

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN

Rapportnr. 950011007

BRONNEN VAN DIFFUSE BODEMBELASTING

J.P.A. Lijzen¹ en A. Ekelenkamp²

april 1995

¹ RIVM-LBG, ² DGM-Bodem/DHV

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal Milieubeheer Directie Bodem in het kader van het project 950011: Verspreiding en risico's bodem (deelproject 715818: Diffuse bodembelasting/emissiereductie bodemkwaliteit).

VERZENDLIJST

- 1 Directeur Directie Bodem, mr. A.B. Holtkamp
- 2 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer, dr ir B.C.J. Zoeteman
- 3 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Stoffen, Veiligheid en Straling
- 4 dr ir J.M. Roels (DGM-Bodem, afd. Bodemsanering)
- 5 ir J.G. Robberse (DGM-Bodem, afd. Waterbodems en Kwaliteit)
- 6 drs M.C. van Rossenberg (DGM-Bodem, afd. Waterbodems en Kwaliteit)
- 7 drs H. Walthaus (DGM-Bodem, afd. Bodembescherming)
- 8 drs W.H. Munters (DGM-Bodem, afd. Bodembescherming)
- 9 mr W. Koegler (DGM-Bodem/DHV)
- 10 dr A.G.J. Sedee (DGM-SVS)
- 11 drs J.E. Zoetemeyer (DGM-SVS)
- 12 dr J.J. Vegter (DGM/TCB)
- 13 ir H.O. Hooghoudt (DGM-DWL)
- 14 drs M. van der Gaag (DGM-DWL)
- 15 ir W.J. Bruring (DGM-IBPC)
- 16 drs J. Sliggers (DGM-LE)
- 17 drs D.J. Bakker (TNO)
- 18 Depot van Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie
- 19 Directie Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- 20 Hoofd Voorlichting en Public Relations RIVM
- 21 ir F. Langeweg (Sector Milieuonderzoek)
- 22 drs J.A. Annema (LAE)
- 23 ing. H. Booij (LAE)
- 24 dr H. Eijsackers (ECO)
- 25 ir R. van den Berg (LBG)
- 26 ir R.O.G. Franken (LBG)
- 27 dr ir J.J.M. van Grinsven (LBG)
- 28 drs P. Lagas (LBG)
- 29 dr ir F.A. Swartjes (LBG)
- 30 drs W.J. Willems (LBG)
- 31-32 Auteurs
- 33 Bureau Projecten en Rapportenregistratie
- 34-35 Bibliotheek RIVM
- 36-100 Reserve-exemplaren

VERANTWOORDING

Deze rapportage is een nadere uitwerking en verbeterde invulling van een concept-notitie 'diffuse bodembelasting' eind 1993 opgesteld door A. Ekelenkamp (DGM, Directie Bodem/ DHV). De inhoud van het rapport is opgesteld in overleg met DGM-Bodem en met de begeleidingscommissie, bestaande uit de volgende personen:

ir J.G. Robberse	DGM, Directie Bodem
drs M.C. van Rossenberg	DGM, Directie Bodem
drs H. Walthaus	DGM, Directie Bodem
dr H. Eijsackers	RIVM-LBG (tot 1/12/94)
ir R.O.G. Franken	RIVM-LBG

Voor een deel van de gegevens is dankbaar gebruik gemaakt van de informatie die beschikbaar was bij andere laboratoria van het RIVM (LAE, LWD en LLO).

INHOUDSOPGAVE

VERZENDLIJST	ii
VERANTWOORDING	iii
INHOUDSOPGAVE	iv
ABSTRACT	vi
SAMENVATTING	1
1 INLEIDING EN DOEL	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Doel	4
1.3 Leeswijzer	4
2 BELANGRIJKSTE STOFSTROMEN EN STOFFEN	5
2.1 Stofstromen en bronnen	5
2.2 Stoffen	6
2.3 Koppeling stoffen, stofstromen en bodemgebruik	9
3 BRONNEN EN EMISSIES NAAR BODEM	10
3.1 inleiding	10
3.2 Zware metalen	10
3.2.1 Cadmium	10
3.2.2 Kwik	10
3.2.3 Lood	10
3.2.4 Koper	11
3.2.5 Nikkel	11
3.2.6 Zink	11
3.2.7 Arseen	12
3.2.8 Chroom	12
3.3 Bestrijdingsmiddelen	12
3.4 Gehalogeneerde koolwaterstoffen	13
3.5 Gehalogeneerde aromaten	15
3.6 Overige stoffen	16
4 HUIDIGE BODEMKWALITEIT	18
4.1 Inleiding	18
4.2 Zware metalen	19
4.2.1 Cadmium	19
4.2.2 Kwik	19
4.2.3 Lood	20
4.2.4 Koper	20
4.2.5 Nikkel	21
4.2.6 Zink	21
4.2.7 Arseen	21

4.2.8 Chroom	22
4.3 Bestrijdingsmiddelen	23
4.4 Halogeenkoolwaterstoffen	24
4.5 Gehalogeneerde aromaten	24
4.6 Overige stoffen	25
4.7 Diffuse bodemverontreiniging in stedelijk gebied	27
5 TOEKOMSTIGE BODEMKWALITEIT	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Zware metalen	29
5.3 Bestrijdingsmiddelen	32
5.4 Halogeenkoolwaterstoffen	33
5.5 Gehalogeneerde aromaten	33
5.6 Overige stoffen	34
6 DISCUSSIE BODEMKWALITEIT EN EMISSIEREDUCTIE	35
6.1 Huidige en toekomstige bodemkwaliteit	35
6.2 Verwachte emissiereductie	37
7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	42
7.1 Bodemkwaliteit	42
7.2 Bronnen/stofstromen	43
7.3 Gebiedstypen	44
7.4 Eindconclusie	45
GERAADPLEEGDE LITERATUUR	46
BIJLAGEN	49
Bijlage 1 Stoffenlijst	49
Bijlage 2 Streefwaarden en interventiewaarden voor modelbodems	51
Bijlage 3 Relatieve bijdrage van bronnen aan diffuse bodembelasting	53
Bijlage 4 Berekening bodembelasting door baggerspecie	54
Bijlage 5 Meetwaarden zware metalen	56
Bijlage 6 Meetwaarden bestrijdingsmiddelen	61
Bijlage 7 Meetwaarden halogeen-verbindingen	63
Bijlage 8 Meetwaarden overige stoffen	66
Bijlage 9 Diffuse bodemverontreiniging stedelijk gebied	68
Bijlage 10 Achtergrondinformatie over rekenmodellen	69
Bijlage 11 Toekomstige bodemkwaliteit MV2	71

ABSTRACT

Sources of Diffuse Emissions to Soil

The aim of this study was to support the policy on preventive soil protection with information on the diffuse (non-local) emissions to soil and the influence on future soil quality. This study is related to inventories on (potential) sources of local soil pollution (e.g. industrial areas, landfills, oil-storage tanks, public sewerage systems, pipelines, roads and motorways, railways etc.).

The diffuse sources included in this study are: atmospheric deposition, manure, fertilizer, pesticides, purifying sludge, compost, dredging sludge, corrosion of metals, leaching of preserved wood and hunting. The study focused on heavy metals, some pesticides, chlorinated hydrocarbons, chlorinated aromatic hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons, aromatic hydrocarbons and oil(products). A survey was made on present and future soil quality. Four types of land use were distinguished: nature conservation areas/forest, agricultural land, infrastructural and urban areas.

Conclusions have been made on (1) the contribution of the different sources to the total emissions to the soil and on (2) the expected exceedance of pollutant target values in soil affected by emissions. Important sources of non-local emissions to soil are atmospheric deposition, manure, fertilizer, dredging sludge, corrosion and leaching of impregnated wood. To guard the soil quality in the future, the emissions of cadmium, lead, copper, zinc, chromium, pesticides, trichloroethylene, chlorinated phenols and PAHs have to decrease. The present emissions of arsenic, endosulfan, HCB, 1,1,1-trichloroethane and benzene to soil are probably acceptable.

For many other substances little is known about the influence of the present load on future soil quality. Therefore more calculations to estimate the development of soil quality are recommended. Also actualization and differentiation of the emission data needs more attention.

SAMENVATTING

De Nederlandse bodem wordt door een groot aantal bronnen belast met uiteenlopende verontreinigingen. Ten behoeve van het preventieve bodembeleid was onvoldoende duidelijk welke bijdrage uiteenlopende bronnen leveren aan de diffuse bodembelasting. Doel van deze inventarisatie was daarom de beschikbare kennis over diffuse bodembelasting te bundelen en kennis-lacunes aan te geven. Tevens was het doel de huidige bodemkwaliteit te beschrijven en inzicht te krijgen in de verwachte kwaliteitsontwikkeling van de bovengrond. Daarbij is zoveel mogelijk onderscheid gemaakt in vier typen bodemgebruik: natuur/bos, landbouw, infrastructuur en stedelijke gebied.

Onder diffuse belasting wordt verstaan bronnen die de bodem over een groter oppervlak belasten, waarbij -gezien het schaalnivo- sprake is van een min of meer homogene ruimtelijke verdeling van de belasting.

Samen met het rapport "bronnen van lokale bodembelasting" (rapportnr. 950011002) wordt een overzicht gegeven van de bronnen die de bodem belasten (met uitzondering van belasting door bronnen waarvoor beleid is of wordt geformuleerd door het ministerie van VROM).

De bodembelasting is gekwantificeerd voor prioritaire stoffen die relevant zijn voor de bodem: zware metalen en arseen, enkele bestrijdingsmiddelen, chloorkoolwaterstoffen, gehalogeneerde aromaten, PAK, aromaten, fenolen, ftalaten en olie.

Aanbevolen wordt om een apart overzicht te maken voor veel meer bestrijdingsmiddelen, waarbij ingegaan kan worden op de verwachte kwaliteitsontwikkeling van deze stoffen.

De bronnen die in de beschouwing zijn betrokken zijn: atmosferische depositie, dierlijke mest, kunstmest, zuiveringsslib, compost, baggerspecie, corrosie van roestvaststaal, dakgoten en straatmeubilair, uitloging van verduurzaamd hout en jachtsport.

De in omvang belangrijkste bronnen in Nederland (in kg/jr) met bijbehorende stoffen zijn:

- atmosferische depositie (van arseen, kwik, chloorkoolwaterstoffen, chlooraromaten en PAK);
- dierlijke mest (met cadmium, koper, nikkel, zink en arseen);
- kunstmest (met cadmium, chroom, nikkel en kwik);
- baggerspecie (met lood);
- corrosie (van zink);
- uitloging van verduurzaamd hout (PAK).

In bos- en natuurgebieden voldoen de huidige gehalten in de bodem over het algemeen aan de streefwaarden. In landbouwgronden worden regelmatig (meer dan 10 % van bodemoppervlak of van metingen) streefwaarden overschreden voor koper, enkele bestrijdingsmiddelen, chloorbenzenen en PAK. Langs infrastructuur en in (groot)stedelijk gebied treden overschrijdingen van de streefwaarden op van lood, koper, zink en PAK. Voor een aantal stoffen is het beeld van de huidige kwaliteit nog niet bekend.

Gebaseerd op modelberekeningen is de verwachting dat in de toekomst (bij het huidige beleid) op een steeds groter grondoppervlak (met name landbouwgronden) de bodemgehalten zullen gaan toenemen tot boven de streefwaarden. Dit geldt voor de stoffen cadmium, lood, koper, zink, chroom, bestrijdingsmiddelen, trichlooretheen en één of meerdere PAK. Voor bos/natuur wordt dit verwacht voor cadmium, lood, trichlooretheen, pentachloorfenol en minimaal 3 PAK (zie voor overzicht tabel 6.1 in hoofdstuk 6).

Voor enkele stoffen (arseen, endosulfan, hexachloorbenzeen, 1,1,1-trichloorethaan en benzeen) is het huidige beleid waarschijnlijk voldoende om de bodemgehalten in bos/natuur en landbouwgronden beneden de streefwaarden te houden.

Er resteert een groot aantal stoffen (kwik, nikkel, bestrijdingsmiddelen, halogeenkoolwaterstoffen, chloorbenzenen, PCB, PAK en aromaten) waarvoor nog onvoldoende bekend is over de gevolgen van de diffuse bodembelasting voor de (toekomstige) bodemkwaliteit. Aanbevolen wordt om ook voor deze stoffen modelberekeningen uit te voeren om de kwaliteitsontwikkeling van de bodem te kunnen schatten. Tevens is het gewenst dat het begrip kritische bodembelasting (evenwichtsbelasting waarbij de streefwaarde net wordt bereikt) verder wordt ontwikkeld en uitgewerkt. Mede ter onderbouwing van modelberekeningen is er een grote behoefte aan meetgegevens van een groot aantal stoffen in verschillende bodemgebruikstypen en grondsoorten. Naast bescherming van de bovengrond bodem, is het ook belangrijk een relatie te (gaan) leggen tussen de diffuse bodembelasting en het ondiepe grondwater.

1 INLEIDING EN DOEL

1.1 Aanleiding

Bij DGM, Directie Bodem, bestaat een behoefte aan kennis en informatie om het bodem-beschermingsbeleid te kunnen uitvoeren. De rapportage "De omvang van bodemverontreiniging in Nederland [VROM, 1989] geeft reeds voor een groot aantal bronnen inzicht in de bodembelasting en de mate waarin dit leidt tot bodemverontreiniging. Het rijksbeleid ten aanzien van de bodem is hierop gebaseerd en verwoord in "Bodembescherming in de jaren '90"¹ [VROM, 1990]. Dit zgn. TienJaren-Scenario (TJS) beschrijft een aantal belangrijke bronnen en op welke wijze deze bronnen zijn of worden aangepakt. Centraal in die aanpak staan:

- bedrijfsterreinen;
- stortplaatsen;
- ondergrondse infrastructuur (riolering en tanks);
- bouwstoffen;
- vloeistoffen (lozingen/infiltraties);
- meststoffen;
- bestrijdingsmiddelen.

Naast de bovengenoemde bronnen zijn er in Nederland nog allerlei andere bronnen die de bodem belasten, maar waarover op beleidsniveau geen of onvoldoende informatie beschikbaar is. Het gaat om bronnen van diffuse bodembelasting en van lokale bodembelasting.

Met betrekking tot diffuse bodembelasting versus lokale bodembelasting, is er echter een aanzienlijke spraakverwarring mogelijk door verschillen in interpretatie. Het is namelijk lastig om een strikt onderscheid te maken tussen deze vormen van bodembelasting. Het TienJaren-Scenario biedt hiervoor weinig houvast, aangezien hieruit geen eenduidig begrippenkader af te leiden valt. Meststoffen bijvoorbeeld, worden enerzijds gerangschikt onder inrichtings- en beheersactiviteiten en anderzijds onder diffuse bodemverontreiniging [VROM, 1990].

Om voor deze rapportage helderheid te verschaffen wordt aangegeven op welke wijzen de bodem kan worden belast (stofstromen) en vervolgens of de onderscheiden stofstromen van belang zijn voor resp. diffuse en lokale bodembelasting. Hieruit zal overigens blijken dat er sprake is van bronnen, die zich bewegen op het grensvlak van diffuse en lokale bodembelasting. Dit rapport zal onder diffuse respectievelijk lokale bodembelasting het volgende verstaan:

Bronnen van diffuse bodembelasting

Bronnen die de bodem over een groter oppervlak belasten, waarbij -gezien het schaalniveau- sprake is van een min of meer homogene ruimtelijke verdeling van de belasting.

Bronnen van lokale bodembelasting

Bronnen die in de directe omgeving van de bron de bodem belasten, waarbij sprake is van een punt- of een lijnbelasting met veelal een duidelijke afnemende gradiënt (gezien vanaf

¹ Deze nota wordt doorgaans als het TienJaren-Scenario aangeduid.

de bron).

De inventarisatie van bronnen van diffuse en lokale bodembelasting is beschreven in twee afzonderlijke rapporten. Onderhavig rapport beschrijft de bronnen van diffuse bodembelasting. Het is een co-productie tussen DGM en RIVM.

Het RIVM heeft reeds, in opdracht van de Directie Bodem, een studie uitgevoerd naar de omvang en belang van bronnen van lokale bodembelasting (met uitzondering van belasting door bronnen waarvoor beleid is of wordt geformuleerd door het ministerie van VROM, zoals Wet Milieubeheer, Lozingenbesluit etc.). Dit heeft geresulteerd in het rapport "Bronnen van lokale bodembelasting" [Lijzen en Franken, 1994].

1.2 Doel

Deze rapportage beoogt (net als de rapportage over lokale bodembelasting) een probleem-beschrijving te geven van bronnen van diffuse bodembelasting waarover nog onvoldoende of geen informatie voorhanden was. Deze probleembeschrijving zal als basis dienen voor het te ontwikkelen beleid en in te zetten instrumenten/maatregelen.

Op dit moment bestaat geen volledig beeld van de kwaliteit en de kwaliteitsontwikkeling van de Nederlandse bodem (bovengrond) als gevolg van diffuse bodembelasting. Het primaire doel van deze studie is daarom duidelijkheid te krijgen over:

- welke stoffen de bodem diffuus belasten;
- de mate van diffuse belasting;
- prioriteitstelling van stofstromen/bronnen;
- gegevens over de huidige bodemkwaliteit (t.o.v. de streefwaarden);
- inschattingen van de verwachte kwaliteitsontwikkeling van de bodem.

Daarnaast heeft dit rapport tot doel kennis-lacunes aan te geven om zodoende tot eventueel nader onderzoek te komen.

Naast het schetsen van het landelijk beeld is inzicht in de ruimtelijke differentiatie van diffuse bodembelasting belangrijk, omdat dit van invloed kan zijn op het stellen van prioriteiten. Deze differentiatie is niet in deze rapportage uitgewerkt.

De gevolgen van bodembelasting op de (toekomstige) kwaliteit van het grondwater vormt geen onderdeel van deze studie. Verbanden tussen de belasting en het (ondiepe) grondwater zijn moeilijker te leggen door de minder directe relatie dan met de bovengrond.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de te onderscheiden stofstromen vanuit de verantwoordelijke bronnen. Ook wordt daar aangegeven welke stoffen worden uitgewerkt.

In hoofdstuk 3 gaat, op grond van de beschikbare gegevens, in op de mate waarin de bodem diffuus wordt belast en welke bronnen daaraan bijdragen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de huidige kwaliteit van de bodem en het ondiepe grondwater.

In hoofdstuk 5 wordt de kennis over de te verwachten bodemkwaliteit in de toekomst beschreven.

Hoofdstuk 6 vormt een integratie waarbij knelpunten worden gesignaleerd en de reeds verwachte emissiereductie wordt toegelicht. In hoofdstuk 7 volgen vanuit drie invalshoeken conclusies en aanbevelingen.

2 BELANGRIJKSTE STOFSTROMEN EN STOFFEN

2.1 Stofstromen en bronnen

Zoals in hoofdstuk 1 is aangegeven, is het lastig om een strikt onderscheid te maken tussen bronnen van diffuse en lokale bodembelasting. Daarom gaat dit hoofdstuk eerst in op de te onderscheiden stofstromen waarmee de bodem kan worden belast. Per stofstroom zullen de belangrijkste bronnen kort worden aangeduid.

Onderstaande beschrijvingen van de stofstromen zijn in tabel 2.1 samengevat. De bronnen die in deze rapportage zijn opgenomen zijn **vet gedrukt**. De bronnen die aan de orde komen in de rapportage "Bronnen van lokale bodembelasting" [Lijzen en Franken, 1994] zijn in tabel 2.1 *kursief gedrukt*. Bronnen die buiten beschouwing zijn gebleven, aangezien reeds voldoende informatie voorhanden is en/of beleid wordt gevoerd op grond van het TJS [VROM, 1990], zijn in tabel 2.1 normaal gedrukt.

1. Atmosferische depositie

Hieronder wordt verstaan: stoffen die via toevoer uit de lucht op/in de bodem terecht komen. Deze stofstroom wordt eenduidig als diffuse bodembelasting beschouwd en komt derhalve in dit rapport aan de orde.

Bronnen van atmosferische depositie zijn:

- * industrie
- * verkeer: weg/rail
- * raffinaderijen
- * elektriciteitscentrales
- * afvalverwerkingsbedrijven
- * bestrijdingsmiddelen
- * huishoudens (allesbranders/openhaard)

Het grootste deel van de atmosferische depositie is afkomstig uit het buitenland (grootweg 60-90%); dit is in hoofdstuk 3 verder uitgewerkt.

2. Toedienen

Hieronder wordt verstaan: stoffen die door opbrengen of uitrijden op/in de bodem terecht komen. Deze stofstroom wordt ook eenduidig als diffuse bodembelasting beschouwd en komt derhalve in dit rapport aan de orde.

Bronnen van toediening zijn:

- * dierlijke mest
- * kunstmest
- * bestrijdingsmiddelen
- * zuiveringsslib
- * (gft)compost
- * jachtsport (niet zuiver toedienen; indeling is een keuze)
- * baggerspecie (klasse 0, 1 en 2)

De verontreinigingen in de waterbodem van regionale wateren (met name sloten) zijn afkomstig van diverse bronnen: scheepvaart, oeverbescherming, huishoudens (via overstort of rwzi), wegverkeer (via verharde oppervlakken), uit/afspoeling van onverharde oppervlakken (o.a. nutriënten en bestrijdingsmiddelen uit landbouw), lozingen door bedrijven (direct of via rwzi).

3. Atmosferische corrosie en uitloging

Hieronder wordt verstaan: stoffen die door weersinvloeden en/of verwerking van het materiaal op/in de bodem terechtkomen. Deze stofstroom kan als diffuse of als lokale bodembelasting worden beschouwd. Het hangt van de bron af. Deze bronnen komen derhalve in twee rapporten aan de orde. Tabel 2.1 geeft aan welke bronnen in dit rapport resp. het rapport "Bronnen van lokale bodembelasting" aan de orde komen.

Bronnen van corrosie/uitloging zijn:

- * dakgoten, dakbedekking en gevels
- * gebouwen en roestvast staal (op industrieterreinen)
- * hoogspanningsmasten
- * straatmeubilair (lantaarnpalen, verkeerspalen, vangrails)
- * verduurzaamde houtprodukten
- * textiel (tentdoek/zonneschermen)
- * rioleringen (zie lekkage)
- * bouwstoffen

4. Slijtage materialen:

hieronder wordt verstaan; stoffen die door contact met het materiaal op/in de bodem terechtkomen. Deze stofstroom wordt eenduidig als lokale bodembelasting beschouwd en komt derhalve in "Bronnen van lokale bodembelasting" aan de orde.

Bronnen van slijtage zijn:

- * leidingen (trein)
- * wegen
- * autobanden/remmen
- * oppervlaktebehandeling, zoals bijvoorbeeld verven en gritstralen

5. Lekkages/lozingen:

hieronder wordt verstaan: stoffen die door lekken of directe lozing in de bodem komen. Deze stofstroom wordt eenduidig als lokale bodembelasting beschouwd. Over enkele bronnen is voldoende informatie beschikbaar en/of wordt beleid gevoerd op grond van het TJS en blijven derhalve buiten beschouwing. In "Bronnen van lokale bodembelasting" wordt alleen ingegaan op ondergrondse infrastructuur.

Bronnen van lekkage/lozingen zijn:

- * bedrijfsterreinen (inrichtingen);
- * stortplaatsen;
- * ondergrondse infrastructuur: buizen, leidingen, rioleringen, tanks;
- * directe lozingen (van afvalwater) in de bodem.

2.2 Stoffen

In het kader van diffuse bodembelasting is zoveel mogelijk aangesloten bij de zogenaamde "prioritaire" stoffen (NMP, Strategienota thema Verspreiding). Vanuit deze lijst is een selectie gemaakt op basis van de relevantie voor bodem (en ondiep grondwater)(zie bijlage 1). De relevantie voor bodem is gebaseerd op de stofkeuze voor Milieubalans/Milieuverkeningen, advies van CCRX voor monitoring van bodem en grondwater en het bestaan van een interventiewaarde. Een aantal bestrijdingsmiddelen is toegevoegd op basis van de beschikbaarheid van informatie over bodemkwaliteit. Met het oog op diffuse bodembelasting worden de volgende (groepen van) stoffen uitgewerkt:

- zware metalen: cadmium, chroom, kwik, lood, koper, nikkel, zink, arseen;
- bestrijdingsmiddelen: atrazin, endosulfan, lindaan, parathion, hexachloorbenzeen;
- halogeenkoolwaterstoffen: dichloormethaan, tetrachloormethaan, trichloormethaan, dichloorethaan, trichloorethaan, tetrachlooretheen, trichlooretheen en vinylchloride;
- gehalogeneerde aromaten: chloorbenzenen, chloorfenolen, dioxinen en PCB's;
- overige stoffen: PAK (10: naftaleen, anthraceen, fenantreen, benzo(a)antracene, chryseen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen en indeno(123cd)-pyreen), benzeen, toluen, ethyl-benzeen, xyleen, fenolen, ftalaten en olie(produkten).

Voor de genoemde stoffen is in bijlage 2 een overzicht gegeven van de streefwaarden en interventiewaarden in vier modelbodems en in het grondwater.

Met bovengenoemde stoffen is de diffuse bodembelasting in beeld gebracht. Over een groot deel van de stoffen is relatief veel informatie voorhanden. Ook zijn er een aantal stoffen waarvan onbekend is of ze de bodem diffuus belasten en in welke mate dit gebeurt. Voor deze stoffen is aangegeven welke informatie ontbreekt.

Diffuse bodembelasting door nutriënten als fosfaat, kali, ammoniak, stikstof en dergelijke, blijft buiten beschouwing. Over nutriënten is reeds voldoende informatie voorhanden en oplossingen worden in diverse andere kaders verder uitgewerkt (vermesting, verzuring)².

Alvorens in te gaan op de mate waarin de bodem met deze stoffen wordt belast, worden de belangrijkste stofstromen met hun bronnen in paragraaf 2.3 geschetst. In hoofdstuk 3 zijn, voor zover mogelijk, deze stofstromen gekwantificeerd.

