

RIVM rapport 711701031/2003

**Bodemgebruikswaarden voor landbouw,
natuur en waterbodan**
Technisch wetenschappelijke afleiding van
getalswaarden

A.P. van Wezel, W. de Vries^a, M. Beek^b, P.F.M. Otte, J.P.A.
Lijzen, M. Mesman, P.L.A. van Vlaardingen, J. Tuinstra^c,
M. van Elswijk^c, P.F.A.M. Römken^a, L. Bonten^a

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van VROM/DGM/Directie Bodem,
Water en Landelijk Gebied, in het kader van project 711701, 'Risico's i.r.t. bodemkwaliteit',
door ^aRIVM, ^bAlterra en ^cRIZA, m.m.v. ^dRoyal Haskoning.

Abstract

Naar aanleiding van het kabinetstandpunt 'Beleidsvernieuwing bodemsanering' zijn in dit rapport getalswaarden afgeleid voor bodemgebruikswaarden. Diverse vormen van bodemgebruik in het landelijk gebied en het gebruik van de droge en natte waterbodem zijn beschouwd. De bodemgebruikswaarden zijn afgeleid voor een aantal immobiele verontreinigingen. Dit is gedaan door invulling te geven aan de gebruikseisen die bij de diverse vormen van bodemgebruik zijn gedefinieerd ten aanzien van humane gezondheid, landbouwkundige praktijken, gezondheid van het ecosysteem en overige eisen. Er volgt nog een beleidsmatige fase waarin de getallen en hun rol in het bodembeleid worden vastgesteld.

In response to the governmental decision 'Policy renewal on soil remediation', this report presents numerical values that are derived for specific soil-uses. The values are to be used as remediation objectives, or as criteria for the re-use of slightly contaminated soil or sediment. Various soil-uses in the rural area, as well as the uses of permanently flooded and dry sediments, are considered. The soil-use specific objectives are derived for a number of immobile contaminants. Therefore, demands that are placed by the discerned soil-uses to human health, agricultural practices, ecosystem health and other requirements are quantified in terms of acceptable soil concentrations. A policy phase follows after publication of this report, to set the soil-use specific objectives and their position in soil policy.

Voorwoord

Deze rapportage is tot stand gekomen in een samenwerkingsverband tussen RIZA, Alterra en RIVM. De coördinatie was in handen van een wetenschappelijke werkgroep, bestaande uit Margriet Beek (RIZA), Jaap Tuinstra (Royal Haskoning), Paul Römken en Wim de Vries (Alterra), Johannes Lijzen en Michiel Rutgers (RIVM), onder voorzitterschap van Annemarie van Wezel (RIVM). Inhoudelijke bijdragen werden naast de werkgroepleden geleverd door Peter van Vlaardingen, Miranda Mesman, Piet Otte (RIVM), Martijn van Elswijk (Royal Haskoning) en Luc Bonten (Alterra).

De beleidsmatige begeleiding van het traject was in handen van Else Sneller (V&W), Lex Dop/Hayo Haanstra (LNV), Ad Vos (IPO), Anton Roeloffzen (VNG), Ingrid Canter Cremers (UvW) met ondersteuning van Jean-Paul de Poorter (MMG Advies) onder voorzitterschap van Sandra Boekhold (VROM).

De resultaten die gepresenteerd worden in dit rapport zijn bediscussieerd in de ecotoxicologische onderzoeksbegeleidingsgroep (OZBG-eco) en de humaan toxicologische onderzoeksbegeleidingsgroep (OZBG-humaan). Deze OZBGs geven een niet-bindend wetenschappelijk advies over de inhoud van het eindconcept van een rapport ter advisering van de stuurgroep INS.

Wij zijn alle personen die –op verschillende wijze- hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport onze hartelijke dank verschuldigd.

Inhoud

SAMENVATTING	7
1 INLEIDING.....	11
1.1 BELEIDSMATIGE ACHTERGROND VAN BODEMGEBRUIKSWAARDEN	11
1.2 AFLEIDING VAN BGWS VOOR LANDBOUW, NATUUR EN WATERBODEM.....	12
1.3 LEESWIJZER	13
2 ONDERSCHIED NAAR BODEMGEBRUIK EN KOPPELING MET GEBRUIKSEISEN.....	15
2.1 INLEIDING	15
2.2 ONDERSCHIED NAAR BODEMGEBRUIK.....	15
2.2.1 <i>Natuur</i>	15
2.2.2 <i>Landbouw</i>	16
2.2.3 <i>Waterbodem</i>	16
2.2.4 <i>Betekenis van de onderscheiden vormen van bodemgebruik in areaal grootte</i>	17
2.3 DE INDELING NAAR GEBRUIKSEISEN	17
2.3.1 <i>Eisen m.b.t. de humane gezondheid</i>	17
2.3.2 <i>Landbouwkundige eisen</i>	18
2.3.3 <i>Ecosysteemeisen</i>	18
2.3.4 <i>Overige eisen</i>	18
2.4 MATRIX; DE KOPPELING VAN GEBRUIKSEISEN AAN BODEMGEBRUIK	18
3 HUMANE GEZONDHEIDSEISEN	21
3.1 UITGANGSPUNTEN EN BASISINFORMATIE	21
3.2 BLOOTSTELLING	22
3.2.1 <i>Natuur</i>	22
3.2.2 <i>Landbouw</i>	23
3.2.3 <i>Natte waterbodem</i>	23
3.3 TRANSFER VAN ORGANISCHE STOFFEN EN METALEN UIT DE BODEM NAAR VLEES EN MELK	24
3.3.1 <i>Blootstellingsmodel voor de koe</i>	24
3.3.2 <i>Biotransfer factor voor organische stoffen</i>	24
3.3.3 <i>BTF voor metalen</i>	27
3.4 RESULTATEN EISEN VOOR HUMANE GEZONDHEID	28
4 LANDBOUWKUNDIGE EISEN.....	31
4.1 ALGEMEEN.....	31
4.2 EFFECTEN OP GEWASSEN: FYTOTOXICITEIT EN VOEDSELVEILIGHEID	31
4.2.1 <i>Zware metalen</i>	31
4.2.2 <i>Organische stoffen</i>	35
4.3 EFFECTEN OP LANDBOUWHUISDIEREN: DIERGEZONDHEID EN VOEDSEL VEILIGHEID	36
4.3.1 <i>Zware metalen</i>	36
4.3.2 <i>Organische stoffen</i>	37
4.3.3 <i>Warenwet criteria en diergezondheid voor schelpdieren en vissen</i>	39
5 EISEN AAN HET FUNCTIONEREN VAN HET ECOSYSTEEM.....	43
5.1 ALGEMEEN.....	43
5.2 ORGANISMEN EN PROCESSEN	43
5.2.1 <i>Basisinformatie en werkwijze</i>	43
5.2.2 <i>Keuze beschermingsniveau</i>	44
5.2.3 <i>Actualisatie van toxiciteitsdata voor enkele stofgroepen</i>	45
5.2.4 <i>Resultaten</i>	45
5.2.5 <i>Metalen; standaard methodiek vergeleken met berekende NOECs op basis van poriewaterconcentratie</i>	46
5.3 SLEUTEL- EN DOELSOORTEN	47
5.4 DOORVERGIFTIGING.....	47
5.4.1 <i>Inleiding</i>	47
5.4.2 <i>Standaard uitwerking</i>	48

5.4.3	<i>Specifieke voedselketens</i>	48
6	OVERIGE EISEN	51
6.1	ALGEMEEN.....	51
6.2	DRINKWATERKWALITEIT	51
6.3	UITSPOELING NAAR GRONDWATER EN AFSPOELING NAAR OPPERVLAKTE WATER.....	51
6.4	EISEN M.B.T. COMPOSTEERBAARHEID	51
7	INTEGRATIE VAN ALLE GETALSWAARDEN PER STOF	53
7.1	VERSCHILLEN IN BODEMGEBRUIKSWAARDEN TUSSEN VORMEN VAN BODEMGEBRUIK.....	53
7.2	OVERZICHT VAN DE MEEST STRINGENTE GEBRUIKSEISEN	53
7.3	GETALSWAARDEN PER STOF.....	56
7.3.1	<i>Metalen</i>	56
7.3.2	<i>PAKs</i>	57
7.3.3	<i>Insecticiden</i>	58
7.3.4	<i>Gehalogeneerde aromatische koolwaterstofverbindingen</i>	59
8	DISCUSSIE, AANBEVELINGEN EN CONCLUSIES	87
	LITERATUUR	93
	AANHANGSEL 1 OPPERVLAKTEN VOOR ONDERSCHIEDEN VORMEN VAN BODEMGEBRUIK	97
	AANHANGSEL 2 ACHTERGRONDBLOOTSTELLING (AB) EN BELANGRIJKSTE BRONNEN, IN RELATIE TOT MTR _{HUMAAN} EN VR _{HUMAAN}	99
	AANHANGSEL 3 CONSUMPTIE NAAR LEEFTIJDKLASSE	101
	AANHANGSEL 4 BEREKENING EN PARAMETRISATIE VAN DE VERSCHILLENDE BLOOTSTELLINGSROUTES NAAR DE KOE.....	103
	AANHANGSEL 5 BEREKENDE BIOTRANSFERFACTOREN NAAR MELK EN VLEES	105
	AANHANGSEL 6 HUMANE RISICOGRENZEN VOOR DIVERSE BLOOTSTELLINGSROUTES IN NATUUR, LANDBOUW EN WATERBODEM	107
	AANHANGSEL 7 KRITISCHE PRODUCTNORMEN VOOR METALEN EN ORGANISCHE STOFFEN	119
	AANHANGSEL 8 BODEM-PLANT RELATIES EN BIOACCUMULATIEFACTOREN VOOR CADMIUM, LOOD, KOPER, ZINK, ARSEEN EN KWIK.....	125
	AANHANGSEL 9 OVERZICHT VAN DE KRITISCHE GEHALTEN IN BODEMNORMEN I.V.M. MET VOEDSELVEILIGHEID VAN GEWASSEN EN MET FYTOTOXICITEIT	139
	AANHANGSEL 10 HOE SEDIMENTKWALITEIT VIA REGENWATER EN VEEDRENKING GEWAS- EN DIERGEZONDHEID BEÏNVLOEDT	141
	AANHANGSEL 11 ACTUALISATIE VAN ECOTOXICITEIT DATA.....	142
	AANHANGSEL 12 RESULTATEN EISEN MET BETREKKING TOT FUNCTIONEREN ORGANISMEN EN PROCESSEN ..	148
	AANHANGSEL 13 UITWERKING VAN VOEDSELKETEN VOOR GRUTTO EN DAS VOOR METALEN.....	154
	AANHANGSEL 14 UITWERKING VAN EISEN MET BETREKKING TOT DRINKWATERKWALITEIT.....	156
	AANHANGSEL 15 UITWERKING VOOR EISEN M.B.T. UIT- EN AFSPOELING VAN METALEN	157
	AANHANGSEL 16 LIJST MET AFKORTINGEN.....	159
	MAILING LIST	160

Samenvatting

Beleidsmatige achtergrond

De wens om meer kosteneffectief en functiegericht te saneren leidde tot het Kabinetstandpunt Beleidsvernieuwing Bodemsanering. Voor situaties waarin verontreinigingen relatief immobiel zijn, zijn en worden functiegerichte saneringsdoelstellingen geïntroduceerd, de bodemgebruikswaarden (BGW). Er zijn inmiddels bodemgebruikswaarden (BGWs) ontwikkeld voor de functies 'wonen met tuin en intensief gebruikt groen' en 'extensief gebruikt groen' (Lijzen *et al.*, 1999). Dit rapport geeft de onderbouwing voor BGWs voor de functies landbouw, natuur en waterbodem. Het verder verduidelijken van de rol van BGWs in het bodembeleid, en de beleidsmatig vaststelling en keuze van de in dit rapport afgeleide getalswaarden voor landbouw, natuur en waterbodem, is onderdeel van een beleidsmatig traject ('Beleidskader Bodem') dat buiten het bestek van deze rapportage valt.

De BGWs worden wetenschappelijk onderbouwd, passend in het bestaande stelsel van bodemkwaliteitseisen (streef- en interventiewaarden) en aansluitend op de meest recente inzichten. De beschouwde stoffen zijn arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel, zink, PAK (10-VROM), DDT/DDD/DDE en drins. Voor waterbodem zijn aanvullend BGWs afgeleid voor planaire PCBs, en penta- en hexachloorbenzeen.

Onderscheiden vormen van bodemgebruik gekoppeld aan gebruikseisen

Vormen van bodemgebruik binnen landbouw, natuur en waterbodems zijn onderscheiden, en er is via een matrix een relatie gelegd met gebruikseisen met betrekking tot de humane gezondheid, landbouwkundige eisen, ecosysteem-eisen en overige eisen. De functie landbouw is onderverdeeld in grasland, productie van veevoeder, akkerbouw, de teelt van niet consumptieve gewassen, groenteteelt en fruitteelt. Niet grond-gebonden vormen van landbouw zijn niet beschouwd. De functie waterbodem is onderverdeeld in periodiek natte natuur, recreatie, schelpenteelt, beroepsvisserij, havens en scheepvaart, reguliere sloot en natuur. In watersystemen zijn -meer dan op landbodem- verschillende vormen van bodemgebruik met elkaar verweven. Daarnaast kennen sommige watersystemen een grote mobiliteit van de waterbodem. In deze gevallen zal het meest kwetsbare bodemgebruik maatgevend zijn.

Getalsmatige uitwerking van gebruikseisen

Voor de getalsmatige uitwerking van gebruikseisen kon voor een groot deel geleund worden op eerder werk voor de onderbouwing van normen, dat gedaan is in het kader van de technisch-inhoudelijke evaluatie van de interventiewaarden, ter onderbouwing van de bodemgebruikswaarden voor de stedelijke functies of in het kader van het interdepartementale project Integrale Normstelling Stoffen.

Uitwerking eisen humane gezondheid

Voor de uitwerking van de eisen met betrekking tot de humane gezondheid is voor de verschillende bodemgebruiksvormen een humaan blootstellingsscenario geformuleerd aan bodem en waterbodem. Hierbij is aandacht geschonken aan de actualisatie van de overdracht uit bodem naar vlees en melk voor organische stoffen. Deze wordt nu beschreven op basis van experimenteel bepaalde waarden voor hydrofobiciteit (K_{ow}). De risiconiveaus voor de humane gezondheid verschillen aanzienlijk (tot meer dan 3 orden van grootte) tussen de verschillende bodemgebruiksvormen.

Uitwerking landbouwkundige eisen

De landbouwkundige eisen zijn uitgewerkt in eisen ter bescherming van de dier- en plantgezondheid, en voedselveiligheidseisen, die inhouden dat producten van een perceel voldoen aan criteria voor veevoeder en Warenwetcriteria.

Kritische gehalten in gewassen voor metalen zijn fytoxische gehalten, Warenwetnormen en veevoedernormen. Warenwetcriteria zijn vaak het meest stringent. Deze zijn omgerekend naar concentraties in de bodem met gewasspecifieke bodem-plant overdracht relaties, wanneer de relaties significant waren en geen of weinig extrapolatie nodig was. Anders werd het hoogste bodemgehalte uit de dataset genomen bij overschrijding van de kritische plantgehalten, of het laagste bodemgehalte bij overschrijding hiervan. Wanneer Warenwetcriteria voor zware metalen aanwezig zijn, zijn deze strenger dan eisen voor de diergezondheid. De kritische bodemgehalten voor dieren liggen voor metalen hoger dan die voor planten.

De gebruikseis voorkomen van fytoxiciteit is voor organische stoffen niet ingevuld vanwege gebrek aan data. De omrekeningen van kritische gehalten in de plant vanuit de Warenwet naar bodem gebeurt op dezelfde manier als in de humane blootstellingsscenario's. Dit leidt tot weinig stringente getallen. Daarnaast zijn kritische gehalten in dieren (rond) berekend op basis van Warenwetnormen en diergezondheid. De eisen voor diergezondheid zijn het strengst. Kritische bodemgehalten voor dieren zijn strenger dan voor planten. Tenslotte zijn voor de waterbodem enkele warenwetnormen omgerekend naar kritische concentraties in het sediment en zijn criteria voor de gezondheid van vissen omgerekend.

Uitwerking van eisen voor het functioneren van het ecosysteem

De eisen m.b.t. het ecosysteem worden onderscheiden in verschillende categorieën, te weten eisen voor het functioneren van organismen en processen en eisen die de risico's welke gepaard gaan met doorvergiftiging in de voedselketen beperken. Ten aanzien van de bodemgebruiken onder landbouw wordt het maximaal toelaatbaar risiconiveau voorgesteld als beschermingsniveau, omdat het functioneren van bodemprocessen en –organismen onmisbaar wordt geacht voor het goed functioneren van landbouwsystemen. Ten aanzien van de bodemgebruiken onder natuur wordt het verwaarloosbaar risiconiveau (streefwaarde) voorgesteld. Hierbij worden de effecten op het ecosysteem verwaarloosbaar geacht; de functie natuur ondervindt geen belemmering. Ten aanzien van de bodemgebruiken voor natte waterbodem wordt aangesloten bij de beschermingsniveaus zoals deze gebruikt worden voor de droge bodem.

Voor een aantal stoffen zijn verouderde onderbouwende datasets voor de ecotoxicologische risiconiveau's geactualiseerd.

Vanuit natuurbeschermingsoptiek was er de wens specifieke eisen uit te werken voor de bescherming van sleutel- en doelsoorten. Sleutelsoorten zijn echter veelal niet expliciet te benoemen, en voor doelsoorten ontbreken vaak toxicologische data, waardoor geen invulling aan deze wens is gegeven.

Uitwerking van overige eisen

De kwaliteit van sediment moet zodanig zijn dat bovenstaand water voldoet aan de kwaliteitseisen voor oppervlaktewater dat bestemd is voor de bereiding van drinkwater. Omdat grond- en oppervlaktewater zou moeten voldoen aan het maximaal toelaatbaar risico is dit als uitgangspunt genomen bij de berekening van eisen voor uitloging en afspoeling. Eisen voor composteerbaarheid voor waterbodem zijn niet uitgewerkt vanwege de geringe relevantie, voor landbodembodem is het wel relevant maar leven er te veel vragen rond de BOOM afleiding.

Resultaten

De onderscheiden bodemgebruiksvormen bij natuur konden voor alle stoffen worden samengevoegd. Voor landbouw zijn zes vormen van bodemgebruik onderscheiden. Voor chroom en nikkel, alle PAKs, DDE en DDD kunnen veevoeder, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen worden samengevoegd, net als groenteteelt en fruitteelt. Voor DDT tenslotte kunnen veevoer en akkerbouw worden samengevoegd, en groente- en fruitteelt. Voor de natte waterbodem, waar zeven vormen van bodemgebruik zijn onderscheiden, is er voor bijna alle stoffen geen aanleiding minder dan zeven soorten van gebruik van de natte waterbodem te onderscheiden.

De eisen met betrekking tot de humane gezondheid van de gebruiker van het perceel zijn zelden doorslaggevend, op een aantal hydrofobe stoffen voor de natte waterbodem na. Ook de landbouwkundige eisen zijn in het algemeen niet het meest stringent, behalve voor enkele zware metalen. Eisen met betrekking tot organismen en processen leiden voor vele stoffen en ook voor vele vormen van bodemgebruik tot de strengste getallen. Maar ook de eisen met betrekking tot af- en uitspoeling zijn voor veel stoffen het meest stringent.

In deze rapportage is uitgegaan van de meest recente wetenschappelijke kennis, en aangesloten op de bestaande systematiek die is gehanteerd voor het Nederlandse normenstelsel. Voor de afleiding van interventiewaarden is deze weergegeven in Lijzen *et al.* (2001), en voor de MTRs in Verbruggen *et al.* (2001). De waarden uit genoemde rapporten zijn onderdeel van een lopend beleidsmatig traject over herziening van de vigerende waarden. De introductie van nieuwe technieken heeft effect, zoals op diverse plaatsen in dit rapport aan de orde kwam. Omdat het om generieke normstelling gaat, zijn standaarden gebruikt voor bijvoorbeeld blootstellingsscenario's en parameterisatie. Locatiespecifiek kunnen afwijkingen optreden, wat reden geeft voor 'maatwerk'.

Waarden ter bescherming van de humane gezondheid konden voor bijna alle stoffen en vormen van bodemgebruik worden afgeleid. Voor de landbouwkundige eisen, met name voor diergezondheid en fytoxiciteit leidde datagebrek soms tot het niet invullen van deze eisen. Voor ecosysteem-eisen zijn eisen met betrekking tot doelsoorten en sleutelsoorten niet ingevuld vanwege kennisgebrek. Data- en kennislacunes zijn gesignaleerd, en er worden aanbevelingen gedaan om deze lacunes in te vullen.

Internationale ontwikkelingen zijn relevant, met name door de voorbereiding van ecotoxicologische getalswaarden ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De uitwerking van de methodiek wijkt af van het Nederlandse normenstelsel. Verwacht mag worden dat de ontwikkelingen ter voorbereiding van de KRW op termijn ook interventiewaarden en BGWs beïnvloeden.

1 Inleiding

1.1 Beleidsmatige achtergrond van bodemgebruikswaarden

In 1997 koos het kabinet voor een koerswijziging van het bodemsaneringsbeleid. Het doel is de bodemsaneringoperatie beter betaalbaar te maken door (i) het criterium van multifunctionaliteit los te laten (ii) immobiele verontreinigingen in de bovengrond functiegericht te saneren en (iii) mobiele verontreinigingen in de ondergrond op een kosteneffectieve wijze.

Het functiegericht saneren van immobiele verontreinigingen in de bovengrond is voor de droge bodem en stedelijke gebruiksfuncties uitgewerkt in het rapport 'Van trechter naar zeef' (oktober 1999), en in het Kabinetsstandpunt over de functiegerichte en kosteneffectieve aanpak van bodemverontreiniging (Kamerstuk II 1999/2000, 25411 nr. 7). Een kabinetstandpunt met betrekking tot de beleidsvernieuwing bodemsanering is tenslotte in december 2001 vastgesteld (Kamerstuk 2001/2002, 28199 nr.1). Dit kabinetstandpunt heeft betrekking op voor 1987 verontreinigde landbodems. In hoeverre de beleidsvernieuwing passend is voor verontreinigde waterbodems, wordt momenteel in beeld gebracht door het ministerie Verkeer & Waterstaat.

Voor situaties waarin verontreinigingen relatief immobiel zijn, zijn en worden functiegerichte saneringsdoelstellingen geïntroduceerd, de bodemgebruikswaarde (BGW). Dit is een generieke waarde die aangeeft welke kwaliteit de leeflaag na sanering moet hebben. Door daarnaast de gewenste dikte en de constructie van de leeflaag vast te leggen wordt een duurzame oplossing gecreëerd, die controleerbaar en handhaafbaar is.

Bij sanering en beheer zijn de BGWs de kwaliteitsdoelstelling voor de bovengrond (figuur 1.1). Het kabinetstandpunt 'Beleidsvernieuwing bodemsanering' geeft aan dat bij ernstige en urgente gevallen van bodemverontreiniging de BGWs direct dienen te worden bereikt; het saneringspoor. Wanneer de bodemverontreiniging niet ernstig en urgent is, maar de concentratie wel hoger is dan de BGW, dient de bevoegde overheid aan te geven op welke wijze en op welke termijn de BGWs middels beheer zullen worden bereikt. Bodembeheer houdt onder meer in dat de bevoegde overheid de bodemkwaliteit in beeld brengt en houdt, functies toewijst en, indien nodig, gebruiksbepalingen benoemt en handhaaft. Bodembeheer houdt ook in dat de bodemkwaliteit, zoveel als mogelijk is, wordt verbeterd door de maatschappelijke en ruimtelijke dynamiek optimaal te benutten of door 'groene' bodemsaneringstechnieken in te zetten. Als onderdeel van bodembeheer mag licht verontreinigde grond onder voorwaarden worden hergebruikt als bodem. Als voorwaarde geldt onder meer dat de kwaliteit van de toe te passen grond vergelijkbaar is met, of beter is dan, de kwaliteit van de ontvangende bodem en dat het hergebruik niet mag leiden tot onacceptabele risico's voor de functie van de desbetreffende bodem. Bij deze laatste voorwaarde is het wenselijk dat bevoegde overheden krachtens hun bodembeschermings beleid zoveel mogelijk aansluiten bij de BGWs. Indien de uitgangssituatie een betere kwaliteit kent dan de BGW, dient de bevoegde overheid door 'stand-still' beleid die betere kwaliteit zeker te stellen.

PREVENTIEF	CURATIEF	
PREVENTIE	SANERING: meteen terug naar BGW	
Geen nieuwe verontreiniging		Ernstig en urgent
Zorgplicht	BEHEER: kwaliteitsverbetering en stand-still	Bodemgebruikswaarden
Herstelplicht	BEHEER: stand-still en kwaliteitsverbetering	Streefwaarden

BRONGERICHT

EFFECTGERICHT

Figuur 1.1. Relatie tussen preventieve beleid, saneringsbeleid en bodembeheer, en de rol van BGWs voor sanering en beheer (bron: kabinetstandpunt Beleidsvernieuwing Bodemsanering).

1.2 Afleiding van BGWs voor landbouw, natuur en waterbodem

Als uitwerking van het kabinetsbesluit tot kosteneffectief en functiegericht saneren zijn een aantal functies onderscheiden. Er zijn inmiddels bodemgebruikswaarden (BGWs) ontwikkeld voor de functies ‘wonen met tuin en intensief gebruikt groen’ en ‘extensief gebruikt groen’ (Lijzen *et al.*, 1999). Voor de functie ‘bebouwd en verhard’ is geen BGW ontwikkeld, vanuit de gedachte dat risico’s afdoende voorkomen worden door de isolerende laag van verharding. Het risico m.b.t. verspreiding is hierbij niet beschouwd, vanuit de aanname dat dit risico klein zal zijn omdat BGWs alleen zijn ontwikkeld voor relatief immobiele stoffen.

Dit rapport voorziet in de behoefte de getallen af te leiden voor BGWs voor de functies landbouw, natuur en waterbodem. De BGWs worden wetenschappelijk onderbouwd, passend in het bestaande stelsel van bodemkwaliteitseisen (streef- en interventiewaarden). Hierbij sluiten we aan op de meest recente inzichten, zoals voor interventiewaarden gerapporteerd in de technische evaluatie van de interventiewaarden 1e tranche (Lijzen *et al.*, 2001 en onderliggende rapportages), voor de BGWs voor stedelijke functies in Lijzen *et al.* (1999; 2002b), en in zijn algemeenheid voor de afleiding van ecotoxicologische risicogrenzen in Traas (2001).

BGWs worden uitgedrukt in termen van concentraties in de bodem, analoog aan de bestaande BGW, interventiewaarden, streefwaarden en MTR-waarden. BGWs zijn ontwikkeld voor de functies landbouw, natuur en waterbodem. De BGWs zijn van toepassing op ‘grond bij normaal gebruik’. De beschouwde stoffen zijn arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel, zink, PAK (10-VROM), DDT/DDD/DDE en drins. Voor waterbodem zijn aanvullend BGWs afgeleid voor planaire PCBs, en penta- en hexachloorbenzeen. De keuze van de

genoemde stoffen is gebaseerd op het feit dat ze als relatief immobiel worden beschouwd, en bevoegde overheden aangeven dat deze stoffen veel voorkomen in saneringsgevallen waar functiegerichte sanering geëigend is.

Verskillende vormen van bodemgebruik binnen de hoofdfuncties landbouw, natuur en waterbodem zijn onderscheiden. Deze functies zijn gekoppeld aan gebruikseisen met betrekking tot humane gezondheid, landbouwkundige praktijken, gezondheid van het ecosysteem en overige eisen, zoals effecten op grond- en oppervlaktewater. Voor waterbodems houdt het project ATHENE zich bezig met de bruikbaarheid van functiegerichte saneringsdoelstellingen voor immobiele verontreinigingssituaties. Het uiteindelijk beleidsmatig vaststellen van de in dit rapport afgeleide bodemgebruikswaarden voor landbouw, natuur en waterbodem, en ook het verder verduidelijken van de rol van BGWs in het bodembeleid, is onderdeel van een beleidsmatig traject ('Beleidskader Bodem') dat buiten het bereik van deze rapportage valt.

1.3 Leeswijzer

Het onderscheid van diverse bodemgebruiken binnen functies landbouw, natuur en waterbodem, en de koppeling aan gebruikseisen, is beschreven in hoofdstuk 2.

In de volgende hoofdstukken is de afleiding beschreven van concentraties in de bodem, waarmee voldaan kan worden aan eisen met betrekking tot humane gezondheid (hoofdstuk 3), landbouwkundige eisen, te weten voedselveiligheid en gezondheid van plant en dier (hoofdstuk 4), gezondheid van het ecosysteem (hoofdstuk 5) en overige eisen waaronder effecten op grondwater en oppervlaktewater (hoofdstuk 6). Hoofdstuk 7 geeft een integratie van alle getalswaarden per stof weer. Hoofdstuk 8 tenslotte geeft een algemene discussie over de gevolgde werkwijze, onderzoeksaanbevelingen en conclusies.

2 Onderscheid naar bodemgebruik en koppeling met gebruikseisen

2.1 Inleiding

Voor de onderbouwing van de BGWs voor landbouw, natuur en waterbodems wordt een ‘split & lump’ strategie gevolgd. In eerste instantie is zoveel mogelijk onderscheid gemaakt naar typen bodemgebruik. Daar waar vervolgens de uitwerking weinig verschillen laat zien, kunnen verschillende bodemgebruiken weer samengevoegd worden om tot een zo eenvoudig mogelijk stelsel van BGWs te komen. Hierbij wordt rekening gehouden met gangbare wisselingen van bodemgebruik op korte tot middellange termijn op een oppervlakte (er wordt niet bedoeld op bestemmingswisselingen). De volgende terminologie wordt gehanteerd:

Bodemgebruik:	Het gebruik dat van de bodem wordt gemaakt, de functie.
Gebruikseis:	De eis die aan een gebruiksvorm kan worden gesteld vanuit het oogpunt van humane gezondheid, landbouwkundige eisen, functioneren van het ecosysteem of overige eisen.
Criterium:	Een kwantitatieve uitwerking van een gebruikseis welke aangeeft hoe de betreffende gebruikseis wordt omgezet in een getal.

Vormen van bodemgebruik binnen landbouw, natuur en waterbodems zijn onderscheiden, en er is via een matrix een relatie gelegd met gebruikseisen met betrekking tot de humane gezondheid, landbouwkundige eisen, ecosysteem eisen en overige eisen. De matrix is tot stand gebracht in interactie (via een workshop) met wetenschappers, beleidmakers en uiteindelijke gebruikers van BGWs.

2.2 Onderscheid naar bodemgebruik

2.2.1 Natuur

De functie natuur is onderverdeeld naar bos, heide en open ruigte, en overige natuur omdat mogelijk ecosysteem risico's verschillend zijn voor deze vormen.

Veel gebruikt is een indeling van natuur naar hoofdgroepen met een eigen beheersstrategie; nagenoeg-natuurlijke typen, begeleid-natuurlijke typen, half-natuurlijke typen en multifunctionele afgeleiden (Bal *et al.*, 2001). Deze hoofdgroepen zijn onderscheidend naar de mate van medegebruik en beheer, het zijn de hoofdgroepen waaronder bijna 100 verschillende natuurdoeltypen worden onderscheiden gegroepeerd naar landschappen. In deze rapportage is niet voor deze indeling naar beheersstrategie gekozen omdat ze niet differentiërend is naar de gebruikseisen die erbij gesteld kunnen worden, behalve naar het beschermen van de humane gezondheid. De *a-priori* verwachting is dat humane gezondheid niet de meest kritische gebruikseis zal blijken te zijn voor natuur.

Natuur in de stad wordt in dit rapport niet beschouwd. Lijzen *et al.* (1999) geven waarden voor intensief en extensief gebruikt openbaar groen in de bebouwde omgeving, maar niet voor natuur. Deze BGWs voor bebouwd gebied hebben een sterk accent op de humaantoxicologische bescherming; de bescherming van soorten in de bebouwde omgeving is bij de BGWs voor intensief en extensief gebruikt openbaar groen op 50% gesteld.

2.2.2 Landbouw

De functie landbouw is onderverdeeld in grasland (met name voor melk en vleesproductie), productie van veevoeder (met name maïs), akkerbouw (onder andere granen), de teelt van niet consumptieve gewassen (sierteelt en de teelt van energie- en vezelgewassen), groenteteelt en fruitteelt. Veel voorkomende roulatie tussen verschillende vormen van bodemgebruik binnen landbouw, hetgeen vaak regio-gebonden is, kan een reden zijn onderscheiden vormen van bodemgebruik alsnog samen te voegen. Kassenteelt, varkenshouderij, pluimveehouderij en paddestoelenteelt zijn niet opgenomen omdat het niet grond-gebonden teeltvormen zijn.

Voor wonen in het agrarisch gebied – het boerenerf - kan de reeds bestaande BGW voor functie I, gebaseerd op het scenario wonen met moestuin, van toepassing worden verklaard (Lijzen *et al.*, 1999; Lijzen *et al.*, 2002b). De beschermingscriteria die op dit scenario van toepassing zijn passen ook bij het boerenerf.

2.2.3 Waterbodem

De functie waterbodem is onderverdeeld in:

- *Periodiek natte natuur*. Periodiek natte natuur is natuur waarbij het water gedurende enkele maanden per jaar op of boven het maaiveld staat.
- *Recreatie*. Er is niet voor gekozen meerdere vormen van recreatie te onderscheiden. Onder het gebruik recreatie vallen wateren waaraan de functie recreatie of viswater is toegekend.
- *Schelpenteelt*. Schelpenteelt geldt voor wateren waar schelpdieren voor commerciële doelen worden gekweekt, het gaat voor mosselen om de Oosterschelde (2152 ha) en de Waddenzee (3500 ha), en voor oesters om de Grevelingen (375 ha) en de Oosterschelde (1470 ha) (gegevens uit 1996, bron CBS/Statline).
- *Beroepsvisserij*. Wateren waar vis voor commerciële doeleinden wordt gevangen, heeft het gebruik beroepsvisserij.
- *Havens en scheepvaart*. Havens en scheepvaart zijn wateren waarover beroepstransport plaatsvindt.
- *Reguliere sloot*. Wateren in het landelijk gebied zijn gedefinieerd als ‘reguliere sloot’ en gelieerd aan de landbouw met functies als beregening en veedrenking.
- *Natuur*. Het gaat om wateren waaraan de functie natuur is toegekend.

De diepte van het watersysteem is geen criterium geweest bij de indeling naar bodemgebruik.

De gekozen indeling gaat ook op voor de zoute watersystemen.

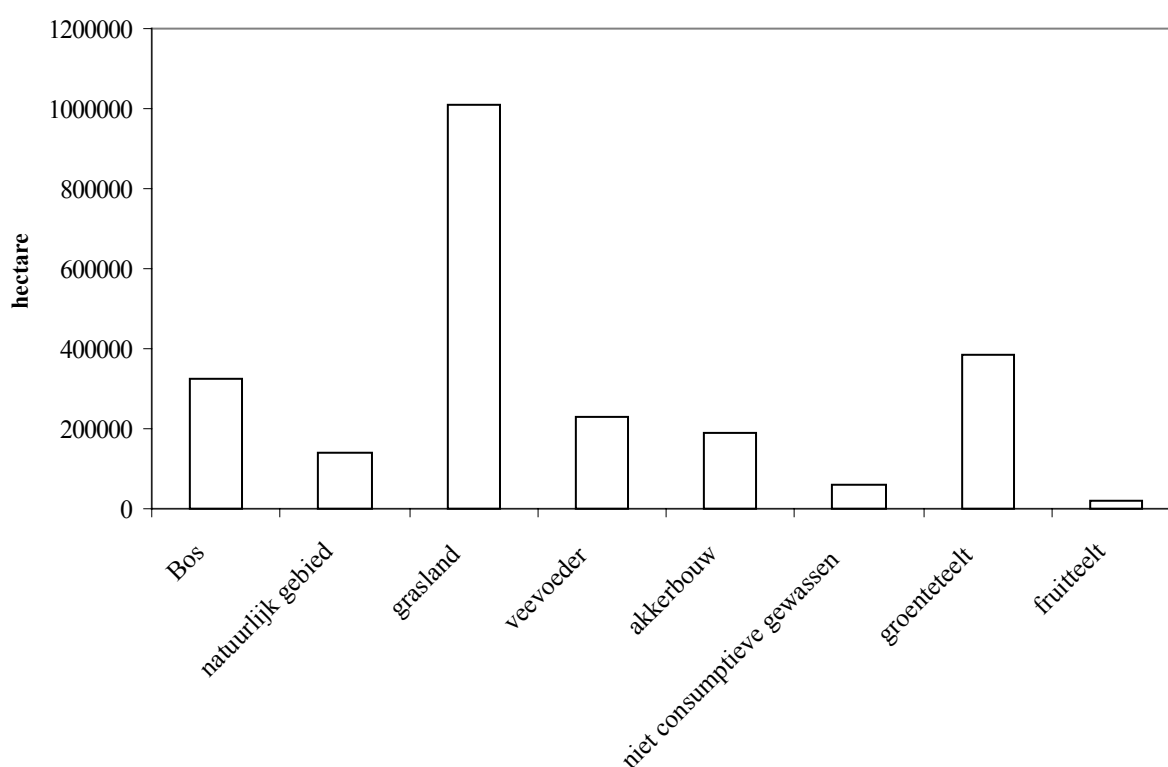
Waterberging is niet benoemd als separate functie omdat dit vooral gezien wordt als een kwantiteitseis en niet als een kwaliteitseis. Tijdelijke waterberging, in retentie- of noodoverloopgebieden, zal bij uitvoering van ‘Waterbeheer 21e eeuw’ meer dan nu plaatsvinden op landbodems met een landbouw- of natuurfunctie. Na afloop van de berging kan de kwaliteit van het achtergelaten slib de gebruiksfunctie beïnvloeden.

In watersystemen zijn vaak -meer dan op landbodem- verschillende vormen van bodemgebruik met elkaar verweven. In deze gevallen is het meest kwetsbare bodemgebruik maatgevend. Daarnaast kennen sommige watersystemen een grote mobiliteit van de waterbodem. Voor dit soort watersystemen geldt voor het gehele watersysteem dat de meest kwetsbare bodemgebruik maatgevend is.

2.2.4 Betekenis van de onderscheiden vormen van bodemgebruik in areaal grootte

In de CBS bodemstatistieken (www.statline.nl) is de areaalgrootte van de onderscheiden vormen van bodemgebruik nagegaan. Dit is weergegeven in Figuur 2.1. De in deze figuur opgenomen vormen van bodemgebruik beslaan samen ruim 70% van het Nederlandse land. De data voor de landbouw komen uit de landbouwtellingen 1980-2000, eveneens vanuit het CBS.

Voor de natte waterbodem is voor verschillende van de onderscheiden vormen van bodemgebruik, zoals voor de (periodiek) natte natuur, beroepsvisserij, havens/scheepvaart en reguliere sloot, geen informatie te vinden. Waterbodem met de functie recreatie beslaat zo'n 52 duizend ha, en met de hoofdfunctie schelpenteelt 7,5 duizend ha, op een totaal aan water in Nederland van 7,6 miljoen ha (incl. zoute wateren).



Figuur 2.1. Areaalgrootte van de verschillende vormen van bodemgebruik

2.3 De indeling naar gebruikseisen

2.3.1 Eisen m.b.t. de humane gezondheid

De humane gezondheid kan beïnvloed worden via diverse blootstellingsroutes. Bij de eisen met betrekking tot humane gezondheid worden, in analogie met de interventiewaarde, per bodemgebruik scenario's uitgewerkt voor levenslange blootstelling. Er wordt hierbij rekening gehouden met de blootstelling van jonge kinderen. Uitgangspunt is 'gemiddeld gedrag'.

De blootstelling van boeren wordt niet beoordeeld als een beroepsrisico maar als een risico voor de bewoner, omdat wonen en werken zeer verweven is voor agrariërs.

Blootstelling via het eten van bosvruchten, paddestoelen, kwelder groenten, en dergelijke wordt niet verdisconteerd. Aangenomen is dat deze blootstellingsroutes slechts in geringe

mate zullen bijdragen aan de totale blootstelling. In een specifieke situatie kan wel degelijk aandacht besteed worden aan deze blootstellingsroutes.

2.3.2 Landbouwkundige eisen

Onderscheiden worden hierbij eisen voor de gezondheid van landbouwhuisdieren, vissen, en schelpdieren. Daarnaast gelden eisen voor fytotoxiciteit, en voor voedselveiligheid voor gewassen en voor dierlijke producten.

2.3.3 Ecosysteemeisen

Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar eisen voor organismen en processen, sleutelsoorten, doelsoorten, en doorvergiftiging. Met uitzondering van de sleutelsoorten zijn deze effecten toepasbaar verklaard voor zowel landbouw als natuur. In analogie met de procedure rond afleiding van maximaal toelaatbare risiconiveau en interventiewaarden worden data met betrekking tot organismen en met betrekking tot processen niet samengevoegd maar apart geanalyseerd. De risico's met betrekking tot doorvergiftiging worden uitgewerkt voor de natuur én landbouw, teneinde kwetsbare soorten hoger in de voedselketen te beschermen die in deze gebieden foerageren.

2.3.4 Overige eisen

Kwaliteitseisen voor de bereiding van drinkwater, uitloging naar oppervlaktewater, afspoeling naar oppervlaktewater en composteerbaarheid worden uitgewerkt. Voor drinkwaterkwaliteit worden de normen voor ruwwater ter bereiding van drinkwater gebruikt.

2.4 Matrix; de koppeling van gebruikseisen aan bodemgebruik

In Tabel 2.1. is de koppeling weergegeven tussen vormen van bodemgebruik en de gebruikseisen. Wanneer een kruisje is geplaatst wil dat zeggen dat de betreffende gebruikseis is uitgewerkt voor het betreffende bodemgebruik, en daarmee één van de ingrediënten vormt van de BGW voor het beschouwde bodemgebruik. De wijze van uitwerken en de hoogte van het beschermingsniveau is beschreven in de hoofdstukken 3 t/m 6.

Tabel 2.1. Koppeling van de onderscheiden vormen van bodemgebruik met gebruikseisen

Gebruikseisen:	Landbodem & droge waterbodem								Natte waterbodem							
	Natuur				Landbouw				Periodiek natte natuur	Recreatie	Schelpen- teelt	Beroeps- visserij	Havens & scheepvaart	Reguliere sloot	Natuur	
	Bos	Heide/ open ruigte	Overig	Gras- land	Vee- voeder	Akker- bouw	Niet consumptieve gewassen	Groente- teelt								Fruit- teelt
Eisen mbt humane gezondheid																
dermaal contact grond/sediment	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
dermaal contact oppervlaktewater/ zwevend slib										+	+	+	+	+	+	+
ingestie grond/sediment	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ingestie oppervlaktewater en zwevend slib										+	+				+	+
inhalatie van lucht en gronddeeltjes	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
consumptie gewas								+	+							
consumptie vlees				+												
consumptie melk				+												
consumptie vis										+	+	+	+	+	+	+
Landbouwkundige eisen																
landbouwhuisdieren				+	+										+	
vissen												+				
schelpdieren												+				
fytoxiciteit voor landbouwgewassen				+	+	+	+	+	+						+	
voedselveiligheideisen ^a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eisen mbt ecosysteem																
organismen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
processen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sleutelsoorten	+	+	+							+						+
doelsoorten (o.m. grote grazers)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
doorvergiftiging ^b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Overige eisen																
bereiding van drinkwater										+	+	+	+	+	+	+
uitloging naar grondwater	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
afspoeling naar oppervlaktewater	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
composteerbaarheid	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+

^a het wordt als functie van natuur gezien dat vlees uit natuurgebieden, dat ter consumptie wordt aangeboden, voldoet aan voedselveiligheid eisen

^b aangenomen wordt dat de predator zijn gehele dieet in eenzelfde gebied verzamelt

3 Humane gezondheidseisen

3.1 Uitgangspunten en basisinformatie

In dit hoofdstuk is de getalsmatige uitwerking beschreven van eisen m.b.t. de humane gezondheid voor bodemgebruik binnen de functies natuur, landbouw en waterbodembodem. Het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR_{humanaan}) is gekozen als de beschermingsgrondslag voor blootstelling aan niet-carcinogene stoffen, en het Verwaarloosbaar Risico (VR_{humanaan}) voor carcinogene stoffen. Dit in analogie met eerdere keuzes gemaakt voor de afleiding van interventiewaarden en bodemgebruikswaarden. Bij de afleiding is het uitgangspunt dat bij gemiddeld gedrag en gemiddelde situaties de MTR_{humanaan} of VR_{humanaan} niet worden overschreden. MTR_{humanaan} en VR_{humanaan} zijn afgeleid in Baars *et al.* (2001)

Voor de niet-carcinogene stoffen is rekening gehouden met achtergrondblootstelling; naast blootstelling via bodemverontreiniging vindt blootstelling via andere routes plaats, bijvoorbeeld via voeding, drinkwater of lucht. Het MTR_{humanaan} minus de achtergrond blootstelling is de belasting die middels de BGW kan worden opgevuld. Baars *et al.* (2001) is gebruikt als bron voor de stofspecifieke achtergrondgehalten in voedsel, water en lucht (zie Bijlage 2).

Omdat voor de carcinogene stoffen uitgegaan is van het verwaarloosbaar risico, waardoor een extra veiligheidsfactor van 100 is ingebouwd ten opzichte van het MTR_{humanaan} , is voor deze stoffen de achtergrondblootstelling niet verdisconteerd.

