3 ⁴ 10.8 14.9 47.4 23.8 26.1	27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h LC50/18h	0.02 0.07 0.09 0.22 0.52 0.33 0.73 1.23	0.02 0.07 0.09 0.22 0.16 0.07 0.09 0.13	Harris 1966
			39.8 ¹ 64.6 ¹	22.8 16.5	27 27	LC50/18h LC50/18h	3.09 4.19	0.21 0.28	

Heptachloor epoxide

Collembola (springstaarten)

Folsomia candida	zand		0.7 ^{*2}	1.7 ^{*4}	21	NOLC [*] /24h	0.001	<u>0.001</u>	Tomlin 1975b
Hypogastrura armata						NOLC [*] /24h	1.0	<u>1.0</u>	
Onychiurus justii porteri	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%					NOLC [*] /24h	0.5	<u>0.5</u>	

Chloordaan

Oligochaeta (regenwormen)

Lumbricus terrestris	potting soil				10	LC50/3d	>46.6		Ruppel & Laughlin 1977
	stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.								
Eisenia andrei	art.soil	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	42	8.4	Heimbach 1984
	luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%								

Collembola (springstaarten)

Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker		0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	1.0	<u>1.0</u>	Thompson & Gore 1972
------------------	-------------------------------------	--	------------------	------------------	----	------------------------	-----	------------	----------------------

Insecta

Gryllus pennsylvani- cus, 1st instar	fine s.l. krekkel; vocht 8.6%	7.2	1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h	0.85	0.85	Harris 1967
---	----------------------------------	-----	------------------	------------------	----	----------	------	------	-------------

Microbiële processen

Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /67h/respiratie	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								

Enzymactiviteit

Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /2d/invertase	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
Amylase					28	NOEC [*] /3d/amylase	10	<u>6.9</u>	
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								

(vervolg hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
<u>Isobenzan</u>									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand vocht 6.5%; donker	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOEC [*] /24h	0.005	<u>0.005</u>	Thompson & Gore 1972
<u>Lindaan (HCH)</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Lumbricus rubellus	zavel		3.4	17		NOEC/coconprod/6wk	10	<u>5.9</u>	Ma 1982a
Eisenia foetida	veen/klei mengsel veenmos, klei en water; gedrag is optreden 'tonic tremors'					NOEC/gedrag/30d	<12		Stenersen 1979
Eisenia andrei	art.soil luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	59	11.8	Heimbach 1984
Lumbricus terrestris	zand activiteit is strooiselafbraak		2 [*]	5 [*]		NOEC/activiteit/7d	2.3	<u>2.3</u>	Fayolle 1979
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	113	19.7	Haque & Ebing 1983
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand vocht 6.5%; donker	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOEC [*] /24h	0.05	<u>0.05</u>	Thompson & Gore 1972
Microbiële processen									
Stikstofbinding	sandy loam	6.2	1.6 ²	18 [*]	28	EC+100/28d	5	5	Nayak & Raja- ramamohan '82
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8d	10	3.6	Yeomans & Bremner 1985
						EC+10/8d	50	17.9	
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8d	10	1.8	
						EC+15/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		NOEC/8d	10	10	
						EC+19/8d	50	50	
50 mg/kg is hoogste testconcentratie.									
Enzymactiviteit									
Dehydrogenase	alluvial waterverzadigd	6.4	0.7 ²		28	NOEC [*] /20d/remming	10	10	Chendrayan & Sethunath. '80

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Fungiciden									
Benomyl									
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia andrei	art.soil	7	10*	5*	22	LC50/14d luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	19	4.8	Weimbach 1985
Eisenia andrei	art.soil	6	8.1	8.1	20	LC50/6wk NOEC/6wk/groei NOEC/6wk/reproductie	6 1.0 1.0	1.5 0.25 0.25	Van Gestel et al 1989c
% O.M. en % klei gemeten									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5*	2.9* ⁴	15	LC50/14d	3.5	0.6	Haque & Ebing 1983
Lumbricus terrestris	zand-leem	7.2	6*	8.5*	13	LC50/14d	0.42	0.14	Karnak &
	zand-leem CEC 11.6 meq/100g; grond gemengd met konijnenfaeces	7.2	6*	8.5*	13	NOEC/14d/groei	0.3	0.1	Hamelink 1982
Allolobophora caliginosa	klei-mest	7	10	26.5	15	NOEC*/26d/groei NOEC*/26d/coconprod.	0.25 0.25	0.05 0.05	Lofs-Holmin 1982
Enchytraeus albidus	art.soil vocht 35%	6.5	10*	20*	12	LC50/4wk	22	4.4	Römbke 1989
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	zand		0.7* ²	1.7* ⁴	21	NOLC*/24h	1	1	Tomlin 1977
Hypogastrura armata						NOLC*/24h	1	1	
Onychiurus justii porteri	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%					NOLC*/24h	1	1	
Nematoda (aaltjes)									
Heterodera rostochiensis	rivierklei	7.3	3.6	42		EC58/6-7mnd/cysten EC91.5	1 10	0.56 5.6	Hoestra 1976
	zand-leem	4.7	2.1			EC31/6-7mnd/cysten EC93.6	1 10	1 9.5	
	potgrond	4.9	59 ¹			+EC11/6-7mnd/cysten EC8	1 10	0.07 0.67	

aanname 800ml grond weegt 1kg

(vervolg benzimidazolen)

[illegible]

Carbendazim

Planten

<i>Avena sativa</i>	agr.grond	7.5	1.4 ²	11.5	EC50/2wk/kieming	>100	>100	Vonk et al.
(haver)					NOEC/3d/kieming	>100	>100	1986
					EC50/2wk/groei	>100	>100	
					NOEC/3d/groei	>100	>100	
	volgens OECD-richtlijnen; vocht 55%							
<i>Lactuca sativa</i>	agr.grond	7.5	1.4 ²	11.5	EC50/2wk/kieming	>100	>100	Vonk et al.
(sla)					NOEC/3d/kieming	>100	>100	1986
					EC50/2wk/groei	>100	>100	
					* NOEC /3d/groei	32	<u>32</u>	
	volgens OECD-richtlijnen; vocht 55%							

Oligochaeta (regerwormen)

Eisenia foetida	art.soil	6	10*	20*	LC50/2wk	13	2.6	Van Gestel et al
					LC50/4wk	9.0	1.8	1986
					NOLC /4wk	5	1.0	
					NOEC /4wk/coconprod.	2	0.4	
					NOEC /4wk/uiteerlijk	2	0.4	
effect omgerekend van vochtige (vocht 55%) naar droge grond								
Eisenia andrei	art.soil	6	8.1*	8.1*	20 NOEC/3wk/coconprod.	1.9	0.47	Van Gestel
					20 NOEC/3wk/groei	1.9	0.47	et al 1989c
					20 NOLC/3wk	1.9	0.47	
					20 LC50/3wk	5.7	1.4	
vocht 35%; dieren uit kweek; voorconditionering 1wk; klei 20%, turf 10%								

(vervolg benzimidazolen)

[illegible]

CEC 13.4 meq/100g; bovenste 10cm

(vervolg triazinen)

[illegible]

Vid Organofosfaten

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
						C	(mg/kg)	(mg/kg)	
Insecticiden									
A. niet-gechloreerd									
<u>Azinfosmethyl</u>									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	360	360	Adema &
						NOEC/14d/groei	100	100	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijnen									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.5	0.5	Thompson &
						LC50 [*] /24h	1.0	1.0	Gore 1972
						LC100/24h	5	5	
					13	NOLC [*] /24h	0.5	0.5	
						LC50 [*] /24h	1.8	1.8	
						LC100/24h	5	5	
vocht 6.5%; donker									
Insecta									
Nebria brevicollis	sandy loam		3 [*]	18 [*]	20	LC50/24h	110	73	Mowat &
Trechus quadristria					20	LC50/24h	90	60	Coaker 1967
Feronia melonaria					20	LC50/24h	120	80	
kevers; Carabidae; vocht 16%									
<u>Dasanit</u>									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.05	0.05	Thompson &
vocht 6.5%; donker									
Gore 1972									
<u>Diatifos</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia andrei	art.soil	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	133	26.6	Heimbach
luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%									
1984									
Lumbricus terrestris	zand-leem	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	174	30.2	Haque & Ebing
donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie									
1983									
<u>Diazinon</u>									
Planten									
Glycine max	clay loam	6.8				NOEC/60d/groei+	34		Burpee &
(soya-bonen)						mycorrhiza-vorming			Cole 1978
veldstudie met bodemanalyses; CEC 11.7 meq/100 g									

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

<i>Lumbricus terrestris</i>	veld	NOLC/5d	1.2	Kring 1969
eenmalige behandeling in banden tussen tabaksplanten; stof licht ingeharkt; doseringen 0.056-0.45 kg a.s./ha; hoogste concentratie geen effect omgerekend naar concentratie in bovenste 2.5 cm; alleen dode wormen aan het bodemoppervlak geteld				

Lumbricus terrestris	potting soil	10	LC50/3d	>47	Ruppel & Laughlin 1977
	stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.				

Folsomia candida	plainf.sand -	0.7 ²	1.7 ⁴	24	LC50/24h	0.07	0.07	Thompson &
					NOLC [*] /24h	0.05	0.05	Gore 1972
				13	LC50/24h	0.22	<u>0.22</u>	
					NOLC [*] /24h	0.1	0.1	
	vocht 6.5%: donker							

[illegible]

(vervolg organofosfaten)

[illegible]

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Fenitrothion**Collembola (springstaarten)**

Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker		0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.1	<u>0.1</u>	Thompson & Gore 1972
------------------	-------------------------------------	--	------------------	------------------	----	------------------------	-----	------------	-------------------------

Fensulfothion**Insecta**

Pterostichus melanarius(kever)	plainf.sand Carabidae, Coleoptera; l/d 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC [*] /24h	0.1	<u>0.1</u>	Tomlin 1975a
--------------------------------	--	--	------------------	------------------	----	------------------------	-----	------------	--------------

Leptofos**Collembola (springstaarten)**

Folsomia candida	zand		0.7 ^{*2}	1.7 ^{*4}	21	NOLC [*] /24h	1.0	<u>1.0</u>	Tomlin 1975b
Hypogastrura armata						NOLC [*] /24h	5.0	<u>5.0</u>	
Onychiurus justiporteri	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%					NOLC [*] /24h	5.0	<u>5.0</u>	

Microbiële processen

Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /67h/respiratie	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								

Enzymactiviteit

Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /2d/invertase	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
Amylase					28	NOEC [*] /3d/amylase	10	<u>6.9</u>	
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								

Malathion**Planten**

Lucerne	light black soil				veld	EC7/kiemingsrem./7dg	2.7		Ram & Gupta
Cowpea						EC12/ .. /7dg	2.7		1974
Sorghum						EC4/ .. /7dg	2.7		

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Algen									
Anabaena cylindrica	seasand washed	6.1	0 ²		25	EC50/stikstoffix/1h	100	100	DaSilva et al 1975
						EC20/ .. /1d	100	100	
						EC+100/ .. /8d	100	100	
						EC+200/ .. /17d	100	100	
Aulosira sp.						EC50/ .. /1h	100	100	
						EC40/ .. /1-8d	100	100	
Calothrix elenkenii						EC+100/ .. /1h-1d	100	100	
						EC+200/ .. /8-17d	100	100	
Chlorogloea fritchii						EC80/ .. /1h	100	100	
						NOEC/ .. 1-8d	100	100	
						EC+100/ .. /17d	100	100	
Cylindrospermum muscicola						EC+150/ .. /1h	100	100	
						EC80/ .. /8d	100	100	
						EC50/ .. /17d	100	100	
Nostoc sp						EC80/ .. /1h-17d	100	100	
Nostoc muscorum						EC50/ .. /1h-8d	100	100	
						EC10/ .. /17d	100	100	
Tolypothrix tenuis						EC+10/ .. /1h-17d	100	100	
Westiellopsis sp						EC30/ .. /1h	100	100	
						EC+100/ .. /1-8d	100	100	
						EC+200/ .. /17d	100	100	
Nematoda (aaltjes)									
Aphelenchus avenae	sand vochtig		2 [*]		22	LC13/3d	15	15	Pree et al 1987
						LC56/3d	500	500	
Microbiële processen									
Respiratie	sandy loam	7.4	2.9			EC+36/67h	10	6.9	Tu 1988
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	EC+6/8d	10	3.6	Yeomans & Bremner 1985
						EC+24/8d	50	17.9	
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8d	10	1.8	
						EC+15/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ^{*2}	28		NOEC/8d	10	10	
						EC+49/8d	50	50	
Nitrificatie (NH ₄)	sandy loam	7.7	1 ²	17	30	EC29/1wk	10	10	Sahrawat 1979
						EC3/6wk	10	10	
						EC41/1wk	50	50	
						EC14/6wk	50	50	
Nitrificatie(urea)	sandy loam	7.7	1 ²	17	30	EC15/1wk	10	10	Sahrawat 1979
						EC6/6wk	10	10	
						EC82/1wk	50	50	
						EC19/6wk	50	50	

CEC 8.9 meq/100g; vocht 19.2%; alluvial soil; monster van 0-15 cm

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
Enzymactiviteit									
Urease	sandy clay - 5.8 loam, vocht 34%	3.2		26	21	EC10/0d	1000	625	Lethbridge &
						EC40/13d	1000	625	Burns 1976
						EC45/60d	1000	625	
	silt loam 5.4	3.74	20		EC10/0d	1000	535		
					EC10/1.5d	200	107		
					EC15/2-14d	200	107		
					EC35/2d	1000	535		
					EC25/14d	1000	535		
Urease	sandy loam 7.7	1 ²	17	30	EC30/0.5wk	10	10	Sahrawat	
					EC44/0.5wk	50	50	1979	
					NOEC/3wk	10	10		
					NOEC/4wk	50	50		
					CEC 8.9; vocht 19.2%; alluvial soil; monster van 0-15 cm; bij				hoogste concentratie geen effect
Invertase	sandy loam 7.4	2.9		28	NOEC [*] /2d	10	6.9	Tu 1988	
Amylase	WHC 44%				EC+50/3d	10	6.9		
Glucanase	silt loam 5.4	3.7	20	22	EC10/15d	14.8	8	Lethbridge	
					EC30/100d	14.8	8	et al 1981	
					EC50/110d	14.8	8		
<u>Methamidofos</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Lumbricus terrestris	zand-leem 6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	15	LC50/14d	110	19.1	Haque &	
donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie						Ebing 1983			
Eisenia foetida	art.soil -	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	17	3.4	Haque &	
rel.vocht 65%; licht/donker 12/12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie						Ebing 1983			
<u>Methaphenamifos</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia andrei	art.soil 7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	318	63.6	Heimbach	
luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%						1984			
<u>Methidathion</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia foetida	art.soil 7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	3.6	0.72	Heimbach	
luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%						1984			
Lumbricus terrestris	zand-leem 6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	7.6	1.3	Haque &	
donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie						Ebing 1983			

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
<u>Methyl-parathion</u>									
<u>Collembola (springstaarten)</u>									
<i>Folsomia candida</i>	plainf.sand - vocht 6.5%; donker		0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.1	<u>0.1</u>	Thompson & Gore 1972
<u>Mevinfos</u>									
<u>Insecta</u>									
<i>Gryllus pennsylvani- cus</i> , 1st instar	fine s.l. - (krekelt); vocht 12%		1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h	26.0	<u>26.0</u>	Harris 1967
<u>Monocrotopos</u>									
<u>Oligochaeta (regenwormen)</u>									
<i>Lampito mauritii</i>	klei		2 [*]	50 [*]		LC50/48h LC50/96h	19.4 15.2	19.4 <u>15.2</u>	Bharathi & Subba Rao '86
<u>Parathion</u>									
<u>Planten</u>									
Algen	red lat.	8.1	2 [*]		27	NOEC [*] /21d/groei EC60/21d/groei EC83/21d/groei	5 10 50	<u>5</u> 10 50	Muralikrishna & Venkates- warlu 1984
	red laterite soil; WHC 50%; monster 0-8 cm; non-flooded								
	red lat.	8.1	2 [*]			NOEC [*] /21d/groei EC48/21d/groei EC59/21d/groei	0 10 50	0 10 50	Muralikrishna & Venkates- warlu 1984
	red laterite soil; monster 0-8 cm; flooded								
<u>Oligochaeta (regenwormen)</u>									
<i>Eisenia andrei</i>	art.soil	6	8.1 [*]	8.1 [*]	20	NOEC/2wk/coconprod. NOEC/2wk/groei NOLC/2wk LC50/2wk	5 16 50 218.3	<u>1.25</u> 4.0 12.5 53.9	Van Gestel et al 1989c
	vocht 35%; dieren uit kweek; voorconditionering 1d; 20% klei, 10% turf								
<i>Allolobophora chlorotica</i>	zand	2 [*]	5 [*]		15	LC50/7d	80	80	Fayolle 1979
	omrekening voor verspreidingsdiepte van 1cm volgens Fayolle								
<i>Lumbricus terrestris</i>	kunstmedium				15	LD50/6wk NOEC [*] /6wk	44 10		Cathey 1982
	'shredded paper based buss-bedding' (papier-stro mengsel)								