² Structuurverbetersaars zijn een bron van diffuse bodembelasting met nutriënten, waarvoor inzicht in de omvang ontbreekt. In deze notitie, waarin het thema verspreiding centraal staat, blijven nutriënten echter buiten beschouwing

Tabel 2.1 Bronnen van diffuse en lokale bodembelasting

BRONNEN VAN BODEMBELASTING	STOFSTROMEN				
	depositie	toedie- nen	uitlogten/ corrosie	slijtage	lekken/ lozen
DIFFUSE BODEMBELASTING					
bronnen van atmosferische depositie	X				
dierlijke mest / kunstmest		X			
bestrijdingsmiddelen	X	X			
zuiveringsslib (van RWZI en AWZI)		X			
(gft)compost / zwarte grond		X			
baggerspecie		X			
rvs, dakgoten, dakbedekking en gebouwen			X		
straatmeubilair (excl. vangrails)			X		
verduurzaamd hout, textiel, dakbedekking			X		
jachtsport		X	X		
LOKALE BODEMBELASTING					
rioleringen					X
ondergrondse transportleidingen					X
wegen (slijtage wegdek)				X	
verkeer (uitlaatgassen, banden, etc.)				X	X
vangrails			X		
spoorwegen/trambanen (bovenleidingen)			X	X	
hoogspanningsmasten			X		
bouwactiviteiten			X		X
oppervlaktebehandeling (stralen, verven)				X	X
lokale depositie rond bedrijven	X				
bouwstoffen (Bouwstoffenbesluit)			X		
ondergrondse tanks (BOOT)			X		X
inrichtingen (Wet Milieubeheer)					X
stortplaatsen (Stortbesluit)					X
directe bodemlozingen (Lozingenbesluit)					X

vet = behandeld in deze rapportage;

cursief = behandeld in rapportage "bronnen van lokale bodembelasting"[Lijzen en Franken, 1994];

normaal = niet behandeld in beide rapportages.

2.3 Koppeling stoffen, stofstromen en bodemgebruik

In tabel 2.2 zijn de diverse stofgroepen en de in dit rapport in beschouwing genomen stofstromen aan elkaar gekoppeld. Hierdoor ontstaat inzicht in de relatie tussen soort stoffen en de wijze waarop die stoffen in of op de bodem geraken. In hoofdstuk 3 is per stofgroep dit overzicht nader uitgewerkt en gekwantificeerd.

Tabel 2.2 Relatie stofstromen en stofgroepen

STOFSTROOM	metalen	bestrijdings- middelen	halogeen kool- waterstoffen	halogeen- aromaten	PAK en aromaten
depositie	X	X	X	X	X
toediening	X	X	X	X	X
corrosie/uitloging	X			X	X
slijtage	X				

In tabel 2.3 zijn de diverse stofstromen aan typen van bodemgebruik gekoppeld. Hierdoor ontstaat inzicht in de relatie tussen de stofstromen en de verschillende typen van bodemgebruik. Per type bodemgebruik kan de bodembelasting sterk verschillen.

De 4 onderscheiden typen bodemgebruik vormen een groot deel van de totale oppervlakte van Nederland (in 1989 gemeentelijk ingedeeld: 39858 km²)[CBS, 1994]:

- natuurlijk terrein en bos 11%;
- bebouwd gebied (≈stedelijk) 7.5%;
- agrarisch gebied 60%;
- verkeersterrein (infrastructuur) 3.4%.

Niet opgenomen zijn: water (15%) en overige gronden (3.2%).

Bij infrastructuur gaat het om wegbermen, bodem rond hoogspanningsmasten en bodem langs spoorwegen. Hoewel deze bodem vooral lokaal belast wordt is het toch, ten behoeve van een volledig beeld, als apart gebiedstype opgenomen.

Een nadere onderverdeling van de typen bodemgebruik is in het kader van deze inventariserende studie niet zinvol. De indeling in 4 typen maakt een eerste differentiatie van de bodembelasting en bodemkwaliteit(sontwikkeling) mogelijk.

Tabel 2.3 Relatie stofstromen en typen bodemgebruik

STOFSTROOM	natuur/bos 4478.2 km ²	stedelijk gebied 2972.6 km ²	landbouwgronden 23833,1 km ²	infrastructuur 1374.5 km ²
depositie	X	X	X	X
toediening	X ^a		X	
corrosie/uitloging		X		X
slijtage		X		X

^a alleen door jachtsport

3 BRONNEN EN EMISSIES NAAR BODEM

3.1 inleiding

In dit hoofdstuk zijn de meest recente gegevens over de bodembelasting vanuit de diverse bronnen opgenomen. De mate waarin stoffen op de bodem terecht komen zegt echter nog weinig over de mogelijk nadelige invloed op de bodemkwaliteit. Dit hangt samen met stoffeigenschappen en bodemeigenschappen (o.m. porositeit, vochtgehalte, lutumgehalte, organische-stofgehalte).

Een analyse van de bodembelasting en gegevens over de huidige bodemkwaliteit, geeft inzicht in de relatie tussen beide. Hoofdstuk 4 gaat in op de huidige bodemkwaliteit, waarna in hoofdstuk 5 de verwachte toekomstige kwaliteit wordt beschreven. In hoofdstuk worden de huidige en toekomstige bodemkwaliteit wordt beschreven.

Alle emissiegegevens zijn door middel van bronvermeldingen verantwoord (zie voetnoten). De berekening van de bodembelasting door baggerspecie is in bijlage 4 opgenomen. Voor de meeste emissies is het jaar van herkomst aangegeven (indien mogelijk 1990).

Alleen de totale belasting van de Nederlandse bodem is opgenomen. Hoewel het wenselijk is de bodembelasting uit te splitsen naar bodemgebruik, is die informatie (verdeling van de stofstromen naar bodemgebruik) niet opgenomen. In bijlage 3 is per stof de relatieve bijdrage van de bronnen aan de totale diffuse bodembelasting in Nederland gegeven.

3.2 Zware metalen

3.2.1 Cadmium

De totale cadmiumbelasting van de Nederlandse bodem was in 1990 circa 19 ton (zie overzichtstabel 3.1). De belangrijkste bronnen zijn kunstmest (38%), dierlijke mest (23%), atmosferische depositie (18%) en baggerspecie (15%).

Een groot gedeelte (80%) van de atmosferische depositie van cadmium is afkomstig van bronnen in het buitenland [Warmenhoven, 1989].

3.2.2 Kwik

De totale diffuse kwikbelasting van de bodem bedraagt circa 4.5 ton per jaar.

De belangrijkste bron betreft de atmosferische depositie (49%); daarnaast is de kwikbelasting afkomstig van kunstmest (22%), dierlijke mest (11%) en baggerspecie (13%).

Met betrekking tot kwik is 66% van de atmosferische depositie afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

3.2.3 Lood

De totale loodbelasting van de bodem is circa 822 ton per jaar. De belangrijkste bron van de loodbelasting in 1990 is baggerspecie (37%), de jachtsport (24%) en atmosferische depositie (18%). Daarnaast gaat het om dierlijke mest (7%), kunstmest (4%) en corrosie (m.n. van bladlood; 4%).

De atmosferische depositie is voor ca. 70% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989] en met name afkomstig van het verkeer. De belasting door de jachtsport was in 1990 aanzienlijk (200 ton), maar is door een verbod van het gebruik (per 1/2/93) fors verminderd (nog circa 10% door opmaken voorraad).

Corrosie (en uitloging) speelt vooral in stedelijke gebieden (veel bouwwerken). Daarnaast

kan in stedelijke gebieden een verhoogde looddepositie optreden (verkeer).

Tabel 3.1 Bodembelasting door zware metalen (ton/jaar) in 1990

BRONNEN	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	As	Cr	bron
atmosferische depositie	3.5	2.2 ^a	150	16	24.1 ^a	410 ^b	13.2 ^a	12.9 ^a	3,4,5,6,
dierlijke mest	4.4	0.5	56.6	797	59.2	1426	8.4	7.9	7
kunstmest+bekalking	7.2	1.0	31.6	128 ^c	33.5	263	3.6	78.5	6,7
bestrijdingsmiddelen	-	*	-	11	-	68	-	-	6
zuiveringslib	0.1	0.2	15.1	36	3.9	114	0.8	6.5	6
(gft)compost (1993)	0.2	0.03	19	7.8	?	38	0.5	4.6	8,9
baggerspecie	2.8	0.6	304	36	2.4	532	2.8	30	bijl. 7
corrosie rvs,dakgoten etc	0.6	-	35	1	16	2000	-	38	3,10,11
uitloging hout, gevels	-	-	-	19	0.15	0.02	0.41	13.5	3,11
slijtage banden/wegen ^d	0.4	-	9	2	2.6	122	-	4.1	11
slijtage leidingen ^d	-	-	1.5	50	-	-	-	-	3,11
jachtspot	-	-	200 ^e	-	-	?	1-3 ^e	-	6,9
TOTAAL	19	4.5	822^e	1104	142	4973	32	196	

Cd = cadmium Ni = nikkel

Hg = kwik Zn = zink

Pb = lood As = arseen

Cu = koper Cr = chroom

- = geen bron; * = mogelijk bron; ? = wel bron, geen gegevens

^a = op land (33878 km²); extrapolatie depositie in 1985 [Coppoolse, 1993]

^b = in 1989 [Cleven, 1992]

^c = vooral a.g.v. koperslakkenbloem (96%)

^d = opgenomen in rapportage lokale bronnen

^e = loodhagel sinds 1/2/93 verboden; voor een groot deel vervangen door staal, zink en bismuth

3.2.4 Koper

De totale koperbelasting bedraagt circa 1104 ton per jaar.

De belangrijkste bron is dierlijke mest (72%). Kunstmeststoffen dragen circa 12% bij aan de bodembelasting (vooral door toepassing van koperslakkenbloem). Slijtage van bovenleidingen (lokale belasting!) draagt circa 5% bij aan de bodembelasting. De bijdrage van atmosferische depositie is slechts 1%, waarvan praktisch alles afkomstig is uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

3.2.5 Nikkel

Op grond van de beschikbare gegevens bedraagt de totale nikkelbelasting circa 142 ton per jaar. De nikkelbelasting wordt vooral veroorzaakt door toedienen van dierlijke mest (42%) en kunstmest (24%), door atmosferische depositie (17%) en corrosie/uitloging (11%). De atmosferische depositie is voor 68% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

3.2.6 Zink

De totale zinkbelasting bedraagt circa 5000 ton per jaar. De belangrijkste bronnen voor de zinkbelasting van de Nederlandse bodem zijn (atmosferische) corrosie (40%), toediening van dierlijke mest (29%), atmosferische depositie (8%) en toedienen van kunstmest (5%). In vergelijking met andere zware metalen komt absoluut gezien veel zink op de bodem

3 Coppoolse, 1993 (SPEED-Zware Metalen)

4 Jaarsveld, 1993

5 Cleven, 1992 (Basisdocument Zink)

6 Milieuverkenning 2, 1991; RIVM-LAE, 1994a.

7 Sloof, 1989 (Basisdocument Chroom)

8 RIVM-LAE, 1994b (Gegevens SFINX)

9 Sloof, 1990 (Basisdocument arseen)

10 Sloof, 1989 (Basisdocument koper)

11 Lijzen en Franken, 1994

door atmosferische depositie (410 ton), maar in de totale zinkbelasting is het aandeel beperkt (8%). Hiervan is 90% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989; MV2, 1991]. Corrosie van zink speelt vooral een rol in stedelijke gebieden (dakgoten, hekwerken etc.) en nabij tuinbouwkassen.

3.2.7 Arseen

Op grond van de beschikbare gegevens bedraagt de totale arseenbelasting circa 32 ton per jaar. De arseenbelasting is vooral afkomstig van atmosferische depositie (46%), dierlijke mest (27%) en kunstmest (11%).

De bijdrage van het buitenland (m.n. België en Duitsland) aan de atmosferische depositie is 97% (in 1985)[MV2, 1991].

3.2.8 Chroom

De totale chroombelasting bedraagt circa 196 ton per jaar. De belangrijkste bronnen zijn kunstmest (40%), corrosie (20%), baggerspecie (15%) en atmosferische depositie (7%). Daarnaast gaat het nog om dierlijke mest, zuiveringsslib en uitloging van hout. Circa 98% van de atmosferische depositie is afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

3.3 Bestrijdingsmiddelen

Voor bestrijdingsmiddelen die zijn toegelaten in Nederland, is toedienen in de landbouw de belangrijkste bron van diffuse bodembelasting (zie tabel 3.2). Het totale gebruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland (hoofdzakelijk in landbouwgebieden) was 18835 ton in 1990, verdeeld over ontsmettingsmiddelen (47%), fungiciden (22%), herbiciden (18%) en insecticiden (4%) [LNV, 1994]. In het openbaar groen (stedelijk gebied en infrastructuur) werd in 1986 116.8 ton aan bestrijdingsmiddelen gebruikt (99% herbiciden)[MJP-G, 1990]. Behalve door toediening komen ook bestrijdingsmiddelen via atmosferische depositie op de bodem terecht. Over het algemeen is van deze depositie circa 80% afkomstig uit het buitenland [Bakker, 1993]. Via (gift-)compost kunnen ook (kleine hoeveelheden) organochloor- en organofosforbestrijdingsmiddelen op de bodem komen.

Van de hier behandelde bestrijdingsmiddelen zijn tevens gegevens over de bodemkwaliteit aanwezig. Voor andere bestrijdingsmiddelen zijn de gegevens over de bodemkwaliteit zeer summier of is het gebruik niet meer toegestaan (dielrin, endrin, aldrin). Aangezien gegevens over het gebruik van afzonderlijk stoffen wel worden bijgehouden, maar niet openbaar zijn, is alleen een globale trend van het gebruik aangegeven [Nefyto, 1993].

Tabel 3.2 Bodembelasting door enkele bestrijdingsmiddelen (ton actieve stof/jr) in 1987

BRONNEN	atra	endo	lind	para	hexa	bron
atmosferische depositie	26	0.04	0.59 ^a	9.4	-	5,12
toedienen bestrijdingsmiddelen	200	14 ^b	24	64	- ^c	13
baggerspecie	-	0.002	0.007	-	-	bijl. 4

atra = atrazin

endo = endosulfan

- = geen bron; * = mogelijk bron; ? = wel bron, geen gegevens
a in 1990 [Jaarsveld, 1993]

12 Warmenhoven, 1989

13 Baart en Diederer, 1991

lind = lindaan (γ -HCH) b bron geweest, sinds 1990 verboden
para = parathion-ethyl c bron geweest, sinds 1973 verboden
hexa = hexachloorbenzeen

Atrazin

De bodembelasting met atrazin was in 1987 circa 226 ton per jaar. De belangrijkste bron is het toedienen (gebruik) van bestrijdingsmiddelen [Baart, 1991]. In 1991 was het gebruik in Nederland (verkoop) nog van dezelfde orde van grootte als in 1987. Circa 12% is afkomstig van atmosferische depositie, waarvan ongeveer 80% uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

Endosulfan

De bodembelasting met endosulfan was in 1987 circa 14 ton [Baart, 1991]. Sinds begin 1990 is het middel verboden. Via atmosferische depositie komt 0.04 ton per jaar op de Nederlandse bodem [Warmenhoven, 1989].

Lindaan

De lindaanbelasting van de bodem is op basis gegevens uit 1987 (toedienen) en 1990 (depositie) circa 25 ton per jaar. De belangrijkste bron is het toedienen (gebruik) van bestrijdingsmiddelen (98%). Het wordt momenteel met name toegepast voor conserveren van zaaigoed, waardoor niet alles op de bodem zal komen. Het gebruik in 1991 in Nederland was in dezelfde orde van grootte als in 1987 [Nefyto, 1993]. De atmosferische depositie (2%) is voor circa 80% afkomstig is uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

Parathion

Op grond van gegevens van 1987 bedraagt de bodembelasting van parathion circa 73 ton per jaar [Baart, 1991]. In 1991 was het gebruik (verkoop) in dezelfde orde van grootte. De belangrijkste bron is het toedienen (gebruik) van bestrijdingsmiddelen. Circa 13% wordt veroorzaakt door atmosferische depositie, waarvan circa 80% afkomstig is uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

Hexachloorbenzeen

Het gebruik van dit middel is verboden sinds 1973. De bodem wordt er momenteel niet meer mee belast. Er zijn wel residuen gemeten in bodemonsters (zie hoofdstuk 5) [MD III, 1992].

3.4 Gehalogeneerde koolwaterstoffen

Diffuse belasting van de bodem met halogeenkoolwaterstoffen gebeurt vrijwel alleen via atmosferische depositie. De belangrijkste bronnen voor emissies naar de lucht zijn de chemische industrie, de textiel/kledingindustrie en de metaalproducten-industrie. Alleen voor vinylchloride is geen schatting van de depositie bekend.

Van de depositie is circa 60-90% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

Voor de afzonderlijke stoffen zijn die percentages: dichloormethaan 50% [Slooff, 1988]; 70% voor tetrachloormethaan; 65% voor trichloormethaan; 80% voor 1,2-dichloorethaan; 80% voor 1,1,1-trichloorethaan; 70% voor tetrachlooretheen 85% voor trichlooretheen; vinylchloride onbekend.

Via zuiveringsslib komen ook kleine hoeveelheden chloorkoolwaterstoffen op de bodem.

Dichloormethaan

De diffuse bodembelasting van dichloormethaan (DCM) door met name natte depositie is circa 0.2 ton per jaar [Slooff, 1988; criteriadocument dichloormethaan]. De emissie naar lucht in 1990 was 4960 ton [ER, 1993]. Daarnaast kan door directe bodemlozingen en via zuiveringsslib DCM op de bodem komen [Slooff, 1988].

Het gebruik van afbijtmiddelen draagt ook bij aan de lokale bodembelasting (circa 100 ton/jaar), vooral in het stedelijk gebied. Dit valt onder de stofstroom oppervlaktebehandeling (lokale belasting) en blijft verder buiten beschouwing.

Tabel 3.3 Bodembelasting door halogeenkoolwaterstoffen (ton/jaar) in 1985-87

BRONNEN	dcm	tacm	trcm	dce	111t	tace	trce	vchl	bron
atmosferische depositie	0.2	1.2	3.6	17	180	28	57	?	12,14
zuiveringsslib	5E-4	0.004	0.008	?	0.32	0.20	0.20	-	15
compost	*	*	*	*	*	*	*	*	

dcm = dichloormethaan 111t = 1,1,1-trichloorethaan - = geen bron; * = mogelijk bron; ? = wel bron, geen gegevens
 tacm = tetrachloormethaan tace = tetrachlooretheen
 trcm = trichloormethaan trce = trichlooretheen
 dce = dichloorethaan vchl = vinylchloride

Tetrachloormethaan (tetra)

De emissie naar lucht in Nederland (248 ton in 1990; 354 ton in 85/87) is vrijwel volledig afkomstig van de chemische industrie [ER, 1993].

Trichloormethaan (chloroform)

De emissie naar de lucht in Nederland (66 ton in 1990; 180 ton in 85/87) is voor meer dan 80% afkomstig van de chemische industrie [ER, 1993].

1,2-dichloorethaan

De emissie naar lucht in Nederland (1250 ton in 1990; 1300 in 85/87) is vrijwel volledig afkomstig van de chemische industrie [ER, 1993].

1,1,1-trichloorethaan

De emissie naar lucht in Nederland (6090 ton in 1990) is afkomstig van de basismetaalindustrie, de metaalprodukten industrie, de elektrotechnische industrie en overige bedrijven [ER, 1993]. Van de groep halogeen koolwaterstoffen heeft deze stof de grootste depositie.

Tetrachlooretheen (per)

De emissie naar lucht in Nederland (6010 ton in 1990) is vooral afkomstig van de chemische industrie, metaalproduktenindustrie en de groothandel [ER, 1993].

Trichlooretheen (tri)

De emissie naar lucht in Nederland (1300 ton in 1990) is vooral afkomstig van de textiel/kledingindustrie, de metaalprodukten industrie, de elektrotechnische industrie en overige bedrijven [ER, 1993].

14 Sloof, 1988 (Basisdocument dichloormethaan)

15 NVA Slibcommissie, 1994. Gegevens over samenstelling van CBS en RIZA 1985.

Vinylchloride

De emissie van vinylchloride naar lucht in 1990 was 269 ton (310 in 1988)[ER, 1993].

3.5 Gehalogeneerde aromaten

Chloorbenzenen

De emissie van chloorbenzenen naar lucht in 1990 in Nederland was 78 ton [ER, 1993]. Volgens het basisdocument komt door depositie van 1,4-dichloorbenzeen (grootste flux; Nederlandse en buitenlandse emissie) in 1987 7.7 ton op de bodem [Slooff, 1991].

Dichloorbenzeen (1,4 DCB) kan ook via zuiveringsslib op de bodem terecht komen. Van de 8 ton aanwezig in het slib (in 1987) komt een deel op de bodem, dit is afhankelijk van het deel dat nog in de landbouw wordt toegepast (schatting 10%). Van hexachloorbenzeen (HCB) komt maximaal 0.02 ton in zuiveringsslib. De belangrijkste directe bodembelasting met chloorbenzenen (circa 2 ton in 1987) is afkomstig van de afbraak van bestrijdingsmiddelen [Slooff, 1991].

Hexachloorbenzeen is in het verleden als bestrijdingsmiddel toegepast (zie paragraaf 3.3).

Chloorfenolen

De belasting van de bodem met pentachloorfenol bedraagt circa 39 ton per jaar. Voor 90% wordt dit veroorzaakt door atmosferische depositie, waarvan circa 80% afkomstig is uit het buitenland [Baart en Diederens, 1991]. Ander chloorfenolen zijn van weinig belang voor de bodem. De emissie van pentachloorfenol naar lucht in Nederland is vooral afkomstig uit geïmporteerd hout (pallets, groente/fruit kisten, parket); in 1987 was de emissie naar lucht ca. 13 ton [Slooff, 1990]. Ook uitloging van dit hout en textiel kan optreden.

Tabel 3.4 Bodembelasting door halogeen aromaten (ton/jaar) in 1990

BRONNEN	Cl-B	Cl-fenol	dioxinen	PCB	PCT	bron
atmosferische depositie	7.7	34	0.28E-3	11 ^a	?	12,13,16
bestrijdingsmiddelen	2 ^a	- ^b	-	-	-	17,18
zuiveringsslib	0.8 ^c	0.02 ^d	0.29E-3	0.08	?	15,17,18
compost (in 1993)	0.002	0.01-0.25 ('88)	0.44E-6	0.004	-	8,17
baggerspecie	0.003	0.182	-	0.029	-	bijlage 4
uitloging hout, textiel	-	5 ^e	-	-	-	15
TOTAAL	10.5	39.3	0.6 E-3	11.1	?	

Cl-B = chloorbenzenen (depositie: 1,4-dichloorbenzeen)

Cl-fenol = chloorfenolen (penta-)

PCB = polychloorbifenylen

PCT = polychloortrifenylen

- = geen bron; * = mogelijk bron; ? = wel bron, geen gegevens

a = in 1987; chloorbenzenen ontstaan door afbraak bestrijdingsmiddelen

b = sinds 1990 verboden

c = als 10% van slib in de landbouw wordt toegepast

d = in 1987

e = toepassing in Nederland verboden sinds 1989. Emissie vanuit textiel (tentdoek, zonneschermen) naar bodem ca. 5 ton/jr (1987).

16 Schutter, 1993

17 Slooff, 1990 (Basisdocument Chloorfenolen)

18 Slooff, 1991 (Basisdocument chloorbenzenen)

Dioxinen

De depositie van dioxinen (polychloordibenzo-p-dioxinen en polychloordibenzofuranen) in Nederland is door de sluiting van 4 afvalverbrandingsinstallaties (van de 12) in 1990 afgenomen van 0.455 kg tot 0.280 kg per jaar. De emissies in Nederland zijn voor circa 2/3 afkomstig van AVI's en dragen voor 52% bij aan de genoemde depositie [Schutter, 1993]. De emissie naar lucht in 1990 was 606 gram TEQ [ER, 1993].

Naast depositie kwam in 1990 via toedienen van zuiveringsslib eenzelfde hoeveelheid dioxinen op de bodem [RIVM, 1994a; NVA, 1994].

PCB's

De PCB-belasting van 11 ton per jaar, wordt voor 99% veroorzaakt door atmosferische depositie. Hiervan is circa 62% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

Daarnaast zorgen zuiveringsslib en compost voor een kleine belasting.

3.6 Overige stoffen

PAK

Op grond van de beschikbare gegevens bedraagt de bodembelasting met PAK (10 van VROM) circa 340 ton per jaar. De belangrijkste bronnen zijn atmosferische depositie (74%) en emissie uit gecreosoteerd (verduurzaamd) hout (18%). Daarnaast gaat het nog om baggerspecie (6%) en zuiveringsslib (2%). Van de atmosferische depositie is circa 87% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

Naftaleen, fenantreen en fluorantheen leveren de grootste bijdrage aan depositie met resp. 48%, 33% en 11% [VROM, 1989]. De atmosferische depositie van benzo(a)pyreen is geschat op 3.3 ton/jr [Jaarsveld, 1993].

Het gebruik van PAK (m.n. naftaleen) als bestrijdingsmiddel is ongeveer 15 ton per jaar (1985); hiervan komt het grootste deel niet op de bodem terecht [VROM, 1989]. Voor benzo(a)pyreen en fluorantheen zijn de emissies naar water (en lucht) nader gekwantificeerd in het project SPEED [Coppoolse, 1993].

Benzeen

De benzeen-belasting van 89 ton per jaar, wordt alleen veroorzaakt door atmosferische depositie. Hiervan is circa 70% afkomstig uit het buitenland [Warmenhoven, 1989].

De emissie van benzeen in Nederland in 1990 was 7390 ton [ER, 1993].

Tolueen, ethyl-benzeen en xyleen

De emissie van tolueen naar de lucht in 1990 was 19700 ton [ER, 1993]. De depositie op de bodem is niet bekend. Van ethylbenzeen en xyleen zijn geen emissiegegevens beschikbaar.

Fenolen

De emissie van fenolen naar lucht was in 1990 161 ton. De omvang van de depositie op de bodem is niet bekend. Belangrijke bronnen zijn de bouwmaterialenindustrie (fenolharsen), de elektrotechnische industrie, de kunststofverwerkende industrie en de chemische industrie. De emissie naar water is 115 ton met als belangrijkste bronnen aardolie-industrie en chemische industrie [ER, 1993].