De concentratie in de bodem waarbij het MTR_{humanaan} is bereikt, is berekend met behulp van een blootstellingscenario per bodemgebruik. Verschillende blootstellingsroutes komen voor (Figuur 3.1.):

- dermaal contact
 - via grond/sediment
 - via oppervlaktewater
- ingestie
 - van grond/sediment
 - van oppervlaktewater/ zwevend slib
- inhalatie
 - van buitenlucht
 - van gronddeeltjes
- consumptie
 - van gewas
 - van vlees
 - van melk
 - van vis

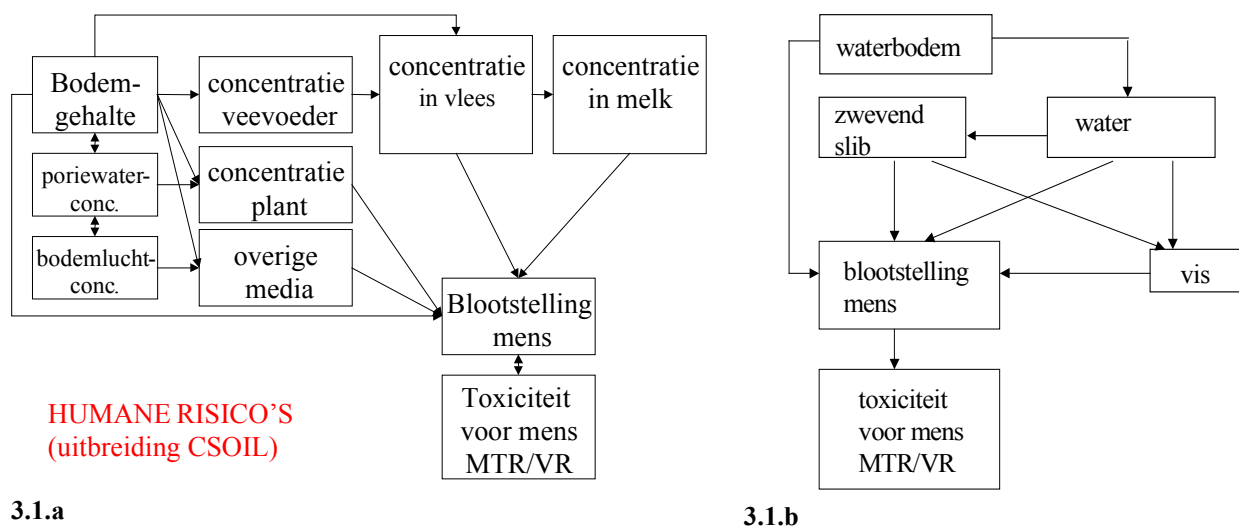
Het boerenerf wordt in deze rapportage geschaard onder de functie ‘wonen en intensief gebruikt (openbaar) groen’. Met name de consumptie van eieren op het boerenerf kan hoger zijn, en is niet meegenomen in het blootstellingscenario voor ‘wonen en intensief gebruikt (openbaar) groen’. De gemiddelde consumptie van eieren over de hele Nederlandse bevolking bedraagt ongeveer 2 stuks per week of 14 g/dag (Voedingscentrum, 1998). De beschouwde organische stoffen zullen vooral via de binding aan vet worden opgenomen. De bijdrage van eieren aan de totale inname van vetten is gering, 1,7% (Voedingscentrum, 1998). Daarom is aangenomen dat het belang van de blootstelling via eieren verwaarloosd mag worden, en is deze route niet opgenomen.

Voor het beschrijven van de blootstellingsroutes dermaal contact, bodemingestie en gewasconsumptie zijn CSOIL-algoritmes gebruikt, volgens Rikken *et al.* (2001). Voor

visconsumptie zijn de algoritmes gebruikt uit SEDISOIL (Otte *et al.*, 2000). De blootstelling via de consumptie van vlees en melk is beschreven met algoritmes zoals gebruikt in EUSES (EC, 1996). De consumptie van rauwe melk is in Nederland toegestaan (Warenwetbesluit Zuivel dd 25-10-1994). Bij de onderscheiden vormen van bodemgebruik zijn verschillende combinaties van blootstellingsroutes van toepassing, zie Tabel 2.1. Daarnaast verschilt de duur en intensiteit van de blootstelling tussen de vormen van bodemgebruik.

De blootstellingsscenario's zijn zo mogelijk afgestemd met de scenario's voor de urgentiebeoordeling van ernstige bodemverontreiniging (SUS, sanerings urgentie systematiek, Koolenbrander, 1995), ter voorkoming van inconsistenties in de trits van actuele risicobeoordeling, bepaling van het saneringstijdstip en de saneringsdoelstelling.

Voor de parametrisatie van de fysisch-chemische eigenschappen van de stoffen, is gebruik gemaakt van de data in Otte *et al.* (2001). Voor waterbodembodem is gebruikt gemaakt van Otte *et al.* (2000).



Figuur 3.1. Beschouwde routes voor humane blootstelling in natuur en landbouw, bij land- en droge waterbodembodem (a) en bij natte waterbodembodem (b)

3.2 Blootstelling

3.2.1 Natuur

Voor de humane risico's is geen verschil gemaakt tussen de verschillende vormen van bodemgebruik die onder natuur zijn geformuleerd; de mate van blootstelling wordt gelijk verondersteld. De beschouwde routes zijn dermaal contact, inhalatie van buitenlucht en gronddeeltjes, en ingestie van grond (Tabel 2.1). Er wordt verondersteld dat er geen consumptie van lokaal onttrokken drinkwater plaatsvindt. Consumptie van vruchten, paddestoelen en wild wordt evenmin beschouwd.

De gebruikte parameterwaarden (zie Tabel 3.1) zijn analoog aan de in SUS gebruikte waarden (Koolenbrander, 1995). Uitzondering is de waarde voor ingestie grond welke is gebaseerd op Lijzen *et al.* (2001): 100 mg/dag voor kinderen en 50 mg/dag voor volwassenen. De parameterwaarde 'tijd buiten', de gemiddelde tijd per dag uitgemiddeld over één jaar, is gesteld op één uur per dag. Deze tijd is hoger dan het tijdbesteding onderzoek van het SCP aangeeft (www.tijdbesteding.nl, 0,7 tot 1,1 uur per week voor 'recreatie buiten' gemiddeld over bevolking). De gebruiker van een areaal natuur is immers niet dezelfde als de gemiddelde Nederlander, en beoogd wordt deze gebruiker te beschermen. Voor overige blootstelling- en locatie- parameters wordt verwezen naar Otte *et al.* (2001).

3.2.2 Landbouw

Voor landbouw is voor het blootstellingconcept en de parameterisatie gezocht naar een maximale afstemming met operationele risicomodellen te weten RISC-humaan, EUSES, HESP en VLIER-humaan (Veerkamp en ten Berge, 1992; Goldsborough *et al.*, 1995; EC, 1996; Smit en Goldsborough, 1998). De beschouwde blootstellingsroutes zijn ingestie van grond, dermaal contact met grond, en inhalatie van gronddeeltjes en buitenlucht (Tabel 2.1). Aanvullend wordt consumptie van gewas beschouwd voor groente- en fruitteelt, en consumptie van melk en vlees voor grasland. Parametrisatie van de consumptiehoeveelheden is gebaseerd op gegevens van het Voedingscentrum (1998), zie Bijlage 3.

Het concept voor blootstelling via vee (grasland) is geactualiseerd zoals beschreven in 3.3. Bij landbouw wordt de kans op direct contact met de grond relatief groot ingeschat. De ingestie frequentie van grond is daarom gelijk gesteld aan 'wonen met moestuin' van SUS. De gebruikte parameterwaarden staan in de Tabel 3.1. De parameters voor fruitteelt zijn gelijk verondersteld aan groenteteelt. Uit enkele beschikbare gegevens (niet gegeven) voor bioaccumulatie van bodem naar fruit (appels) voor 4 metalen bij bodemgehalten rond de streefwaarden, blijkt dat de mediane BCF –waarde voor de ophoping van stoffen vanuit de bodem naar groenten of fruit- voor appels lager ligt dan de BCF voor aardappels en groenten. Op basis van deze summiere gegevens is een voorlopige conclusie dat voor groenteteelt leidt tot waarden die ook beschermend zijn voor de humane gezondheid bij fruitteelt. Voor overige parameterwaarden voor blootstelling en locatie wordt verwezen naar Otte *et al.* (2001).

Tabel 3.1. Parameterwaarden voor de blootstellingsroute 'landbouw op landbodem en droge waterbodem'

Parameter	kind	Volwassene	Eenheid
Basiset (voor veevoeder, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen)			
Ingestie grond (gemiddeld per dag)	100	50	mg/dag
Tijd buiten	4	9	uur/d
Overige parameters (huidbedekking stof, blootgesteld lichaamsoppervlak, ademvolume etc.)	SUS: 'wonen met moestuin'	SUS: 'wonen met moestuin'	
Aanvullende parameters voor grasland			
Fractie verontreinigd vlees	1	1	-
Fractie verontreinigde melk	1	1	-
Aanvullende parameters voor groenteteelt			
Fractie verontreinigd knolgewas	1	1	-
Fractie verontreinigde bladgroente	0,1	0,1	-

3.2.3 Natte waterbodem

Tabel 2.1 geeft bij verschillende vormen van gebruik van de natte waterbodem de veronderstelde routes van blootstelling weer. In Tabel 3.2. worden de parameterwaarden van de verschillende blootstellingroutes aangegeven die voor elk gebruik van de natte waterbodem zijn afgeleid. Voor deze generieke blootstellingsparameters is aangesloten bij SEDISOIL (Otte *et al.*, 2000). Voor de parametrisatie van de bioconcentratie-factor (BCF) voor vissen en schelpdieren is gebruik gemaakt van de beschikbare BCF-waarden in het kader van het project 'Integrale Normstelling Stoffen' (Van de Plassche, 1994; (Smit *et al.*, 2000) Slooff *et al.*, 1995).

Tabel 3.2. Parameterwaarden voor de onderscheiden blootstellingsroutes van de mens vanuit de natte waterbodem

Gebruik	Ingestie sediment	Ingestie van water/ zwevend stof aantal dagen per jaar	Dermaal contact	Consumptie van vis in %	Kind/volw. Ja/nee	Huid-opp. blootgesteld in %
Recreatiewater	30	30	30	50%	J/J	80%
Havens & scheepvaart	0	0	3	10%	N/J	20%
Reguliere sloot	3	3	3	10%	J/J	80%
Beroepsvisserij	0	0	313	50%	N/J	20%
Schelpenteelt	0	0	313	50%	N/J	20%
Natuur (nat)	1	1	1	10%	J/J	80%
Periodiek natte natuur	1	1	1	0%	J/J	80%

3.3 Transfer van organische stoffen en metalen uit de bodem naar vlees en melk

3.3.1 Blootstellingsmodel voor de koe

De parametrisatie en beschrijving van de route bodem → veevoeder → vlees → melk → mens is belangrijk voor de humane blootstelling via vlees en melk, en speelt daarnaast een rol bij de eisen met betrekking tot diergezondheid en voedselveiligheid. Is leidraad is het EUSES formularium gebruikt. Dit vertoont veel overeenkomst met concepten zoals gebruikt in andere risicomodellen. De totale blootstelling van de koe (in mg/d) is de som van de blootstelling via gras, grond ingestie, inhalatie en drinken. Zie Bijlage 4 voor de parametrisatie en berekening van deze routes. Andere mogelijke blootstellingsroutes (zoals de blootstelling via inhalatie van gronddeeltjes) worden verwaarloosbaar geacht.

3.3.2 Biotransfer factor voor organische stoffen

De concentratie in vlees en melk (in mg/kg) wordt berekend met de volgende vergelijkingen:

$$C_{\text{vlees}} = \text{BTF}_{\text{vlees}} \cdot \sum C_i \cdot I_i \quad i \in \{\text{gras, bodem, lucht, drinkwater}\}$$

$$C_{\text{melk}} = \text{BTF}_{\text{melk}} \cdot \sum C_i \cdot I_i \quad i \in \{\text{gras, bodem, lucht, drinkwater}\}$$

C en I staan respectievelijk voor de concentratie van een stof in het inname medium (mg/kg), en voor de inname hoeveelheid (kg.dag⁻¹). De *biotransfer factor* (BTF) staat voor de ratio van de concentratie van een stof in dierlijk weefsel of product (i.c. vlees of melk) en de dagelijkse inname van die stof door het dier. In formulevorm:

$$\text{BTF} = \frac{\text{concentratie in vlees/melk (mg.kg}^{-1}\text{)}}{\text{dagelijkse inname (mg.dag}^{-1}\text{)}} = (\text{dag.kg}^{-1})$$

Om de BTF empirisch te bepalen dient de concentratie van de stof zowel in vlees of melk als in het voedsel van het dier bepaald te worden. Daarnaast moet de voedselinname van het betreffende doeldier gekwantificeerd zijn.

Relaties tussen BTF en octanol-waterconstante

Travis en Arms (1988) legden verband tussen experimenteel bepaalde biotransferfactoren en log K_{ow} . Gegevens voor BTF voor vlees waren er voor 36 organische stoffen, met een K_{ow}

bereik van 1,5 tot 6,5. Voor melk zijn er BTF gegevens van 28 stoffen, met een K_{ow} bereik van 3 tot 6,5.

$$BTF_{vlees} = 10^{-7.6 + \log K_{ow}}, n = 36, r^2 = 0,66 \quad (1)$$

$$BTF_{melk} = 10^{-8.1 + \log K_{ow}}, n = 28, r^2 = 0,55 \quad (2)$$

Deze relaties worden gebruikt in EUSES. Buiten het bereik van de K_{ow} wordt de minimum of maximum K_{ow} gebruikt. Er kleven echter enkele bezwaren aan de relaties. De herkomst en de betrouwbaarheid van de gebruikte $\log K_{ow}$ waarden is onbekend. Sinds het publicatiejaar 1988 heeft er een aanzienlijke ontwikkeling plaatsgevonden in de bepaling van K_{ow} . Door het gebruik van betrouwbare waarden, zou de onzekerheid deels gereduceerd kunnen worden. Er is om genoemde redenen een herberekening van de data uit Travis en Arms uitgevoerd, met de meest betrouwbare K_{ow} waarden uit MedChem's ClogP (Daylight Chemical Information Systems Inc, 2001) database. Deze K_{ow} waarden zijn analoog aan de data zoals gebruikt in Lijzen *et al.* (2001) voor de technisch-wetenschappelijke evaluatie van de interventiewaarden. Indien mogelijk is gebruik gemaakt van een experimenteel bepaalde waarde, die als beste schatting is gekarakteriseerd ('ster-waarde'). Wanneer de database voor de betreffende stof geen ster-waarde bevatte, is een berekende waarde uit ClogP gebruikt. De regressieanalyse van de $\log BTF_{vlees}$ waarden van Travis en Arms, versus $\log K_{ow}$ waarden uit ClogP (21 ster waarden, 12 berekend) levert een relatie met een r^2 van 0,51 ($n=33$). Wanneer alleen ster-waarden worden meegenomen in de regressie heeft de relatie een r^2 van 0,77. Geconcludeerd kan worden dat het gebruiken van experimenteel bepaalde K_{ow} waarden uit de ClogP database leidt tot een aanzienlijke verbetering van de relatie tussen BTF_{vlees} en K_{ow} .

Relatie tussen BTF en moleculaire connectiviteit

Er is daarnaast nagegaan of meer betrouwbare relaties zijn beschreven. Met de *on line* databases Current Contents (1996 tot 2002) en TOXLINE PLUS (1985 tot 2002) is gezocht naar artikelen in de openbare wetenschappelijke literatuur, over opname van organische stoffen in runderen en melk, en meer specifiek over BTFs.

Er is veel onderzoek gedaan naar opname van poly-gechloreerde dibenzodioxinen en dibenzofuranen (PCDDs en PCDFs) in vlees en melk van runderen. Aangezien deze stoffen niet behoren tot de binnen het BGW project geprioriteerde stoffen, is deze literatuur niet gebruikt. Er is slechts één studie bruikbaar bevonden (Dowdy *et al.*, 1996).

Dowdy *et al.* (1996) gebruiken moleculaire connectiviteits indices (MCI) om de BTF te voorspellen. Een MCI is een getal dat voor elk organisch molecuul op eenvoudige wijze berekend kan worden. Uitgangspunt is het aantal bindingen dat elk (niet-waterstof) atoom heeft. De index is gebaseerd op de structuur van het molecuul, en correleert met grootte, vertaktheid, volume en oppervlaktegrootte van het molecuul. De index wordt aangeduid met $^1\chi$, waarbij het prefix 1 aangeeft dat bij de berekening gebonden atomen zijn geteld over een afstand van 1 atoom, een eerste orde MCI. MCIs zijn onder andere gebruikt om bioconcentratiefactoren (BCF) in vissen te voorspellen. Om het gedrag van polaire stoffen te kunnen voorspellen, bleek het nodig een correctiefactor aan de index toe te voegen. Deze factoren zijn overgenomen uit Meylan *et al.* (1992), waarin de MCI is gebruikt om de sorptie van 198 non-polaire en 205 polaire stoffen aan grond te voorspellen. Een MCI met een polaire correctie wordt aangeduid als $^1\chi_{pc}$.

Dowdy *et al.* (1996) verzamelden in de literatuur voor 35 stoffen BTF_{vlees} waarden, en voor 34 stoffen BTF_{melk} waarden. Van deze twee datasets zijn 29 stoffen dezelfde, het betreft hier uitsluitend bestrijdingsmiddelen. Er is een gebrek aan BTF waarden voor andere stoffen. Wanneer meerdere BTF waarden beschikbaar waren voor een stof, is het logaritmisch

gemiddelde gebruikt. Wanneer een dagelijkse inname ontbrak is deze berekend, uitgaande van standaardwaarden voor de opnamesnelheid. Deze methodiek was gelijk aan die van Travis en Arms, om zo een vergelijking tussen de studies mogelijk te maken. Dowdy *et al.* (1996) kwamen op deze manier tot de volgende twee vergelijkingen voor en $^1\chi_{pc}$ bereik van 1.4-9.5:

$$\log \text{BTF}_{\text{vlees}} = 0.525(^1\chi_{pc}) - 5.904, n = 35, r^2 = 0,90 \quad (3)$$

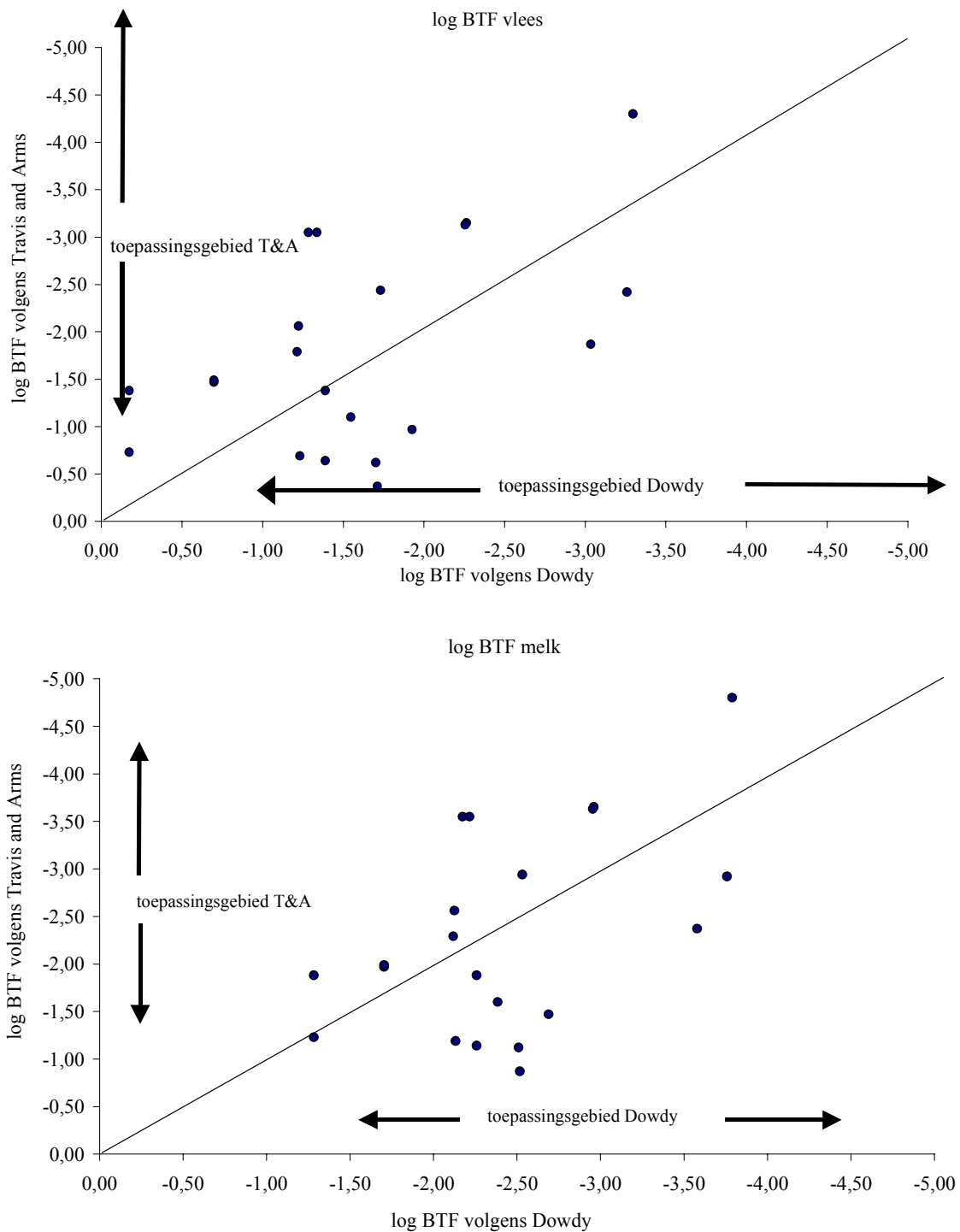
$$\log \text{BTF}_{\text{melk}} = 0.421(^1\chi_{pc}) - 5.879, n = 34, r^2 = 0,89 \quad (4)$$

De correlatiecoëfficiënten van de relaties tussen $\log ^1\chi_{pc}$ en $\log \text{BTF}$ zijn hoger dan tussen $\log K_{ow}$ aan $\log \text{BTF}$. Dowdy *et al.* laten zien dat ook de standaardfout van de geschatte parameter ($\log \text{BTF}$) kleiner is dan bij het model van Travis en Arms (1988). Ondanks de onzekerheid die een berekende stofspecifieke parameter in zich draagt omdat deze geen descriptor is van een fysiek proces, voorspelt de eerste orde MCI met polaire correctie de BTF beter dan $\log K_{ow}$.

Vergelijk van BTF op basis van genoemde benaderingen

Ten behoeve van de afleiding van bodemgebruikswaarden voor landbouw, natuur en waterbodem kan gezien bovengenoemde resultaten aan de relaties van Dowdy *et al.* de voorkeur worden gegeven om de BTF te schatten boven de relaties van Travis en Arms. Omdat dit een verandering betreft t.o.v. de in andere normeringskaders gebruikte uitwerking, wordt in dit rapport beide uitwerkingen (via Travis en Arms, én via Dowdy *et al.*) gegeven.

De moleculaire connectiviteits indices, $^1\chi_{pc}$, zijn berekend met EPIWIN (eerste orde MCI). Een vergelijking in BTF waarden, zoals voorspeld met behulp van de relaties van zowel Dowdy als Travis en Arms is gegeven in Bijlage 5 en in Figuur 3.2. Geconcludeerd wordt dat de verschillende stoffen met een aanzienlijke marge om de lijn $x=y$ liggen voor zowel vlees als melk. Opgemerkt moet worden dat de oorspronkelijke BTF studies, zoals gebruikt door Travis en Arms (1988) en Dowdy *et al.* (1996), grotendeels zijn uitgevoerd met stoffen die niet of in geringe mate worden gebiotransformeerd. Het toepassen van deze relaties op beter afbreekbare stoffen brengt een overschatting van de BTF met zich mee. Opgemerkt moet worden dat de geldigheidsranges voor beide relaties, te weten 3-6,5 voor de $\log K_{ow}$ en 1,4-9,5 voor $^1\chi_{pc}$, hier en daar overschreden worden.



Figuur 3.2. Verschillen in voorspelling BTF volgens Travis en Arms (1988), herberekend met K_{ow} , en Dowdy, (1996), voor vlees en melk. Lijn is $x=y$.

3.3.3 BTF voor metalen

Voor de metalen Cd, Pb, Hg en As zijn in de literatuur met name waarden gegeven van de zogenaamde BAF_{pd} (bioaccumulatie factor van plant naar dier) volgens

$$BAF = \frac{\text{concentratie in vlees / melk} \quad (\text{mg / kg})}{\text{concentratie in gewas (gras / mais)} \quad (\text{mg / kg})}$$

Waarden voor de BAF voor deze metalen zijn gegeven in Tabel 3.3. Voor de overige metalen (Cu, Zn, Ni en Cr) zijn geen BAF waarden in de literatuur gegeven, mede omdat accumulatie van deze metalen in dierlijke organen en producten geen probleem is. Schattingen voor BAF_{pd} zijn gebaseerd op Van Hooft (1995) en opgenomen in de Veterinaire Milieuwijzer. De BTF is uit deze gegevens te berekenen door de BAF te delen door de dagelijkse inname aan voer (gras, mais etc). Voor koeien wordt dit gesteld op $16,9 \text{ kg.d}^{-1}$. In Tabel 3.4. zijn de resulterende BTFs gegeven, samen met waarden voor Cd en Hg voor de overdracht in schapen (gebaseerd op Beresford *et al.*, 1999).

Tabel 3.3. Bioaccumulatiefactoren voor Cd, Pb, Hg en As naar nier lever, vlees en melk van runderen en schapen

Orgaan	BAF_{pd}^1				Schaap	
	Rund				Cd	Hg
Nier	2,99	0,086	0,638	0,0692	2.08	0.468
Lever	0,554	0,0404	0,158	0,0387	1.85	0.0572
Vlees	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$9,4 \cdot 10^{-4}$
Melk	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$		

¹Van Hooft (1995)

Tabel 3.4. Biotransferfactoren voor Cd, Pb, Hg en As naar nier lever, vlees en melk van runderen en schapen

Orgaan	BTF waarde (dg.kg^{-1})					
	Rund ¹				Schaap ²	
	Cd	Pb	Hg	As	Cd	Hg
Nier	0,199	0,00573	0,0425	0,00461	0,088-0,8	0,15-0,18
Lever	0,0369	0,00269	0,0105	0,00258	0,08-0,71	0,018-0,022
Vlees	$2,20\text{E-}04$	$8,67\text{E-}05$	$6,13\text{E-}05$	$1,07\text{E-}03$	$2,2\text{E-}04$ – $1,1 \text{E-}03$	$3\text{E-}04$ – $3,6\text{E-}04$
Melk	$2,67\text{E-}06$	$4,27\text{E-}05$	$1,13\text{E-}05$	$6,00\text{E-}05$		

¹Berekend op basis Van Hooft (1995)

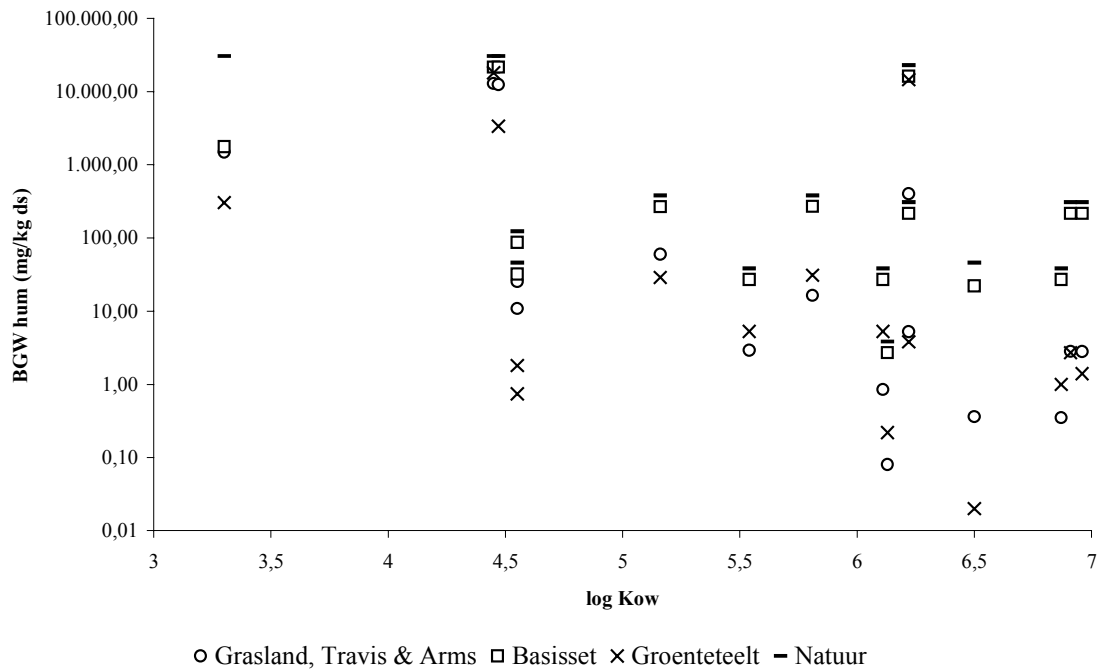
²Beresford (1999)

3.4 Resultaten eisen voor humane gezondheid

Humane risicogrenzen zoals berekend voor de natuur op land- en droge waterbodem zijn weergegeven in Bijlage 6. Hier is ook de procentuele bijdrage van de verschillende beschouwde blootstellingsroutes gegeven. Figuur 3.3. toont voor de organische stoffen als functie van de $\log K_{ow}$ dat de verschillen in de het risico-niveau m.b.t. de humane gezondheid aanzienlijk zijn voor de onderscheiden bodemgebruiken. Het blootstellingsmodel voor natuur en de basisset voor landbouw (niet consumptieve gewassen, akkerbouw en veevoeder) leiden tot aanzienlijk minder stringente waarden dan voor groenteteelt en grasland. De verschillen tussen de verschillende blootstellingsroutes nemen toe bij meer hydrofobe stoffen, en voor meer hydrofobe stoffen worden reeds bij lagere concentratie's kritische niveau's bereikt. Dit houdt verband met de K_{ow} afhankelijkheid van de inname via vlees, melk en gewas. Echter, doordat de achtergrondblootstelling is verdisconteerd in de BGW_{humanaan} , wordt het verband vertroebeld. Binnen eenzelfde blootstellingsroute hangt het belang van de verschillende routes samen met de stoffeigenschaften, met name de hydrofobiteit en de vluchtigheid (zie Van Wezel *et al.*, 2002).

Algemeen geldt dat de blootstelling aan verontreinigingen in de natte waterbodem vooral via de consumptie van vis optreedt, wanneer deze blootstellingsroute is opgenomen. Dit geldt met name voor de stofgroepen PAK, PCB en bestrijdingsmiddelen (drin's en DDT/DDD/DDE). Voor metalen is 'ingestie van sediment' en in mindere mate ook

‘visconsumptie’ een belangrijke blootstellingroute. De blootstellingsroute via oppervlaktewater en zwevend stof blijkt veelal te verwaarlozen (gemiddeld <1 %).



Figuur 3.3. Variatie in humane beschermingsgrondslag voor BGW (op logaritmische as) tussen verschillende blootstellingsroutes voor organische stoffen, en verband met hydrofobiteit van de stoffen.

4 Landbouwkundige eisen

4.1 Algemeen

De landbouwkundige eisen vallen uiteen in eisen die dier- en plantgezondheid beschermen en eisen met betrekking tot voedselveiligheid voor gewassen en dierlijke producten.

Voedselveiligheid eisen zijn relevant omdat producten dienen te voldoen aan

Warenwetcriteria en aan criteria voor veevoeder, om verhandeld te kunnen worden.

Warenwetnormen zijn gebaseerd op een toxicologische onderbouwing (MTR_{humaan}), of op overwegingen van haalbaarheid (ALARA, As Low as Reasonable Achievable). Deze ALARA gestuurde Warenwetnormen kunnen hoger, maar ook lager zijn dan wanneer ze gebaseerd zouden zijn op de toxicologische onderbouwing.

De eisen voor de gezondheid van landbouwhuisdieren, vissen, schelpdieren, en landbouwgewassen zorgen ervoor dat producten ook kunnen worden geoogst zonder opbrengstderving en zonder effecten op de gezondheid van de dieren. De gevolgen die sedimentkwaliteit via veedrenking en beregening heeft op dier- en plantgezondheid zijn beoordeeld middels indicatieve berekeningen (Bijlage 10). Hieruit blijkt dat de gevolgen voor veegezondheid verwaarloosbaar zijn, de gevolgen van plantgezondheid dienen serieuzer in beeld te worden gebracht.

Alleen voor grondgebonden vormen van landbouw zijn BGW ontwikkeld. De landbouwkundige eisen m.b.t. voedselveiligheid en dier- en plantgezondheid zijn daarom niet uitgewerkt voor varkens, pluimvee en glastuinbouw.

De LAC signaalwaarden, geformuleerd in 1991, worden alleen ter vergelijking gehanteerd.

De waarden hebben beleidsmatig een geldige status, maar ze zijn geruime tijd geleden onderbouwd en de onderbouwing is niet dermate transparant dat een goed oordeel kan worden geveld over de wetenschappelijke kwaliteit ervan. Bij de door Lijzen *et al.* (1999) afgeleide BGWs voor de bebouwde omgeving hebben LAC signaalwaarden wel een rol gespeeld in de afleiding.

4.2 Effecten op gewassen: fytotoxiciteit en voedselveiligheid

4.2.1 Zware metalen

Warenwetnormen, veevoedernormen, en kritische gehalten voor fytotoxiciteit

Voor Cd, Pb, Cu, Zn, Hg en As zijn er Warenwetnormen en/of veevoedernormen voor humane toxiciteit en dierlijke gezondheid. Voor Ni en Cr zijn uitsluitend kritische gehalten beschikbaar in verband met fytotoxische effecten op het gewas, deze hebben geen normerend karakter.

In Bijlage 7 zijn respectievelijk de veevoedernormen en Warenwetnormen, en de kritische gehalten voor fytotoxiciteit gegeven, inclusief detail informatie over de achtergronden hiervan.

De gekozen gewassen per bodemgebruiksvorm zijn gerelateerd aan het voorkomen in Nederland en de gevoeligheid van deze gewassen voor metaalopname. Voor een nadere onderbouwing van de tabellen en een overzicht van alle beschikbare normen en fytotoxiciteitgehalten wordt verwezen naar De Vries *et al.* (2003).

De Warenwetnormen zijn strenger dan de veevoedernormen, met uitzondering van Hg. Voor Cu in aardappel is naast een zeer kritische norm van 3 mg.kg^{-1} ook gerekend met een norm van 20 mg.kg^{-1} , conform alle andere gewassen. Normen voor fytotoxische gehalten zijn

meestal minder stringent dan de voedselveiligheidsnormen, met name voor Cd, As en Hg. Een uitzondering hierop vormen sommige gewassen voor Cu en Zn.

Bodem-plant relaties

De normen voor voedselveiligheid en de kritische gehalten voor fytotoxiciteit zijn uitgedrukt in gehalten in het gewas. Deze zijn omgerekend naar een kritische concentratie in de bodem met gebruik van bodem-plant relaties.

Bij de afleiding van bodem-plant relaties is gebruik gemaakt van een tweetal grote datasets, te weten het Maasoever Bestand (totaal 534 bodem – plant records) en een selectie van het Landelijk IB Bestand (1287 bodem – plant combinaties), die zowel gegevens van de bodem als van het gewas bevatten. Hierbij is aan bodemgegevens minimaal pH_{KCl} , organische stof, kleigehalte en totaal zware metaal gehalte bekend, terwijl voor de gewassen het totaal metaalgehalte bekend is. De gebruikte datasets bevatten uitsluitend veldmetingen en geen potproeven; de opname van zware metalen in potproeven wijkt veelal af van die van veldstudies.

Het Maasoever Bestand bevat gegevens van de metalen Cd, Pb, Cu, Zn, As en Hg in zowel niet verontreinigde als zwaar verontreinigde gronden in rivier uiterwaarden langs de Maas, Geul en Roer (Van Driel *et al.*, 1987a, b; Van Driel *et al.*, 1988). Het Landelijk IB bestand is een weergave van de landelijke bodems en een selectie van gewassen die daarop verbouwd worden (Wiersma *et al.*, 1985). Deze set bevat voornamelijk niet-verontreinigde bodems en alleen de elementen Cd, Pb, As en Hg. Voor Ni en Cr zijn derhalve geen datasets aanwezig. Voor de meeste hier geselecteerde gewassen varieert het aantal datapunten met zowel bodem als gewas gegevens ruwweg tussen de 25 en 150.

Er is geen gebruik gemaakt van additionele buitenlandse databases of overzichten uit de literatuur. Uit een analyse van de aanwezige data blijkt namelijk dat het resultaat dat verkregen wordt door bestanden te combineren, vaak leidt tot relaties die niet representatief zijn voor de deelbestanden waaruit ze zijn opgebouwd. Dat geldt in hoge mate voor combinaties van bestanden met sterk uiteenlopende bodem-, en/of plantgehalten.

Door de TCB is in haar beoordeling van het rapport 'Functiegerichte Bodemkwaliteit Systematiek' (FBS) van het EC-LNV (Huinink, 2000) een kritische beschouwing geweid aan de representativiteit van de gebruikte datasets, die ook in onderhavige studie zijn gebruikt (TCB, 2002). Daarbij is gesteld dat met name het landelijk meetnet bodemkwaliteit en de provinciale bodemkwaliteitsmeetnetten veel meer en recentere gegevens bevatten.

Laatstgenoemde datasets bevatten echter geen gewasgegevens. In onderhavige studie zijn de gegevens uit de bodemkwaliteitsmeetnetten gebruikt om de representativiteit van de metaalgehalten in de bodem-plant datasets na te gaan. De bodemgehalten in de gebruikte bodem-plant dataset liggen in het algemeen wat hoger dan in de landelijke dataset (De Vries *et al.*, 2003). De sterk verontreinigde Maasoever gronden leveren een belangrijk aandeel in de gebruikte bodem-plant dataset. Hoewel de gebruikte bodem-plant dataset niet geheel representatief is voor het landelijk gebied, is ze wel geschikt bevonden om gebruikt te worden bij het afleiden van bodem-plant relaties vanwege de grote range aan metaalgehalten die ze beslaat. Daarnaast is recent door Versluijs en Otte (2001) een dataset beschreven gericht op moestuingewassen en relatief verontreinigde gronden. Deze dataset is hier niet gebruikt omdat het deels andere gewassen betreft.

Uitgaande van een gehalte in een gewas is een bodemgehalte berekend op basis van een inverse niet-lineaire bodem-plant relatie:

$$Me_{b(crit)} = (Me_{p(crit)} / K_{bp})^{1/n}$$

met

$Me_{p(crit)}$ = norm voor metaalconcentratie in plant ($mg \cdot kg^{-1}$)

$Me_{b(crit)}$ = norm voor metaalconcentratie in bodem (grond) ($mg \cdot kg^{-1}$)

K_{bp} = overdrachtsconstante van bodem naar plant ($mg \cdot kg^{1-n}$)

K_{bp} is afhankelijk van het gehalte aan organische stof, lutum en pH volgens

$$\text{Log } K_{bp} = a + b \cdot \log(\text{org. stof}) + c \cdot \log(\text{klei}) + d \cdot \text{pH}$$

Waarden voor de exponent n en voor de parameters a, b, c, d en n zijn in De Vries *et al.* (2003) gegeven voor Cd, Pb, Cu, Zn, As en Hg in gras, snijmaïs suikerbiet, tarwe, aardappel, andijvie, sla en (voorzover aanwezig) appel. Als voorbeeld zijn in Tabel 4.1. enkele resultaten voor Cd en Zn gegeven. Voor deze metalen konden veelal de beste bodem-plant relaties worden afgeleid. Een compleet overzicht van de afgeleide bodem-plant relaties is gegeven in Bijlage 8.

Tabel 4.1. Overzicht van enkele Bodem-Plant overdrachtsrelaties voor Cd en Zn.

Gewas	Bestand ¹	Bodem – Plant Overdrachtsrelatie ²	R ²
<i>Gras</i>			
Cd	M + L	$\log(Cd_p) = 0,17 - 0,12 \cdot \text{pH} - 0,28 \cdot \log(\text{OM}) + 0,49 \cdot \log(Cd_b)$	0,53
Zn	M	$\log(Zn_p) = 2,06 - 0,09 \cdot \text{pH} - 1,05 \cdot \log(\text{klei}) + 1,09 \cdot \log(\text{OM}) + 0,41 \cdot \log(Zn_b)$	0,49
<i>Snijmaïs</i>			
Cd	M + L	$\log(Cd_p) = 0,9 - 0,21 \cdot \text{pH}^2 - 0,32 \cdot \log(\text{klei}) + 1,08 \cdot \log(Cd_b)$	0,62
Zn	M	$\log(Zn_p) = 3,05 - 0,31 \cdot \text{pH} - 0,61 \cdot \log(\text{klei}) + 0,64 \cdot \log(Zn_b)$	0,67
<i>Tarwe</i>			
Cd	M+L	$\log(Cd_p) = 0,35 - 0,15 \cdot \text{pH} - 0,39 \cdot \log(\text{OM}) + 0,76 \cdot \log(Cd_b)$	0,72
Zn	M	$\log(Zn_p) = 1,32 - 0,06 \cdot \text{pH} - 0,24 \cdot \log(\text{klei}) + 0,45 \cdot \log(Zn_b)$	0,56
<i>Sla</i>			
Cd	M+L	$\log(Cd_p) = 2,55 - 0,33 \cdot \text{pH} - 0,19 \cdot \log(\text{klei}) - 0,39 \cdot \log(\text{OM}) + 0,85 \cdot \log(Cd_b)$	0,71
Zn	M	$\log(Zn_p) = 2,76 - 0,21 \cdot \text{pH} - 0,26 \cdot \log(\text{klei}) + 0,34 \cdot \log(Zn_b)$	0,71

¹ M = Maasoever, L = Landelijk IB bestand

² pH is pH_{KCl} , klei is kleigehalte in % en OM is organische stof gehalte in %

Afleiden van kritische metaalgehalten in de bodem

Een kritische metaalgehalte in de bodem (bodernorm) is berekend uit een gewasnorm met behulp van bodem-plant relaties wanneer het percentage verklaarde variantie hoger was dan 50% ($R^2 > 0,5$), én het maximale metaalgehalte in de plant in de dataset gedeeld door de norm groter was dan 0,5. Dit om te voorkomen dat gerekend wordt met een beperkt significante relatie, of dat er grote extrapolaties plaatsvinden naar metaalgehaltenes buiten het gebied waarvoor de relatie is afgeleid.

Wanneer niet aan bovengenoemde voorwaarden is voldaan werd

- Het hoogste metaalgehalte in de bodem van de dataset gebruikt, per onderscheiden grondsoort (zand, klei en veen), wanneer het metaalgehalte in het gewas altijd beneden de

norm bleef. Als randvoorwaarde voor het aantal waarnemingen is een minimum van 10 waarden per gewas-grondsoort combinatie gesteld.

- Het laagste metaalgehalte in de bodem gebruikt waarbij de norm overschreden wordt, als het metaalgehalte in het gewas boven de norm uitkwam. Wanneer slechts een keer sprake is van een overschrijding is dit als een uitschieter beschouwd.

Voor een uitgebreidere motivatie van de beschreven werkwijze, alsook de oorspronkelijke gehalten in de dataset wordt verwezen naar De Vries *et al.* (2003).

Bij een niet-significante bodem-plant relatie is niet gerekend met een vaste overdrachtscoëfficiënt of bioaccumulatie factor (BAF, gehalte in de plant gedeeld door het gehalte in de bodem), omdat de verklaarde variantie tussen bodemgehalte en plantgehalte door een BAF nihil was (Figuur 4.1. als voorbeeld, zie verder De Vries *et al.*, 2003).

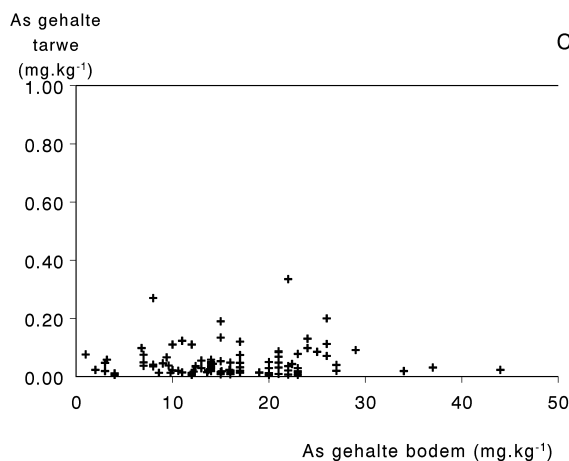
In De Vries *et al.* (2003) zijn ter informatie ook bodemconcentraties gegeven op basis van een gewasnorm gedeeld door de 50 of 95 percentiel van de BAF. Deze bodemconcentraties zijn echter niet beschermend voor 50% of 95% van het gewas omdat enige relatie tussen het bodemgehalte en het plantgehalte ontbreekt.

Bij terugrekenen naar een bodemnorm zijn de volgende waarden voor organische stofgehalte, kleigehalte en pH ingevoerd:

- humusarme zandgrond: organische stofgehalte van 3%, een klei gehalte van 3% en een pH van 5,5.
- kleigrond: organische stofgehalte van 3%, een klei gehalte van 25% en een pH van 6,5.
- veengrond: en organische stofgehalte van 30%, een klei gehalte van 15% en een pH van 6,0.

Deze berekeningen zijn uitgevoerd om de verschillen tussen de verschillende bodems tot uitdrukking te brengen.

Daarnaast zijn waarden gegeven voor standaardbodem, met een organisch stofgehalte van 10%, een klei gehalte van 25% en een pH van 6.



Figuur 4.1. Relaties tussen het metaalgehalte in gewas en in bodem voor As in tarwe; een vaste bioaccumulatiefactor tussen gewas- en bodemgehalte ontbreekt

Kritische metaalgehalten in de bodem

Een overzicht van de berekende bodemnormen die verband houden met voedselveiligheid van gewassen en met fytotoxiciteit, voor cadmium, lood, koper, zink, arseen en kwik per landgebruiksvorm, is gegeven in Bijlage 9.

Kritische bodemgehalten zijn berekend op basis van significante bodem-gewas relaties voor:

- Veevoeder en Warenwetnormen:
 - Cd in gras, maïs, suikerbiet, tarwe en sla

- Pb in aardappel
- Zn in maïs en suikerbiet.
- Kritische gehalten in verband met fytotoxiciteit
 - Cd in sla
 - Zn in maïs, suikerbiet, tarwe, aardappel, sla en andijvie.

Voor alle overige situaties is het maximale bodemgehalte per grondsoort gebruikt met uitzondering van de situaties waarin overschrijding was van normen, te weten:

- Pb gehalten in tarwe, sla en appel in relatie tot Warenwetten.
- Cu gehalten in gras, in verband met overschrijding van veevoedernormen (voor schaaap) en fytotoxiciteit voor suikerbiet en aardappel
- Hg in suikerbiet (Warenweten)

De eisen m.b.t. voedselveiligheid leiden veelal tot lagere kritische bodemgehalten, met name bij Cd, Pb en Hg. Opvallend laag is het kritische bodemgehalte voor kwik, in relatie tot de voedselveiligheid van veevoer. Dit komt door de sterke overschrijding van kritische kwikgehalten in suikerbiet. Formeel zijn deze normen echter niet meer van kracht.