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Collembola (springstaarten)									
<i>Folsomia candida</i>	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.01	0.01	Thompson &
						LC50 [*] /24h	0.03	0.03	Gore 1972
					13	NOLC [*] /24h	0.05	0.05	
						LC50 [*] /24h	0.14	0.14	
	vocht 6.5%; donker								
Insecta									
<i>Gryllus pennsylvani- cus</i> , 1st instar (krekels)	fine sandy loam vocht 12%		1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h	0.46	0.46	Harris 1967
	clay loam vocht 41%		15.9	23.2	27	LC50/24h	4.32	0.54	
	muck(veen) vocht 162%		64.6 ¹	16.5	27	LC50/24h	21.11	1.41	
Insekten									
<i>Gryllus pennsylvani- cus</i> 1st instar	quarts sand		0 ²	0 ⁴	27	LC50/18h/vocht 2% LC50/18h/droog	0.02 0.07	0.02 0.07	Harris 1966
	plainfield sand		0.5 ²	1.6 ⁴	27	LC50/18h/vocht 5.5% LC50/18h/droog	0.25 6	0.25 6	
	fine sandy loam		1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/18h/vocht 12.1% LC50/18h/droog	0.46 12.7	0.46 12.7	
	silt loam		2.0	10.6	27	LC50/18h/vocht 21.5% LC50/18h/droog	0.67 15.7	0.67 15.7	
	loam		6.4	14.8	27	LC50/18h/vocht 22.2% LC50/18h/droog	1.8 12.1	0.56 3.8	
	klei		9.1	47	27	LC50/18h/vocht 30.7% LC50/18h/droog	1.5 7.7	0.33 1.7	
	klei		15.9	23.2	27	LC50/18h/vocht 41% LC50/18h/droog	4.3 12.2	0.54 1.5	
	klei		18.7	25.1	27	LC50/18h/vocht 47% LC50/18h/droog	6.0 9.8	0.64 1.05	
	muck		39.8 ¹	19.2	27	LC50/18h/vocht 83.8% LC50/18h/droog	13.6 7.7	0.91 0.51	
	muck		64.6 ¹	16.5	27	LC50/18h/vocht 162% LC50/18h/droog	22.6 9.1	1.5 0.61	
	vochtgehalten veldcapaciteit								
<i>Euxesia notata</i> 1st instar	fine soil loam vocht 12.1%		1.4 ²	10.3	27	EC50/48h/verpoppen	0.72	0.72	Harris 1964b
<i>Feronia melanaria</i>	agr.soil					EC91/10wk/aantallen	6		Edwards &
<i>Feronia madida</i>	agr.soil					EC81/10wk/aantallen	6		Thompson 1975
<i>Harpalus rufipes</i>	agr.soil					EC85/10wk/aantallen	6		
	kevers; verspreidingsdiepte 10 cm; veldexperiment								

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Draadwormen									
Melanotus communis (draadworm)	org. loam		7.4			LC93/21d	1.2	0.32	Campbell
						LC100/21d	2.4	0.65	et al 1971
	silt loam		9.0			LC83/28d	1.2	0.27	
						LC100/28d	2.4	0.53	
	loamy fine sand		3.5			LC100/28d	1.2	0.69	
						LC100/28d	2.4	1.4	
	loamy sand		1.3 ²			LC85/28d	1.2	1.2	
						LC100/21d	2.4	2.4	
verspreidingsdiepte 6.25 cm (dikte bodemlaag in experiment); late instar larven; dieren uit veld									
Microbiële processen									
Respiratie	sandy loam WHC 44%	7.4	2.9		28	EC+69/67h	10	6.9	Tu 1988
N ₂ -fixatie	sandy loam hoogste concentratie	6.2	1.6 ²		28	EC+150/28d geen negatief effect; flooded	5	5	Nayak & Raja- ramamohan '82
Ureum hydrolyse	sandy loam hoogste concentratie	7.7	1.0 ^{*2}	17	30	NOEC [*] /4wk geen negatief effect	50	50	Sahrawat
						EC38/0.5wk	10	10	1979
						EC61/0.5wk	50	50	
vocht 20% (60% WHC); CEC 8.9 meq/100g; alluvial soil; monster 0-15 cm									
Nitrificatie	sandy loam	7.7	1.0 ^{*2}	17	30	EC18/6wk EC24/6wk EC36/1wk EC31/1wk	10 50 10 50	10 50 10 50	Sahrawat 1979
ammoniumsulfaat toegevoegd									
						EC16/5wk EC26/5wk EC54/1wk EC83/1wk	10 50 10 50	10 50 10 50	
ureum toegevoegd									
vocht 20% (60% WHC); CEC 8.9 meq/100g; alluvial soil; monster 0-15 cm									
Enzymactiviteit									
Amylase	sandy loam	7.4	2.9			NOEC [*] /3d	10	6.9	Tu 1988
Invertase						NOEC [*] /2d	10	6.9	
hoogste concentratie geen negatief effect; WHC 44%									
Phoreat									
Oligochaeta (regenvormen)									
Lumbricus terrestris	potting soil				10	LC50/3d	43.1		Ruppel & Laughlin 1977
stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.									

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker		0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.005	0.005	Thompson & Gore 1972
Folsomia candida	zand		0.7 ^{*2}	1.7 ^{*4}	21	NOLC [*] /24h	0.001	<u>0.001</u>	Tomlin 1975b
Hypogastrura armata						NOLC [*] /24h	0.01	<u>0.01</u>	
Onychiurus justii porteri	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%					NOLC [*] /24h	0.001	<u>0.001</u>	
Insecta									
Pterostichus mela- narius(kever)	plainf.sand Carabidae, Coleoptera; licht/donker 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC [*] /24h	0.01	<u>0.01</u>	Tomlin 1975a
Draadwormen									
Melanotus communis (draadworm)	org. loam		7.4			LC100/21d	2.4	0.65	Campbell
	silt loam		9.0			LC100/28d	2.4	0.53	et al 1971
	loamy fine sand		3.5			LC90/28d	1.2	0.69	
						LC100/28d	2.4	1.4	
	loamy sand		1.3 ²			LC100/14d	1.2	1.2	
	verspreidingsdiepte 6.25 cm (dikte bodemlaag in experiment); late instar larven; dieren uit veld								
Microorganismen									
Bacterien						EC62/10d	1.3		Satpathy
						EC+6/30d	1.3		1974
Schimmels						EC29/10d	1.3		
						NOEC/30d	1.3		
Microbiële processen									
Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	EC+31/67h	10	6.9	Tu 1988
	hoogste concentratie geen effect; WMC 44%								
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8d	10	3.6	Yeomans &
						EC+8/8d	50	17.9	Bremner 1985
	Harps soil	7.7	11.2	41		EC+6/8d	10	1.8	
						EC+20/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		NOEC/8d	50	<u>50</u>	
	50 mg/kg is hoogste testconcentratie.								
Enzymactiviteit									
Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /2d	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
Amylase					28	NOEC [*] /3d	10	<u>6.9</u>	
	hoogste concentratie geen effect; WMC 44%								
Urease	silt loam	5.4	3.7	20		EC50/14d	1000	541	Lethbridge & Burns 1976

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
						C	(mg/kg)	(mg/kg)	
Terbufos									
Oligochaeta (regenvormen)									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	15	LC50/14d	4.6	<u>0.8</u>	Haque & Ebing 1983
Eisenia foetida	art.soil rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	-	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	6.6	<u>1.3</u>	Haque & Ebing 1983
Microbiële processen									
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8d	10	3.6	Yeomans & Bremner 1985
						EC+7/8d	50	17.9	
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8d	10	1.8	
						EC+12/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		NOEC/8d	50	50	
50 mg/kg is hoogste testconcentratie.									
Triazofos									
Planten									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	85	85	Adema & Henzen 1990
						NOEC/14d/groei	32	32	
						vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijnen			
Oligochaeta (regenvormen)									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	210	<u>36.5</u>	Haque & Ebing 1983
Eisenia andrei	art.soil luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	116	<u>23.2</u>	Heimbach 1985
8. gechloreerd									
Chloorfenvinfos									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand - vocht 6.5%; donker	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.5	0.5	Thompson & Gore 1972
Folsomia candida	zand		0.7 ^{*2}	1.7 ^{*4}	21	NOLC [*] /24h	0.1	<u>0.1</u>	Tomlin 1975b
Hypogastrura armata						NOLC [*] /24h	20	<u>20</u>	
Onychiurus justus						NOLC [*] /24h	0.5	<u>0.5</u>	
porteri	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%								
Insecta									
Pterostichus melanarius	plainf.sand Carabidae, Coleoptera; licht/donker 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC [*] /24h	5.0	<u>5</u>	Tomlin 1975a

(vervolg organofosfaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Agonum dorsale	sandy loam		3*	18*	20	LC50/24h	400	267	Mowat &
Feronia melanaria						LC50/24h	1700	1133	Coacker 1967
Trechus quadristriatus						LC50/24h	800	533	
Carabidae (kevers); vochtgehalte 16%; LC50-waarden afgelezen uit een figuur; RH 65%									
Microbiële processen									
Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18*	28	EC+33/67h	10	6.9	Tu 1988
hoogste concentratie geen effect; WHC 44%									
Enzymactiviteit									
Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18*	28	NOEC*/2d	10	6.9	Tu 1988
Amylase					28	NOEC*/3d	10	6.9	
hoogste concentratie geen effect; WHC 44%									
<u>Chloorpyrifos</u>									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.01	0.01	Thompson &
	vocht 6.5%; donker				13	NOLC*/24h	0.05	<u>0.05</u>	Gore 1972
<u>Dichloorvos</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Lampito mauritii	klei		2*	50*		LC50/48h	16.7	16.7	Bharathi &
						LC50/96h	14.9	<u>14.9</u>	Subba Rao '86
<u>Tetrachloorvinfos</u>									
Insecta									
Pterostichus melanarius(kever)	plainf.sand		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC*/24h	0.4	<u>0.4</u>	Tomlin 1975a
Carabidae, Coleoptera; licht/donker 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven									
<u>Trichlorfon</u>									
Insecta									
Gryllus pennsylvanicus, 1st instar	fine s.l.	-	1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h	14.8	<u>14.8</u>	Harris 1967
krekkel; vocht 12%									
<u>Zinofos</u>									
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.005	0.005	Thompson &
	vocht 6.5%; donker				13	NOLC*/24h	0.01	<u>0.01</u>	Gore 1972

Vie Carbanoyl-oximen

soort	grondsoort	pH	% D.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
A. Insecticiden									
<u>Aldicarb</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Lumbricus terrestris	zand-leem	6.1	11.5*	2.9* ⁴	15	LC50/14d	26	<u>4.5</u>	Haque & Ebing 1983
	donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie								
Lumbricus terrestris	potting soil				10	LC50/3d	8.3		Ruppel & Laughlin 1977
	stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.								
Eisenia foetida	art.soil	-	10*	5*	22	LC50/14d	3.3	<u>0.7</u>	Haque & Ebing 1983
	rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie								
Allolobophora chlorotica	zand		2*	5*	15	LC50/7d	3.5	<u>3.5</u>	Fayolle 1979
	verspreidingsdiepte volgens omrekening door Fayolle 1 cm								
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.05	<u>0.05</u>	Thompson & Gore 1972
	vocht 6.5%; donker								
Nematoda (aaltjes)									
Aphelenchus avenae	sand		2*	5*	22	LC16/3d	5	5	Pree et al 1987
						LC38/3d	15	15	
	LC16 verschilt niet significant (5%) van controle (=NOEC)								
<u>Methomyl</u>									
Oligochaeta (regenwormen)									
Lumbricus terrestris	potting soil				10	LC50/3d	15.1		Ruppel & Laughlin 1977
	stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.								
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.05	0.05	Thompson & Gore 1972
	vocht 6.5%; donker								
Folsomia candida	zand		0.7* ²	1.7* ⁴	21	NOLC*/24h	0.1	<u>0.1</u>	Tomlin 1975b
Hypogastrura armata						NOLC*/24h	0.5	<u>0.5</u>	
Onychiurus justii porteri						NOLC*/24h	0.5	<u>0.5</u>	
	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%								
Insecta									
Pterostichus melanarius(kever)	plainf.sand		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOLC*/24h	0.1	<u>0.1</u>	Tomlin 1975a
	Carabidae, Coleoptera; licht/donker 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven								

(vervolg carbamoyl-oximen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

Oxamyl

Oligochaeta (regenvormen)

Lumbricus terrestris	potting soil				10	LC50/3d	19.0		Ruppel &
	stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.								Laughlin 1977

Vif Dithiocarbamaten

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Fungiciden

Mancozeb

Microbiële processen

Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8d	10	3.6	Yeomans & Bremner 1985
						EC+7/8d	50	17.9	
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		NOEC/8d	10	10	
						EC+18/8d	50	50	

50 mg/kg is hoogste testconcentratie.

Maneb

Oligochaeta (regenwormen)

Allolobophora chlorotica	zand		2 [*]	5 [*]	15	LC50/7d	43.9	43.9	Fayolle 1979
	verspreidingsdiepte volgens omrekening door Fayolle 1 cm								

Microbiële processen

Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC /67h	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8dg	50	17.9	Yeomans &
	Karps soil	7.7	11.2	41		EC38/8dg	50	8.9	Bremner 1985
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		EC+5/8dg	10	10	
						EC+11/8dg	50	50	
50 mg/kg is hoogste testconcentratie.									

50 mg/kg is hoogste testconcentratie.

Enzymactiviteit

Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /2d	10	6.9	Tu 1988
Amylase					28	NOEC [*] /3d	10	6.9	
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								

Thiram

Microbiële processen

Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18*	28	NOEC*/67h	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
	hoogste concentratie geen effect; WHC 44%								
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8d	10	3.6	Yeomans &
						EC+13/8d	50	17.9	Bremner 1985
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9*	28		NOEC/8d	10	10	
						EC+46/8d	50	50	

50 mg/kg is hoogste testconcentratie.

50 mg/kg is hoogste testconcentratie.

(vervolg dithiocarbamaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Enzymactiviteit

Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18*	28	NOEC*/2d	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
Amylase					28	NOEC*/3d	10	<u>6.9</u>	
hoogste concentratie geen effect; WHC 44%									

Zineb

Microbiële processen

ATP-gehalte	agr.grond	6.4	3.1	33.6	20	NOEC*/48d	20	<u>12.9</u>	Zelles et al 1985
donker/licht 12/12 uur; vocht 50%									

Vig Pyrimidinen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
						C	(mg/kg)	(mg/kg)	
Fungiciden									
<u>Bupirimaat</u>									
Oligochaeta (regenvormen)									
Eisenia andrei	art.soil	7	10*	5*	22	LC50/28d	338	<u>67.7</u>	Weimbach 1984
	luvo 70-90%;	donker-licht	12-12 uur;	vochtbodem	35%				
Lumbricus terrestris	zand-leem	6.1	11.5*	2.9*4	15	LC50/14d	103	<u>17.9</u>	Haque & Ebing 1983
	donker; rel. vocht	80-90%;	1 wk adaptatie						

VIh Quats

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
						C	(mg/kg)	(mg/kg)	
<u>Chloormequat chloride</u>									
<u>Oligochaeta (regenwormen)</u>									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5*	2.9* ⁴	15	LC50/14d	>460	>80	Haque & Ebing 1983
Eisenia foetida	art.soil rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	-	10*	5*	22	LC50/14d	>460	>92	Haque & Ebing 1983
<u>Paraquat</u>									
<u>Algen</u>									
Anabaena cylindrica	seasand washed	6.1	0* ²	0* ⁴	25	EC100/stikstoffix/1d	20	20	DaSilva et al 1975
Aulosira sp.						EC100/ .. /17d	20	20	
						EC100/ .. /1h	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
Calothrix elenkenii						EC100/ .. /1h	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
Chloroglorea fritschii						EC71/ .. /1d	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
Cylindrospermum muscicola						EC72/ .. /1d	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
Nostoc sp						EC24/ .. /8d	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
Nostoc muscorum						EC91/ .. /1d	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
Tolypothrix tenuis						EC91/ .. /1d	20	20	
						EC100 .. /17d	20	20	
Westiellopsis sp						EC91/ .. /1d	20	20	
						EC100/ .. /17d	20	20	
<u>Oligochaeta (regenwormen)</u>									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5*	2.9* ⁴	15	LC50/14d	>200	>34.8	Haque & Ebing 1983
Eisenia foetida	art.soil rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	-	10*	5*	22	LC50/14d	>200	>40	Haque & Ebing 1983

(vervolg carbamaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Perionyx excavatus	art. soil (Megascolecidae); aziatische worm; dieren uit kweek; vocht 35%	6	10*	20*	20	LC50/14d	263	52.6	Neuhauser et al 1986
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	plainf.sand vocht 6.5%; donker	-	0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC*/24h	0.1	0.1	Thompson & Gore 1972
Enzymactiviteit									
Dehydrogenase	alluvial waterverzadigd	6.4	0.7 ²		28	NOEC*/20d/remming	10	10	Chendrayan & Sethunath.'80
Carbofuran									
Oligochaeta (regenwormen)									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5*	2.9 ⁴	15	LC50/14d	4.7	0.8	Haque & Ebing 1983
	leem		36 ¹			LC50/5d	12.2	0.8	Stenersen et al 1973
Eisenia andrei	art.soil luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%	7	10*	5*	22	LC50/14d	5	1	Heimbach 1985
Allolobophora caliginosa	zand	-	2*	5*	20	NOLC*/14d NOEC*/14d/groei NOEC*/14d/coconprod.	0.1 0.1 0.1	0.1 0.1 0.1	Martin 1986
	Red Hill Sand Soil; 25% water								
Lumbricus terrestris	potting soil stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.				10	LC50/3d	11.8		Ruppel & Laughlin 1977
Lumbricus terrestris	veld eenmalige behandeling in banden tussen tabaksplanten; stof licht ingeharkt; doseringen 0.056-0.45 kg a.s./ha; hoogste concentratie geen effect omgerekend naar concentratie in bovenste 2,5 cm; alleen dode wormen aan het bodemoppervlak geteld					NOLC/5d	<0.056		Kring 1969
Collembola (springstaarten)									
Folsomia candida	zand dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%		0.7 ²	1.7 ⁴	21	NOLC*/24h	0.01	0.01	Tomlin 1975b
Onychiurus justii porteri	zand dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%		0.7 ²	1.7 ⁴	21	NOLC*/24h	0.5	0.5	
Hypogastrura armata	zand dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%		0.7 ²	1.7 ⁴	21	NOLC*/24h	0.1	0.1	