Via varkensdrijfmest kon in 1983 36 ton fenolen op de bodem komen (bij 15000 ton

mest). Wegverkeer is een belangrijke bron voor luchtmissies (200-300 ton/jr). Ook de afbraak van benzeen leidt tot vorming van fenol [van Kotten-Vermeulen, 1986].

Ftalaten

Volgens de emissieregistratie was in 1990 de totale emissie van ftalaten naar lucht 27 ton en naar water 1 ton. Deze stoffen komen voornamelijk vrij uit de kunststofverwerkende industrie en de metaalproductenindustrie [ER, 1993]. Volgens het "exploratory report" ftalaten [Peijnenburg, 1991] is de jaarlijkse emissie naar lucht circa 60 ton en naar water circa 65 ton. Tijdens gebruik van kunststoffen (m.n. folies) wordt 53 ton (1% uitloging) naar water geëmitteerd. De emissie naar bodem is niet gekwantificeerd, maar zal zeker in de dezelfde orde van grootte liggen.

Olie

De belangrijkste bron van diffuse belasting met minerale olie is opgebrachte baggerspecie, gevolgd door het bestrijdingsmiddelengebruik [LNV, 1994]. De hoeveelheid die in 1990 via zuiveringsslib op de bodem kwam, ligt waarschijnlijk in dezelfde orde van grootte. Bij andere bronnen van olie-belasting gaat het waarschijnlijk vooral om lokale bodembelasting; de emissie naar de bodem langs wegen buiten het stedelijk gebied is circa 1750 ton in 1992 [Lijzen en Franken, 1994].

Tabel 3.5 Bodembelasting door overige stoffen (ton/jaar) in 1985

BRONNEN	PAK (10)	ben-zeen	tolu-een	ethyl-benz-een	xyl-een	feno-len	ftala-ten	olie	bron
atmosferische depositie	250	89	?	?	?	?	?	-	13,19
dierlijke mest	?	-	-	-	-	36	-	-	20
bestrijdingsmiddelen	1	-	-	-	-	-	-	500-1000	21,22
zuiveringsslib	7.4	-	-	-	-	-	?	81-810	14,18
(gft)compost	1.0/4.5	-	-	-	-	-	-	-	4,18, 20
baggerspecie	18.7	-	-	-	-	-	-	3370	bijl. 4
uitloging dakbedekking	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	20
uitloging verduurzaamd hout, kunststoffen	60 (20-180)	-	-	-	-	-	(50) ^a	-	20,23
TOTAAL	340	89	?	?	?	36	(50)^a	4570	

- = geen bron; * = mogelijk bron; ? = wel bron, geen gegevens

^a = schatting (zie tekst)

19 VROM, 1989 (Basisdocument PAK)

20 Kotten-Vermeulen e.a., 1986

21 VROM, 1994 en concept 1992

22 LNV, 1994

23 Peijnenburg e.a., 1991

4 HUIDIGE BODEMKWALITEIT

4.1 Inleiding

In het algemeen zijn relatief weinig meetgegevens voorhanden over de kwaliteit van de Nederlandse bodem en de beïnvloeding hiervan ten gevolge van diffuse bodembelasting. De beschikbare gegevens zijn vooral toegespitst op het landelijk gebied. In stedelijke gebieden zijn vaak (ernstige) bodemverontreinigingen als gevolg van lokale bodembelasting van belang: bodembescherming staat in beperkte mate in het teken van diffuse bodembelasting. Toch blijkt diffuse bodemverontreiniging m.n. in stedelijke gebieden steeds vaker een rol te spelen bij het kunnen realiseren van ruimtelijke ontwikkelingen.

Teneinde te kunnen bepalen of de mate van diffuse bodembelasting de kwaliteit (ontwikkeling) van de bodem nadelig beïnvloedt, zal deze afgezet worden tegen milieukwaliteitsdoelstellingen voor de bodem (streefwaarden). Streefwaarden voor metalen zijn gebaseerd op meetwaarden in relatief onbelaste gebieden in Nederland. De streefwaarden voor een deel van de organische verbindingen (PAK, chloorfenolen, enkele bestrijdingsmiddelen) hebben een ecotoxicologische basis (op verwaarloosbaar risico-niveau). Bij overschrijding van de streefwaarde zijn niet alle gebruiksfuncties van de bodem beschermd.

In 4.2 t/m 4.6 wordt voor de verschillende stofgroepen de huidige kwaliteit van de Nederlandse bodem beschreven op basis van meetgegevens. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in bos/natuurgebied, landbouwgebied en gebieden langs infrastructuur. In paragraaf 4.7 wordt apart aandacht besteed aan diffuse bodemverontreiniging in stedelijke gebieden. In hoofdstuk 5 worden de effecten van de belasting op de *toekomstige* bodemkwaliteit beschreven.

De beschikbare *meetgegevens* voor landelijke gebieden zijn afkomstig uit:

- Basisdocumenten (o.a. chroom, koper, cadmium);
- Milieudiagnose-rapportages 1991 [MDI en MDIII, 1992]. Hierin zijn gegevens uit de volgende meetprogramma's opgenomen:
 - Landelijke Meetnet Bodemkwaliteit 1e fase (1988, 32 lokaties landbouw, 8 bos);
 - Meetprogramma Snelwegen (1991, vijf snelweg-lokaties, bos op zand)[Groot, 1993];
 - Boskartering (1991, 150 boslokaties op zand);
 - Meetprogramma Accumulatie Bestrijdingsmiddelen in de bodem (1991);
 - Indicatieve Bodemonderzoeken (IBO's; lokaties op landbouwgrond bestemd als *bouwgrond* in 15 gemeenten, 1986-1990)[Boumans en Wessels, 1993];
 - gegevens van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (1986/87, 1086 lokaties op gras- en bouwland) en van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (1960-1980, 1378 lokaties op gras- en bouwland).

De bodemkwaliteit wordt in sterke mate bepaald door het bodemtype en het gebruik (dus de belasting) van de bodem. Aangetekend moet worden dat de opgenomen bodemkwaliteitsgegevens een eerste indruk geven van de bodemkwaliteit in Nederland. Ten behoeve van differentiatie naar bodemgebruik en bodemtype en van trends is meer informatie nodig. In de bijlagen 5 t/m 8 zijn o.a. de resultaten uit twee Milieudiagnoserapportages [MDI en MDIII, 1992] opgenomen. De gegevens zijn geclusterd naar bodemtype en bodemgebruik. In bijlage 9 staan gegevens over bodemkwaliteit in het stedelijk gebied.

Meer gegevens over de bodemkwaliteit zijn aanwezig in verschillende inventarisaties in Zuid-Holland [PIMM, 1993; Muusze, 1993] en in Noord-Holland [Ertsen, 1993]. Het project Bodemkartering (1992) geeft een beeld van de kwaliteit van de Nederlandse landbouwbodem verdeeld over een aantal regio's [Lagas en Groot, 1995, in voorbereiding]. Slechts enkele gegevens zijn hieruit opgenomen.

De kwaliteit van het ondiepe grondwater (bovenste meter van het grondwater) is kort opgenomen, voor zover dit is gerapporteerd in de Milieudiagnose-rapportages. Die gegevens zijn gebaseerd op een beperkte hoeveelheid metingen in enkele meetprogramma's en IBO's [MDI en MDIII, 1992].

4.2 Zware metalen

Voor alle zware metalen geldt dat concentraties in de bodem alleen kunnen afnemen door uit-/afspoeling of door opname door gewassen. Afbraak speelt geen rol. De grootte van deze afvoertermen hangt af van de stofeigenschappen, het bodemgebruik en de grondsoort. In tabel 4.1 (blz 22) wordt een korte samenvatting gegeven van de bodemkwaliteitsgegevens m.b.t. zware metalen.

4.2.1 Cadmium

Cultuurgronden bevatten hogere gehalten cadmium dan bosgronden (excl. strooisel) en wegbermen langs snelwegen. Overschrijding van de streefwaarden is waargenomen voor bouwland in Limburg en zuid-west Noord-Brabant [MDI, 1992] en voor boomgaarden op zandgrond [MDIII, 1992]. De overschrijdingsfactor in boomgaarden is maximaal 1.5 (zie bijlage 5, figuur 1). De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.1 tot 1.5 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995].

Voor heel Nederland is het gemiddelde percentage oppervlak boven de streefwaarde (landbouwgronden) 8.5-11.1% [MDI, 1992].

In het Basisdocument cadmium zijn ook meetgegevens opgenomen (zie bijlage 5, tabel 1). Hieruit blijkt dat over het algemeen de streefwaarden niet worden overschreden, met uitzondering van de Kempen (lokale depositie smelterijen), uiterwaarden (sedimentatie), Biesbosch polders en met havenslib opgespoten polders.

Cadmiumconcentraties in grondwater zijn onder bosgrond en langs snelwegen hoger dan onder bouwgrond (landbouwgrond bestemd voor bouwgrond). De gemiddelde concentraties overschrijden in alle gevallen de streefwaarde. Onder bosgrond overschrijdt het 95-percentiel (9.5 µg/l; gemiddelde is 2.2 µg/l) de interventiewaarde (6 µg/l).

Conclusie: Uit metingen blijkt dat op natuurterreinen en cultuurgronden over het algemeen de streefwaarden voor cadmium niet worden overschreden. Alleen in een aantal specifieke gebieden worden streefwaarden voor bodem overschreden.

4.2.2 Kwik

Cultuurgronden bevatten hogere kwikgehalten dan bosgronden (excl. strooisel; circa factor 2). Bij bouwgrond zijn soms sterk verhoogde waarden gemeten (tot streefwaarde zand). Dit wordt mogelijk toegeschreven aan lokaal verhoogde atmosferisch depositie of in het verleden toegepaste kwikhoudende bestrijdingsmiddelen [MDIII, 1992]. Voor grasland op veen kan overschrijding van de streefwaarden (tot een factor 2) optreden (zie bijlage 5,

figuur 2)[MDIII, 1992]. Dit kan te maken hebben met de relatief lage soortelijke dichtheid. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.1 tot 2.5 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995].

Het landelijk percentage oppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is 6.2-9.5% (95% betrouwbaarheidsinterval) [MDI, 1992].

De gemiddelde concentratie in het grondwater (0.10 µg/l), gemeten IBO's (600 metingen), overschrijdt net de streefwaarde. 8% van de metingen overschrijdt de streefwaarde [Boumans en Wessels, 1993].

Conclusie: Uit metingen blijkt dat in de huidige situatie over het algemeen de streefwaarden voor kwik niet worden overschreden. Alleen de bodemkwaliteit van grasland op veen voldoet niet altijd aan de streefwaarde.

4.2.3 Lood

Er zijn geen duidelijke verschillen tussen loodgehalten in cultuurgrond en bosgrond.

In de minerale bodem langs snelwegen (8m van de weg) zijn geen verhoogde loodgehalten aangetroffen; de erboven gelegen strooisellaag fungeert als belangrijke filter (zie bijlage 5, figuur 3). Overschrijding van de streefwaarden is wel waargenomen voor grasland op veen en bouwland op veen (met name enkele laagveengebieden in Zuid-Holland; mogelijke oorzaak opbrengen van "toemaak" of rivierslib in het verleden) en in strooisel langs snelwegen [MDIII, 1992; Groot, 1993]. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.2 tot 2 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995].

Het landelijk percentage oppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is 4.8-6.9% (95% betrouwbaarheidsinterval)[MDI, 1992].

De gemiddelde loodconcentratie in het grondwater onder bosgrond is lager dan onder bouwgrond en wegbermen. Alleen het 95-percentiel van bouwgrond is hoger (factor 2) dan de streefwaarde (van 15 µg/l)[MDIII, 1992].

Conclusie: Uit metingen blijkt dat in de huidige situatie de streefwaarden voor lood over het algemeen niet worden overschreden. Wellicht is de bodemkwaliteit van grasland op veen op sommige lokaties wel negatief beïnvloed.

4.2.4 Koper

De kopergehalten in cultuurgronden zijn globaal een factor 9 hoger dan in bosgronden. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen typen van grondgebruik; binnen elk type bestaat een grote spreiding in meetwaarden. Overschrijding van de streefwaarden is waargenomen voor bouwland op veen en voor grasland op veen (zie bijlage 5, figuur 4). Oorzaken van de verhoogde gehalten liggen o.a. in het opbrengen van toemaak en rivierslib en de belasting vanuit de landbouw zelf [MDI en MDIII, 1992]. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.3 tot 1.4 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995]. Het landelijk percentage oppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is 12.5-16.1 (95% betrouwbaarheidsinterval)[MDI, 1992].

In het basisdocument koper [Slooff, 1989] zijn ook meetgegevens opgenomen (zie bijlage 5, tabel 2). Hieruit blijkt dat de streefwaarden alleen worden overschreden in uiterwaarden (van Rijn en Maas) en met havenslib opgespoten polders.

De gemiddelde concentratie in het grondwater onder snelwegen (23 µg/l) overschrijdt de

streefwaarde (15 µg/l). Onder bouwgrond overschrijdt alleen het 95-percentiel (40 µg/l) de streefwaarde.

Conclusie: Uit metingen blijkt de streefwaarden voor koper in een relatief groot percentage van het landelijk oppervlak (ca. 14%) worden overschreden. Vooral de bodemkwaliteit van bouwland op veen en grasland op veen, uiterwaarden en bepaalde polders kan negatief zijn beïnvloed.

4.2.5 Nikkel

De nikkelgehalten in de bodem overschrijden de streefwaarden over het algemeen niet. Alleen een deel van de analyses van grasland op veen komt boven de streefwaarde. In de regio van Rotterdam en in het Rivierengebied worden de streefwaarden vaak overschreden. Voor de regio Rotterdam kan een verklaring liggen in de nikkel-emissie naar lucht door raffinaderijen [MDI, 1992]. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.05 tot 0.8 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995].

Het landelijk percentage grondoppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is voor nikkel 4.2-9.7% (95% betrouwbaarheidsinterval)[MDI, 1992].

Alleen onder wegbermen wordt op een aantal plaatsen de streefwaarde voor grondwater (10 µg/l) overschreden. Deze concentraties overschrijden ook de interventiewaarde voor grondwater en zijn waarschijnlijk sterk lokatie gebonden (snelweg waarschijnlijk niet de oorzaak).

Conclusie: De streefwaarden voor nikkel worden alleen in de regio Rotterdam en het Rivierengebied overschreden.

4.2.6 Zink

De zinkgehalten in cultuurgronden zijn een factor 5 hoger dan in bosgronden. Voor grasland op veen (in Zuid-Holland) overschrijdt een deel van de metingen de streefwaarden (zie bijlage 5, figuur 5). Dit kan in relatie staan met toepassing van zuiveringsslib en stadscompost, en/of met de lage soortelijke dichtheid van veen. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.3 tot 1.6 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995].

Het landelijk percentage grondoppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is voor zink 8.5 tot 11.1% (95% betrouwbaarheidsinterval)[MDI, 1992].

De gemiddelde zinkconcentraties in het ondiepe grondwater overschrijden voor bouwgrond, bosgrond en wegbermen de streefwaarde (65 µg/l). De gemiddelde concentraties onder bosgrond is het hoogste (600 µg/l); de 95-percentiel (2195 µg/l) overschrijdt in ruime mate de interventiewaarde voor grondwater (800 µg/l) [MDIII, 1992].

Conclusie: Uit metingen blijkt dat in de huidige situatie over het algemeen de streefwaarden voor zink niet worden overschreden. De bodemkwaliteit van grasland op veen overschrijdt vaker dan gemiddeld de streefwaarde.

4.2.7 Arseen

Er zijn geen grote verschillen tussen arseengehalten in cultuurgronden en bosgronden. De gemiddelde gemeten arseengehalten overschrijden streefwaarden niet (zie bijlage 5, figuur 7)[MDIII, 1992]. Voor arseen worden de streefwaarden meer dan gemiddeld overschreden

in de Bollenstreek en Goeree-Overflakkee. Een mogelijke oorzaak hiervan is het gebruik van arseenhoudende bestrijdingsmiddelen [MDI, 1992]. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.1 tot 0.7 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995]. Het landelijk percentage grondoppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is voor arseen 3.8-6.5% (95% betrouwbaarheidsinterval)[MDI, 1992].

De gemiddelde grondwaterconcentratie van arseen onder bouwgrond en bosgrond ligt onder de streefwaarde (10 µg/l)[MDIII, 1992]. 13% van de metingen overschrijdt de streefwaarde [Boumans en Wessels, 1993].

Conclusie: De gemeten arseengehalten in bodemonsters blijven onder de streefwaarden.

4.2.8 Chroom

De gemeten chroomgehalten in bodemonsters blijven over het algemeen ruim onder de streefwaarden. Er zijn daarbij geen verschillen voor cultuurgronden en natuurgebieden (zie bijlage 5, tabel 3). Lokaal kunnen in uiterwaarden en met havenslib opgespoten polders wel streefwaarden worden overschreden [Slooff, 1989]. De gehalten in diverse landbouwgronden lopen uiteen van 0.1 tot 0.6 keer de streefwaarde [Lagas en Groot, 1995]. Het landelijk percentage grondoppervlak dat de streefwaarde overschrijdt is voor chroom 0.3 tot 2.9% (95% betrouwbaarheidsinterval)[MDI, 1992].

De gemiddelde chroomconcentratie in het grondwater onder bouwgrond en bosgrond liggen iets boven de streefwaarde (1µg/l). De 95-percentiel blijft echter ruim onder de interventiewaarde (30µg/l).

Conclusie: Op grond van meetgevens blijkt dat in de huidige situatie streefwaarden voor bodem niet worden overschreden.

Tabel 4.1 Mate van overschrijding streefwaarde (landelijk) en gebieden/regio's waar gemiddelde waarden de streefwaarden voor bodem of grondwater overschrijden

STOF	% van oppervlak > streefwaarde	bos/natuur	landbouwgrond	ondiep grondwater
cadmium	8.5-11.1	polders, uiterwaarden, in NB en L	boomgaard, in NB en L	ja, bos, bouwgrond en wegbermen
kwik	6.2-9.5	nee	grasland op veen	nee
lood	4.8-6.9	nee	gras- en bouwland op veen	nee
koper	12.5-16.1	polders, uiterwaarden	gras- en bouwland op veen	ja, wegbermen
nikkel	4.2-9.7	regio R'dam, riviereengebied	nee	nee
zink	8.5-11.6	nee	grasland op veen (ZH)	ja, bos, bouwgrond en wegbermen
arseen	3.8-6.5	nee	bollenstreek, in Goeree-Overflakkee	nee
chroom	0.3-2.9	polders, uiterwaarden	polders, uiterwaarden	ja, bos en bouwgrond

4.3 Bestrijdingsmiddelen

Door toepassing van bestrijdingsmiddelen in de landbouw voldoet een groot deel van de landbouwgrond niet aan de streefwaarden voor bodemkwaliteit. Onduidelijk is in welke mate 2 jaar na toepassing (van toegelaten middelen) streefwaarden nog worden overschreden (het moment van toepassen was niet altijd bekend voor bestrijdingsmiddelen met een gehalte boven de detectiegrens). Dit is wel het geval voor een groot aantal niet meer toegepaste stoffen als dieldrin, endrin en DDT(-metabolieten) [MDIII, 1992]. Over de bodemkwaliteit bij andere typen van bodemgebruik zijn maar voor een zeer beperkt aantal middelen gegevens bekend.

De belangrijkste afvoerterm voor bestrijdingsmiddelen is afbraak, de snelheid kan echter zeer sterk variëren per stof en is afhankelijk van bodemomstandigheden. Uit-/afspoeling en vervluchtiging kunnen overigens ook een belangrijke rol spelen.

Uit de resultaten van inventariserend onderzoek (Veldonderzoek bestrijdingsmiddelen en het Meetprogramma bestrijdingsmiddelen in het LMG) blijkt dat in gebieden met een goede doorlatendheid meer dan 60% van de analyses niet bleek te voldoen aan de EG-richtlijn voor drinkwater (per stof <0.1 µg/l en totaal <0.5 µg/l). Op bestrijdingsmiddelen in het ondiepe grondwater wordt in deze rapportage verder niet apart ingegaan.

Atrazin

De in het Meetprogramma Bestrijdingsmiddelen hoogst waargenomen gehalte van atrazin in bodemonsters is 130 µg/kg; het aantal overschrijdingen van de detectiegrens is 20 van de 26 (zie bijlage 6, tabel 1) [MDI, 1992]. De streefwaarde (0.05 µg/kg) wordt ruimschoots overschreden (max. factor 1000 een maand na toediening).

De via een model berekende bodemgehalten blijken goed overeen te komen met de gemeten waarden. Berekend is dat ongeveer 7% van de dosering na een jaar nog in de bouwvoor aanwezig is [MDI, 1992]. De situatie voor niet-landbouwgronden is niet bekend. Voor het effect van atmosferische depositie op de bodemkwaliteit wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

In ondiep grondwater wordt atrazin en enkele afbraakproducten in grondwatermonsters tot enkele meters diepte veelvuldig aangetroffen in concentraties ruim boven de EG-norm voor drinkwaterkwaliteit (0.1µg/l).

Conclusie: uit de metingen en de berekening blijkt dat de bodemkwaliteit negatief wordt beïnvloed door toediening van atrazin.

Endosulfan

Toepassing van dit bestrijdingsmiddel is verboden (vanaf 1990); in onderzoek van voor 1990 zijn residuen aangetroffen. Vooral bij boomgaarden en akkerbouw op zandgronden worden de streefwaarden overschreden (gemiddeld met een factor van 20 resp. 5; zie bijlage 6, figuur 1). In bosgronden treden geen overschrijdingen op [MDIII, 1992].

Lindaan (γ-HCH)

De gevonden gehalten in bouwland, grasland en boomgaarden op zandgrond overschrijden de streefwaarden met een factor 30 tot 100 (zie bijlage 6, figuur 2). Ook bij boomgaarden op kleigronden en grasland op veen worden streefwaarden overschreden. In bosgrond waren de gehalten beneden de detectiegrens.

Eén maal is lindaan in het grondwater op meer dan 5 meter diepte aangetroffen. Gezien de sterke sorptie van deze stof wordt dit toegeschreven aan transport van organische

verbindingen [MDI, 1992].

Conclusie: uit de metingen blijkt dat de huidige bodemkwaliteit m.b.t. linaan op bepaalde lokaties onvoldoende is.

Parathion

Bij 2 van de 12 metingen wordt de detectiegrens overschreden. De hoogst waargenomen gehalten van parathion in bodemmonsters overschrijden ruimschoots de streefwaarde van 10 µg/kg (maximaal een factor 10; zie bijlage 6, tabel 1).

Hexachloorbenzeen

Hoewel hexachloorbenzeen als bestrijdingsmiddel sinds 1973 is verboden, worden nog steeds residuen aangetroffen in de bodem. Van bodemmonsters (320) op diverse plaatsen is in 157 gevallen HCB aangetroffen met een maximaal gehalte van 17 µg/kg [MDI, 1992]. Met name op bouwland en grasland op zandgronden worden de streefwaarden overschreden (met een factor 3-6; zie bijlage 6, figuur 3) Op bosgrond is geen HCB aangetroffen [MDIII, 1992].

4.4 Halogeenkoolwaterstoffen

Voor deze stoffen die de bodem diffuus belasten zijn -afgezien van de hiervoor genoemde bestrijdingsmiddelen- vrijwel geen meetgegevens voorhanden. Alleen voor dichloormethaan en trichloormethaan zijn enkele gegevens over de bodemkwaliteit bekend.

Voor tetrachloormethaan, trichloormethaan, dichloorethaan, tetrachlooretheen, trichlooretheen en vinylchloride is de huidige bodemkwaliteit onbekend.

Dichloormethaan

Er zijn enkele meetgegevens voorhanden m.b.t. dichloormethaan. Volgens het basisdocument zijn gehalten dichloormethaan in bodemmateriaal, afgezien van plaatselijke verontreiniging, verwaarloosbaar. De bodemkwaliteit wordt waarschijnlijk dus niet negatief beïnvloed (zie Basisdocument dichloormethaan, tabel 4.5). In grondwater (>10m -mv) is op enkele plaatsen wel dichloormethaan (0.3-26 µg/l) aangetroffen [Slooff, 1988].

1,1,1-trichloorethaan

Enkele meetgegevens wijzen op een lichte overschrijding van de streefwaarde (factor 2) [Bakker, 1993]. In hoofdstuk 5 wordt aangegaan op de verwachte bodemkwaliteit op basis van atmosferische depositie.

4.5 Gehalogeneerde aromaten

Chloorbenzenen

Zie voor de bodemkwaliteit m.b.t. hexachloorbenzeen paragraaf 4.3.

Voor de overige chloorbenzenen zijn er geen gegevens beschikbaar over de huidige bodemkwaliteit.

Chloorfenolen

Er zijn alleen meetgegevens voorhanden van pentachloorfenol in grondmonsters van

natuurterreinen. In de 96 genomen monsters werd mono-chloorfenol niet aangetoond. Van di-chloorfenol was in 8 gevallen het gehalte 1-5 µg/kg, in 2 gevallen 5-10 µg/kg, in 2 gevallen 10-20 µg/kg. Voor trichloorfenol was in 8 gevallen het gehalte 1-5 µg/kg. Voor penta-chloorfenol was in 5 gevallen het gehalte 1-5 µg/kg. In alle overige gevallen was het gehalte <1 µg/kg. De streefwaarden voor standaardbodem zijn resp. 2.5, 3, 1 en 2 µg/kg (zie bijlage 7, tabel 1). Aangezien de positieve waarnemingen in veenhoudende grond zijn gedaan (humusgehalte >30%), wordt de streefwaarde alleen voor dichloorfenol incidenteel overschreden [Slooff, 1990].

In hoeverre in gebieden nabij houtconserverings- en textielbedrijven streefwaarden worden overschreden is niet bekend. Ook zijn geen bodemanalyses uit de buurt van champignonkwekerijen bekend [Slooff, 1990].