In Tabel 4.2. is ter vergelijking informatie gegeven van NOEC waarden voor de bodem op basis van laboratorium gegevens voor fytotoxiciteit van cultuur en natuurgewassen. De data zijn gebaseerd op Lijzen *et al.* (2002b). In de tabel zijn naast de door Lijzen *et al.* (2002b) gegeven HC5 en HC50 waarden ook de laagste en een na laagste NOEC waarden gegeven. In de meeste gevallen is sprake van minder dan 10 waarden. De NOEC waarde voor de bodem op basis van laboratorium gegevens voor fytotoxiciteit is veelal veel lager dan die welke is afgeleid uit kritische gehalten in het gewas (Vergelijk Tabel 4.2. en Bijlage 9). In het algemeen liggen de HC50 waarden wel in dezelfde orde van grootte, en komen ook redelijk overeen met de huidige LAC waarden. De laboratorium gegevens in Tabel 4.2. zijn niet gebruikt bij de afleiding van BGWs, omdat de onderscheiden gewassen afwijken van wat gebruikelijk is in de Nederlandse akker- of tuinbouw en het om een zeer beperkte dataset gaat.

Tabel 4.2. Overzicht van NOEC waarden voor de bodem in relatie tot fytotoxiciteit voor alle metalen (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni en Cr, As en Hg) zonder onderscheid naar bodemgebruik (naar Lijzen *et al.*, 2002b).

Gegeven type	NOEC waarde bodem voor fytotoxiciteit (mg.kg ⁻¹)							
	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Cr	As	Hg
Aantal soorten	26	11	8	15	7	5	5	1
Laagste NOEC waarde	1.0	2.0	5	10	2	2.0	10	22
Een na laagste NOEC waarde	1.6	20	10	32	5	5.7	22	22
5 percentiel (HC ₅)	1.1	2.0	2.3	23	0.78	0.4	7.9	-
50 percentiel (HC ₅₀)	7.7	101	104	142	14	12	33	-
LAC waarde zand/ klei	5/ 10	500/ 800	50/ 200	100/ 350	15/ 50	200/ 300	30/ 50	2

4.2.2 Organische stoffen

In Bijlage 7 is aangegeven wat de normen zijn voor drins en DDT/DDD/DDE voor de verschillende vormen van bodemgebruik in relatie tot voedselveiligheid van gewas. Voor PAK bestaan geen voedselveiligheidsnormen voor gewas.

Voor de berekening van bioaccumulatorfactor van bodem naar plant is uitgegaan van de methode volgens Trapp en Matthies (1995), in analogie met de methode gebruikt voor de berekening van humane risico's bij consumptie van gewassen.

De berekende waarden van de kritische bodemgehalten gebaseerd op kritische plantgehalten zijn zeer hoog (Tabel 4.3.). De oorzaak hiervan is de zeer geringe opname door planten. Ten aanzien van fytotoxiciteit van organische stoffen zijn weinig gegevens bekend (Lijzen *et al.*, 2002b), het is daarom niet mogelijk dit in beschouwing te nemen.

Tabel 4.3. Afgeleide kritische waarden voor het gehalte verontreinigingen in de grond, op basis van normen voor voedselveiligheid en vergelijking met LAC-waarden.

Stof	Kritische waarde (mg.kg ⁻¹ d.s.)										LAC
	grasland		veevoeder		akkerbouw		tuinbouw		fruitteelt		
	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	
Aldrin	18	570	1,6e-3	0,013	1,6e-3	0,013	18	570	90	2850	0,3
Dieldrin	0,89	7,40	0,062	0,51	0,062	0,51	0,89	7,40	4,5	37	0,3
Endrin	0,73	6,0	0,056	0,47	0,056	0,47	0,73	6,0	2,4	30	0,2
DDT ¹	1200	1,1e5	0,16	1,3	0,16	1,3	1200	1,1e5	6000	5,5e5	2,5

¹ kritische waarde voor som DDT/DDE/DDD, bij berekening is uitgegaan van stoffeigenschappen van DDT

4.3 Effecten op landbouwhuisdieren: diergezondheid en voedsel veiligheid

4.3.1 Zware metalen

Kritische gehalten voor dierlijke producten

Bij kritische gehalten voor dierlijke producten gaat het om Warenwetnormen, en om toelaatbare dagelijkse inname in verband met diergezondheid.

Kritische gehalten voor runderen zijn gedeeltelijk bekend via de veterinaire milieuhygiëne wijzer.

In Bijlage 7 is een overzicht gegeven van de Warenwetnormen voor Cd, Pb en Hg, en richtwaarden voor As, in dierlijke producten en dierlijke organen van rund en schaaap in relatie tot voedselveiligheid. Voor de overige metalen zijn geen Warenwetnormen beschikbaar. Daarnaast is in Bijlage 7 een overzicht gegeven van waarden voor Cd, Pb en Hg en As in dierlijke producten en dierlijke organen in relatie tot diergezondheid op basis van literatuur gegevens (Puls, 1988). Deze waarden liggen (evenals fytotoxiciteit bij planten) altijd hoger dan voor voedselveiligheid, met uitzondering van Cd in vlees, die een factor 2,5 lager ligt. Voor de overige metalen zijn geen gegevens bekend in relatie tot diergezondheid.

Tenslotte is in Bijlage 7 een overzicht van toelaatbare dagelijkse inname (TDI) gebaseerd op diergezondheid voor runderen en schapen. De waarden voor runderen zijn door Ma *et al.* (2001) afgeleid van NOEC gegevens voor de orale opname van de stof via de opgenomen hoeveelheid voedsel en grond. De door Ma gegeven getallen in mg.kg lg⁻¹.dag⁻¹, zijn vermenigvuldigd met een lichaamsgewicht van het rund van om te komen tot een TDI in mg.dag⁻¹. In de tabel zijn tevens de TDI waarden gegeven die berekend zijn op basis van kritische gehalten in organen in relatie tot diergezondheid. Normen op basis van diergezondheid zijn doorgerekend met de minimum waarde van de door Ma *et al.* (2001) en middels Puls (1988) berekende waarden.

Transferfactoren van rund naar bodem

Kritische gehalten in rund zijn omgerekend naar concentraties in de bodem, zoals eerder aangegeven in 3.2.3. Hierbij is uitgegaan wordt van volledige beweiding, de berekeningen hebben dus uitsluitend betrekking op beweid grasland. Daarbij is de inname van metalen via water en lucht verwaarloosd.

Op basis van de informatie over de TDI van metalen, is een relatie gelegd met het kritische metaalgehalte in gras (voer) en grond volgens:

$$Me_{p(crit)} \cdot I_p + Me_{b(crit)} \cdot I_b = TDI$$

met

TDI = Toelaatbare dagelijkse inname van metalen (mg.dag⁻¹)

I_p = Inname van plantaardig voedsel (kg.dag⁻¹)

I_b = Inname van bodem (grond) (kg.dag⁻¹)

Bij de berekening van het kritische bodemgehalte is, als gevolg van de afwezigheid van een significante bodem-plantrelatie voor gras voor alle metalen, uitgegaan van een constant gewasgehalte, en wel de mediaanwaarde die is aangetroffen in de onderzochte bodem-gewas datasets.

$$Me_{b(crit)} = (TDI - Me_p \cdot I_p) / I_b$$

Kritische bodemconcentraties in relatie tot de toelaatbare dagelijkse inname vanuit voedselveiligheid en diergezondheid

In Tabel 4.4. is een overzicht gegeven van bodemnormen voor Cd, Pb, Cu, Zn, As en Hg, op basis van Warenwetnormen voor nieren, en de toelaatbare dagelijkse inname in verband met diergezondheid. De Warenwetnormen voor nieren zijn gebruikt omdat in de nier de sterkste ophoping plaatsvindt en het derhalve het meest gevoelige orgaan is.

Onderscheid naar verschillende grondsoorten blijkt niet of nauwelijks effect blijkt te hebben, aangezien het mediane plantgehalte nauwelijks beïnvloedt lijkt door grondsoort. De bodemgehalten bij gebruik van een TDI waarde in verband met diergezondheid, liggen vrijwel altijd veel hoger dan bij gebruik van de Warenwetnormen voor dierlijke producten. De kritische bodemgehalten liggen veelal hoger dan die welke berekend zijn vanuit kritische gehalten voor het gewas.

Tabel 4.4. Overzicht van kritische metaalgehalten in de bodem voor beweide grasland (mg.kg⁻¹ d.s.) in verband met voedselveiligheid (effecten op de nier) en diergezondheid.

Metaal	Diersoort	Voedselveiligheid (nier)	Diergezondheid
Cd	Rund	8.8	65
	Schaap	7.3	25
Pb	Rund	155	1382
Cu	Rund	-	641
Zn	Rund	-	60244
As	Rund	298	908
Hg	Rund	2.6	68
	Schaap	2.4	55

4.3.2 Organische stoffen

Normen voor dierlijke producten en diergezondheid

Bij kritische gehalten voor dierlijke producten gaat het om warenwetnormen en om toelaatbare dagelijkse innames in verband met diergezondheid. In bijlage 7 is een overzicht gegeven van de normen voor drins en DDT/DDD/DDE in dierlijke producten (melk, vlees en eieren) voor runderen, schapen, varkens en kippen in relatie tot voedselveiligheid. Voor PAK zijn evenals bij plantaardige producten geen normen met betrekking tot voedselveiligheid.

Verder is in bijlage 7 een overzicht gegeven van toelaatbare dagelijkse inname door runderen van drins, DDT/DD/DDE en PAK in relatie tot diergezondheid.

Overdracht van plant en bodem naar dieren

Voor berekening van de overdracht van organische microverontreinigingen van plant en bodem naar dierlijke producten is gebruik gemaakt van een biotransferfactor volgens:

$$OM_{dp,crit} = BTF_{dp} \cdot (I_p \cdot OM_{p,crit} + I_b \cdot OM_{b,crit})$$

met

$OM_{dp,crit}$ = Kritisch gehalte in dierlijke producten ($mg \cdot kg^{-1}$)

BTF_{dp} = Biotransferfactor van inname naar dierlijke producten ($dag \cdot kg^{-1}$)

I_p = Inname van plantaardig voedsel ($kg \cdot dag^{-1}$)

I_b = Inname van bodem (grond) ($kg \cdot dag^{-1}$)

De biotransferfactoren voor de verschillende stoffen zijn berekend met behulp van twee verschillende methoden: volgens Travis en Arms (1988) en volgens Dowdy *et al.* (1996). Voor het gehalte in de plant is uitgegaan van een berekend gehalte uitgaande van de methode volgens Trapp en Matthies, in analogie met de de methode gebruikt voor de berekening van humane risico's bij consumptie van gewassen en de berekening van kritische gehalten op basis van gewasnormen. Meer informatie over de methode is gegeven in De Vries *et al.* (2003)

Kritische gehalten van organische stoffen op basis van normen voor dierlijke producten en diergezondheid

In Tabel 4.5. zijn de berekende waarden van de kritische bodemgehalten weergegeven voor de verschillende normen. Ter vergelijking zijn ook de eerder gegeven waarden voor gewassen hierin opgenomen. De meest kritische gehalten, welke als BGW gebruikt worden, zijn vet weergegeven. Verder zijn in deze tabel ter vergelijking ook de LAC-waarden opgenomen.

Tabel 4.5 Afgeleide kritische waarden voor het gehalte aan organische microverontreinigingen in de grond, op basis van normen voor voedselveiligheid en diergezondheid van runderen, en vergelijking met LAC-waarden

Stof	beweid grasland						LAC
	Vlees ^a		Melk ^a		TDI		
	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	
aldrin	17/6,0	17/6,1	116/19	118/19	0,17	0,17	0,3
dieldrin	6,4/370	8,9/520	50/1180	69/1640	0,11	0,16	0,3
endrin	1,5/87	2,2/130	12/276	17/405	0,22	0,32	0,2
DDT ^b	41/12	42/12	330/38	330/38	0,85	0,85	2,5
naftaleen ^c	-	-	-	-	67,9	68,2	-
antraceen ^c	-	-	-	-	66,9	68,1	-
fenantreen ^c	-	-	-	-	67,2	68,1	-
fluoranteen ^c	-	-	-	-	0,85	0,85	-
benzo[a]antraceen ^c	-	-	-	-	0,085	0,085	-
chryseen ^c	-	-	-	-	0,85	0,85	-
benzo[a]pyreen ^c	-	-	-	-	0,009	0,009	-
benzo[ghi]peryleen ^c	-	-	-	-	51,2	51,2	-
benzo[k]fluoranteen ^c	-	-	-	-	0,085	0,085	-
indeno[1,2,3-cd]pyreen ^c	-	-	-	-	0,085	0,085	-

	veevoederproductie (runderen op stal)						LAC
	Vlees ^a		Melk ^a		TDI		
	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	zand/ klei	veen	
Aldrin	0,06/0,02	0,5/0,19	0,44/0,07	3,7/0,61	6,4·10⁻⁴	0,005	0,3
Dieldrin	1,4/82	12/680	11/260	91/2150	0,026	0,21	0,3
Endrin	0,32/19	2,7/155	2,5/59	21/490	0,047	0,39	0,2
DDT ^b	3,2/0,9	27/7,7	2,6/2,9	150/24	0,067	0,55	2,5
PAK ^d	-	-	-	-	-	-	-

^a De eerste waarde is op basis van BTF-waarden volgens Dowdy *et al.* (1996), de tweede op basis van BTF-waarden volgens Travis & Arms (1988).

^b som DDT, DDE en DDD; bij de berekening is uitgegaan van stoffeigenschappen van DDT.

^c Voor PAK is bij berekening kritische waarde op basis van TDI alleen uitgegaan van blootstelling via inname grond. Blootstelling via inname gewas is verwaarloosd, herbij aansluitend bij het ontbreken van normen voor PAK in gewassen.

^d bij runderen op stal wordt ervan uitgegaan dat er geen inname van grond is. Derhalve zijn voor PAK geen kritische waarden berekend.

Voor alle stoffen worden de meest kritische gehalten berekend op basis van de TDI. Deze waarden zijn voor de drins vergelijkbare met de LAC-waarden, voor DDT zijn hogere waarden berekend. Verder blijkt dat de kritische gehalten op basis van TDI van aldrin en som DDT niet afhankelijk zijn van het soort bodem. Dit wordt veroorzaakt doordat de blootstelling van runderen aan deze stoffen met name bepaald wordt door de inname van grond. Deze ligt altijd boven de 90%, met uitzondering van dieldrin en endrin op zand en kleigrond waar de bijdrage geschat is op ca. 65% (De Vries *et al.*, 2003).

De eisen voor diergezondheid zijn strenger dan voor de Warenwet, en kritische bodemgehalten voor dieren zijn voor organische stoffen strenger dan voor planten.

4.3.3 Warenwet criteria en diergezondheid voor schelpdieren en vissen

Warenwet normen

Voor schelpdieren en vis zijn de geldende Warenwetnormen vastgelegd in de Warenwetregeling Verontreinigingen in levensmiddelen (Staatscourant 1999, nr. 30) en latere wijzigingen (Staatscourant 2001, nr. 96 en Staatscourant 2001, nr. 245). Met name de laatstgenoemde wijziging is van belang, omdat hierin de normen zijn gewijzigd ten opzichte van de eerdere regeling uit 1999, op basis van EG richtlijnen (verordening 466/2001). Deze aangepaste regelgeving is geldend vanaf 5 april 2002.

In de geldende regeling zijn voor cadmium, lood en kwik, voor PCBs en voor dioxinen maximaal toegestane gehalten vastgelegd in levensmiddelen.

De normen voor schelp- en weekdieren en voor vis zijn weergegeven in Bijlage 7. Voor PCBs is uitgegaan van de normen voor vissoorten met uitzondering van aal en paling waarvoor soepeler normen gelden. Er zijn voor meer PCBs Warenwetnormen beschikbaar dan de geselecteerde set PCBs in het kader van deze rapportage. Voor lood, cadmium en kwik gelden voor visserijproducten twee normen, afhankelijk van het product en de soort vis; er is gerekend met de meest stringente norm.

Omrekening naar kritische sediment concentraties

De transferfactor BSAF (Biota to Soil Accumulation Factor) beschrijft op de meest direct wijze de relatie tussen gehalten in sediment en gehalten in organismen. Voor cadmium, kwik en PCB zijn BSAF waarden te gebruiken op basis van in de beschikbare literatuur gepresenteerde gemeten relaties.

Vaak wordt echter in de berekening van concentraties in de waterbodem naar gehalten in vis en schelpdieren verdelingscoëfficiënten voor waterbodem/water (K_p) en de bioconcentratiefactoren tussen water en organisme (BCF) gebruikt.

Ter vergelijk zijn de resultaten van de berekeningen op basis van BSAF én op basis van BCF en K_p gepresenteerd. Voor de afleiding van de BGWs wordt de voorkeur gegeven aan berekeningen op basis van de BSAF waarden, voorzover deze beschikbaar zijn. Dit omdat deze, met name voor zeer hydrofobe stoffen, met minder experimentele onzekerheid zijn vast te stellen dan de BCF en de K_p omdat er geen –zeer lage- concentraties in het water hoeven te worden gemeten. De gebruikte transferfactoren en hun bron is gegeven Tabel A8.12. in Bijlage 8.

Berekende kritische concentraties in waterbodem voor Warenwetnormen

In Tabel 4.6. zijn de resultaten weergegeven voor de kritische concentraties in waterbodem ten aanzien van de Warenwetnormen voor vis- en voor schelpdieren.

Tabel 4.6. Berekende kritische concentraties in waterbodem (Warenwet).

	Kritische concentratie Consumptie mossel mg/kg d.s. standaardbodem		Kritische concentratie Consumptie vis mg/kg d.s. standaardbodem	
	Op basis van BCF en K_p	Op basis van BSAF	Op basis van BCF en K_p	Op basis van BSAF
Cadmium	17	26	47	65
Kwik anorganisch	22	-	19	6,3
Kwik organisch	4,3	-	2,6	6,3
Lood	-	-	171	-
PCB 118	-	-	-	0,02
PCB 153	-	-	-	0,03

Diergezondheid vis- en schelpdieren

Voor de inschatting van nadelige effecten van de stoffen op schelpdieren en vissen wordt uitgegaan van de laagste NOEC of de HC5 waarde binnen de vis- en schelpdieren. De toxiciteitsgegevens zijn ontleend aan de INS-dataset, zoals gerapporteerd in Verbruggen *et al.* (2001).

De HC5 waarden zijn berekend volgens Aldenberg en Jaworska (2000). De HC5 waarde is alleen berekend als 4 of meer NOEC waarden voor vis- en schelpdieren beschikbaar zijn. Wanneer voor lagere aquatische organismen een significant verschil in toxiciteit is geconstateerd tussen zoetwater- en zoutwater organismen (Verbruggen *et al.*, 2001), is de

dataset gescheiden. Dit is het geval voor cadmium en anorganisch kwik. Een overzicht van de HC5 waarden en laagste NOEC waarden wordt gegeven in Bijlage 7. Deze waarden zijn naar concentratie's in sediment omgerekend met behulp van K_p .

Kritische concentratie in de waterbodem in relatie tot de waterconcentraties voor vis en schelpdieren

In Tabel 4.7. zijn de resultaten gepresenteerd voor de kritische gehalten in waterbodem voor de bescherming van vis en schelpdieren.

Tabel 4.7. Kritische gehalten in waterbodem voor de bescherming van vis of schelpdieren (zoete en zoute wateren)

Dataset zoet en zout gecombineerd				
Gebaseerd op:	Vis		Schelpdier	
	HC5 mg/kgdw	Laagste NOEC mg/kgdw	HC5 mg/kgdw	Laagste NOEC mg/kgdw
Arseen	417	502	-	213
Chroom III	-	16800	-	-
Chroom VI	4090	1910	-	21000
Koper	30	2.0	27	17
Methyl-kwik	1.0	7.9	-	34
Lood	8990	8530	-	5120
Nikkel	-	541	-	-
Zink	1100	3190	282	1380
Benzo(a)pyreen	-	245	-	-
Benzo(k)fluorantheen	-	37	-	-
Chryseen	-	278	-	587
Fenanthreen	-	42	-	-
Fluorantheen	-	107	-	-
Naftaleen	5.4	15	-	-
DDT	-	7.8	-	-
Dieldrin	0.0092	0.06	-	5.8
Aldrin	-	1.7	-	43
Endrin	0.06	0.06	-	13
Pentachloorbenzeen	-	17	-	-
Alleen zoete data				
	Vis		Schelpdier	
	HC5 mg/kgdw	Laagste NOEC mg/kgdw	HC5 Mg/kgdw	Laagste NOEC mg/kgdw
Cadmium	65	111	-	213
Anorganisch-kwik	-	34	-	5050
Alleen zoute data				
	Vis		Schelpdier	
	HC5	Laagste NOEC	HC5	Laagste NOEC
Cadmium	-	3830	-	426
Anorganisch-kwik	-	1120	16	28

5 Eisen aan het functioneren van het ecosysteem

5.1 Algemeen

De eisen met betrekking tot het ecosysteem worden onderscheiden in verschillende categorieën, te weten eisen voor het functioneren van organismen, eisen voor processen die borgen dat stofkringlopen en life support functies blijven verlopen, en eisen die de risico's welke gepaard gaan met doorvergiftiging in de voedselketen beperken. De genoemde eisen liggen ook ten grondslag aan de MTR en streefwaarden voor water, lucht en sediment zoals deze zijn vastgesteld in het kader van 'Integrale normstelling stoffen' (Crommentuijn *et al.*, 2000a; Crommentuijn *et al.*, 2000b; Sijm *et al.*, 2001) en aan de interventiewaarden (Lijzen *et al.*, 2001). Daarnaast is in dit BGW-kader voorgesteld om vanuit natuurbeschermingsoptiek eisen uit te werken voor de bescherming van sleutel- en doelsoorten.

5.2 Organismen en processen

5.2.1 Basisinformatie en werkwijze

Verbruggen *et al.* (2001) geeft de beschikbare ecotoxicologische gegevens voor de beschouwde stoffen. Op basis daarvan zijn niveaus afgeleid die beogen de populatie te beschermen (MTR), en niveaus waarbij voor 50% van de aanwezige soorten of processen ongewenste effecten kunnen optreden (SRC_{eco}, basis voor interventiewaarde).

Het MTR wordt bij meer dan vier chronische toxiciteit gegevens afgeleid met behulp van een species sensitivity distribution (SSD, Posthuma *et al.*, 2002), het 5 percentiel van deze gegevens (HC5) wordt gebruikt.

Voor de metalen worden, conform eerdere rapportages (Crommentuijn *et al.*, 1997; Verbruggen *et al.*, 2001), risiconiveaus afgeleid volgens de 'toegevoegd risico' methode. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van achtergrondconcentraties zoals afgeleid door Van den Hoop *et al.* (1995). Momenteel is een uitgebreide studie gaande om beter onderbouwde achtergrondconcentraties af te leiden.

Voor de onderbouwing van de resultaatverplichtingen voor toxische stoffen voor de Kaderrichtlijn Water wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd; er wordt eveneens gewerkt met het principe van de SSDs maar er worden afhankelijk van het aantal beschikbare toxiciteits data hogere veiligheidsfactoren gebruikt. Het Fraunhofer Instituut heeft een uitwerking gemaakt, waarover nog politiek besloten moet worden. De door hen afgeleide getallen voor water zijn in zijn algemeenheid strenger dan de vigerende Nederlandse MTRs. Nadat besluitvorming heeft plaatsgevonden zal dit vermoedelijk consequenties hebben voor de Nederlandse MTRs en streefwaarden, en op wat langere termijn wellicht ook voor de interventiewaarden en BGWs.

Ten aanzien van de eisen voor het functioneren van het ecosysteem dat onder invloed staat van de (peridiek) natte waterbodem worden voor alle vormen van bodemgebruik zowel lagere als hogere organismen beschermd. Bij verschillende resultaten voor het functioneren van organismen en processen tussen natuur op de droge bodem en natte natuur, wordt voor periodiek natte natuur de laagste van de twee waarden gekozen. Twee voedselketens worden in beschouwing genomen:

- waterbodem - mossel - vogel/zoogdier
- waterbodem - vis - vogel/zoogdier

De transferfactoren die hierbij worden gebruikt zijn weergegeven in Bijlage 8.

Voor hogere organismen wordt gebruik gemaakt van de INS-dataset van toxiciteitsgegevens zoals onder andere gerapporteerd in Smit *et al.* (2000).

Voor de gecombineerde dataset (hogere en lagere organismen) is getoetst of sprake is van een log-normale verdeling. Hiervoor is een Kolmogorov–Smirnov toets met Lilliefors correctie gebruikt (SPSS 10.0 for Windows, $P < 0,1$). Wanneer de dataset niet log-normaal verdeeld was, zijn de HC5/HC50 waarden voor hogere en lagere organismen apart bepaald, en is de laagste van beiden gekozen. Bij een gebrek aan data (bij DDD en pentachloorbenzeen), is gekozen voor de laagste NOEC voor hogere organismen.

Voor PCB's is gebruik gemaakt van de data gepresenteerd in Van Wezel *et al.* (1999). Voor deze stofgroep is gebruik gemaakt van BSAF waarden en konden de resultaten direct worden uitgedrukt in mg/kg d.s..

De evenwichtpartitie coëfficiënten voor metalen tussen sediment en water (K_p , Otte *et al.*, 2001; Verbruggen *et al.*, 2001) kennen grote onzekerheden. Omdat geen directe sediment toxiciteit datasets beschikbaar zijn, kunnen voor de natte waterbodem alleen waarden voor metalen met behulp van evenwichtpartitie worden berekend. Vanwege de onzekerheid in de K_p worden de risiconiveaus voor metalen in natte waterbodem als onbetrouwbaar aangemerkt (Verbruggen *et al.*, 2001; TCB, 2002).

Wanneer voor lagere aquatische organismen er een significant verschil in toxiciteit is tussen zoet- en zoutwater organismen (Verbruggen *et al.*, 2001), dan is de dataset voor zoet- en zoutwaterorganismen gescheiden gehouden.

5.2.2 Keuze beschermingsniveau

In het rapport over de evaluatie van de BGW van Lijzen *et al.* (2002b) zijn verschillende alternatieven onderzocht voor het gebruik van HC50 en HC5. Geconcludeerd is dat er geen wetenschappelijke argumentatie is om een beschermingsniveaus tussen HC5 en HC50 af te leiden. Het is technisch voor een groot aantal stoffen wel mogelijk, maar heeft geen ecologische betekenis en daarmee geen wetenschappelijke meerwaarde. Ook ten aanzien van overige alternatieven, zoals bijvoorbeeld het aanvullend gebruik van datasets voor acute toxiciteit, of het gebruik van ECx gegevens in plaats van NOEC gegevens (zie voor uitgebreide beschrijving Lijzen *et al.*, 2002b) is geconcludeerd dat dit geen aantrekkelijke opties zijn.

De HC5 blijkt voor aquatische ecosystemen een goede maar redelijk conservatieve schatter te zijn voor het optreden van het optreden van ecosysteme-effecten in (semi-) veldstudies (Versteeg *et al.*, 1999; Van den Brink *et al.*, 2002), hoewel de SSD geen rekening houdt met indirecte ecosysteme-effecten.

Bij minder dan vier data wordt gebruik gemaakt van extrapolatiefactoren (Traas, 2001). Voor de streefwaarde (of verwaarloosbaar risico) wordt de HC5 standaard gedeeld door 100 (Traas, 2001). De factor 100 wordt toegepast teneinde rekening te houden met combinatietoxiciteit, indirecte ecosysteme-effecten en eventuele gevoeliger soorten die niet in de onderliggende dataset zijn inbegrepen.

Landbouw

Ten aanzien van de bodemgebruiken onder landbouw wordt het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR of HC5) voorgesteld. Argumentatie hierbij is dat het functioneren van bodemprocessen en –organismen onmisbaar is voor het goed functioneren van landbouwsystemen. Daarnaast is de SSD die bij de afleiding van de HC5 wordt gebruikt, zo mogelijk, gebaseerd op directe toxiciteitstesten in bodem. De in deze testen gebruikte proefdieren worden beschouwd als een goede representatie van de relevante soorten voor landbouwsystemen.

Natuur

Ten aanzien van de bodemgebruiken onder natuur wordt het verwaarloosbaar risiconiveau (VR, is gelijk aan HC5/100 of MTR/100) voorgesteld. Dit VR is beleidsmatig vertaald in de streefwaarde. Hierbij worden de effecten op het ecosysteem verwaarloosbaar geacht; de functie natuur ondervindt geen belemmering. De factor 100 wordt gemotiveerd uit het feit dat vele stoffen tegelijkertijd voorkomen in het milieu, indirecte effecten kunnen optreden die niet tot uiting komen in de onderliggende single species toxiciteit experimenten, en er mogelijk meer gevoelige soorten voorkomen dan in de testset zijn gerepresenteerd. De hoogte van de factor 100 is niet wetenschappelijk onderbouwd, maar geïntroduceerd vanwege de combinatie van de genoemde onzekerheden zoals dat ook in de humane risico-beoordeling gebruikelijk is.

Natte waterbodem

Ten aanzien van de bodemgebruiken voor natte waterbodem wordt aangesloten bij de beschermingsniveaus zoals deze gebruikt worden voor de droge bodem. Het bodemgebruik 'havens en scheepvaart' wordt gezien als analoog aan functie II, 'extensief gebruikt (openbaar) groen' waarvoor eveneens HC50 is gehanteerd in Lijzen *et al.* (1999). De bodemgebruiken 'schelpenteelt', 'beroepsvisserij' en 'reguliere sloot' worden gezien als landbouwfuncties waarvoor conform bovenstaande HC5 wordt gebruikt. De bodemgebruiken 'natuur' en 'periodiek natte natuur' tenslotte worden gezien als analoog aan de natuurfunctie waar het verwaarloosbaar risiconiveau voor geldt.

In Tabel 5.1. wordt de keuze voor de ecotoxicologische beschermingsniveau voor verschillende gebruiksvormen van de waterbodem samengevat.

Tabel 5.1. Samenvatting beschermingsniveau's waterbodem

Functie: natuur (nat en periodiek nat)	Functie: havens en scheepvaart (nat en periodiek nat)	Functies: overig (nat en periodiek nat)
Principe: HC5/100	Principe: HC50	Principe: HC5
Dataset: hogere* en lagere organismen gecombineerd	Dataset: hogere* en lagere organismen gecombineerd Geen aanvullende controle	Dataset: hogere* en lagere organismen gecombineerd Extra controle op laagste NOEC hogere organismen

* alleen voor stoffen met een doorvergiftigings-risico volgens Van de Plassche, 1994

5.2.3 Actualisatie van toxiciteitsdata voor enkele stofgroepen

Voor een aantal stoffen zijn de bestaande ecotoxicologische risiconiveau's gebaseerd op weinig gegevens, of gegevens tot 1995 (Lijzen *et al.*, 2002b). Daarom is voor enkele stoffen in het kader van dit rapport de dataset ten aanzien van chronische terrestrische data, microbiële processen en enzymatische activiteit geactualiseerd. Tevens is een hernieuwde berekening gemaakt, waarbij de methodiek wordt gevolgd zoals beschreven door Traas (2001) en Verbruggen *et al.* (2001). Het gaat hierbij om de stoffen nikkel, DDD, DDT, DDE, endrin, aldrin, dieldrin, naftaleen, anthraceen, fenantreen, fluorantheen, benzo(a)anthraceen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(g,h,i)pyreen, indeno(1,2,3-cd)pyreen en chryseen. Er is hierbij gebruik gemaakt van informatie zoals die verzameld is door Mesman en van Vlaardingen (2001), Lijzen *et al.* (2002b), en Danish EPA (in prep). Deze actualisatie en de resultaten daarvan zijn beschreven in Bijlage 11.

5.2.4 Resultaten

De resultaten van de eisen met betrekking tot het functioneren van organismen en processen zijn gegeven in Bijlage 12.

5.2.5 Metalen; standaard methodiek vergeleken met berekende NOECs op basis van poriewaterconcentratie

De vigerende en ook in dit rapport gebruikte normstelling op basis van PAF gaat uit van totaalgehalten in standaardbodem (25% klei en 10% organische stof) (Circulaire, 2000). Er vindt geen correctie plaats voor de zuurgraad van de bodem, hoewel deze van grote invloed is op de beschikbaarheid van metalen. Het is mogelijk de risico's te beoordelen op basis van – berekende- actueel beschikbare vrije metaalion-concentraties in het bodemvocht. Dit dekt grotendeels de opname in planten en weekhuidige bodemfauna, zoals regenwormen. NOEC's voor terrestrische (bodem)organismen bij blootstelling aan bodemvocht zijn nauwelijks gemeten, maar kunnen berekend worden op basis van NOEC data voor de vaste fase en gegevens van bodemeigenschappen (klei, organische stof en pH) die de beschikbaarheid van metalen in oplossing bepalen. Dit kan alleen voor experimenten waarin naast de NOEC data voor de vaste fase, tevens de bodemeigenschappen zijn gegeven. Tevens is dit alleen nuttig voor organismen waarvan het waarschijnlijk is dat het effect via het bodemvocht verloopt. Dat geldt in elk geval voor planten en micro-organismen en in beperkte mate voor de bodemfauna. Een dergelijke exercitie is uitgevoerd met beschikbare data in de literatuur afkomstig van Schuetze and Throl (2000), Farret (Pers. Comm.) en Klepper and Van de Meent (1997). Aldus berekende resultaten zijn gegeven in Tabel 5.2. voor een humusarme zandgrond, een kleigrond, een veengrond, en een standaardgrond met organische stofgehalten, kleigehalten en pH waarden zoals eerder gegeven bij de berekening van bodemnormen uit gewasnormen.

Tabel 5.2. Overzicht van berekende normen voor de vaste fase op basis van NOEC waarden voor bodeminvertebraten bij een beschermingsniveau van 95%, 80% en 50%

Metaal	Grondsoort <i>Beschermingsniveau</i>	Totaal gehalte (mg.kg ⁻¹)		
		95%	80%	50%
Cd	Zand	0,67	3.4	14
	Klei	2.2	11	45
	Veen	5.7	28	119
	Standaard	3.3	17	69
Pb	Zand	32	64	121
	Klei	75	153	288
	Veen	325	663	1250
	Standaard	146	298	56
Cu	Zand	8.2	18	36
	Klei	22	48	95
	Veen	41	90	180
	Standaard	30	66	133
Zn	Zand	5.9	25	90
	Klei	48	200	719
	Veen	40	168	602
	Standaard	40	168	602

Vergelijking van deze resultaten voor de standaardbodem laat zien dat gebruik van een 95% beschermingsniveau voor vertebraten leidt tot uitkomsten die redelijk overeenkomen met de MTR waarden voor deze metalen, met uitzondering van zink. Voor zandgronden is de waarde echter beduidend lager dan de streefwaarden voor deze gronden waarde zoals berekend met de bekende klei en humusgehalte correctie.

5.3 Sleutel- en doelsoorten

Sleutelsoorten

Sleutelsoorten zijn soorten die, bij een relatief lage abundantie, een groot effect op het functioneren van het ecosysteem hebben. Vanwege dit grote belang verdienen zij volledige bescherming. Echter, sleutelsoorten zijn veelal niet expliciet te benoemen waardoor aan deze gebruikseis nog geen invulling gegeven kan worden (Lijzen *et al.*, 2002b). Wanneer een sleutelsoort wél benoemd zou kunnen worden, kan de laagste NOEC of de HC5 van de betreffende taxonomische groep gebruikt worden.

Doelsoorten

Doelsoorten zijn soorten die extra aandacht krijgen vanuit het natuurbeheer, omdat ze indicatief zijn voor een natuurdoeltype. Er worden vele natuurdoeltypen onderscheiden, en bij elk natuurdoeltype worden enkele tientallen doelsoorten benoemd (Bal *et al.*, 2001). Eerdere studies lieten zien dat voor de doelsoorten weinig toxicologische data beschikbaar zijn (bijvoorbeeld Faber *et al.*, 1999), waardoor een gebruikseis om doelsoorten te beschermen niet op deze wijze kan worden ingevuld.

Een alternatieve benadering zou zijn om de taxonomische groepen waartoe de doelsoorten behoren te beschermen. Omdat er veel verschillende doelsoorten zijn benoemd per natuurdoeltype, en er dus een groot aantal taxonomische groepen in het geding zijn, is geen onderscheid te verwachten met een normale SSD op basis van de beschikbare informatie. In het kader van natuurbeheer worden frequent grote grazers ingezet op natuurterreinen. Deze grote grazers kunnen worden beschermd met behulp van de criteria zoals ze zijn afgeleid bij landbouwkundige eisen onder diergezondheid.

Onder het kopje ‘doorvergiftiging’ worden enkele specifieke voedselketens belicht.

EU-Habitat en vogel richtlijn

Voor verschillende soorten gaat bescherming uit van de EU Habitat- en de EU vogel-richtlijn. In Nederland zijn de Vogelrichtlijn gebieden inmiddels aangewezen, en moeten nog Habitatrictlijn gebieden worden aangewezen.

Vanuit de EU-Vogelrichtlijn komen gebieden in Nederland voor aanwijzing in aanmerking wanneer:

- het gebied behoort tot de belangrijkste 5 gebieden voor vogelsoorten van bijlage I van de Vogelrichtlijn;
- en/of minstens 1% van de biogeografische populatie van één of meer trekkende watervogelsoorten in dat gebied geregeld aanwezig is;
- en het een minstens 100 ha aaneengesloten gebied betreft met een formele natuurstatus.

Landbouwgebieden, m.n. grasland, zijn zeer belangrijk voor de weidevogelstand. Nederland heeft een internationaal belangrijke positie voor weidevogels, maar gezien de genoemde criteria zijn deze niet aangewezen als richtlijngebieden. Op de bescherming van de specifieke soorten waarvoor de Nederlandse Vogelrichtlijngebieden zijn aangewezen wordt in deze rapportage niet ingegaan. Omdat de aanwijzing van gebieden vanuit de Habitatrictlijn nog niet heeft plaatsgevonden, is het uitwerken van beschermingscriteria hiervoor niet relevant.

5.4 Doorvergiftiging

5.4.1 Inleiding

Doorvergiftiging leidt tot hogere concentratie's in organismen naarmate ze hoger in de voedselketen staan, en daarmee ook tot extra risico's voor deze organismen. Het gaat met name om vogels en zoogdieren. Risico's van doorvergiftiging worden beschouwd bij stoffen met hoge bioaccumulatiefactoren, voor de organische stoffen zijn dit de hydrofobe stoffen. Risico's van doorvergiftiging worden standaard meegenomen bij de afleiding van MTRs, maar niet bij de afleiding van interventiewaarden. Verontreinigde locaties betreffen vaak

kleine oppervlaktes, en de predatoren zullen dan een deel van het voedsel buiten het vervuilde gebied zoeken. Predatoren met een kleine actieradius, zoals muizen en weidevogels, kunnen het grootste gedeelte van hun dieet echter wél uit een sterk verontreinigd gebied verkrijgen. Ook predatoren die in de uiterwaarden leven zijn dan kwetsbaar, gezien de grote oppervlaktes van ernstige verontreiniging in de uiterwaarden. Voor BGW is de intentie ook voor de stedelijke functies geweest om doorvergiftiging te beschouwen (Lijzen *et al.*, 1999), hetgeen daadwerkelijk is ingevuld bij de evaluatie van deze BGWs voor het stedelijk gebied (Lijzen *et al.*, 2002b). Omdat de BGW voor landbouw, natuur en waterbodem waarschijnlijk een rol zullen spelen in het omgaan met licht verontreinigd materiaal, kunnen grote oppervlakten ontstaan die aan BGW kwaliteit voldoen en is het relevant doorvergiftiging te beschouwen.

5.4.2 Standaard uitwerking

Doorvergiftiging naar vogels en zoogdieren wordt beschreven via standaard voedselketens (bijvoorbeeld bodem -> regenworm -> vogel of zoogdier) zoals beschreven in Van de Plassche *et al.* (1994) voor enkele zware metalen, drins en DDD/DDT/DDE, Smit *et al.* (2000) voor metalen, en Van Wezel *et al.* (1999) voor planaire PCBs. In Lijzen *et al.* (2002b) zijn de data gegroepeerd, en zijn er ook op HC50 niveau waarden voor doorvergiftiging afgeleid. Deze bron wordt in onderhavig rapport gehanteerd. Er wordt in Lijzen *et al.* geen onderscheid gemaakt tussen land- en waterbodem, de gebruikte data om doorvergiftiging te kwantificeren zijn veelal gebaseerd op gegevens uit uiterwaarden en sedimentstudies. Ten aanzien van de beschermingniveau's wordt aangesloten bij de keuzes zoals gemaakt voor organismen en processen.

Voor arseen, chroom en nikkel zijn geen NOEC-waarden beschikbaar voor vogels en zoogdieren. Het berekenen van een risiconiveau met betrekking tot doorvergiftiging is daarom niet mogelijk. Een overzicht van veldstudies naar accumulatie van deze metalen uit bodem naar regenworm (BSAF) duidt erop dat deze metalen niet stapelen in de voedselketen, evenals diverse veldstudies naar concentraties in organismen hoger in de voedselketen (Sample *et al.*, 1999; Erry *et al.*, 1999ab en 2000; Hörnfeldt en Nyholm, 1996; Kimbrough *et al.*, 1999; Hendriks *et al.*, 1995).

Voor PAKs worden de risico's voor doorvergiftiging niet beschouwd, omdat deze stoffen gemetaboliseerd worden en er geen opstapeling plaatsvindt in de voedselketen.

De fysisch/chemische eigenschappen en de toxiciteit van DDT en zijn metaboliëten DDE en DDD vertonen een groot verschil, het is daarom wenselijk om voor deze stoffen separaat normen af te leiden. BSAF-waarden voor DDE en DDD ontbreken echter, evenals toxiciteitswaarden voor zoogdieren voor beide stoffen. Alleen voor DDT, veruit de meest toxische van de drie stoffen, is een waarde voor de risico's op doorvergiftiging afgeleid. Resultaten zijn vermeld in Bijlage 12.

5.4.3 Specifieke voedselketens

Een overzicht van relevante (doel)soorten met risico in verband met doorvergiftiging is gegeven in Tabel 5.3. voor de droge en periodiek natte waterbodem, met name in de uiterwaarden van de grote rivieren, en voor de landbodem.

Tabel 5.3. Overzicht van relevante (doel)soorten die extra risico lopen i.v.m. doorvergiftiging voor de 'droge waterbodem' en 'periodiek natte waterbodem'.

Zoogdieren	Vogels
Waterbodem	
Noordse woelmuis, das, bever, otter, damhert	Torenvalk, steenuil, zwarte stern, grutto, boerenzwaluw, huiszwaluw, slechtvalk, ijsvogel, bruine kiekendief, grauwe kiekendief, buizerd, velduil, steenuil, visarend, zeearend, brandgans, grauwe gans, zwarte stern, aalscholver, scholekster
Landbodem	
Noordse woelmuis, waterspitsmuis, eikelmuis, egel, mol, boommarter, das, hert, rund	Geelgors, ortolaan, grauwe gors, hop, tapuit, draaihals, kuifleeuwerik, paapje, rietzanger, zwarte stern, grutto, blauwborst, kempahaan, kwartelkoning, groene karekiet, patrijs, grauwe gans, korhoen, duinpieper

Er zijn over het algemeen zeer weinig bruikbare veldgegevens beschikbaar, die specifiek zijn toegespitst op voedselketens voor bijvoorbeeld de uiterwaarden. Voor enkele soorten (met name de steenuil, de kerkuil en de torenvalk) zou een doorrekening tot op het niveau van maximaal acceptabele concentraties in de bodem met enige aanvullende studie wellicht wel mogelijk zijn. Aanbevolen wordt om voor enkele stoffen/stofgroepen (met name cadmium, chroom, zink koper en PCB) een dergelijke studie uit te voeren. Voor enkele relevante soorten van de landbodem zijn specifieke voedselketens doorgerekend voor metalen. Grutto en das zijn zogenaamde vermivore soorten, waarbij de concentratie in regenwormen als het meest bepalende uitgangspunt voor de belasting van het voedsel kan worden genomen. Voor de das komt daar nog de opname van planten bij. Wanneer er sprake is van informatie over de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) van metalen kan deze worden gebruikt om hiermee een relatie te leggen met het kritische metaalgehalte in de worm volgens:

$$Me_{w(crit)} = TDI/I_w$$

met

$Me_{w(crit)}$ = Grenswaarde voor metaalconcentratie in worm ($mg.kg^{-1}$)

TDI = Toelaatbare dagelijkse inname van metalen ($mg.dag^{-1}$)

I_w = Inname van wormen via het voedsel ($kg.dag^{-1}$)

Hierbij is de veronderstelling dat de betreffende soort uitsluitend wormen eet, en dat stoffen in worm met eenzelfde efficiëntie worden opgenomen als stoffen in voer dat gebruikt wordt in de laboratorium proeven die ten grondslag liggen aan de TDI. Het metaalgehalte in de worm kan worden gerelateerd aan een combinatie van bodem eigenschappen en het metaalgehalte in de bodem volgens (De Vries *et al.*, 2003) (naar Ma, 1983). De manier van uitwerking en de resultaten voor deze specifieke voedselketens is voor metalen beschreven in Bijlage 13.

6 Overige eisen

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de overige eisen behandeld, voorzover daar een getalsmatige invulling aan kan worden gegeven. De eisen welke pro-memori zijn opgenomen in Tabel 2.1., te weten het voorkomen van afwenteling benedenstreams, eisen voor de bodemstructuur en het zelfreinigend vermogen, zijn hier niet uitgewerkt.

6.2 Drinkwaterkwaliteit

In het Besluit Kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren (Besluit KMO), Staatsblad 606 (1983), 45 (1991) en 89 (1994), zijn kwaliteitseisen voor oppervlaktewater opgenomen dat is bestemd voor de bereiding van drinkwater. Om overschrijding van deze normen ten gevolge van de invloed van een verontreinigde waterbodem te voorkomen, zijn met behulp van evenwichtspartitie de waarden in sediment bepaald die corresponderen met de concentraties volgens het Besluit KMO. Bij deze omrekening zijn K_p waarden gebruikt uit de evaluatie van de Interventiewaarden (Lijzen *et al.*, 2001).

De normen uit het Besluit KMO, en de berekende kritische concentraties in sediment voor mogelijke overschrijding van de drinkwaternormen, zijn weergegeven in Bijlage 14.

6.3 Uitspoeling naar grondwater en afspoeling naar oppervlakte water

Voor de uit- en afspoeling van metalen is uitgegaan van het maximaal toelaatbaar risico (MTR_{eco}) zoals dat is afgeleid in het kader van het project Integrale Normstelling Stoffen. Voor de metalen is gerekend met het Maximaal Toelaatbare Additieniveau (MTA), dus exclusief het achtergrondgehalte. Dit omdat ervan wordt uitgegaan dat er additie door uit- of afspoeling van de bodem komt, het achtergrondgehalte zit al in het grond- of oppervlakte water. Deze normen zijn omgerekend naar concentraties in de bodem met behulp van de sorptiecoëfficiënten (K_p voor standaardbodem) zoals ze zijn gebruikt bij de evaluatie van de Interventiewaarden 1e tranche. Voor zowel de MTR , MTA en de K_p is Verbruggen *et al.* (2001) als bron gebruikt. Voor metalen is gerekend met de K_p voor bodem. Voor PCBs is geen geldende MTR_{eco} voor water, dus dit criterium is niet uitgewerkt voor de PCBs. Voor de uitwerking en de resultaten wordt verwezen naar Bijlage 15.