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
Insecta									
Pterostichus melanarius(kever)	plainf.sand		0.7 ²	1.7 ⁴	20	NOEC [*] /24h	0.05	0.05	Tomlin 1975a
	Carabidae, Coleoptera; l/d 14/10 uur; vocht 6.5%; 1st instar larven								
Nematoda (aaltjes)									
Aphelenchus avenae	sand		2 [*]	5 [*]	22	LC21/3d	15	15	Pree et al
						LC41/3d	30	30	1987
						LC64/3d	150	150	
	LC21 verschilt niet significant (5%) van controle (=NOEC)								
Microbiele processen									
Stikstofbinding	sandy loam	6.2	1.6 ²	18 [*]	28	EC+180/28d	5	5	Nayak & Raja-
Nitrogenase activiteit						EC7/25d	5	5	ramamohan '82
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8d	50	17.9	Yeomans &
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8d	10	1.8	Bremner 1985
						EC+4/8d	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		NOEC/8d	10	10	
						EC+14/8d	50	50	
	50 mg/kg is hoogste testconcentratie.								
NaDDC									
Planten									
Vigna sinensis	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	EC41/8wk/aantal nod.	50	50	Aggarwal
						EC46/8wk/aantal nod.	250	250	et al 1986
						EC53/8wk/volume nod.	50	50	
						EC59/8wk/volume nod.	250	250	
						EC19/8wk/groei	50	50	
						EC71/8wk/groei	250	250	
	nodulatie van Rhizobium sp en Rhizobium leguminosurum ; CEC 25 meq/100g; vocht 15% [*]								
Pisum sativum	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	NOEC [*] /8wk/aantal nod.	250	250	Aggarwal
						EC37/8wk/volume nod.	50	50	et al 1986
						EC29/8wk/volume nod.	250	250	
						EC76/8wk/groei	50	50	
						EC75/8wk/groei	250	250	
	nodulatie van Rhizobium sp en Rhizobium leguminosurum ; CEC 25 meq/100g; vocht 15% [*]								

(vervolg carbinaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

Trematode

Planten

Vigna sinensis	agraris	8.3	0.67 ²	18	28	EC31/8wk/aantal nod.	50	50	Aggerwal et al 1986
						EC69/8wk/aantal nod.	250	250	
						EC28/8wk/volume nod.	50	50	
						EC76/8wk/volume nod.	250	250	
						EC30/8wk/groei	50	50	
						EC81/8wk/groei	250	250	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum* ; CEC 25 meq/100g; vocht 15%*

Pisum sativum	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	NOEC*/8wk/aantal nod.	50	50	Aggarwal
						EC27/8wk/aantal nod.	250	250	et al 1986
						EC39/8wk/volume nod.	50	50	
						EC58/8wk/volume nod.	250	250	
						EC77/8wk/groei	50	50	
						EC82/8wk/groei	250	250	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum* ; CEC 25 meq/100g; vocht 15%*

B. Insecticiden

Dimetilan

Planten

Vigna sinensis	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	EC 8/Bwk/aantal nod.	25	25	Aggarwal
						EC34/Bwk/aantal nod.	125	125	et al 1986
						EC28/Bwk/volume nod.	25	25	
						EC44/Bwk/volume nod.	125	125	
						EC53/Bwk/groei	25	25	
						EC59/Bwk/groei	125	125	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum* ; CEC 25 meq/100g; vocht 15%

Pisum sativum	agraris ch	8.3	0.67^2	18	28	NOEC /Bwk/aantal nod.	25	25	Aggarwal
						EC22/Bwk/aantal nod.	125	125	et al 1986
						EC 5/Bwk/volume nod.	25	25	
						EC34/Bwk/volume nod.	125	125	
						EC73/Bwk/groei	25	25	
						EC70/Bwk/groei	125	125	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum* ; CEC 25 meq/100g; vocht 15%*

Ethiofencarb

Oligochaeta (regerwormen)

Eisenia andrei	art. soil	7	10*	5*	22	LC50/28d	262	<u>52.4</u>	Heimbach 1984
	(uvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%								

(vervolg carbanaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

Mercaptodimethur

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia andrei	art.soil	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	129	25.8	Heimbach 1984
	luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%								

Hexacarbaat

(ook molluscicide)

Collembola (springstaarten)

Folsomia candida	plainf.sand		0.7 ²	1.7 ⁴	24	NOLC [*] /24h	0.5	0.5	Thompson & Gore 1972
	vocht 6.5%; donker								

Insecta

Gryllus pennsylvanicus, 1st instar	fine sandy loam		1.4 ²	2.3 ⁴	27	LC50/24h	5.71	5.7	Harris 1967
	krekkel; vocht 12%								

Propoxur

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia andrei	art.soil	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	10	2	Heimbach 1984
	luvo 70-90%; donker/licht 12/12 uur; vochtbodem 35%								

Lumbricus terrestris	zand-leem	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	5.2	0.9	Haque & Ebing 1983
	donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie								

Lumbricus terrestris	potting soil				10	LC50/3d	26.3		Ruppel & Laughlin 1977
	stof homogeen door de grond gemengd; doseringen in lb a.s./A omgerekend naar conc. in top 5 cm bodemlaag.								

Eisenia andrei	art.soil	6	8.1 [*]	8.1 [*]	20	NOEC/2wk/coconprod.	0.64	0.16	Van Gestel et al 1989c
						NOEC/2wk/groei	0.64	0.16	
						NOLC/2wk	30	4.9	
						LC50/2wk	>64	>31.6	
	vocht 35%; dieren uit kweek; voorconditionering 1d; 20% klei, 10% turf								

Sevin

Planten

Vigna sinensis	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	EC61/8wk/aantal nod.	25	25	Aggarwal et al 1986
						EC42/8wk/aantal nod.	125	125	
						EC76/8wk/volume nod.	25	25	
						EC42/8wk/volume nod.	125	125	
						EC45/8wk/groei	25	25	
						EC36/8wk/groei	125	125	

nodulatie van Rhizobium sp en Rhizobium leguminosorum ; CEC 25 meq/100g; vocht 15%

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Pisum sativum	agrariſch	8.3	0.67 ²	18	28	EC67/8wk/aantal nod.	25	25	Aggarwal
						EC37/8wk/aantal nod.	125	125	et al 1986
						EC47/8wk/volume nod.	25	25	
						EC53/8wk/volume nod.	125	125	
						EC79/8wk/groei	25	25	
						EC81/8wk/groei	125	125	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum* ; CEC 25 meq/100g; vocht 15%

C. Herbiciden

Dymid

Planten

Vigna sinensis	agrarisch	8.3	0.67 ²	18	28	EC41/8wk/aantal nod.	5	5	Aggarwal
						EC43/8wk/aantal nod.	25	25	et al 1986
						NOEC [*] /8wk/volume nod.	5	5	
						EC53/8wk/volume nod.	25	25	
						EC52/8wk/groei	5	5	
						EC66/8wk/groei	25	25	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum*; CEC 25 meq/100g; vocht 15%*

Pisum sativum	agratisch	8.3	0.67 ²	18	28	EC72/8wk/aantal nod.	5	5	Aggarwal
						EC74/8wk/aantal nod.	25	25	et al 1986
						EC76/8wk/volume nod.	5	5	
						EC82/8wk/volume nod.	25	25	
						EC77/8wk/groei	5	5	
						EC77/8wk/groei	25	25	

nodulatie van *Rhizobium* sp en *Rhizobium leguminosurum*; CEC 25 meq/100g; vocht 15%*

Fermidifan

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia andrei	art.soil	6	8.1*	8.1*	20	NOEC/3wk/coconprod.	<1.62	<0.4	Van Gestel
						NOEC/3wk/groei	16	4	et al 1989c
						NOLC/3wk	52	12.8	
						LC50/3wk	129	31.9	

vocht 35%; dieren uit kweek; voorconditionering 1wk; klei 20%, turf 10%

art.soil	6	8.1*	8.1*	20	NOEC/2wk/coconprod.	16.2	4	Van Gestel
					NOEC/2wk/groei	52	12.8	et al 1989c
					NOEC/2wk	52	12.8	
					LC50/2wk	>162	>40	

vocht 35%; dieren uit kweek; voorconditionering 1d; 20% klei, 10% turf

VIj Restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

A. Herbiciden

Bentazon

Microorganismen

Nitrosomas		6.3	3.4	42	28	NOEC [*] /21d/aantallen	10	<u>5.9</u>	Torstensson
Nitrobacter						NOEC [*] 21d/aantallen	10	<u>5.9</u>	1975
Sulfaat-reduceerders						NOEC [*] 14d/aantallen	10	<u>5.9</u>	
Cellulolytische organismen						NOEC [*] /30d/aantallen	1	<u>0.6</u>	

Calciumcyanamid

Oligochaeta (regenvormen)

Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	15	LC50/14d	124	<u>21.6</u>	Haque & Ebing 1983
Eisenia foetida	art.soil rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	-	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	115	<u>23</u>	Haque & Ebing 1983

B. Fungiciden

Captafol

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia andrei	art.soil luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d	496	<u>99</u>	Heimbach 1984
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	>800	>139	Haque & Ebing 1983

Captan

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia andrei	art.soil luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	612	<u>122</u>	Heimbach 1985
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	237	<u>41.2</u>	Haque & Ebing 1983

(vervolg restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

Microbiële processen

ATP-gehalte	agr.grond	6.4	3.1	33.6	20	NOEC [*] /48d donker/licht 12/12 uur; vocht 50%	20	<u>12.9</u>	Zelles et al 1985
Respiratie	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /67h hoogste concentratie geen effect; WHC 44%	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
Denitrificatie	Webster soil	7.5	5.6	30	30	NOEC/8dg	10	<u>3.6</u>	Yeomans &
						EC25/8dg	50	17.9	Bremner
	Harps soil	7.7	11.2	41		NOEC/8dg	10	<u>1.8</u>	1985
						EC38/8dg	50	8.9	
	Storden soil	8.1	0.9 ²	28		NOEC/8dg	10	10	
						EC+12/8dg	50	50	
50 mg/kg is hoogste testconcentratie.									

Enzymactiviteit

Invertase	sandy loam	7.4	2.9	18 [*]	28	NOEC [*] /2d	10	<u>6.9</u>	Tu 1988
Amylase					28	NOEC [*] /3d	10	<u>6.9</u>	
hoogste concentratie geen effect; WHC 44%									

Folpet

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia foetida	art.soil	-	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	339	<u>67.8</u>	Haque & Ebing 1983
Lumbricus terrestris	zand-leem	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	15	LC50/14d donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	459	<u>79.8</u>	Haque & Ebing 1983

Fentinacetaat (+ Maneb)

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia andrei	art. soil	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/28d luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	27	<u>5.4</u>	Heimbach 1984
Lumbricus terrestris	zand-leem	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	44	<u>7.7</u>	Haque & Ebing 1983

Kaliumbromaat

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia andrei	art.soil	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	393	<u>78.6</u>	Heimbach 1984
----------------	----------	---	-----------------	----------------	----	---	-----	-------------	---------------

(vervolg restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	
Kaliumdichromaat									
Oligochaeta (regenwormen)									
Enchytraeus albidus	art.soil	6.5	10*	20*	12	LC50/4wk	417	83.4	Römke 1989
Enchytraeidae (potwormen); vocht 35%									
C. Nematociden									
Thiofeen									
Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12*	20	EC50/14d/groei	>320	>320	Hulzebos et al 1989
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijnen									
D. Insecticiden									
Dinoseb									
(ook werkzaam als herbicide)									
Micro-organismen									
Proteolytische micro-organismen		6.3	3.4	42	28	NOEC*/5d/aantallen	10	5.9	Torstensson 1975
Ammonificeerders						NOEC*/2d/aantallen	10	5.9	
Nitrosomas						NOEC*/21d/aantallen	10	5.9	
Nitrobacter						NOEC*/21d/aantallen	1	0.59	
Denitrificeerders						NOEC*/5d/aantallen	1	0.59	
NO ₂ -productie									
Sulfaat-reduceerders						NOEC*/14d/aantallen	10	5.9	
Cellulolytische organismen						NOEC*/30d/aantallen	0	0	
Microbiële processen									
Stikstofmineralisatie	loss	7.6	2.5	4.3 ⁴	29	NOEC*/14d	10	8	Neven et al 1975
						NOEC*/28d	25	20	
	loss	7.4	1.3 ²	2.3 ⁴	29	NOEC*/14d	10	10	
						NOEC*/28d	10	10	
Dinoseb-acetaat; vocht 70%									
Ureum-mineralisatie	loss	7.6	2.5	4.3 ⁴	29	NOEC*/28d	5	4	Neven et al 1975
	loss	7.4	1.3 ²	2.3 ⁴	29	NOEC*/28d/N-mineral.	1	1	
Dinoseb-acetaat; vocht 70%									
Denitrificatie	'Webster'	7.5	5.6	30	30	EC+22/8d	50	17.9	Yeomans & Bremner 1985
	'Harps'	7.7	11.2	41	30	EC+21/8d	50	8.9	
	'Storden'	8.1	0.9 ²	28	30	EC+49/8d	50	50	
10 mg/kg geen effect; vocht 50%									

(vervolg restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

DNOC

Oligochaeta (regenvormen)

Eisenia andrei	art.soil	7	10*	5*	22	LC50/28d luvo 70-90%; donker-licht 12-12 uur; vochtbodem 35%	21	<u>4.2</u>	Heimbach 1984
----------------	----------	---	-----	----	----	---	----	------------	---------------

Allolobophora chlorotica	zand		2*	5*	15	LC50/7d verspreidingsdiepte volgens omrekening door Fayolle 1 cm	13.1	<u>13.1</u>	Fayolle 1979
-----------------------------	------	--	----	----	----	---	------	-------------	--------------

Vlk Restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					C		(mg/kg)	(mg/kg)	

A. Insecticiden

Chloordimeform

Collembola (springstaarten)

<i>Folsomia candida</i>	zand	0.7 ^{*2}	1.7 ^{*4}	21	NOLC [*] /24h	1.0	<u>1.0</u>	Tomlin 1975b
<i>Hypogastrura armata</i>					NOLC [*] /24h	5.0	<u>5.0</u>	
<i>Onychiurus just</i>					NOLC [*] /24h	5.0	<u>5.0</u>	
<i>porteri</i>	dieren uit kweek; 'plainfield sand'; vocht 6.5%							

B. Herbiciden

2,4-D

Enzymaktiviteit

Glucanase	silt loam	5.4	3.7	20	22	EC+38 [*] /15d	0.1	0.054	Lethbridge
Urease						NOEC/70d	0.1	<u>0.054</u>	et al 1981
						EC50/20d	1	0.54	
	aan de lucht gedroogde grond								

Natrium chloraat.

Oligochaeta (regenwormen)

<i>Lumbricus terrestris</i>	zand-lem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5*	2.9* ⁴	15	LC50/14d	>750	<u>>130</u>	Haque & Ebing 1983
<i>Eisenia foetida</i>	art.soil rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	-	10*	5*	22	LC50/14d	>750	<u>>150</u>	Haque & Ebing 1983

2,4,5-T

Planten

Avena sativa	agr.grond	7.5	1.4 ²	11.5	EC50/2wk/kieming	>32	>32	Vonk et al
(haver)					NOEC [*] /3d/kieming	0.32	<u>0.32</u>	1986
					EC50/2wk/groei	0.32	0.32	
					NOEC/2wk/groei	0.32	0.32	
	volgens OECD-richtlijnen; vocht 55%							
Lactuca sativa	agr.grond	7.5	1.4 ²	11.5	EC50/2wk/kieming	1.0	1.0	Vonk et al
(sla)					NOEC [*] /3d/kieming	0.1	<u>0.1</u>	1986
					EC50/2wk/groei	0.43	0.43	
					NOEC [*] /2wk/groei	0.1	0.1	
	volgens OECD; vocht 55%							

(vervolg restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
Oligochaeta (regenwormen)									
Eisenia foetida	art.soil	6	10*	20*		LC50/2wk	>15500	>3100	Vonk et al
						LC50/4wk	>15500	>3100	1986
						NOLC/4wk	>15500	>3100	
						NOEC*/4wk/coconprod.	496	99	
						EC50/4wk/coconprod.	2906	581	
						NOEC*/4wk/uiteerlijk	155	31	
vocht 55%; omgerekend naar droge grond									
Enchytraeus albidus	art.soil vocht 35%	6.5	10*	20*	12	LC50/4wk	14150	2830	Rombke 1989
Diverse bodemdieren									
Collembolen	strooisel		90* ²	0* ⁴		EC50/2mnd/aantallen	33.4	2.2	Beck &
						EC24/2mnd/aantallen	6.7	0.45	Dumpert 1984
Mijten	strooisel		90* ²	0* ⁴		EC23/2mnd/aantallen	33.4	2.2	
						EC 3/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
Spinnen	strooisel		90* ²	0* ⁴		EC32/2mnd/aantallen	33.4	2.2	
						EC32/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
Kevers	strooisel		90* ²	0* ⁴		EC 4/2mnd/aantallen	33.4	2.2	
						EC 0/2mnd/aantallen	6.7	0.45	
veldexperiment; toediening resp. 5 of 1 g/m ² (ca.33.4 en 6.7 mg/kg) elke 2mnd 12x; bepaling aantallen over 17 mnd; gem. temp. 8.3 C; 'barberfal'(pitfall)									
Microbiële processen									
Nitrificatie	sand	5.2	6*	5*		NOEC/28d	>1137	379	Vonk et al
	vocht 13.7%; omgerekend naar droge grond								1986
	loam	7	3*	18*		NOEC*/28d	125	83	
	vocht 24.6%; omgerekend naar droge grond								
Respiratie	sand	5.2	6*	5*		NOEC*/5h	114	38	
	vocht 13.7%; omgerekend naar droge grond								
	loam	7	3*	18*		NOEC/5h	>1246	831	
	vocht 24.6%; omgerekend naar droge grond								
Trichlopracetaat (TCA)									
Oligochaeta (regenwormen)									
Allolobophora roses	mengsel	7	18	24	15	NOEC*/110d	20	2.2	Lofs-Holmin
Allolobophora cali- ginosa	klei-mest-bonenstrobodem; kweekdieren juveniel				15	NOEC*/110d	20	2.2	1980