Dioxinen

De achtergrondgehalten in de bovenste 5 cm van de bodem in relatief onbelaste gebieden is 1.8 tot 16.4 ng I-TEQ/kg grond [v.d. Berg, 1994] of 1-9 ng TEQ/kg [de Jong, 1990]. In de buurt van (voormalige) afvalverbrandingsinstallaties kunnen deze gehalten hoger liggen. Op 3 lokaties zijn in de bovenste 10 cm waarden gevonden van resp. 12-252 ng, 10-55 ng en van 3-23 ng TEQ/kg droge grond. In slootslib bij champignonkwekerijen en bij een kabelbranderij zijn waarden aangetroffen van resp. 60-1110 en 98 ng TEQ/kg grond [Jong, 1990, 1991; Liem, 1990; Matthijsen, 1991]. Aangezien streefwaarden ontbreken kan hieraan niet getoetst worden. Een indicatieve MTR voor bodem is berekend op 3 ng/kg [Liem, 1993]. De voorgestelde interventiewaarden van 1 µg TEQ/kg [van den Berg e.a., 1994] kan dus incidenteel worden overschreden.

PCB

In bosgrond (excl. strooisel) en boomgaarden liggen alle PCB-congeneren onder de detectiegrens (0.5 µg/kg). Voor bouwland en grasland worden streefwaarden bij een aantal analyses overschreden.

Voor PCB-52 op bouwland (op zandgrond) overschrijdt het gemiddelde gehalte de streefwaarde (met een factor 2-6)(zie bijlage 7, figuur 1 en tabel 2).

Ook voor PCB-180 op bouwland wordt de streefwaarde voor humus-arm zand overschreden.

Voor PCB-138 op grasland (op humus-arm zand) overschrijdt het gemiddelde gehalte de streefwaarde (met een factor 1.5)(zie bijlage 7, figuur 2).

Het gemiddelde gehalte van PCB 153 blijft onder de streefwaarde, de maximale gehalten zijn 1.5 maal de streefwaarde voor standaardbodem (zie bijlage 7, tabel 3)[MV2, 1991].

4.6 Overige stoffen

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)

De PAK-gehalten in verschillende grondsoorten lopen sterk uiteen: voor 7 PAK van 0.2 tot 7 mg/kg (zie bijlage 8, tabel 1).

De gemiddelde gehalten *fluorantheen* in klei/veen en in zandgrond (bouwgrond en wegbermen) overschrijden de streefwaarde met een factor 10-60 (streefwaarde 3-45 µg/kg). Langs snelwegen (van 8 tot 80 m) overschrijdt 95% van de metingen de streefwaarde (zie bijlage 8, figuur 1). De gemiddelde gehalten van *chryseen* overschrijden de streefwaarden met een factor 2-5 (streefwaarde 4-60 µg/kg). Ca. 80% van de metingen langs snelwegen voldoet niet aan de streefwaarde (zie bijlage 8, figuur 2).

Voor *benzo(a)pyreen*, *benzo(ghi)peryleen*, *indeno(123cd)pyreen* en *benzo(a)anthraceen* liggen de gemiddelden ruim boven de streefwaarden voor bodemkwaliteit (zie bijlage 8 figuur 3 en 4). De gemiddelden voor *anthraceen*, *fenantreen*, *benzo(k)fluoranteen* en *naftaleen* liggen in de buurt van de streefwaarden [MDIII, 1992].

In het ondiepe grondwater zijn alleen enkele resultaten van metingen langs snelwegen bekend. Alleen voor *naftaleen*, *fenantreen* en *fluorantheen* zijn veelvuldig gehalten boven de detectiegrens gevonden (resp 20, 26 en 8 van de 40 analyses). De concentraties lopen uiteen van resp. 0.01-0.5, 0.05-0.8 en 0.01-0.15 µg/l; in resp. 3, 3 en 8 gevallen de streefwaarde voor grondwater overschreden.

Conclusie: Uit metingen blijkt dat streefwaarden voor bodem voor de meeste PAK op zowel zand-, klei- als veengronden worden overschreden.

Benzeen

In bodemmonsters van langs snelwegen is op drie (van 10) lokaties in strooisel benzeen met een gehalte boven de detectiegrens gevonden (geen overschrijding streefwaarde voor veen). In zandgrond werd de detectiegrens niet overschreden.

In ondiep grondwater langs snelwegen is geen benzeen aangetoond (<0.2µg/l)[Groot, 1993]. In *bouwgrond* is het 95-percentiel van grondwater van IBO's 0.4 µg/l [MDIII, 1992]. Er zijn ook enkele meetgegevens voorhanden van (voormalige) bedrijfsterreinen. Bedrijfsterreinen vallen echter buiten het kader van diffuse verontreiniging.

Tolueen

In strooiselmonsters van wegbermen en in bos op zandgrond is op drie (van 10) lokaties in één of enkele monsters een tolueengehalte boven de streefwaarde gevonden (het gemiddelden per lokatie overschreed de streefwaarde niet).

In ondiep grondwater is op één lokatie (van 7) tolueen aangetroffen met een gehalte van (gemiddeld) 0.6 µg/l (streefwaarde 0.2 µg/l)[Groot, 1993]. In *bouwgrond* was de gemiddelde concentratie in grondwater 0.4 en het 95-percentiel 2.0 µg/l [MDIII, 1992].

Ethyl-benzeen

In bodemmonsters van wegbermen en in bos zijn (in strooisel en in zandgrond) geen gehalten boven de detectiegrens (0.05 mg/kg) gevonden.

In ondiep grondwater is geen ethyl-benzeen aangetroffen (<0.2µg/l)[Groot, 1993]. In *bouwgrond* was de gemiddelde concentratie in grondwater 0.2 µg/l en het 95-percentiel 0.8 µg/l [MDIII, 1992].

Xyleen

In bodemmonsters van wegbermen en in bos op zandgrond is op één lokatie (van 10) in strooisel een xyleengehalte (0.4 mg/kg) boven de detectiegrens (=streefwaarde standaard-bodem) gevonden.

In ondiep grondwater langs snelwegen is op één lokatie (van 7) een gemiddeld gehalte van 1.6 µg/l aangetroffen (streefwaarde 0.2 µg/l)[Groot, 1993]. In *bouwgrond* was de gemiddelde concentratie in grondwater 0.4 en het 95-percentiel 2.0 µg/l [MDIII, 1992].

Fenolen

Afbraak van fenolen in de lucht is een belangrijk verwijderingsproces. Desondanks is depositie van fenolen niet verwaarloosbaar. Concentraties in bodem zijn niet bekend. De

fenol-index (ook andere fenol-achtigen) in diep grondwater lag tussen 1 en 5 µg/l [van Koten-Vermeulen, 1986].

Ftalaten

Er zijn geen gegevens voorhanden over het voorkomen van ftalaten in bodem en grondwater. In de sedimenten van de Rijn en de IJssel in 1979 waren de gehalten van twee (in de hoogste concentraties voorkomende) ftalaten 2-50 mg/kg (DOP) en 0-7 mg/kg (DBP). In brabant zijn in 1989 voor beide stoffen gehalten in sediment gemeten van resp. 0.9-10 en 0.1-0.4 mg/kg. Het totale gehalte ftalaten lag tussen 28 en 2300 mg/kg [Peijnenburg, 1991] Overschrijding van de streefwaarde in de droge bodem (0.1 mg/kg) is dus mogelijk.

Olieprodukten

Alleen voor de bodem langs snelwegen (infrastructuur) zijn enkele bodemgehalten bekend. De gehalten op 0.5 tot 2 meter van de weg lopen uiteen van 5 tot 1100 mg/kg (veelal enkele honderden). De streefwaarden worden daar dus overschreden [Lijzen en Franken, 1994].

4.7 Diffuse bodemverontreiniging in stedelijk gebied

Op onverdachte lokaties in stedelijk gebied is de afgelopen jaren veel lichte tot matige en soms zelfs ernstige bodemverontreiniging geconstateerd. In de meeste grote steden is een globaal of meer gedetailleerd beeld van de diffuse bodemverontreiniging aanwezig. Een kleine inventarisatie van de beschikbare gegevens in enkele grote stedelijke gebieden, levert een eerste indruk van de mate waarin stoffen in verhoogde gehalten worden aangetroffen, en daarmee van de bodemkwaliteit in het stedelijk gebied. Het hier geschetste beeld is niet van toepassing op alle stedelijke gebieden in Nederlanden. Waarschijnlijk geldt het met name voor de steden met historische bedrijfsactiviteiten [Informatie van gemeente Amsterdam, Arnhem, Den Haag, Rotterdam en Utrecht, 1994]. In meer recente stedelijke gebieden zal de bodemkwaliteit meer lijken op de kwaliteit van landbouwgronden.

Oorzaken

Tien jaar onderzoek in Gelderland heeft o.m. aangetoond dat de verontreiniging in het binnenstedelijk gebied is veroorzaakt door lokale en diffuse bodembelasting afkomstig van diverse bronnen [van den Broek, 1993]. Stedelijke bodemverontreiniging is diffuus te noemen wanneer de verontreinigingen in een groot gedeelte van het stedelijk gebied relatief homogeen voorkomen en er op basis van historisch onderzoek geen (punt)bron is aan te wijzen. Oorzaken van diffuse verontreiniging betreffen m.n. [van den Broek, 1993; Roeloffzen, 1992]:

- atmosferische depositie (bijv. uitlaatgassen, emissies van bedrijven);
- verbrandingsresten (kolenas en vliegas) van huishoudens en bedrijven;
- ophoging met afvalstoffen, baggerspecie en slibben;
- toepassen bestrijdingsmiddelen of verontreinigde meststoffen;
- gegalvaniseerd straatmeubilair (corrosie);
- zinken dakgoten en loodslabben (resten, corrosie en uitloging);
- lekkage en slijtage van voertuigen.

Een deel van deze verontreinigingen wordt overigens via het riool afgevoerd. Daarnaast kunnen vele (historische) puntbronnen de bodem in het stedelijk gebied hebben belast.

Bodemkwaliteit

In bijlage 9 zijn een aantal gegevens over de bodem- en grondwaterkwaliteit in het (groot)stedelijk gebied samengevat.

In Amsterdam is op basis van 300 indicatieve bodemonderzoeken (IBO's) per wijk een mediaanwaarde berekend. Hieruit blijkt dat de stedelijke bodem diffuus is verontreinigd met kwik, lood, koper, PAK en olie. Alleen voor lood wordt in een aantal wijken de interventiewaarde voor bodem overschreden [Milieudienst, 1989].

In Arnhem is in 1990 onderzoek uitgevoerd naar achtergrondgehalten in de bodem. Uit een aantal IBO's op onverdachte lokaties blijkt dat de stedelijke bodem diffuus is verontreinigd met lood (tot enkele malen interventiewaarde), PAK (tot interventiewaarde) en in mindere mate zink. De diffuse verontreiniging beslaat circa 60% van de stedelijke bebouwing (ca. 18 km²) met een diepte van 0.5-1 m tot 4-5 m in de binnenstad [van den Broek, 1993]. Voor een aantal wijken is een apart onderzoek uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de mediaanwaarden voor lood, koper, arseen en PAK in enkele wijken de streefwaarden overschrijden [Gemeente Arnhem, 1993/1994].

In Rotterdam is circa 50% van het stedelijk gebied in lichte of zwaardere mate verontreinigd [Rotterdam, 1994]. Hier gaat het met name om de stoffen lood (2-4 maal de interventiewaarde), koper, zink en PAK (allen tot de interventiewaarde) [Roeloffzen, 1992].

In Den Haag is op basis van IBO's per wijk of wijkcluster een 75-percentielwaarde berekend. Hieruit blijkt dat in een groot aantal wijken/clusters de 75-percentiel de streefwaarden voor cadmium, lood, koper, zink, PAK en benzo(a)pyreen overschrijden. Voor de laatste twee zelfs in alle wijken [Tauf, 1992].

In Utrecht zijn de probleemstoffen koper, lood, zink en PAK. Diffuse verontreiniging wordt hoofdzakelijk waargenomen binnen de singel en een aantal industriële stroken. Medio 1995 volgt een uitgebreide rapportage [Gemeente Utrecht, 1994].

Grondwaterkwaliteit

In Amsterdam overschrijden voor de stoffen kwik, arseen, aromaten en olie de mediaanwaarden per wijk de streefwaarden voor grondwater (resp. 96%, 21%, 25% en 10%) (zie bijlage 9) [Milieudienst, 1989]. In Arnhem is incidenteel een lichte tot matige zinkverontreiniging aangetroffen (ook in het buitengebied) [van den Broek, 1993]. Er is geen onderzoek gedaan naar diffuse verontreiniging van het grondwater (diepte van 2 tot 15 meter). In Rotterdam worden in het grondwater verhoogde gehalten aangetroffen van arseen, zink en cadmium [Roeloffzen, 1992].

Dit zijn echter indicatieve metingen waaraan geen verstrekkende conclusies verbonden mogen worden. Wel blijkt dat er verschillen zijn tussen steden en dat (lichte) vervuiling van de (boven)grond niet samen hoeft te gaan met verhoogde gehalten in het grondwater.

5 TOEKOMSTIGE BODEMKWALITEIT

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de kennis die beschikbaar is over de toekomstige ontwikkeling van de bodemkwaliteit. Aan de hand van verschillende modelmatige berekeningen kan, voor de evenwichtssituatie, aangegeven worden gegeven bij welke stoffen (en bij welke typen van bodemgebruik) streefwaarden overschreden kunnen worden. In bijlage 10 wordt de achtergrond van deze berekeningen toegelicht. De meeste berekeningen gaan uit van de huidige emissies, enkele berekeningen (dit is aangegeven) zijn gedaan op basis van toekomstige emissies naar de bodem [MV2, 1991; Bakker, 1993, 1994].

Bij de berekeningen m.b.t. de invloed van alleen atmosferische depositie is rekening gehouden met de natuurlijke achtergrondgehalten, voor de berekeningen m.b.t. de invloed van bemesting is hier geen rekening mee gehouden (op $t=0$ is de concentratie in de bodem gelijk aan 0). Dit leidt tot een overschatting van de tijd van accumulatie (zie bijlage 10). Waar mogelijk zijn de resultaten afgezet tegen de meetgegevens.

Hoewel de emissies naar de bodem voor de meeste bronnen en stoffen zullen dalen (zie 6.2), kan daaruit niet worden afgeleid dat de bodemkwaliteit op termijn gewaarborgd is. De mate waarin stoffen accumuleren, afbreken en uitspoelen, bepaalt uiteindelijk de invloed op de bodemkwaliteit. Door het resultaat van deze processen met een eenvoudig model te berekenen kunnen reeds mogelijke knelpunten worden aangegeven. Het inzicht in de effecten van emissiereductie op de toekomstige bodemkwaliteit is vaak beperkt. In hoofdstuk 6 wordt daarop nog ingegaan.

In 5.2 t/m 5.6 wordt per stof aangegeven:

- welke model-berekeningen voor landbouw- en natuurgebieden reeds zijn gedaan;
- wat de verwachte ontwikkeling van de bodemkwaliteit is;
- of streefwaarden (SW) hierdoor worden overschreden.

5.2 Zware metalen

Cadmium

Over het algemeen (m.u.v. Noord-Brabant en Limburg) worden in natuur- en landbouwgronden en langs infrastructuur geen streefwaarden overschreden. Het RIVM heeft de effecten van de toekomstige bodembelasting (2010) op de bodemkwaliteit berekend (zie bijlage 11). Hieruit blijkt dat in de toekomst (bij evenwicht) in een groot aantal gebieden de bodemkwaliteit niet meer zal voldoen aan de streefwaarden. Voor cadmium is berekend dat met een vermindering van de bodembelasting met 60% t.o.v. 1989, in de toekomst aan de streefwaarden kan worden voldaan [MV2, 1991].

Voor twee situaties zijn modelmatige berekeningen uitgevoerd m.b.t. de invloed van de huidige cadmiumbelasting op de toekomstige bodemkwaliteit.

Indien de bodem alleen wordt belast door *atmosferische depositie*, kunnen in de evenwichtssituatie de streefwaarden op humeus zand met een factor 1.6 overschreden worden (termijn circa 100 jaar). De overschrijding voor veen en klei is minder. Als gevolg van *atmosferische depositie en de belasting vanuit de landbouw* (bemesting) zullen de streefwaarden worden overschreden met een factor 2 tot 7. Bij een gehalte van 0 mg/kg op $t=0$,

is de maximale termijn waarop de streefwaarde wordt bereikt ruwweg 300 tot 1000 jaar [Bakker, 1993, 1994]. Rekening houdend met de huidige gehalten (0.1-1.5 x SW in landbouwgrond) zullen de streefwaarden op kortere termijn worden overschreden.

Conclusie: Bij voortzetting van de huidige belasting, kan de bodemkwaliteit op met name zandgronden in gebruik voor landbouw negatief worden beïnvloed. Ook bij ander bodemgebruik (alleen atmosferische depositie) is overschrijding mogelijk.

Kwik

Op dit moment worden geen streefwaarden overschreden. Er zijn geen berekeningen gedaan om de toekomstige bodemkwaliteit t.a.v. kwik te kunnen inschatten. Toedienen van kunstmest is relatief de grootste bron (in kg).

Lood

Op dit moment worden over het algemeen geen streefwaarden overschreden. Het RIVM heeft de effecten van de bodembelasting op de bodemkwaliteit doorgerekend (zie bijlage 11). Hieruit blijkt dat in de toekomst naar verwachting de streefwaarden niet zullen worden overschreden.

Uit een modelberekening m.b.t. de invloed van *atmosferische depositie* ($160 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$) op de bodemkwaliteit blijkt, dat de streefwaarden worden overschreden met een factor 4 tot 16 (termijn ruwweg 100 tot 1200 jaar). Het meest gevoelig zijn natuurterreinen op veengrond. Als gevolg van *atmosferische depositie en de belasting vanuit de landbouw* kunnen de streefwaarden ook worden overschreden met een factor 5 tot 19. Bij een gehalte van 0 mg/kg op $t=0$, is de maximale termijn waarop de streefwaarde wordt overschreden ruwweg 500 tot 2100 jaar [Bakker, 1994]. Rekening houdend met huidige gehalten (0.2-2 x SW in landbouwgrond) kunnen de bodemgehalten de streefwaarde op een veel kortere termijn overschrijden.

Aangezien de atmosferische depositie (in g/ha) in beide berekeningen hoger is dan de huidige depositie (zie hoofdstuk 3), zullen de overschrijdingen waarschijnlijk minder ernstig zijn.

Conclusie: Overschrijding van streefwaarden wordt met name verwacht op grasland op veen en natuurterreinen op humusarm-zand en veen.

Koper

Op dit moment worden in een aantal specifieke gebieden (m.n. veengebieden) streefwaarden overschreden. Het RIVM heeft de effecten van de emissiereductie op de bodemkwaliteit doorgerekend (zie bijlage 11). Hieruit blijkt dat op de langere termijn in een groot aantal gebieden de bodemkwaliteit niet zal voldoen aan de streefwaarden. De benodigde emissiereductie van 90% t.o.v. 1989 wordt niet voor de helft bereikt [MV2, 1991].

Door TNO zijn voor twee situaties modelmatige berekeningen uitgevoerd m.b.t. de invloed van de huidige koperbelasting op de bodemkwaliteit. Indien de bodem alleen wordt belast door *atmosferische depositie*, zullen de streefwaarden naar verwachting niet worden overschreden [Bakker, 1994].

Als gevolg van *atmosferische depositie en de belasting vanuit de landbouw* (bemesting) kunnen de streefwaarden wel worden overschreden (factor 1-33, afhankelijk van bodemtype). Bij een gehalte van 0 mg/kg op $t=0$, is de maximale termijn waarop de streefwaarde

wordt bereikt ruwweg 60 (mais op zand) tot 1200 jaar [Bakker, 1993]. Rekening houdend met de huidige gehalten (0.3-1.4 x SW in landbouwgrond) zullen de streefwaarden op een aanzienlijk kortere termijn worden overschreden.

Conclusie: De modelberekeningen geven aan dat bij het bodemgebruik mais op zandgronden de streefwaarde binnen enkele tientallen jaren wordt overschreden. Voor de overige landbouwgronden is meer tijd nodig om streefwaarden te overschrijden.

Nikkel

Op dit moment worden de streefwaarden in bepaalde regio's overschreden. Er zijn geen gegevens voorhanden om de toekomstige bodemkwaliteit t.a.v. nikkel te kunnen inschatten.

Zink

Over het algemeen worden geen streefwaarden overschreden. Het RIVM heeft de effecten van de bodembelasting op de bodemkwaliteit doorgerekend (zie bijlage 11). Hieruit blijkt dat in een groot aantal gebieden de bodemkwaliteit zal blijven voldoen aan de streefwaarden. In zuid-west Nederland zullen de streefwaarden worden overschreden. De benodigde emissiereductie voor 2000 van 50% t.o.v. 1989 wordt niet geheel bereikt [MV2, 1991].

Door TNO zijn voor twee situaties modelmatige berekeningen uitgevoerd m.b.t. de invloed van de huidige zinkbelasting op de bodemkwaliteit. Indien de bodem alleen wordt belast door *atmosferische depositie* zullen de streefwaarden, rekening houdend met achtergrondgehalten, niet worden overschreden [Bakker, 1994].

Als gevolg van *atmosferische depositie en de belasting vanuit de landbouw* (bemesting) kunnen de streefwaarden wel worden overschreden met een factor 2-4. Bij een gehalte van 0 mg/kg op t=0, is de maximale termijn waarop de streefwaarde wordt bereikt ruwweg 200 tot 1000 jaar [Bakker, 1993]. Rekening houdend met de huidige gehalten (0.3-1.6x SW) kunnen de streefwaarden op veel kortere termijn worden overschreden.

Conclusie: Verwacht wordt dat op landbouwgronden (behalve grasland op zand) de streefwaarden overschreden zullen worden.

Arseen

Over het algemeen wordt de streefwaarde voor arseen momenteel niet overschreden. De invloed van de bodembelasting op de toekomstige bodemkwaliteit is berekend. Uit de berekeningen blijkt dat de streefwaarden in de toekomst, net als in de huidige situatie, niet worden overschreden [MV2, 1991].

Uit modelmatige berekeningen voor de invloed van arseenbelasting op de bodemkwaliteit [Bakker, 1993, 1994] blijkt dat tevens dat de streefwaarden op basis van de huidige belasting niet zullen worden overschreden.

Conclusie: Modelberekeningen geven aan dat bij de huidige belasting de streefwaarden voor bodem niet overschreden zullen worden.

Chroom

Op dit moment worden geen streefwaarden overschreden. Volgens het Basisdocument Chroom [Slooff, 1989] zijn er geen nadelige effecten te verwachten van de aanwezigheid

van chroom in de bodem, zowel nu als in de toekomst. Hieraan liggen echter geen berekeningen ten grondslag.

Door TNO zijn voor twee situaties modelmatige berekeningen uitgevoerd m.b.t. de invloed van de huidige chroombelasting op de bodemkwaliteit [Bakker, 1993, 1994]. Uit de berekeningen blijkt dat indien de bodem alleen wordt belast door *atmosferische depositie*, de streefwaarden niet overschreden zullen worden.

Als gevolg van *atmosferische depositie en de belasting vanuit de landbouw* (bemesting) kunnen de streefwaarden met een factor 1.1 tot 5 worden overschreden. Bij een gehalte van 0 mg/kg op $t=0$, is de maximale termijn waarop de streefwaarde wordt bereikt meer dan 5000 jaar [Bakker, 1993]. Rekening houdend met de huidige gehalten (0.1-0.6 x SW in landbouwgrond) zullen de streefwaarden eerder worden overschreden.

Conclusie: Alleen op de zeer lange termijn (enkele duizenden jaren) zal de bodemkwaliteit van landbouwgronden niet blijven voldoen aan de streefwaarden voor chroom.

5.3 Bestrijdingsmiddelen

Omdat voor toelating van bestrijdingsmiddelen het bodemgehalte 2 jaar na gebruik de MTR niet mag overschrijden [Besluit milieutoelatingseisen, 1995], kan ook voor de huidige middelen hieraan worden getoetst. Verwacht wordt dat voor bepaalde persistente stoffen (met name toepassing in het verleden) de bodemkwaliteit negatief beïnvloed blijft. Voor een aantal andere (meer mobiele) stoffen zal de kwaliteit van het (diepe) grondwater onvoldoende blijven [MV2, 1991].

Alleen de vijf eerder genoemde bestrijdingsmiddelen worden in deze paragraaf toegelicht.

Atrazin

Door TNO zijn modelmatige berekeningen uitgevoerd m.b.t. de invloed van atrazin op de bodemkwaliteit [Bakker, 1993, 1994]. Door atmosferische depositie ($7.5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$) zullen de streefwaarden ruim overschreden worden (een factor 15 tot 125; halfwaardetijd voor omzetting 100 dagen). Streefwaarden worden overschreden binnen een termijn van enkele dagen. Voor bouwland ($900 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$) wordt berekend dat de streefwaarde direct na toediening met een factor 2300-4300 kan worden overschreden. Dit is niet verwonderlijk. De meetwaarden (één maand na toediening) liggen lager (maximaal een 1000 x streefwaarde). Ook voor het (diepe) grondwater kan deze stof op termijn een risico vormen [MV2, 1991].

Endosulfan

Gezien de persistentie van deze stof (m.n. β -endosulfan) zullen de bodemgehalten van bouwland en boomgaarden op zand voorlopig de streefwaarde blijven overschrijden [MDIII, 1192].

Lindaan

Uit modelmatige berekeningen van de invloed van lindaan op de bodemkwaliteit [Bakker, 1993, 1994] blijkt dat, indien de bodem alleen belast wordt door atmosferische depositie, de streefwaarden ruim overschreden zullen worden (een factor 15 tot 200 binnen een maand na begin van de belasting; halfwaardetijd van 300 dagen). Dit komt overeen met de gevonden waarden in landbouwgebieden op zandgrond (zie hoofdstuk 4). Bij toepassing als bestrijdingsmiddel in de landbouw zullen de streefwaarden direct na toediening zeer sterk overschreden worden (factor 7600-17300). Deze hoge doseringen ($700 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$) zijn

echter niet meer toegestaan.

Parathion

Omdat deze stof in de landbouw nog toegepast wordt, zullen incidenteel overschrijdingen van de streefwaarde op die (landbouw)gronden blijven voorkomen (zie hoofdstuk 4).

Hexachloorbenzeen

Gezien de grote persistentie van deze stof zullen de streefwaarden met name in bouwland en grasland in zandgebieden de komende jaren nog overschreden blijven worden [MDIII, 1992].