In het rapport van De Vries *et al.* (2003) is een uitwerking voor uitloging en afspoeling gemaakt voor vier metalen (cadmium, lood, koper en zink) waarbij een gerekend is met een Freundlich constante K_f waarbij de waarde voor K_f verschilt voor iedere bodem (er is onderscheid gemaakt in zand, klei en veen en een standaardbodem) omdat de K_f waarde een functie is van het gehalte aan organische stof, klei en pH. Verder is een omrekening verricht van vloeibare fase naar reactief metaal en vervolgens van reactief naar totaal metaal in de bodem. Wanneer de resultaten hiervan voor een standaardbodem worden vergeleken met die van de K_p methode standaardmethode, uitgaande van streefwaarden voor grond en oppervlaktewater blijkt cadmium overeenkomstig te zijn, lood zit lager en koper en zink hoger (zie bijlage 15)

6.4 Eisen m.b.t. composteerbaarheid

Navraag bij verscheidene natuurbeheerders leerde dat in vrijwel alle situaties bijna al het organisch materiaal (gemiddeld circa 99%) uit wateren en van oevers verspreid wordt op het

aangrenzende terrein, en dus vrijwel niets tot compost wordt verwerkt. In de praktijk is het afvoeren van het organisch materiaal naar composteerbedrijven vanwege de transportkosten niet rendabel. Enkele terreinbeheerders geven aan dat het organisch materiaal soms in een depot op het terrein wordt geplaatst. De grond die uiteindelijk ontstaat wordt doorgaans op het terrein zelf toegepast. Een enkele beheerder gaf aan deze ‘depotgrond’ wel eens af te voeren naar naburige landbouwers waar het over het land wordt verspreid. Op grond hiervan wordt geschat dat het maaisel dat ter compostering wordt aangeleverd maximaal ca. 1% bedraagt. Vanwege dit gebleken geringe belang is voor de waterbodem deze eis niet getalsmatig uitgewerkt.

Voor de landbodem speelt compostering wel een rol. In het Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen (BOOM) uit 1993, zijn kwaliteitsnormen gesteld voor zware metalen en areseen, waaraan zuiveringslib en compost aan moet voldoen wanneer deze in de handel worden gebracht (brief aan TK over evaluatie BOOM, kenmerk TRC98/8194). Wanneer deze BOOM normen worden omgerekend in kritische bodemgehalten worden zeer lage waarden verkregen, tot onder het niveau van streefwaarden (Lijzen *et al.*, 2002b). Tegelijkertijd is de onderbouwing van de BOOM normen niet helder, en deze lijkt niet (eco) toxicologisch onderbouwd te zijn. Voor meer inzicht in de discussie wordt verwezen naar Lijzen *et al.* (2002b). Gezien de vele vragen rond dit onderwerp wordt ook voor landbodem de eis met betrekking tot composteerbaarheid niet uitgewerkt.

7 Integratie van alle getalswaarden per stof

7.1 Verschillen in bodemgebruikswaarden tussen vormen van bodemgebruik

Wanneer de getalsmatige uitwerking van de gebruikseisen voor een stof geen verschillen vertoont tussen bodemgebruiksvormen zijn deze samengevoegd.

De onderscheiden bodemgebruiksvormen bij natuur konden voor alle stoffen worden samengevoegd. De getalsmatige uitwerking voor de eisen voor humane gezondheid, voedselveiligheid, organismen en processen en uit- en afspoeling is hetzelfde voor de drie onderscheiden vormen van natuur. Verschil was op voorhand verwacht voor de sleutel- en doelsoorten en voor doorvergiftiging. Echter, de kennis bleek onvoldoende om sleutelsoorten te kunnen benoemen. Voor doelsoorten zijn te weinig toxicologische data aanwezig. Voor doorvergiftiging zijn de standaardvoedselketens voor alle drie de vormen van natuur van toepassing. Voor de berekening van doorvergiftiging in specifieke voedselketens leidt tot dezelfde problemen als voor de sleutel- en doelsoorten. Het beschikbaar komen van nieuwe wetenschappelijke kennis zou alsnog kunnen leiden tot een te maken onderscheid tussen verschillende vormen van natuur.

Voor landbouw zijn zes vormen van bodemgebruik onderscheiden. Voor de zware metalen uitgezonderd chroom en nikkel, en voor de drins is er aanleiding onderscheid te maken tussen alle verschillende onderscheiden landbouwvormen. Voor chroom en nikkel, alle PAKs, DDE en DDD kunnen veevoeder, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen worden samengevoegd, alsmede groenteteelt en fruitteelt. Voor DDT tenslotte kunnen veevoer en akkerbouw worden samengevoegd, en groente- en fruitteelt.

Voor de natte waterbodem, waar zeven vormen van bodemgebruik zijn onderscheiden, kunnen alleen voor de PCBs de beroepsvisserij en de schelpdierteelt worden samengevoegd. Voor alle overige behandelde stoffen is er geen aanleiding minder dan zeven soorten van gebruik van de natte waterbodem te onderscheiden.

7.2 Overzicht van de meest stringente gebruikseisen

Zoals te zien is in Tabel 7.1. zijn de eisen met betrekking tot de humane gezondheid van de gebruiker van het perceel zelden doorslaggevend, op een aantal hydrofobe stoffen voor de natte waterbodem na. Ook de landbouwkundige eisen zijn in het algemeen niet het meest stringent, behalve voor enkele zware metalen. Eisen met betrekking tot organismen en processen leiden voor vele stoffen en ook voor vele vormen van bodemgebruik tot de strengste getallen. Maar ook de eisen met betrekking tot af- en uitspoeling zijn voor veel stoffen het meest stringent.

Tabel 7.1. Meest stringente gebruikseis per vorm van bodemgebruik per stof

	Natuur	Landbouw					Natte waterbodembodem							
		Gras-land	Veevoeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie -water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheid														
BGW-humaan	As						Cr Pb P77 P105 P126	BAP P77 P105 P126	BAA BAP BKF P77 P105 P126	Pb BAA BAP BKF P77 P105 P126	P77 P105 P126	P77 P105 P126	P77 P105	
Landbouwkundige eis														
Landbouwhuisdieren Vissen Schelpdieren Fytotoxiciteit voor landbouwgewas Voedselveiligheid gewassen Voedselveiligheid dierlijke producten		CRY								Cr Cu		Cu Zn		
			Hg	Pb		As Pb								Pb
Eisen m.b.t. ecosysteem														
Organismen en processen ^(a)	NFT ATC FNT FLA BAA CRY BAP BKF IDP BGP End DDT DDE DDD End	As ATC FLA BAA BAP BKF IDP BGP End	As ATC FLA BAA CRY BAP BKF IDP BGP End	As ATC FLA BAA CRY BAP BKF IDP BGP End	As ATC FLA BAA CRY BAP BKF IDP BGP End	ATC FLA BAA CRY BAP BKF IDP BGP End	As ATC FLA BAA CRY BAP BKF IDP BGP End	Cd Cu Hg Ni Zn	Cu Hg Ni Zn	Cd Hg Ni Zn	Cd Cr Cu Hg Pb Ni Zn Ald Dld	Cd Cr Cu Hg Pb Ni Zn Ald Dld	As Cd Cr Cu Hg Ni Zn Ald Dld End PCB	As Cd Cr Cu Hg Ni Zn Ald Dld End PCB
Doorvergiftiging	Cd, Hg Pb Ald Dld	Cd Hg Pb	Cd Pb Hg	Cd Hg Pb	Cd Hg Pb	Cd Hg	Cd							

	Natuur	Landbouw						Natte waterbodem						
		Gras-land	Veevoeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie -water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Overige eisen														
Drinkwater								As	As	As	As	As	As	FNT
								ATC	Cd	ATC	ATC	ATC	FNT	
								FNT	Cr	FNT	FNT	FNT		
								FLA	Pb	FLA	FLA	FLA		
								CRY	ATC	CRY	CRY	CRY		
									FNT					
									FLA					
									CRY					
									BKF					
									IDP					
									BGP					
uitloging/afspoeling	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	NFT	NFT	NFT	NFT	NFT	HCB	HCB
	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	DDT	BAA	DDT	DDT	DDT		
	Ni	Ni	Ni	Ni	Ni	Ni	Ni	DDD	DDT	DDD	DDD	DDD		
	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn	End	DDE	End	End	End		
		NFT	NFT	NFT	NFT	NFT	NFT	PCB	DDD	PCB	PCB	PCB		
		FNT	FNT	FNT	FNT	FNT	FNT	HCB	Ald	HCB	HCB	HCB		
		DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT		Dld					
		DDE	DDE	DDE	DDE	DDE	DDE		End					
		DDD	DDD	DDD	DDD	DDD	DDD		PCB					
		Ald	Ald	Ald	Ald	Ald	Ald		HCB					
		Dld	Dld	Dld	Dld	Dld	Dld							

NFT: naftaleen; ATC: antraceen; FNT: fenantreen; FLA: fluorantheen; BAA: benzo(a)antraceen; CRY: chryseen; BAP: benzo(a)pyreen; BKF: benzo(k)fluroantheen; IDP: indenopyreen; BGP: benzo-ghi-peryleen; Ald: aldrin; Dld: dieldrin; End: Endrin; P77: PCB 77; P105: PCB 105; P126: PCB 126; PCB: pentachloorbenzeen; HCB: hexachloorbenzeen

7.3 Getalswaarden per stof

Aan het einde van dit hoofdstuk worden de tabellen met de getalsmatige uitwerking per stof gepresenteerd. Voor metalen zijn voor de gearceerde velden aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen). Dit is gedaan om de verschillen die bodemeigenschappen hebben duidelijker in de getallen tot uitdrukking te brengen. De waarde voor standaardbodem is gepresenteerd in de gepresenteerde overzichtstabellen aan het eind van dit hoofdstuk, de waarden voor andere bodemsoorten zijn vermeld in de bijlagen.

Ter vergelijking zijn voor elke stof de vigerende interventiewaarden, maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) en LAC-sigitaalwaarden gegeven. Opgemerkt moet worden dat in deze rapportage uitgegaan is van de meest recente wetenschappelijke kennis. Voor de afleiding van interventiewaarden is deze weergegeven in Lijzen *et al.* (2001), voor de MTRs in Verbruggen *et al.* (2001). De waarden uit genoemde rapporten zijn onderdeel van een lopend beleidsmatig traject over herziening van de vigerende waarden. Hieruit zijn opvallende verschillen tussen de in de tabellen gepresenteerde waarden en de vigerende normen vaak te verklaren.

7.3.1 Metalen

Arseen

Voor droge, periodiek natte, en natte natuur zijn de eisen met betrekking tot de humane gezondheid het strengst. Voor de overige vormen van bodemgebruik van de natte waterbodem zijn de eisen met betrekking tot drinkwater het strengst. Voor landbouw zijn de eisen voor organismen en processen het strengst, met uitzondering van de bodemgebruiksvorm groenteteelt waar de eisen met betrekking tot voedselveiligheid en fytoxiciteit het strengst zijn.

Cadmium

Voor zowel landbouw als de natte waterbodem kunnen geen vormen van bodemgebruik worden samengevoegd.

Voor landbouw en natuur zijn de eisen met betrekking tot risico's van doorvergiftiging het strengst. Voor de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst, met uitzondering voor havens en scheepvaart, waar de eisen voor de bereiding van drinkwater het meest stringent zijn.

Chroom

Voor chroom is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor landbouw en natuur op de droge bodem zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het strengst. Voor de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst voor de natuur, sloot en schelpdierteelt. Voor de beroepsvisserij zijn de eisen voor de diergezondheid het meest stringent. Voor havens en scheepvaart zijn de eisen voor de bereiding van drinkwater het strengst en voor recreatiewater tenslotte zijn dat de eisen met betrekking tot de humane gezondheid.

Koper

Voor landbouw en natuur op de droge bodem zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het meest stringent. Voor de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst, met uitzondering van de beroepsvisserij en de schelpdierteelt waar de eisen met betrekking tot diergezondheid het strengste zijn.

Kwik

Voor natuur en landbouw op de droge bodem zijn de eisen met betrekking tot doorvergiftiging het strengst, behalve voor veevoeder en fruitteelt waar de eisen voor

voedselveiligheid het meest stringent zijn. Voor alle vormen van bodemgebruik bij de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst.

Lood

Voor natuur en de bodemgebruiksvormen grasland, veevoeder en niet-consumptieve gewassen zijn de eisen voor doorvergiftiging het strengst. Voor akkerbouw, groente- en fruitteelt zijn de eisen voor de voedselveiligheid van gewassen het strengst. Voor de reguliere sloot, natte natuur en periodiek natte natuur zijn de eisen voor organismen en processen het meest stringent. De eisen met betrekking tot de humane gezondheid zijn het strengst voor de bodemgebruiksvormen recreatiewater en schelpdierteelt. Voor havens en scheepvaart zijn de eisen voor de bereiding van drinkwater het strengst, terwijl voor de beroepsvisserij de eisen voor de voedselveiligheid het meest stringent zijn.

Nikkel

Voor nikkel is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor de bodemgebruiksvormen voor landbouw en natuur op de droge bodem zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het strengst. Voor de verschillende bodemgebruiksvormen bij de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het meest stringent.

Zink

Voor natuur en landbouw op de droge bodem zijn de eisen in relatie met uit- en afspoeling het strengst. Voor de typen bodemgebruik op de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst, uitzondering hierbij is de schelpdierteelt waar de eisen voor diergezondheid het meest stringent zijn.

7.3.2 PAKs

Naftaleen

Voor naftaleen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

De eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling zijn voor de meeste vormen van bodemgebruik het meest stringent, voor bodemgebruik gerelateerd aan natuur zijn de eisen voor organismen en processen het meest stringent.

Antraceen

Voor antraceen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor de droge en natte vormen van natuur, alsmede voor alle landbouwwormen zijn de eisen voor organismen en processen het meest stringent. Voor de overig bodemgebruiksvormen op de natte waterbodem zijn de eisen met betrekking tot drinkwater het meest stringent.

Fenantreen

Voor fenantreen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor natuur zijn de eisen voor organismen en processen het meest stringent. Voor landbouw zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het meest stringent en voor de natte waterbodem zijn de eisen met betrekking tot drinkwater het meest stringent.

Fluorantheen

Voor fluorantheen geldt hetzelfde als voor antraceen.

Benzo-a-anthraceen

Voor benzo-a-anthraceen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

De eisen voor organismen en processen zijn het strengst voor bijna alle vormen van bodemgebruik. Voor havens en scheepvaart zijn de eisen voor uitloging en afspoeling het

meest stringent, voor beroepsvisserij en schelpdierenteelt zijn de eisen met betrekking tot de humane gezondheid het meest stringent.

Chryseen

Voor chryseen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

De eisen voor organismen en processen zijn het strengst voor droge en (periodiek) natte natuur. Dit is ook het geval voor de landbouw, met uitzondering van grasland waar de eisen voor landbouwhuisdieren het strengste zijn. Voor de natte waterbodem, met uitzondering van de functie natuur, zijn de eisen met betrekking tot drinkwater het strengst.

Benzo-a-pyreen

Voor benzo-a-pyreen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor vrijwel alle vormen van bodemgebruik zijn de eisen met betrekking tot soorten en processen het meest stringent. Voor enkele vormen van bodemgebruik van de natte waterbodem (te weten havens en scheepvaart, beroepsvisserij en schelpdiervisserij) zijn de eisen voor de humane gezondheid doorslaggevend.

Benzo-k-fluorantheen

Voor benzo-k-fluorantheen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor vrijwel alle vormen van bodemgebruik zijn de eisen met betrekking tot soorten en processen het meest stringent. Voor het gebruik havens & scheepvaart zijn de eisen voor de bereiding van drinkwater het strengst, en voor beroepsvisserij en schelpdierteelt zijn de eisen voor de humane gezondheid het strengste.

Indenopyreen

Voor indenopyreen is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor alle vormen van bodemgebruik zijn de eisen voor organismen en processen het strengste, behalve voor havens en scheepvaart waar de eisen voor drinkwater het strengst zijn.

Benzo-ghi-peryleen

Voor benzo-ghi-peryleen geldt hetzelfde als voor indenopyreen.

7.3.3 Insecticiden

DDT

Voor DDT is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer en akkerbouw.

Voor droge, periodiek natte en natte natuur zijn de eisen voor organismen en processen het strengst, voor alle overige vormen van bodemgebruik zijn dat de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling.

DDE

Voor DDE is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor de natuur op land zijn de eisen voor organismen en processen het strengst. Voor landbouw zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het strengst, evenals voor havens & scheepvaart. Voor alle overige vormen van bodemgebruik op de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst.

DDD

Voor DDD is er geen onderscheid tussen groente- en fruitteelt, en tussen veevoer, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen.

Voor droge, periodiek natte en natte natuur zijn de eisen voor organismen en processen het strengst. Voor alle overige vormen van bodemgebruik zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het strengst.

Aldrin

Voor aldrin is er geen onderscheid tussen veevoeder en akkerbouw.

Voor de natuur is het criterium voor doorvergiftiging het strengst. Voor alle bodemgebruiksvormen onder landbouw en voor havens en scheepvaart zijn de eisen voor uitloging en afspoeling het strengst. Voor alle overige bodemgebruiksvormen van de natte waterbodem zijn de eisen voor organismen en processen het strengst.

Diieldrin

Voor diieldrin geldt hetzelfde als voor aldrin.

Endrin

Voor endrin is er geen onderscheid tussen de bodemgebruiksvormen akkerbouw en veeteelt, noch tussen groenteteelt en fruitteelt.

Voor alle vormen van bodemgebruik onder landbouw, en voor droge, periodiek natte en natte natuur zijn de eisen met betrekking tot organismen en processen het strengst. Voor de andere vormen van bodemgebruik van de natte waterbodem dan natuur zijn de eisen voor uitloging en afspoeling het strengst.

7.3.4 Gehalogeneerde aromatische koolwaterstofverbindingen

PCB 77

Voor PCB 77 zijn alleen waarden afgeleid voor de natte waterbodem. Er is geen onderscheid tussen de bodemgebruiksvormen beroepsvisserij en schelpdierteelt.

Voor alle vormen van bodemgebruik zijn de eisen met betrekking tot humane gezondheid het strengst.

PCB 105

Voor PCB 105 zijn alleen waarden afgeleid voor de natte waterbodem. Er is geen onderscheid tussen de bodemgebruiksvormen beroepsvisserij en schelpdierteelt.

Voor periodiek natte natuur zijn de eisen met betrekking tot organismen en processen het strengst. Voor alle overige vormen van bodemgebruik zijn de eisen met betrekking tot de humane gezondheid het strengst.

PCB 126

Voor PCB 126 geldt hetzelfde als voor PCB 105.

Pentachloorbenzeen

Voor pentachloorbenzeen zijn alleen waarden afgeleid voor de natte waterbodem.

Voor periodiek natte en natte natuur zijn de eisen voor organismen en processen het strengst.

Voor de overige vormen van bodemgebruik zijn de eisen voor uitloging en afspoeling het strengst.

Hexachloorbenzeen

Voor hexachloorbenzeen zijn alleen waarden afgeleid voor de natte waterbodem.

Voor alle vormen van bodemgebruik zijn de eisen met betrekking tot uitloging en afspoeling het strengst.

Arseen	Natuur Landbouw							Natte waterbodem						
	Grasland	Vee-voeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt		Recreatie-water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis														
BGW-humaan	2	144	562	562	562	361	361	800	4,40E+04	2,38E+03	2,38E+03	7,14E+03	1,72E+04	2,44E+04
Landbouwkundige eis														
Landbouwhuisdieren		298										v		
Vissen										417				
Schelpdieren											213			
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas		47	103	44	-	29	43							
Voedselveiligheid gewassen		47	103	44		29	43							
Voedselveiligheid dierlijke producten	298	298												298
Eisen m.b.t. ecosysteem														
Organismen en processen ^(a)	29	30	30	30	30	30	30	188	5880	188	188	188	30,6	29
Doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen														
Drinkwater								132	132	132	132	132	132	132
Uitloging/afspoeling	44	44	44	44	44	44	44	-	-	-	-	-	-	-
Laagste waarde	2	30	30	30	30	29	30	132	132	132	132	132	30,6	29

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

v=risico op problemen bij deze gebruikseis verwaarloosbaar

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden;

Arseen	bodem	waterbodem
IW	55	
MTR	(4,5)	160
LAC (klei/zand)	30/50	

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Cadmium	Natuur	Landbouw						Natte waterbodem						
		Grasland	Vee-voeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie-water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis														
BGW-humaan	227	29	227	227	227	8,6	8,6	323	1,26E+04	6,79E+02	1,26E+01	2,75E+03	6,19E+03	
Landbouwkundige eis														
Landbouwhuisdieren		25												
Vissen										65,4				
Schelpdieren											213			
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas		37	12	11	-	19	1,1							
Voedselveiligheid gewassen		60	2,2	1,1		5,8	1,1							
Voedselveiligheid dierlijke producten	7,3	7,3								64,94	26,32			7,3
Eisen m.b.t. ecosysteem														
Organismen en processen ^(a)	0,81	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	-	1,5	1,5	1,5	0,81	0,81
Doorvergiftiging	0,80	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen														
Drinkwater								128	128	128	128	128	128	128
Uitloging/afspoeling	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	-	-	-	-	-	-	-
Laagste waarde	0,80	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	1,5	128	1,5	1,5	1,5	0,81	0,81

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden:

Cadmium	bodem	waterbodem
IW	12	
MTR	(0,76)	29
LAC (klei/zand)	5/10	

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Chroom	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem						
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ Fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis											
BGW-humaan	3261	-	3261	798	4,70E+03	1,83E+06	9,84E+04	9,84E+04	4,62E+04	1,33E+05	1,41E+05
Landbouwkundige eis											
Landbouwhuisdieren	-								-		
Vissen							4090				
Schelpdieren								21000			
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-								
Voedselveiligheid gewassen									-		
Voedselveiligheid dierlijke producten											
Eisen m.b.t. ecosysteem											
Organismen en processen ^(a)	100	100	100	100	6960	41900	6960	6960	6960	169	100
Doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen											
Drinkwater					9530	9530	9530	9530	9530	9530	9530
Uitloging/afspoeling	41	41	41	41	-	-	-	-	-	-	-
Laagste waarde	41	41	41	41	4700	9530	4090	6960	6960	169	100

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden;

Chroom	bodem	waterbodem
IW	380	
MTR	(3.8)	1620
LAC	200/30	
(klei/zand)	0	

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Koper	Natuur	Landbouw				Natte waterbodem									
		Gras-land	Veevoeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie-water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis															
BGW-humaan	23610	-	23611	23611	23611	1798	1798	1,21E+05	1,45E+06	7,78E+04	9,33E+03	7,69E+05	1,27E+06	3,88E+06	
Landbouwkundige eis															
Landbouwhuisdieren		641													
Vissen										30					
Schelpdieren											27				
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas		50	111	58	-	78	-								
Voedselveiligheid gewassen		50	111	58		116	-								
Voedselveiligheid dierlijke producten															
Eisen m.b.t. ecosysteem															
Organismen en processen ^(a)	36	39	39	39	39	39	39	73	610	73	73	73	36	36	
Doorvergiftiging	36	51	51	51	51	51	51	-	-	-	-	-	-	-	
Overige eisen															
Drinkwater								1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	
Uitloging/afspoeling	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	-	-	-	-	-	-	-	
Laagste waarde	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	73,3	610	30	27	73	36	36	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden:

Koper	bodem	waterbodem
IW	190	
MTR	(3.5)	37
LAC (klei/zand)	50/200	

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Kwik	Natuur	Landbouw				Natte waterbodem									
		Gras-land	Veevoeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie-water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis															
BGW-humaan	1249	236	1.249	1249	1249	43	43	1,49E+03	3,40E+03	1,83E+02	2,16E+02	3,72E+03	4,18E+03	6,71E+04	
Landbouwkundige eis															
Landbouwhuisdieren		55													
Vissen										1,03					
Schelpdieren												34			
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas		4,9	1,2	3,7	-	2,7	0,61								
Voedselveiligheid gewassen		4,9	0,01	3,7		2,7	0,61								
Voedselveiligheid dierlijke producten	2,4	2,4								6,25	4,3			2,4	
Eisen m.b.t. ecosysteem															
Organismen en processen ^(a)	0,32	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	0,68	3,8	0,68	0,68	0,68	0,3	0,3	
Doorvergiftiging	0,31	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	-	-	-	-	-	-	-	
Overige eisen															
Drinkwater								34	34	34	34	34	34	34	
Uitloging/afspoeling	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	-	-	-	-	-	-	-	
Laagste waarde	0,31	0,86	0,01	0,86	0,86	0,86	0,61	0,68	3,8	0,68	0,68	0,68	0,3	0,3	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden:

Kwik	bodem	waterbodem
IW	10	
MTR	(1.9)	26
LAC (klei/zand)	2	

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Lood	Natuur	Landbouw					Natte waterbodembodem								
		Gras-land	Veevoeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie-water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis															
BGW-humaan	2150	161	2150	2150	2150	591	591	1840	6,47E+04	3,48E+03	3,48E+03	1,54E+04	3,39E+04		
Landbouwkundige eis															
Landbouwhuisdieren		1382													
Vissen										8990					
Schelpdieren											5120				
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas		680	415	297	-	548	93								
Voedselveiligheid gewassen		680	415	17		40	29								
Voedselveiligheid dierlijke producten	155	155								171	-			155	
Eisen m.b.t. ecosysteem															
Organismen en processen ^(a)	86	140	140	140	140	140	140	4780	63000	4780	4780	4780	132	86	
Doorvergiftiging	85	95	95	95	95	95	95	-	-	-	-	-	-	-	
Overige eisen															
Drinkwater								12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	
Uitloging/afspoeling	399	399	399	399	399	399	399	-	-	-	-	-	-	-	
Laagste waarde	85	95	95	17	95	40	29	1840	12800	171	3480	4780	132	86	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodembodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden;

Lood	bodem	waterbodembodem
IW	530	
MTR	(55)	4700
LAC	500/80	
(klei/zand)	0	

De MTR voor bodembodem heeft geen beleidsmatige status

Nikkel	Natuur	Landbouw			Natte waterbodembodem						
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis											
BGW-humaan	1536	-	1536	1.285	4,98E+04	5,81E+05	3,12E+04	3,12E+04	3,14E+05	5,16E+05	1,60E+06
Landbouwkundige eis											
Landbouwhuisdieren	-								-		
Vissen							541				
Schelpdieren								-			
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-	-							
Voedselveiligheid gewassen									-		
Voedselveiligheid dierlijke producten											
Eisen m.b.t. ecosysteem											
Organismen en processen ^(a)	-	-	-	-	45	2620	45	45	45	35	35
Doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen											
Drinkwater					-	-	-	-	-	-	-
Uitloging/afspoeling	3,59	3,59	3,59	3,59	-	-	-	-	-	-	-
Laagste waarde	3,59	3,59	3,59	3,59	45	2620	45	45	45	35	35

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodembodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden;

Nikkel	bodem	waterbodembodem
IW	210	
MTR	(2.6)	9.4
LAC (klei/zand)	15/50	

De MTR voor bodembodem heeft geen beleidsmatige status

Zink	Natuur	Landbouw				Natte waterbodem									
		Gras-land	Veevoeder	Akkerbouw	Niet-consumptief	Groente-teelt	Fruit-teelt	Recreatie-water	Havens & scheepvaart	Beroeps-visserij	Schelpdier-teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis															
BGW-humaan	16,2E+04	-	16,2E+04	16,2E+04	16,2E+04	10,6E+03	10,6E+03	1,87E+05	6,95E+05	3,73E+04	3,73E+04	6,57E+05	8,08E+05	7,06E+06	
Landbouwkundige eis															
Landbouwhuisdieren			60244												
Vissen										1100					
Schelpdieren											282				
Fytotoxiciteit voor landbouwgewas			412	69	538	-	82	-							
Voedselveiligheid gewassen			1668	472	538		1474	-							
Voedselveiligheid dierlijke producten															
Eisen m.b.t. ecosysteem															
Organismen en processen ^(a)	140	156	156	156	156	156	156	156	669	6450	669	669	669	145	140
Doorvergiftiging	140	169	169	169	169	169	169	-	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen															
Drinkwater									14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500
Uitloging/afspoeling	17	17	17	17	17	17	17	-	-	-	-	-	-	-	-
Laagste waarde	17	17	17	17	17	17	17	669	6450	669	282	669	145	140	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Voor de gearceerde velden zijn aparte getalswaarden afgeleid voor verschillende bodemsoorten (zand, klei of veen)

Vigerende waarden:

Zink	bodem	waterbodem
IW	720	
MTR	(16)	480
LAC (klei/zand)	100/35	
	0	

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Naftaleen	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan	30560	1489	1765	304	44	98	8,6	8,6	342	688	1360	
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		3,4										
Vissen						5,38						
Schelpdieren												
fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-									
voedselveiligheid gewassen												
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)	0,0012	0,12	0,12	0,12	0,12	16,3	0,12	0,12	0,12	0,0012	0,0012	
Doorvergiftiging												
Overige eisen												
Drinkwater												
uitloging/afspoeling	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	
laagste waarde	0,0012	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,0012	0,0012	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Naftaleen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.14)	0.14
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Antraceen	Natuur	Landbouw		Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis											
BGW-humaan	30564	12934	21626	18115	23800		34,4	24,4	343000	1,05E+06	1,10E+06
Landbouwkundige eis											
Landbouwhuisdieren		3,4							-		
Vissen									-		
Schelpdieren									-		
fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-								
voedselveiligheid gewassen									-		
voedselveiligheid dierlijke producten											
Eisen m.b.t. ecosysteem											
organismen en processen ^(a)	0,00039	0,039	0,039	0,039	0,04	1,64	0,04	0,04	0,04	0,0004	0,0004
Doorvergiftiging											
Overige eisen											
Drinkwater					0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
uitloging/afspoeling	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
laagste waarde	0,00039	0,039	0,039	0,039	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0004	0,0004

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Antraceen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.12)	0.12
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Fenantreen	Natuur	Landbouw		Natte waterbodem								
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan	30564	12472	21565	3368	191	366	28,4	28,4	4,08E+04	4,07E+05	9,66E+05	
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		3,4							-			
Vissen							42					
Schelpdieren								-				
fytotoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-								
voedselveiligheid gewassen									-			
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)	0,022	2,2	2,2	2,2	3,2	30	3,2	3,2	3,2	0,032	0,022	
Doorvergiftiging												
Overige eisen												
Drinkwater					0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
uitloging/afspoeling	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	
laagste waarde	0,022	0,31	0,31	0,31	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Fenantreen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0,51)	0.51
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Fluorantheen	Natuur	Landbouw		Natte waterbodem								
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan	382	60	268	29	13	18	1,16	1,16	32	36	595	
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		3,4							-			
Vissen							107					
Schelpdieren								-				
fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-									
voedselveiligheid gewassen									-			
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)	0,0086	0,86	0,86	0,86	1,07	267	1,07	1,07	1,07	0,011	0,0086	
Overige eisen												
Drinkwater					0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	
uitloging/afspoeling	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	
laagste waarde	0,0086	0,86	0,86	0,86	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,011	0,0086	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Fluorantheen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(2.6)	2.6
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

benzo(a)antraceen	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan	38	2,9	27	5,3	3,77	4,14	0,238	0,238	5,99	6,27	274	
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		3,4							-			
Vissen							-					
Schelpdieren								-				
fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-									
voedselveiligheid gewassen									-			
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)	0,00025	0,025	0,025	0,025	0,36	36,3	0,36	0,36	0,36	0,004	0,00025	
Overige eisen												
Drinkwater					0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
uitloging/afspoeling	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
laagste waarde	0,00025	0,025	0,025	0,025	0,36	0,49	0,238	0,238	0,36	0,004	0,00025	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Benzo(a)antraceen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.26)	0.36
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Chryseen	Natuur	Landbouw		Natte waterbodem								
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan		382	16	270	31	21	20	1,1	1,1	28	29	1,36E+04
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren			3,4							-		
Vissen								278				
Schelpdieren									587			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-								
voedselveiligheid gewassen										-		
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)		0,081	8,1	8,1	8,1	8,6	37	8,6	8,6	8,6	0,086	0,081
Overige eisen												
Drinkwater						0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
uitloging/afspoeling		9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
laagste waarde		0,081	3,4	8,1	8,1	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,086	0,081

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Chryseen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(10.7)	10.7
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

benzo(a)pyreen	Natuur	Landbouw		Natte waterbodem								
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan	3,8	0,08		2,7	0,22	0,2	0,17	0,0095	0,0095	0,23	0,24	50
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		3,4								-		
Vissen								245				
Schelpdieren									-			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas												
voedselveiligheid gewassen										-		
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)	0,00052	0,052		0,052	0,052	0,19	28	0,19	0,19	0,19	0,002	0,00052
Doorvergiftiging												
Overige eisen												
Drinkwater						0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
uitloging/afspoeling	1,95	1,95		1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
laagste waarde	0,00052	0,052		0,052	0,052	0,19	0,17	0,0095	0,0095	0,19	0,002	0,00052

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Benzo(a)pyreen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.26)	2.7
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

benzo(k)fluorantheen	Natuur	Landbouw		Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- eelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis											
BGW-humaan	38	0,85	27	5,3	4,9	4,6	0,25	0,25	6,1	6,2	1,33E+03
Landbouwkundige eis											
Landbouwhuisdieren		3,4							-		
Vissen							36,8				
Schelpdieren									-		
fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-								
voedselveiligheid gewassen									-		
voedselveiligheid dierlijke producten											
Eisen m.b.t. ecosysteem											
organismen en processen ^(a)	0,0038	0,83	0,83	0,83	0,37	37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,004
Doorvergiftiging											
Overige eisen											
Drinkwater					2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
uitloging/afspoeling	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
laagste waarde	0,0038	0,83	0,83	0,83	0,37	2,04	0,25	0,25	0,37	0,004	0,004

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Benzo(k)fluorantheen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(2.4)	2.4
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

Indenopyreen	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem						
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis											
BGW-humaan	38	0,35	27	1	3,2	2,8	0,15	0,15	3,7	3,8	1,37E+03
Landbouwkundige eis											
Landbouwhuisdieren		3,4							-		
Vissen							-				
Schelpdieren								-			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-							
voedselveiligheid gewassen									-		
voedselveiligheid dierlijke producten											
Eisen m.b.t. ecosysteem											
organismen en processen ^(a)	0,00031	0,031	0,031	0,031	0,04	2,22	0,04	0,04	0,04	0,0004	0,00031
Doorvergiftiging											
Overige eisen											
Drinkwater					1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
uitloging/afspoeling	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28	7,28
laagste waarde	0,00031	0,031	0,031	0,031	0,04	1,23	0,04	0,04	0,04	0,0004	0,00031

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Indenopyreen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(5.9)	5.9
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

benzo-ghi-peryleen	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Niet-consumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan	22923	401	16222	14480	2,76E+04				2,76E+05	8,27E+05	8,31E+05	
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		3,4							-			
Vissen									-			
Schelpdieren									-			
fytoxiciiteit voor landbouwgewas		-	-	-								
voedselveiligheid gewassen									-			
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)	0,0057	0,57	0,57	0,57	0,49	28,5	0,49	0,49	0,49	0,0057	0,0057	
Doorvergiftiging												
Overige eisen												
Drinkwater					3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
uitloging/afspoeling	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46
laagste waarde	0,0057	0,57	0,57	0,57	0,49	3,17	0,49	0,49	0,49	0,0057	0,0057	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden;

Benzo-ghi-peryleen	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(7.5)	7.5
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som 10PAKs is 40

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

DDT	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem								
		Grasland	Veevoer/ Akkerbouw	Niet-consumptie gewas	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis													
BGW-humaan	305	2,8	216	216	2,7	9,99	7,97	4,30E-01	1,48E-01	1,05E+01	1,05E+01	1,09E+04	
Landbouwkundige eis													
Landbouwhuisdieren		34								-			
Vissen								7,8					
Schelpdieren													
fytoxiciiteit voor landbouwgewas	-	-	-	-									
voedselveiligheid gewassen		1200	0,16		1200					-			
voedselveiligheid dierlijke producten	42	42										42	
Eisen m.b.t. ecosysteem													
organismen en processen ^(a)	0,0001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,015	2,91	0,015	0,015	0,015	0,0002	0,0002	
Doorvergiftiging	0,0003	0,035	0,035	0,035	0,035	-	-	-	-	-	-	-	
Overige eisen													
Drinkwater						1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	
uitloging/afspoeling	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	
laagste waarde	0,0001	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0002	0,0002	

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden;

DDT	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.010)	0.0094
LAC (klei/zand)	2,5	

De IW voor som DDT/DDE/DDD is 4

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

DDE	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Nietconsumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan		305	2,8	216	1,4	5,94	4,75	2,57E-01	1,12E-01	6,29	6,32	9,54E+03
Landbouwkundige eis												
Landbouwhuisdieren		-								-		
Vissen							-					
Schelpdieren									-			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-								
voedselveiligheid gewassen										-		
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)		0,0013	0,013	0,013	0,013	0,0037	0,092	0,0037	0,0037	0,0037	0,000037	0,000037
Doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen												
Drinkwater						0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
uitloging/afspoeling		0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058
laagste waarde		0,0013	0,0058	0,0058	0,0058	0,0037	0,0058	0,0037	0,0037	0,0037	0,000037	0,000037

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden;

DDE	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.010)	0.0015
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som DDT/DDE/DDD is 4

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

DDD	Natuur		Landbouw			Natte waterbodem						
	Bos	Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw/ Nietconsumptief	Groente/ fruitteelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis												
BGW-humaan		305	5,3	216	3,8	2,63	2,06	1,11E-01	3,98E-01	2,72	2,73	8,85E+03
Landbouwkundige eis												
landbouwhuisdieren		-								-		
vissen								-				
schelpdieren									-			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-								
voedselveiligheid gewassen										-		
voedselveiligheid dierlijke producten												
Eisen m.b.t. ecosysteem												
organismen en processen ^(a)		0,00021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,039	0,021	0,021	0,021	0,0002	0,0002
doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen												
drinkwater						0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
uitloging/afspoeling		0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039
laagste waarde		0,00021	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0039	0,0002	0,0002

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

DDD	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.010)	0.0018
LAC (klei/zand)	nvt	

De IW voor som DDT/DDE/DDD is 4

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

aldrin	Natuur	Landbouw					Natte waterbodem							
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw	Niet- consumptief	Groente- teelt	Fruitteelt	Recreatie water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis														
BGW-humaan		46	0,36	22	22	0,02	0,02	2,38E-01	2,03E-01	1,12E-02	3,19E-02	2,76E-01	2,80-01	1,23E+03
Landbouwkundige eis														
landbouwhuisdieren			0,17											
vissen										1,69				
schelpdieren											43			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
voedselveiligheid gewassen			18	0,0016		18	90							
voedselveiligheid dierlijke producten		17	17											17
Eisen m.b.t. ecosysteem														
organismen en processen ^(a)		0,00038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,0035	0,23	0,0035	0,0035	0,0035	0,000043	0,000043
doorvergiftiging		0,0003	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen														
drinkwater							0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
uitloging/afspoeling		0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092
laagste waarde		0,0003	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0035	0,0092	0,0035	0,0035	0,0035	0,000043	0,000043

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Aldrin	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.050)	0.12
LAC (klei/zand)	0.3	

De IW voor som drins is 4

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

dielddrin	Natuur	Landbouw					Natte waterbodem						
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw	Niet- consumptief	Groente teelt	Fruit- teelt	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis													
BGW-humaan	46	10,8	32	32	0,74	0,74	2,93E-01	2,35E-01	1,28E-02	3,78E-02	3,13E-01	3,15E-01	1,21E+02
Landbouwkundige eis													
landbouwhuisdieren		0,13											
vissen									0,0092				
schelpdieren										5,75			
fytotoxiciteit voor landbouwgewas	-	-	-	-	-	-							
voedselveiligheid gewassen		0,89	0,062		0,89	4,5							
voedselveiligheid dierlijke producten	7,2	7,2											7,2
Eisen m.b.t. ecosysteem													
organismen en processen ^(a)	0,00043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,004	0,25	0,004	0,004	0,004	0,000048	0,000048
doorvergiftiging	0,0003	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen													
drinkwater							0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
uitloging/afspoeling	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
laagste waarde	0,0003	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,004	0,01	0,004	0,004	0,004	0,000048	0,000048

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden;

Dieldrin	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(0.050)	0.67
LAC (klei/zand)	0.3	

De IW voor som drins is 4

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

endrin	Natuur	Landbouw			Natte waterbodem								
		Grasland	Veevoeder/ Akkerbouw	Niet- consumptief	Groente/ Fruittteelt	Recreatie water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur	
Humane gezondheidseis													
BGW-humaan		122	25	87	87	1,8	1,07	8,80E-01	4,80E-02	1,12E-01	1,18	1,19	1,06E+03
Landbouwkundige eis													
landbouwhuisdieren			0,15										
vissen									0,06				
schelpdieren										13			
fytoxiciteit voor landbouwgewas		-	-	-	-								
voedselveiligheid gewassen			0,73	0,056		0,73							
voedselveiligheid dierlijke producten		2,1	2,1										2,1
Eisen m.b.t. ecosysteem													
organismen en processen ^(a)		9,5E-06	0,00095	0,00095	0,00095	0,00095	0,0026	0,054	0,0026	0,0026	0,0026	0,000026	9,5E-06
doorvergiftiging		0,12	0,037	0,037	0,037	0,037	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen													
drinkwater							0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
uitloging/afspoeling		0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
laagste waarde		9,5E-06	0,00095	0,00095	0,00095	0,00095	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,000026	9,5E-06

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

Vigerende waarden:

Endrin	bodem	waterbodem
IW	-	
MTR	(9,5 10 ⁻⁴)	0.0029
LAC (klei/zand)	0.2	

De IW voor som drins is 4

De MTR voor bodem heeft geen beleidsmatige status

PCB 77	Natte waterbodern					
	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij/ schelpdierteelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis						
BGW-humaan	1,80E-06	1,52E-06	8,25E-08	2,02E-06	2,03E-06	4,64E-04
Landbouwkundige eis						
landbouwhuisdieren				-		
vissen			-			
schelpdieren						
fytotoxiciteit voor landbouwgewas						
voedselveiligheid gewassen				-		
voedselveiligheid dierlijke producten						
Eisen m.b.t. ecosysteem						
organismen en processen ^(a)	0,12	10,9	0,12	0,12	0,001	0,001
doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-
Overige eisen						
drinkwater	-	-	-	-	-	-
laagste waarde	1,8E-06	1,52E-06	8,25E-08	2,02E-06	2,03E-06	0,000464

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodern is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

PCB 105	Natte waterbodern					
	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij/ schelpdierteelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis						
BGW-humaan	3,38E-06	2,92E-06	1,58E-07	3,83E-06	3,87E-06	7,78E-04
Landbouwkundige eis						
landbouwhuisdieren				-		
vissen			-			
schelpdieren						
fytotoxiciteit voor landbouwgewas						
voedselveiligheid gewassen				-		
voedselveiligheid dierlijke producten						
Eisen m.b.t. ecosysteem						
organismen en processen ^(a)	0,44	0,074	0,44	0,44	0,004	0,004
doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-
Overige eisen						
drinkwater	-	-	-	-	-	-
laagste waarde	3,38E-06	2,92E-06	1,58E-07	3,83E-06	3,87E-06	7,78E-04

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodern is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

PCB 126	Natte waterbodern					
	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroepsvisserij/ schelpdierteelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis						
BGW-humaan	2,26E-06	1,89E-06	1,02E-07	2,48E-06	2,50E-06	6,69E-04
Landbouwkundige eis						
landbouwhuisdieren				-		
vissen			-			
schelpdieren						
fytotoxiciteit voor landbouwgewas						
voedselveiligheid gewassen				-		
voedselveiligheid dierlijke producten						
Eisen m.b.t. ecosysteem						
organismen en processen ^(a)	0,0007	0,0012	0,0007	0,0007	0,0000071	7,1E-06
doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-
Overige eisen						
drinkwater	-	-	-	-	-	-
laagste waarde	2,26E-06	1,89E-06	1,02E-07	2,48E-06	2,50E-06	7,1E-06

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodern is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

pentachloorbenzeen	Natte waterbodem						
	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis							
BGW-humaan	1,30	1,57	9,55E-02	1,96E-01	2,53	2,73	7,24E+01
Landbouwkundige eis							
landbouwhuisdieren					-		
vissen			17				
schelpdieren				-			
fytoxiciteit voor landbouwgewas					-		
voedselveiligheid gewassen					-		
voedselveiligheid dierlijke producten					-		
Eisen m.b.t. ecosysteem							
organismen en processen ^(a)	0,15		0,15	0,15	0,15	0,0015	0,0015
doorvergiftiging	0,15	0,15	-	-	-	-	-
Overige eisen							
drinkwater	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
uitloging/afspoeling	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
laagste waarde	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,0015	0,0015

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

hexachloorbenzeen	Natte waterbodem						
	Recreatie- water	Havens & scheepvaart	Beroeps- visserij	Schelpdier- teelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
Humane gezondheidseis							
BGW-humaan	3,00E-03	2,62E-03	1,45E-04	3,50E-04	3,60E-03	3,65E-03	4,83E-01
Landbouwkundige eis							
landbouwhuisdieren					-		
vissen			-				
schelpdieren				-			
fytoxiciteit voor landbouwgewas					-		
voedselveiligheid gewassen					-		
voedselveiligheid dierlijke producten					-		
Eisen m.b.t. ecosysteem							
organismen en processen ^(a)	0,0023	0,21	0,0023	0,0023	0,0023	0,000022	0,000022
doorvergiftiging	-	-	-	-	-	-	-
Overige eisen							
drinkwater	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
uitloging/afspoeling	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05
laagste waarde	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05	1,42E-05

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg d.s.

-: geen data om veld in te vullen terwijl dit wel gewenst zou zijn

(a); voor waterbodem is doorvergiftiging al in waarde opgenomen

8 Discussie, aanbevelingen en conclusies

In dit hoofdstuk staan het signaleren van ontbrekende data en onzekerheden centraal. In de recente rapporten van Lijzen *et al.* (2001; 2002a; 2002b), Swartjes (2002), Verbruggen *et al.* (2001), Traas (2001) en De Vries *et al.* (2003) wordt meer in detail een discussie gegeven op de gevolgde methodiek.