(vervolg restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
C. Fungiciden									
<u>Koper-oxichloride</u>									
Oligochaeta (regenswormen)									
Eisenia andrei	art.soil luvo 70-90%; donker-licht	7	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d vochtbodem 35%	900	<u>180</u>	Heimbach 1985
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	10	LC50/14d	98	<u>17</u>	Haque & Ebing 1983
<u>Triadimefon</u>									
Oligochaeta (regenswormen)									
Lumbricus terrestris	zand-leem donker; rel. vocht 80-90%; 1 wk adaptatie	6.1	11.5 [*]	2.9 ^{*4}	15	LC50/14d	>250	<u>>43.5</u>	Haque & Ebing 1983
Eisenia foetida	art.soil rel.vocht 65%; licht-donker 12-12 uur, 800lux; 1 wk adaptatie	-	10 [*]	5 [*]	22	LC50/14d	>250	<u>>50</u>	Haque & Ebing 1983

VII OVERIGEN

VIIa Ftalaten andere CHO-verbindungen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

A. Fetalen

Dimethylfalsaat

Planten

Spinacia oleracea (spinazie)	potgrond	2*	24	EC64/16d/groei	1	1	Herring & Bering 1988
	groei van kiemen; licht-donker		12-12 uur				
	water			EC15/13d/kieming	0.1	%	
	stof opgelost in water						
Pisum sativum (boon)	potgrond	2*	24	EC50/16d/groei	1	1	Herring & Bering 1988
	groei van kiemen; licht-donker		12-12 uur				
	water			EC33/13d/kieming	0.1	%	
	stof opgelost in water						

Oligochaeta (regenwormen)

Eisenia fetida	art.soil	6.0	10*	20*	20	LC50/14d	3160	<u>632</u>	Neuhauser
Eudrilus eugeniae	(afrikaanse soort)					LC50/14d	2000	400	et al 1986
Perionyx excavatus	(aziatische soort)					LC50/14d	1064	213	
Allolobophora tuberculata						LC50/14d	3335	<u>667</u>	
dieren uit kweek: vocht 35%									

Diethylftalaat

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	132	132	Adema & Henzen 1990
						NOEC/14d/groei	32	32	
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									
Spinacia oleracea (spinazie)	potgrond		2 [*]		24	EC25/16d/groei	1	1	Herring & Bering 1988
	groei van kiemen; licht-donker 12-12 uur								
	water					EC27/13d/kieming	0.1	x	
	stof opgelost in water								
Pisum sativum (boon)	potgrond		2 [*]		24	EC20/16d/groei	1	1	Herring & Bering 1988
	groei van kiemen; licht-donker 12-12 uur								
	water					EC50/13d/kieming	0.1	x	
	stof opgelost in water								

Dibutylftalaat

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	>1000	>1000	Adema &
						NOEC/14d/groei	32	<u>32</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

(vervolg ftalaten)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp. C	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	------------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Spinacia oleracea (spinazie)	water stof opgelost in water					EC19/13d/kieming	0.1 %		Herring & Bering 1988
Pisum sativum (boon)	water stof opgelost in water					EC50/13d/kieming	0.1 %		

Di(2-ethyl)hexylftalaat

Planten

Spinacia oleracea (spinazie)	water stof opgelost in water					EC52/13d/kieming	0.1 %		Herring & Bering 1988
Pisum sativum (boon)	water stof opgelost in water					EC40/13d/kieming	0.1 %		

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei NOEC/14d/groei	>1000 >1000	>1000 >1000	Adema & Henzen 1990
----------------	------	-----	------------------	-----------------	----	----------------------------------	----------------	----------------	------------------------

vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208

B. CHO-verbindingen (diversen)

Benzaldehyde

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei NOEC/14d/groei	624 100	624 100	Adema & Henzen 1990
----------------	------	-----	------------------	-----------------	----	----------------------------------	------------	------------	------------------------

vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208

n-Butylacetaat

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei NOEC/14d/groei	1459 100	1459 100	Adema & Henzen 1990
----------------	------	-----	------------------	-----------------	----	----------------------------------	-------------	-------------	------------------------

vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208

iso-Butylalcohol

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei NOEC/14d/groei	366 100	366 100	Adema & Henzen 1990
----------------	------	-----	------------------	-----------------	----	----------------------------------	------------	------------	------------------------

vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208

Furaan

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei NOEC/14d/groei	617 320	617 320	Adema & Henzen 1990
----------------	------	-----	------------------	-----------------	----	----------------------------------	------------	------------	------------------------

vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208

VIIb Overige N-verbindingen

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result	M.B.	referentie
					°C		(mg/kg)	(mg/kg)	

Aceetanilide

Planten

Lectuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	33	33	Adema &
						NOEC/14d/groei	1	1	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Pyridine

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	203	203	Adema &
						NOEC/14d/groei	32	<u>32</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

1,2-Diaminobenzeen

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	21 [*]	21 [*]	Adema &
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

2,5-Diaminotolueensulfaat

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	>1000	>1000	Adema &
						NOEC/14d/groei	320	<u>320</u>	Henzen 1990
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Ethyleendiamide

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	.692	<u>692</u>	Hulzebos
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208 et al 1989									

Dipropylamide

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	370	<u>370</u>	Hulzebos
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208 et al 1989									

Dibutylamide

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	361	<u>361</u>	Hulzebos
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208 et al 1989									

(vervolg overige N-verbindingen)

soort	grondsoort	pH	% O.M.	% klei	temp.	effect/tijd/parameter	result (mg/kg)	M.B. (mg/kg)	referentie
-------	------------	----	--------	--------	-------	-----------------------	-------------------	-----------------	------------

Acrylamide

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	152	<u>152</u>	Hulzebos et al 1989
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Rhodamine (kleurstof)

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	32	32	Adema & Henzen 1990
						NOEC/14d/groei	10	<u>10</u>	
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

Trypan blue (kleurstof)

Planten

Lactuca sativa	OECD	7.8	1.4 ²	12 [*]	20	EC50/14d/groei	290	290	Adema & Henzen 1990
						NOEC/14d/groei	100	<u>100</u>	
vocht 25%; grond afkomstig uit oude beekbedding; voldoet aan OECD-richtlijn 208									

BIJLAGE III

Bepaling voorgestelde C-waarden

In deze bijlage staat per stof vermeld welke gegevens uit bijlage II zijn gebruikt en volgens welke procedure is gekomen tot een voorstel voor een C-waarde. De hier gebruikte gegevens zijn in bijlage II onderstreept. Tevens is in een aantal gevallen een C-waarde voor een groep gegeven. Deze waarde moet beschouwd worden als geldend voor een individuele stof uit een groep en kan m.n. gebruikt worden voor niet getoetste stoffen uit hier opgenomen groepen.

De vermelde toxiciteitsgegevens gelden voor een zgn. minimale bodem. Zij zijn hiertoe omgerekend op basis van de in bijlage II gegeven gehalten aan organische stof en lutum. In een aantal gevallen bleek in meerdere experimenten onderzoek aan dezelfde soort of dezelfde somparameter verricht te zijn. Hieruit is de meest relevante gekozen. Argumenten voor deze keuze kunnen afhankelijk van de stof of de getoetste parameter variëren. Het zou te ver voeren elke keuze uitvoerig te beargumenteren. Derhalve wordt een beperking aangebracht tot het weergeven van de belangrijkste grote lijnen (zie 2.2.2).

Toelichting bij onderstaande tabellen:

g.g. = geometrisch gemiddelde

* = g.g. van waarnemingen aan diverse bodems.

max = 'maximale bodem'

I METALEN

Ia Arseen

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
1 G. hirsutum L. *	NOEC	34.6
2 Gl. max L. merr *	NOEC	17.4

Bepaling C-waarde

Procedure 2a: 24.5 mg/kg (g.g. 1 en 2)

Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 25 mg/kg; max 70 mg/kg.

Ib Barium

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
Urease *	NOEC	530

Bepaling C-waarde

(Controle-)procedure 3a: 530 mg/kg (NOEC)

Voorgestelde C-waarde: 500 mg/kg; max 800 mg/kg.

Opmerking: een EC5 of lager wordt beschouwd als een niet significant effect; de 3 waarden waarvoor dit geldt, zijn gebruikt. De twee EC0-waarden bij een lagere concentratie zijn niet gebruikt.

Ic Cadmium

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
1 R. sativa *	NOEC	6.1
2 Graan *	NOEC	11.4
3a D. rubida	NOEC	75.4
3b L. rubellus	NOEC	8.1
3c E. andrei	NOEC	7.5
4 P. scaber	NOEC	4.5
5 O. cincta	NOEC	25.1
6 P. peltifer	NOEC	1.3
7 H. aspersa	NOEC	4.5

Bepaling C-waarde

Procedure 1a kan toegepast worden aangezien er 9 verschillende NOEC's zijn verdeeld over 7 verschillende groepen. Van 3a, 3b en 3c wordt het g.g. genomen. HC50: 6.9 mg/kg
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 7 mg/kg; max. 21 mg/kg.

Id Chroom

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
1 Graan *	NOEC	263
2 E. andrei	NOEC	243
3 CO ₂ -productie	EC50	154
4 Glutaminezuurafbraak	EC50	604
5 Urease *	EC50	351
6 Arylsulfatase *	EC50	113
7 Fosfatase *	EC50	2662

Bepaling C-waarde

a. procedure 2a: 253 mg/kg (g.g. 1 en 2)
b. controle procedure 1b: 79 mg/kg (HC50 3 t'm 7 gedeeld door 5)
Controle volgens procedure met hogere prioriteit; g.g. a en b: 141 mg/kg;
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 140 mg/kg; max 360 mg/kg.

Ie Cobalt

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
E. foetida	NOEC	92

Bepaling C-waarde

Procedure 3a: 92 mg/kg (NOEC)
Voorgestelde C-waarde: 90 mg/kg; max 155 mg/kg.

If Koper

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
1 Graan *	NOEC	161
2a D. rubida	NOEC	98.3
2b E. fetida	NOEC	49.1
2c L. rubellus	NOEC	21.1
2d A. caliginosa	NOEC	50
3 O. armatus	NOEC	1391
4 P. peltifer	NOEC	90
5 A. ater	NOEC	13.3

Bepaling C-waarde

De bepaling van de C-waarde voor koper kan volgens procedure 1a (de R.A.B.-methode met criterium HC50) verlopen aangezien er meer dan 5 NOEC's uit 5 verschillende groepen beschikbaar zijn. Het g.g. van de vier regenwormsoorten wordt als één NOEC gezien. HC50: 105 mg/kg
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 100 mg/kg; max. 330 mg/kg.

Ig Kwik

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
1 E. fetida	NOEC	2.7
2 A. ater	NOEC	8.2
3a Ademhaling	NOEC	23.1
3b Respiratie	NOEC	4.1
3c CO ₂ -productie *	NOEC	14.2
4 ATP	NOEC	1.4
5 Ammonificatie	NOEC	58.1

Bepaling C-waarde

a. de NOEC's 1 en 2 betreffen afwijkende criteria, nl. regeneratie en consumptie. Omdat er weinig gegevens zijn, worden zij toch gebruikt.
Procedure 2a: 4.7 mg/kg (g.g.)
b. controle procedure 2a: 9.6 mg/kg (g.g. van 3 (g.g. 3a, b en c), 4 en 5)
Controle op basis van meer gegevens; g.g. a en b: 6.7 mg/kg.
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem) 7 mg/kg; max. 13 mg/kg.

Ih Lood

<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
1 A. sativa	NOEC	120
2 R. sativa	NOEC	120
3a D. rubida	NOEC	493
3b L. rubellus	NOEC	162
4 P. scaber	NOEC	27
5 O. armatus	NOEC	735
6 P. peltifer	NOEC	288
7 A. ater	NOEC	671

Bepaling C-waarde

Procedure 1a: 206 mg/kg (HC50 van 1 t'm 7; g.g. 4a en b)
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 200 mg/kg; max 455 mg/kg.

Ii Molybdeen

Bepaling C-waarde

Voor molybdeen valt niet volgens een standaardprocedure tot een voorstel voor een C-waarde te komen. De beschikbare gegevens schieten hiervoor te kort. Er is hier sprake van gegevens, die niet in een NO(L)EC of E(L)C50 zijn uitgedrukt (procedure 3d). Een extra probleem is dat voor molybdeen geen bodemtypecorrectie beschikbaar is. Uit de weinige gegevens blijkt dat bij 480 mg/kg enige effecten optreden. Echter ook bij 48 mg/kg komen geringe effecten voor. Op grond hiervan is het niet mogelijk een concreet voorstel voor een C-waarde te geven. Er kan slechts op gewezen worden dat een C-waarde voor molybdeen in ieder geval ruim beneden 480 mg/kg dient te liggen.

Ij Nikkel

soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
1a L. rubellus	NOEC	28
1b E. foetida	NOEC	100
2 Ademhaling	EC50	4738
3 Glutaminezuuraafbraak	EC50	386
4 Urease *	EC50	514
5 Arylsulfatase *	EC50	249
6 Fosfatase *	EC50	921

Bepaling C-waarde:

a. procedure 3a: 52.9 mg/kg (g.g. 1a en 1b)

b. controle procedure 1b: 147 mg/kg (HC50 2 t'm 6 gedeeld door 5)

De controle is uitgevoerd op basis van een procedure met een hogere prioriteit. De C-waarde wordt derhalve bepaald door het g.g. van a. en b.: 88.2 mg/kg

Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 90 mg/kg; max. bodem 360 mg/kg.

Ik Tin

Voor dit metaal zijn geen bruikbare gegevens beschikbaar op basis waarvan een ecotoxicologisch onderbouwde C-waarde voorgesteld kan worden.

II Zink

soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
1 E. fetida	NOEC	618
2 P. scaber	NOEC	1236
3 Ademhaling	EC50	1007
4 Urease *	EC50	190
5 Arylsulfatase *	EC50	1680
6 Fosfatase *	EC50	724

Bepaling C-waarde

a. procedure 2a: 874 mg/kg (g.g. 1 en 2)

b. controle procedure 2b: 139 mg/kg (g.g. 3, 4, 5 en 6 gedeeld door 5)

Bij de controle zijn meer gegevens gebruikt; g.g. van a en b: 349 mg/kg.

Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 350 mg/kg; max. bodem 1250.

II ANORGANISCHE VERBINDINGEN

Voor deze groep zijn geen bruikbare gegevens beschikbaar op basis waarvan ecotoxicologisch onderbouwde C-waarden vastgesteld kunnen worden.

III AROMATISCHE VERBINDINGEN

IIIa (Nitro-)fenolen en overige OH-verbindingen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Fenol	1a A. tuberculata	LC50	90
	1b E. fetida	LC50	80
	Procedure 3c: 8.5 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 8 mg/kg; max 130 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg (nitro-)fenolen)			
m-Cresol	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
o-Cresol	L. sativa	NOEC	32
	Procedure 3a: 32 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		
p-Nitrofenol	1a A. tuberculata	LC50	11
	1b E. fetida	LC50	7.6
	Procedure 3c: 0.9 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde 1 mg/kg; max 15 mg/kg.		
m-Nitrofenol	Algen	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
2,4-Dinitro-fenol	Algen	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
Tolueen	1 L. sativa	NOEC	100
	2 E. fetida	NOEC	9.9
	Procedure 2a: 31.5 mg/kg (g.g. 1 en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		
4-Nonylfenol	L. sativa	EC50	625
	Procedure 3b: 125 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 125 mg/kg; max 1875 mg/kg.		
Thiofenol	L. sativa	EC50	198
	Procedure 3b: 39.6 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 40 mg/kg; max 600 mg/kg.		
β-Naftol	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 50 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Er zijn twee verwante groepen te onderscheiden. Dit zijn de cresolen en de nitro-fenolen. Voor elk van beide groepen wordt een C-waarde voor een individuele stof bepaald door het geometrisch gemiddelde van de afzonderlijke stoffen te nemen.

Voorgestelde C-waarde voor een cresol: 6 mg/kg (minimale bodem); max 90 mg/kg.

Voorgestelde C-waarde voor een nitrofenol: 4.6 mg/kg (minimale bodem); max 70 mg/kg.

IIIb (Nitro-)benzenen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Nitrobenzeen	1a A. tuberculata	LC50	72
	1b E. fetida	LC50	64
	Procedure 3c: 6.8 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde 7 mg/kg; max 100 mg/kg		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg (nitro-)benzenen)			
Benzeen	Hydrozoa	LC50	34 mg/l
	Crustacea *	LC50	42
	Insecta *	LC50	46
	Mollusca	LC50	74
	Vissen *	LC50	61
	Amphibia *	LC50	265
Alle in bijlage II vermelde aquatische gegevens zijn gebruikt; derhalve is hier volstaan met het weergeven van de groepswaarden.			
Procedure 4 (1c): 6.5 mg/l (HC50/10); voor de omrekening naar terrestrisch milieu is bepaling van de K_{oc} nodig:			
$K_{oc} = 0.5 * f_{oc} * K_{ow}$; $K_{ow} = 10^{2.13}$ (Leo et al., 1971);			
f_{oc}^P = fractie organisch koolstof (0.58 * percentage organische stof); voor een minimale bodem geldt:			
$f_{oc} = 0.0116$; $K_{oc} = 0.78$.			
Voorgestelde C^P waarde: $0.78 * 6.5 = 5$ mg/kg; max 75 mg/kg.			