5.4 Halogeenkoolwaterstoffen

Er zijn vrijwel geen gegevens voorhanden over de ontwikkeling van de bodemkwaliteit voor chloorkoolwaterstoffen (dichloormethaan, tetrachloormethaan, trichloormethaan, dichloorethaan, 1,1,1-trichloorethaan, tetrachlooretheen, trichlooretheen en vinylchloride). Volgens de beperkte informatie voldoet de huidige bodemkwaliteit aan de streefwaarden. In stedelijke gebieden is de kans op overschrijding van streefwaarden groter.

1,1,1-trichloorethaan

Voor atmosferische depositie van 1,1,1-trichloorethaan is een modelberekening uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de belasting van trichloorethaan kan leiden tot overschrijding van de streefwaarde (1 µg/kg) met een factor 27 tot 106 (afhankelijk van bodemtype; halfwaardetijd 500 dagen). Dit gaat alleen op als er sprake is van een constante depositie-flux. Gaat het echter om gasvormige depositie (waarschijnlijker), dan wordt onder de streefwaarden gebleven [Bakker, 1993, 1994].

Trichlooretheen

Door atmosferische depositie van trichlooretheen (16 g.ha⁻¹jr⁻¹) zal op basis van modelberekeningen de streefwaarde in de modelbodems met een factor 5 tot 16 worden overschreden, binnen 2 jaar na aanvang van de belasting (halfwaardetijd 250 dagen). Net als bij andere organische stoffen is de afbraak een sterk bepalende factor [Bakker, 1994].

5.5 Gehalogeneerde aromaten

Chloorbenzenen

De atmosferische depositie (belangrijkste bron van bodembelasting) van chloorbenzenen (m.n. dichloorbenzeen) is circa 8 ton/jaar. Berekeningen van potentiële gehalten in de bodem zijn niet uitgevoerd. Uit de metingen blijkt dat op veel plaatsen niet wordt voldaan aan de streefwaarden voor hexachloorbenzeen, terwijl toepassing van het middel in de landbouw sinds 1973 verboden is. Dit geeft aan dat in de nabije toekomst op veel plaatsen streefwaarden overschreden blijven worden.

Chloorfenolen

In het basisdocument chloorfenolen wordt geconcludeerd dat, ofschoon niet alle gegevens voorhanden zijn, de risico's verbonden aan de toekomstige bodemgehalten in het algemeen beperkt zullen zijn [Slooff, 1990].

Voor pentachloorfenol is het effect van atmosferische depositie (11g.ha⁻¹jr⁻¹) op de bodemkwaliteit berekend. De streefwaarde wordt naar verwachting alleen (met een factor 2)

overschreden op natuurterrein op zandgrond [Bakker, 1994]. De effecten van andere bronnen van bodembelasting zijn niet bekend.

Dioxinen

De afgelopen jaren is de bodembelasting met dioxinen sterk afgenomen en deze trend zal zich doorzetten. De halfwaardetijd (door afbraak en vervluchtiging) van dioxinen (vooral 2,3,7,8 TCDD) kan sterk verschillen (van 200 dagen tot meer dan 10 jaar)[Liem, 1993]. Hierdoor is het onduidelijk òf en hoe snel de gehalten in de bodem zullen dalen. Berekeningen zijn hiervoor niet uitgevoerd.

PCB (en PCT)

Het is onbekend in welke mate de huidige atmosferische depositie (in 1990 in Nederland geen emissie geregistreerd [Emissieregistratie, 1993]) bijdraagt aan het PCB-gehalte van de bodem. Gezien de geringe afbraak zullen de streefwaarden (op grasland en bouwland op zand) in de nabije toekomst overschreden blijven worden [MDIII, 1992].

5.6 Overige stoffen

PAK

Er zijn enkele modelmatige berekeningen uitgevoerd m.b.t. de invloed van drie PAK's (*fluorantheen*, *benzo(a)pyreen* en *benzo(ghi)peryleen*) op de bodemkwaliteit. Door atmosferische depositie van fluorantheen ($3.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) wordt in een periode van 1 tot 16 jaar de streefwaarde overschreden (met een factor 2 tot 32; halfwaardetijd 17 jaar). Op natuurterrein leidt dit tot de hoogste concentraties. Voor benzo(a)pyreen ($0.36 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) leidt atmosferische depositie naar verwachting niet tot overschrijding van de streefwaarden, met uitzondering van natuurterreinen op zandgrond. Voor benzo(ghi)peryleen ($1.0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) worden waarden rond de streefwaarden berekend. Alleen op natuurterreinen op zand kan de streefwaarde ruim worden overschreden (met een factor 12) [Bakker, 1994]. Belasting van de bodem vanuit specifieke bronnen kan dus lokaal ook eenvoudig tot overschrijding van streefwaarden leiden.

Benzeen

Voor de huidige bodemkwaliteit is volgens het basisdocument benzeen geen inschatting te geven [VROM, 1988]. Uit een modelberekening volgt dat door atmosferische depositie ($36 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) nergens de streefwaarden zullen worden overschreden [Bakker, 1994].

Tolueen, Ethyl-benzeen en Xyleen

De huidige bodemkwaliteit en de invloed van bodembelasting hierop is onbekend. Naar verwachting geldt voor deze stoffen hetzelfde als voor benzeen.

Fenolen

Er zijn geen gegevens over de huidige of toekomstige bodemkwaliteit.

Ftalaten

Er zijn geen gegevens over de huidige of toekomstige bodemkwaliteit.

Olieprodukten

Langs (snel)wegen en in het stedelijk gebied zal de bodembelasting niet direct verminderen. Hierdoor zullen de streefwaarden door overschreden blijven worden.

6 DISCUSSIE BODEMKWALITEIT EN EMISSIEREDUCTIE

6.1 Huidige en toekomstige bodemkwaliteit

Dit hoofdstuk vormt een integratie van de gegevens over de huidige en de verwachte toekomstige bodemkwaliteit. Hieruit kan worden afgeleid of vermindering van de bodembelasting gewenst is en voor welke stoffen nog onduidelijkheden bestaan. In paragraaf 6.2 wordt kort ingegaan op de reeds verwachte emissiereductie op basis van het ingezette beleid. Hieruit kan worden afgeleid of voor bepaalde stoffen verdere emissiereductie noodzakelijk is.

De conclusies over de toekomstige bodemkwaliteit zijn gebaseerd op berekeningen, waaraan diverse aannames ten grondslag liggen (zie bijlage 10); De gegevens in dit hoofdstuk dienen daarom met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. In tabel 6.1 is voor vier typen van bodemgebruik de huidige bodemkwaliteit en voor 2 typen de verwachte toekomstige bodemkwaliteit van de Nederlandse bodem aangegeven (afgeleid uit resp. hoofdstuk 4 en 5).

Tabel 6.1 Huidige en verwachte toekomstige overschrijding van streefwaarden voor bodemkwaliteit voor vier typen van bodemgebruik

STOFFEN	bos/natuur ^a		landbouwgebied ^a		infra-structuur ^a heden	stedelijk gebied ^a heden
	heden	toekomst	heden	toekomst		
cadmium	niet	wel	niet	wel	niet	wel
kwik	niet	onbekend	niet	onbekend	niet	niet
lood	niet	wel	niet	wel	wel	wel
koper	niet	niet	wel	wel	wel	wel
nikkel	niet	onbekend	niet	onbekend	niet	onbekend
zink	niet	niet	niet	wel	wel	wel
arseen	niet	niet	niet	niet	niet	niet
chroom	niet	niet	niet	wel	niet	niet
atrazin	onbekend	onbekend	wel	wel	niet	niet
endosulfan	niet	niet	wel	wel (↓)	niet	niet
lindaan	niet	niet	wel	wel	niet	niet
parathion	onbekend	onbekend	wel	wel	niet	niet
hexachloorbenzeen	niet	niet	wel	wel (↓)	niet	niet
halogeen kws	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
- dichloormethaan	niet	onbekend	niet	onbekend	onbekend	onbekend
- trichloorethaan	onbekend	wel?	onbekend	wel?	onbekend	onbekend
- trichlooretheen	onbekend	wel	onbekend	wel	onbekend	onbekend
chloorbenzenen	niet	onbekend	wel	onbekend	onbekend	onbekend
chloorfenolen	niet	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
- pentachloorfenol	niet	wel	onbekend	niet	onbekend	onbekend
dioxinen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
PCB	niet	niet	wel(pcb52,138)	onbekend	niet	onbekend
PAK (10)	wel (8)	wel (3)	wel	wel (1)	wel	wel
benzeen	niet	onb. (7)	niet?	onb. (7)	niet	onbekend
ethylbenzeen	niet	niet	onbekend	niet	niet	onbekend
tolueen	niet	onbekend	onbekend	onbekend	niet	onbekend
xyleen	niet	onbekend	onbekend	onbekend	niet	onbekend
fenolen	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
ftalaten	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
olieproducten	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	wel	wel

a. Als meer dan 10 % van het oppervlak (of metingen) de streefwaarde overschrijdt is dit met "wel" aangegeven
 ↓ = bodemkwaliteit zal op langere termijn verbeteren

De conclusies die in deze paragraaf getrokken worden hebben betrekking op de problematiek van de diffuse bodembelasting van de *terrestrische* bodem. Ze zijn daarmee aanvullend op conclusies die binnen andere projecten (SPEED, STRAVERA) getrokken zijn ten aanzien van de diffuse belasting van de *waterbodem*. Op basis van tabel 6.1 en de daaraan ten grondslag liggende gegevens zijn vier groepen van stoffen onderscheiden.

Ten eerste kan worden gesteld dat de bodem voor één of enkele typen bodemgebruik *te hoog* wordt belast met de stoffen cadmium, lood, koper, zink, een aantal bestrijdingsmiddelen (atrazin en lindaan; landbouwgebied) en PAK.

Ten tweede kan worden gesteld dat de bodem voor één of enkele typen bodemgebruik *waarschijnlijk te hoog* worden belast met chroom, een aantal bestrijdingsmiddelen (parathion en andere; landbouwgebied), trichlooretheen en chloorfenolen (bos/natuur).

Ten derde leidt de huidige bodembelasting van arseen, 1,1,1-trichloorethaan, chloorfenolen (landbouwgebied), benzeen en de bestrijdingsmiddelen endosulfan en hexachloorbenzeen naar alle waarschijnlijkheid *niet* tot overschrijding van de streefwaarden.

Tot slot zijn er onvoldoende gegevens voorhanden voor de stoffen kwik, nikkel, endosulfan, de meeste halogeenkoolwaterstoffen, chloorbenzenen, PCB's, ethyl-benzeen, toluen, xyleen, ftalaten, fenolen en olieproducten. Voldoende onderbouwde uitspraken over de toekomstige (en soms ook de huidige) bodemkwaliteit door de huidige bodembelasting zijn daarom niet mogelijk.

In het algemeen kan gesteld worden dat bij zware metalen het evenwichtsgehalte in de bodem zich pas na een lange tijdsperiode instelt (honderden tot duizenden jaren) en bij de meeste organische verbindingen dit evenwicht veel sneller wordt bereikt (binnen een jaar tot tientallen jaren). Dit komt doordat niet uitspoeling, maar afbraak de dominerende factor is voor bij bereiken van het evenwichtsgehalte. Bij vermindering (of opheffen) van de belasting zal bij metalen om dezelfde reden minder snel tot daling van het bodemgehalte leiden als bij (afbreekbare) organische stoffen.

Tabel 6.2 plaatst de diffuse bodembelasting in het perspectief van de stofstromen (zie ook hoofdstuk 3). Hieruit kan afgeleid worden welke stofstroom de grootste bijdrage aan de bodembelasting geeft. De stoffen waarvoor de bodembelasting (waarschijnlijk) te hoog is (groep 1 en 2), zijn vet gedrukt.

Tabel 6.2 Stoffen in relatie tot stofstroom (% van totale bodembelasting)

STOFFEN	STOFSTROOM			
	DEPOSITIE	TOEDIENEN	CORROSIE/ UITLOGING	SLIJTAGE
cadmium	17	77	3	2
kwik	46	54	-	-
lood	16	57 + 22 ^a	4	1
koper	1	92	2	5
nikkel	17	70	11	2
zink	8	51	39	2
arseen	40	52 + 6 ^a	1	-
chroom	6	66	25	2
atrazin	12	88	-	-
endosulfan	100	-	-	-
lindaan	2	98	-	-
parathion	13	87	-	-
hexachloorbenzeen	-	-	-	-
halogeen koolwaterstoffen	100	-	-	-
- dichloormethaan	?	?	-	-
- 1,1,1-trichloorethaan	100	-	-	-
- trichlooretheen	100	-	-	-
chloorbenzenen	73	27	-	-
chloorfenolen	86	1	13	-
- pentachloorfenol	86	1	13	-
dioxinen	49	51	-	-
PCB (en PCT)	99	1	-	-
PAK	74	9	18	-
benzeen	100	-	-	-
ethylbenzeen	?	?	-	-
tolueen	?	?	-	-
xyleen	?	?	-	-
fenolen	?	100	-	-
ftalaten	?	?	100	?
olie(producten)	?	?	?	-

? = omvang en verdeling over stofstromen onbekend

- = geen bijdrage door deze stofstroom

^a belasting door jachtsport. belasting in 1993 en 1994 waarschijnlijk met ca. 90% gereduceerd

6.2 Verwachte emissiereductie

Inleiding

Een afname van de belasting zou kunnen betekenen dat de toekomstige bodemkwaliteit toch onder de streefwaarde kan blijven. Hoewel het inzicht in de effecten van de emissiereductie op de toekomstige bodemkwaliteit in veel gevallen beperkt is, wordt toch getracht het beeld uit paragraaf 6.1 aan te vullen op basis van de verwachte emissiereductie. Met name de stoffen met een (waarschijnlijk) te hoge belasting worden toegelicht. Op grond van generiek beleid (ook in het buitenland) zullen de emissies naar de bodem voor de meeste bronnen en stoffen dalen. Per stofgroep wordt kort aangegeven welke

emissiereducties op basis van dit generieke beleid worden verwacht. De getallen mogen slechts als een indicatie voor de reductie in 2000 worden gezien.

Zware metalen

In tabel 6.3 zijn de reductiepercentages opgenomen die verwacht worden op basis van het volledig uitvoeren van maatregelen van het vastgestelde beleid. Voor het tot stand komen van deze percentages wordt naar de bronnen verwezen [MV3, 1993; Coppoolse, 1993].

Tabel 6.3 Verwachte reductie bodembelasting door generiek beleid voor zware metalen (% reductie in 2000 t.o.v. 1985/89)

BRONNEN	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	As	Cr	bron ²⁴
atmosferische depositie ^a	40	45	75	40	40	40	40	40	speed
dierlijke mest	22	20	18	35	25	44	30	25	mv3
kunstmest	67	60	45	13	65	60	53	62	mv3
bestrijdingsmiddelen	-	100	-	39 ^b	-	39 ^b	-	-	mjp-G
zuiveringsslib	80	80	90	90	80	75	80	90	mv3/bo
(gft) compost	?	?	?	?	?	?	?	?	
baggerspecie	0	0	0	0	0	0	0	0	tk93 ^c
corrosie/uitloging	?	-	?	?	?	?	?	?	-
slijtage autobanden/rem	?	-	?	?	?	?	-	?	-
slijtage leidingen	-	-	-20	-20	-	-	-	-	speed
jachtsport	-	-	99	-	-	-	99	-	mv3
totale reductie ^d 2000 t.o.v. 1985/1990	38	41	74 ^e	30	35	21	39 ^e	31	

- = n.v.t.; * = mogelijk bron, reductie niet bekend; ? = wel bron, reductie niet bekend

^a reductie van atm. depositie is evenredig met reductie luchtmissie;

^b reductietaakstelling

^c na 2000 mag in principe geen klasse 2 specie op land worden gebracht, reductie onbekend [Tweede Kamer, 1993]

^d op basis van belasting in tabel 3.1; de getallen zijn indicatief;

^e niet rekening houdend met jachtsport is reductie resp. 66% en 34%.

Cadmium: door generiek beleid zal de bodem minder worden belast. Extra emissiereductie is noodzakelijk om m.n. op landbouwgronden streefwaarden niet te (gaan) overschrijden.

Kwik: de bodem zal minder worden belast, de (toekomstige) bodemkwaliteit blijft onbekend.

Lood: door generiek beleid zal de bodem minder worden belast. Extra emissiereductie is nodig om op den duur ook op veengronden de streefwaarden niet te overschrijden.

Koper: door generiek beleid zal de bodem minder worden belast. Extra emissiereductie is noodzakelijk om de bodemkwaliteit van landbouwgronden op termijn te waarborgen.

Nikkel: de bodem zal minder worden belast, de (toekomstige) bodemkwaliteit blijft onbekend.

Zink: door generiek beleid zal de bodem minder worden belast. In enkele gebieden (landbouwgebieden, infrastructuur) zullen de streefwaarden wel worden overschreden. Daar zal extra emissiereductie noodzakelijk zijn.

Arsen: de bodem zal minder worden belast, de toekomstige bodemkwaliteit zal aan blijven voldoen aan de streefwaarde.

24 speed = Coppoolse, 1993; mv3 = achtergrondgegevens Nationale Milieuverkenning 3, 1993; tk93= Tweede Kamer, 1993; mjp-G = Meerjarenplan Gewasbescherming, 1991: grondontsmettingsmiddelen -68%, herbiciden -40% en fungiciden/insecticiden -39% in 2000; bo= schatting op basis van: Besluit kwaliteit en gebruik Overige Organische Meststoffen. Staatsblad 613, november 1991.

Chroom: hoewel de bodem minder zal worden belast en een lange termijn nodig is om de streefwaarde te overschrijden, zal de toekomstige bodemkwaliteit waarschijnlijk niet voldoen aan de streefwaarde.

Bestrijdingsmiddelen

In tabel 6.4 zijn, voorzover mogelijk, de emissiereducties op grond van generiek beleid weergegeven. In het NMP is een doelstelling van 50% reductie opgenomen. In het Meerjarenplan Gewasbescherming [MJP-G, 1991] is dit gedifferentieerd naar grondontsmettingsmiddelen (68%), herbiciden (40%) en fungiciden/insecticiden (39%) in 2000. Het is niet bekend welke reductiemaatregelen in het buitenland zullen worden getroffen (aannee 30% emissiereductie [Coppoolse, 1993]).

De halvering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in het jaar 2000 leidt tot verbeteringen van de bodemkwaliteit. Onbekend is in welke mate accumulatie wordt verminderd en uitspoeling naar het grondwater zal dalen. De reeds aanwezige hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in de bodem zal voor de persistente verbindingen niet zeer snel verminderen. Het lijkt gerechtvaardigd te stellen dat ook in de nabije toekomst de bodemkwaliteit niet zal voldoen aan de streefwaarden.

Tabel 6.4 Reductietaakstelling^a (generiek beleid) voor bestrijdingsmiddelen (% in 2000 t.o.v. 1985)

BRONNEN	atra	endo	lind	para	hexa	bron
atmosferische depositie ^b	35	40	35	35	-	mjp-G
toedienen bestrijdingsmiddelen	40	100	39	40	-	mjp-G
baggerspecie	-	0	0	-	-	tk93

- = n.v.t.; ? = wel bron, reductie niet bekend

^a reductie in 1993 tov 1985: grondontsm. 75%, herbiciden 27%, fungiciden 1%, insecticiden 22%, ov. -56% [LNV, 1994]

^b reductie 40% in Nederland (evenredig met toedienen van middelen); 30% in buitenland

Halogeenkoolwaterstoffen

Op grond van generiek beleid (doelstelling KWS 2000) zullen de emissies van halogeenkoolwaterstoffen in Nederland met circa 50% afnemen [Schwartz, 1992; NMP, 1990]. Op basis van de IMT Industrie ligt de taakstelling voor 2000 voor emissiereductie naar lucht tussen 50 en 90%. De verwachte reductiemaatregelen in het buitenland zijn onbekend (aannee: 30% reductie). Hierdoor zal de atmosferische depositie gemiddeld met 35% afnemen (circa 75% van emissie uit buitenland)(zie tabel 6.5). De kleine bijdrage door zuiveringsslib wordt grotendeels opgeheven [BOOM, 1992].

Dichloormethaan: op grond van generiek beleid zullen de emissies naar de bodem dalen. Het is niet duidelijk of emissiereductie nodig is, omdat de huidige en toekomstige bodemkwaliteit onbekend is.

Tetrachloormethaan: In 1998 is de luchtemissie tot 0 teruggebracht [Stobbelaar 1992].

1,1,1-trichloorethaan: op basis van de berekening van de toekomstige bodemkwaliteit is verdere emissiereductie noodzakelijk. De onzekerheid over het depositieproces maakt een betrouwbare uitspraak over de bodemkwaliteit niet mogelijk.

Trichlooretheen: op basis van de berekening van de toekomstige bodemkwaliteit is verdere emissiereductie noodzakelijk.

Overige chloorkoolwaterstoffen: omdat niet bekend is of streefwaarden voor deze stoffen worden overschreden, is geen uitspraak over noodzakelijke emissiereductie mogelijk.

Tabel 6.5 Verwachte reductie bodembelasting door generiek beleid voor halogeenkoolwaterstoffen in 2000 t.o.v. 1985/87 (tussen haakjes reductietaakstelling emissies in NL)

BRONNEN	dcm	tacm	trcm	dce	trca	tace	trce	vchl	bron
atmosferische depositie	40	100 ^a	40	35	35	35	35	45	NMP1
zuiveringsslib	80	80	80	80	80	80	80	80	mv3/bo
compost	*	*	*	*	*	*	*	*	

dcm= dichloormethaan (60-70%)

tacm= tetrachloormethaan (100%)

trcm= trichloormethaan (60-70%)

dce= dichloorethaan (50%)

trca= 1,1,1-trichloorethaan (50%)

tace= tetrachlooretheen (50%)

trce= trichlooretheen (50%)

vchl= vinylchloride (90%)

- = n.v.t.;

* = mogelijk bron, reductie niet bekend;

? = wel bron, reductie niet bekend.

^a [Stobbelaar, 1992]

Gehalogeneerde aromaten

In tabel 6.6 zijn, voorzover mogelijk, de verwachte emissiereducties op grond van generiek beleid weergegeven. Het is niet bekend welke reductiemaatregelen in het buitenland zullen worden getroffen (aannames zijn in tabel 6.6 opgenomen).

Chloorbenzenen: de lucht emissie in Nederland neemt met circa 70% af (40% van depositie uit NL; 60% uit het buitenland)[Slooff, 1991].

Chloorfenolen: De emissies naar lucht in Nederland zullen dalen (circa 30% [Slooff, 1990]). Op grond van de berekening van de toekomstige bodemkwaliteit [Bakker, 1994] zal voor pentachloorfenol in natuur (op zand) dan nog net niet aan de streefwaarde voldaan kunnen worden.

Dioxinen: Verwacht wordt dat de depositie van dioxinen in 2000 met 50 procent zal zijn afgenomen (t.o.v. 1990), wanneer voldaan wordt aan de Richtlijn Verbranden 1989 en andere aanvullende maatregelen zijn genomen [Schutter, 1993].

PCB (en PCT): Op grond van generiek beleid zullen de emissies naar de bodem dalen. Er zijn geen gegevens voorhanden over de grootte van de daling en over de effecten op de toekomstige bodemkwaliteit.

Tabel 6.6 Verwachte reductie bodembelasting door generiek beleid (% reductie in 2000 t.o.v. 1987/1990)

BRONNEN	Cl-B	Cl-F	diox	PCB	PCT	bron25
atmosferische depositie	50 ('87)	30 ('87)	50 ('90)	?	?	zie tekst
bestrijdingsmiddelen	?	-	-	-	-	
zuiveringsslib	80	80	80	80	80	mv3/bo
compost	?	?	?	?	?	
baggerspecie	0	0	-	0	-	tk93
uitloging textiel, hout	-	?	-	-	-	

Cl-B = chloorbenzenen (emissiereductie: 70% Nederland, 40% buitenland)

Cl-F = chloorfenolen (emissiereductie: 30% Nederland, 30% buitenland)

diox = dioxinen

PCB = polychloorbifenylen

PCT = polychloortrifenylen

- = n.v.t.; ? = wel bron, niet bekend

Overige stoffen

In tabel 6.7 zijn, voorzover mogelijk, de verwachte emissiereducties op grond van generiek

25 mv3/bo= schatting op basis van gegevens Nationale Milieuverkenning 3 en BOOM, 1991; tk93= Tweede Kamer, 1993.

beleid weergegeven. Het is niet bekend welke reductiemaatregelen in het buitenland zullen worden getroffen.

PAK: Hoewel weinig bekend is over de te verwachten emissiereductiepercentages, is wel duidelijk dat de reductie beperkt zal zijn (ca. 10% [MV3]). In het beleidsstandpunt PAK wordt verdere reductie nagestreefd [VROM, 1994]. Deze verdere reductie van de bodembelasting is noodzakelijk om aan de streefwaarden te kunnen gaan/blijven voldoen.

Benzeen: Op grond van generiek beleid zullen de emissies naar de bodem dalen (circa 40%). De gehalten in de bodem blijven dus nog verder onder de streefwaarden.

Tolueen, Ethyl-benzeen, Xyleen, Fenolen, Ftalaten en Olieprodukten: voor al deze stoffen zijn geen reductiepercentages bekend. De toekomstige bodemkwaliteit voor deze stoffen is daarom onbekend (zie 6.1).

Tabel 6.7 Verwachte reductie bodembelasting door generiek beleid (% reductie in 2000 t.o.v. 1990)

BRONNEN	PAK (10)	benzeen	tolueen	ethylbenzeen	xyleen	fenolen	ftalaten	olie	bron
atmosferische depositie	10 ^a	40 ^a	?	?	?	?	?	?	MV3, NMP1
dierlijke mest	-	-	-	-	-	?	-	-	
bestrijdingsmiddelen	50	-	-	-	-	-	-	?	mjp-G
zuiveringsslib	?	-	-	-	-	-	?	?	
compost	?	-	-	-	-	-	-	-	
baggerspecie									
uitloging dakbedekking	?	-	-	-	-	-	-	-	
uitloging hout	?	-	-	-	-	-	-	?	vrom, 1994

^a PAK emissie reductie: 20% in Nederland, 10% buitenland - = n.v.t.; ? = wel bron, reductie niet bekend

^a benzeen emissie reductie: 65% in Nederland, 30% buitenland

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 Bodemkwaliteit

Gezien vanuit de bodemkwaliteit kan aangegeven worden voor welke stoffen de bodembelasting moet verminderen. Uitgaande van de vier in hoofdstuk 6 onderscheiden groepen kan de volgende onderverdeling worden gemaakt (zie tabel 7.1):

- generiek beleid voldoende (groep 3);
- aanvullend beleid nodig (groep 1 en 2);
- nader onderzoek kwaliteit (groep 4).