Algemeen

In deze rapportage zijn getalswaarden afgeleid, waarbij is uitgegaan van de meest recente wetenschappelijke kennis. Voor de afleiding van interventiewaarden is deze weergegeven in Lijzen *et al.* (2001), voor de MTRs in Verbruggen *et al.* (2001). De waarden uit genoemde rapporten zijn onderdeel van een lopend beleidsmatig traject over herziening van de vigerende waarden. Hieruit zijn opvallende verschillen tussen de in de tabellen gepresenteerde waarden en de vigerende normen vaak te verklaren.

Standaarden voor blootstellingsroutes en parametrisatie zijn gebruikt. Deze kunnen echter op locatie (sterk) afwijken. Soms worden in het traject om de urgentie van een ernstige bodemverontreiniging te bepalen op de locatie metingen uitgevoerd. Deze kunnen gebruikt worden als input bij de bepaling van terugsaneringswaarden, en zo kan 'maatwerk' worden gemaakt.

Verschillende agrarische bedrijfstypen zijn niet-grondgebonden, zoals glasteelt, paddestoelenteelt, varkenshouderij etc. Voor deze bedrijfstypen is de BGW landbouw niet van toepassing. Het buiten beschouwing laten van niet-grondgebonden vormen van landbouw is problematisch voor sommige vormen van biologische landbouw. Voor biologische pluimveebedrijven en varkensbedrijven geldt vaak een – beperkte - mogelijkheid van 'uitloop', waarbij contact met de bodem is. Ook biologische glastuinbouw is vaak grondgebonden. Echter, het totale areaal voor biologische landbouw in Nederland is kleiner dan 2% (RIVM, 2003). Op deze bedrijven zal maatwerk plaats moeten vinden.

Het op de kant zetten van bagger niet meegenomen als gebruikseis, de achtergrond hiervan is dat hiervoor een separaat beleidsmatig traject is.

De beleidsmatige wens om aansluiting te vinden bij de bestaande Nederlandse systematiek om normen af te leiden is medebepalend voor de uitkomsten die in dit rapport beschreven zijn. De introductie van nieuwe technieken, heeft effect zoals op diverse plaatsen in dit rapport aan de orde kwam.

Onderbouwing van eisen voor. de humane gezondheid

Voor vrijwel alle stoffen en vrijwel alle bodemgebruiksvormen is in dit rapport een getal voor de bescherming van de humane gezondheid afgeleid. Uitzondering is de bodemgebruiksvorm 'grasland' waar voor chroom, koper, nikkel en zink geen waarde is afgeleid. Ondanks deze grote databeschikbaarheid is het zo dat bijvoorbeeld nieuwe toxiciteitsstudies kunnen leiden tot grote veranderingen in de beschermingsniveau's, bijvoorbeeld omdat dan andere veiligheidsfactoren kunnen worden toegepast.

Een recente vergelijking van verschillende blootstellingsmodellen leert dat voor de immobiele stoffen die in dit rapport behandeld worden de variatie tussen verschillende blootstellingsmodellen klein is in vergelijking met vluchtiger of beter wateroplosbare stoffen. De onderbouwing van de achtergrondblootstelling werkt direct door in de humane risicogrens, en verdient een nauwkeuriger studie.

Voor het bodemgebruik groenteteelt, waar consumptie van gewas plaatsvindt, is de parametrisatie van de overdracht van stoffen uit de bodem naar de plant doorslaggevend. De gebruikte overdrachtsfuncties voor organische stoffen zijn in het kader van de evaluatie van

de interventiewaarden opnieuw afgestemd met de beschikbare velddata, maar het aantal bruikbare data is gering (Lijzen *et al.*, 2001; Lijzen *et al.*, 2002b). Daarmee is de parametrisatie van deze overdrachtsfunctie onzeker en wordt het verkrijgen van nieuwe experimentele gegevens aanbevolen.

In zijn algemeenheid geldt echter, zeker voor de landbodem, dat andere gebruikseisen tot stringentere waarden leiden dan de eisen voor de humane gezondheid. Wanneer voor de BGW de strengste gebruikseis wordt gekozen, is daarom niet waarschijnlijk dat een reductie van de onzekerheden en datagebrek voor de humane risicogrens tot verandering van de BGW zal leiden.

Onderbouwing van landbouwkundige eisen

Zoals de tabellen in hoofdstuk 7 laten zien kunnen niet alle gebruikseisen voor alle stoffen worden uitgewerkt waar dat wel gewenst zou zijn.

Gegevens over kritische gehalten in runderen voor de diergezondheid ontbreken voor chroom en nikkel, alsook voor enkele organische stoffen.

Literatuuronderzoek, beschreven in Lijzen *et al.* (2002b), leerde dat voor organische stoffen weinig tot geen bruikbare fytoxiciteitgegevens aanwezig waren. Deze eis is dan ook niet ingevuld, terwijl dat wel wenselijk is.

Voor metalen is de ondergrens van fytotoxiciteitgegevens gebruikt in de berekeningen, dit is conservatief. Echter, omdat Warenwetcriteria stringenter zijn is dit onbelangrijk in de uiteindelijke afweging.

Voor de overdracht tussen bodem en plant voor organische stoffen zijn de opmerkingen uit voorgaande paragraaf ook hier relevant.

Warenwetnormen voor schaaldieren (krabben, kreeften, garnalen), welke zijn vastgesteld voor cadmium, lood en zink, zijn niet in beschouwing genomen, vanwege het ontbreken van de hiervoor benodigde bioaccumulatiefactoren.

In de getalsmatige onderbouwing van BGWs in dit rapport is voor voedselveiligheid enkel rekening gehouden met de - beperkt aanwezige – Warenwetnormen. Warenwetnormen zijn soms toxicologisch onderbouwd, maar soms ook door het ALARA principe waarbij men zowel strenger als minder streng uitkomt. Voor die stoffen waar Warenwetcriteria ontbreken zijn voedselveiligheidseisen niet ingevuld.

Er is de mogelijkheid om ook voor stoffen waarvoor geen Warenwetnorm geldt rekening te houden met voedselveiligheid, dit door het MTR_{humanaan} met het gemiddeld consumptiepatroon om te rekenen naar concentraties in bodem en sediment. Deze mogelijkheid is niet gebruikt; in de beleidsmatige begeleidingsgroep van dit traject werd geen behoefte gevoeld aan 'pseudo-Warenwetnormen'. Wanneer het om grote verontreinigde arealen gaat, en daarmee aanzienlijke hoeveelheden product op de markt komen in een beperkt afzetgebied, zou dit evenwel kunnen leiden tot problemen voor de volksgezondheid.

Onderbouwing van eisen in relatie tot ecosysteem

Voor veel stoffen zijn de eisen voor de bescherming van organismen en processen, en de eisen ter bescherming van de gevolgen van doorvergiftiging ingevuld.

Vanwege het gebruik van de 'toegevoegd risico' methodiek is de waarde die gebruikt is voor de achtergrondgehalten van metalen van grote invloed op deze eis. De achtergrondwaarde varieert tussen locaties, aanbevolen wordt de resultaten van de studie naar achtergrondwaarden die nog loopt te incorporeren in dit werk.

Voor sedimenten wordt, wegens het ontbreken van toxiciteitstudies in sedimenten, gebruik gemaakt van de sediment/water partitiec коэффициënten voor de berekening van risiconiveau's

uit aquatische toxiciteitgegevens. Deze evenwichtpartitiec коэффициenten kennen grote onzekerheden.

Voor sommige stoffen zijn slechts weinig toxiciteitsdata aanwezig, waardoor veiligheidsfactoren gebruikt zijn (zie voor een overzicht Verbruggen *et al.*, 2001).

De eisen voor doorvergiftiging is niet ingevuld voor de metalen arseen, chroom en nikkel omdat bruikbare toxiciteitsdata voor vogels en zoogdieren ontbreken. Ook voor DDD en DDE is de eis niet ingevuld, vanwege het ontbreken van BSAF gegevens en toxiciteitsdata voor zoogdieren.

Onderbouwing van overige eisen

De sediment/water partitiec коэффициenten voor metalen zijn sterk variabel, afhankelijk van o.a. de oxidatiestatus. De onzekerheid die met deze partitiec коэффициenten gepaard gaat zit ook in de eisen voor drinkwaterbereiding voor metalen in de waterbodem.

Internationale ontwikkelingen

Internationale ontwikkelingen, met name door de voorbereiding van ecotoxicologische getalswaarden ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water (KRW), wijken wat betreft de gekozen methodiek af van de in het Nederlandse normenstelsel gehanteerde methodiek. De afwijking betreft niet 'het concept' - er wordt bijvoorbeeld ook uitgegaan van gevoeligheidsverdelingen van soorten - , maar wel de uitwerking zoals de gekozen veiligheidsfactoren. Normering in water, waterbodem, bodem en grondwater moet in samenhang gezien worden omdat de verschillende milieucompartimenten ook met elkaar in aanraking komen. Daarom zullen de ontwikkelingen ter voorbereiding van de KRW op termijn ook interventiewaarden en BGWs beïnvloeden.

Aanbevelingen

Voor de beleidsmatige implementatie van de afgeleide waarden

- Een sanering beoogt een duurzame oplossing te zijn. De in dit rapport berekende waarden gelden voor een specifiek bodemgebruik. Bij een wisseling van bestemming, maar ook bij een wisseling van gebruik van het perceel die buiten het regime van de Wet Ruimtelijke Ordening valt –zoals een wisseling van gebruik binnen de agrarische bestemming- is het mogelijk dat er een strengere BGW noodzakelijk is. Aangezien bevoegde overheden veel minder bevoegdheden hebben bij wisseling binnen een bestemming wordt aanbevolen bij de beleidsmatige implementatie van de hier afgeleide waarden zoveel mogelijk waarden binnen een bestemmingstype samen te voegen.
- Aanbevolen wordt ervaring op te doen met het uitvoeren van 'maatwerk' in het kader van BGWs. Hierbij kan de aanpak verschillend zijn voor 'terugsaneren' of 'hergebruiken', omdat bij hergebruik de grond in andere omstandigheden tercht komt.
- Aanbevolen wordt de resultaten uit het beleidsmatig traject rond het 'op de kant zetten' van bagger te incorporeren in het beleidsmatig traject dat volgt op deze rapportage.
- Voor de waterbodem wordt aanbevolen na te gaan in hoeverre de in deze rapportage onderscheiden functies in de praktijk werkelijk te scheiden zijn, gezien de verweving van functies en de dynamiek van de waterbodem.
- In deze rapportage zijn geen somwaarden afgeleid. Zeker wanneer licht verontreinigd materiaal hergebruikt wordt, verdient het wel aanbeveling de beschermingsgraad terug te berekenen, rekening houdend met somtoxiciteit (Traas *et al.*, 2002).

Voor een betere onderbouwing van de criteria voor humane gezondheid

- Aanbevolen wordt meer aandacht te besteden aan de inhalatie route bij metalen
- De onderbouwing van de achtergrondblootstelling verdient nauwkeuriger studie.

- Het verkrijgen van bruikbare meetdata van de overdracht van organische stoffen van bodem naar plant wordt aanbevolen.
- De ingestie van grond door de koe draagt het meeste bij aan de accumulatie van hydrofobe verontreinigingen in vlees en melk. Deze hoeveelheid is niet apart geëvalueerd maar afgestemd met EUSES en gebaseerd op McKone and Ryan (1989). Het verdient aanbeveling deze waarde af te stemmen op de actuele Nederlandse situatie, ook met betrekking tot de verblijftijden in weide en stal.
- Aanbevolen wordt het programma SEDISOIL wat hier gebruikt is aan te passen met BSAF waarden. Op die manier kan een betrouwbaardere risicoschatting gemaakt worden.
- Tijdens deze studie bleek dat er weinig literatuurgegevens bekend zijn over de mate van visconsumptie van beroepsvissers en het aantal dagen dat gemiddeld per week wordt gewerkt door binnenvissers. Aanbevolen wordt om de gekozen waarden van deze blootstellingsparameters middels een bronnenonderzoek (via organisaties als OVB en RIVO) te verifiëren.
- De BCF waarden gebruikt bij de humane beoordeling van visconsumptie, zoals berekend in SEDISOIL, moeten worden afgestemd met de BCF waarden zoals afkomstig uit de INS data. Deze komen nu niet altijd overeen.

Voor een betere onderbouwing van de landbouwkundige criteria

- Aanbevolen wordt de gesignaleerde ontbrekende gegevens in te vullen, met name de kritische gehalten voor diergezondheid voor enkele stoffen, experimenteel onderzoek naar fytotoxiciteit van organische stoffen, en bioaccumulatie factoren voor schaaldieren,
- Het verkrijgen van bruikbare meetdata van de overdracht van organische stoffen van bodem naar plant wordt aanbevolen.

Voor een betere onderbouwing van de criteria voor gezondheid van het ecosysteem

- De hier gerapporteerde actualisatie van de onderbouwende ecotoxicologische data voor enkele stoffen dient te worden verwerkt in INS en de geëvalueerde interventiewaarden, teneinde consistentie te waarborgen.
- De gebruikte achtergrondconcentraties van metalen dienen geactualiseerd te worden na het ter beschikking komen van de uitgebreide studie hiernaar.
- Het uitvoeren van toxiciteitstudies in sediment voor metalen is aan te raden, zodat het gebruik van de onzekere sediment/water partitievoëfficiënten vermeden kan worden.
- Voor arseen, chroom, nikkel, DDD en DDE worden nadere toxiciteitstudies voor vogels en zoogdieren, en naar bioaccumulatie (DDD/DDE) aanbevolen.
- Voor stoffen waarvoor grote extrapolatiefactoren zijn gebruikt wordt aanbevolen de onderliggende dataset aan te vullen met nieuwe experimentele gegevens; dit kan de risiconiveaus van grootte minder streng maken.
- Aanbevolen wordt nader onderzoek uit te voeren om sleutelsoorten te benoemen in diverse ecosystemen
- Het verdient aanbeveling voor doelsoorten, en met name soorten waarvoor de Nederlandse Vogel- en Habitatrichtlijngebieden zijn aangewezen, de specifieke voedselketens en de accumulatie daarin in kaart te brengen. Ook worden specifieke toxiciteitstudies voor deze soorten aanbevolen.

Voor een betere onderbouwing van overige eisen

- Voor zowel de eisen voor de bereiding van drinkwater als de eisen voor uit- en afspoeling is de sediment/water partitievoëfficiënt voor metalen in de waterbodem een grote onzekere factor. Aanbevolen wordt tenminste locatiespecifieke omstandigheden mee te nemen.
- Aanbevolen wordt de discussie rond de BOOM compostnormen te beslechten zodat ook voor deze eis getalswaarden kunnen worden afgeleid

Conclusies

In deze rapportage zijn getalswaarden afgeleid uitgaande van de recente wetenschappelijke kennis, maar ook in aansluiting op de bestaande systematiek die is gehanteerd voor het Nederlandse normenstelsel. De introductie van nieuwe technieken, heeft effect zoals op diverse plaatsen in dit rapport aan de orde kwam. Omdat het om generieke normstelling gaat zijn standaarden gebruikt voor bijvoorbeeld blootstellingroutes en parametrisatie. Locatiespecifiek kunnen afwijkingen optreden, wat reden geeft voor 'maatwerk'. Waarden ter bescherming van de humane gezondheid konden voor bijna alle stoffen en vormen van bodemgebruik worden afgeleid. Voor de landbouwkundige eisen, met name voor diergezondheid en fytoxiciteit leidde datagebrek soms tot het niet invullen van deze eisen. Voor ecosysteem eisen zijn eisen met betrekking tot doelsoorten en sleutelsoorten niet ingevuld vanwege kennisgebrek. Internationale ontwikkelingen zijn relevant, met name door de voorbereiding van ecotoxicologische getalswaarden ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De uitwerking van de methodiek wijkt af van het Nederlandse normenstelsel. Verwacht mag worden dat de ontwikkelingen ter voorbereiding van de KRW op termijn ook interventiewaarden en BGWs beïnvloeden.

De onderscheiden bodemgebruiksvormen bij natuur konden voor alle stoffen worden samengevoegd. Voor landbouw zijn zes vormen van bodemgebruik onderscheiden. Voor chroom en nikkel, alle PAKs, DDE en DDD kunnen veevoeder, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen worden samengevoegd, net als groenteteelt en fruitteelt. Voor DDT tenslotte kunnen veevoer en akkerbouw worden samengevoegd, en groente- en fruitteelt. Voor de natte waterbodem, waar zeven vormen van bodemgebruik zijn onderscheiden, is er voor bijna alle stoffen geen aanleiding minder dan zeven soorten van gebruik van de natte waterbodem te onderscheiden. De eisen met betrekking tot de humane gezondheid van de gebruiker van het perceel zelden doorslaggevend, op een aantal hydrofobe stoffen voor de natte waterbodem na. Ook de landbouwkundige eisen zijn in het algemeen niet het meest stringent, behalve voor enkele zware metalen. Eisen met betrekking tot organismen en processen leiden voor vele stoffen en ook voor vele vormen van bodemgebruik tot de strengste getallen. Maar ook de eisen met betrekking tot af- en uitspoeling zijn voor veel stoffen het meest stringent.

Dit rapport geeft de onderbouwing voor BGWs voor de functies landbouw, natuur en waterbodem. Het verder verduidelijken van de rol van BGWs in het bodembeleid, en de beleidsmatig vaststelling en keuze van de in dit rapport afgeleide getalswaarden voor landbouw, natuur en waterbodem, is onderdeel van een beleidsmatig traject ('Beleidskader Bodem') dat buiten het bestek van deze rapportage valt.

Literatuur

- Aldenberg, T., J.S. Jaworska, 2000. *Uncertainty of the hazardous concentration and fraction affected for normal species sensitivity distributions*. Ecotox. Environ. Saf. 46:1-18
- Baars, A.J., R.M.C. Theelen, P.J.C.M. Janssen, J.M. Hesse, M.E. van Apeldoorn, M.C.M. Meijerink, L. Verdam en M.J. Zeilmaker, 2001. *Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels*. RIVM report 711701 025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff, 2001. *Handboek Natuurdoeltypen*. Tweede, geheel herziene editie, Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Beresford, N., R.W. Mayes, N.M.J. Crout, P.J. MacEachern, B.A. Dodd, C. Barnett en C. Stuart Lamb, 1999. *Transfer of Cadmium and Mercury to Sheep Tissues*. Environ. sci. technol. 33 (14), 2395-2402.
- Chang, A.C., T.C. Granato en A.L. Page, 1992. *A methodology for establishing phytotoxicity criteria for chromium, copper, nikkel, and zinc in agricultural land application of municipal sewage sludges*. J. Environ. Qual. 21, 521-536.
- Circulaire, 2000. *Circulaire streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering*. Staatscourant 2000, nr. 39.
- Crommentuijn, T., M.D. Polder en E.J. van de Plassche, 1997. *Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for metals, taking background concentrations into account*. Report no. 601501 001. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands, 260 pp.
- Crommentuijn, T., D. Sijm, J. de Bruijn, K. van Leeuwen en E. van de Plassche, 2000a. *Maximum permissible and negligible concentrations for some organic substances and pesticides*. J. Environ. Manag. 58 (4), 297-312.
- Crommentuijn, T., D. Sijm, J. de Bruijn, M. van den Hoop, K. van Leeuwen en E. van de Plassche, 2000b. *Maximum permissible and negligible concentrations for metals and metalloids in the Netherlands, taking into account background concentrations*. J. Environ. Manag. 60 (2), 121-143.
- De Vries, W., P.F.A.M. Römkens, R.P.J.J. Rietra, L. Bonten, W.C. Ma, J. Faber, J. Harmsen en J. Bloem, 2003. *Afleiding van bodemgebruikswaarden voor landbouw en natuur: De Alterra bijdrage*. Alterra rapport (in prep). Wageningen.
- Dijkshoorn, W., W. van Broekhoven en J.E.M. Lampe, 1979. *Phytotoxicity of zinc, nickel, cadmium, lead, copper and chromium in three pasture plant species supplied with graduated amounts from the soil*. Neth. J. Agric. Sci. 27 (3), 241-253.
- Dowdy, D.L., T.E. McKone en D.P.H. Hsieh, 1996. *Prediction of Chemical Biotransfer of Organic Chemicals from Cattle Diet into Beef and Milk Using the Molecular Connectivity Index*. Environ. sci. technol. 30 (3), 984-989.
- Erry, B.V., M.R. Macnair, A.A. Meharg, R.F. Shore, I. Newton, 1999a. *Arsenic residues in predatory birds from an area of Britain with naturally and anthropogenically elevated arsenic levels*. Environ. Poll. 106:91-95.
- Erry, B.V., M.R. Macnair, A.A. Meharg, R.F. Shore, 1999b. *Seasonal variation in dietary and body organ arsenic concentrations in wood mice *Apodemus sylvaticus* and bank voles *Clethrionomys glareolus**. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 63:567-574.
- Erry, B.V., M.R. Macnair, A.A. Meharg, R.F. Shore, 2000. *Arsenic contamination in wood mice (*Apodemus sylvaticus*) and bank voles (*Clethrionomys glareolus*) on abandoned mine sites in southwest Britain*. Environ. Poll. 110:179-187.
- EC, 1996. *EUSES, the European Union System for the Evaluation of Substances*. RIVM, The Netherlands. Available from the European Chemicals Bureau (EC/JRC), Ispra, Italy.
- EU, 2001. *Verordening nr. 466/2001 van 8 maart 2001, tot vaststelling van maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen*. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen Pb EG L 77.
- Faber, J., J. Harmsen, C.M. van Egmond en J. Tuinstra, 1999. *Actief bodembeheer rivierbed: natuurrisico's*. IWACO rapport 3367470.
- Goldsborough, D.G., P.J. Smit en M.J. de Boer, 1995. *RISC-HUMAN: A Computer Model for Calculating Site Specific Human Exposure*. In: W.J. van den Brink, R. Bosman en F. Arendt (Eds). Contaminated Soil '95. Vol. I Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 613 - 614.
- Hendriks, A.J., A. Ma, J.J. Brouns, E.M. de Ruiter-Dijkman, R. Gast, 1995. *Modelling and monitoring organochlorine and heavy metal accumulation in soils, earthworms and shrews in Rhine-delta foodplains*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 29:15-127.
- Hornfeldt, B., N.E.I. Nyholm, 1996. *Breeding performance of Tengmalm's owl in a heavy metal pollution gradient*. J. Appl. Ecol. 33:377-386.
- Huinink, J., 2000. *Functiegerichte bodemkwaliteitsystematiek 2. Functiegerichte bodemkwaliteits waarden*. IKC-Landbouw, Ede, 76 pp.
- Kabata-Pendias, A. en H. Pendias, 1992. *Trace Elements in soils and plants*. 2nd ed., CRC press, Boca Raton.

- Kimbrough, D.E., Y. Cohen, A.M. Winer, L. Creelman, C. Mabuni, 1999. *A critical assessment of chromium in the environment*. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 29:1-46.
- Klepper, O. en D. van de Meent, 1997. *Mapping the Potentially Affected Fraction (PAF) of species as an indicator of generic toxic stress*. Report no. 607504 001. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, 93 pp.
- Koolenbrander, J.G.M., 1995. *Urgentie van bodemsanering, de handleiding*. SDU, Den Haag.
- Lijzen, J.P.A., F.A. Swartjes, P. Otte en W.J. Willems, 1999. *BodemGebruiksWaarden. Methodiek en uitwerking*. RIVM rapport 711701 016. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 41 pp.
- Lijzen, J.P.A., A.J. Baars, P.F. Otte, M.G.J. Rikken, F.A. Swartjes, E.M.J. Verbruggen en A.P. van Wezel, 2001. *Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/sediment and Groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater*. RIVM report 711701 023. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 147 pp.
- Lijzen, J.P.A., A.J. Baars, P.F. Otte, E.M.J. Verbruggen en A.P. van Wezel, 2002a. *Achtergronden bij de herziene risicogrenzen voor bodem, sediment en grondwater in het kader van de "Evaluatie interventiewaarden bodemsanering"*. RIVM rapport 711701 028. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 87 pp.
- Lijzen, J.P.A., M. Mesman, T. Aldenberg, C.D. Mulder, P.F. Otte, R. Posthumus, E. Roex, F.A. Swartjes, C.W. Versluijs, P.L.A. van Vlaardingen, A.P. van Wezel en H.J. van Wijnen, 2002b. *Evaluatie onderbouwing BodemGebruiksWaarden*. RIVM rapport 711701 029. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, 171 pp.
- Luttik, R. en S.M.G.J. Pelgrom (Eds.), 2002. *Factsheets for the (eco)toxicological risk assessment strategy of the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Part II*. RIVM Rapport 601516 009.
- Ma, W.C., 1983. *Regenwormen als bio-indicatoren van bodemverontreiniging*. Reeks Bodembescherming no. 15, Min. van VROM. Staatsuitgeverij, Den Haag, 111 pp.
- Ma, W.C., A.T.C. Bosveld en D.B. van den Brink, 2001. *Schotse hooglanders in de broekpolder? Analyse van de veterinaire-toxicologische risico's van de verontreinigde bodem voor grote grazers*. Alterra rapport 260. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 64 pp.
- MacNicol, R.D. en P.H.T. Beckett, 1985. *Critical tissue concentrations of potentially toxic elements*. Plant soil 85, 107-129.
- McKone, T.E. en P.B. Ryan, 1989. *Human exposures to chemicals through food chains: an uncertainty analysis*. Environ. sci. technol. 23 (9), 1154-63.
- Mesman, M. en P. van Vlaardingen, 2001. *Ecotoxiciteit van PAK's en voorkomen in Nederland, een literatuuroverzicht. Brieffrapportage project M/607220/01/PA*. RIVM, Bilthoven.
- Meylan, W., P.H. Howard en R.S. Boethling, 1992. *Molecular topology/fragment contribution method for predicting soil sorption coefficients*. Environ. sci. technol. 26 (8), 1560-1567.
- Mortvedt, J.J., F.R. Cox, L.M. Shuman en R.M. Welch, 1991. *Micronutrients in agriculture*. 2nd edition, The Soil Science Society of America Book Series, No 4, SSSA, Madison, WI, 760 pp.
- Otte, P.F., J.P.A. Lijzen, J.G. Otte, F.A. Swartjes en C.W. Versluijs, 2001. *Evaluation and revision of the CSOIL parameter set. Proposed parameter set for human exposure modelling and deriving Intervention Values for the first series of compounds*. RIVM report 711701 021. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 125 pp.
- Otte, P.F.M., M. Van Elswijk, M. Bleijenberg, F.A. Swartjes en C. van de Guchte, 2000. *Calculation of human risk limits for sediments*. RIZA werkdocument 2000.084x.
- Posthuma, L., G.W. Suter, II, T.P. Traas (2002). *Species sensitivity distributions in ecotoxicology*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Puls, R., 1988. *Mineral Levels in Animal Health: diagnostic Data*. 2nd edn, Sherpa International, Clearbook, BC, Canada.
- Rikken, M.G.J., J.P.A. Lijzen en A.A. Cornelese, 2001. *Evaluation of model concepts on human exposure. Proposals for updating the most relevant exposure routes of CSOIL*. RIVM report 711701 022. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM, 2003. *Milieubalans 2003. Het Nederlandse milieu verklaard*. Kluwer, Alphen aan de Rijn, 162 pp.
- Sample, B.E., G.W. Suter, 1999. *Ecological risk assessment in a large river-reservoir: 4. Piscivorous wildlife*. Environ. Toxicol. Chem. 18: 610-620.
- Sauerbeck, D., 1983. *Welche Schwermetallgehalte in Pflanzen dürfen nicht überschritten werden, um Wachstumsbeeinträchtigungen zu vermeiden?* Landwirtschaftliche Forschung Sonderheft 39, 108-129.
- Schütze, G. en C. Throl, 2000. *Ecotoxicological data for the derivation of effect-based critical limits for cadmium, lead and mercury*. In: Curlik, et al. (Ed). *Ecotoxicological data for the derivation of effect-based critical limits for cadmium, lead and mercury*. pp. 130-137.
- Sheppard, S.C., 1992. *Summary of phytotoxic levels of soil arsenic*. Water Air Soil Poll. 64, 539-550.
- Sijm, D., J. de Bruijn, T. Crommentuijn en K. van Leeuwen, 2001. *Environmental quality standards: endpoints or triggers for a tiered ecological effect assessment approach?* Environ. toxicol. chem. 20 (11), 2644-2648.

- Slooff, W., P. van Beelen, J.A. Annema, J.A. Janus, 1995. *Integrated criteria document mercury*. RIVM report 601014008.
- Smilde, K.W., 1976. *Toxische gehalten aan zware metalen (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, en Cd) in grond en gewas: een literatuuroverzicht*. Nota Instituut voor Bodem-vruchtbaarheid no. 25. I.B., Haren (Gr.).
- Smit, C.E., A.P. van Wezel, T. Jager en T.P. Traas, 2000. *Secondary poisoning of cadmium, copper and mercury: implications for the Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations in water, sediment and soil*. RIVM report 601501 009. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 59 pp.
- Smit, P.J. en D.G. Goldsborough, 1998. *VLIER-HUMAAN: A Human Exposure Model Embedded in Flemish Legislation*. In: Contaminated Soil '98. Vol. two Thomas Telford Publishing, London, UK, pp. 1045 - 1046.
- Staatscourant, 1999. *Regeling van 8 februari 1999: Warenwetregeling Verontreinigingen in levensmiddelen, nr. 30*. Den Haag.
- Swartjes, F.A., 2002. *Variation in calculated human exposure: Comparison of calculations with seven European human exposure models*. RIVM report 711701 030. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, 122 pp.
- TCB, (Technische Commissie Bodembescherming), 2002. *Advies Herziening LAC-sigitaalwaarden*.
- Traas, T.P., D. van de Meent, L. Posthuma, T. Hamers, B.J. Kater, D. de Zwart en T. Aldenberg, 2002. *The potentially affected fraction as a measure of ecological risk*. In: L. Posthuma, G.W. Suter, II en T.P. Traas (Eds). Species sensitivity distributions in ecotoxicology. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Traas, T.P. (ed.), 2001. *Guidance Document on deriving Environmental Risk Limits*. RIVM report 601501 012. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, 117 pp.
- Trapp, S. en M. Matthies, 1995. *Generic one-compartment model for uptake of organic chemicals by foliar vegetation*. Environ. sci. technol. 29, 2333-2338.
- Travis, C.C. en A.D. Arms, 1988. *Bioconcentration of organics in beef, milk, and vegetation*. Environ. sci. technol. 22 (3), 271-274.
- Van de Plassche, E.J., 1994. *Towards integrated environmental quality objectives for several compounds with a potential for secondary poisoning*. Report no. 679101 012. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands.
- Van den Brink, P.J., T.C.M. Brock en L. Posthuma, 2002. *The value of species sensitivity concept for predicting field effects: (non-) confirmation of the concept using semi-field experiments*. In: L. Posthuma, G.W. Suter, II en T.P. Traas (Eds). Species sensitivity distributions in ecotoxicology. Lewis publishers, Boca Raton.
- Van den Hoop, M.A.G.T., H.A. den Hollander en H.N. Kerdijk, 1995. *Spatial and seasonal variations of Acid Volatile Sulfide (AVS) and Simultaneously Extracted Metals (SEM) in Dutch marine and freshwater sediments*. Rapport nr. 719101 022. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands, 18 pp.
- Van Driel, W., W. Stuurmans, J.M.J. Dekkers, W. de Vries, G. Vos en M.J.J. Stienen, 1987a. *Zware metalen in oevergronden en daarop verbouwde gewassen in het stroomgebied van Maas, Geul en Roer in de provincie Limburg. 1. Algemene gegevens en samenvatting van de resultaten*. Rapport van de projectgroep zware metalen in oevergronden van Maas en zijrivieren, 81 pp.
- Van Driel, W., W. Stuurmans, J.M.J. Dekkers, W. de Vries, G. Vos en M.J.J. Stienen, 1987b. *Zware metalen in oevergronden en daarop verbouwde gewassen in het stroomgebied van Maas, Geul en Roer in de provincie Limburg. 2. Documentatie van onderzoeksgegevens*. Rapport van de projectgroep zware metalen in oevergronden van Maas en zijrivieren, 64 pp.
- Van Driel, W., B. van Luit, W. Schuurmans, W. de Vries en M.J.J. Stienen, 1988. *Zware metalen in oevergronden en daarop verbouwde gewassen in het stroomgebied van Maas, Geul en Roer in de provincie Limburg. 3. Bodem-gewasrelaties*. Rapport van de projectgroep zware metalen in oevergronden van Maas en zijrivieren, 51 pp.
- Van Hooft, W.F., 1995. *Risico's voor de volksgezondheid als gevolg van blootstelling van runderen aan sporenelementen bij beweiding*. Rapport nr. 693810 001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, 123 pp.
- Van Wezel, A.P., T. Traas, M. Polder, R. Posthumus, P. van Vlaardingen, T. Crommentuijn en E.J. van de Plassche, 1999. *Maximum Permissible Concentrations for polychlorinated biphenyls*. RIVM report no. 601501 006. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, 128 pp.
- Van Wezel, A.P., J.P.A. Lijzen en T. Crommentuijn, 2002. *Inhoudelijke evaluatie van de interventiewaarden bodemsanering*. Bodem 12, 30-33.
- Veerkamp, W. en W. ten Berge, 1992. *HESP, Human exposure to soil pollutants, version 2.00*. Technical Report no. 40, revised Appendix 3. ECETOC.
- Verbruggen, E.M.J., R. Posthumus en A.P. van Wezel, 2001. *Ecotoxicological Serious Risk Concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for the first series of compounds*. RIVM report 711701 020. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 263 pp.

- Versluijs, C.W. en P.F. Otte, 2001. *Accumulatie van metalen in planten. Een bijdrage aan de evaluatie van de interventiewaarden en locatiespecifieke risicobeoordeling van verontreinigde bodem*. RIVM rapport 711701 024. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 138 pp.
- Versteeg, D.J., S.E. Belanger en G.J. Carr, 1999. *Understanding single-species and model ecosystem sensitivity: Data-based comparison*. Environ. toxicol. chem. 18 (6), 1329-1346.
- VHI, 1997. *Veterinaire Milieuhygiengewijzer*. Veterinaire Hoofdinspectie van de Volksgezondheid, Rijswijk, 391 pp.
- Voedingscentrum, 1998. *Zo eet Nederland 1998. Resultaten van de Voedselconsumptiepeiling 1998*. Voedingscentrum, Den Haag.
- Wiersma, D., B.J. van Goor en N.G. van der Veen, 1985. *Inventarisatie van cadmium, lood, kwik en arseen in Nederlandse gewassen en bijbehorende gronden*. rapport 8 -85. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.).

Aanhangsel 1 Oppervlakten voor onderscheiden vormen van bodemgebruik

bron: CBS bodemstatistieken en landbouwtellingen

Land- en droge waterbodem

Bodemgebruik	hectare	Opgebouwd uit
bos	323300	
natuurlijk gebied	137900	
grasland	1012000	
veevoeder	229902	voederbiet en groenvoergewas, m.n. snijmais
akkerbouw	189165	granen
niet consumptieve gewassen	59373	graszaad, handelsgewassen, tuinbouwzaad, bloemkwekerij, boomkwekerij, bloembollen en -knollen
groenteteelt	383450	peulvruchten, knol/wortel gewassen, uien, open grond groenten incl. aardbeien, en overig
fruitteelt	22350	pit- en steenvruchten, overig klein fruit

Aanhangsel 2 Achtergrondblootstelling (AB) en belangrijkste bronnen, in relatie tot MTR_{humaan} en VR_{humaan}

stof	$MTR^{1)}$	AB	AB als % van MTR	AB belangrijkste route	Risico niveau	Belasting voor BGW $\mu\text{g.kg}$ $\text{bw}^{-1}.\text{d}^{-1}$
	$\mu\text{g.kg}$ $\text{bw}^{-1}.\text{d}^{-1}$	$\mu\text{g.kg}$ $\text{bw}^{-1}.\text{d}^{-1}$				
Metalen						
As	1	0,3	30%	voedsel	MTR-AB	0,7
Cd	0,5	0,22	44%	voedsel	MTR-AB	0,28
Cd rokers	0,5	0,53	> 100%	roken	MTR-AB	n.v.t.
Cr III (sol)	5	1	20%	voedsel	MTR-AB	4
Cr IV	5		0.01-30%	buitenlucht	MTR-AB	5
Cu	140	30	21%	voedsel	MTR-AB	110
Pb kind	3,6	2	56%	voedsel/water/lucht	MTR-AB	1,6
Pb volw.	3,6	0,6	17%	voedsel/water/lucht	MTR-AB	3
Hg (metallisch)	2	0,1	5%	voedsel+amalgaan	MTR-AB	1,9
Hg (organisch)	0,1	0,02	20%	voedsel+amalgaan	MTR-AB	0,08
Ni	50	4	8%	voedsel	MTR-AB	46
Zn	500	300	60%	voedsel	MTR-AB	200
PAK						
Anthracene	40	verwaarloosbaar			MTR	40
Benz(a)anthracene *)	5				VR	0,05
Benzo(k)fluoranthene)	5				VR	0,05
Benzo(g,h,i)perylene	30	verwaarloosbaar			MTR	30
Benzo(a)pyrene *)	0,5	0,0027	1%	voedsel	VR	0,005
Chrysene *)	50				VR	0,5
Fluoranthene *)	50				VR	0,5
Indeno(1,2,3- c,d)pyrene *)	5				VR	0,05
Naphthalene	40	verwaarloosbaar			MTR	40
Phenanthrene	40	verwaarloosbaar			MTR	40
Pesticiden						
DDT	0,5	< 0.1	20%	voedsel	MTR-AB	0,40
DDE	0,5	< 0.1	20%	voedsel	MTR-AB	0,40
DDD	0,5	< 0.1	20%	voedsel	MTR-AB	0,40
aldrin	0,1	< 0.04	40%	voedsel	MTR-AB	0,06
dieldrin	0,1	< 0.04	40%	voedsel	MTR-AB	0,06
endrin	0,2	< 0.04	20%	voedsel	MTR-AB	0,06

*) gebaseerd op carcinogeniteit (VR)

¹⁾ bw = body weight (lichaamsgewicht)

Bron: Baars *et al.*, (2001)

Aanhangsel 3 Consumptie naar leeftijdsklasse

Consumptie naar leeftijdsklasse, in gram versgewicht per dag

Leeftijds- klasse	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-50	50-65	65+	Gem. 1-6	Gem. 6-70	VOORGESTELD		
													Gem. 1-6	Gem. 6-70	
eieren															
man	8	7	11	14	14	14	12	16	17	15	7,5	15	7,5	14	
vrouw	6	9	10	14	11	11	14	13	14	14		13			
fruit															
man	92	84	85	86	89	78	78	92	130	126	91	102	91	108	
vrouw	95	91	73	82	90	88	95	103	147	156		114			
melkprod.															
man	520	529	497	500	463	445	458	357	370	367	507	388	507	372	
vrouw	473	505	496	445	400	353	342	332	347	356		355			
vlees															
man	51	63	82	91	108	113	149	138	137	123	54	130	54	115	
vrouw	46	56	74	80	97	97	96	102	106	99		100			

Bron: Voedingscentrum (1998)

Op basis hiervan is het gewogen gemiddelde berekend voor de twee leeftijdsklassen zoals gehanteerd in CSOIL.

Aanhangsel 4 Berekening en parametrisatie van de verschillende blootstellingsroutes naar de koe

Blootstelling van de koe volgens verschillende routes	waarde eenheid	Omschrijving / opmerking / referentie
<i>Blootstelling via consumptie gras</i>		
Consumptie hoeveelheid gras (ICdwt grass)	16,9 [kg dwt/d]	
Verhouding vers/droog gewicht gras (CONVgrass)	4,0 [kg wwt/kg dwt]	
BCF leaf (TM)	CALC. [mg/kg vg]	Trapp & Matthies 1995, Rikken <i>et al.</i> (2001)
Cpw	CALC.	CSOIL2000
Bladgewassen EXCLUSIEF de bijdrage door (lokale) depositie	CALC. [mg/kg vg]	C-leaf
Blootstelling koe via consumptie van gras	CALC. [mg/d]	= ICgrass * C-leaf
<i>Blootstelling via ingestie grond</i>		
Ingestie hoeveelheid grond (ICdwt soil)	0,41 [kg dwt/d]	McKone and Ryan (1989)
Bodem concentratie (Cs)	CALC. [mg/kg dwt]	CSOIL2000
Blootstelling koe via de ingestie van grond	CALC. [mg/d]	= ICdwt soil * Cs
<i>Blootstelling via inhalatie van buitenlucht</i>		
Inhalatie volume (IC air)	122 [m ³ /d]	McKone and Ryan (1989)
Buitenlucht concentratie (Cair)	CALC. [g/m ³]	aanname: alleen blootstelling aan buitenlucht CSOIL2000
Blootstelling koe via inhalatie buitenlucht	CALC. [mg/d]	= ICair * Cair*1000
<i>Blootstelling via drinken</i>		
Consumptiehoeveelheid water (IC drw)	55 [dm ³ /d]	
drinkingwater concentratie (Cdw)	CALC. [mg/dm ³]	C drinkwater na permeatie CSOIL2000
grondwater concentratie (Cgw)	CALC. [mg/dm ³]	CSOIL2000
fractie drinkwater (Fdw)	0,5 [-]	voorlopige aanname
fractie grondwater (Fgw)	0,5 [-]	voorlopige aanname
Blootstelling koe via drinkwater	CALC. mg/d	=(Fdw*Cdw*ICdrw)+ (Fgw*Cgw*ICdrw)

Aanhangsel 5 Berekende biotransferfactoren naar melk en vlees

Methode volgens Dowdy *et al.* (1996) en volgens Travis and Arms (1988), incl. afkap op geldigheidsrange relatie zoals in EUSES.

stof	BTF volgens Dowdy <i>et al.</i> (1996)		BTF volgens Travis and Arms (1988)			
	χ_{pc}	log BTF vlees	log BTF melk	log Kow	log BTF vlees	log BTF melk
Naphthalene	4.97	-3.30	-3.79	3.30	-4.30	-4.80
Anthracene	6.93	-2.26	-2.96	4.45	-3.25	-3.65
Phenanthrene	6.95	-2.26	-2.95	4.47	-3.13	-3.63
Fluoranthene	7.95	-1.73	-2.53	5.16	-2.44	-2.94
Benzo(a)anthracene	8.92	-1.22	-2.13	5.54	-2.06	-2.56
Chrysene	8.93	-1.21	-2.12	5.81	-1.79	-2.29
Benzo(a)pyrene	9.92	-0.698	-1.70	6.13	-1.47	-1.97
Benzo(k)fluoranthene	9.92	-0.698	-1.70	6.11	-1.49	-1.99
Indeno, 1,2,3-cd pyrene	10.92	-0.173	-1.28	6.87	-1.10	-1.60
Benzo(ghy)perylene	10.92	-0.173	-1.28	6.22	-1.38	-1.88
acenaphthene	5.95	-2.78	-3.37	3.92	-3.68	-4.18
Benzo(k)fluoranthene	9.92	-0.698	-1.70	6.11	-1.49	-1.99
DDT	8.90	-1.23	-2.13	6.91	-1.10	-1.60
DDE	8.60	-1.39	-2.26	6.96	-1.10	-1.60
DDD	8.60	-1.39	-2.26	6.22	-1.38	-1.88
Aldrin	8.30	-1.55	-2.38	6.50	-1.10	-1.60
Dieldrin	8.80	-1.28	-2.17	4.55	-3.05	-3.55
Endrin	8.80	-1.34	-2.22	4.55	-3.05	-3.55
PCB 77	7.58	-1.93	-2.69	6.63	-1.10	-1.60
PCB 105	8.00	-1.70	-2.51	6.98	-1.10	-1.60
PCB 126	7.99	-1.71	-2.52	7.23	-1.10	-1.60
Pentachloorbenzeen	5.04	-3.26	-3.76	5.18	-2.42	-2.92
Hexachloorbenzeen	5.46	-3.04	-3.58	5.73	-1.87	-2.37

Aanhangsel 6 Humane risicogrenzen voor diverse blootstellingsroutes in natuur, landbouw en waterbodem.

I Natuur

Tabel A6.1. Humane risicogrenzen voor natuur en de procentuele bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes.

Stof	BGW- humaan mg/kg d.s.	ingestie grond	inhalatie grond en buitenlucht	dermale opname (buiten)
arsen	562	98,25%	1,75%	0,00%
cadmium	227	99,23%	0,77%	0,00%
chrom (III)	3261	99,83%	0,17%	0,00%
koper	23611	26,28%	73,67%	0,00%
kwik	1.249	80,50%	19,49%	0,00%
lood	2.150	98,72%	1,28%	0,00%
lood (kinderen)	396	99,61%	0,39%	0,00%
nikkel	1536	4,09%	95,85%	0,00%
zink	162075	99,23%	0,77%	0,00%
Som PAK	36			
Naphthaleen	30560	93,55%	0,74%	5,71%
Anthraceen	30565	93,57%	0,73%	5,71%
Phenanthreen	30564	93,56%	0,73%	5,71%
Fluorantheen	382	93,57%	0,73%	5,71%
Benzo(a)anthraceen	38	93,57%	0,73%	5,71%
Chryseen	382	93,57%	0,73%	5,71%
Benzo(a)pyreen	3,8	93,57%	0,73%	5,71%
Benzo(k)fluorantheen	38	93,57%	0,73%	5,71%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	38	93,57%	0,73%	5,71%
Benzo(ghy)peryleen	22924	93,57%	0,73%	5,71%
DDT	306	93,57%	0,73%	5,71%
DDE	306	93,57%	0,73%	5,71%
DDD	306	93,57%	0,73%	5,71%
Aldrin	46	93,85%	0,41%	5,72%
Dieldrin	46	93,86%	0,41%	5,73%
Endrin	122	93,74%	0,55%	5,72%

II Landbouw**Tabel A6.2.** Humane risicogrenzen voor veevoeder, akkerbouw en niet-consumptieve gewassen en de procentuele bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes.