IIIc Restgroep aromatische verbindingen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Bifenyl	L. sativa	NOEC	32
	Procedure 3: 32 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		

IV Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Fluoreen	1a A. tuberculata	LC50	41.6
	1b E. fetida	LC50	34.6
	Procedure 3c: 3.8 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 4 mg/kg; max 60 mg/kg.		
Naftaleen	De voorgestelde C-waarde wordt ontleend aan het geometrisch gemiddelde van de omgerekende aquatische gegevens (procedure 4): 6 mg/kg; max 100 mg/kg.		
Fenantreen	De voorgestelde C-waarde wordt ontleend aan het geometrisch gemiddelde van de omgerekende aquatische gegevens (procedure 4): 20 mg/kg; max 300 mg/kg.		

Voor de PAK's waarvoor slechts 1 aquatische NOEC beschikbaar was, is er vanaf gezien een C-waarde voor te stellen.

Bepaling C-waarde groep

Het geometrisch gemiddelde van de PAK's waarvoor een individuele C-waarde is voorgesteld, vormt de basis voor een C-waarde voor zowel het totaal aan de 10 PAK's uit de huidige Leidraad bodemsanering, als voor een individuele PAK (die niet tot deze 10 behoort): 7.8 mg/kg. Hierop wordt in deel I in de discussie (4.2.2.) nader ingegaan.

Voorgestelde C-waarde (minimale bodem) 8 mg/kg; max 120 mg/kg.

V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN

Va Gechloreerde alifatische koolwaterstoffen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Chlooraceetamide	1a E. andrei *	LC50	7.8
	1b E. albidus	LC50	0.8
	Procedure 3c: 0.25 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.25 mg/kg; max 4 mg/kg.		
2-Chloorethyl-vinylether	E. fetida	LC50	148
	Procedure 3c: 14.8 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 15 mg/kg; max 220 mg/kg.		
Tetrachloor-ethyleen	E. fetida	NOEC	2.8
	Procedure 3a: 2.8 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
1,2-Dichloor-propaan	1a A. tuberculata	LC50	854
	1b E. fetida	LC50	848
	Procedure 3c: 85 mg/kg (g.g. 1a en 1b gedeeld door 10)		
	Voorgestelde C-waarde: 85 mg/kg; max 1275 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Een C-waarde voor een individule stof uit de groep wordt bepaald door het geometrisch gemiddelde van de individuele C-waarden te bepalen: 5.6 mg/kg.
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 6 mg/kg; max 90 mg/kg.

Vb (Chloor)-anilinen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Aniline	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg		
2-Monochloor-aniline	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg		
3-Monochloor-aniline	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg		
4-Monochloor-aniline	1 ATP-gehalte	NOEC	12.9
	2 O ₂ -verbruik	NOEC	25.3
	3 CO ₂ -productie	NOEC	2.5
	(controle)-procedure 2a: 9.3 mg/kg (g.g. 1, 2 en 3)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
2,4-Dichloor-aniline	1a E. andrei *	LC50	89.5
	1b L. rubellus *	LC50	79.5
	Procedure 3c: 8.4 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 8 mg/kg; max 120 mg/kg.		
3,4-Dichloor-aniline	L. sativa	NOEC	1
	Procedure 3a: 1 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 1 mg/kg; max 15 mg/kg		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg (chloor)-anilinen)			
3,5-Dichloor-aniline	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
2,4,5-Tri-chlooraniline	L. sativa	EC50	17
	Procedure 3b: 3.4 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
2,4,6-Tri-chlooraniline	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
2,3,4,5-Tetra-chlooraniline	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
2,3,4,6-Tetra-chlooraniline	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
Pentachloor-aniline	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Binnen de anilinen kunnen een aantal subgroepen onderscheiden worden. De C-waarden voor individuele stoffen uit deze groepen worden bepaald door het geometrisch gemiddelde van de afzonderlijke C-waarden te berekenen. Vervolgens kan op dezelfde wijze een C-waarde voor de gehele groep chlooranilinen (dus zonder aniline) bepaald worden.

Groep	Voorgestelde C-waarde (mg/kg)	max (mg/kg)
Aniline	10	150
Monochlooranilinen	7	100
Dichlooranilinen	3	45
Trichlooranilinen	5	80
Tetrachlooranilinen	5	80
Pentachlooraniline	10	150
Chlooranilinen (totaal)	6	90

Vc Chloorfenolen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
2-Monochloor-fenol	L. sativa	EC50	43
	Procedure 3b: 8.6 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 9 mg/kg; max 130 mg/kg.		
3-Monochloor-fenol	1a E. andrei *	LC50	43.0
	1b L. terrestris *	LC50	81.5
	Procedure 3c: 5.9 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 6 mg/kg; max 90 mg/kg.		
2,4-Dichloor-fenol	L. sativa	EC50	53
	Procedure 3b: 10.6 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg chloorfenolen)			
3,4-Dichloor-fenol	1a E. andrei *	LC50	61.4
	1b L. terrestris *	LC50	121.8
	Procedure 3c: 8.6 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 9 mg/kg; max 130 mg/kg		
3,5-Dichloor-fenol	L. sativa	EC50	32
	Procedure 3b: 6.4 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 6 mg/kg; max 100 mg/kg.		
2,3,5-Tri-chloorfenol	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 50 mg/kg.		
2,4,5-Tri-chloorfenol	1a E. andrei *	LC50	21.5
	1b L. terrestris *	LC50	108.6
	Procedure 3c: 4.8 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 5 mg/kg; max 70 mg/kg		
2,4,6-Tri-chloorfenol	1a E. fetida	LC50	11.6
	1b A. tuberculata	LC50	21.6
	Procedure 3c: 1.6 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 2 mg/kg; max 25 mg/kg		
2,3,4,5-Tetra-chloorfenol	1a E. andrei *	LC50	58.6
	1b L. terrestris *	LC50	282
	Procedure 3c: 12.9 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 13 mg/kg; max 200 mg/kg		
Pentachloor-fenol	1 A. sativa	NOEC	3.5
	2 L. sativa	NOEC	0.32
	3 E. fetida	NOEC	1.7
	Procedure 2a: 1.2 mg/kg (g.g. 1, 2 en 3)		
	Voorgestelde C-waarde: 1 mg/kg; max 15 mg/kg.		
4-Chloor-2-methylfenol	L. sativa	EC50	66
	Procedure 3b: 13 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 15 mg/kg; max 200 mg/kg.		
4-Chloor-3-methylfenol	L. sativa	EC50	66
	Procedure 3b: 13 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 15 mg/kg; max 200 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Binnen de Chloorfenolen kunnen een aantal subgroepen onderscheiden worden. De C-waarden voor individuele stoffen uit deze groepen worden bepaald door het geometrisch gemiddelde van de afzonderlijke C-waarden te berekenen. Vervolgens kan op dezelfde wijze een C-waarde voor de gehele groep Chloorfenolen bepaald worden. De stoffen 4-Chloor-2-methylfenol en 4-Chloor-3-methylfenol zijn vanwege hun afwijkend karakter buiten deze berekening gelaten.

Groep	Voorgestelde C-waarde (mg/kg)	max (mg/kg)
Monochloorfenolen	7	110
Dichloorfenolen	8	120
Trichloorfenolen	3	45
Tetrachloorfenolen	13	200
Pentachloorfenol	1	15
Chloorfenolen (totaal)	5	70

Vd Chloorbenzenen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
1,4-Dichloorbenzeen	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
1,2,3-Tri-chloorbenzeen	1 L. sativa	NOEC	1
	2 E. andrei *	NOEC	23.7
	Procedure 2a: 4.9 mg/kg (g.g. 1 en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 5 mg/kg; max 75 mg/kg.		
1,2,4-Tri-chloorbenzeen	1a A. tuberculata	LC50	50.2
	1b E. fetida	LC50	39.4
	Procedure 3c: 4.4 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 4 mg/kg; max 60 mg/kg.		
1,3,5-Tri-chloorbenzeen	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
1,2,3,4-Tetra-chloorbenzeen	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
1,2,3,5-Tetra-chloorbenzeen	L. sativa	NOEC	0.5
	Procedure 3a: 0.5 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.5 mg/kg; max 10 mg/kg.		
Pentachloorbenzeen	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
Hexachloorbenzeen	L. sativa	NOEC	100
	Procedure 3a: 100 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 100 mg/kg; max 1500 mg/kg.		
1-Chloor-2-nitrobenzeen	L. sativa	NOEC	1
	Procedure 3a: 1 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 1 mg/kg; max 15 mg/kg.		
1-Chloor-3-nitrobenzeen	L. sativa	NOEC	3.2
	Procedure 3a: 3.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Binnen de Chloorbenzenen kunnen een aantal subgroepen onderscheiden worden. De C-waarden voor deze groepen worden bepaald door het geometrisch gemiddelde van de afzonderlijke C-waarden te berekenen. Vervolgens kan op dezelfde wijze een C-waarde voor de gehele groep Chloorbenzenen bepaald worden. De Chloor-nitrobenzenen zijn vanwege hun afwijkend karakter buiten de berekening van de C-waarde voor de totale groep Chloorbenzenen gelaten.

Groep	Voorgestelde C-waarde (mg/kg)	max (mg/kg)
Dichloorbenzenen	10	150
Trichloorbenzenen	6	90
Tetrachloorbenzenen	2	30
Pentachloorbenzeen	10	150
Hexachloorbenzeen	100	1500
Chloorbenzenen (totaal)	10	150
Chloor-nitrobenzenen	2	30

Ve PCB's

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Aroclor 1254	1. P. promelas	NOEC	25
	2. U. minax	NOLC	31
	3. C. septempinosa	NOLC	3.4
	Procedure 4 (2a): 13.8 mg/kg (gegevens vanuit aquatisch milieu omgerekend; g.g. van 1, 2 en 3)		
	Voorgestelde C-waarde: 14 mg/kg; max 200 mg/kg.		

Vf Restgroep gechlloreerde koolwaterstoffen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Dioxine (2,3,7,8-TCDD)	1 A. caliginosa	NOLC	1.9
	2 Fauna (algemeen)	NOEC	0.0015
	Procedure 2a: 0.05 mg/kg (g.g. 1 en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.05 mg/kg; max 0.75 mg/kg		

VI BESTRIJDINGSMIDDELEN

Via Hooggechlloreerde bestrijdingsmiddelen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Aldrin	1 F. candida	NOLC	0.1
	2 P. melanarius	NOLC	0.05
	Procedure 2a: 0.07 mg/kg (g.g. 1 en 2);		
	Voorgestelde C-waarde 0.07 mg/kg; max. 1.1 mg/kg.		
DDT	¹ G. pennsylvanicus	LC50	2.5
	Procedure 3c, C-waarde: 0.25 mg/kg (2.5/10);		
	Voorgestelde C-waarde 0.25 mg/kg; max 4 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen)			
Dieldrin	1 F. candida	NOLC	0.1
	2 Bacteriën *	NOEC	8.2
	3 Respiratie	NOEC	6.9
	4 Invertase	NOEC	6.9
	5 Amylase	NOEC	6.9
	a. procedure 3a: 0.1 mg/kg (NOLC);		
	b. controle procedure 2a (g.g. 2, 3, 4 en 5): 7.2 mg/kg		
	G.g. a en b: 0.8 mg/kg		
	Voorgestelde C-waarde 0.8 mg/kg; max 12 mg/kg.		
Endosulfan	1a E. andrei	LC50	1.3
	1b L. rubellus	LC50	1.6
	Procedure 3c: 0.15 mg/kg (g.g. van 1a en 1b/10);		
	Voorgestelde C-waarde 0.15 mg/kg; max 2.2 mg/kg.		
Endrin	F. candida	NOLC	0.01
	Procedure 3a: 0.01 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde 0.01 mg/kg; max 0.15 mg/kg.		
Heptachloor	1a F. candida	NOLC	0.1
	1b O. justii porteri	NOLC	1.0
	1c H. armata	NOLC	1.0
	2 P. melanarius	NOLC	0.01
	Procedure 2a: 0.07 mg/kg (g.g. 1 (g.g. 1a, 1b en 1c) en 2)		
	Voorgestelde C-waarde 0.07 mg/kg; max 1.1 mg/kg.		
Heptachloor epoxide	1a F. candida	NOLC	0.001
	1b O. justii porteri	NOLC	0.5
	1c H. armata	NOLC	1.0
	Procedure 3a: 0.08 mg/kg (g.g. 1a, 1b en 1c)		
	Voorgestelde C-waarde 0.08 mg/kg; max 1.2 mg/kg.		
Chloordaan	1 F. candida	NOLC	1.0
	2 Respiratie	NOEC	6.9
	3 Invertase	NOEC	6.9
	4 Amylase	NOEC	6.9
	a. procedure 3a: 1.0 mg/kg (NOLC)		
	b. controle procedure 2a: 6.9 mg/kg (g.g. van 2, 3 en 4)		
	G.g. a en b: 2.6 mg/kg		
	Voorgestelde C-waarde: 2.5 mg/kg; max 40 mg/kg.		
Isobenzan	F. candida	NOLC	0.005
	Procedure 3a: 0.005 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde 0.01 mg/kg; max 0.15 mg/kg.		
Lindaan	1a L. rubellus	NOEC	5.9
	1b L. terrestris	NOEC	2.3
	2 F. candida	NOLC	0.05
	Procedure 2a: 0.43 mg/kg (g.g. 1 (g.g. 1a en 1b) en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.4 mg/kg; max 6 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Voor bepaling van een C-waarde voor een individuele stof uit de groep Hooggechloreerde bestrijdingsmiddelen wordt eerst het geometrisch gemiddelde berekend van de C-waarden voor stoffen (DDT, Endosulfan, Endrin, Heptachloor epoxide en Isobenzan) die op 1 organisme of groep organismen gebaseerd zijn: 0.05 mg/kg. De C-waarde is de HC50 op grond van de C-waarden voor de overige stoffen en deze waarde: 0.24 mg/kg.
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 0.25 mg/kg; max. 4 mg/kg.

VIb Benzimidazolen

<u>stof</u>	<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie</u>
Benomyl	1a E. andrei	NOEC	0.25
	1b L. terrestris	NOEC	0.1
	1c A. caliginosa	NOEC	0.05
	2a F. candida	NOLC	1
	2b O. justus porteri	NOLC	1
	2c H. armata	NOLC	1
	Procedure 2a: 0.33 mg/kg (g.g. 1 (g.g. 1a, b en c) en 2 (g.g. 2a, b en c))		
	Voorgestelde C-waarde 0.3 mg/kg; max 4.5 mg/kg.		
Carbendazim	1 L. sativa	NOEC	32
	2a E. fetida	NOEC	0.4
	2b E. andrei	NOEC	0.5
	Procedure 2a: 3.8 mg/kg (g.g. 1 en 2 (g.g. 2a en 2b))		
	Voorgestelde C-waarde: 4 mg/kg; max 60 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Het geometrisch gemiddelde van de waarden voor de twee stoffen is bepalend voor een C-waarde voor een individuele stof uit de groep Benzimidazolen: 1.1 mg/kg. Voorgestelde C-waarde (minimale bodem) 1.1 mg/kg; max 16 mg/kg.

VIc Triazinen

<u>stof</u>	<u>soort/parameter</u>	<u>eenheid</u>	<u>concentratie (mg/kg)</u>
Atrazin	1 E. eugeniae	NOLC	32
	2a T. granulata	NOLC	67
	2b F. candida	NOLC	40
	2c O. armatus	NOEC	10
	2d O. apuanicus	NOEC	10
	3 Mijten	NOEC	1.3
	4 Bacteriën	NOEC	52.6
	5 Schimmels	NOEC	52.6
	6 Actinomyceten	NOEC	52.6
	7 Micro-org. totaal*	NOEC	4.6
	8 ATP- gehalte	NOEC	125
	9 CO ₂ -productie	NOEC	125
	10 FDA-hydrolyse	NOEC	125
	11 Nitrificatie	NOEC	10
	12 Denitrificatie *	NOEC	48
	13 Respiratie	NOEC	6.9
	14 Invertase	NOEC	6.9
	15 Amylase	NOEC	6.9

(vervolg atrazin)

- a. procedure 2a: 9.8 mg/kg (g.g. 1, 2 (g.g. 2a, 2b en 2c) en 3)
- b. controle procedure 1a: 27.7 mg/kg (HC50 4 t'm 15)
- G.g. a en b: 16.5 mg/kg
- Voorgestelde C-waarde: 17 mg/kg; max. 250 mg/kg.

Bepaling C-waarde groep

Omdat slechts één stof van de groep der Triazinen gebruikt kon worden, is het niet goed mogelijk een C-waarde voor een individuele stof uit de gehele groep te bepalen. De C-waarde voor Atrazin kan als een indicatie hiervoor gezien worden.