Alle uitgewerkte stoffen zijn in tabel 7.1 opgenomen (in één of meer kolommen).

Tabel 7.1 Diffuse bodembelasting: gevolgen voor beleid en onderzoek

generiek beleid voldoende	aanvullend beleid nodig	onderzoek (toekomstige) bodemkwaliteit	opnemen in meetnet of meetprogramma
arseen	cadmium	kwik	
endosulfan	lood	nikkel	
hexachloorbenzeen	koper	bestrijdingsmiddelen	
	zink	halogeen kws	halogeen kws
	chromium	chloorbenzenen	chloorbenzenen
1,1,1-trichloorethaan benzeen	atrazin	PCB	chloorfenolen
	lindaan	PAK (7 van 10)	benzeen
	parathion	ethylbenzeen	ethylbenzeen
	trichlooretheen	tolueen	tolueen
	chloorfenolen	xyleen	xyleen
	PAK	fenolen	fenolen
		ftalaten	ftalaten
		olieproducten	olieproducten

Generiek beleid

Onder generiek beleid worden de landelijke maatregelen verstaan die in het NMP en NMP(+) zijn aangegeven, maatregelen die op basis van deze beleidsstukken elders zijn uitgewerkt (bijvoorbeeld het Meerjarenplan Gewasbescherming, KWS-2000 etc.) of maatregelen die in het buitenland worden verwacht.

Het generieke beleid zal, op basis van de gegevens in deze rapportage, leiden tot het bereiken van de gewenste bodemkwaliteit voor de stoffen: arseen, 1,1,1-trichloorethaan, chloorfenolen, chloorbenzenen en benzeen. Teneinde te kunnen vaststellen of het generieke beleid voldoende is, is monitoring noodzakelijk.

Aanvullend beleid

Voor de tweede groep van stoffen is het bereiken van de gewenste bodemkwaliteit naar verwachting een probleem. De stofstromen die het sterkst bijdragen aan de diffuse bodembelasting van deze stoffen, staan in tabel 7.2.

Met name cultuurgronden (landbouwgebied) kunnen zwaar belast worden met deze stoffen. Omdat een groot deel afkomstig is van dierlijke mest en kunstmest, zal aanvullend beleid zich met name moeten richten op het *toedienen*.

Voor cadmium en lood geldt dat ook een belangrijk deel via *atmosferische depositie* op de bodem komt (beide circa 25% van totaal). Voor trichlooretheen, chloorfenolen en PAK is

depositie zelfs de belangrijkste vorm van diffuse bodembelasting.

Voor de bodembelasting van zink en PAK is *corrosie/uitloging* een belangrijke oorzaak. Dit speelt vooral in stedelijke gebieden en langs infrastructuur (zie ook 4.7).

Tabel 7.2 Bijdrage stofstromen aan de bodembelasting (zie ook tabel 6.2)

STOF	STOFSTROOM (samen > 80% van totaal)
cadmium	1. toedienen; 2. depositie
lood	1. toedienen; 2. depositie
koper	1. toedienen
zink	1. corrosie/uitloging; 2. toedienen
bestrijdingsmiddelen	1. toedienen
trichlooretheen	1. depositie
chloorfenolen	1. depositie
PAK	1. depositie; 2. corrosie/uitloging

Nader onderzoek bodemkwaliteit

Voor een groot aantal stoffen is nog onvoldoende bekend om een uitspraak te doen over de (toekomstige) bodemkwaliteit. Dit geldt voor: kwik, nikkel, bestrijdingsmiddelen, halogeen koolwaterstoffen, chloorbenzenen, PCB, PAK, toluen, xyleen, fenolen, ftalaten en olieprodukten. Inzicht in de bodemkwaliteit m.b.t. deze stoffen kan worden vergroot door:

- uitvoeren van modelberekeningen: bepaling invloed van de huidige bodembelasting op het (toekomstige) bodemgehalte;
- uitbreiden van het Landelijk Meetnet Bodem (LMB) of het initiëren van specifieke meetprogramma's t.a.v. enkele stoffen (waarvoor weinig meetgegevens): halogeen koolwaterstoffen, chloorbenzenen, chloor-fenolen, monocyclische aromaten, fenolen, ftalaten en olieprodukten. Periodiek meten van deze stoffen en in het LMB opgenomen stoffen (zware metalen, PAK, PCB), kunnen het inzicht in de bodemkwaliteit vergroten. Daarnaast valt te denken aan bundelen van in andere kaders verzamelde meetgegevens (bv. provincie).

7.2 Bronnen/stofstromen

Wanneer gestreefd wordt naar minimalisering van de bodembelasting, dan kan per stofstroom aangegeven worden welke stoffen relevant zijn en voor welke stoffen dit nog onbekend is. Omdat voor een deel van de bronnen de bijdrage aan diffuse bodembelasting onbekend is, is nader onderzoek naar de bijdrage van verschillende stofstromen gewenst.

Het grootste deel van de stofstroom atmosferische depositie is afkomstig van buitenlandse emissies. De Nederlandse emissies naar de lucht worden gereguleerd met milieuvergunningen, emissierichtlijnen en ook convenanten. De "high lights" in relatie tot atmosferische depositie (bijdrage >25%) zijn de stoffen: kwik, arseen, endosulfan, halogeen koolwaterstoffen, chloorbenzenen, chloorfenolen, dioxinen, PCB, PAK en benzeen.

Nader onderzoek is nodig naar de belasting door vinylchloride, enkele PAK, ethylbenzeen, toluen, xyleen, fenolen en ftalaten.

Om de bodembelasting door het toedienen van stoffen te verminderen moet het beleid zich richten op de bodembelasting door dierlijke en kunstmest, zuiveringsslib, (gft)compost, baggerspecie en bestrijdingsmiddelen. In het Besluit overige organische meststoffen [BOOM, 1991] zijn t.a.v. zware metalen kwaliteitseisen/doseringsgiften opgenomen voor

compost en zuiveringsslib. De "high lights" (bijdrage >60%) betreffen de stoffen: cadmium, lood, koper, nikkel, chroom, bestrijdingsmiddelen en fenolen. Daarnaast is nader onderzoek nodig naar de bijdrage aan de bodembelasting door compost en andere overige organische meststoffen (nikkel, halogeen koolwaterstoffen, chloorfenolen, aromaten, fenolen, ftalaten en olieprodukten; zie tabel 7.3).

Om de bodembelasting door uitloging en corrosie en slijtage te verminderen, is het produktenbeleid van belang. De "high lights" (bijdrage >15%) in relatie tot uitloging/corrosie en slijtage betreffen: zink, chroom, PAK en ftalaten. Daarnaast is nog nader onderzoek nodig naar de bijdrage aan de bodembelasting van corrosie en uitloging (zink, koper, chroom, chloorfenolen, PAK en ftalaten (zie tabel 7.3).

Tabel 7.3 Nader onderzoek bijdrage bronnen aan bodembelasting

BRONNEN/STOFSTROOM	STOFFEN
atmosferische depositie	vinylchloride, PAK (7 v/d 10), toluen, ethyl-benzeen, xyleen, en fenolen, ftalaten
overige organische meststoffen (o.a. gft-compost)	nikkel, halogeen koolwaterstoffen, chloorfenolen, aromaten, fenolen, ftalaten en olieprodukten
uitloging/corrosie	zink, koper, chroom, chloorfenolen, PAK, ftalaten

7.3 Gebiedstypen

Bos/Natuurgebieden

De belangrijkste bodembelasting in bos- en natuurgebieden (11.2% van het oppervlak in Nederland) is de atmosferische depositie. Ook komt door jacht lood op de bodem terecht. Depositie van cadmium, lood, trichlooretheen, pentachloorfenol en enkele PAK in deze gebieden leidt waarschijnlijk tot overschrijding van streefwaarden. Bij metingen is voor PAK (8 van 10) inderdaad veelvuldig overschrijding van streefwaarden gevonden.

Landbouwgebieden

In landbouwgebieden (59.8% van het landoppervlak in Nederland) kunnen door toediening de streefwaarden op bepaalde landbouwgronden op kortere of langere termijn overschreden worden voor cadmium, lood, koper, zink, bestrijdingsmiddelen en trichlooretheen. Bij cadmium, lood en trichlooretheen speelt atmosferische depositie ook een rol. Op dit moment komt overschrijding van streefwaarden (meer dan 10% van het oppervlak of metingen) voor bij koper, chloorbenzenen, enkele PCB's en enkele PAK (zie tabel 6.1).

Gebieden langs infrastructuur

De bodembelasting langs infrastructuur (wegen en spoorwegen: 3.4% van het landoppervlak in Nederland) wordt veroorzaakt door drie stofstromen: atmosferische depositie, corrosie/uitloging en slijtage (en lekkage). Omdat streefwaarden voor een aantal metalen (m.n. lood, zink en koper), PAK en olie langs snelwegen reeds worden overschreden of in de toekomst mogelijk tot overschrijding zullen leiden, lijkt aanvullend beleid nodig.

Stedelijke gebieden

In stedelijke gebieden (circa 7.5% van het landoppervlak in Nederland) blijken de

streefwaarden in veel gevallen voor lood en PAK's en in mindere mate voor cadmium, zink en koper te worden overschreden. Dit is hoofdzakelijk veroorzaakt door historische (diffuse) bodembelasting, maar ook door de huidige bodembelasting als gevolg van corrosie, uitloging en atmosferische depositie. Nader onderzoek naar de bijdrage van bronnen aan de huidige bodembelasting in het stedelijk gebied is gewenst. Ook is er behoefte aan een meer gestructureerd overzicht van de bodem- en grondwaterkwaliteit in het stedelijk gebied.

7.4 Eindconclusie

Er is voldoende informatie aanwezig om tot beeldvorming en prioriteitstelling van bronnen van bodembelasting en stoffen te komen. De meest belangrijke bronnen zijn atmosferische depositie, dierlijke mest en kunstmest, baggerspecie, corrosie en uitloging.

Uit modelberekeningen blijkt dat voor een aantal stoffen in de toekomst streefwaarden overschreden kunnen worden. Met name op landbouwbodem zullen op termijn in een toenemend aantal gebieden streefwaarden worden overschreden. In de meeste gebiedstypes (behalve natuur/bos) wordt dit verwacht voor de stoffen: cadmium, lood, koper, zink, en diverse PAK. Voor chloorfenolen en trichlooretheen wordt dit alleen in natuur verwacht en voor chroom in landbouwgebieden. Voor deze stoffen is aanvullend beleid nodig.

Voor een aantal stoffen (arseen, endosulfan, HCB, 1,1,1,-trichloorethaan en benzeen) blijkt het huidige beleid voldoende om de toekomstige bodemkwaliteit in natuurgebieden en landbouwgronden beneden de streefwaarden te houden/krijgen. Wel is er, voor een deel van de in deze rapportage uitgewerkte stoffen, behoefte aan nadere informatie over de omvang van de bodembelasting. Nader onderzoek moet zich richten op de stofstromen depositie, overige organische meststoffen en corrosie/uitloging en op de verspreiding van de bodembelasting (belaste oppervlak). Ook is meer recente informatie over dierlijke mest en kunstmest gewenst.

Voor een groot aantal stoffen (kwik, nikkel, bestrijdingsmiddelen, halogeen koolwaterstoffen, chloorbenzenen, PCB, PAK, aromaten) is nog onvoldoende bekend over de gevolgen van de bodembelasting voor de (toekomstige) bodemkwaliteit. Om het inzicht te verbeteren kan door middel van modelberekeningen een schatting van de kwaliteitsontwikkeling worden gemaakt. Hiertoe zijn ook gegevens nodig over de grootte van het oppervlak waar de diffuse bodembelasting op terecht komt.

Tevens is verdere ontwikkeling en invulling van het begrip kritische bodembelasting gewenst. Daarbij moet rekening worden gehouden met de huidige bodemkwaliteit in bepaalde gebieden. Ter onderbouwing van modelberekeningen blijft er behoefte aan meetgegevens voor een groot aantal van de in tabel 7.1 genoemde stoffen.

Uit modelberekeningen en meetwaarden voor enkele bestrijdingsmiddelen blijkt dat streefwaarden op landbouwgronden (en mogelijk natuurgebieden) worden overschreden. Het verdient aanbeveling een apart overzicht op te stellen voor de invloed van vele andere bestrijdingsmiddelen op de bodem- en grondwaterkwaliteit.

Omdat de streefwaarden voor grondwater voor een aantal stoffen geregeld wordt overschreden, verdient het aanbeveling ook inzicht te krijgen in de relatie tussen de bodembelasting en de kwaliteit van het ondiepe grondwater.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- Baart, A.C. en H.S.M.A. Dieren. Calculation of the atmospheric deposition of 29 contaminants to the rhine catchment area. TNO, Delft, augustus 1991.
- Bakker, D.J. en K.D. van den Hout. De invloed van atmosferische depositie op de kwaliteit van de bodem en oppervlaktewater in Nederland. Beschrijving rekenmethode en berekeningsresultaten. TNO, Delft, september 1993.
- Bakker, D.J., L. Smolders en A.J. Palsma. De invloed van atmosferische depositie op bodem en oppervlaktewater in Nederland. Een nadere beschouwing. TNO, Delft, juni 1994.
- Berg, R. van den. Achtergrondgehalten van dioxinen in de Nederlandse bodem (rapportnr. 770501014). RIVM, 1994.
- Berg, R. van den, G.J.M. Bockting, G.H. Crommentuijn en P.J.C.M. Janssen. Proposals for intervention values for soil clean-up: Second series of chemicals (rapportnr. 715810004). RIVM, Bilthoven, december 1994.
- Besluit milieutoelatingseisen bestrijdingsmiddelen (artikel 3a Bestrijdingsmiddelenwet 1962). Staatsblad 1995 37, 23 januari 1995.
- BOOM. Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen. Staatsblad 613, 22 november 1991.
- Broek, T.M.W. van den, e.a. Diffuse stedelijke bodemverontreiniging. Bodem, jaargang 3, nr 3 augustus 1993, p118-120.
- Boumans, L.J.M., en F.W. Wessels. De kwaliteit van de bodem en grondwater, gebaseerd op resultaten van indicatieve bodemonderzoeken (rapportnr. 724801002). RIVM, maart 1993.
- Campen, A.L.B.M. van. PAK in oppervlaktewater: bronnen en maatregelen. SPEED-werkplan PAK. RWS/RIZA, VROM, RIVM, Den Haag 1991.
- CBS. Bodemstatistiek 1989. SDU/uitgeverij, Den Haag, 1994.
- Cleven, R.F.M.J., J.A. Janus, J.A. Annema en W. Slooff (eds). Basisdocument Zink (rapnr. 710401019). RIVM, Bilthoven, november 1992.
- Coppoolse, J. e.a. Zware metalen in het oppervlaktewater. Bronnen en maatregelen. SPEED-document zware metalen (RIVM-rapportnr. 773003001). RWS/RIZA, VROM, RIVM, april 1993.
- Emissieregistratie nr 13. Emissies in Nederland. Trends, thema's en doelgroepen; vijfde ronde 1990. Ministerie van VROM, september 1993.
- Ertsen, A.C.D. Zware metalen in het milieu van Noord-Holland. RU Utrecht, Utrecht, december 1993.
- Gemeente Arnhem, Dienst Milieu en openbare werken. Onderzoek naar de omvang van de diffuse bodemverontreiniging in de wijken 't Broek en Spijkerkwartier(1993)/Presikhaaf en Elsweide/ Over het lange Water (concept 1994). Arnhem, 1993/1994.
- Gemeente Utrecht. Mondelinge informatie Mw. de Keuter.
- Groot, M.S.M en E.C. van Swinderen. Verkennend onderzoek naar de kwaliteit van bodem en grondwater langs snelwegen in bosgebieden (rapnr. 714822001). RIVM, Bilthoven, november 1993.
- Jaarsveld, J.A. Atmospheric deposition of cadmium, copper, lead, benzo(a)pyrene and lindane over Europe and its surrounding marine area's (concept september 1993). RIVM, Bilthoven.
- Jong, A.P.J.M. de, e.a. Onderzoek naar het dioxinegehalte in grond van weilanden in het Lickebaert gebied (rapportnr. 730501011). RIVM, Bilthoven, 1990.

- Jong, A.P.J.M. de, e.a. Dioxinegehalten in grond van weilanden in de omgeving van de afvalverbrandingsinstallatie te Zaandam (rapportnr. 730501021). RIVM, Bilthoven, 1991.
- Kandel, B. Grondbank Rotterdam. Bodem, nr1, februari 1992, p15-17.
- Koten-Vermeulen, J.E.M. van e.a. Criteriadocument Fenol (rapnr 738513002). RIVM, 1986.
- Lagas, P. en M.S.M. Groot. Bodemkwaliteitskartering van de Nederlandse landbouwgronden (rapportnr. 714801003; in voorbereiding). RIVM, Bilthoven, 1995.
- Liem, A.K.D. e.a. Onderzoek naar dioxinen in enkele grond- en slibmonsters uit de Bommelerwaard (rapportnr. 730501007). RIVM, Bilthoven, 1990.
- Liem, A.K.D. e.a. (eds.) Basisdocument dioxinen (rapnr. 710401024). RIVM. Bilthoven, februari 1993.
- Lijzen, J.P.A. en R.O.G. Franken. Bronnen van lokale bodembelasting (rapportnr. 950011002). RIVM, Bilthoven, oktober 1994.
- LNV, Werkgroep openbaar groen. Rapportage werkgroep openbaar groen, achtergronddocument bij het meerjarenplan gewasbescherming. LNV, 1990.
- LNV, Directie Gewasbescherming. Bestuursvereinkomst Uitvoering Meerjarenplan Gewasbescherming, voortgangsrapportage 1993. Den Haag, juni 1994.
- Matthijssen, A.J.C.M. Evaluatie van de relaties van dioxine emissiemetingen aan de OLAF Leeuwarden met gehalten in grond en melk in de omgeving (rapportnr. 730501027). RIVM, Bilthoven, 1991.
- MDI. Milieudiagnose 1991, I Integrale rapportage lucht-, bodem- en grondwaterkwaliteit. Pilotstudie (rapportnr. 724801004). RIVM, Bilthoven, december 1992.
- MDIII. Milieudiagnose 1991, III Bodem en grondwaterkwaliteit (rapportnr. 724801003). RIVM, LLO/LBG. Bilthoven, december 1992.
- Milieudienst Amsterdam. Achtergrondgehalten van bodemverontreiniging in de gemeente Amsterdam. Amsterdam, december 1989.
- MJP-G. Meerjarenplan gewasbescherming. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677 no.3-4. SDU, Den Haag, 1991.
- Muusze, H.L.T. Zware metalen in Zuid-Holland 1983-1992. Samenvatting van 10 jaar meten in het kader van Project Integratie MilieuMetingen. Provincie Zuid-Holland, dienst Water en Milieu, december 1993.
- MV2. Nationale Milieuverkenning 2, 1990 - 2010. RIVM, Bilthoven, 1991.
- MV3. Nationale milieuverkenning 3, 1993 - 2015. RIVM, Bilthoven, 1993.
- Nefyto. Vertrouwelijke gegevens bestrijdingsmiddelen gebruik 1989 en 1991.
- NMP (+). Kiezen of verliezen. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21137, nrs 1-2.
- NVA Slibcommissie 1994. Slibwijzer. Rijswijk, september 1994.
- Peijnenburg, W.J.G.M. e.a. Update of the exploratory report phthalates (rapnr 710401008). RIVM, Bilthoven, mei 1991.
- Project Integratie MilieuMetingen 1991. Het Tussengebied. Provincie Zuid-Holland, Dienst Water en Milieu, Den Haag, december 1993.
- RIVM. Geactualiseerde gegevens t.b.v. milieuverkenning 3 over de belasting van de bodem met metalen (intern). RIVM-LAE, september 1994a.
- RIVM. Gegevens van het project SFINX. RIVM-LAE, september 1994b.
- Roeloffzen, A.B. Rotterdam als model voor een Nederlandse stad. Bodem, nr 1 februari 1992

p8-12.

- Schutter, M.A.A. en J.A. van Jaarsveld. Verspreiding en depositie van dioxinen in Nederland (rapportnr. 730501036). RIVM, Bilthoven, juni 1993.
- Schwartz, M.J.C. e.a. SPEED-document Chloorkoolwaterstoffen (RIVM-rapportnr. 736301015). RWS/RIZA, VROM, RIVM, Den Haag, juni 1992.
- Slooff, W. en J.P.M. Ros (eds.). Integrated Criteria Document Dichloromethane (rapportnr. 758473009). RIVM, Bilthoven, juni 1988.
- Slooff, W., R.F.M.J. Cleven, J.A. Janus en J.P.M. Ros (eds.) Integrated Criteria Document Copper (rapportnr. 758474009). RIVM, Bilthoven, juni 1989
- Slooff, W., R.F.M.J. Cleven, J.A. Janus en P. van der Poel (eds). Basisdocument chroom (rapportnr. 758701001). RIVM, Bilthoven, september 1989.
- Slooff, W., B.J.A. Haring, J.H. Hesse, J.A. Janus en R. Thomas (eds.) Basisdocument arseen (rapportnr. 758701002). RIVM, Bilthoven, januari 1990.
- Slooff, W., H.J. Bremmer, J.A. Janus en A.J.C.M. Matthijsen (eds.) Basisdocument chloorfenolen (rapportnr. 710401003). RIVM, Bilthoven, augustus 1990.
- Slooff, W., H.J. Bremmer, J.M. Hesse en A.J.C.M. Matthijsen (eds.) Basisdocument chloorbenzenen (rapportnr. 710401005). RIVM, Bilthoven, april 1991.
- Stobbelaar, G. Reductie van atmosferische emissies in het kader van het Noordzee-actieprogramma (publikatiereeks lucht en energie 102). Ministerie van VROM, Leidschendam, juni 1992.
- Tauw. Problematiek van verhoogde achtergrondgehalten in Den Haag. Module III. Deventer, september 1992.
- Tweede Kamer. Verwijdering Baggerspecie, Beleidsstandpunt. TK, vergaderjaar 1993-1994, 23450, nr 1. Den Haag, 1993.
- VROM. Basisdocument benzeen, publikatiereeks milieubeheer nr. 1. oktober 1988.
- VROM. Basisdocument polycyclische aromatische koolwaterstoffen, publikatiereeks milieubeheer nr. 8. maart 1989.
- VROM. Basisdocument cadmium, publikatiereeks milieubeheer nr. 4. maart 1990.
- VROM. De omvang van de bodemverontreiniging in Nederland (Bodembescherming nr. 76). Leidschendam, 1989.
- VROM. Bodembescherming in de jaren negentig. TK vergaderjaar 1989-1990, 21557, nr 1. Den Haag, mei 1990.
- VROM. Notitie Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water, februari 1991.
- VROM. Strategienota thema Verspreiding, augustus 1992.
- VROM. Beleidsstandpunt polycyclische aromatische koolwaterstoffen in het milieu. Den Haag, 1994.
- Warmenhoven, J.P. e.a. De bijdrage van atmosferische depositie aan de verontreiniging van de Nederlandse bodem en het Nederlandse oppervlaktewater inclusief de territoriale wateren (R89/385). TNO, Delft, november 1989.

BIJLAGE 1: STOFFENLIJST RAPPORTAGE DIFFUSE BODEMBELASTING

STOF	diffuse bodembelasting	prioritaire stoffen ¹	MB/MV: relevant bodem ²	advies CCRX: bodem/ ondiep grondwater ³	interventie waarde ⁴
<u>metalen</u>					
cadmium cd	X	X	X	Xb,g	X
chromium cr	X	X	X	Xb,g Cr-VI	X
koper cu	X	X	X	Xb,g	X
kwik hg	X	X	X	Xg	X
lood pb	X	X	X	Xb,g	X
nikkel ni	X		X		X
zink zn	X	X	X	Xb,g	X
tin sn	-		X		
<u>anorganische stoffen</u>					
arseen	X		X	Xb,g	X
broom, fluor, molybdeen	-		X		XMo
cyaniden	-		X		X
<u>halogeen kws</u>					
dichloormethaan	X	X	X		X
trichloormethaan	X	X	X	Xg	X
tetrachloormethaan (tetra)	X		X		X
1,2-dichloorethaan	X	X	X	Xg	X
1,1,1-trichloorethaan	X			Xg	
trichlooretheen (tri)	X	X	X	Xg	X
tetrachlooretheen (per)	X	X	X		X
vinylchloride	X	X	X		X
<u>halogeen aromaten</u>					
chlooranilines	-	X			
chloorbenzenen	X	X	X	Xg	X
trichloorbenzeen			X		X
heptachloorbenzeen			X		X
hexachloorbenzeen	X bestr. mid		X	Xb	X
chloorfenolen	X	X	X		X
pentachloorfenol	X		X		X
dioxinen (+dibenzofuranen)	X	X	X	Xb	
PCB's (+PCT's) som van 7	X	X	X	Xb	X
<u>bestrijdingsmiddelen</u>					
methylobromide	-	X	X		
atrazin	X		X		X
endosulfan	X		X	Xb	
parathion	X		X		
lindaan (γHCH)	X	X	X	Xb	X
DDT's, DDD, DDE	-		X		X
drins	-		X	Xdiel,b	X
organochlor verbindingen	-		X		
vele anderen (ca. 50)	-		X		
<u>overige verbindingen</u>					
PAK (10)	X	X	X	Xb,g	X
(individueel)	X		X		X
benzeen	X	X	X		X
ethylbenzeen	X		X		X
tolueen	X	X	X	Xg	X
xyleen	X		X		X

BIJLAGE 1 (vervolg): STOFFENLIJST RAPPORTAGE DIFFUSE BODEMBELASTING

STOF	diffuse bodem-belasting	prioritaire stoffen ¹	MB/MV relevant bodem ²	advies CCRX bodem/ ondiep grondwater ³	interventie waarde ⁴
<u>overige verbindingen (vervolg)</u>					
fenol(en)	X	X			X
formaldehyde	-	X			
ftalaten	X	X	X		X
propyleenoxide	-	X			
ethyleenoxide	-	X			
styreen	-	X			X
fluoriden	-	X	X		
aardolie en alkanen	X	X	X		X

Overige prioritaire stoffen; niet bodem-relevant of thema Vermesting:

acroleïne	-	X			
acrylonitril	-	X			
ammoniak	-	X	X	Xg	
asbest	-	X			
etheen	-	X			
koolmonoxyde	-	X			
nitraat	-	X	X	Xg	
ozon	-	X			
radon	-	X			
stikstofoxiden	-	X			
stof (fijn en grof)	-	X			
zwaveldioxide	-	X			

- = NIET IN RAPPORTAGE OPGENOMEN

x = IN RAPPORTAGE OPGENOMEN / AANWEZIG IN LIJST

b = bodem

g = grondwater.