Stof	BGW- humaan mg/kg d.s.	ingestie grond	inhalatie Grond en buitenlucht	Dermale opname Buiten
arseen	562	98,25%	1,75%	0,00%
cadmium	227	99,23%	0,77%	0,00%
chrom (III)	3261	99,83%	0,17%	0,00%
koper	23611	26,28%	73,67%	0,00%
kwik	1249	80,50%	19,49%	0,00%
lood	2150	98,72%	1,28%	0,00%
lood (kinderen)	398	99,61%	0,39%	0,00%
nikkel	1536	4,09%	95,85%	0,00%
zink	162075	99,23%	0,77%	0,00%
Som PAK	25			
Naphthaleen	1765	5,40%	91,88%	2,72%
Anthraceen	21626	66,20%	0,53%	33,27%
Phenanthreen	21565	66,02%	0,79%	33,17%
Fluorantheen	268	65,57%	1,48%	32,95%
Benzo(a)anthraceen	27	66,21%	0,51%	33,27%
Chryseen	270	66,21%	0,51%	33,27%
Benzo(a)pyreen	2,7	66,21%	0,52%	33,27%
Benzo(k)fluorantheen	27	66,21%	0,51%	33,27%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	27	66,21%	0,51%	33,27%
Benzo(ghy)peryleen	16222	66,21%	0,51%	33,27%
DDT	216	66,17%	0,56%	33,25%
DDE	216	66,18%	0,57%	33,25%
DDD	216	66,20%	0,54%	33,26%
Aldrin	22	44,91%	33,06%	22,57%
Dieldrin	32	66,31%	0,37%	33,32%
Endrin	87	66,28%	0,42%	33,30%

Tabel A6.3. Humane risicogrenzen voor organische microverontreinigingen voor grasland met BTF volgens Travis & Arms (1988) en de procentuele bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes.

Stof	BGW- humaan mg/kg d.s.	ingestie grond	inhalatie (4 routes)	consumptie vlees	consumptie melk- produkten	Overige (4 routes)
Naphthaleen	1489	4,56%	78,12%	0,3%	0,4%	16,60%
Anthraceen	12934	39,59%	0,32%	17,0%	23,0%	20,01%
Phenanthreen	12472	38,18%	0,58%	17,3%	23,4%	20,58%
Fluorantheen	60	14,71%	0,33%	32,8%	44,4%	7,81%
Benzo(a)anthraceen	2,9	7,12%	0,06%	37,9%	51,3%	3,61%
Chryseen	16	4,03%	0,03%	39,9%	54,0%	2,05%
Benzo(a)pyreen	0,08	2,00%	0,02%	41,2%	55,8%	1,01%
Benzo(k)fluorantheen	0,85	2,09%	0,02%	41,1%	55,7%	1,05%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	0,35	0,87%	0,01%	41,9%	56,8%	0,44%
Benzo(ghy)peryleen	401	1,64%	0,01%	41,4%	56,1%	0,82%
DDT	2,82	0,86%	0,01%	41,9%	56,8%	0,44%
DDE	2,80	0,86%	0,01%	41,9%	56,8%	0,44%
DDD	5,25	1,61%	0,01%	41,4%	56,1%	0,84%
Aldrin	0,36	0,73%	0,95%	41,5%	56,3%	0,52%
Dieldrin	11	22,02%	0,12%	27,0%	36,6%	14,18%
Endrin	25	19,36%	0,12%	28,8%	39,0%	12,74%

Tabel A6.4. Humane risicogrenzen voor organische microverontreinigingen voor grasland met BTF volgens Dowdy, 1996 en de procentuele bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes.

Stof	BGW- humaan mg/kg d.s.	ingestie grond	inhalatie (4 routes)	consumptie vlees	consumptie melkprodukten	Overige (4 routes)
SOM PAK	0,22					
Naphthaleen	1396	4,27%	73,26%	2,9%	4,0%	15,56%
Anthraceen	4254	13,02%	0,12%	43,0%	37,1%	6,66%
Phenanthreen	4074	12,47%	0,38%	42,7%	36,7%	7,66%
Fluorantheen	19,8	4,84%	0,11%	55,2%	37,3%	2,57%
Benzo(a)anthraceen	0,71	1,73%	0,01%	63,4%	34,0%	0,88%
Chryseen	6,96	1,70%	0,01%	63,5%	33,9%	0,87%
Benzo(a)pyreen	0,023	0,57%	0,00%	69,7%	29,4%	0,29%
Benzo(k)fluorantheen	0,23	0,57%	0,00%	69,7%	29,4%	0,29%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	0,075	0,18%	0,00%	74,8%	24,9%	0,09%
Benzo(ghy)peryleen	45,01	0,18%	0,00%	74,8%	24,9%	0,09%
DDT	5,76	1,76%	0,02%	63,3%	34,1%	0,90%
DDE	7,94	2,43%	0,02%	61,0%	35,3%	1,25%
DDD	7,89	2,41%	0,02%	61,0%	35,3%	1,26%
Aldrin	1,36	2,77%	3,62%	56,5%	35,2%	1,98%
Dieldrin	0,43	0,89%	0,01%	63,5%	35,0%	0,57%
Endrin	0,96	0,73%	0,00%	63,7%	35,1%	0,48%

Tabel A6.5. Humane risicogrenzen voor grasland voor vier metalen (As, Cd, Hg en Pb) en de procentuele bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes.

Stof	BGW- humaan mg/kg d.s.	ingestie grond	inhalatie (4 routes)	consumptie vlees	consumptie melkprodukten	Overige routes (4 routes)
arseen	144	25,16%	0,45%	60,0%	14,4%	0,00%
cadmium	29	12,57%	0,10%	83,0%	4,3%	0,00%
kwik	236	15,24%	3,69%	45,3%	35,8%	0,00%
lood *)	668	30,65%	0,40%	22,2%	46,8%	0,00%
lood (kinderen) ¹ *)	1601	40,17%	0,16%	10,6%	49,1%	0,00%

¹) De waarde voor kinderen is gebruikt

*) de relatieve biobeschikbaarheid van lood in grond is 0,6

Aanvullende opmerkingen

- 1) De blootstelling van de koe vindt overwegend plaats via de consumptie van gras (respectievelijk 72, 97, 99 en 88%). Dat betekent dat we geen rekening hoeven te houden met het feit dat de biobeschikbaarheid van metalen aan gronddeeltjes lager is dan de biobeschikbaarheid van metalen in voedingsgewassen.
- 2) Gezien de gegeven BTFs zullen de metalen voornamelijk zich ophopen in nier en lever. In het blootstellingsscenario is de consumptie van nier en lever niet apart beschouwd..

Tabel A6.6. Humane risicogrenzen voor landbouw, groenteteelt en de procentuele bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes.

Stof	BGW- humaan mg/kg d.s.	ingestie grond	inhalatie (4 routes)	consumptie gewassen	Overige (4 routes)
arseen	361	63.17%	1.13%	35.70%	0.00%
cadmium	8.6	3.77%	0.03%	96.20%	0.00%
chrom (III)	798	24.44%	0.04%	75.52%	0.00%
koper	1798	2.00%	5.61%	92.39%	0.00%
kwik	43	2.74%	0.66%	96.59%	0.00%
lood	591	45.19%	0.35%	54.46%	0.00%
lood (kinderen)					
nikkel	1285	3.42%	80.17%	16.37%	0.00%
zink	10618	6.50%	0.05%	93.45%	0.00%
Som PAK	2.1				
Naphthaleen	304	0.93%	15.94%	79.74%	3.39%
Anthraceen	18115	55.45%	0.45%	16.09%	27.98%
Phenanthreen	3368	10.31%	0.37%	82.65%	6.58%
Fluorantheen	29	7.17%	0.16%	88.87%	3.80%
Benzo(a)anthraceen	5.3	12.99%	0.10%	80.32%	6.60%
Chryseen	31	7.54%	0.06%	88.57%	3.84%
Benzo(a)pyreen	0.22	5.48%	0.04%	91.70%	2.78%
Benzo(k)fluorantheen	5.3	12.90%	0.10%	80.49%	6.50%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	1.0	2.36%	0.02%	96.44%	1.19%
Benzo(ghy)peryleen	14480	59.10%	0.46%	10.73%	29.70%
DDT	2.7	0.82%	0.01%	98.76%	0.41%
DDE	1.4	0.44%	0.00%	99.33%	0.23%
DDD	3.8	1.15%	0.01%	98.24%	0.60%
Aldrin	0.02	0.04%	0.05%	99.88%	0.03%
Dieldrin	0.74	1.51%	0.01%	97.51%	0.97%
Endrin	1.80	1.37%	0.01%	97.71%	0.90%

III Natte waterbodems**Tabel A6.7.** Humane risicogrenzen voor natte waterbodem, voor verschillende gebruiksvormen.

Stof	Recreatie- water	Havens & Scheepvaar t	Beroeps- visserij	Schelp- dierenteelt	Reguliere sloot	Natuur (nat)	Periodiek natte natuur
	mg/kg d.s.	mg/kg d.s.	mg/kg d.s.	mg/kg d.s.	mg/kg d.s.	mg/kg d.s.	mg/kg d.s.
arsen	8,02E+02	4,42E+04	2,38E+03	2,38E+03	7,14E+03	1,72E+04	2,44E+04
cadmium	3,23E+02	1,26E+04	6,79E+02	1,26E+01	2,75E+03	6,19E+03	9,89E+03
chrom (III)	4,70E+03	1,83E+06	9,84E+04	9,84E+04	4,62E+04	1,33E+05	1,41E+05
koper	1,21E+05	1,45E+06	7,78E+04	9,33E+03	7,69E+05	1,27E+06	3,88E+06
kwik	1,49E+03	3,40E+03	1,83E+02	2,16E+02	3,72E+03	4,18E+03	6,71E+04
lood	1,84E+03	6,47E+04	3,48E+03	3,48E+03	1,54E+04	3,39E+04	5,65E+04
nikkel	4,98E+04	5,81E+05	3,12E+04	3,12E+04	3,14E+05	5,16E+05	1,60E+06
zink	1,87E+05	6,95E+05	3,73E+04	3,73E+04	6,57E+05	8,08E+05	7,06E+06
Anthraceen	2,38E+04	-	3,44E+01	3,44E+01	3,43E+05	1,05E+06	1,10E+06
Benzo(a)anthraceen	3,77E+00	4,14E+00	2,38E-01	2,38E-01	5,99E+00	6,27E+00	2,74E+02
Benzo(k)fluorantheen	4,90E+00	4,57E+00	2,50E-01	2,50E-01	6,10E+00	6,21E+00	1,33E+03
Benzo(a)pyreen	2,00E-01	1,74E-01	9,51E-03	9,51E-03	2,34E-01	2,37E-01	4,97E+01
Chryseen	2,13E+01	2,03E+01	1,13E+00	1,13E+00	2,82E+01	2,90E+01	1,36E+04
Phenanthreen	1,91E+02	3,66E+02	2,84E+01	2,84E+01	4,08E+04	4,07E+05	9,66E+05
_Fluorantheen	1,30E+01	1,81E+01	1,16E+00	1,16E+00	3,17E+01	3,55E+01	5,95E+02
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	3,20E+00	2,79E+00	1,52E-01	1,52E-01	3,71E+00	3,75E+00	1,37E+03
Benzo(ghy)peryleen	2,76E+04	-	-	-	2,76E+05	8,27E+05	8,31E+05
Naphthaleen	4,40E+01	9,78E+01	8,64E+00	8,64E+00	3,42E+02	6,88E+02	1,36E+03
Pentachlorobenzeen	1,30E+00	1,57E+00	9,55E-02	1,96E-01	2,53E+00	2,73E+00	7,24E+01
Hexachlorobenzeen	3,00E-03	2,62E-03	1,45E-04	3,50E-04	3,60E-03	3,65E-03	4,83E-01
PCB 28	5,40E-02	4,90E-02	2,74E-03	2,74E-03	6,84E-02	6,98E-02	6,94E+00
PCB 52	3,35E-02	2,69E-02	1,46E-03	1,46E-03	3,59E-02	3,61E-02	1,36E+01
PCB101	2,28E-01	1,84E-01	9,93E-03	9,93E-03	2,43E-01	2,44E-01	1,04E+02
PCB118	1,32E+00	1,21E+00	6,56E-02	6,56E-02	1,58E+00	1,60E+00	2,20E+02
PCB138	3,47E-01	2,80E-01	1,51E-02	1,51E-02	3,68E-01	3,69E-01	2,64E+02
PCB153	4,93E-01	4,04E-01	2,18E-02	2,18E-02	5,30E-01	5,33E-01	2,24E+02
PCB180	6,46E-01	5,35E-01	2,88E-02	2,88E-02	6,99E-01	7,03E-01	2,68E+02
PCB 77 *)	1,80E-06	1,52E-06	8,25E-08	8,25E-08	2,02E-06	2,03E-06	4,64E-04
PCB 169 *)	2,67E-06	2,23E-06	1,20E-07	1,20E-07	2,92E-06	2,94E-06	8,37E-04
PCB 105 *)	3,38E-06	2,92E-06	1,58E-07	1,58E-07	3,83E-06	3,87E-06	7,78E-04
PCB 126 *)	2,26E-06	1,89E-06	1,02E-07	1,02E-07	2,48E-06	2,50E-06	6,69E-04
PCB 156 *)	5,27E-06	4,77E-06	2,57E-07	2,57E-07	6,19E-06	6,27E-06	9,60E-04
PCB 157 *)	4,49E-06	3,97E-06	2,14E-07	2,14E-07	5,16E-06	5,22E-06	9,36E-04
DDT	9,99E+00	7,97E+00	4,30E-01	1,48E-01	1,05E+01	1,05E+01	1,09E+04
DDE	5,94E+00	4,75E+00	2,57E-01	1,12E-01	6,29E+00	6,32E+00	9,54E+03
Aldrin	2,38E-01	2,03E-01	1,12E-02	3,19E-02	2,76E-01	2,80E-01	1,23E+03
Dieldrin	2,93E-01	2,35E-01	1,28E-02	3,78E-02	3,13E-01	3,15E-01	1,21E+02
Endrin	1,07E+00	8,80E-01	4,80E-02	1,12E-01	1,18E+00	1,19E+00	1,06E+03
DDD	2,63E+00	2,06E+00	1,11E-01	3,98E-01	2,72E+00	2,73E+00	8,85E+03

- =geen getalswaarde berekend (model bereikt maximaal aantal iteraties). Maximum of plafondwaarde vaststellen a.h.v. bestaande risicogrenzen.

2,38E+03 =getalswaarde berekend o.b.v. beschikbare BCF-waarden voor vis (bron: RIZA/RIVO).

Tabel A6.8. Relative bijdrage routes aan blootstelling aan recreatiewater

Stof	ingestie sediment	dermale opname sediment	dermale opname oppervlaktewater	opname via visconsumptie
arseen	96,89%	0,00%	0,00%	1,38%
cadmium	97,55%	0,00%	0,00%	1,95%
chrom (III)	99,35%	0,00%	0,00%	0,20%
koper	92,99%	0,00%	0,00%	6,37%
kwik	66,29%	0,00%	0,00%	33,38%
lood	97,41%	0,00%	0,00%	2,17%
nikkel	91,53%	0,00%	0,00%	6,53%
zink	79,07%	0,00%	0,00%	20,51%
Anthraceen	50,29%	14,13%	31,53%	4,04%
Benzo(a)anthraceen	6,37%	1,79%	33,01%	58,78%
Benzo(k)fluorantheen	8,29%	2,33%	11,07%	78,25%
Benzo(a)pyreen	3,38%	0,95%	11,87%	83,78%
Chryseen	3,60%	1,01%	22,80%	72,56%
Phenanthreen	0,40%	0,11%	87,93%	11,52%
_Fluorantheen	2,20%	0,62%	62,70%	34,44%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	5,41%	1,52%	8,33%	84,70%
Benzo(ghy)peryleen	77,64%	21,81%	0,05%	0,50%
Naphthaleen	0,09%	0,03%	96,56%	3,17%
Pentachlorobenzeen	0,22%	0,06%	53,65%	46,03%
Hexachlorobenzeen	0,16%	0,04%	18,39%	81,39%
PCB 28	0,46%	0,13%	22,75%	76,64%
PCB 52	0,28%	0,08%	7,00%	92,63%
PCB101	1,93%	0,54%	4,12%	93,39%
PCB118	11,19%	3,14%	3,63%	81,97%
PCB138	2,93%	0,82%	2,39%	93,82%
PCB153	4,17%	1,17%	2,35%	92,27%
PCB180	5,46%	1,53%	1,35%	91,62%
PCB 77 *)	3,81%	1,07%	6,74%	88,34%
PCB 169 *)	5,64%	1,59%	2,31%	90,43%
PCB 105 *)	7,15%	2,01%	3,84%	86,95%
PCB 126 *)	4,77%	1,34%	3,97%	89,88%
PCB 156 *)	11,14%	3,13%	2,13%	83,53%
PCB 157 *)	9,50%	2,67%	2,18%	85,59%
DDT	2,11%	0,59%	2,57%	94,71%
DDE	1,25%	0,35%	4,64%	93,73%
Aldrin	0,34%	0,09%	14,92%	84,59%
Dieldrin	0,41%	0,12%	6,67%	92,73%
Endrin	0,56%	0,16%	10,00%	89,17%
DDD	0,56%	0,16%	2,90%	96,38%

Tabel A6.9. Relatieve bijdrage van blootstellingsroutes in scenario havens en scheepvaart

Stof	dermale opname oppervlakte water	opname via vis- consumptie
arseen	0,00%	100,00%
cadmium	0,00%	100,00%
chrom (III)	0,00%	100,00%
koper	0,00%	100,00%
kwik	0,00%	100,00%
lood	0,00%	100,00%
nikkel	0,00%	100,00%
zink	0,00%	100,00%
Anthraceen		
Benzo(a)anthraceen	15,32%	84,68%
Benzo(k)fluorantheen	4,36%	95,64%
Benzo(a)pyreen	4,36%	95,64%
Chryseen	9,19%	90,81%
Phenanthreen	71,09%	28,91%
_Fluorantheen	36,96%	63,04%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	3,07%	96,93%
Benzo(ghy)peryleen		
Naphthaleen	90,76%	9,24%
Pentachlorobenzeen	27,29%	72,71%
Hexachlorobenzeen	6,78%	93,22%
PCB 28	8,73%	91,27%
PCB 52	2,38%	97,62%
PCB101	1,40%	98,60%
PCB118	1,40%	98,60%
PCB138	0,81%	99,19%
PCB153	0,81%	99,19%
PCB180	0,47%	99,53%
PCB 77 *)	2,40%	97,60%
PCB 169 *)	0,81%	99,19%
PCB 105 *)	1,40%	98,60%
PCB 126 *)	1,40%	98,60%
PCB 156 *)	0,82%	99,18%
PCB 157 *)	0,82%	99,18%
DDT	0,86%	99,14%
DDE	1,57%	98,43%
Aldrin	5,38%	94,62%
Dieldrin	2,27%	97,73%
Endrin	3,49%	96,51%
DDD	0,96%	99,04%

Tabel A6.10. Relatieve bijdrage van blootstellingsroutes in beroepsvisserij

Stof	dermale opname oppervlaktewater	opname via visconsumptie
arseen	0,00%	100,00%
cadmium	0,00%	100,00%
chrom (III)	0,00%	100,00%
koper	0,00%	100,00%
kwik	0,00%	100,00%
lood	0,00%	100,00%
nikkel	0,00%	100,00%
zink	0,00%	100,00%
Anthraceen	58,82%	41,18%
Benzo(a)anthraceen	9,32%	90,68%
Benzo(k)fluorantheen	2,53%	97,47%
Benzo(a)pyreen	2,53%	97,47%
Chryseen	5,44%	94,56%
Phenanthreen	58,30%	41,70%
_Fluorantheen	25,00%	75,00%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	1,77%	98,23%
Benzo(ghy)peryleen		
Naphthaleen	84,81%	15,19%
Pentachlorobenzeen	17,59%	82,41%
Hexachlorobenzeen	3,97%	96,03%
PCB 28	5,16%	94,84%
PCB 52	1,36%	98,64%
PCB101	0,80%	99,20%
PCB118	0,80%	99,20%
PCB138	0,46%	99,54%
PCB153	0,46%	99,54%
PCB180	0,27%	99,73%
PCB 77 *)	1,38%	98,62%
PCB 169 *)	0,46%	99,54%
PCB 105 *)	0,80%	99,20%
PCB 126 *)	0,80%	99,20%
PCB 156 *)	0,47%	99,53%
PCB 157 *)	0,47%	99,53%
DDT	0,49%	99,51%
DDE	0,90%	99,10%
Aldrin	3,13%	96,87%
Dieldrin	1,30%	98,70%
Endrin	2,01%	97,99%
DDD	0,55%	99,45%

Tabel A6.11. Relatieve bijdrage van blootstellingsroutes in schelpdierenteelt

Stof	dermale opname oppervlaktewater	opname via visconsumptie
arseen	0,00%	100,00%
cadmium	0,00%	100,00%
chrom (III)	0,00%	100,00%
koper	0,00%	100,00%
kwik	0,00%	100,00%
lood	0,00%	100,00%
nikkel	0,00%	100,00%
zink	0,00%	100,00%
Anthraceen	58,82%	41,18%
Benzo(a)anthraceen	9,32%	90,68%
Benzo(k)fluorantheen	2,53%	97,47%
Benzo(a)pyreen	2,53%	97,47%
Chryseen	5,44%	94,56%
Phenanthreen	58,30%	41,70%
_Fluorantheen	25,00%	75,00%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	1,77%	98,23%
Benzo(ghy)peryleen		
Naphthaleen	84,81%	15,19%
Pentachlorobenzeen	36,13%	63,87%
Hexachlorobenzeen	9,61%	90,39%
PCB 28	5,16%	94,84%
PCB 52	1,36%	98,64%
PCB101	0,80%	99,20%
PCB118	0,80%	99,20%
PCB138	0,46%	99,54%
PCB153	0,46%	99,54%
PCB180	0,27%	99,73%
PCB 77 *)	1,38%	98,62%
PCB 169 *)	0,46%	99,54%
PCB 105 *)	0,80%	99,20%
PCB 126 *)	0,80%	99,20%
PCB 156 *)	0,47%	99,53%
PCB 157 *)	0,47%	99,53%
DDT	0,17%	99,83%
DDE	0,39%	99,61%
Aldrin	8,95%	91,05%
Dieldrin	3,86%	96,14%
Endrin	4,68%	95,32%
DDD	1,96%	98,04%

Tabel A6.12. Relatieve bijdrage van blootstellingsroutes in reguliere sloot

Stof	ingestie sediment	dermale opname sediment	dermale opname oppervlaktewater	opname via visconsumptie
arseen	86,17%	0,00%	0,00%	12,29%
cadmium	83,00%	0,00%	0,00%	16,58%
chrom (III)	97,63%	0,00%	0,00%	1,92%
koper	59,11%	0,00%	0,00%	40,49%
kwik	16,56%	0,00%	0,00%	83,36%
lood	81,48%	0,00%	0,00%	18,16%
nikkel	57,65%	0,00%	0,00%	41,13%
zink	27,78%	0,00%	0,00%	72,07%
Anthraceen	72,45%	20,35%	3,15%	4,04%
Benzo(a)anthraceen	1,01%	0,28%	5,25%	93,45%
Benzo(k)fluorantheen	1,03%	0,29%	1,38%	97,30%
Benzo(a)pyreen	0,40%	0,11%	1,39%	98,10%
Chryseen	0,48%	0,13%	3,03%	96,36%
Phenanthreen	8,62%	2,42%	38,51%	50,44%
_Fluorantheen	0,54%	0,15%	15,29%	84,01%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	0,63%	0,18%	0,97%	98,23%
Benzo(ghy)peryleen	77,67%	21,82%	0,00%	0,50%
Naphthaleen	0,07%	0,02%	75,14%	24,65%
Pentachlorobenzeen	0,04%	0,01%	10,43%	89,50%
Hexachlorobenzeen	0,02%	0,01%	2,21%	97,76%
PCB 28	0,06%	0,02%	2,88%	97,04%
PCB 52	0,03%	0,01%	0,75%	99,21%
PCB101	0,21%	0,06%	0,44%	99,30%
PCB118	1,34%	0,38%	0,43%	97,85%
PCB138	0,31%	0,09%	0,25%	99,35%
PCB153	0,45%	0,13%	0,25%	99,17%
PCB180	0,59%	0,17%	0,15%	99,09%
PCB 77 *)	0,43%	0,12%	0,75%	98,70%
PCB 169 *)	0,62%	0,17%	0,25%	98,95%
PCB 105 *)	0,81%	0,23%	0,44%	98,52%
PCB 126 *)	0,53%	0,15%	0,44%	98,89%
PCB 156 *)	1,31%	0,37%	0,25%	98,07%
PCB 157 *)	1,09%	0,31%	0,25%	98,34%
DDT	0,22%	0,06%	0,27%	99,44%
DDE	0,13%	0,04%	0,49%	99,34%
Aldrin	0,04%	0,01%	1,73%	98,21%
Dieldrin	0,04%	0,01%	0,71%	99,22%
Endrin	0,06%	0,02%	1,11%	98,80%
DDD	0,06%	0,02%	0,30%	99,63%

Tabel A6.13. Relatieve bijdrage van blootstellingsroutes in natte natuur

Stof	ingestie sediment	dermale opname sediment	dermale opname oppervlaktewater	opname via visconsumptie
arsen	69,17%	0,00%	0,00%	29,60%
cadmium	62,33%	0,00%	0,00%	37,35%
chrom (III)	94,02%	0,00%	0,00%	5,55%
koper	32,66%	0,00%	0,00%	67,11%
kwik	6,21%	0,00%	0,00%	93,76%
lood	59,77%	0,00%	0,00%	39,97%
nikkel	31,63%	0,00%	0,00%	67,70%
zink	11,38%	0,00%	0,00%	88,56%
Anthraceen	74,09%	20,82%	1,05%	4,04%
Benzo(a)anthraceen	0,35%	0,10%	1,83%	97,72%
Benzo(k)fluorantheen	0,35%	0,10%	0,47%	99,08%
Benzo(a)pyreen	0,13%	0,04%	0,47%	99,36%
Chryseen	0,16%	0,05%	1,03%	98,76%
Phenanthreen	28,67%	8,05%	12,84%	50,44%
_Fluorantheen	0,20%	0,06%	5,71%	94,03%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	0,21%	0,06%	0,33%	99,40%
Benzo(ghy)peryleen	77,68%	21,82%	0,00%	0,50%
Naphthaleen	0,05%	0,01%	50,33%	49,52%
Pentachlorobenzeen	0,02%	0,00%	3,74%	96,24%
Hexachlorobenzeen	0,01%	0,00%	0,75%	99,24%
PCB 28	0,02%	0,01%	0,98%	98,99%
PCB 52	0,01%	0,00%	0,25%	99,74%
PCB101	0,07%	0,02%	0,15%	99,76%
PCB118	0,45%	0,13%	0,15%	99,27%
PCB138	0,10%	0,03%	0,08%	99,78%
PCB153	0,15%	0,04%	0,08%	99,72%
PCB180	0,20%	0,06%	0,05%	99,70%
PCB 77 *)	0,14%	0,04%	0,25%	99,56%
PCB 169 *)	0,21%	0,06%	0,08%	99,65%
PCB 105 *)	0,27%	0,08%	0,15%	99,50%
PCB 126 *)	0,18%	0,05%	0,15%	99,63%
PCB 156 *)	0,44%	0,12%	0,08%	99,35%
PCB 157 *)	0,37%	0,10%	0,08%	99,44%
DDT	0,07%	0,02%	0,09%	99,81%
DDE	0,04%	0,01%	0,16%	99,78%
Aldrin	0,01%	0,00%	0,58%	99,40%
Dieldrin	0,01%	0,00%	0,24%	99,74%
Endrin	0,02%	0,01%	0,37%	99,60%
DDD	0,02%	0,01%	0,10%	99,87%

Tabel A6.14. Relatieve bijdrage van blootstellingsroutes in periodiek natte natuur

Stof	ingestie sediment	dermale opname sediment	dermale opname oppervlaktewater
arseen	98,25%	0,00%	0,00%
cadmium	99,49%	0,00%	0,00%
chrom (III)	99,54%	0,00%	0,00%
koper	99,32%	0,00%	0,00%
kwik	99,51%	0,00%	0,00%
lood	99,57%	0,00%	0,00%
nikkel	97,92%	0,00%	0,00%
zink	99,47%	0,00%	0,00%
Anthraceen	77,25%	21,70%	1,05%
Benzo(a)anthraceen	15,46%	4,34%	80,07%
Benzo(k)fluorantheen	75,19%	21,12%	3,67%
Benzo(a)pyreen	28,03%	7,88%	63,95%
Chryseen	76,54%	21,50%	1,95%
Phenanthreen	68,04%	19,12%	12,84%
_Fluorantheen	3,36%	0,94%	95,65%
Indeno, 1,2,3-cd pyreen	76,97%	21,62%	1,40%
Benzo(ghy)peryleen	78,07%	21,93%	0,00%
Naphthaleen	0,10%	0,03%	99,72%
Pentachlorobenzeen	0,41%	0,11%	99,40%
Hexachlorobenzeen	0,85%	0,24%	98,79%
PCB 28	1,96%	0,55%	97,41%
PCB 52	3,84%	1,08%	94,94%
PCB101	29,18%	8,20%	62,33%
PCB118	62,07%	17,44%	20,11%
PCB138	74,31%	20,88%	4,76%
PCB153	63,23%	17,77%	18,75%
PCB180	75,63%	21,25%	3,03%
PCB 77 *)	32,72%	9,19%	57,83%
PCB 169 *)	58,94%	16,56%	24,09%
PCB 105 *)	54,81%	15,40%	29,43%
PCB 126 *)	47,15%	13,25%	39,26%
PCB 156 *)	67,64%	19,00%	12,94%
PCB 157 *)	65,91%	18,52%	15,16%
DDT	77,11%	21,66%	1,22%
DDE	67,22%	18,89%	13,85%
Aldrin	57,68%	16,21%	26,01%
Dieldrin	5,67%	1,59%	91,79%
Endrin	18,68%	5,25%	75,30%
DDD	62,34%	17,51%	20,08%

Aanhangsel 7 Kritische productnormen voor metalen en organische stoffen

Het gaat in deze bijlage om veevoedernormen, Warenwetten, residunormen, en kritische gehalten voor fytotoxiciteit en diergezondheid, voor metalen en organische stoffen. Deze kritische productnormen zijn uitgangspunt voor de berekening van kritische bodemgehalten i.v.m. landbouwkundige eisen t.a.v. voedselveiligheid en dier- en plant-gezondheid.

I Kritische productnormen voor gewassen

Normen voor gewassen zijn gegeven in de tabellen A7.1 –A7.3 voor respectievelijk metalen en organische microverontreinigingen. Meer achtergrondinformatie is gegeven in De Vries *et al.*(2003).

Tabel A7.1 Overzicht van veevoedernormen in gras en snijmaïs (Cd, Pb, Cu, Zn, As en Hg), Warenwetten in akkerbouw, groenteteelt en fruitteelt (Cd, Pb en Hg) en normen voor residuen van bestrijdingsmiddelen (Cu, As) in relatie tot voedselveiligheid.

Land Gebruik	Product	Veevoedernorm of Warenwetenorm (mg.kg ⁻¹ drooggewicht.)					
		Cd ¹	Pb ¹	Cu ²	Zn ¹	As ²	Hg ¹
Beweid Grasland	Koeien	1.1	11	35	284	2.3	0.11
Beweid Grasland	Schapen	1.1	11	15	284	2.3	0.11
Veevoeder	Snijmaïs	1.1	11	35	284	2.3	0.11
Gewassen	Suikerbiet	1.1	11	85	284	2.3	0.11
Akkerbouw	Tarwe	0.12	0.24	24	-	1	0.035
	Aardappel	0.42	0.42	13	-	0.42	0.13
Groente teelt	Sla	4.0	6.0	400	-	2.0	0.60
	Andijvie	3.3	5.0	333	-	1.6	0.50
Fruitteelt	Appel	0.36	0.71	143	-	0.71	0.07

¹ Voor gras, snijmaïs en suikerbiet betreffen dit veevoedernormen en voor tarwe, aardappel, sla, andijvie en appel betreffen dit Warenwetten. De veevoedernormen zijn origineel op basis van 12% vochtgehalte en daarmee herleid naar drooggewicht. De Warenwetten zijn origineel op basis van het versgewicht. Bij omrekening naar drooggewicht is rekening gehouden met de volgende gewichtspersentages: tarwe: 85% voor de korrel (eetbare deel voor de mens), aardappel: 24% voor de knol (eetbare deel), sla: 5%, spinazie en andijvie: 6% en appel: 14%. Voor Hg zijn de Warenwetten recent niet meer van toepassing verklaard.

² Voor gras, snijmaïs en suikerbiet betreffen dit veevoedernormen, en voor tarwe, aardappel, sla, spinazie en appel betreffen dit normen gebaseerd op de regeling "Residuen in bestrijdings-middelen".

Tabel A7.2 Overzicht van kritische gehalten in relatie tot fytotoxiciteit op basis van het drooggewicht voor de verschillende onderscheiden vormen van bodemgebruik.

Land Gebruik	Gewas	Kritisch fytotoxisch gehalte (mg.kg ⁻¹ drooggewicht)							
		Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Cr	As	Hg
Beweid Grasland	Gras	30 ^d	67 ^h	15 ^b	100 ^h	7 ^b	1 ^d	2 ^g	3 ^h
Veevoeder	Snijmaïs	25 ^d	38 ^h	15 ^d	100 ^d	3 ^f	6 ^f	1 ^g	0.6 ^h
Gewassen	Suikerbiet	5 ^a	-	17 ^d	100 ^d	10 ^a	5 ^a	5 ^a	1 ^a
Akkerbouw	Tarwe	4 ^d	-	10 ^b	108 ^d	8 ^d	2.4 ^h	5 ^a	4.6 ^h
	Aardappel	5 ^a	13 ^h	20 ^b	250 ^c	190 ^h	5 ^a	5 ^a	1 ^a
								(0.2 ^g)	
Groente	Sla	10 ^c	140 ^{ch}	15 ^d	98 ^h	20 ^d	5 ^a	5 ^a	1 ^a
Teelt	Andijvie	15 ^d	17 ^h	25 ^d	330 ^d	10 ^d	5 ^a	5 ^a	1 ^a
Fruitteelt	Appel	5 ^a	-	20 ^a	100 ^a	10 ^a	5 ^a	5 ^a	1 ^a
Algemeen	Niet specifiek	5-30 ^a	3- 300 ^a	20- 100 ^a	100- 400 ^a	10- 100 ^a	5-30 ^a	5-20 ^a	1-3 ^a

Voor alle gewassen betreffen dit ondergrenzen van ranges in fytotoxische gehalten, gebaseerd op

- a Tabel 25 pg. 57. Kabata-Pendias en Pendias (1992)
- b Mortvedt *et al.* (1991)
- c Smilde (1976)
- d MacNicol en Beckett (1985), gehalte bij 10% daling van opbrengst
- e Dijkshoorn *et al.* (1979), gehalte bij 10% daling van opbrengst
- f Chang *et al.* (1992), gehalte bij 50% daling van opbrengst
- g Sheppard (1992) gehalten bij verschillende % daling van opbrengst
- h Sauerbeck (1983) gehalten bij verschillende % daling van opbrengst

Tabel A7.3 Overzicht van normen voor organische *stoffen* in gewassen voor de verschillende onderscheiden vormen van bodemgebruik in relatie tot voedselveiligheid (¹Veevoedernormen, en ²Regeling residuen in bestrijdingsmiddelen). Alle gehalten op basis van het drooggewicht.

Land Gebruik	Norm (mg.kg ⁻¹)			
	Aldrin en dieltrin	Endrin	PAK	² som van p.p'-DDT, o.p'-DDT, p.p'- DDE en p.p'-TDE uitgedrukt als DDT
Grasland/ Veevoeder	0,01 ^{1,2}	0,01 ^{1,2}	-	0,05
Gewassen				
Akkerbouw/tuin bouw	0,01 ²	0,01 ²	-	0,05
Fruitteelt	0,05 ²	0,01 ²	-	0,05

II Kritische productnormen voor landbouwhuisdieren

Normen voor landbouwhuisdieren zijn gegeven in de tabellen A7.4 –A7.8 voor respectievelijk metalen en organische microverontreinigingen. Meer achtergrondinformatie is gegeven in De Vries *et al.* (2003) en (Otte, 2001).

Tabel A7.4 Overzicht van normen voor anorganische stoffen in dierlijke producten en dierlijke organen stoffen voor runderen en schapen in relatie tot voedselveiligheid. Normen voor Cd, Pb, As en Hg (EU, 2001) en richtwaarden voor As (VHI, 1997).

Dier	Orgaan	Norm of richtwaarde (mg.kg ⁻¹)			
		Cd ¹	Pb ¹	As ²	Hg ¹
Rund	Nier	1.0 (2.5)	0.5 (1)	0.5	(0.05)
	Lever	0.5	0.5 (1)	0.5	(0.05)
	Vlees	0.05	0.1 (0.3)	0.1	(0.05)
	Melk	(0.005)	0.02 (0.05)	-	(0.01)
Schaap	Nier	1.0	0.5	0.5	(0.05)
	Lever	0.5	0.5	0.5	(0.05)
	Vlees	0.05	0.1	0.1	(0.05)
	Melk	-	0.02	-	(0.01)

¹ Indien gewijzigd, dan worden de oude normen voor Cd en Pb tussen haakjes gegeven. Bron van de oude normen: Staatscourant (1999). Voor Hg zijn de Warenwetnormen recent niet meer van toepassing verklaard. Voor schapen zijn in het geheel geen Warenwetnormen gegeven maar die zijn gelijk verondersteld aan die van rund, varken en kip.

² In Nederland zijn geen grenswaarden vastgesteld voor arseengehalten in dierlijke producten, maar er zijn wel richtwaarden (Veterinaire Milieuhygiënewijzer (1997) van de Veterinaire Inspectie van de Volksgezondheid). Ook voor vanadium en chroom gelden adviezen. Voor Cr is het advies 1000 mg.kg⁻¹ chroomoxide of chroomchloride. Door de geringe toxiciteit en het ontbreken van overdrachtfactoren is Cr niet meegenomen.

³ (EU, 2001)

Tabel A7.5 Overzicht van gehalten voor aan Cd, Pb, As en Hg in producten en organen van runderen en schapen in relatie tot dieergezondheid (Puls, 1988).

Dier	Orgaan	Gehalten in mg.kg ⁻¹ versgewicht ²			
		Cd	Pb	As	Hg
Rund	Nier	5	3	1.5	14
	Lever	1.4	2	1	2
	Vlees	0.02	-	-	-
	Melk	2	0.05	-	-
Schaap	Nier	4	5	18	1
	Lever	2	5	7	4
	Vlees	-	0.1	-	-

Tabel A7.6 Overzicht van toelaatbare dagelijkse inname van metalen voor runderen in relatie tot dieergezondheid (Bron: Ma *et al.*, 2001 voor algemeen en Puls, 1988 voor nier, lever en vlees)

Dier	Orgaan	TDI (mg. dag ⁻¹)					
		Cd	Pb	Cu	Zn	As	Hg
Rund	Algemeen	63	2380	469	25900	3500	28
	Nier	29	604	-	-	375	380
	Lever	44	857	-	-	447	219
	Vlees	105	-	-	-	-	-
	Min	29	604	469	25900	375	28
Schaap	Nier	5	-	-	-	-	5.6
	Lever	2.8	-	-	-	-	182
	Vlees	-	-	-	-	-	-
	Min	2.8	-	-	-	-	5.6

abel A7.7 Overzicht van normen voor organische microverontreinigingen in dierlijke producten voor verschillende diersoorten in relatie tot voedselveiligheid (Regeling residuen van bestrijdingsmiddelen ^{a)})

Dier	Product	Norm (mg.kg ⁻¹)			
		Aldrin of dieldrin ^c	Endrin	PAK	som van p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE en p,p'-TDE; uitgedrukt als DDT
Rund	Vlees	0,2	0,05	-	1,0
	Melk ^b	0,006	0,0008	-	0,04
Schaap	Vlees	0,2	0,05	-	1,0
	Melk ^b	0,006	0,0008	-	0,04
Varken	Vlees	0,2	0,05	-	1,0
Kippen	Vlees	0,2	0,05	-	1,0
	Eieren	0,02	0,005	-	0,05

^a Staatscourant (2001) Wijziging Regeling residuen van bestrijdingsmiddelen van 20 december 2001, nr. 250, Den Haag. Staatscourant (2001) Regeling Residuen van bestrijdingsmiddelen, Bijlage II, zoals laatstelijk gewijzigd bij regeling van 20 december, nr. 247, Den Haag

^b Bij melk is de norm uitgedrukt op basis van het product.

^c Aldrin en dieldrin afzonderlijk of gezamenlijk uitgedrukt als dieldrin

Tabel A7.8 Overzicht van toelaatbare dagelijkse innames voor organische microverontreinigingen door runderen in relatie tot diergezondheid (Otte, 2001)

stof	TDI (mg.kg ⁻¹ .d ⁻¹)
aldrin	1,0·10 ⁻⁴
dieldrin	1,0·10 ⁻⁴
endrin	2,0·10 ⁻⁴
DDT	5,0·10 ⁻⁴
DDE	5,0·10 ⁻⁴
DDD	5,0·10 ⁻⁴
naftaleen	4,0·10 ⁻²
antraceen	4,0·10 ⁻²
fenantreen	4,0·10 ⁻²
fluoranteen	5,0·10 ⁻⁴
benzo[a]antraceen	5,0·10 ⁻⁵
chryseen	5,0·10 ⁻⁴
benzo[a]pyreen	5,0·10 ⁻⁶
benzo[ghi]peryleen	3,0·10 ⁻²
benzo[k]fluoranteen	5,0·10 ⁻⁵
indeno[1,2,3-cd]pyreen	5,0·10 ⁻⁵

II Kritische productnormen voor aquatische organismen

Normen voor landbouwhuisdieren zijn gegeven in de tabellen A7.9 –A7.10.

Tabel A7.9 Maximale gehalten aan cadmium, lood en kwik en PCB's in schelpdieren en vis (Warenwetnormen)

	Warenwetnormen voor tweekleppige weekdieren Mg/kg vers (op productbasis)	Warenwetnormen voor vlees van visserijproducten mg/kg vers (op productbasis)
Cadmium	1,0	0,05
Kwik	-	0,5
Lood	1,0	0,2
PCB 118	-	0,08
PCB 153	-	0,1

Tabel A7.10 Kritische waterconcentraties voor gezondheid van vissen en schelpdieren.

Gecombineerde dataset zoet- en zoutwater organismen.				
Stof	Vis		Schelpdier	
	HC5	Laagste NOEC	HC5	Laagste NOEC
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Arseen	63	76	-	-
Cadmium	*	*	*	*
Chroom III	-	88	-	-
Chroom VI	21	10	-	110
Koper	0,88	0,06	0,8	0,5
Kwik				
- anorganisch-kwik	*	*	*	*
- methyl-kwik	0,0092	0,07	-	0,3
Lood	21	20	-	12
Nikkel	-	104	-	-
Zink	15	44	3,9	19
Benzo(a)pyreen	-	6,3	-	-
Benzo(k)fluorantheen	-	0,36	-	-
Chryseen	-	9	-	19
Fenanthreen	-	42	-	-
Fluorantheen	-	12	-	-
Naftaleen	96	260	-	-
DDT	-	0.35	-	-
Dieldrin	0,016	0,1	-	10
Aldrin	-	3,3	-	83
Endrin	0,11	0,12	-	25
Pentachloorbenzeen	-	34	-	-
Alleen dataset zoetwater organismen				
	Vis		Schelpdier	
	HC5	Laagste NOEC	HC5	Laagste NOEC
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Cadmium	0,77	1,3	-	2,5
Anorganisch-kwik	-	0,3	-	45
Alleen dataset zoutwater organismen				
	Vis		Schelpdier	
	HC5	Laagste NOEC	HC5	Laagste NOEC
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Cadmium	-	45	-	5
Anorganisch-kwik	-	10	0,25	0,14

Aanhangsel 8 Bodem–plant relaties en bioaccumulatiefactoren voor cadmium, lood, koper, zink, arseen en kwik

De gebruikte basisgegevens en literatuur

Dit overzicht is gebaseerd op een tweetal publicaties over bodem-plant relaties waarmee gehalten aan metalen in gewassen te berekenen op basis van gehalten in de bodem en bodemeigenschappen, Versluijs en Otte (2001) en Römken *et al.* (in prep). Omdat het overzicht van Versluijs en Otte (2001) betrekking heeft op consumptiegewassen die direct door mensen gegeten worden ontbreken in dit overzicht de gewassen tarwe, maïs, biet en appel. In beide overzichten zijn gegevens opgenomen over aardappel, sla, spinazie. De relaties die gegeven zijn door Römken *et al.* (in prep) zijn afgeleid van een tweetal databases waarin uitsluitend Nederlandse bodems voorkomen. Versluijs en Otte (2001) hebben tevens gebruik gemaakt van data uit de internationale literatuur.

In het algemeen kan gesteld worden dat de beschikbaarheid van gegevens niet gelijkelijk verdeeld is over alle metalen. Voor Ni en Cr zijn er geen gegevens beschikbaar anders dan die uit de literatuur. Daarnaast bestaan er ook weinig tot geen gegevens over metaalgehalten in sierteelt gewassen in relatie tot bodemkwaliteit.

De kwaliteit van de relatie tussen gewas en bodemgehalte loopt sterk uiteen loopt voor de hier benoemde metalen. In het algemeen geldt dat voor metalen als Cd, Zn en in mindere mate Cu redelijk tot goed overdrachtsrelatie gevonden worden terwijl voor Pb, As en Hg vaak geen of slechts zeer beperkte relaties gevonden worden.

Algemene toelichting op de tabellen

Per metaal zal hierna ingegaan worden of er een bodem-plant relatie is en zo ja waarop deze is gebaseerd: Römken *et al.* (in prep) of Versluijs en Otte (2001). Alle relaties zijn in de vorm:

$$\log(\text{Me}_p) = a + b \cdot \text{pH} + c \cdot \log(\text{org. stof}) + d \cdot \log(\text{klei}) + n \cdot \log(\text{Me}_b) \quad (\text{A8.1})$$

met

Me_p = metaalconcentratie in plant ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.s.)

Me_b = metaalconcentratie in bodem (grond) ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.s.)

De bodem – plant relaties die cursief gedrukt staan hebben een R^2 lager dan 0.5. Bij lagere waarden wordt de bodem plant relatie niet meer toegepast vanwege een te geringe voorspellende waarde van de variatie in het gewasgehalte. Dit is ook het geval wanneer het gemeten gewas gehalte altijd ver beneden de norm blijft. In die situatie worden bioaccumulatiefactoren (BAFs) gebruikt. Alle BAF coëfficiënten zijn berekend als:

$$\text{BAF}_p = \text{Me}_p / \text{Me}_b \quad (\text{A8.2})$$

Ook voor die gewassen waarvoor een goede bodem plant relatie is gevonden (i.e. met name voor Cd en Zn) zijn de BAF gegevens voor de volledigheid gegeven.

De BAF wordt alleen voor die metalen gebruikt waarbij de t waarde in de relatie tussen plantgehalte en bodemgehalte hoger is dan *... Wanneer de t waarde lager is, veelal als de gewasgehalten slechts een minimale spreiding vertonen, is het gebruik van een BAF niet realistisch en wordt bij doorvergiftiging uitgegaan van een (maximaal) aangetroffen gewas gehalte. Wanneer het metaalgehalte in het gewas in die situatie altijd beneden de norm blijft is het kritische bodemgehalte gelijk gesteld aan het maximale gemeten metaalgehalte in de bodem. Om een indruk te krijgen van de mate waarin metaalgehalten in de dataset de norm

overschrijden is in Tabel A8.1. allereerst een vergelijking gegeven van de norm en het gemeten maximum gehalte in gewassen.