Vld Organofosfaten

A. niet gechloreerd

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Azinfosmethyl	1. L. sativa	NOEC	100
	2. F. candida	NOLC	0.5
	Procedure 2a: 7.1 mg/kg (g.g. 1 en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 7 mg/kg; max 100 mg/kg.		
Dasanit	F. candida	NOLC	0.05
	Procedure 3a: 0.05 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.05 mg/kg; max 0.75 mg/kg.		
Dialifos	1a E. andrei	LC50	26.6
	1b L. terrestris	LC50	30.2
	Procedure 3c: 2.8 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max. 40 mg/kg.		
Diazinon	1 F. candida	LC50	0.22
	2 G. pennsylvanicus*	LC50	0.52
	3 E. notata	LC50	0.36
	4a T. quadristriatus	LC50	2.7
	4b A. dorsale	LC50	4.7
	4c F. melanaria	LC50	6.7
	Procedure 1c (6 eenduidige gegevens van 4 typen; g.g. 4a, b en c): 0.065 mg/kg (HC50/10)		
Disulfoton	Voorgestelde C-waarde: 0.07 mg/kg; max 1.1 mg/kg.		
	F. candida	NOLC	0.05
	Procedure 3a: 0.05 mg/kg (NOLC)		
Penitrothion	Voorgestelde C-waarde: 0.05 mg/kg; max 0.75 mg/kg.		
	F. candida	NOLC	0.1
	Procedure 3a: 0.1 mg/kg (NOLC)		
Pensulfothion	Voorgestelde C-waarde: 0.1 mg/kg; max 1.5 mg/kg.		
	P. melanarius	NOLC	0.1
	Procedure 3a: 0.1 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.1 mg/kg; max 1.5 mg/kg		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg niet-gechloreerde organofosfaten)			
Leptofos	1a <i>F. candida</i>	NOLC	1.0
	1b <i>O. justii</i> porter	NOLC	5.0
	1c <i>H. armata</i>	NOLC	5.0
	2 Respiratie	NOEC	6.9
	3 Invertase	NOEC	6.9
	4 Amylase	NOEC	6.9
	a. procedure 3a: 2.9 mg/kg (g.g. 1a, 1b en 1c)		
	b. controle procedure 2a: 6.9 mg/kg (g.g. 2, 3 en 4)		
	G.g. a en b: 4.5 mg/kg		
	Voorgestelde C-waarde: 5 mg/kg; max 70 mg/kg.		
Malathion	1 Nitrificatie	NOEC	10
	2 Urease	NOEC	50
	3 Invertase	NOEC	6.9
	(Controle-) procedure 2a: 15 mg/kg (g.g. 1, 2 en 3)		
	Voorgestelde C-waarde: 15 mg/kg; max 225 mg/kg.		
	De C-waarde kan een vertekend beeld geven omdat de waarde volledig op somparameters voor microbiële activiteit gebaseerd is en er geen bruikbare gegevens voor individuele soorten beschikbaar zijn.		
Methamidofos	1a <i>L. terrestris</i>	LC50	19.1
	1b <i>E. fetida</i>	LC50	3.4
	Procedure 3c: 0.8 mg/kg (g.g. 1a en 1b gedeeld door 10)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.8 mg/kg; max 12 mg/kg.		
Methaphenamifos	<i>E. andrei</i>	LC50	63.6
	Procedure 3c: 6.36 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde 6 mg/kg; max 90 mg/kg.		
Methidathion	1a <i>L. terrestris</i>	LC50	1.3
	1b <i>E. andrei</i>	LC50	0.72
	Procedure 3c: 0.1 mg/kg (g.g. 1a en 1b gedeeld door 10)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.1 mg/kg; max 1.5 mg/kg.		
Methylparathion	<i>F. candida</i>	NOLC	0.1
	Procedure 3a: 0.1 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.1 mg/kg; max 1.5 mg/kg.		
Mevinfos	<i>G. pennsylvanicus</i>	LC50	26
	Procedure 3c: 2.6 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde 3 mg/kg; max 40.		
Monocrotofos	<i>L. mauritii</i>	LC50	15.2
	Procedure 3c: 1.52 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 1.5 mg/kg; max 22 mg/kg.		
Parathion	1 Algen	NOEC	5
	2 <i>E. andrei</i>	NOEC	1.25
	3 <i>F. candida</i>	NOLC	0.05
	Procedure 2a: 0.68 mg/kg (g.g. 1, 2 en 3)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.7 mg/kg; max 10 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg niet-gechloreerde organofosfaten)			
Phoraat	1a F. candida	NOLC	0.001
	1b O. justii porteri	NOLC	0.001
	1c H. armata	NOLC	0.01
	2 P. melanarius	NOLC	0.01
	3 Denitrificatie	NOEC	50
	4 Invertase	NOEC	6.9
	5 Amylase	NOEC	6.9
	a. procedure 2a: 0.0045 mg/kg (g.g. 1 (g.g. 1a, b en c) en 2)		
	b. controle procedure 2a: 13.35 mg/kg (g.g. 3, 4 en 5)		
	Bij controle 3 typen gegevens en bij standaardprocedure 2; g.g. a en b: 0.25 mg/kg		
	Voorgestelde C-waarde: 0.25 mg/kg; max 4 mg/kg.		
Terbufos	1a L. terrestris	LC50	0.8
	1b E. fetida	LC50	1.3
	Procedure 3c: 0.1 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde 0.1 mg/kg; max 1.5 mg/kg.		
Triazofos	1a L. terrestris	LC50	36.5
	1b E. andrei	LC50	23.2
	Procedure 3c: 2.9 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Voor bepaling van een C-waarde voor een individuele stof uit de groep niet-gechloreerde Organofosfaten wordt eerst het geometrisch gemiddelde berekend van de C-waarden voor stoffen, die op 1 organisme (of groep organismen) gebaseerd zijn en die alleen d.m.v. een controle-procedure bepaald zijn: 0.51 mg/kg. De C-waarde is de HC50 op grond van de C-waarden voor de overige stoffen en deze waarde: 0.79 mg/kg.
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 0.8 mg/kg; max. 12 mg/kg.

B. gechloreerd

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Chloorfeninfos	1a F. candida	NOLC	0.1
	1b O. justii porteri	NOLC	0.5
	1c H. armata	NOLC	20
	2 P. melanarius	NOLC	5
	Procedure 2a: 2.2 mg/kg (g.g. 1 (g.g. 1a, 1b en 1c) en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 2 mg/kg; max 30 mg/kg.		
Chloorpyrifos	F. candida	NOLC	0.05
	Procedure 3a: 0.05 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.05 mg/kg; max 0.75 mg/kg.		
Dichloorvos	L. mauritii	LC50	14.9
	Procedure 3c: 1.49 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 1.5 mg/kg; max 22 mg/kg.		
Tetrachloorinfos	P. melanarius	NOLC	0.4
	Procedure 3a: 0.4 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.4 mg/kg; max 6 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg gechloreerde organofosfaten)			
Trichloorfon	G. pennsylvanicus	LC50	14.8
	Procedure 3c: 1.48 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 1.5 mg/kg; max 25 mg/kg.		
Zinofos	F. candida	NOLC	0.01
	Procedure 3a: 0.01 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.01 mg/kg; max 0.15 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Voor bepaling van een C-waarde voor een individuele stof uit de groep gechloreerde Organofosfaten wordt eerst het geometrisch gemiddelde berekend van de C-waarden voor stoffen, die op 1 organisme of groep organismen gebaseerd zijn: 0.21 mg/kg. De C-waarde is het geometrisch gemiddelde op grond van de C-waarden voor de overige stoffen (hier alleen Chloorfenvinfos) en deze waarde: 0.6 mg/kg.

Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 0.6 mg/kg; max. 9 mg/kg.

Vie Carbamoyl-oximen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Aldicarb	1a L. terrestris	LC50	4.5
	1b E. fetida	LC50	0.7
	1c A. chlorotica	LC50	3.5
	2 F. candida	NOLC	0.05
	a. procedure 3c: 0.22 mg/kg (g.g. 1a, b en c/10)		
	b. controle procedure 3a: 0.05 mg/kg (2, NOLC)		
	a en b volgens een vergelijkbare procedure; bij a meer gegevens gebruikt, bij b een lagere uitkomst: g.g. a en b 0.1 mg/kg		
	Voorgestelde C-waarde: 0.1 mg/kg; max 1.5 mg/kg.		
Methomyl	1a F. candida	NOLC	0.1
	1b O. justus porteri	NOLC	0.5
	1c H. armata	NOLC	0.5
	2 P. melanarius	NOLC	0.1
	Procedure 2: 0.2 mg/kg (g.g. 1 (g.g. 1a, b en c) en 2)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.2 mg/kg; max 3 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Het geometrisch gemiddelde van beide individuele stoffen bepaalt de C-waarde voor een individuele stof uit de groep van Carbamoyl-oximen; g.g.: 0.14 mg/kg. Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 0.15 mg/kg; max 2 mg/kg.

Vif Dithiocarbamaten

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Maneb	1 A. chlorotica	LC50	43.9
	2 Respiratie	NOEC	6.9
	3 Invertase	NOEC	6.9
	4 Amylase	NOEC	6.9
	a. procedure 3c: 4.39 mg/kg (LC50/10)		
	b. controle procedure 2a: 6.9 (g.g. 2, 3 en 4)		
	G.g. a en b: 5.5 mg/kg.		
	Voorgestelde C-waarde: 6 mg/kg; max 90 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg dithiocarbamaten)			
Thiram	1 Respiratie	NOEC	6.9
	2 Invertase	NOEC	6.9
	3 Amylase	NOEC	6.9
	(Controle-)procedure 2a: 6.9 mg/kg (g.g. 1, 2 en 3) Voorgestelde C-waarde 7 mg/kg; max 100 mg/kg.		
Zineb	ATP-gehalte	NOEC	12.9
	(Controle-)procedure 3a: 12.9 mg/kg (NOEC),		
	Voorgestelde C-waarde 13 mg/kg; max 200 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Het geometrisch gemiddelde van de individuele stoffen bepaalt de C-waarde voor een individuele stof uit de groep van Dithiocarbamaten.

G.g.: 8.2 mg/kg. Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 8 mg/kg;
max 120 mg/kg.

VIg Pyrimidinen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Bupirimaat	1a E. andrei	LC50	67.6
	1b L. terrestris	LC50	17.9
	Procedure 3: 3.48 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde 3.5 mg/kg; max 50 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Omdat slechts een stof van de groep der Pyrimidinen gebruikt kon worden, is het niet goed mogelijk een C-waarde voor een individuele stof uit de Pyrimidinengroep te bepalen. De C-waarde voor Bupirimaat kan als een indicatie hiervoor gezien worden.

IIIh Quats

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Chloornequat-chloride	1a L. terrestris	LC50	160
	1b E. foetida	LC50	184
	Procedure 3c: 17.2 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 17 mg/kg; max 250 mg/kg.		
Paraquat	1a L. terrestris	LC50	69.6
	1b E. foetida	LC50	80
	Procedure 3c: 7.46 mg/kg (g.g. 1a en b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 7.5 mg/kg; max 110 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Het geometrisch gemiddelde van beide individuele stoffen bepaalt de C-waarde voor een individuele stof uit de groep van Quats; g.g.: 11.3 mg/kg.
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 11 mg/kg; max 170 mg/kg.

VII. Carbamaten

Niet voor alle in bijlage II opgenomen Carbamaten zijn de gegevens voldoende bruikbaar om een C-waarde te kunnen bepalen. Hieronder zijn alleen de stoffen opgenomen, waarvoor dit wel mogelijk is.

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Arasan	L. sativa	EC50	54
	Procedure 3b: 10.8 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 160 mg/kg.		
Carbaryl	1 Algen	NOEC	25
	2a L. terrestris	NOLC	0.4
	2b A. caliginosa	NOLC	0.4
	2c A. chlorotica	NOLC	0.4
	3 F. candida	NOLC	0.1
	Procedure 2a: 1.0 mg/kg (g.g. 1, 2 (g.g. 2a, b en c) en 3)		
	Voorgestelde C-waarde: 1 mg/kg; max 15 mg/kg.		
Carbofuran	1 A. caliginosa	NOEC	0.1
	2a F. candida	NOLC	0.01
	2b H. armata	NOLC	0.1
	2c O. justus porteri	NOLC	0.5
	3 P. melanarius	NOLC	0.05
	4 A. avenae	NOLC	15
	Procedure 1a: 0.28 mg/kg (HC50 van 1, 2 (g.g. 2a, b en c), 3 en 4))		
	Voorgestelde C-waarde: 0.3 mg/kg; max 4.5 mg/kg.		
Ethiofencarb	E. andrei	LC50	52.4
	Procedure 3c: 5.2 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 5 mg/kg; max 75 mg/kg.		
Mercaptodimethur	E. foetida	LC50	25.8
	Procedure 3c: 2.6 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 2.5 mg/kg; max 40 mg/kg.		
Hexacarbaat	F. candida	NOLC	0.5
	Procedure 3a: 0.5 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.5 mg/kg; max 7.5 mg/kg.		
Propoxur	1a E. andrei	LC50	2
	1b L. terrestris	LC50	0.9
	Procedure 3c: 0.13 mg/kg (g.g. 1a en 1b gedeeld door 10)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.15 mg/kg; max 2 mg/kg.		
Fenmidifam	E. andrei	NOEC	0.2
	Procedure 3a: 0.2 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.2 mg/kg; max 3 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Voor bepaling van de C-waarde voor een individuele stof uit de groep Carbamaten wordt eerst het geometrisch gemiddelde berekend van de C-waarden voor stoffen die op 1 organisme of groep organismen gebaseerd zijn: 1.1 mg/kg. De C-waarde is het g.g. op grond van de C-waarden voor de overige stoffen en deze waarde: 0.69 mg/kg.

Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 0.7 mg/kg; max. 10 mg/kg.

VIj Restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Bentazon	1 Nitrosomas	NOEC	5.9
	2 Nitrobacter	NOEC	5.9
	3 Sulfaat-red.	NOEC	5.9
	4 Cellulol. org.	NOEC	0.6
	(Controle-)procedure 2a: 3.3 mg/kg (g.g. 1, 2, 3 en 4) Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 50 mg/kg.		
Calciumcyanamid	1a L. terrestris	LC50	21.6
	1b E. foetida	LC50	23
	Procedure 3c: 2.2 mg/kg (g.g. 1a en 1b gedeeld door 10) Voorgestelde C-waarde: 2 mg/kg; max 30 mg/kg.		
Captafol	E. andrei	LC50	99
	Procedure 3c: 9.9 mg/kg (LC50/10) Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
Captan	1a E. andrei	LC50	122
	1b L. terrestris	LC50	41.2
	2 ATP-gehalte	NOEC	12.9
	3 Respiratie	NOEC	6.9
	4 Denitrificatie *	NOEC	2.5
	5 Invertase	NOEC	6.9
	6 Amylase	NOEC	6.9
	a. procedure 3c: 7 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	b. controle procedure 1a: 6.4 mg/kg (HC50 van 2 t'm 6)		
	G.g. a en b: 6.7 mg/kg Voorgestelde C-waarde: 7 mg/kg; max 100 mg/kg.		
Dinoseb	1 Proteolyt.microorg	NOEC	5.9
	2 Ammonificeerders	NOEC	5.9
	3 Nitrosomas	NOEC	5.9
	4 Nitrobacter	NOEC	0.6
	5 Denitrificeerders	NOEC	0.6
	6 Sulfaat-reduc.	NOEC	5.9
	7 N-mineralisatie *	NOEC	14.1
	8 Ureum-mineral. *	NOEC	2
	(Controle-)procedure 1a: 3.2 mg/kg (HC50 1 t'm 8); opmerking: hoewel sommige van de gebruikte effect-parameters vergelijkbare processen betreffen, is het moeilijk groepen te vormen en is besloten alle NOEC's afzonderlijk te gebruiken. Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
DNOC	1a E. andrei	LC50	4.2
	1b A. chlorotica	LC50	13.1
	Procedure 3c: 0.74 mg/kg (g.g. 1a en b/10) Voorgestelde C-waarde: 0.7 mg/kg; max 10 mg/kg.		
Folpet	1a E. foetida	LC50	67.8
	1b L. terrestris	LC50	79.8
	Procedure 3c: 7.35 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10) Voorgestelde C-waarde: 7 mg/kg; max 110 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen)			
Fentinacetaat	1a E. andrei	LC50	5.4
(+ Maneb)	1b L. terrestris	LC50	7.7
	Procedure 3c: 0.64 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.6 mg/kg; max 9 mg/kg.		
Kaliumbromaat	E. andrei	LC50	78.6
	Procedure 3c: 7.86 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde 8 mg/kg; max 120 mg/kg.		
Kaliumdichromaat	E. albidus	LC50	83.4
	Procedure 3c: 8.34 mg/kg (LC50/10)		
	Voorgestelde C-waarde 8 mg/kg; max 120 mg/kg.		
Thiofeen	L. sativa	EC50	640
	Procedure 3b: 128 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 130 mg/kg; max 1900 mg/kg		

Bepaling C-waarde groep

Voor bepaling van de C-waarde voor een individuele stof uit de restgroep niet-gechloreerde bestrijdingsmiddelen wordt eerst het geometrisch gemiddelde berekend van de C-waarden voor stoffen die op 1 organisme of groep organismen gebaseerd zijn: 4.8 mg/kg. De C-waarde is het g.g. op grond van de C-waarden voor de overige stoffen en deze waarde: 4.7 mg/kg. Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 5 mg/kg; max. 75 mg/kg.