BRON STOFFENLIJST

- 1 VROM, Strategienota thema Verspreiding, augustus 1992.
- 2 Grinsven, J.J.M. van (ed.). Graadmeters voor de kwaliteit van bodem en grondwater. Definitierapport voor Milieubalans en Milieuverkenningen (concept). RIVM, Bilthoven, april 1994.
- 3 Van Grunsven advies. Monitoring in beeld. Aanzet tot optimalisatie en integratie van milieukwaliteitsmeetnetten VROM/DGM & RIVM, oktober 1993.
- 4 Notitie Interventiewaarden Bodemsanering. Kamerstukken 1993/1994 22727, nr5. SDU.

BIJLAGE 2: Streefwaarden voor bodem en grondwater

Streefwaarden (gecorrigeerd voor lutum en humus) voor vier modelbodems en standaardbodem (mg/kg d.s.) en streefwaarden voor grondwater (µg/l)

STOF	humus-arm-zand (H=0.5, L=0.5)	humeus zand (H=6, L=0.5)	klei (en löss) (H=4, L=37.5)	veen (H=50, L=9)	standaard- bodem (H=10, L=25)	MTR niveau ¹ H=10, L=25)	grondwater (µg/l)
Arseen	16	18	32	39	29	7.1)	10
Cadmium	0.41	0.53	0.72	1.5	0.8	0.26	0.4
Chroom	51	51	125	68	100	2.4	1
Koper	16	19	40	50	36	6.0	15
Nikkel	11	11	48	19	35	(2.6)	15
Lood	51	57	92	109	85	100	15
Zink	52	61	169	152	140	150	65
Kwik	0.20	0.21	0.33	0.32	0.3	1.0	0.05
PAK (som 10)					1		
naftaleen	0.003	0.009	0.006	0.045	0.015	1.3	0.1
anthraceen	0.010	0.030	0.02	0.15	0.05	5.2	0.02
fenantreen	0.009	0.027	0.018	0.135	0.045	4.6	0.02
fluorantheen	0.003	0.009	0.006	0.045	0.015	1.6	0.005
benzo[a]antracëen	0.004	0.012	0.008	0.06	0.02	2.0	0.002
chryseën	0.004	0.012	0.008	0.06	0.02	2.0	0.002
benzo[k]fluorantheen	0.005	0.015	0.01	0.075	0.025	2.5	0.001
benzo[a]pyreen	0.005	0.015	0.01	0.075	0.025	2.5	0.001
benzo[ghi]peryleen	0.004	0.012	0.008	0.06	0.02	2.0	0.0002
indeno[123cd]pyreen	0.005	0.015	0.01	0.075	0.025	2.5	0.0004
benzeen	0.01	0.03	0.02	0.15	0.05 (d)	0.95	0.2
ethylbenzeen	0.01	0.03	0.02	0.15	0.05 (d)		0.2
tolueen	0.01	0.03	0.02	0.15	0.05 (d)	1.4	0.2
xyleen	0.01	0.03	0.02	0.15	0.05 (d)		0.2
fenol(en)	0.01	0.03	0.02	0.15	0.05 (d)		0.2
olie (produkten)	10	30	20	150	50		50
ftalaten	0.02	0.06	0.04	0.3	0.1		0.5
1,2 dichloorethaan	d	d	d	d	d		0.01 (d)
dichloormethaan	d	d	d	d	d		0.01 (d)
dichlooretheen	d	d	d	d	d		d
1,1,1,-trichloorethaan	0.0002	0.0006	0.0004	0.003	0.001		-
trichlooretheen	0.0002	0.0006	0.0004	0.003	0.001		0.01 (d)
trichloormethaan	0.0002	0.0006	0.0004	0.003	0.001		0.01 (d)
tetrachloorethaan	0.0002	0.0006	0.0004	0.003	0.001		-
tetrachloormethaan	0.0002	0.0006	0.0004	0.003	0.001	37	0.01 (d)
tetrachlooretheen	0.002	0.006	0.004	0.03	0.01		0.01 (d)
vinylchloride	-	-	-	-	-		-
chlooranilines	d	d	d	d	d		-
chloorbenzenen (6)					individueel		indiv. 0.01
chloorfenolen (5)					individueel		individueel
dioxinen	-	-	-	-	-		-
PCB's (som 6)	0.004	0.012	0.008	0.060	0.020		0.01 (d)
bestrijdingsmiddelen					divers		divers
atrazin	0.00001	0.00003	0.00002	0.00015	0.00005	0.065	0.0075
endosulfan	0.0005	0.0015	0.001	0.0075	0.0025		d
parathion	0.002	0.006	0.004	0.030	0.010		d
lindaan	0.00001	0.00003	0.00002	0.00015	0.00005	0.005	0.0002

- = geen streefwaarde

(d) = detectiegrens

¹ MTR = Maximaal Toelaatbaar Risico op basis van brief DGM-Stoffen aan RIVM-LAE 13 juni 1994 (SVS/S/0644) en 1 augustus 1994 (SVS/S/0251). Voor getallen tussen haakjes zie Milieudiagnose III

bron: [Wet Bodembescherming, Stb nr 374, mei 1994];

[Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water (notitie). Tweede Kamer vergaderjaar 1990-1991, 21990, nr1].

BIJLAGE 2 (vervolg): Interventiewaarden voor bodem en grondwater

Interventiewaarden (gecorrigeerd voor humus en lutum) voor vier modelbodems en standaardbodem (mg/kg d.s.) en interventiewaarden grondwater (µg/l)

STOF	humusam- zand (H=0.5, L=0.5)	humeus zand (H=6, L=0.5)	klei (en löss) (H=4, L=37.5)	veen (H=50, L=9)	standaard- bodem (H=10, L=25)	grondwater (µg/l)
Arseen	34	37	60	58	55	60
Cadmium	7.3	8.6	11	17	12	6
Chroom	228	228	475	258	380	30
Koper	101	114	211	203	190	75
Nikkel	90	90	285	114	210	75
Lood	355	380	571	555	530	75
Zink	350	381	867	627	720	800
Kwik	7.3	7.5	11	9.3	10	0.3
PAK (som van 10)	8	24	16	120	40	individueel
benzeen	0.2	0.6	0.4	3	1	30
ethyl-benzeen	10	30	20	150	50	150
tolueen	26	78	52	390	130	1000
xyleen	5	15	10	75	25	70
fenolen	8	24	16	120	40	2000
olie(producten)	1000	3000	2000	15000	5000	600
ftalaten	12	36	24	180	60	5
1,2 dichloorethaan	0.8	2.4	1.6	12	4	400
dichloormethaan	4	12	8	60	20	1000
dichlooretheen ¹	50	50	50	50	50	1300
1,1,1,-trichloorethaan ¹	50	50	50	50	50	550
trichlooretheen	12	36	24	180	60	500
trichloormethaan	2	4	6	30	10	400
tetrachloorethaan ¹	50	50	50	50	50	-
tetrachloormethaan	0.2	0.6	0.4	3	1	10
tetrachlooretheen	0.8	2.4	1.6	12	4	40
vinylchloride	0.02	0.06	0.04	0.3	0.1	0.7
chlooranilines	-	-	-	-	-	-
chloorbenzenen (6)	6	18	12	90	30	individueel
chloorfenolen (5)	2	6	4	30	10	individueel
dioxinen	-	-	-	-	-	-
PCB's (som 6)	0.2	0.6	0.4	3	1	0.01
bestrijdingsmiddelen						
atrazin	1.2	3.6	2.4	18	6	150
endosulfan	-	-	-	-	5	-
parathion	-	-	-	-	10	-
lindaan (alle HCH)	0.4	1.2	0.8	6	2	1

¹ op basis van berekening voor toetsingstabel Tauw Milieu b.v., 1994

bron: [Kamerstukken 1993/1994 22727 nr 5. Notitie interventiewaarden bodemsanering. SDU, Den Haag];
 [Wet Bodembescherming, Stb 1994 nr 237, mei 1994];
 [Circulaire "Interventiewaarden bodemsanering", Staatscourant 95, mei 1994].

Bijlage 3 Relatieve bijdrage van bronnen aan totale diffuse bodembelasting in NL (geichts %)

BRON	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	As	Hg	bestr. midd.	Cl- kws	Cl- benz.	Cl- fenol	dioxi- nen	PCB	PAK (10)	arom. kws	olie (-verb)
atmosferische depositie	17.4	6.2	1.4	16.9	8.0	16.3	40.5	46.2	-	99.7	73.3	86.2	49.1	99.0	73.5	100.0	0.0
dierlijke mest	21.9	3.8	71.5	41.5	27.7	6.1	25.8	10.5	-	-	-	-	-	-	?	-	-
kunstmest, bekalking	35.8	37.7	11.5	23.5	5.1	3.4	11.0	21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bestrijdingsmiddelen	-	-	1.0	-	1.3	-	-	-	1.5	-	19.0	-	-	-	0.3	-	?
zuiveringsslib	0.5	3.1	3.2	2.7	2.2	1.6	2.5	4.2	-	0.3	7.6	0.1	51	0.7	2.2	-	-
compost	1.0	2.2	0.7	?	0.7	2.1	1.5	0.6	-	*	0.02	0.6	0.1	0.04	0.9	-	-
baggerspecie	18.4	19.3	4.2	2.2	13.8	43.9	11.3	17.4	0.00	-	0.03	0.5	-	0.3	5.5	-	19.3
rvs, dakgoten etc.	3.0	19.2	0.1	11.2	38.8	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
hout, gevels	-	6.5	1.7	0.1	0.00	-	1.3	-	-	-	-	12.7	-	-	17.6	-	-
wegen/spoorwegen	2.0	2.0	4.7	1.8	2.4	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jachtsport	-	-	-	-	-	21.7	6.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale diffuse belasting	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
bodembelasting (in ton)	20.1	208	1115	143	5150	923	32.6	5	20390	288	11	39	6E-04	11	340	?	17500

? = wel bron, omvang onbekend

- = geen bron van betekenis

Zie voor absolute hoeveelheden en bronvermeldingen hoofdstuk 3

BIJLAGE 4: BEREKENING BODEMBELASTING DOOR BAGGERSPECIE

Bij het onderhoud van regionale wateren (o.a. sloten) komt specie vrij die op het aangrenzende land mag worden verspreid indien de verontreinigingsgraad niet ernstig is (klasse 0, 1 en 2). Op deze wijze vormt slootspecie een bron van diffuse bodembelasting. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de gemiddelde hoeveelheid slootspecie die per jaar in Nederland vrijkomt en de gemiddelde verontreinigingsgraad van de slootspecie [Beurskens, 1995].

Het totale aanbod van slootspecie is een schatting met een grote onzekerheid. In de Aanvulling MER Berging Baggerspecie [1993] wordt een gemiddelde afgeleid van 24 miljoen m³ per jaar met een minimum van 7 en een maximum van 50 miljoen m³/jaar. Onderhoudspecie uit overige zoete watertypen wordt buiten beschouwing gelaten (circa 1,7 miljoen m³ nat). Dit materiaal blijkt grotendeels niet op land te worden gebracht [Aanvulling MER, 1993; pag. 15]. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er een aanzienlijke onzekerheid in de vrachtberekening zit, alleen op basis van de schatting van de slootspecie-omvang kan dit getal variëren tussen de 30 en 200%.

Slootspecie is rijk aan organische materiaal en waterig, voor de omrekening naar droge stof zijn de volgende waarden gebruikt: dichtheid 1200 kg/m³ en droge stof percentage 25%; resteert een totaal aanbod van $7,2 \cdot 10^9$ kg droge stof [Mededeling Beurskens, 1995].

De gemiddelde totale hoeveelheid van $7,2 \cdot 10^9$ kg d.s./jr wordt niet in zijn geheel op land gebracht, immers klasse 3 en 4 specie mogen niet op de kant worden gezet. Uit de recente "landelijke watersysteemrapportage 1993 [CUWVO, 1994; pag. 29], blijkt dat 29,2% van de regionale waterbodemonsters in klasse 3 en 4 vallen (volgens de normering zoals aangegeven in de Evaluatie Nota Water). De exacte percentages van waterbodemonsters in de verschillende klassen zijn ook bekend per verontreiniging (voor analyses van 1988 t/m 1993). De percentages voor klasse 1 en 2 kunnen worden gebruikt om de hoeveelheid verontreiniging te berekenen, die met het op de kant zetten van slootspecie, als diffuse bodembelasting kan worden aangemerkt.

Klasse 0 specie wordt buiten beschouwing gelaten omdat deze specie schoon is. Door te rekenen met de percentages voor *regionale* waterbodems uit [CUWVO, 1994] worden de volgende vooronderstellingen aangenomen:

- de percentages zijn representatief voor de slootbodembelasting. De gegevens hebben echter betrekking op meer watertypen.
- er wordt verondersteld dat elk monster een gelijk volume met deze kwaliteit representeert, hetgeen geheel onbekend is op dit moment. Op basis van deze aanname is de vertaling van percentage waterbodemonsters in een bepaalde klasse naar hoeveelheid specie met een bepaalde kwaliteit uitgevoerd.
- er is een gemiddeld gehalte voor waterbodems in klasse 1 en 2 voor de individuele verontreinigingen afgeleid, nl. de getalswaarden liggend tussen streef- en grenswaarde voor klasse 1 en de getalswaarden liggend tussen grens- en toetsingswaarde voor klasse 2 (zie tabel 1).
- de streefwaarden zijn van de gemiddelde waarden in klasse 1 en 2 afgetrokken. Het gaat hier om de bodembelasting boven de streefwaarde. Met de verontreinigingen wordt immers ook een bepaalde hoeveelheid bodem opgebracht. Bij toekomstige interpretatie naar de kwaliteit van de ontvangende bodem is dit wel complicerend, het geeft echter een beter vergelijk met andere vormen van bodembelasting.

De primaire bronnen van de verontreinigingen in de slootspecie zijn zeer divers en uiteraard wisselend van lokatie tot lokatie. In dit verband kunnen worden genoemd: verkeer, RWZI-effluent, gebiedsvreemd water, beschoeiing, atmosferische depositie, uit- en afspoeling van aangrenzend land.

Tabel 1. Afleiding van gemiddelde gehalten (in mg/kg) van klasse 1 en 2 specie voor de individuele verontreinigingen, PAK (= som 10), PCB (= som 6)[bron: Evaluatie Nota Water].

verontreiniging	streefsw.	gem. gehalte in klasse 1	grensw.	gem. gehalte in klasse 2	toetsw.
Cd	0.8	1.4	2	4.8	7.5
Hg	0.3	0.4	0.5	1.1	1.6
Cu	35	35	35	63	90
Ni	35	35	35	40	45
Pb	85	310	530	530	530
Zn	140	310	480	600	720
Cr	100	240	380	380	380
As	29	42	55	55	55
PAK	1		1	6	10
PCB	0.02	0.04			
HCB	0.0025	0.0033	0.004	0.012	0.02
PCP	0.002	0.011	0.02	2.5	5
Min. olie	50	500	1000	2000	3000
α endosulfan	0.0025	0.006	0.01	0.015	0.02
gamma-HCH	0.00005	0.0005	0.001	0.011	0.02

Voorbeeld van een berekening van de vracht van een verontreiniging die jaarlijks met slootspecie op land wordt gebracht (klasse 0 niet meegenomen):
 Cadmium: 20% in klasse 1 (gemiddelde conc. 1,4 mg/kg), 10% in klasse 2 (gemiddelde concentratie 4,8 mg/kg); zie tabel 1 voor afleiding van gehalten.

Berekening voor Cadmium:

$$\{7,2 \cdot 10^9 \times 0,2 \times (1,4 \cdot 10^{-6} - 0,8 \cdot 10^{-6})\} + \{7,2 \cdot 10^9 \times 0,1 \times (4,8 \cdot 10^{-6} - 0,8 \cdot 10^{-6})\} = 3700 \text{ kg}$$

In tabel 2 zijn de resultaten van alle berekeningen samengevat.

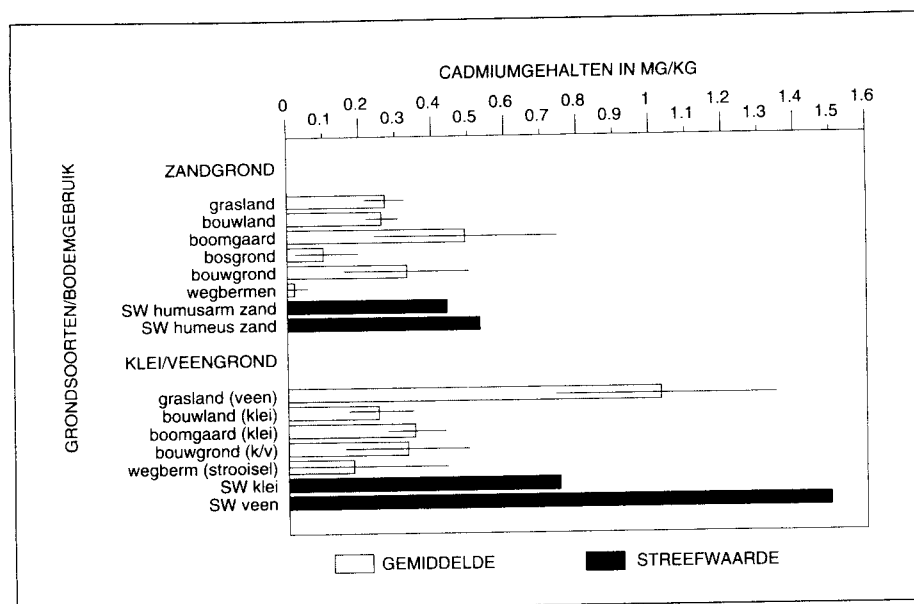
Tabel 2. Verdeling van analyses over de klassen en berekening van de vrachten die met specie op het land komen (per jaar), uitgezonderd klasse 0 specie [Beurskens, 1995]

Stof	Verdeling (fracties) slootspecie			Gemiddelde samenstelling in klasse 1 en 2		
	kl 0	kl 1	kl 2	kl 1	kl 2	massa op land (kg)
Cd	0,59	0,2	0,1	1,4	4,8	3700
Hg	0,69	0,11	0,13	0,4	1,1	830
Cu	0,66	0	0,24	35	63	48400
Ni	0,79	0	0,09	35	40	3200
Pb	0,74	0,25	0	310	530	405000
Zn	0,45	0,39	0,07	310	600	709000
Cr	0,95	0,04	0	240	380	40300
As	0,94	0,04	0	42	55	3700
PAK	0,29	0	0,52		6	18700
PCB	0,35	0,2	0	0,04	0,012	29
HCB	0,4	0,02	0,04	0,0033	2,5	3
PCP	0,2	0,03	0,01	0,011	2000	182
OLIE	0,17	0,52	0,12	500	0,015	3370000
ENDOSU	0,37	0,04	0,01	0,006	0,011	2
g-HCH	0,04	0,06	0,09	0,0005		7

REFERENTIES

- Beurskens, K., Mededeling en interne memo: "Diffuse bodembelasting door specie op de kant". RIVM-LWD, februari 1995.
- Tweede Kamer. Verwijdering Baggerspecie, Beleidsstandpunt. TK, vergaderjaar 1993-1994, 23450, nr 1. Den Haag, 1993.
- Aanvulling Milieu-effectrapport berging baggerspecie. V&W-DGR/ VROM-DGM, april 1993.
- CUWVO, werkgroep V. Landelijke watersysteemrapportage 1993, fysisch-chemische en ecologische waterkwaliteit. November 1994.

BIJLAGE 5: MEETWAARDEN ZWARE METALEN



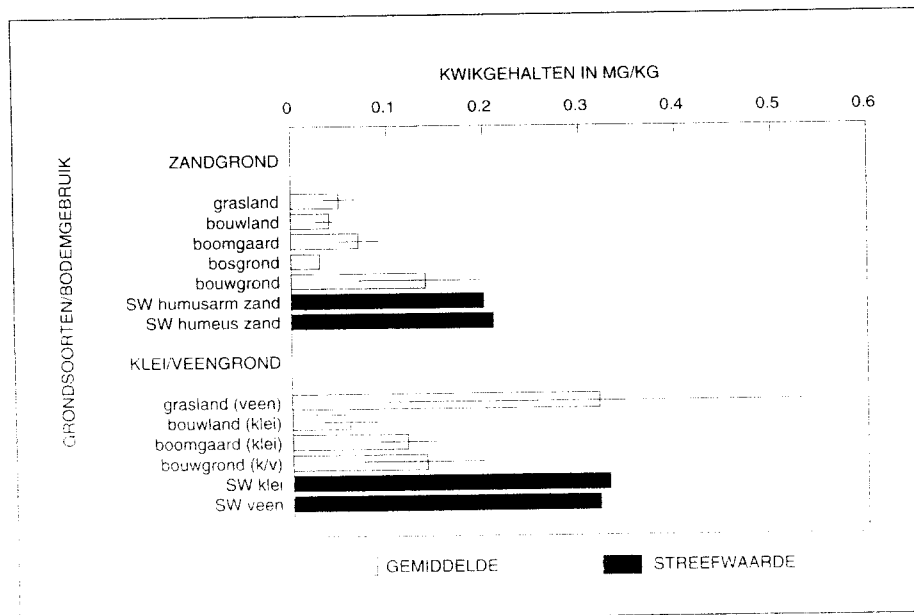
De gemiddelde gehalten van de waarnemingen met het 95%- betrouwbaarheidsinterval en de streefwaarden (SW) van cadmium in de onderzochte zandgronden en klei/veen-gronden bij verschillend bodemgebruik.

Figuur V-1 Cadmium [bron: Milieudiagnose III]

Tabel V-1 Cadmium [bron: Basisdocument cadmium]

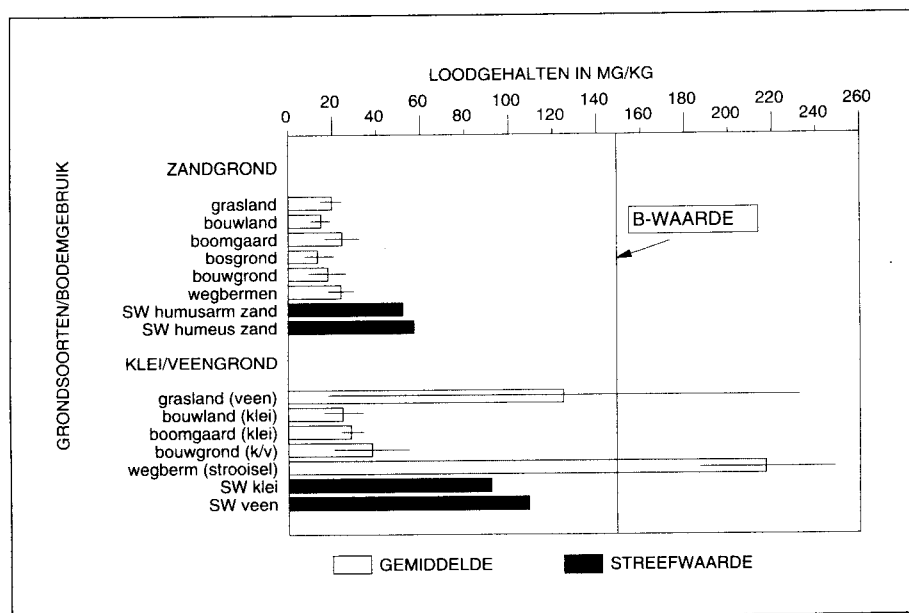
BODEMMATERIAAL	GEHALTE IN BODEM (mg/kg)
Achtergrondnivo	0.01-0.3
Natuurgebied zand	0.05-0.074
zavel/leem	0.10-0.58
klei	0.27-0.55
venige klei/kleiïg veen	0.29-1.2
veen	1.0-1.8
Cultuurgrond klei	0.41
zand	0.32
veen	0.87
dal	0.30
löss	0.78
Bodem met slib als bovenlaag	6.7-8.8 (gemiddelde)
Kempen 0-25 cm	0.3-2.7
0-2 cm	0.2-100

De gemiddelde gehalten van de waarnemingen met het 95%- betrouwbaarheidsinterval en de streefwaarden (SW) van kwik in de onderzochte zandgronden en klei/veengronden bij verschillend bodemgebruik.



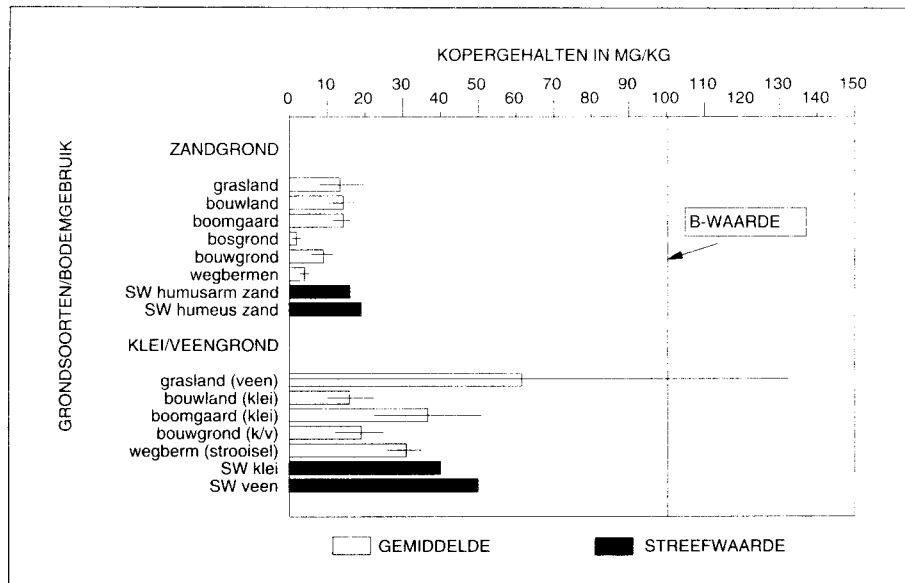
Figuur V-2 Kwik [bron: Milieudiagnose III]

De gemiddelde gehalten van de waarnemingen met het 95%- betrouwbaarheidsinterval en de streefwaarden (SW) van lood in de onderzochte zandgronden en klei/veengronden bij verschillend bodemgebruik.