Uit de tabel blijkt dat met name voor Zn, As en Hg veelal sprake is van sterke tot zeer sterke overschrijdingen van de gewasnorm. Bij Cu liggen de maximale gehalten er veelal vlak tegenaan, terwijl voor Cd en in mindere mate Pb regelmatig sprake is van overschrijdingen. Dit laat zien dat alleen voor de twee laatste metalen bodemnormen kunnen worden berekend die onder de aangetroffen metaalgehalten in de bodem liggen.

Resultaten en gevolgtrekking voor omrekening van plantgehalte naar bodemgehalte

Voor Cd geldt dat in de hier gebruikte datasets gewas gehalten voorkomen die de norm overschrijden (m.u.v. spinazie, geen enkele waarneming overschrijdt de Warenwet norm). Dat betekent dat de relatie gebruikt kan worden om kritische bodemgehalten uit te rekenen. Voor de meeste gewassen (m.u.v. aardappel en spinazie) worden redelijke vergelijkingen gevonden.

Voor lood geldt dat voor veel gewassen geen relatie tussen bodem en gewas eigenschappen gevonden wordt. Dat komt waarschijnlijk doordat (i) in het bodemvocht lood voor meer dan 99% in organische gecomplexeerde vorm aanwezig is waardoor de opname gering is, (ii) de mogelijke effecten van atmosferische depositie van lood die de verschillen in opname kan doen afnemen en (iii) het feit dat lood geen essentieel element is en veel gewassen in staat zijn lood effectief buit te sluiten. Dit alles sluit dus het gebruik van realistische bodem plant relaties uit. Om toch een risico grens in te bouwen is gebruik gemaakt van de BAF waarvan in Tabel A8.5. zowel de mediane waarde als het 80 en 95 percentiel is gegeven.

Voor koper geldt dat er alleen data uit het maasoever bestand gebruikt zijn omdat dit element niet is gemeten in het landelijk bestand (Wiersma *et al.*, 1985). Opvallend is dat de BAFs van de verschillende gewassen elkaar niet veel ontlopen, de mediane overdrachtscoëfficiënt ligt tussen veelal tussen de 0,13 en 0,34 (Tabel A8.7.). Blijkbaar handhaven de hier onderzochte gewassen een zelfde interne gehalte uitgedrukt per gram droge stof wat erop wijst dat dit gerelateerd is aan de behoefte aan koper, waarbij overmaat vermeden wordt. In het algemeen kan geconstateerd worden dat de bodem plant relaties matig van kwaliteit zijn. Dat komt enerzijds doordat de range in gewas gehalten gering is en anderzijds doordat er een sterke interne regulatie optreedt. Ook bij die functies waarbij wel een redelijke R^2 wordt gevonden moet worden bedacht dat de norm vaak hoger ligt dan de gehalten die zijn aangetroffen in het databestand. Omdat de coëfficiënt voor het gehalte vaak duidelijk minder dan 1 is (bijvoorbeeld 0,20 voor maïs) betekent dat een zeer sterke extrapolatie om een kritisch gehalte in de bodem te berekenen. Gebruik van BAF waarden is voor koper dan de beste oplossing, voor zover die significant zijn.

Voor zink geldt in hoge mate dat de gemeten Zn gehalten in het gewas vele malen lager zijn dan de fytotox waarden (hoogste gewas gehalte aangegeven met Q_{max}). Voor Zn geldt voor alle gewassen dat de hier gevonden relaties afgeleid zijn van datasets waarin de fytotox norm niet wordt overschreden. Dat betekent dat gebruik van een fytotox norm in de orde van grootte van enkele honderden ppm op droge stof basis leidt tot extrapolatie van de vergelijking. Daarom is per gewas aangegeven (= Q_{max}) wat de hoogst gemeten gewasconcentratie is geweest die is aangetroffen. Ook gebruik van een BAF (Tabel A4.9.) leidt daarom per definitie tot een zeer hoge schatting van de kritieke bodemconcentratie. Daarom is bij zink ervoor gekozen om de hoogste aangetroffen waarde in de dataset als norm te gebruiken.

Voor arseen (As) en voor kwik (Hg) geldt dat er geen functioneel verband tussen bodem en gewas gevonden wordt ($R^2 < 0,2$). Daarom zijn voor deze metalen alleen de BAF waarden berekend op basis van de beschikbare gegevens van zowel Maasoever als Landelijk bestand. Voor nikkel en chroom geldt dat deze niet gemeten zijn in het landelijk bestand noch in het Maasoever bestand. Omdat ook in het overzichtsrapport van Versluijs en Otte geen data voor

chromium gegeven worden, moet worden geconcludeerd dat er voor dit metaal geen materiaal voorhanden is op basis waarvan nieuwe verbeterde bodemafhankelijk gehalten afgeleid zouden kunnen worden. Voor Ni worden door Versluijs en Otte een aantal BAF waarden gepresenteerd. Hieruit blijkt dat al dat de hoeveelheid aan gegevens dermate gering is (zowel wat betreft het aantal gewassen als ook het aantal datapunten per gewas) dat op grond van deze gegevens ook geconcludeerd moet worden dat voor nikkel eveneens geen nieuwe BGWs voor landbouw af te leiden zijn.

Tabel A8.1. Vergelijking van norm met gemeten maximum gehalte in gewassen (alle gegevens op basis van droge stof, gehanteerde ds gehalten zijn: 13% (gras), 60% (maïs), 25% (suikerbiet), 85% (tarwe), 24% (aardappel), 5% (sla), 6% (andijvie) en 14% (appel)).

Land Gebruik	Gewas	Metaal		Pb		Cu		Zn		As		Hg	
		Norm	Max	Norm	Max	Norm	Max	Norm	Max	Norm	Max	Norm	Max
Grasland	Gras	1	0.93	10	9.8	12	21.5	210 (100)	133	2	1.11	0.1	0.095
Veevoeder	Snijmaïs	1	6.10	10	4.1	20	7.0	460 (100)	174	2	0.47	0.1	0.028
Gewassen	Suikerbiet	1	3.20	10	10.8	20	19.4	670 (100)	343	2	1.80	0.1	0.300
Akkerbouw	Tarwe	0.12	0.58	0.24	2.6	20	6.7	560 (100)	94	5?	0.34	0.035	0.034
	Aardappel	0.42	0.42	0.42	0.8	3 (20)	16.9	250 (100)	25	0.42	0.19	0.13	0.077
Groente teelt	Sla	4.0	8.86	6.0	16.7	20	16.0	419 (100)	203	2.0	3.30	0.60	0.260
	Andijvie	3.2	8.76	4.8	3.6	20	16.6	340 (100)	353	1.6	0.29	0.50	0.056
Fruiteelt	Appel	0.36	0.044	0.71	0.88	20	-	-(100)	-	0.71	1.50	0.07	0.019

rood: $Q_{\max \text{ plant}} < \text{norm}$

rood en vet: $Q_{\max \text{ plant}} < 0.5 * \text{norm}$

Tabel A8.2. Bodem – plant relaties voor Cadmium

Land Gebruik	Gewas	a	n (Cd _b)	b (pH)	c (klei)	d (OM)	R ²	se(Y)	N	Q _{max} ¹	bron
Beweid grasland	Gras	0.17	0.49	-0.12	-	-0.28	0.53	0.22	115	0.93 ²	Römkens
Veevoer	Maïs	0.90	1.08	-0.21	-0.32	-	0.62	0.26	39	6.10	Römkens
	Suikerbiet	1.33	0.62	-0.22	-0.13	-	0.83	0.15	112	3.20	Römkens
Akkerbouw	Tarwe	0.35	0.76	-0.15	-	-0.39	0.72	0.17	75	0.58	Römkens
	Aardappel	-	0.49	-0.12	-	-0.15	0.31	0.12	118	0.42	Römkens
Groenteteelt	Aardappel	-0.86	0.36	0.06	-0.27	-0.13	0.35	-	103	3.8	Versluijs
	Sla	2.55	0.85	-0.33	-0.19	-0.39	0.71	0.16	152	8.86	Römkens
	Sla	1.00	0.28	-0.18	0.16	-0.19	0.30	-	125	2.49	Versluijs
	Andijvie	3.18	0.94	-0.41	-0.33	-0.46	0.59	0.19	52	8.76	Römkens
	Andijvie	0	0.42	-0.10	0.30	0.10	0.28	-	93	3.88	Versluijs
Fruit	Spinazie ¹	1.13	0.16	-0.18	0.39	-0.52	0.30	0.22	82	2.30	Römkens
	Spinazie	1.3	0.28	-0.22	0.37	-0.64	0.34	-	-	3.15	Versluijs
Fruit	Appel	-	-	-	-	-	-	-	99	0.044	Römkens
Sierteelt	Bomen/bollen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ maximale gemeten *plant* gehalte dat in de databases aangetroffen is

² maximale plantgehalte < norm in landelijk bestand

Tabel A8.3. De 50, 80 en 95 percentielwaarden voor plantgehalten en bioaccumulatiefactoren (BAF waarden) voor cadmium

Land gebruik	Gewas	Grondsoort	N	Plant50	Plant 80	Plant 95	BAF 50	BAF 80	BAF 95
Beweid grasland	Gras	Zand	27	0.093	0.16	0.35	0.24	0.41	0.92
	Gras	Klei	56	0.22	0.41	0.77	0.12	0.25	0.47
	Gras	Veen	32	0.11	0.16	0.38	0.15	0.22	0.26
Veevoer	Gras	Totaal	115	0.13	0.28	0.65	0.17	0.29	0.48
	Maïs	Zand	42	0.23	0.30	0.51	0.80	1.1	1.9
	Maïs	Klei	40	0.30	0.54	2.4	0.16	0.39	0.86
	Maïs	Veen	1	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Totaal	83	0.24	0.39	0.91	0.50	1.0	1.6
	Suikerbiet	Zand	24	0.46	0.83	1.3	1.0	2.3	3.5
	Suikerbiet	Klei	88	0.61	1.2	1.9	0.50	0.78	1.1
	Suikerbiet	Veen	-	-	-	-	-	-	-
Akkerbouw	Suikerbiet	Totaal	112	0.56	1.1	1.8	0.56	0.94	2.2
	Tarwe	Zand	7	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Klei	96	0.10	0.27	0.49	0.19	0.33	0.50
	Tarwe	Veen	4	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Totaal	107	0.10	0.27	0.50	0.20	0.33	0.50
	Aardappel	Zand	23	0.14	0.18	0.23	0.38	0.56	0.79
	Aardappel	Klei	94	0.13	0.18	0.27	0.23	0.50	0.87
	Aardappel	Veen	1	-	-	-	-	-	-
	Aardappel	Totaal	118	0.13	0.18	0.26	0.25	0.50	0.85
	Groenteteelt	Sla	Zand	46	1.0	2.1	2.7	2.3	4.5
Sla		Klei	95	1.4	2.5	3.7	1.1	2.3	4.7
Sla		Veen	11	0.52	1.0	1.4	0.58	1.4	1.7
Sla		Totaal	152	1.2	2.2	3.4	1.6	2.9	5.9
Andijvie		Zand	9	-	-	-	-	-	-
Andijvie		Klei	43	1.5	2.3	4.7	0.58	2.1	3.2
Andijvie		Veen	-	-	-	-	-	-	-
Andijvie		Totaal	52	1.6	2.3	4.3	1.0	2.7	5.2
Fruitteelt	Appel	Zand	18	0.008	0.012	0.017	0.027	0.056	0.093
	Appel	Klei	81	0.007	0.012	0.018	0.015	0.026	0.042
	Appel	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Appel	Totaal	99	0.008	0.012	0.018	0.016	0.027	0.060

Tabel A8.4. Bodem-plant relaties voor lood.

Land Gebruik	Gewas	a	n (Pb _b)	b (pH)	c (klei)	d (OM)	R ²	se(Y)	n	Q _{max}	bron
Beweid grasland	Gras	-	-	-	-	-	-	-	116	9.8	Römkens
Veevoer	Maïs	-	-	-	-	-	-	-	85	4.1	Römkens
	Suikerbiet ³	-0.64	0.39	0.09	-	-0.36	0.28	0.15	64	10.8	Römkens
Akkerbouw	Tarwe	0	1.14	-0.25	-	-1.42	0.24 ²	0.44	25	2.6	Römkens
	Aardappel	-1.4	2.02	-0.29	-0.66	-0.77	0.55	0.22	118	0.8	Römkens
	Aardappel	-2.0	0.67	0.12	-0.50	-0.02	0.67	-	113	15.4 [?]	Versluijs
Groenteteelt	Sla	-0.65	0.59	-	-0.30	-	0.40	0.20	151	16.7 ¹	Römkens
	Sla	-0.60	0.90	-0.07	-0.19	-0.34	0.36	-	156	13.8	Versluijs
	Spinazie	1.1	0.16	-0.18	0.39	-0.52	0.30	0.23	82	4.5	Römkens
	Spinazie	-0.12	0.36	-0.03	-0.23	0.25	0.34	-	80	4.5	Versluijs
	Andijvie	-0.28	0.62	-0.15	-	-	0.30	0.25	52	3.6	Römkens
	Andijvie ⁴	1.9	0.52	-0.17	-0.8	-0.68	0.42	-	89	7.4	Versluijs
Fruit	Appel	-	-	-	-	-	-	-	99	0.88	Römkens
Sierteelt	Bomen/bollen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Waarde > 10 mg kg (Warenwet bij 5% droge stof), rest < 10; deze vergelijking levert onrealistisch hoge Pb gehalten op (2000 ppm mediane schatting)

² Ondanks de lage voorspellende waarde blijkt dat deze vergelijking een groot aantal van de overschrijdingen van de gewaskwaliteit goed voorspelt. Van de 14 overschrijdingen van de norm voor tarwe worden er 11 teruggevonden (berekende kritische Pb gehalten in de bodem zijn lager dan gemeten lood gehalten)

³ Gezien de relatief kleine range in Pb gehalte en de lage waarde van de coëfficiënt voor Q (0.39) worden bij toepassing van de vergelijking erg hoge kritische loodgehalten gevonden. Geadviseerd wordt derhalve te werken met een grondonafhankelijke BAF.

⁴ Toepassing van deze relatie op het maasoever bestand leidt tot grote overschrijding van het gewasgehalte.

Tabel A8.5. De 50, 80 en 95 percentielwaarden voor plantgehalten en bioaccumulatiefactoren (BAF waarden) voor lood

Land gebruik	Gewas	Grondsoort	N	Plant50	Plant 80	Plant 95	BAF 50	BAF 80	BAF 95
Beweid grasland	Gras	Zand	27	2.2	3.2	4.7	0.12	0.22	0.26
	Gras	Klei	57	2.2	3.3	7.8	0.024	0.085	0.13
	Gras	Veen	32	2.1	2.8	4.3	0.032	0.043	0.070
	Gras	Totaal	116	2.2	3.2	5.3	0.037	0.10	0.21
Veevoer	Maïs	Zand	42	2.1	2.7	3.7	0.13	0.23	0.31
	Maïs	Klei	42	1.6	2.1	2.7	0.018	0.065	0.11
	Maïs	Veen	1	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Totaal	85	1.8	2.3	3.3	0.065	0.17	0.27
	Suikerbiet	Zand	23	3.2	3.9	5.1	0.15	0.27	0.91
	Suikerbiet	Klei	89	3.3	4.3	6.2	0.061	0.16	0.26
	Suikerbiet	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Suikerbiet	Totaal	112	3.3	4.2	6.0	0.070	0.18	0.28
Akkerbouw	Tarwe	Zand	7	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Klei	78	0.18	0.50	1.8	0.008	0.015	0.027
	Tarwe	Veen	4	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Totaal	89	0.19	0.48	1.6	0.0070	0.014	0.027
	Aardappel	Zand	23	0.10	0.19	0.48	0.0042	0.0078	0.016
	Aardappel	Klei	94	0.12	0.20	0.32	0.0044	0.0075	0.013
	Aardappel	Veen	1	-	-	-	-	-	-
	Aardappel	Totaal	118	0.11	0.20	0.32	0.0044	0.0077	0.013
Groenteteelt	Sla	Zand	46	1.7	2.5	3.2	0.050	0.073	0.22
	Sla	Klei	95	1.8	2.6	4.8	0.019	0.039	0.14
	Sla	Veen	11	2.0	3.3	16.0	0.010	0.032	0.091
	Sla	Totaal	152	1.8	2.6	3.6	0.024	0.060	0.16
	Andijvie	Zand	9	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Klei	43	1.3	1.8	2.5	0.011	0.020	0.032
	Andijvie	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Totaal	52	1.3	1.6	2.1	0.014	0.021	0.032
Fruitteelt	Appel	Zand	18	0.43	0.49	0.65	0.021	0.028	0.048
	Appel	Klei	81	0.34	0.45	0.67	0.011	0.016	0.027
	Appel	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Appel	Totaal	99	0.35	0.46	0.67	0.013	0.018	0.029

Tabel A8.6. Bodem-plant relaties voor koper.

Land Gebruik	Gewas	A	n (Cu _b)	b (pH)	C (klei)	D (OM)	R ²	se(Y)	n	Q _{max}	Bron
Beweid grasland	Gras ¹	1.4	0.83	-0.18	-	-0.65	0.37	0.08	33	22	Römkens
Veevoer	Maïs	0	0.20	0.07	-0.11	-	0.40	0.09	36	7.0	Römkens
	Suikerbiet	0.73	0.30	-0.03	-	-	0.39	0.08	63	19	Römkens
Akkerbouw	Tarwe	0.65	0.16	-0.03	-	-	0.21	0.07	18	6.7	Römkens
	Aardappel	-	-	-	-	-	-	-	25	17	Römkens
	Aardappel	-	-	-	-	-	-	-	7	14	Versluijs
Groenteteelt	Sla	0.70	0.42	-0.06	-	-	0.42	0.09	47	16	Römkens
	Sla	-	-	-	-	-	-	-	6	16	Versluijs
	Andijvie	-	-	-	-	-	-	-	52	17	Römkens
Fruit	Appel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sierteelt	Bomen/bollen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Bodem-plant relatie voor gras geeft slechte fit.

Tabel A8.7. De 50, 80 en 95 percentielwaarden voor plantgehalten en bioaccumulatiefactoren (BAF waarden) voor koper

Land gebruik	Gewas	Grondsoort	N	Plant50	Plant 80	Plant 95	BAF 50	BAF 80	BAF 95
Beweid grasland	Gras	Zand	1	-	-	-	-	-	-
	Gras	Klei	32	12	14	20	0.19	0.37	0.63
	Gras	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Gras	Totaal	33	12	14	20	0.19	0.37	0.63
Veevoer	Maïs	Zand	7	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Klei	32	4.1	4.7	6.6	0.13	0.16	0.23
	Maïs	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Totaal	39	4.0	4.7	6.5	0.14	0.22	0.30
	Suikerbiet	Zand	8	-	-	-	-	-	-
	Suikerbiet	Klei	56	9.5	12	14	0.31	0.43	0.53
	Suikerbiet	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Suikerbiet	Totaal	64	8.9	12	14	0.32	0.47	0.67
Akkerbouw	Tarwe	Zand	-	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Klei	18	5.2	6.0	6.6	0.18	0.25	0.31
	Tarwe	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Totaal	18	5.2	6.0	6.6	0.18	0.25	0.31
	Aardappel	Zand	5	-	-	-	-	-	-
	Aardappel	Klei	20	4.2	5.2	14	0.19	0.28	0.47
	Aardappel	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Aardappel	Totaal	25	4.1	5.2	13	0.20	0.32	0.55
Groenteteelt	Sla	Zand	15	7.3	9.0	10	0.53	0.75	0.94
	Sla	Klei	62	10	12	15	0.28	0.45	0.65
	Sla	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Sla	Totaal	77	9.3	12	15	0.34	0.49	0.83
	Andijvie	Zand	9	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Klei	43	9.2	12	15	0.25	0.41	0.64
	Andijvie	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Totaal	52	9.0	11	15	0.30	0.51	0.67

Tabel A8.8. Bodem-plant relaties voor zink

Land Gebruik	Gewas	A	n (Zn _b)	b (pH)	c (klei)	d (OM)	R ²	se(Y)	n	Q _{max}	bron
Beweid grasland	Gras ¹	2.06	0.41	-0.09	-1.05	1.09	0.49	0.11	20	133	Römkens
Veevoer	Maïs	3.05	0.64	-0.31	-0.61	-	0.67	0.12	39	174	Römkens
	Suikerbiet	2.69	1.13	-0.41	-0.37	-0.71	0.67	0.14	64	343	Römkens
Akkerbouw	Tarwe ¹	1.32	0.45	-0.06	-0.24	-	0.56	0.09	15	94	Römkens
	Aardappel ¹	0	0.68	-0.09	0.41	-0.64	0.74	0.04	24	25	Römkens
	Aardappel	3	0.33	-0.04	-2.1	0.5	0.96	-	12	172	Versluijs
Groenteteelt	Sla	2.76	0.34	-0.21	-0.26	-	0.71	0.08	77	203	Römkens
	Sla	2.0	0.90	-0.30	-	-	0.11	-	6	104	Versluijs
	Andijvie	3.17	0.52	-0.31	-0.23	-0.38	0.74	0.10	52	353	Römkens
Fruit	Appel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sierteelt	Bomen/bollen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹: Zn gehalte gewas veel lager dan fyto-tox norm, hier vermelde relaties zijn veelal afgeleid voor kalkloze gronden, dwz alle gronden met kalk zijn weggelaten bij de regressie analyse.

Tabel A8.9. De 50, 80 en 95 percentielwaarden voor plantgehalten en bioaccumulatiefactoren (BAF waarden) voor zink

Land gebruik	Gewas	grondsoort	N	Plant50	Plant 80	Plant 95	BAF 50	BAF 80	BAF 95
Beweid grasland	Gras	Zand	1	-	-	-	-	-	-
	Gras	Klei	32	71	97	132	0.10	0.32	0.38
	Gras	Veen	-	-	-	-	-	-	-
Veevoer	Gras	Totaal	33	71	97	131	0.11	0.32	0.38
	Maïs	Zand	7	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Klei	32	66	101	172	0.21	0.33	0.48
	Maïs	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Totaal	39	59	94	170	0.26	0.47	0.95
	Suikerbiet	Zand	8	-	-	-	-	-	-
	Suikerbiet	Klei	56	85	136	249	0.33	0.72	1.2
Akkerbouw	Suikerbiet	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Suikerbiet	Totaal	64	87	138	268	0.38	0.76	1.7
	Tarwe	Zand	-	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Klei	18	50	63	86	0.18	0.26	0.42
	Tarwe	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Totaal	18	50	63	86	0.18	0.26	0.42
	Aardappel	Zand	5	-	-	-	-	-	-
Groenteteelt	Aardappel	Klei	20	15	20	22	0.10	0.13	0.18
	Aardappel	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Aardappel	Totaal	25	16	21	23	0.11	0.21	0.40
	Sla	Zand	15	108	123	190	1.2	1.4	2.7
	Sla	Klei	62	90	113	161	0.26	0.67	1.0
	Sla	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Sla	Totaal	77	90	116	164	0.37	0.86	1.4
Andijvie	Andijvie	Zand	9	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Klei	43	85	125	217	0.23	0.76	1.5
	Andijvie	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Totaal	52	95	152	234	0.33	1.1	1.7

Tabel A8.10. De 50, 80 en 95 percentielwaarden voor plantgehalten en bioaccumulatiefactoren (BAF waarden) voor arseen

Land gebruik	Gewas	grondsoort	N	Plant50	Plant 80	Plant 95	BAF 50	BAF 80	BAF 95
Beweid grasland	Gras	Zand	27	0.24	0.32	0.58	0.047	0.12	0.27
	Gras	Klei	56	0.16	0.31	0.95	0.009	0.024	0.058
	Gras	Veen	32	0.17	0.23	0.34	0.016	0.029	0.046
Veevoer	Gras	Totaal	115	0.18	0.29	0.76	0.014	0.043	0.12
	Maïs	Zand	41	0.14	0.22	0.34	0.035	0.081	0.17
	Maïs	Klei	43	0.08	0.14	0.27	0.0060	0.010	0.022
	Maïs	Veen	1	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Totaal	85	0.11	0.18	0.29	0.012	0.040	0.13
	Suikerbiet	Zand	23	0.17	0.38	0.62	0.036	0.069	0.13
	Suikerbiet	Klei	89	0.24	0.50	1.2	0.018	0.030	0.051
	Suikerbiet	Veen	-	-	-	-	-	-	-
Akkerbouw	Suikerbiet	Totaal	112	0.24	0.49	0.98	0.019	0.036	0.077
	Tarwe	Zand	3	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Klei	95	0.03	0.075	0.13	0.0022	0.0048	0.011
	Tarwe	Veen	4	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Totaal	102	0.03	0.07	0.13	0.0022	0.0052	0.015
	Aardappel	Zand	22	0.04	0.09	0.14	0.0037	0.010	0.050
	Aardappel	Klei	94	0.04	0.09	0.14	0.0021	0.0046	0.009
	Aardappel	Veen	2	-	-	-	-	-	-
Groenteteelt	Aardappel	Totaal	118	0.04	0.09	0.14	0.0024	0.0057	0.014
	Sla	Zand	42	0.16	0.21	0.44	0.031	0.060	0.13
	Sla	Klei	99	0.17	0.29	0.36	0.013	0.023	0.032
	Sla	Veen	11	0.15	0.21	0.40	0.013	0.020	0.039
	Sla	Totaal	152	0.16	0.26	0.41	0.016	0.029	0.065
	Andijvie	Zand	8	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Klei	42	0.12	0.17	0.20	0.0090	0.014	0.021
	Andijvie	Veen	-	-	-	-	-	-	-
Fruitteelt	Andijvie	Totaal	50	0.12	0.17	0.23	0.010	0.016	0.023
	Appel	Zand	17	0.04	0.05	0.99	0.0071	0.016	0.084
	Appel	Klei	82	0.03	0.06	0.17	0.0023	0.0046	0.015
	Appel	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Appel	Totaal	99	0.03	0.05	0.18	0.0028	0.0060	0.021

Tabel A8.11. De 50, 80 en 95 percentielwaarden voor plantgehalten en bioaccumulatiefactoren (BAF waarden) voor kwik

Land gebruik	Gewas	grondsoort	N	Plant50	Plant 80	Plant 95	BAF 50	BAF 80	BAF 95
Beweid grasland	Gras	Zand	27	0.018	0.020	0.027	0.30	0.96	1.8
	Gras	Klei	56	0.015	0.021	0.051	0.04	0.22	0.44
	Gras	Veen	32	0.020	0.023	0.065	0.093	0.19	0.31
Veevoer	Gras	Totaal	115	0.017	0.022	0.037	0.12	0.31	0.91
	Maïs	Zand	41	0.015	0.017	0.021	0.37	0.66	0.93
	Maïs	Klei	43	0.010	0.014	0.025	0.06	0.20	0.33
	Maïs	Veen	1	-	-	-	-	-	-
	Maïs	Totaal	85	0.012	0.016	0.023	0.20	0.42	0.78
	Suikerbiet	Zand	23	0.11	0.13	0.20	1.7	4.0	6.2
	Suikerbiet	Klei	89	0.075	0.10	0.14	0.59	1.66	3.82
	Suikerbiet	Veen	-	-	-	-	-	-	-
Akkerbouw	Suikerbiet	Totaal	112	0.078	0.11	0.19	0.85	2.30	4.33
	Tarwe	Zand	3	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Klei	95	0.003	0.008	0.019	0.036	0.15	0.29
	Tarwe	Veen	4	-	-	-	-	-	-
	Tarwe	Totaal	102	0.0030	0.0080	0.018	0.033	0.14	0.29
	Aardappel	Zand	22	0.011	0.043	0.068	0.15	1.0	1.7
	Aardappel	Klei	94	0.010	0.024	0.032	0.091	0.30	0.47
	Aardappel	Veen	2	-	-	-	-	-	-
Groenteteelt	Aardappel	Totaal	118	0.0090	0.025	0.042	0.091	0.34	0.54
	Sla	Zand	42	0.030	0.066	0.10	0.40	0.75	1.7
	Sla	Klei	99	0.030	0.042	0.060	0.15	0.25	0.38
	Sla	Veen	11	0.040	0.053	0.079	0.08	0.11	0.20
	Sla	Totaal	152	0.030	0.050	0.086	0.18	0.34	0.78
	Andijvie	Zand	8	-	-	-	-	-	-
	Andijvie	Klei	42	0.019	0.023	0.031	0.086	0.17	0.29
	Andijvie	Veen	-	-	-	-	-	-	-
Fruitteelt	Andijvie	Totaal	50	0.019	0.025	0.034	0.12	0.24	0.39
	Appel	Zand	17	0.008	0.012	0.014	0.071	0.12	0.22
	Appel	Klei	82	0.008	0.012	0.016	0.057	0.10	0.20
	Appel	Veen	-	-	-	-	-	-	-
	Appel	Totaal	99	0.008	0.012	0.016	0.059	0.10	0.20

Tabel A8.12. BAF waarden voor nikkel volgens Versluijs en Otte (2001).

Gewas	Nikkel			
	n	Med.	Gem.	95%
Gras	-	-	-	-
Maïs	-	-	-	-
Suikerbiet	-	-	-	-
Tarwe	-	-	-	-
Aardappel	7	0.015	0.015	0.024
Andijvie	-	-	-	-
Sla	6	0.035	0.033	0.043
Appel	-	-	-	-

Tabel A8.13. Transferfactoren K_p, BCF en BSAF gebruikt voor de omrekening van Warenwetnormen naar concentraties in de waterbodem. (Bron: Otte *et al.*, 2000, tenzij anders aangegeven).

	BCF-mossel (versgew.)	BCF-vis (versgew.)	K _p standaardbodem (dm ³ /kg)	BSAF-mossel (versgew.)	BSAF-vis (versgew.)
Cadmium	4900 (a)	90 (b)	85100	0,038 (a) (n=9)	0,00077 (a) (n=8)
Kwik anorganisch	2500 (b)	3000 (a)	112200	0,016 (a) (n=12)	0,080 (a) (n=8)
Kwik organisch	13000 (a)	21700 (b)	112200	0,016 (a) (n=12)	0,080 (a) (n=8)
Lood	-	500 (c)	426600		
PCB 118	-	-	-	0,77 (d) (n=12)	4,09 (d) (n=9)
PCB 153	-	-	-	0,76 (d) (n=14)	3,03 (d) (n=13)

De transferfactoren worden van toepassing geacht op zowel zoet als zout water.

(a) Smit *et al.* (2000); BSAF waarden betreffen het geometrisch gemiddelde van n waarnemingen

(b) Slooff *et al.* (1995)

(c) Otte *et al.* (2000)

(d) Van Wezel *et al.* (1999); BSAF waarden betreffen het geometrisch gemiddelde van n waarnemingen (veldstudies); waarden voor deze studie omgerekend naar standaardbodem met 10% organische stof, en omgerekend van vet naar totaal organisme op basis van vetgehalten van 2% (schelpdieren) en 5% (vis)

Aanhangsel 9 Overzicht van de kritische gehalten in bodemnormen i.v.m. met voedselveiligheid van gewassen en met fytotoxiciteit

In de Vries *et al.* (2003) zijn de berekende kritische gehalten apart gegeven voor zand, klei, veen en alle gronden gezamenlijk in relatie tot gewasnormen voor voedselveiligheid en diergezondheid en kritische plantgehalten in verband met fytotoxiciteit. Tevens is daarin aangegeven welke selectie is gebruikt om te komen tot de waarden die zijn gegeven in Tabel A9.1.

Tabel A9.1. Berekende bodemnormen voor cadmium, lood, koper, zink, arseen en kwik per landbruiksvorm in verband met voedselveiligheid (warenwetnormen en veevoedernormen) en fytotoxiciteit.

Metaal	Land Gebruik	Voedselveiligheid ¹				Fytotoxiciteit ²			
		zand	klei	veen	totaal	zand	klei	veen	totaal
Cd	Gras	9.3	37	14	37	9.3	37	14	37
	Veevoer	0.94	3.3	2.0	2.2	2.4	12	23	12
	Akkerbouw	0.46	0.72	1.9	1.1	0.80	11	-	11
	Groenteteelt	0.93	5.3	8.3	5.8	4.3	17	28	19
	Fruit	0.80	1.1	-	1.1	0.80	1.1	-	1.1
Pb	Gras	166	680	580	680	166	680	580	680
	Veevoer	51	415	-	415	51	415	-	415
	Akkerbouw	43	17	207	17	120	297	-	297
	Groenteteelt	280	44	420	40	280	548	420	548
	Fruit	73	29	-	29	73	93	-	93
Cu	Gras	-	133	-	133	-	50	-	50
	schaap	-	50	-	50	-	-	-	-
	Veevoer	-	111	-	111	-	111	-	111
	Akkerbouw	-	58	-	58	-	58	-	58
	Groenteteelt	21	116	-	116	21	78	-	78
Zn	Gras	-	1686	-	1686	-	412	-	412
	Veevoer	154	806	1244	1131	69	109	-	69
	Akkerbouw	-	538	-	538	-	538	-	538
	Groenteteelt	190	1474	-	1474	84	109	-	82
	Fruit	-	-	-	-	-	-	-	-
As	Gras	38	47	36	47	38	47	36	47
	Veevoer	17	103	-	103	17	103	-	103
	Akkerbouw	22	44	-	44	22	44	-	44
	Groenteteelt	27	29	35	29	27	29	35	29
	Fruit	14	43	-	43	14	43	-	43
Hg	Gras	0.87	4.9	3.2	4.9	0.87	4.9	3.2	4.9
	Veevoer	0.03	0.01	-	0.01	0.12	1.2	-	1.2
	Akkerbouw	0.16	3.7	-	3.7	0.16	3.7	-	3.7
	Groenteteelt	0.62	2.7	1.9	2.7	0.62	2.7	1.9	2.7
	Fruit	0.44	0.61	-	0.61	0.44	0.61	-	0.61

Samenvattend kan worden gesteld dat kritische bodemgehalten zijn teruggerekend op basis van significante bodemgewas relaties vanuit:

- Veevoeder en Warenwetnormen voor:
 - o Cd in gras, maïs, suikerbiet, tarwe en sla
 - o Pb in aardappel
 - o Zn in maïs en suikerbiet.
- Kritische gehalten in verband met fytotoxiciteit voor
 - o Cd in sla
 - o Zn in maïs, suikerbiet, tarwe, aardappel, sla en andijvie.

Voor alle overige situaties is het maximale bodemgehalte per grondsoort gebruikt met uitzondering van de situaties waarin overschrijding was van normen, te weten:

- Pb gehalten in tarwe, sla en appel in relatie tot warenwetnormen.
- Cu gehalten in gras, in verband met overschrijding van veevoedernormen (voor schaap) en fytotoxiciteit en sla (fytotoxiciteit).
- Zn gehalten in gras, suikerbiet en sla in verband met overschrijding van grenswaarden voor fytotoxiciteit.
- Hg gehalten in suikerbiet in relatie tot warenwetnorm.

In die situaties is de bodemnorm gelijk aan het laagste bodemgehalte waarbij de gewasnorm wordt overschreden.

Aanhangsel 10 Hoe sedimentkwaliteit via regenwater en veedrenking gewas- en diergezondheid beïnvloedt

De blootstelling van vee aan verontreinigd sediment kan plaatsvinden via veedrenking. Om na te gaan of deze route van enige (kwantitatieve) relevantie is, zijn oriënterende berekeningen uitgevoerd voor enkele metalen. Hierbij is aangenomen dat de concentratie in slootwater in evenwicht is met de concentratie in sediment, beschreven met de sediment-water partitie coefficient K_p (Otte *et al.*, 2000). Berekend is bij welke concentratie in slootwater de TDI (Toelaatbare Dagelijkse Inname) voor runderen wordt overschreden, uitgaande van dagelijkse waterconsumptie van 55 l/dag en een lichaamsgewicht van de koe van 700 kg. Het blijkt (Tabel A10.1.) dat de berekende kritische concentraties in oppervlaktewater en sediment dusdanig hoog zijn, dat deze redelijkerwijs nooit gehaald zullen worden. Op grond van deze oriënterende berekeningen wordt het niet nodig geacht om de invloed van sedimentkwaliteit op diergezondheid via veedrenking te betrekken bij de afleiding van de bodemgebruikswaarden.

Tabel A10.1. Resultaat oriënterende berekening invloed sedimentkwaliteit op diergezondheid via veedrenking

Stof	TDI rond mg/kglg	Ckritisch water mg/l	Ckritisch sediment mg/kg standaardbodem
Cadmium	18	229	>1E6
Lood	366	4658	>1E6
Koper	469	5969	>1E6
Zink	25900	329636	>1E6
Arseen	228	2901	>1E6
Kwik	28	356	>1E6

De kwaliteit van het sediment in sloten in landbouwgebieden beïnvloedt de kwaliteit van het beregeningswater, en kan daardoor effecten hebben op de gewaskwaliteit. Er zijn oriënterende berekeningen uitgevoerd om te bepalen wat de relevantie is van deze route. Opnieuw is aangenomen dat de concentratie in slootwater wordt bepaald door evenwicht met de concentratie in sediment. De concentratie in beregeningswater is gelijk verondersteld aan die in het slootwater. Tevens is aangenomen dat de concentratie in porie-water in de (land)bodem in evenwicht is met de concentratie in de vaste bodemdeeltjes, beschreven met de K_p voor bodem (Otte *et al.*, 2001). Berekend is bij welke concentratie in porie-water de kritische concentratie in bodem voor gewas wordt overschreden, deze water concentratie is beschouwd als kritische concentratie in beregeningswater. Uit deze oriënterende berekeningen blijkt (Tabel A10.2) dat de route via beregeningswater niet op voorhand als van weinig betekenis kan worden beschouwd.

Tabel A10.2. Resultaat oriënterende berekening invloed sedimentkwaliteit op gewas via sproeiwater

Stof	Kritisch gehalte in grond voor gewas Cons. water		K_p bodem (Standaard- bodem)	K_p sediment (Standaard- bodem)	C_{crit} in poriewater ug/l	C_{crit} in sediment (Standaard- bodem) mg/kg
	Dierge- zondheid	Fytotox en voeding				
Cadmium	0,79	0,24	2560	85100	0,094	8,0
Lood	130	9	36000	426600	0,25	107
Koper	70	19	2120	33900	9,0	304
Zink	1502	202	2600	72400	78	5630
Arseen	170	15	1800	6600	8,3	55
Kwik	0,65	0,023	7500	112200	0,0031	0,34

Aanhangsel 11 Actualisatie van ecotoxiciteit data

In Tabel A11.1. is een overzicht gegeven van het aantal artikelen dat nieuwe toxiciteitsgegevens zou kunnen bevatten (zie referenties bij dit Bijlage). Deze artikelen zijn geselecteerd op basis van trefwoorden in de titel en het abstract. Alle artikelen voor de PAKs, DDT, DDE, DDD en drins zijn doorgelicht op toxiciteitsgegevens die bruikbaar zijn voor het afleiden van ecotoxicologische risiconiveau's, volgens de criteria zoals beschreven in Traas (2001).

Tabel A11.1. Overzicht literatuuronderzoek naar toxiciteitgegevens voor bodem, sediment en water

Stof	Aantal nieuwe artikelen		
	Bodem	Sediment	Water
Nikkel *			
DDD	2	-	1
DDE	2	-	3
DDT	2	-	17
Endrin	1	2	3
Aldrin	1	-	4
Dieldrin	6	5	20
Naftaleen	2	1	10
Anthraceen	2	4	18
Fenantreen	6	4	12
Fluorantheen	6	15	20
Benzo(a)anthraceen	3	2	3
Benzo(k)fluorantheen	1	-	2
Benzo(a)pyreen	4	1	4
Benzo(g,h,i)pyreen	1	-	2
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	-	-	1
Chryseen	1	1	4

Nagenoeg alle artikelen bleken onbruikbaar, wegens diverse en vaak gecombineerde redenen zoals geen eenduidig toxiciteitsgetal (EC50 of NOEC) en het ontbreken van een duidelijke dosis-response curve of basisgegevens om een curve te maken, geen gegevens over grondsoort (lutum, organisch stof gehalte, pH), gebruik van veldgronden met meerdere toxicanten. Alleen voor fenantreen en fluorantheen zijn een aantal bruikbare toxiciteitsgegevens gevonden (zie tabellen bij deze Bijlage), op basis waarvan nieuwe ecotoxicologische risiconiveau's afgeleid zijn zoals beschreven in Traas (2001) en Verbruggen *et al.* (2001).

Fluorantheen

Resultaten voor fluorantheen zijn gegeven in Tabel A11.2. De laagste waarde voor fluorantheen is gebaseerd op één chronische bodemstudie voor processen, welke gevoeliger bleek dan het gemiddelde van de chronische studies voor 6 organismen uit 3 taxonomische groepen. Dit leidt tot een SRC_{eco} van 86 mg/kg en, met een assessment factor van 100, tot een MTR van 0.86 mg/kg. In Verbruggen *et al.* (2001) was de SRC_{eco} afgeleid op basis van aquatische toxiciteitsdata met behulp van de evenwicht partitie theorie, in deze rapportage kwam men op een SRC_{eco} van 260 mg/kg en een MTR van 1,0 mg/kg. De verkregen waarde uit de bodemstudie is vergeleken met de waarde die via equilibrium partitie, waarbij de meest conservatieve waarde wordt gebruikt. Als voorstel voor de MTR geldt de waarde van 0,86 mg/kg, en voor de SRC_{eco} de waarde van 86 mg/kg.

Tabel A11.2. Fluroantheen

	Species properties (age, sex)	Soil type	o.m. [%]	Clay [%]	Exp. time	Criterion	Test Endpoint	Result test soil [mg/kg dw]	Results stand. soil [mg/kg dw]	Notes	Reference
Species											
Folsomia fimetaria (Insecta)	23-26 d old	sandy loam	2,8	13	21	Reproduction	NOEC	21	75		Sverdrup <i>et al.</i> , 2001a
Enchytraeus crypticus (Annelida)	sexually mature	sandy loam	2,8	13	21	Reproduction	NOEC	38	136		Sverdrup <i>et al.</i> 2002
Eisenia veneta (Annelida)	sexually mature	sandy loam	2,8	13	28	Growth	NOEC	98	350		Sverdrup thesis 2001
Sinapsis alba (Macrophyta)	seeds, similar size	sandy loam	2,8	13	19-21	Seedling growth	EC10	384	1371	no UV	Sverdrup thesis 2001
Trifolium pratense (Macrophyta)	seeds, similar size	sandy loam	2,8	13	19-21	Seedling growth	EC10	54	193	no UV	Sverdrup thesis 2001
Lolium perenne (Macrophyta)	seeds, similar size	sandy loam	2,8	13	19-21	Seedling growth	EC10	290	1036	no UV	Sverdrup thesis 2001
Geomean									315		
Processes											
Nitrification		sandy loam	2,8	13	28	Nitrification	NOEC	24	86	dark	Sverdrup thesis 2001

Tabel A11.3. Fenantreen

	Species properties (age, sex)	Soil type	o.m. [%]	Clay [%]	Exp. time	Criterion	Test Endpoint	Result test soil [mg/kg dw]	NOEC stand. soil [mg/kg dw]	Notes	Reference
Species											
Folsomia fimetaria (Insecta)	23-26 d old	sandy loam	2,8	13	21	Reproduction	NOEC	13	46		Sverdrup <i>et al.</i> , 2001a
Enchytraeus crypticus (Annelida)	sexually mature	sandy loam	2,8	13	21	Reproduction	NOEC	34	121		Sverdrup <i>et al.</i> , 2002
Eisenia veneta (Annelida)	sexually mature	sandy loam	2,8	13	28	Growth	NOEC	31	111		Sverdrup thesis 2001
Sinapsis alba (Macrophyta)	seeds, similar size	sandy loam	2,8	13	19-21	Seedling growth	EC10	26	94	no UV radiation	Sverdrup thesis 2001
Trifolium pratense (Macrophyta)	seeds, similar size	sandy loam	2,8	13	19-21	Seedling growth	EC10	24	85	no UV radiation	Sverdrup thesis 2001
Lolium perenne (Macrophyta)	seeds, similar size	sandy loam	2,8	13	19-21	Seedling growth	EC10	174	622	no UV radiation	Sverdrup thesis 2001
Folsomia candida (Insecta)	10-12 d old	sandy loam	10	20	33-34	Reproduction	LOEC	220	22		Crouau <i>et al.</i> , 1999
Geomean									95		
Processes											
Nitrification		sandy loam	2,8	13	28	Nitrification	NOEC	26	93	dark conditions	Sverdrup thesis 2001

Fenantreen

Resultaten voor fenantreen zijn gegeven in Tabel A11.3. De laagste waarde voor fenantreen is gebaseerd op één chronische bodemstudie voor processen, welke net gevoeliger bleek dan het gemiddelde van de chronische studies voor 7 organismen uit 3 taxonomische groepen. Dit leidt tot een SRC_{eco} van 93 mg/kg standaardbodem en tot een MTR van 0,93 mg/kg.

Verbruggen *et al.* (2001) leidde op basis van equilibrium partitie een SRC_{eco} af van 31 mg/kg en een MTR van 3,3 mg/kg. Omdat het in de bodemstudies gaat om minder dan 4 taxonomische groepen wordt ook hier het vergelijk met de afleiding via equilibrium partitie gemaakt. Het voorstel voor in het kader van dit rapport voor de SRC_{eco} wordt 31 mg/kg en voor het MTR wordt het 0,93 mg/kg.

Nikkel

Voor nikkel heeft de selectie van toxiciteitsgegevens in EU-kader plaatsgevonden (in prep). Deze gegevens kunnen worden vergeleken met de selectie van gegevens die door Verbruggen *et al.* (2001) gebruikt zijn voor het afleiden van de SRC_{eco} en MTR voor nikkel. Echter tot het uitkomen van deze rapportage zijn de data niet ter beschikking gekomen. Sedimentstudies zijn niet beoordeeld. Richtlijnen voor het beoordelen van sedimentstudies zijn in ontwikkeling (Luttik en Pelgrom, 2002). De artikelen met sedimentstudies bestonden voornamelijk uit veldstudies, deze studies zijn niet bruikbaar voor de normaflading.