Vlk Restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Chloordimeform	1a F. candida	NOLC	1
	1b H. armata	NOLC	5
	1c O. justii porteri	NOLC	5
	Procedure 3a: 2.9 mg/kg (g.g. 1a, b en c)		
	Voorgestelde C-waarde: 3 mg/kg; max 45 mg/kg.		
2,4-D	Urease	NOEC	0.054
	(Controle-)procedure 3a: 0.054 mg/kg (NOLC)		
	Voorgestelde C-waarde: 0.05 mg/kg; max 0.75 mg/kg.		
Natrium-chloraat	1a L. terrestris	LC50	260
	1b E. foetida	LC50	300
	Procedure 3c: 27.9 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		
2,4,5-T	1 A. sativa	NOEC	0.32
	2 L. sativa	NOEC	0.1
	3 E. foetida	NOEC	99
	4 Mijten	NOEC	0.45
	5 Kevers	NOEC	2.2
	Procedure 1a: 1.25 mg/kg (HC50)		
	Voorgestelde C-waarde: 1 mg/kg; max 15.		
TCA	1a A. rosea	NOEC	2.2
	1b A. caliginosa	NOEC	2.2
	Procedure 3a: 2.2 mg/kg (g.g. 1a en 1b)		
	Voorgestelde C-waarde: 2 mg/kg; max 30 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen)			
Koper-oxichloride	1a E. andrei	LC50	180
	1b L. terrestris	LC50	17
	Procedure 3c: 5.5 mg/kg (g.g. 1a en 1b gedeeld door 10)		
	Voorgestelde C-waarde: 5 mg/kg; max 75 mg/kg.		

Triadimefon	1a L. terrestris	LC50	87
	1b E. foetida	LC50	100
	Procedure 3c: 9.3 mg/kg (g.g. 1a en 1b/10)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Voor bepaling van de C-waarde voor een individuele stof uit de restgroep gechloreerde bestrijdingsmiddelen wordt eerst het geometrisch gemiddelde berekend van de C-waarden voor stoffen die op 1 organisme of groep organismen gebaseerd zijn: 2.8 mg/kg. De C-waarde is het g.g. op grond van de C-waarden voor de overige stoffen en deze waarde: 1.7 mg/kg.
Voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 1.5 mg/kg; max. 25 mg/kg.

VII OVERIGEN

VIIa Ftalaten en andere CHO-verbindingen

A. Ftalaten

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Dimethylftalaat	1 P. sativum	EC50	1
	2a E. fetida	LC50	632
	2b A. caliginosa	LC50	667
	a. procedure 3b: 0.2 mg/kg (EC50/5)		
	b. procedure 3c: 64.9 mg/kg (g.g. 2a en 2b/10)		
	b gebeurt op basis van 2 gegevens, a op basis van 1 gegeven; a is derhalve een controle van b. Omdat de uitkomst van a lager is, wordt het g.g. genomen; g.g. a en b: 3.6 mg/kg		
	Voorgestelde C-waarde: 4 mg/kg; max 60 mg/kg.		
Diethylftalaat	L. sativa	NOEC	32
	Procedure 3a: 32 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		
Dibutyl-ftalaat	L. sativa	NOEC	32
	Procedure 3a: 32 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		

B. andere CHO-verbindingen

Benzaldehyde	L. sativa	NOEC	100
	Procedure 3a: 100 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 100 mg/kg; max 1500 mg/kg.		
n-Butyl-acetaat	L. sativa	NOEC	100
	Procedure 3a: 100 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 100 mg/kg; max 1500 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg andere CHO-verbindingen)			
Isobutyl-alkohol	L. sativa	NOEC	100
	Procedure 3a: 100 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 100 mg/kg; max 1500 mg/kg.		
Furaan	L. sativa	NOEC	320
	Procedure 3a: 320 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 300 mg/kg; max 4500 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Een C-waarde voor een individuele stof uit de groep Ftalaten wordt als volgt bepaald: eerst wordt het g.g. genomen van Diethyl- en Dibutylftalaat, 30 mg/kg. Dit zijn beide stoffen waarvoor slechts één gegeven beschikbaar is. Vervolgens wordt het g.g. van deze waarde en de C-waarde voor Dimethylftalaat bepaald: 10.95 mg/kg; voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 10 mg/kg; max 150 mg/kg.
Voor de overige CHO-verbindingen wordt een C-waarde bepaald door het geometrisch gemiddelde van de individuele C-waarden te berekenen: 132 mg/kg; voorgestelde C-waarde (minimale bodem): 130 mg/kg; max 2000 mg/kg.

VIIb. N-verbindingen (overigen)

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
Acetanilide	L. sativa	NOEC	1
	Procedure 3a: 1 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 1 mg/kg; max 15 mg/kg.		
Pyridine	L. sativa	NOEC	32
	Procedure 3a: 32 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		
1,2-Diaminobenzeen	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
2,5-Diaminotolueneensulfaat	L. sativa	NOEC	320
	Procedure 3a: 320 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 300 mg/kg; max 4500 mg/kg.		
Ethyleendiamide	L. sativa	EC50	692
	Procedure 3b: 138 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 140 mg/kg; max 2100 mg/kg.		
Dipropylamide	L. sativa	EC50	370
	Procedure 3b: 74 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 70 mg/kg; max 1100 mg/kg.		
Dibutylamide	L. sativa	EC50	361
	Procedure 3b: 72 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 70 mg/kg; max 1100 mg/kg.		
Acrylamide	L. sativa	EC50	152
	Procedure 3b: 30 mg/kg (EC50/5)		
	Voorgestelde C-waarde: 30 mg/kg; max 450 mg/kg.		

stof	soort/parameter	eenheid	concentratie (mg/kg)
(vervolg N-verbindingen)			
Rhodamine	L. sativa	NOEC	10
	Procedure 3a: 10 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 10 mg/kg; max 150 mg/kg.		
Trypan blue	L. sativa	NOEC	100
	Procedure 3a: 100 mg/kg (NOEC)		
	Voorgestelde C-waarde: 100 mg/kg; max 1500 mg/kg.		

Bepaling C-waarde groep

Een C-waarde voor een individuele stof behorend tot de overige N-verbindingen wordt bepaald door het geometrisch gemiddelde van de individuele C-waarden te berekenen; g.g. 33.6 mg/kg.

Voorgestelde C-waarde: 35 mg/kg; max 500 mg/kg.

BIJLAGE IV

Literatuur bijlagen

- Abbasi, S.A. & R. Soni (1983) Stress-induced enhancement of reproduction in earthworm *Octochaetus pattoni* exposed to chromium(VI) and mercuri(II) - implications in environmental management. Int. J. Environ. Studies 22 (1), 43-48.
- Adema, D.M.M. & L. Henzen (1990) De invloed van 50 prioritaire stoffen op de groei van *Lactuca sativa* (sla). TNO-rapportnr. R90/101.
- Aggarwal, T.C., N. Narula & K.G. Gupta (1986) Effect of some carbamate pesticides on nodulation, plant yield and nitrogen fixation by *Pisum sativum* and *Vigna sinensis* in the presence of their respective rhizobia. Plant Soil 94, 125-132.
- Atlavinyte, O. (1975) The effect of chemical substances on the activity of Lumbricidae in the processe of straw disintegration. Progress in Soil Zoology, 515-519.
- Babich, H. & G. Stotzky (1983) Environmental factors that influence the toxicity of heavy metal and gaseous pollutants to microorganisms. CRC-Crit. Rev. Microbiol. 8, 99-148.
- Basson, N.C.J. (1970) Invloed van dieldrin op die duisendpoot *Alloporus* sp. (Juliformia: Spirostreptidae). Phytophylactica 2, 217-220.
- Beck, L. & K. Dumpert (1984) Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach einwirkung von Umweltchemikalien. Projekt: Methoden zur ökologische Bewertung von Chemikalien. (Voortgangsrapportage Jan. '82 - Juni '84).
- Bengtsson, G., T. Gunnarsson & S. Rundgren (1985) Influence of metals on reproduction, mortality and population growth in *Onychiurus armatus* (Collembola). J. Appl. Ecol. 22, 967-978.
- Bengtsson, G., T. Gunnarsson & S. Rundgren (1986) Effects of metal pollution on the earthworm *Dendrobaena rubida* (Sav.) in acidified soils. Water Air Soil Poll. 28, 361-383.
- Best, G.R., J.V. Nabholz, J. Ojasti & D.A. Crossley jr. (1978) Response of microarthropod populations to naphthalene in three contrasting habitats. Pedobiologia 18, 189-200.
- Beyer, W.N., E. Cromartie & G.B. Momen (1985) Accumulation of methylmercury in the earthworm, *Eisenia foetida*, and its effect on regeneration. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 35, 157-162.
- Bharathi, Ch., & B.V.S.S.R. Subba Rao (1986) Toxic effects of two organophosphate insecticides, monocrotophos and dichlorvos to common earthworm *Lampito mauritii* (Kinberg). Water Air Soil Poll. 28, 127-130.
- Bhuiya, M.R.H. & A.H. Cornfield (1974) Incubation study on effect of pH on nitrogen mineralisation and nitrification with 1000 ppm lead and zinc, as oxides. Environ. Poll. 7, 161-164. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Bupree, L.L. & H. Cole (1978) The influence of alachlor, trifluralin, and diazinon on the development of endogenous mycorrhizae in soybeans. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 19, 191-197.
- Burton, K.W., E. Morgan & A. Roig (1984) The influence of heavy metals upon the growth of sitka-spruce in South Wales forests. II. Greenhouse experiments. Plant Soil 78, 271-282.
- Campbell, W.V., D.A. Mount & B.S. Heming (1971) Influence of organic matter content of soils on insecticidal control of the wireworm *Melanotus communis*. J. Econ. Ent. 64, 41-44.
- Capelleveen, H.E. van (1985) Oecofysiologie en populatie oecologie van terrestrische arthropoden. Effecten van milieubelasting door zware metalen en de consequenties voor de genetische samenstelling van dierpopulaties. Verslag STW-BION.

- Capelleveen, H.E.van (1987) Ecotoxicity of heavy metals for terrestrial isopods. Proefschrift, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Caseley, J.C. & C.F. Eno (1966) Survival and reproduction of two species of earthworms and a rotifer following herbicide treatments. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 30, 346-350.
- Cathey, B. (1982) Comparative toxicities of five insecticides to the earthworm, *Lumbricus terrestris*. Agric. Environ. 7, 73-81.
- Cervelli, S. & D.E. Rolston (1983) Influence of atrazine on denitrification in soil columns. J. Environ. Qual. 12, 482-486.
- Chaney, W.R., J.M. Kelly & R.C. Strickland (1978) Influence of cadmium and zinc on carbon dioxide evolution from litter and soil from a black forest. J. Environ. Qual. 7, 115-119. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Chendrayan, K. & N. Sethunathan (1980) Effects of HCH, Carbaryl, Benomyl, and Atrazin on the dehydrogenase activity in a flooded soil. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 24, 379-382.
- Cornfield, A.H. (1977) Effects of addition of 12 metals on carbon dioxide release during incubation of an acid sandy soil. Geoderma 19, 199-203. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- DaSilva, E.J., L.E. Hendriksson & E. Hendriksson (1975) Effect of pesticides on blue-green algae and nitrogen-fixation. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 3, 193-204.
- Debosz, K., H. Babich & G. Stotzky (1985) Toxicity of lead to soil respiration: mediation by clay minerals, humic acids, and compost. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 35, 517-524.
- DeMaeseneer, J. (1967) Nematicide werking van kopersulfaat. Med. Rijksfac. Landbouwsch. Gent 32, 559-564.
- Denneman, C.A.J. & N.M. van Straalen (1990) Toxicity of copper and lead to the oribatid mite *Platynothrus peltifer* (Koch). in prep.
- Deuel, L.E. & A.R. Swoboda (1972) Arsenic toxicity to cotton and soybeans. J. Environ. Qual. 1, 317-320.
- Dis, W.A.van, C.A.M. van Gestel & P.M. Sparenburg (1988) Ontwikkeling van een toets ter bepaling van sublethale effecten van chemische stoffen op regenwormen. I. Effecten van cadmium en koper op de groei en geslachtelijke ontwikkeling van *Eisenia andrei*. RIVM, rapportnr. 718480002.
- Doelman, P. (1978) Effects of lead pollution on the soil microflora. Proefschrift Rijksuniversiteit, Groningen.
- Doelman, P. & L. Haanstra (1979a) Effect of lead on soil respiration and dehydrogenase activity. Soil Biol. Biochem. 11, 475-479.
- Doelman, P. & L. Haanstra (1979b) Effects of lead on the decomposition of organic matter. Soil Biol. Biochem. 11, 481-485.
- Doelman, P. & L. Haanstra (1983) De invloed van zware metalen op de bodemmicroflora. Reeks Bodembescherming 20. Staatsuitgeverij Den Haag.
- Doelman, P. & L. Haanstra (1984) Short-term and long-term effects of cadmium, chromium, copper, nickel and zinc on soil microbial respiration in relation to abiotic soil factors. Plant Soil 79, 317-327.
- Doelman, P., G.Nieboer, J. Schrooten & M. Visser (1984) Antagonistic and synergistic toxic effects of Pb and Cd in a simple foodchain: Nematodes feeding on bacteria or fungi. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 32, 717-723.
- Duke, T.W., J.I. Lowe & A.J. Wilson (1970) A polychlorinated biphenyl (Aroclor 1254) in the water, sediment and biota of Escambia bay, Florida. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 5, 171-180. (ref. uit TCB 1989).
- Edwards, C.A. (1976) The uptake of two organophosphorus insecticides by slugs. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 16, 406-410.

- Edwards, C.A. & A.R. Thompson (1975) Some effects of insecticides on predatory beetles. *Ann. Appl. Biol.* 80, 132-135.
- Faassen, H.G.van (1973) Effects of mercury compounds on soil microbes. *Plant Soil* 38, 485-487. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Fayolle, L. (1979) Consequenses de l'apport de contaminants sur les lombriciens III. Essais de laboratoire. *Doc. Pedozool.* 1 (1), 34-65.
- Fratello, B., R. Bertolani, M.A. Sabatini, L. Mola & M.A. Rassu (1985) Effects of atrazine on soil microarthropods in experimental maize fields. *Pedobiologia* 28, 161-168.
- Gestel, C.A.M.van & W.A. van Dis (1988) The influence of soil characteristics on the toxicity of four selected chemicals to the earthworm *Eisenia fetida andrei* (Oligochaeta). *Biol. Fertil. Soils* 6, 262-265.
- Gestel, C.A.M.van & W. Ma (1990) An approach to quantitative structure-activity relationships (QSARs) in terrestrial ecotoxicology: earthworm toxicity studies. *Chemosphere* (submitted).
- Gestel, C.A.M.van, W.A. van Dis, E.M. van Breemen & P.M. Sparenburg (1989a) Development of a standardized reproduction toxicity test with the earthworm species *Eisenia fetida andrei* using Copper, Pentachlorophenol, and 2,4-Dichloroaniline. *Ecotox. Environ. Saf.* 18, 305-312.
- Gestel, C.A.M.van, E.M. van Breemen, M. Stolk, R. Baerselman & J.L.M. de Boer (1989b) Toxiciteit en bioaccumulatie van chroom(III)nitraat in de regenworm *Eisenia andrei* in een kunstgrond. RIVM, Bilthoven, rapportnr. 758707001.
- Gestel, C.A.M.van, H.J.B. Emans & J.A.M. Janssen (1989c) Ontwikkeling van een toets ter bepaling van sublethale effecten van chemische stoffen op regenwormen III Deelname aan een Duitse ringtoets en vergelijking van twee methoden voor de bepaling van sublethale effecten bij regenwormen. RIVM-rapportnr. 718480005.
- Haan, S.de, H. Rethfeld & W. van Driel (1985) Acceptable levels of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) in soils, depending on their clay and humus content and cation-exchange capacity. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren, rapportnr. 9-85.
- Haque A. & W. Ebing (1983) Toxicity determination of pesticides to earthworms in the soil substrate. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* 90, 395-408.
- Harris, C.R. (1964a) Influence of soil type and soil moisture on the toxicity of insecticides in soils to insects. *Nature* 202, 724.
- Harris, C.R. (1964b) Influence of soil moisture on the toxicity of insecticides in a mineral soil to insects. *J. Econ. Entomol.* 57 (6), 946-950.
- Harris, C.R. (1966) Influence of soil type on the activity of insecticides in soil. *J. Econ. Entomol.* 59, 1221-1225.
- Harris, C.R. (1967) Further studies on the influence of soil moisture on the toxicity of insecticides in soil. *J. Econ. Entomol.* 60, 41-44.
- Hartenstein, R., E.F. Neuhauser & A. Narahara (1981) Effects of heavy metal and other elemental additives to activated sludge on growth of *Eisenia foetida*. *J. Environ. Qual.* 10 (3), 372-376.
- Heimbach, F. (1984) Correlations between three methods for determining the toxicity of chemicals to earthworms. *Pestic. Sci.* 15, 605-611.
- Heimbach, F. (1985) Comparison of laboratory methods, using *E. foetida* and *L. terrestris*, for the assessment of the hazard of chemicals. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* 92(2), 186-193.
- Herring, R., and C.L. Bering (1988) Effects of phthalate esters on plant seedlings and reversal by a soil microorganism. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 40, 626-632.
- Hoestra, H. (1976) Effect of Benomyl on the potato cyst nematodes *Heterodera rostochiensis*. *Neth. J. Pl. Path.* 82, 17-23.

- Hose, J.-E., L.A. Barlow, S. Bent, A.A. Elseewi, M. Cliath, M. Resketo & C. Doyle (1986) Evaluation of acute bioassays for assessing toxicity of polychlorinated biphenyl-contaminated soils. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 6, 11-23.
- Hulzebos E.M., E.M. Dirven-van Breemen, W.A. van Dis, C.A.M. van Gestel, H.A. Herbold, R. Baerselman & M. Stolk (1989) Toxiciteit van 45 prioritaire organische stoffen voor sla (*Lactuca sativa*). Eindrapport van het RIVM-aandeel in het project Fytotoxiciteit 2. RIVM-rapportnr. 718710002.
- Jaggy, A. & B. Streit (1982) Toxic effects of soluble copper on *Octolasion cyaneum* Sav. (Lumbricidae). *Revue Suisse Zool.* 89, 881-889.
- Jones, M.D., M.H.R. Browning & T.C. Hutchinson (1986) The influence of mycorrhizal associations on paper birch and jack pine seedlings when exposed to elevated copper, nickel or aluminium. *Water Air Soil Poll.* 31, 441-448.
- Karnak, R.E. & J.L. Hamelink (1982) A standardized method for determining the acute toxicity of chemicals to earthworms. *Ecotox. Environ. Saf.* 6, 216-222.
- Khan, D.H. & B. Frankland (1983) Effects of cadmium and lead on radish plants with particular reference to movement of metals through soil profile and plant. *Plant Soil* 70, 335-345.
- Khan, D.H. & B. Frankland (1984) Cellulolytic activity and root biomass production in some metal-contaminated soils. *Environ. Poll. Ser. A* 33, 63-74.
- Knaap, A.G.A.C., J.H. Canton, H.C.M. Mulder, G.J. Vink, Fl. de Vrijer & R.A. Woutersen (1988) Appendix to Report nr. 758476003. Integrated criteria document benzene effects. RIVM, Bilthoven.
- Krajnc, E.I., C.A.M. van Gestel, H.C.M. Mulder, Fl. de Vrijer, E.J. Sinkeldam, G.J. Vink, J.H. Canton, M.E. van Apeldoorn & J.A. Janus (1987) Appendix to Report nr. 758476004 Integrated criteria document cadmium effects. RIVM, Bilthoven.
- Kring, J.B. (1969) Mortality of the earthworm *Lumbricus terrestris* L. following soil application of insecticides to a Tobacco field. *J. Econ. Ent.* 62, 963.
- Landa, E.R. & S.C. Fang (1978) Effect of mercuric chloride on carbon mineralisation in soils. *Plant Soil* 49, 179-183.
- Lethbridge, G. & R.G. Burns (1976) Inhibition of soil urease by organophosphorus insecticides. *Soil Biol. Biochem.* 8, 99-102.
- Leo, A., C. Hansch & D. Elkins (1971) Partition coefficients and their uses. *Chem. Rev.* 71, 525-616.
- Lethbridge, G., A.T. Bull & R.G. Burns (1981) Effects of pesticides on 1,3- β -Glucanase and Urease activities in soil in the presence and absence of fertilisers, lime and organic materials. *Pestic. Sci.* 12, 147-155.
- Liang, C.N. & M.A. Tabatabai (1977) Effects of trace elements on nitrogen mineralisation in soils. *Environ. Pollut.* 12, 141-147.
- Liang, C.N. & M.A. Tabatabai (1978) Effects of trace elements on nitrification in soils. *J. Environ. Qual.* 7, 291-293. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Lofs-Holmin, A. (1980) Measuring growth of earthworms as a method of testing sublethal toxicity of pesticides. *Swedish J. Agric. Res.* 10, 25-33.
- Lofs-Holmin, A. (1982) Measuring cocoon production of the earthworm *A. caliginosa* (Sav.) as a method of testing sublethal toxicity of pesticides. *Swedish J. Agric. Res.* 12, 117-119.
- Lune, P. van (1984) Cadmium- en loodgehalten van grond en gewas van volkstuinen in mogelijk verontreinigde gebieden. De Amateurtuinder 624, 53-54. (ref. uit Krajnc et al 1987).
- Ma, W. (1982a) Regenwormen als bio-indicators van bodemverontreiniging. Reeks Bodembescherming 15. Staatsuitgeverij Den Haag.

- Ma, W. (1982b) The influence of soil properties and worm-related factors on the concentration of heavy metals in earthworms. *Pedobiologia* 24, 109-119.
- Ma, W. (1984) Sublethal toxic effects of Cu on growth, reproduction and litter breakdown activity in the earthworm *L. rubellus*. *Environ. Poll. (Ser. A)* 33, 207-219.
- Malecki, M.R., E.F. Neuhauser & R.C. Loehr (1982) The effect of metals on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Pedobiologia* 24, 129-137.
- Marigomez, J.A., E. Angulo & V. Saez (1986) Feeding and growth responses to copper, zinc, mercury and lead in the terrestrial gastropod *Arion ater* (Linne). *J. Moll. Stud.* 52, 68-78.
- Marsh, J.A.P. (1985) Effects of herbicide-fertiliser interactions on nitrogen and phosphorus transformations and herbicide persistence in soil. *Pestic. Sci.* 16, 93-100.
- Martin, N.A. (1986) Toxicity of pesticides to *Allolobophora caliginosa* (Oligochaeta: Lumbricidae). *N. Zealand J. Agric. Res.* 29, 699-706.
- McLeese, D.W. & C.D. Metcalfe (1980) Toxicities of eight organochlorine compounds in sediment and seawater to *Crangon septemspinosa*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 25, 921-928. (ref. uit TCB 1989)
- Meent, D. van de, T. Aldenberg, J.H. Canton, C.A.M. van Gestel & W. Slooff (1990) Streven naar waarden; achtergrondstudie ten behoeve van de nota 'Milieukwaliteitsnormering water en bodem'. RIVM rapportnr. 670101001.
- Megharaj, M., K. Venkateswarlu & A.S. Rao (1986) The toxicity of phenolic compounds to soil algal populations and to *Chlorella vulgaris* and *Nostoc linckia*. *Plant Soil* 96, 197-203.
- Mikkelsen, J.P. (1974) Effect of lead on the microbiological activity in soil. Beretning fra Statens Forsgsvirksomhed i Plantekultur, 509-516. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983)
- Mola, L., M.A. Sabatini, B. Fratello & R. Bertolani (1987) Effects of atrazine on two species of Collembola (Onychiuridae) in laboratory tests. *Pedobiologia* 30, 145-149.
- Montizaan, G.K., P.G.N. Kramers, J.A. Janus & R. Posthumus (1989) Integrated criteria document polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH): effects of 10 selected compounds. Appendix to report no. 758474007.
- Mowat, D.J. & T.H. Coaker (1967) The toxicity of some soil insecticides to carabid predators of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* (Bouche)). *Ann. Appl. Biol.* 59, 349-354.
- Murado, M.A., M.C. Tejedor & G. Baluja (1976) Interaction between polychlorinated biphenyls (PCBs) and soil microfungi. Effects of Aroclor 1254 and other PCBs on *Aspergillus flavus* cultures. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 15, 768-774.
- Muralikrishna, P.V.G. & K. Venkateswarlu (1984) Effect of insecticides on soil algal population. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 33, 241-245.
- Nayak, D.N. & V. Rajaramamohan Rao (1982) Pesticides and nitrogen fixation in a paddy soil. *Soil Biol. Biochem.* 14, 207-210.
- Neuhauser, E.F., M.R. Malecki & R.C. Loehr (1984a) Growth and reproduction of the earthworm *E. foetida* after exposure to sublethal concentrations of metals. *Pedobiologia* 27, 89-97.
- Neuhauser, E.F., J.A. Meyer, M.R. Malecki & J.M. Thomas (1984b) Dietary cobalt supplements and the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia foetida*. *Soil Biol. Biochem.* 16, 521-525.
- Neuhauser, E.F., R.C. Loehr, D.L. Milligan & M.R. Malecki (1985a) Toxicity of metals to the earthworm *Eisenia foetida*. *Biol. Fert. Soils* 1, 149-152.
- Neuhauser, E.F., R.C. Loehr, M.R. Malecki, D.L. Milligan & P.R. Durkin (1985b) The toxicity of selected organic chemicals to the earthworm *Eisenia foetida*. *J. Environ. Qual.* 14, 383-388.

- Neuhauser, E.F., P.R. Durkin, M.R. Malecki & M. Anatra (1986) Comparative toxicity of ten organic chemicals to four earthworm species. *Comp. Biochem. Physiol.* 83C, 197-200.
- Neven, H., K. Vlassak & K.A.M. Heremans (1975) Invloed van ipuron, dinosebacetat en triazophos op enkele biologische processen in de bodem. *Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 40, 1221-1230.
- Nimmo, D.R., R.R. Blackman, A.J. Wilson & J.J. Forrester (1971a) Toxicity and distribution of Aroclor 1254 in the pink shrimp *Penaeus duorarum*. *Mar. Biol.* 11, 191-193. (ref. uit TCB 1989)
- Nimmo, D.R., P.D. Wilson, R.R. Blackman & A.J. Wilson (1971b) Polychlorinated biphenyl absorbed from sediments by fiddler crabs and pink shrimp. *Nature* 231, 50-52. (ref. uit TCB 1989)
- Pancholy, S.K., E.L. Rice & J.A. Turner (1975) Soil factors preventing revegetation of a denuded area near an abandoned zinc. *J. Appl. Ecol.* 12, 337-342. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Percich, J.A. & J.L. Lockwood (1978) Interaction of atrazine with soil microorganisms: population changes and accumulation. *Can. J. Microbiol.* 24: 1145-1152.
- Pizl, V. (1985) The effect of the herbicide zeazin 50 on the earthworm infection by monocyctid gregarines. *Pedobiologia* 28, 399-402.
- Pizl, V. (1988) Interactions between earthworms and herbicides. I. Toxicity of some herbicides to earthworms in laboratory tests. *Pedobiologia* 32, 227-232.
- Popovici, I., G. Stan, V. Stefan, R. Tomescu, A. Dumea, A. Tarta & F. Dan (1977) The influence of atrazine on soil fauna. *Pedobiologia* 17, 209-215.
- Pree, D.J., J.L. Townshend & D.E. Archibald (1987) Sensitivity of acetylcholinesterases from *Aphelenchus avenae* to organophosphorous and carbamate pesticides. *J. Nematol.* 19, 188-193.
- Premi, P.R. & A.H. Cornfield (1969) Effects of addition of copper, manganese, zinc and chromium compounds on ammonification during incubation of soil. *Plant Soil* 31, 345-352. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Quraishi, M.S.I. & A.H. Cornfield (1971) Effects of addition of varying levels of copper, as oxide or phosphate on nitrogen mineralisation and nitrification during incubation of a slightly calcareous soil receiving dried blood. *Plant Soil* 35, 51-55. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Quraishi, M.S.I. & A.H. Cornfield (1973) Incubation study of nitrogen mineralisation and nitrification in relation to soil pH and level of copper (II) addition. *Environ. Poll.* 4, 159-163. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Ram, S. & M.P. Gupta (1974) Effect of systemic granular insecticides on the germination of seeds of forage crops. *Indian J. Entomol.* 37, 413-415.
- Reinecke, A.J. & R.G. Nash (1984) Toxicity of 2,3,7,8-TCDD and short-term bioaccumulation by earthworms (*Oligochaeta*). *Soil Biol. Biochem.* 16, 45-49.
- Reinecke, A.J. & J.M. Venter (1985) Influence of dieldrin on the reproduction of the earthworm *Eisenia fetida* (*Oligochaeta*). *Biol. Fert. Soils* 1, 39-44.
- Rogers, R.D. & P.A. Pryfogle (1986) Hydrogen oxidation soil bioassay using the single laboratory method. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 36, 384-391.
- Römbke, J. (1989) *Enchytraeus albidus* (*Enchytraeidae*, *Oligochaeta*) as a test organism in terrestrial laboratory systems. *Arch. Toxicol.* 13, 402-405.
- Ruppel, R.F. & C.W. Laughlin (1977) Toxicity of some soil pesticides to earthworms. *J. Kansas Ent. Soc.* 50, 113-118.

- Russell, L.K., J.I. DeHaven & R.P. Botts (1981) Toxic effects of cadmium on the garden snail (*Helix aspersa*). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 26, 634-640.
- Sahrawat, K.L. (1979) Effects of parathion and malathion on transformations of urea and ammonium sulfate nitrogen in soils. Plant Soil 53, 11-16.
- Satpathy, J.M. (1974) Effect of soil treatment with granular insecticides on soil micro-organisms. Indian J. Ent. 36, 139-141.
- Semus, S. & J.C.G. Ottow (1985) Einfluss verschiedener Chloraniline (herbizidmetaboliten) auf die Dehydrogenaseaktivität und Kohlenstoffmineralisierung eines humushaltigen lehmigen Sandes. Landwirtsch. Forschung 38, 173-179.
- Skujins, J., H.O. Nohrstedt & S. Oden (1986) Development of a sensitive biological method for the determination of a low-level toxic contamination of soils. 1. Selection of nitrogenase activity. Swedish J. Agric. Res. 16, 113-118.
- Spalding, B.P. (1979) Effects of divalent metal chlorides on respiration and extractable enzymatic activities of Douglas-fir needle litter. J. Environ. Qual. 8, 105-109. (ref. uit Doelman & Haanstra 1983).
- Stenersen, J., A. Gilman & A. Vardanis (1973) Carbofuran: its toxicity to and metabolism by earthworm (*Lumbricus terrestris*). J. Agric. Food Chem. 21, 166-171.
- Stenersen, J. (1979) Action of pesticides on earthworms. Part I: the toxicity of cholinesterase-inhibiting insecticides to earthworms as evaluated by laboratory tests. Pest. Sci. 10, 66-74.
- Straalen, N.M. van, J.H.M. Schobben & R.G.M. de Goede (1989) Population consequences of cadmium toxicity in soil microarthropods. Ecotox. Environ. Saf. 17, 190-204.
- Subagja, J. & R.J. Snider (1981) The side effects of the herbicide atrazine and paraquat upon *Folsomia candida* and *Tullbergia granulata* (Insecta, Collembola). Pedobiologia 22, 141-152.
- Tabatabai, M.A. (1977) Effects of trace elements on urease activity in soils. Soil Biol. Biochem. 9, 9-13.
- TCB (1989) Rapport normering van waterbodems. Technische Commissie Bodembescherming, rapportnr. A89/06-R.
- Thompson, F.R. & C.T. Corke (1968) Persistence and effects of some chlorinated anilines on nitrification in soil. Can. J. Microbiol. 15, 791-796.
- Thompson, A.R. & F.L. Gore (1972) Toxicity of twenty-nine insecticides to *Folsomia candida*: Laboratory studies. J. Econ. Entomol. 65, 1255-1260.
- Tomlin, A.D. (1975a) The toxicity of insecticides by contact and soil treatment to two species of ground beetles (Coleoptera:Carabidae). Can. Entomol. 107, 529-532.
- Tomlin, A.D. (1975b) Toxicity of soil applications of insecticides to three species of springtails (Collembola) under laboratory conditions. Can. Entomol. 107, 769-774.
- Tomlin, A.D. (1977) Toxicity of soil applications of the fungicide benomyl, and two analogues, to three species of Collembola. Can. Entomol. 109, 1619-1620.
- Torstensson, L. (1975) Effects of bentazon and dinoseb on soil microorganisms and on the Rhizobium-Leguminosae symbiosis. Swedish J. Agric. Res. 5, 177-183.
- Tu, C.M. (1978) A screening technique for assessing effects of pesticides on population and activities of non-target soil microorganisms. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20, 212.
- Tu, C.M. (1988) Effects of selected pesticides on activities of invertase, amylase and microbial respiration in sandy soil. Chemosphere 17, 159-163.

- Tyler, G. (1981) Heavy metals in soil biology and biochemistry. Chapter 9 in Soil Biochemistry, Vol. 5, E.A. Paul and J.N. Ladd (eds). M. Dekker, Inc., New York, 1981.
- Venter, J.M. & A.J. Reinecke (1985) Dieldrin and growth and development of the earthworm, *Eisenia fetida* (Oligochaeta). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 35, 652-659.
- Vonk, J.W., D.M.M. Adema & D. Barug (1986) Comparison of the effects of several chemicals on microorganisms, higher plants and earthworms. In: Contaminated soil, p. 191-202. J.W. Assink and W.J. v.d.Brink (eds).
- Walter, C. & F. Stadelmann (1979) Influence du zinc et du cadmium sur les microorganismes ainsi que sur quelques processus biochimique du sol. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 18, 311-324. (ref. uit Doelman & Haanstra, 1983).
- Warwick Fischer, S. (1984) A comparison of standardized methods for measuring the biological activity of pesticides to the earthworm. Ecotox. Environ. Saf. 8, 564-571.
- Wasilewska, P.C. Oloffs & J.M. Webster (1975) Effects of carbofuran and a PCB on development of a bacteriophagous nematode *Acrobeloides nanus*. Can. J. Zool. 53, 1709-1715.
- Welp, G. & G. Brummer (1985) Der Fe(III)-Reduktionstest - ein einfaches Verfahren zur Abschätzung der Wirkung von Umweltchemikalien auf die mikrobielle Aktivität in Boden. Z. Pflanzenernaehr. Bodenk. 148, 10-23.
- Williams, J.E. & R.G. Wiegert (1971) Effects of naphthalene application on a coastal plain broomsedge (*Andropogon*) community. Pedobiologia 11, 58-65.
- Wilson, D.O. (1977) Nitrification in three soils amended with zinc sulfate. Soil Biol. Biochem. 9, 277-280.
- Woodham, D.W. & F.J. Bartlett (1973) Whitefringed beetles: chemical vs. biological tests to determine resistance to dieldrin in larvae. J. Econ. Ent. 66, 283-284.
- Yeomans, J.C. & J.M. Bremner (1985) Denitrification in soil: effects of herbicides. Soil Biol. Biochem. 17, 447-452.
- Yeomans, J.C. & J.M. Bremner (1987) Effects of dalapon, atrazine and simazine on denitrification in soil. Soil Biol. Biochem. 19, 31-34.
- Young, A.L., L.G. Cockerham & C.E. Thalken (1987) A long term study of ecosystem contamination with 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. Chemosphere 16, 1791-1815.
- Zelles, L., M.E. Bahig, I. Scheundert, W. Klein & F. de Korte (1984) Measurement of bioactivity based on CO₂-release and ATP content in soils after different treatments. Chemosphere 13, 899-913.
- Zelles, L., I. Scheundert & F. de Korte (1985) Side effects of some pesticides on non-target soil microorganisms. J. Environ. Sci. Health B20, 457-488.
-