Gebruikte referenties

- Anderson-B-S; Hunt-J-W; Philips-B-M; Tudor-S; Fairey-R; Newman-J; Puckett-H-M; Stephenson-M; Long-E-R; Tjeerdema-R-S (1998) Comparison of marine sediment toxicity test protocols for the amphipod *Rhepoxynius abronius* and the polychaete worm *Nereis (Neanthes) arenaceodentata*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 17:5, 859-866
- Ankley-G-T; Collyard-Scott-A; Monson-Philip-D; Kosian-Patricia-A. 1994. Influence of ultraviolet light on the toxicity of sediments contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environ. Toxicol. Chem.*; 13:11, 1791-1796.
- Ankley-G-T; Erickson-R-J; Sheedy-B-R; Kosian-P-A; Mattson-V-R; Cox-J-S. 1997. Evaluation of models for predicting the phototoxic potency of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Aquatic Toxicology (Amsterdam)* 37(1); 37-50.
- Arfsten-D-P; Schaeffer-D-J; Mulveny-D-C. 1996. The effects of near ultraviolet radiation of the toxic effects of polycyclic aromatic hydrocarbons in animals and plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 33(1); 1-24.
- Boese-B-L; Lamberson-J-O; Swartz-R-C; Ozretich-R-J. 1997. Photoinduced toxicity of fluoranthene to seven marine benthic crustaceans. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*; 32:4, 389-393.
- Boese-B-L; Lamberson-J-O; Swartz-R-C; Ozretich-R; Cole-F. 1998. Photoinduced toxicity of PAHs and alkylated PAHs to a marine infaunal amphipod (*Rhepoxynius abronius*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 34(3); 235-240.
- Boese-B-L; Ozretich-R-J; Lamberson-J-O; Swartz-R-C; Cole-F-A; Pelletier-J; Jones-J. 1999. Toxicity and Phototoxicity of Mixtures of Highly Lipophilic PAH Compounds in Marine Sediment: Can the SIGMA.PAH Model Be Extrapolated? *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 36:3, 270-280.
- Boese-B-L; Ozretich-R-J; Lamberson-J-O; Cole-F-A; Swartz-R-C; Ferraro-S-P. 2000. Phototoxic evaluation of marine sediments collected from a PAH-contaminated site. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 38:3, 274-282.
- Borovsky-Dov; Linley-John-R; Kagan-Jacques. 1987. Polycyclic aromatic compounds as phototoxic mosquito larvicides. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*; 3:2, 246-50.
- Burton-G-A-Jr; Norberg-King-T-J; Ingersoll-C-G; Benoit-D-A; Ankley-G-T; Winger-P-V; Kubitz-J; Lazorchak-J-M; Smith-M-E; Greer-E; Dwyer-F-J; Call-D-J; Day-K-E; Kennedy-P; Stinson-M. 1996. Interlaboratory study of precision: *Hyalella azteca* and *Chironomus tentans* freshwater sediment toxicity assays. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15(8); 1335-1343.
- Callahan-C-A; Shirazi-M-A; Neuhauser-E-F. 1994. Comparative toxicity of chemicals to earthworms. *Environ. Toxicol. Chem.*; 13:2, 291-8.
- Cleveland-L; Little-E-E; Calfee-R-D; Barron-M-G. 2000. Photoenhanced toxicity of weathered oil to *Mysidopsis bahia*. *Aquat. Toxicol.*, 49:1-2, 63-76, 2000.

- Cole-Faith-A; Boese-Bruce-L; Swartz-Richard-C; Lamberson-Janet-O; DeWitt-Theodore-H. 2000. Effects of storage on the toxicity of sediments spiked with fluoranthene to the amphipod, *Rhepoxynius abronius*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 19:3, 744-748.
- Crouau-Y; Chenon-P; Gisclard-C. 1999. The use of *Folsomia candida* (Collembola, Isotomidae) for the bioassay of xenobiotic substances and soil pollutants. *APPLIED-SOIL-ECOLOGY*. 12(2): 103-111
- DeWitt-TH; Swartz-RC; Lanberson-JO. 1989. Measuring the Acute Toxicity of Estuarine Sediments. Environmental Research Lab., Narragansett, RI. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 12, 1990. NTIS/PB90-196619, 16p. NTIS.
- Driscoll-Susan-Kane; Landrum-Peter-F. 1997. A comparison of equilibrium partitioning and critical body residue approaches for predicting toxicity of sediment-associated fluoranthene to freshwater amphipods. *Environ. Toxicol. Chem.*; 16:10, 2179-2186.
- Driscoll-Susan-B-Kane; Schaffner-Linda-C; Dickhut-Rebecca-M. 1998. Toxicokinetics of fluoranthene to the amphipod, *Leptocheirus plumulosus*, in water-only and sediment exposures. *Mar. Environ. Res.*, 45:3, 269-284.
- Erickson-Russell-J; Ankley-Gerald-T; DeFoe-David-L; Kosian-Patricia-A; Makynen-Elizabeth-A. 1999. Additive toxicity of binary mixtures of phototoxic polycyclic aromatic hydrocarbons to the oligochaete *Lumbriculus variegatus*. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 154:1, 97-105.
- Gavin-M; Brooke-DN; Howe-PD; Dobson-S. 1996. Environmental hazard assessment: naphthalene. Toxic Substances Division. Department of the Environment, London; TSD/27; 63 p.
- Hans-R-K; Khan-M-A; Farooq-M; Beg-M-U (1993) Glutathione-S-transferase activity in an earthworm (*Pheretima posthuma*) exposed to three insecticides. *Soil Biol. Biochem.* 25:4, 509-511.
- Harkey-Gail-A; Driscoll-Susan-Kane; Landrum-Peter-F. 1997. Effect of feeding in 30-day bioaccumulation assays using *Hyalella azteca* in fluoranthene-dosed sediment. *Environ. Toxicol. Chem.*; 16:4, 762-769.
- Hatch-AC; Burton-GA. 1999b. Photo-induced toxicity of PAHs to *Hyalella azteca* and *Chironomus tentans*: effects of mixtures and behavior. *ENVIRONMENTAL-POLLUTION*. 1999; 106 (2) : 157-167.
- Huang-X-D; Zeiler-L-F; Dixon-D-G; Greenberg-B-M. 1996. Photoinduced toxicity of PAHs to the foliar regions of *Brassica napus* (Canola) and *Cucumis sativus* (Cucumber) in simulated solar radiation. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 35(2); 190-197.
- Hulzebos-E-M; Adema-D-M-M; Dirven-Van-Breemen-E-M; Henzen-L; Van-Gestel-C-A-M. 1991. QSARs in phytotoxicity. *Sci. Total Environ.*; 109-110, 493-497.
- Hulzebos-E-M; Adema-D-M-M; Dirven-van-Breemen-E-M; Henzen-L; van-Dis-W-A; Herbold-H-A; Hoekstra-J-A; Baerselman-R; van-Gestel-C-A-M. 1993. Phytotoxicity studies with *Lactuca sativa* in soil and nutrient solution. *Environ. Toxicol. Chem.*; 12:6, 1079-1094.
- Ireland-DS; Burton-GA; Hess-GG. 1996. In situ toxicity evaluations of turbidity and photoinduction of polycyclic aromatic hydrocarbons. *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. 15 (4) : 574-581.
- Johnson-B-Thomas; Long-Edward-R. 1998. Rapid toxicity assessment of sediments from estuarine ecosystems: a new tandem in vitro testing approach. *Environ. Toxicol. Chem.* 17:6, 1099-1106.
- Kosian-P-A; Makynen-E-A; Monson-P-D; Mount-D-R; Spacie-A; Mekenyan-O-G; Ankley-G-T. 1998. Application of toxicity-based fractionation techniques and structure-activity relationship models for the identification of phototoxic polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment pore water. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17(6); 1021-1033.
- Lee-JH; Landrum-PF; Field-LJ; Koh-CH. 2001. Application of a Sigma polycyclic aromatic hydrocarbon model and a logistic regression model to sediment toxicity data based on a species-specific, water-only LC50 toxic unit for *Hyalella azteca*. *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. 20 (9): 2102-2113.
- Lotufo-Guilherme-R; Fleeger-John-W. 1997. Effects of sediment-associated phenanthrene on survival, development, and reproduction of two species of meiobenthic copepods. *Mar. Ecol.: Prog. Ser.* 151:1 to 3, 91-102.
- Lotufo-Guilherme-R. 1997. Toxicity of sediment-associated PAHs to an estuarine copepod: effects on survival, feeding, reproduction and behavior. *Mar. Environ. Res.*; 44:2, 149-166.
- Lotufo-Guilherme-R. 1998. Lethal and sublethal toxicity of sediment-associated fluoranthene to benthic copepods: application of the critical-body-residue approach. *Aquat. Toxicol.* 44:1-2, 17-30.
- Megharaj-M; Boul-H-L; Thiele-J-H. (1999) Effects of DDT and its metabolites on soil algae and enzymatic activity. *Biol. Fertil. Soils*, 29-2, 130-134
- Neuhauser-EF; Durkin-PR; Malecki-MR; Anatra-M. 1988. Comparative Toxicity of Ten Organic Chemicals to Four Earthworm Species. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 02, NTIS/PB88-107115, 6p. NTIS.
- Neuhauser-E-F; Loehr-R-C; Malecki-M-R; Milligan-D-L; Durkin-P-R. 1985. The toxicity of selected organic chemicals to the earthworm *Eisenia foetida*. *J. Environ. Qual.*; 14:3, 383-388.
- Neuhauser-EF; Callahan-CA. 1990. Growth and reproduction of the earthworm *Eisenia fetida* exposed to sublethal concentrations of organic chemicals. *Soil Biol Biochem* 22(2):175-179.

- Neumann-H; Bode-Kirchhoff-A; Wetzel-A; Werner-D. 1998. Toxicity testing of polycyclic aromatic hydrocarbons with the rhizobium-legume symbiosis. *Contam. Soil '98, Proc. Int. FZK/TNO Conf.*, 6th, 2; Telford: London, UK, 1041-1042.
- Salizzato-M; Bertato-V; Pavoni-B; Ghirardini-A-V; Ghetti-P-F. 1998. Sensitivity limits and EC50 values of the *Vibrio fischeri* test for organic micropollutants in natural and spiked extracts from sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17(4); 655-661.
- Salizzato-M; Pavoni-B; Ghirardini-A-V; Ghetti-P-F. 1998. Sediment toxicity measured using *Vibrio fischeri* as related to the concentrations of organic (PCBs, PAHs) and inorganic (metals, sulphur) pollutants. *Chemosphere* 36(14); 2949-2968.
- Suedel-B-G; Rodgers-J-H Jr. 1996. Toxicity of fluoranthene to *Daphnia magna*, *Hyalella azteca*, *Chironomus tentans*, and *Stylaria lacustris* in water-only and whole sediment exposures. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*; 57:1, 132-138.
- Sved-Daniel-W; Roberts-Morris-H Jr. 1995. A novel use for the continuous-flow serial diluter: Aquatic toxicity testing of contaminated sediments in suspension. *Water Res.* 29:4, 1169-77.
- Sverdrup-LE; Kelley-AE; Krogh-PH; Nielsen-T; Jensen-J; Scott-Fordsmand-JJ; Stenersen-J. 2001. Effects of eight polycyclic aromatic compounds on the survival and reproduction of the springtail *Folsomia fimetaria* L. (Collembola, Isotomidae). *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. 20 (6) : 1332-1338.
- Sverdrup-LE; Krogh-PH; Nielsen-T; Stenersen-J, 2002. Relative sensitivity of three terrestrial invertebrate tests to polycyclic aromatic compounds. *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. SEP 2002; 21 (9) : 1927-1933
- Sverdrup-LE; Ekelund-F; Krogh-PH; Nielsen-T; Johnsen-K, 2002. Soil microbial toxicity of eight polycyclic aromatic compounds: Effects on nitrification, the genetic diversity of bacteria, and the total number of protozoans. *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. AUG 2002; 21 (8) : 1644-1650
- Sverdrup-LE; Jensen-J; Kelley-AE; Krogh-PH; Stenersen-J, 2002, Effects of eight polycyclic aromatic compounds on the survival and reproduction of *Enchytraeus crypticus* (Oligochaeta, Clitellata) *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. JAN 2002; 21 (1) : 109-114
- Swartz-Richard-C; Schults-Donald-W; Ozretich-Robert-J; Lamberson-Janet-O; Cole-Faith-A; DeWitt-Theodore-H; Redmond-Michele-S; Ferraro-Stephen-P. 1995. SIGMA.PAH: a model to predict the toxicity of polynuclear aromatic hydrocarbon mixtures in field-collected sediments. *Environ. Toxicol. Chem.*; 14:11, 1977-1987.
- Swartz-Richard-C; Ferraro-Stephen-P; Lamberson-Janet-O; Cole-Faith-A; Ozretich-Robert-J; Boese-Bruce-L; Schults-Donald-W; Behrenfeld-Michael; Ankley-Gerald-T. 1997. Photoactivation and toxicity of mixtures of polycyclic aromatic hydrocarbon compounds in marine sediment. *Environ. Toxicol. Chem.*; 16:10, 2151-2157.
- Van Brummelen TC. 1995. Distribution and ecotoxicity of PAHs in forest soil. Thesis. Free University, Amsterdam.
- Warne-M-St-J; Westbury-A-M; Senderam-R-I-M (1998) A compilation of data on the toxicity of chemicals to species in Australasia. Part 1: pesticides. *Australas. J. Ecotoxicol.* 4:2, 93-144.
- Weinstein-JE; Polk-KD. 2001. Phototoxicity of anthracene and pyrene to glochidia of the freshwater mussel *Utterbackia imbecillis*. *ENVIRONMENTAL-TOXICOLOGY-AND-CHEMISTRY*. 20 (9) : 2021-2028.
- Werner-I; Nagel-R (1997) Stress proteins HSP60 and HSP70 in three species of amphipods exposed to cadmium, diazinon, dieldrin and fluoranthene. *Environ. Toxicol. Chem.* 16:11, 2393-2403.

Aanhangsel 12 Resultaten eisen met betrekking tot functioneren organismen en processen

Tabel A12.1. Land- en droge waterbodem

Bodemgebruik <i>Stof/ Criterium</i>	Landbouw <i>MTR</i>	Natuur <i>VR</i>
Arseen	30	29
Cadmium ¹	1.6	0.81
Chroom ¹	100	100
Koper	39	36
Nikkel	*PM	*PM
Lood	140	86
Zink ¹	156	140
Kwik	2.2	0.32
Naftaleen ¹	0.12	0.0012
Anthraceen ¹	0.039	0.00039
Fenantreen ²	2.2	0.022
Fluoranteen ²	0.86	0.0086
Benzo(a)antraceen	0.025	0.00025
Chryseen	8.1	0.081
Benzo(k)fluorantheen	0.38	0.0038
Benzo(a)pyreen	0.052	0.00052
Benzo(ghi)perileen	0.57	0.0057
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.031	0.00031
DDT	0.010	0.00010
DDE	0.013	0.00013
DDD	0.021	0.00021
Aldrin	0.038	0.00038
Dieldrin	0.043	0.00043
Endrin	9.5 10 ⁻⁴	9.5 10 ⁻⁶

Alle waarden in mg/kg d.m. in standaardbodem met 10% organisch materiaal en 25% klei., en afkomstig uit Verbruggen *et al.* (2001) tenzij anders aangegeven

De waarden voor metalen zijn inclusief de achtergrondconcentratie, ook hiervoor zijn de waarden uit Verbruggen *et al.*, gebruikt

¹Check of er inmiddels nieuwe definitieve EU-RAR is?

²De gegeven waarden wijken af van Verbruggen *et al.* (2001), en zijn in onderhavig rapport onderbouwd

Tabel A12.2. Uitwerking van de risico's m.b.t. doorvergiftiging

Bodemgebruik	Land- en droge waterbodern		Natte waterbodern			
	Land-bouw	Natuur	Recreatie en havens en scheepvaart	Schelpenteelt, beroepsvisserij en reguliere sloot	(Periodiek natte) natuur	
<i>Stof/ Criterium</i>	<i>MTR</i>	<i>VR</i>	<i>HC50</i>	<i>MTR</i>	<i>VR</i>	
Arseen	-	-	-	-	-	-
Cadmium ¹	0.84 ¹	0.80	-	-	-	-
Chroom ¹	-	-	-	-	-	-
Koper	51 ¹	36	-	-	-	-
Nikkel	-	-	-	-	-	-
Lood	95 ²	85	-	-	-	-
Zink ¹	169 ²	140	-	-	-	-
Kwik	0.86 ¹	0.31	-	-	-	-
Naftaleen ¹	-	-	-	-	-	-
Anthraceen ¹	-	-	-	-	-	-
Fenantreen ²	-	-	-	-	-	-
Fluoranteen ²	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)antraceen	-	-	-	-	-	-
Chryseen	-	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluorantheen	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyreen	-	-	-	-	-	-
Benzo(ghi)perileen	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	-	-	-	-	-	-
DDT	0.035 ²	0.00035	-	-	-	-
DDE	-	-	-	-	-	-
DDD	-	-	-	-	-	-
Aldrin	0.039 ²	0.00039	-	-	-	-
Dieldrin	0.039 ²	0.00039	-	-	-	-
Endrin	0.037 ²	0.12	-	-	-	-
PCB 77	7.2 ³	0.072	-	-	7.2 ³	0.072
PCB 105	26 ³	0.26	-	-	26 ³	0.26
PCB 126	0.042 ³	0.00042	-	-	0.042 ³	0.00042
Pentachloorbenzeen	-	-	-	-	-	-
Hexachloorbenzeen	-	-	-	-	-	-

De waarden voor metalen zijn inclusief de achtergrondgehalten, en alle waarden zijn uitgedrukt in mg/kg drooggewicht en standaardbodem behalve de waarden voor de PCBs welke zijn uitgedrukt in µg/kg organisch koolstof

¹Smit *et al.* (2000), ²Lijzen *et al.* (2002b), ³Van Wezel *et al.*, 1999

Tabel A12.3. Gebruikte toxiciteitsgegevens (incl. de afgeleide HC5 waarden) en de kritische waarden in water voor het ecosysteem voor natuur (natte en periodiek natte waterbodembodem)

Stof	HC5 gecombineerde dataset (hogere en lagere organismen) µg/l	HC5 lagere organismen (Verbrugge n 2001) µg/l	Laagste waarde/100 µg/l	Kritische waarde in water µg/l
Arseen	-	24	0,24	0,24
Cadmium (zoet/zout)	0,008 m **	0,42/0,34	0,00008	0,00008
Chroom	-	36	0,36	0,36
Koper	-	1,1	0,011	0,011
Kwik	-	-	-	-
- anorganisch-kwik (zoet/zout)	0,16 f/ 0,12 m f	0,43/0,21	0,0016/0,0012	0,0016/0,0012
- methyl-kwik	0,0025 f ***	0,011	0,000025	0,000025
Lood	-	11	0,11	0,11
Nikkel	-	1,9	0,019	0,019
Zink	-	7,3	0,073	0,073
Anthraceen	-	0,034*	0,00034	0,00034
Benzo(a)anthraceen	-	0,01*	0,0001	0,0001
Benzo(a)pyreen	-	0,005*	0,00005	0,00005
Benzo(k)fluorantheen	-	0,0036*	0,000036	0,000036
Benzo(ghi)peryleen	-	0,0031*	0,000031	0,000031
Chryseen	-	0,28	0,0028	0,0028
Fenanthreen	-	3,2*	0,032	0,032
Fluorantheen	-	0,12*	0,0012	0,0012
Indeno(123cd)pyreen	-	0,00061*	0,0000061	0,0000061
Naftaleen	-	2,1*	0,021	0,021
DDT	0,00084 m	0,005*	0,0000084	0,0000084
DDD	0,0044 f ***	0,0024*	0,000024	0,000024
DDE	0,00028 m	0,001*	0,0000028	0,0000028
Dieldrin	0,0069 f	0,075	0,000069	0,000069
Aldrin	0,0069 f	0,075	0,000069	0,000069
Endrin	0,0064 f ***	0,0049	0,000049	0,000049
Pentachloorbenzeen	0,3 f ***	0,62*	0,003	0,003
Hexachloorbenzeen	0,0034 f	0,036*	0,000034	0,000034
PCB's				

* vereenvoudigde afleidingsmethode (Verbruggen *et al.*, 2001)

** datasets niet log-normaal verdeeld (zoet hogere + lagere; zout hogere + lagere; alleen hogere organismen); daarom laagste waarde obv hogere organismen

*** gebaseerd op alleen hogere organismen

Tabel A12.4. gebruikte toxiciteitsgegevens (incl. de afgeleide HC50 waarden) en de kritische waarden in water voor het ecosysteem voor havens e.d. (natte waterbodembodem)

Stof	HC50 gecombineerde dataset (hogere en lagere organismen) zoet + zout (of: zoet/zout) µg/l	HC50 lagere aquatische organismen zoet + zout (of: zoet/zout) µg/l	Kritische waarde in water (zoet/zout) zoet + zout (of: zoet/zout) µg/l
Arseen	-	890	890
Cadmium (zoet/zout)	*	9,6/27	*
Chroom	-	220**	220
Koper	-	18	18
Kwik	-	-	-
- anorganisch-kwik	7,3 f / 1,8 m	14 / 2,7	7,3/1,8
- methyl-kwik	0,013 f ****	0,36	0,013
Lood	-	150	150
Nikkel	-	500	500
Zink	-	89	89
Anthraceen	-	1,4***	1,4
Benzo(a)anthraceen	-	1,0***	1,0
Benzo(a)pyreen	-	0,72***	0,72
Benzo(k)fluorantheen	-	0,36***	0,36
Benzo(ghi)peryleen	-	0,18***	0,18
Chryseen	-	1,2***	1,2
Fenanthreen	-	30***	30
Fluorantheen	-	30***	30
Indeno(123cd)pyreen	-	0,036***	0,036
Naftaleen	-	290***	290
DDT	0,13 m	0,43***	0,13
DDD	0,0044 f ****	3,8***	0,0044
DDE	0,007 m	0,10***	0,007
Dieldrin	0,44 f	3,4	0,44
Aldrin	0,44 f	3,4	0,44
Endrin	0,103 f	0,92	0,103
Pentachloorbenzeen	0,3 f ****	32***	0,3
Hexachloorbenzeen	0,31 f	3,0***	0,31
PCB's	geen data voor water		

() waarden tussen haakjes: doorvergiftiging is niet in beschouwing genomen

* geen waarde berekend want niet log-normaal verdeeld (zie tabel R10); voorkeur voor BSAF (zie tabel R13)

** gebaseerd op Chroom III (HC50 chroom VI: 260)

*** geen statistische methode mogelijk wegens te weinig data. Een vereenvoudigde afleidingsmethode is gehanteerd op basis van veiligheidsfactoren.

**** gebaseerd op alleen hogere organismen (HC50 of laagste NOEC)

f : visetende hogere organismen bepalend

m: mossetende hogere organismen bepalend

Tabel A12.5. gebruikte toxiciteitsgegevens (incl. de afgeleide HC5 waarden) en de kritische waarden in water voor het ecosysteem voor de overige functies overige functies natte waterbodem..

Stof	HC5 gecombineerde dataset (hogere en lagere organismen)	HC5 lagere organismen (Verbruggen 2001)	Laagste NOEC hogere organismen	Kritische waarde in water
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Arseen	-	24		24
Cadmium (zoet/zout)	0,008 m	0,34	0,008 m	0,008
Chroom	-	36**	-	36
Chroom III	-	36	-	-
Chroom VI	-	8,7		-
Koper	-	1,1		1,1
Kwik	-	-	-	-
- anorganisch-kwik (zoet/zout)	0,16 f/ 0,12 m	0,43/0,21	0,43 f	0,16/ 0,12
- methyl-kwik	0,0025 f***	0,011	0,0032 f	0,0025
Lood	-	11	-	11
Nikkel	-	1,9	-	1,9
Zink	-	7,3	-	7,3
Anthraceen	-	0,034*	-	0,034
Benzo(a)anthraceen	-	0,01*	-	0,01
Benzo(a)pyreen	-	0,005*	-	0,005
Benzo(k)fluorantheen	-	0,0036*	-	0,0036
Benzo(ghi)peryleen	-	0,0031*	-	0,0031
Chryseen	-	0,28	-	0,28
Fenanthreen	-	3,2*	-	3,2
Fluorantheen	-	0,12*		0,12
Indeno(123cd)pyreen	-	0,00061*		0,00061
Naftaleen	-	2,1*		2,1
DDT	0,00084 m	0,005*	0,00066 m	0,00066
DDD	0,0044 f***	0,0024*	0,0044 f	0,0024
DDE	0,00028 m	0,001*	0,00051 m	0,00028
Dieldrin	0,0069 f	0,075	0,023 f	0,0069
Aldrin	0,0069 f	0,075	0,0024 f	0,0069
Endrin	0,0064 f***	0,0049	0,019 f	0,0049
Pentachloorbenzeen	0,3 f***	0,62*	0,3 f	0,3
Hexachloorbenzeen	0,0034 f	0,036*	0,014 m	0,0034
PCB's				

* geen statistische methode mogelijk wegens te weinig data. Een vereenvoudigde afleidingsmethode is gehanteerd op basis van veiligheidsfactoren.

** gebaseerd op chroom III

*** gebaseerd op alleen hogere organismen (HC5 of laagste NOEC)

f: visetende hogere organismen bepalend

m: mossetende hogere organismen bepalend

Tabel A12.6. Kritische gehalten in sediment (standaardbodem) voor bescherming van het ecosysteem voor de drie onderscheiden vormen van bodemgebruik. De waarden berekend met behulp van de transferfactor BSAF zijn tussen haakjes gegeven

Stof	Achtergrond- waarde	Funcctie natuur (incl. achtergrond- waarde)	Funcctie havens e.d.	Funccties overig (incl. achtergrond- waarde)
	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds
Arseen	29	30,6	5880	188
Cadmium (zoet/zout)	0,8	0,81	1	1,5
(gebaseerd op BSAF)	0,8	0,92 **	428**	13**
Chroom	100	169	41900	6960
Koper	36	36,4	610	73,3
Kwik				
- anorganisch-kwik	0,3	0,48/0,43	819/202	18,3/13,8
(zoet/zout)				
(gebaseerd op BSAF)	0,3	0,39/0,38	660/172	9,2/8,5
- methyl-kwik	0,3	0,30	1,46	0,58
(gebaseerd op BSAF)	0,3	0,30	3,8	0,68
Lood	85	132	63000	4780
Nikkel	35	35,1	2620	45,0
Zink	140	145	6450	669
Anthraceen		0,0004	1,64	0,04
Benzo(a)anthraceen		0,004	36,3	0,36
Benzo(a)pyreen		0,002	28,0	0,19
Benzo(k)fluorantheen		0,004	36,8	0,37
Benzo(ghi)peryleen		0,005	28,5	0,49
Chryseen		0,086	37,0	8,64
Fenanthreen		0,032	30,0	3,20
Fluorantheen		0,011	267	1,07
Indeno(123cd)pyreen		0,0004	2,22	0,04
Naftaleen		0,0012	16,3	0,12
DDT		0,0002	2,91	0,015
DDD		0,0002	0,039	0,021
DDE		0,000037	0,092	0,0037
Dieldrin		0,000048	0,25	0,0040
Aldrin		0,000043	0,23	0,0035
Endrin		0,000026	0,054	0,0026
Pentachloorbenzeen		0,0015	0,15	0,15
Hexachloorbenzeen		0,000022	0,21	0,0023
PCB 77		0,001	10,9 *	0,12
PCB 105		0,004	0,074 *	0,44
PCB 118		0,004	0,37 *	0,43
PCB 126		0,0000071	0,0012 *	0,0007
PCB 153		0,026	7,2 *	2,57
PCB 156		0,009	0,74 *	0,94
PCB 157		0,005	1,0 *	0,54
PCB 169		0,0001	0,0095 *	0,01
Planaire PCB mengsel		0,0009		0,09

* geometrisch gemiddelde van de data voor de HC5 (Van Wezel *et al.*, 1999)

** berekening alleen voor zoet sediment

Aanhangsel 13 Uitwerking van voedselketen voor grutto en das voor metalen

Het metaalgehalte in de worm kan worden gerelateerd aan een combinatie van bodem eigenschappen en het metaalgehalte in de bodem volgens (De Vries *et al.*, 2003) (naar Ma, 1983).

$$Me_{w(crit)} = K_{bw} \cdot Me_{b(crit)}^m$$

met:

$$K_{bw} = \text{overdrachtsconstante van bodem naar worm (mg.kg}^{-1-n}\text{)}$$

K_{bw} hangt af van de kationenuitwisselingscapaciteit CEC (meq.kg⁻¹), het gehalte aan organische stof, en de pH volgens:

$$\text{Log } K_{bw} = a_0 + a_1 \cdot \log(\text{CEC}) + a_2 \cdot \log(\text{org. stof}) + a_3 \cdot \text{pH}$$

De Vries *et al.* (2003) tonen aan dat de TDI kan worden berekend op basis van een kritisch gehalte in een dierlijk orgaan volgens (naar Ma *et al.*, 2001):

$$\text{TDI} = \frac{Me_{\text{org,ve(crit)}} \cdot M_{\text{org}}}{f_{\text{ass,org}} \cdot T_{\text{dj}} \cdot T_{\text{crit}}}$$

met:

$Me_{\text{org,ve(crit)}}$ = grenswaarde voor metaalconcentratie in orgaan van de vermivoor in verband met orgaanschade (mg.kg⁻¹)

M_{org} = het orgaangewicht van de vermivoor (g)

$f_{\text{ass,org}}$ = de assimilatiefractie van het opgenomen metaal naar het (doel)orgaan (-)

T_{dj} = het aantal dagen per jaar dat de soort blootstaat aan met metalen vervuild voedsel (dag.jr⁻¹)

T_{crit} = de kritische periode (het reproductieve leven van het dier) waarbinnen de grenswaarde voor orgaanschade niet mag worden overschreden (jr).

Op basis van een TDI kan een bodemnorm worden berekend volgens:

$$Me_{b(crit)} = (\text{TDI}/I_w / K_{bw})^{1/m}$$

De benodigde invoergegevens zijn gegeven in Tabel A13.1 en A13.2 en de resultaten in Tabel A13.3 en A13.4. Meer informatie hierover is gegeven in De Vries *et al.* (2003).

Tabel A13.1. Overzicht van parameters in de transferfunctie voor metaalaccumulatie in regenwormen (*Aporetodea caliginosa*) (Resultaten op basis van data van Ma, 1983).

Metaal	Parameters					
	a0	a1 (CEC)	a2 OS	a3 (pH)	n	R ²
	-	mmol.c.100 gr ⁻¹	%	-	mg kg ⁻¹	
Cd	2.28	-0.70	+0.61	-0.09	0.25	0.80
Pb	1.88	-1.49	1.21	-0.09	0.62	0.72
Cu	1.06	-0.41	-	-	0.59	0.80
Zn	3.88	-0.79	0.58	-0.14	0.27	0.88

Tabel A13.2. Berekende TDI van grutto en das

Diersoort	$M_{e_{org,ve(crit)}} \text{ (mg.kg}^{-1}\text{)}$		$M_{org} \text{ (kg)}$	$f_{ass,org} \text{ (-)}$	$T_{dj} \text{ (d.jr}^{-1}\text{)}$	$T_{crit} \text{ (jr)}$	$TDI \text{ (mg.dag}^{-1}\text{)}$		$I_w \text{ (kg.dag}^{-1}\text{)}$
	Cd	Pb					Cd	Pb	
	Grutto	200	90	$3.85 \cdot 10^{-3}$	0.005	122	5	0.253	0.114
Das	200	90	$65 \cdot 10^{-3}$	0.005	365	4	1.781	0.801	0.5

Tabel A13.3. Overzicht van berekende kritische bodemgehalten voor Cd en Pb voor de grutto

Grondgebruik	grondsoort	Cd gehalte (mg.kg ⁻¹)	Pb gehalte (mg.kg ⁻¹)
Landbouwgrond	Zand	0.14	123
Landbouwgrond	Klei	0.66	534
Landbouwgrond	Veen	1.0	1024
Landbouwgrond	Standaard	0.65	606
Natuurgrond	Zand	0.067	69
Natuurgrond	Klei	0.47	412
Natuurgrond	Veen	0.33	426
Natuurgrond	Standaard	0.65	606

Tabel A13.4. Overzicht van berekende kritische bodemgehalten voor Cd en Pb voor de das

Grondgebruik	grondsoort	Cd gehalte (mg.kg ⁻¹)	Pb gehalte (mg.kg ⁻¹)
Landbouwgrond	Zand	0.28	165
Landbouwgrond	Klei	1.3	718
Landbouwgrond	Veen	2.0	1378
Landbouwgrond	Standaard	1.3	816
Natuurgrond	Zand	0.13	92
Natuurgrond	Klei	0.92	554
Natuurgrond	Veen	0.65	573
Natuurgrond	Standaard	1.3	816

Aanhangsel 14 Uitwerking van eisen met betrekking tot drinkwaterkwaliteit

Normen uit het Besluit KMO en berekende kritische concentraties in sediment voor mogelijke overschrijding van de drinkwaternormen.

	KMO richtlijn drinkwater µg/l	Waarde voor sediment
Arseen	20	132
Cadmium	1,5	128
Chroom	50	9530
Koper	50	1690
Kwik	0,3	34
Lood	30	12800
Zink	200	14500
Anthraceen	0,02	0,02
Benzo(a)anthraceen	0,02	0,73
Benzo(a)pyreen	0,02	0,78
Benzo(k)fluorantheen	0,02	2,0
Benzo(ghi)peryleen	0,02	3,2
Chryseen	0,02	0,62
Fenanthreen	0,02	0,02
Fluorantheen	0,02	0,18
Indeno(123cd)pyreen	0,02	1,2
Naftaleen	0,02	0
DDT	0,05	1,1
DDD	0,05	0,45
DDE	0,05	0,66
Dieldrin	0,05	0,03
Aldrin	0,05	0,03
Endrin	0,05	0,03
Pentachloorbenzeen	0,05	0,02
Hexachloorbenzeen	0,05	0,03

Aanhangsel 15 Uitwerking voor eisen m.b.t. uit- en afspoeling van metalen

Voor de uit- en afspoeling van metalen is uitgegaan van het maximaal toelaatbaar risico (MTR_{eco}) zoals dat is afgeleid in het kader van het project Integrale Normstelling Stoffen. Voor de metalen is gerekend met het Maximaal Toelaatbare Additieniveau (MTA), dus exclusief het achtergrondgehalte. Dit omdat ervan wordt uitgegaan dat er additie door uit- of afspoeling van de bodem komt, het achtergrondgehalte zit al in het grond- of oppervlakte water. Deze normen zijn omgerekend naar concentraties in de bodem met behulp van de sorptiecoëfficiënten (K_p voor standaardbodem) zoals ze zijn gebruikt bij de evaluatie van de Interventiewaarden 1e tranche. Voor zowel de MTR, MTA en de K_p is Verbruggen *et al.* (2001) als bron gebruikt. Voor metalen is gerekend met de K_p voor bodem. De K_p voor waterbodem is te onbetrouwbaar. Dit heeft geleid tot de resultaten gegeven in onderstaande tabel.

Tabel A15.1. Overzicht van berekende normen voor voor de vaste fase op basis van de MTA met de K_p methode.

	MTR/MPA vlgs. INS	log K_p	bescherming uitloging en afspoeling
	ug/l	l/kg d.s.	mg/kg d.s.
Arseen	24	3,26	44
Cadmium	0,34	3,41	0,87
Chroom	8,5	3,68	41
Koper	1,1	3,33	2,4
Kwik	0,23	3,88	1,8
Lood	11	4,56	399
Nikkel	1,8	3,3	3,6
Zink	6,5	3,41	17
Naftaleen	1,2	1,76	0,069
Antraceen	0,07	3,06	0,080
Fenantreen	0,3	3,01	0,307
Fluorantheen	0,3	3,93	2,6
Benzo(a)anthraceen	0,01	4,69	0,49
Chryseen	0,34	4,46	9,8
Benzo(a)pyreen	0,05	4,59	2,0
Benzo(k)fluorantheen	0,04	5,02	4,2
Indeno 1,2,3, cd pyreen	0,04	5,26	7,3
Benzo-ghi-peryleen	0,03	5,26	5,5
DDT	0,00044	4,35	0,0099
DDE	0,00044	4,12	0,0058
DDD	0,00044	3,95	0,0039
Aldrin	0,018	2,71	0,0092
Dieldrin	0,018	2,76	0,010
Endrin	0,003	2,72	0,0016
Pentachloorbenzeen	0,03	2,69	0,015
Hexachloorbenzeen	0,000021	2,83	1,42E-05

Resultaten van de berekeningen De Vries *et al.* (2003) voor cadmium, lood, koper en zink waarbij een gerekend is met een Freundlich constante K_f waarbij de waarde voor K_f een functie is van het gehalte aan organische stof, klei en pH. Zijn gegeven in Tabel A15.2. Voor pH is uitgegaan van landbouwgronden. Wanneer de resultaten hiervan voor een standaardbodem worden vergeleken met die van de K_p methode standaardmethode, uitgaande van streewaarden voor grond en oppervlaktewater blijkt cadmium overeenkomstig te zijn, lood zit lager en koper en zink hoger (zie Tabel A15.1 en A15.2)

Tabel A15.2 Overzicht van berekende normen voor de vaste fase op basis van de streefwaarde en interventiewaarde voor grondwater en MTR voor oppervlaktewater behorend bij landbouwgronden met de Kf methode.

Metaal	Grondsoort	Totaal gehalte (mg.kg ⁻¹)		
		SW gw ¹	IW gw ²	MTR ow ³
Cd	zand	0.21	0.80	0.21
	klei	0.72	2.8	0.72
	veen	1.5	5.9	1.5
	standaard	1.0	3.9	1.0
Pb	zand	31	84	25
	klei	67	184	55
	veen	263	720	217
	standaard	125	342	103
Cu	zand	9.9	19	3.9
	klei	26	50	10
	veen	47	91	18
	standaard	36	69	14
Zn	zand	19	91	5.7
	klei	134	641	40
	veen	99	474	30
	standaard	108	515	32

Aanhangsel 16 Lijst met afkortingen

BTF	= <i>biotransfer factor</i> , de ratio van de concentratie van een stof in dierlijk weefsel of product (i.c. vlees of melk) en de dagelijkse inname van die stof door het dier
BTF _{dp}	= Biotransferfactor van inname naar dierlijke producten ($\text{d}\cdot\text{kg}^{-1}$)
C	= Concentratie van een stof in het inname medium (mg/kg),
$f_{\text{ass,org}}$	= Assimilatiefractie van het opgenomen metaal naar het (doel)orgaan (-)
I	= Inname hoeveelheid ($\text{kg}\cdot\text{dag}^{-1}$).
I_b	= Inname van bodem (grond) ($\text{kg}\cdot\text{dag}^{-1}$)
I_p	= Inname van plantaardig voedsel ($\text{kg}\cdot\text{dag}^{-1}$)
I_w	= Inname van wormen via het voedsel ($\text{kg}\cdot\text{dag}^{-1}$)
K_{bp}	= Overdrachtsconstante van bodem naar plant ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{1-n}$)
K_{bw}	= Overdrachtsconstante van bodem naar worm ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{1-n}$)
Me_b	= Metaalconcentratie in bodem (grond) ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.s.)
$Me_{b(\text{crit})}$	= Norm voor metaalconcentratie in bodem (grond) ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
$Me_{\text{org,ve}(\text{crit})}$	= Grenswaarde voor metaalconcentratie in orgaan van de vermivoor ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Me_p	= Metaalconcentratie in plant ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.s.)
$Me_{p(\text{crit})}$	= Norm voor metaalconcentratie in plant ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
$Me_{w(\text{crit})}$	= Grenswaarde voor metaalconcentratie in worm ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
M_{org}	= Orgaangewicht (g)
$OM_{\text{dp,crit}}$	= Kritisch gehalte in dierlijke produkten ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
TDI	= Toelaatbare dagelijkse inname van metalen ($\text{mg}\cdot\text{dag}^{-1}$)
T_{crit}	= Kritische periode (het reproductieve leven van het dier) waarbinnen de grenswaarde voor orgaanschade niet mag worden overschreden (jr).
T_{dj}	= Aantal dagen per jaar dat de soort blootstaat aan met metalen vervuild voedsel ($\text{dag}\cdot\text{jr}^{-1}$)

Mailing list

- 1 DGM/BWL-directeur, Drs. H.G. von Meijenfeldt
- 2 Directeur-Generaal Milieubeheer, VROM, Ir. J van der Vlist
- 3 Hoofdinspecteur VROM-inspectie, Mr. G.J.R. Wolters
- 4-7 Regionale Inspecties van de VROM-Inspectie
- 8 Dr. J. Roels (DGM/BWL)
- 9 Drs. N. de Wit (DGM/BWL)
- 10 Ir. J.M.C. Appelman (DGM/BWL)
- 11 Dr. T. Crommentuijn (DGM/BWL)
- 12 Dr.ir. A.E. Boekhold (DGM/BWL)
- 13 Drs. A.W.M. Eijs (DGM/BWL)
- 14 Ir. J. van der Kolk (DGM/SAS)
- 15 Dr. J.A. van Zorge (DGM/SAS)
- 16 Dr. D. Jung (DGM/SAS)
- 17 Drs. E.M. Maas (DGM/ SAS)
- 18 Ir. M. Hopman (LNV/GRR)
- 19 H. Haanstra (LNV/GRR)
- 20 J. Verhulst (LNV/GRR)
- 21 Dr. GJ de Maagd (V&W/DGW)
- 22 S. van Dijk (V&W/DGW)
- 23-35 Leden werkgroep UI (via Dr. T. Crommentuijn (DGM/BWL))
- 35-47 Onderzoeksbegeleidingsgroep ECO, via dr. M. Janssen (RIVM-SEC)
- 48-64 Onderzoeksbegeleidingsgroep HUMAAN, via ir. J.P.A. Lijzen (RIVM-LER)
- 65 Dr. J. Vegter (TCB, Den Haag)
- 66 dr. J. van Wensem (TCB, Den Haag)
- 67 Drs. M. ten Hove (TCB, Den Haag)
- 68 Dhr. A. Vos (IPO)
- 69 Drs. I. Canter-Cremers (UvW)
- 70 Ir. A.B. Roeloffzen (Gemeentewereken Rotterdam, Rotterdam))
- 71 Drs. J.P. de Poorter (MMG advies)
- 72 Ir. J.V.J.M. Kuyper (Prov. Noord-Holland, Haarlem)
- 73 G. Roolant (Gemeente Nijmegen, Nijmegen)
- 74 Drs. J.L.V. Oosterwegel (Geofox)
- 75 Ir. B. Satijn (SKB)
- 76 Drs. R. van Doorn (GGD Rotterdam, Rotterdam)
- 77 C. van Merendonk (Prov. Noord-Brabant, Den Bosch)
- 78 Mr.drs. E.C. Alders (FME CWM, Zoetermeer)
- 79 VNG/WEB, via dhr. J. Verburg (VNG, Den Haag)
- 80 IPO/ABO, via dhr. F. Kok (Prov. Zuid-Holland, Den Haag)
- 81 ONRI-werkgroep bodem, via Drs. M.F.X. Veul (Witteveen en Bos, Deventer)
- 82 NARIP, via Dr. H. Leenaers (NITG-TNO, Delft)
- 83 G. Goselink (NEN, Delft)
- 84 Drs. H. Geron (Min. van SZW, Den Haag)
- 85 Drs. A. de Groof (SIKB)
- 86 Ing. P.J. Smit (Van Hall Instituut Business Centre, Groningen)
- 87 Mw. ir. C. Cornelis (VITO, Belgium)
- 88 Dr. V. Dries (OVAM, Belgium)
- 89 G. van Gestel (OVAM,)
- 90 Ir. T.M. Lexmond (WUR, Wageningen)
- 91 Ing. P.J. Smit (Van Hall Instituut, Groningen)
- 92 Ir. A.B. Roeloffzen (Gemeentewerken Rotterdam)
- 93 Dr. R. Theelen (Min LNV)

- 94 Drs. M.F.W. Waitz (TAUW)
- 95 Drs. J. Wezenbeek (Grontmij)
- 96 Dr. A. Sinke (TNO-MEP)
- 97 Dr. Cors van den Brink (Royal Haskoning)
- 98 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
- 99 Dr. ir. P. Römken (Alterra, Wageningen)
- 100 Dr. ir. W. de Vries (Alterra, Wageningen)
- 101 Dr. B. Bosveld (Alterra, Wageningen)
- 102 Drs. L. Bonten (Alterra, Wageningen)
- 103 Prof. dr. H.J.P. Eijsackers (Alterra, Wageningen)
- 104 Dr. J. Faber (Alterra, Wageningen)
- 105 Dr. W. Ma (Alterra, Wageningen)
- 106 Dr. J. Japenga (Alterra, Wageningen)
- 107 Dr. C. Klok (Alterra, Wageningen)
- 108 Dr. N.W. van den Brink (Alterra, Wageningen)
- 109 Dr. R. Rietra (Alterra, Wageningen)
- 110 Drs. M. Beek (RIZA)
- 111 Dr. J. Vink (RIZA)
- 112 Dr. C. Cuypers (RIZA)
- 113 Dr. P. den Besten (RIZA)
- 114 Dr. J. Hendriks (RIZA)
- 115 R. van Dijk (RIZA/AKWA)
- 116 Dr. E. Sneller (IV&W)
- 117 Drs. M. van Elswijk (Royal Haskoning)
- 118 Drs. J. Tuinstra (Royal Haskoning)
- 119 Drs. E. van de Plassche (Royal Haskoning)
- 120 Mw. F. Balk (Royal Haskoning)
- 121 Dr.ir. Woitier (dir. Sector Milieu en Externe Veiligheid)
- 122 Prof.ir. N.D.van Egmond (dir. Milieu)
- 123 Ir. J. Tempelman (TNO/ MEP, Apeldoorn)
- 124 Drs. H. Canton (hLER)
- 125 Ir. R. van den Berg (hLDL)
- 126 Dr. W.H. Könemann (hSEC)
- 127 Ir. J.J.G. Kliet (hIMD)
- 128 Ir. J.P.A. Lijzen (LER)
- 129 Ing. P.F. Otte (LER)
- 130 Dr. T. Breure (LER)
- 131 Dr. L. Posthuma (LER)
- 132 Dr. M. Rutgers (LER)
- 133 Drs. M. Mesman (LER)
- 134 Drs. T.G. Vermeire (SEC)
- 135 Drs. T. Traas (SEC)
- 136 Ing. P. van Vlaardingen (SEC)
- 137 Dr. W. Slooff (SEC)
- 138 Dr. A.J.A.M. Sips (SIR)
- 139 Dr. A.J. Baars (SIR)
- 140 Dr. A.P. van Wezel (LDL)
- 141 SBC/Communicatie
- 142 Bureau Rapportenregistratie
- 143 Bibliotheek RIVM
- 144 Bibliotheek RIVM, depot LBG
- 145 Bibliotheek CSR
- 146-151 Bureau rapportenbeheer
- 152-200 Reserve-exemplaren