Figuur V-3 Lood [bron: Milieudiagnose III]

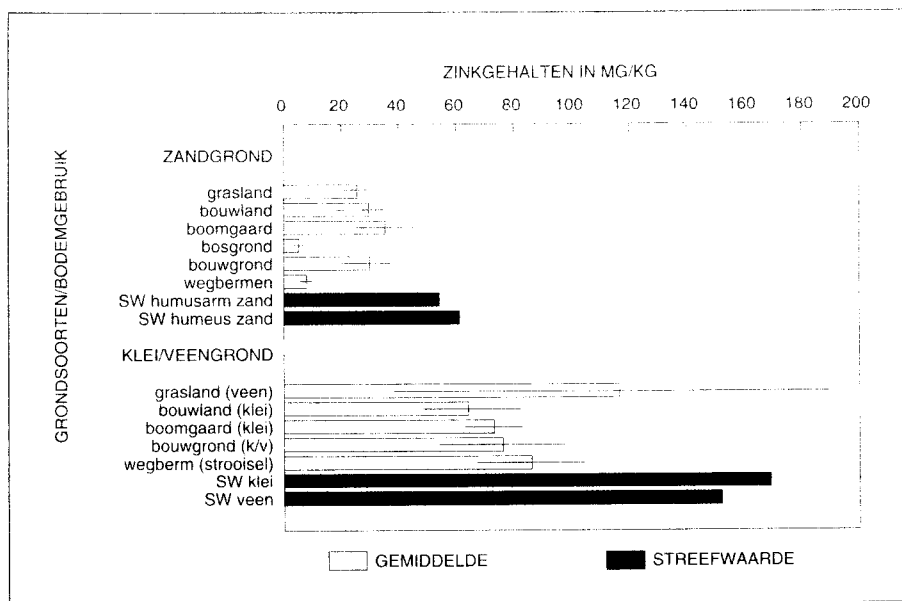
De gemiddelde gehalten van de waarnemingen met het 95%-betrouwbaarheidsinterval en de streefwaarden (SW) van koper in de onderzochte zandgronden en klei/veengronden bij verschillend bodemgebruik.



Figuur V-4 Koper [bron: Milieudiagnose III]

Tabel V-2 Koper [bron: Basisdocument koper]

BODEMMATERIAAL	GEHALTE IN BODEM (mg/kg)
Achtergrondnivo zand	1.8
Natuurgebied zand	0.8-27
overig	2-67
Cultuurgrond zand	2-15
löss	7.6-16
klei	8.7-23
veen	21-28
met zuiverings-slib behandelde bodem	2-42
havenslibgronden	76-235
overstromingsgebieden	16-170

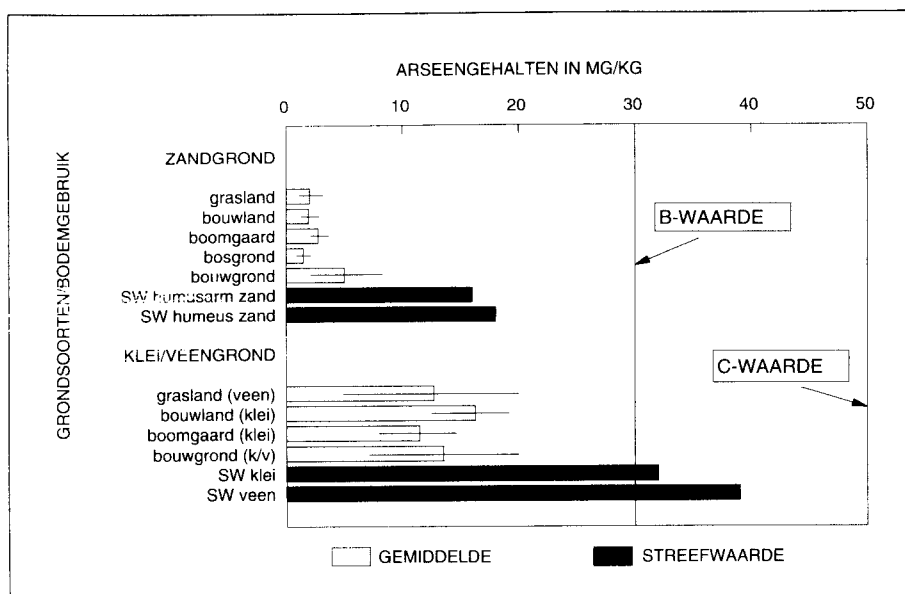


De gemiddelde gehalten van de waarnemingen met het 95%- betrouwbaarheidsinterval en de streefwaarden (SW) van zink in de onderzochte zandgronden en klei/veengronden bij verschillend bodemgebruik.

Figuur V-5 Zink [bron: Milieudiagnose III]

Tabel V-3 Zink [bron: Basisdocument zink]

BODEMMATERIAAL	GEHALTE IN BODEM (mg/kg)	
Natuurgebied	zand/leem	6.4-62
	zavel	28-189
	klei	81-153
	venige klei/kleiig veen	62-150
	veen	62-150
Cultuurgrond	zand	30-44 (gemiddelden)
	löss	73-105 (gem.)
	klei	67-147 (gem.)
	dal	29-49 (gem.)
	veen	101-143 (gem.)
De Kempen	201 (gemiddelde)	
polders	93-2070	
overstromingsgebieden	570-2360	



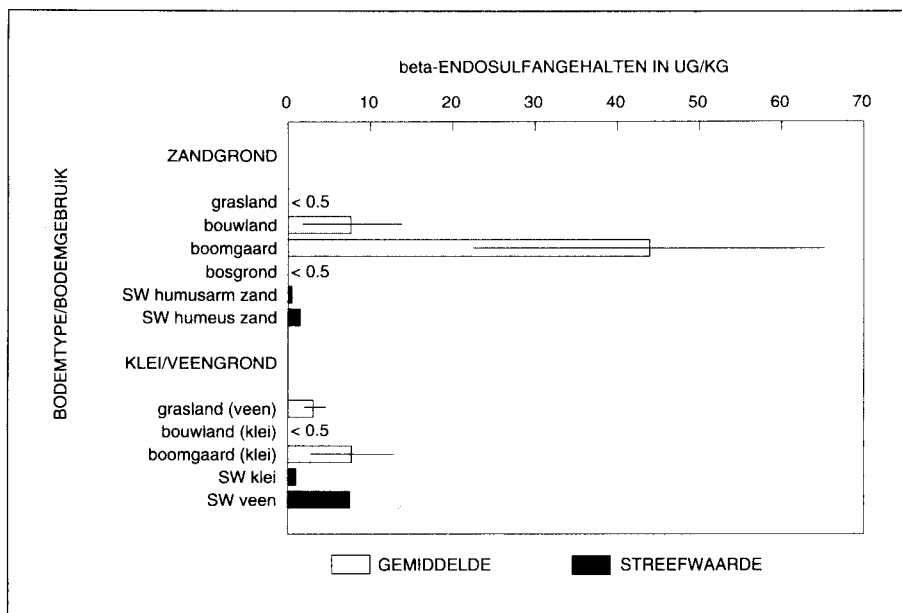
De gemiddelde gehalten van de waarnemingen met het 95%- betrouwbaarheidsinterval en de streefwaarden (SW) van arseen in de onderzochte zandgronden en klei/veen-gronden bij verschillend bodemgebruik.

Figuur V-6 Arseen [bron: Milieudiagnose III]

Tabel V-4 Chroom [bron: Basisdocument chroom]

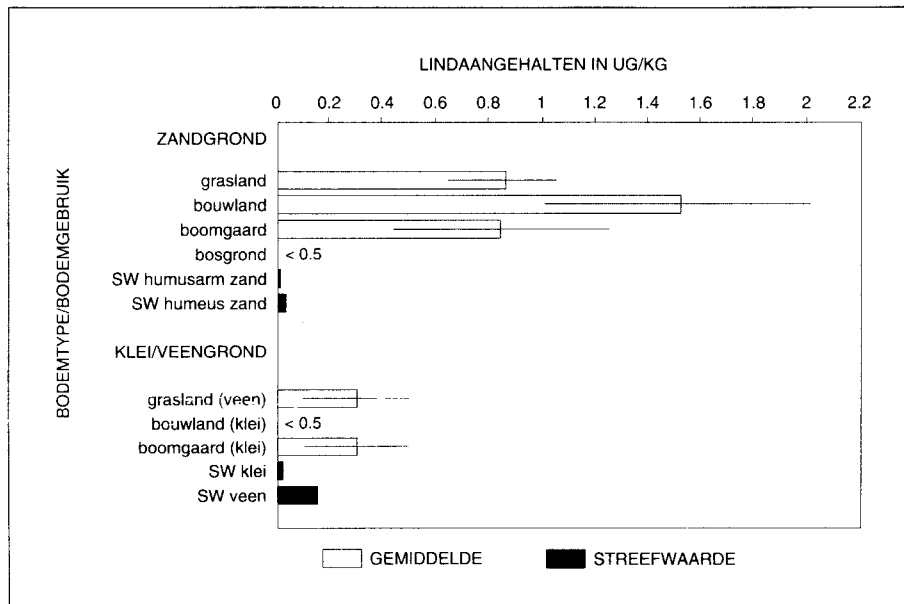
BODEMMATERIAAL	GEHALTE IN BODEM (gemiddeld)(mg/kg)
Natuurgebied klei	78 (range 20-130)
Cultuurgrond zand	26 (range 0-80)
moerasveen	63 (range 20-100)
mosveen/zand	20 (range 0-30)
löss	68
polders	94-406
overstromingsgebieden	277
havenslibgronden	268-411

BIJLAGE 6: MEETWAARDEN BESTRIJDINGSMIDDELEN



Figuur 4.14: Gemiddelde gehalten beta-endosulfan met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde monsters in zand- en klei/veen gronden bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit voor humusarm en humeus zand, klei en veen.

Figuur VI-1 Endosulfan [bron: Milieudiagnose III]



Figuur 4.13: Gemiddelde gehalten γ -HCH met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde grondmonsters in zandgronden en klei/veen bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit voor humusarm en humeus zand, klei en veen.

Figuur VI-2 Lindaan [bron: Milieudiagnose III]

Tabel VI-1 Atrazin en parathion [bron: Milieuverkenning 2]

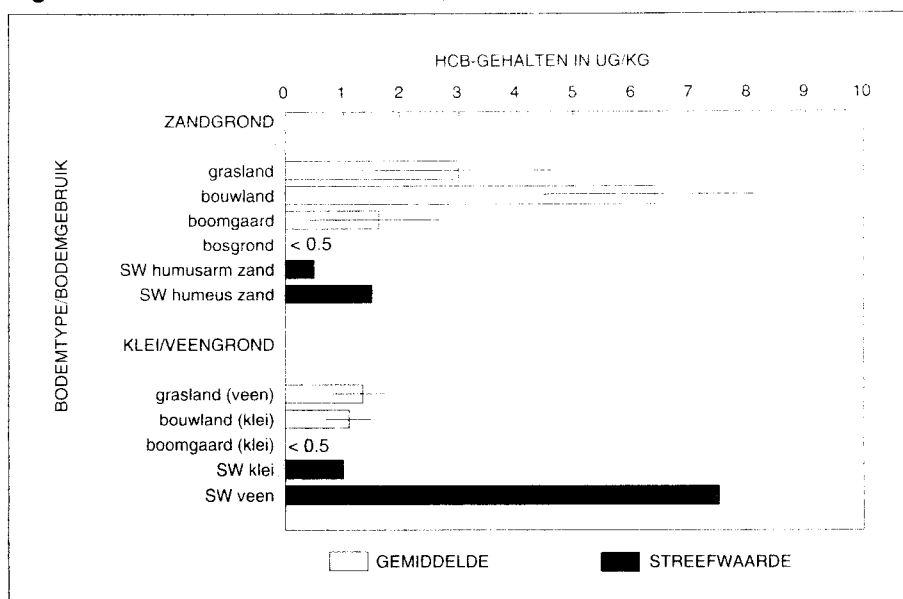
Tabel 7.3.3: Maximaal waargenomen concentraties in 1987-88 aan triazine- en organofosforbestrijdingsmiddelen in bodemonsters van diverse herkomst.

	hoogste concentratie	waarnemingen ^{a)} boven detectiegrens
	µg/kg	aantal
Triazine-middelen		
atrazin	47	6
desethyl-atrazin ^{a)}	4	3
desisopropyl-atrazin ^{b)}	3	1
terbutryn	4	1
Organofosfor-middelen		
chloorfenvinos	8	1
parathion	100	2
pirimifos-methyl	5	1

^{a)} Op een totaal van 12 waarnemingen.

^{b)} metabolieten van atrazin

Figuur VI-3 Hexachloorbenzeen [bron: Milieudiagnose III; Basisdocument chloorbenzenen]



Figuur 4.12: Gemiddelde gehalten HCB met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde grondmonsters in zandgronden en klei/veen bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit voor humusarm en humeus zand, klei en veen.

Tabel 95 % Betrouwbaarheidsintervallen voor het gemiddelde HCB-gehalte (µg/kg) voor 10 verschillende combinaties van bodemgebruik/bodemsamenstelling op verschillende diepten (detectielimiet: 0,5 µg/kg)

Bodemgebruik/-samenstelling	Diepte (-m.v.)	
	0-10 cm	10-30 cm
Grasland/leemarme veldpodzol	0,1-20	0,1-17
Grasland/enkeerdgrond	0,2- 6	0,2-10
grasland/(koop)veengrond	0,5- 4	0,3- 2
bouwland/kalkrijke zware zwavel - lichte kleigrond	0,4- 2	0,3- 2
bouwland/leemarme veldpodzol	0,2-34	0,2- 6
bouwland/enkeerdgrond	0,8-29	0,2-12
boomgaard/kalkrijke zware zwavel - lichte kleigrond	< 0,5	< 0,5
boomgaard/enkeerdgrond	0,2- 6	0,2- 8
bos/leemarme veldpodzol	< 0,5	< 0,5
bos/leemarme vlakvaaggrond	< 0,5	< 0,5

BIJLAGE 7: MEETWAARDEN HALOGEEN-VERBINDINGEN

Tabel IV-1 Chloorfenolen [bron: Basisdocument chloorfenolen, blz56]

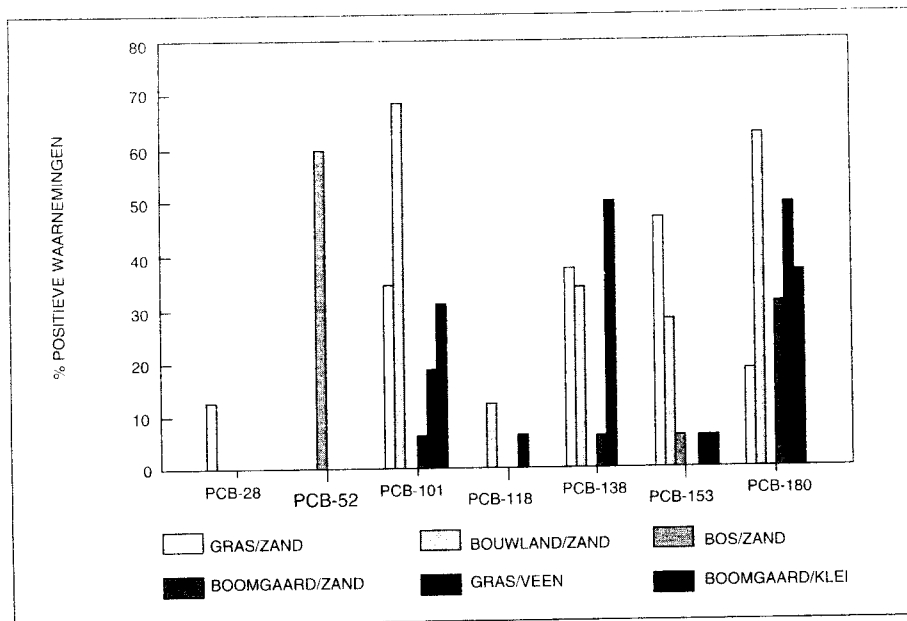
Tabel 4.2. Frequentietabel van de gehalten aan chloorfenolen ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in 96 grondmonsters (0-10 cm -mv) afkomstig van 38 natuurterreinen (Edelman, 1984)

Verbinding	<1	1-5	5-10	10-15	15-20
2-MCP	96	0	0	0	0
2,4-DCP	84	8	2	1	1
2,4,6-TCP	88	8	0	0	0
PCP	91	5	0	0	0

Tabel VII-2 Dioxinen [bron: Basisdocument Dioxinen, blz51]

Tabel 4.2.1. Gegevens over het regionale en lokale voorkomen van dioxinen in grond (op basis van ng I-TEQ/kg d.s.) in Nederland.

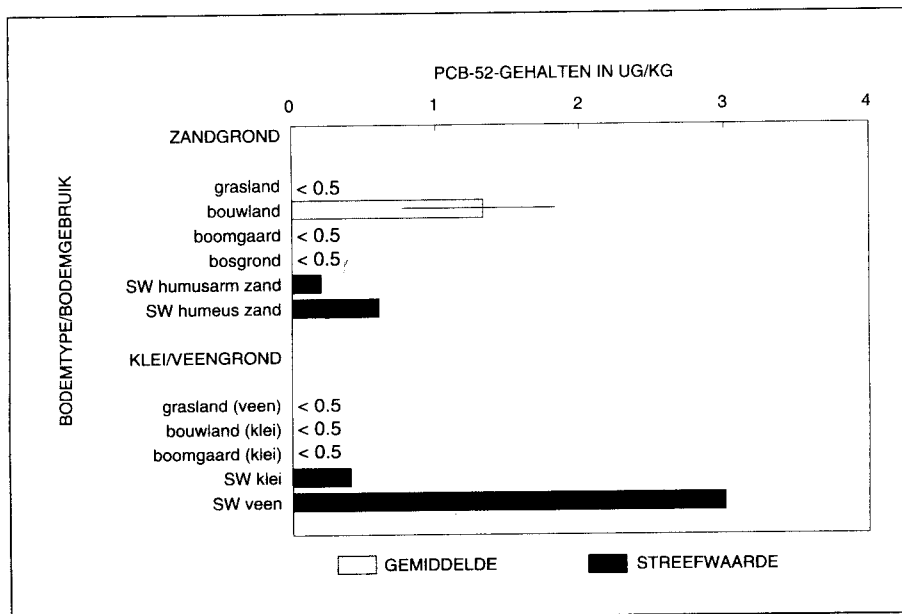
referentie	aantal monsters	gehalte in ng I-TEQ/kg ds		opmerkingen t.a.v. lokatie	
		minimum	maximum		
Regionale schaal:					
De Jong et al., 1991	5	13	252	0-2 cm	Omgeving AVI Zaanstad
	5	12	46	2-10 cm	idem
	2	2	5	10-50 cm	idem
De Jong et al., 1990	5	18	51	0-1 cm	Lickebaert / omgeving AVI Rijnmond
	5	13	55	1-2 cm	idem
	5	10	26	2-10 cm	idem
	2	nd	nd	10-25 cm	idem
	2	5	9	0-1 cm	Bergambacht
	2	1	3	1-2 cm	idem
	2	2	9	2-10 cm	idem
Mathijssen et al., 1991	10	2.5	22.6	0-5 cm	Omgeving AVI-Leeuwarden
Bremmer et al., 1991	1		2.6	0-5 cm	Omgeving sinterfabriek Hoogovens
Lokale schaal:					
Turkstra en Pols, 1986	2	4	180		Uiterwaarden bij Lobith
Liem et al., 1991	4	60	160	autosloperij	illegale brandplaatsen Amsterdam
	10	380	98000	kabelbranderij	idem
	6	230	9900	beide activiteiten	idem
Liem et al., 1990	2	60	1110	opbrengen slootslib	Bommelerwaard (champignonsteelt)
Heida en Olie, 1985	9	<20 TCDD	1929 TCDD	2,3,7,8-TCDD	Volgermeer, stortplaats
Heida et al., 1989	4	0.7	41.1	bovengrond	Diemerzeedijk
	1		3.2	ondergrond	(geen 2,3,7,8-TCDD)



Figuur 4.21: De percentages van de waarnemingen die hoger of gelijk zijn aan de onderste analyse grens voor de verschillende PCB's in monsters die zijn genomen in de 1e fase van het landelijk meetnet bodemkwaliteit. Alle waarnemingen voor bouwland op veen waren lager dan de onderste analysegrens.

Figuur VII-1 PCB's [bron: Milieudiagnose III]

Figuur 4.22: Gemiddelde gehalten PCB-52 met het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geanalyseerde grondmonsters in zand- en klei/veengronden bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit voor humusarm en humeus zand, klei en veen.

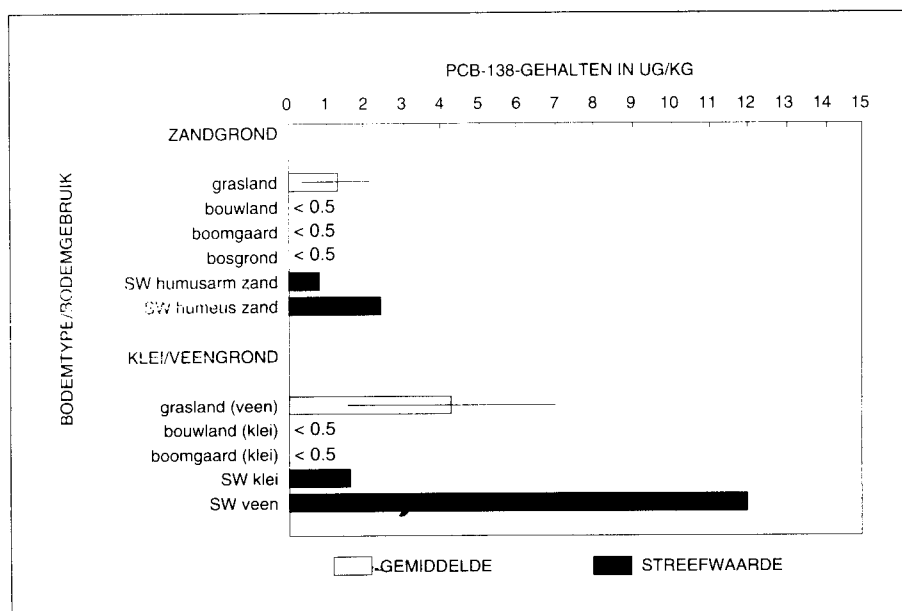


Figuur VII-2 PCB-52 [bron: Milieudiagnose III]

Tabel VII-2 Gehalten van 7 PCB's [bron: Milieudiagnose III]

Tabel 4.6: De gemiddelde gehalten (in $\mu\text{g kg}^{-1}$) aan PCB's in zand- en klei/veenmonsters bij verschillend bodemgebruik naast de streefwaarden (SW) voor humusarm zand, humeus zand, klei en veen.

bodetype/ bodem- gebruik	stofnaam						
	PCB -28	PCB -52	PCB -101	PCB -118	PCB -138	PCB -153	PCB -180
Zandgrond							
grasland	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	0,8	<0,5
bouwland	<0,5	1,3	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
boomgaard	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
bosgrond	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
SW humusarm							
zand	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SW humeus							
zand	0,6	0,6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Klei/veen							
grasland (v)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,2	1,2	2,6
bouwland (k)	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
boomgaard (k)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	0,5
SW klei	0,4	0,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
SW veen	3,0	3,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0



Figuur 4.23: Gemiddelde gehalten PCB-138 met het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor geanalyseerde grondmonsters in zand- en klei/veengronden bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit voor humusarm en humeus zand, klei en veen.

Figuur VII-3 PCB 138 [bron: Milieudiagnose III]

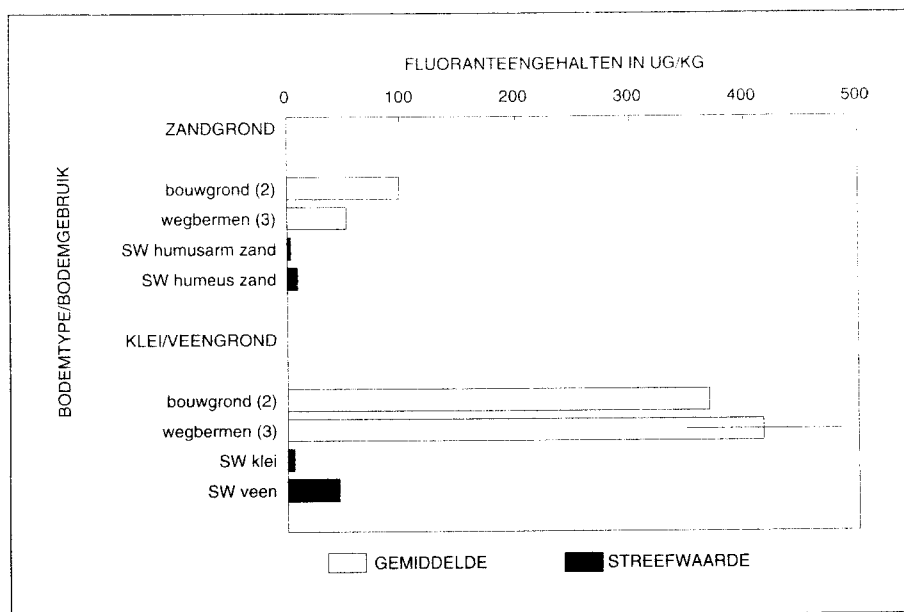
BIJLAGE 8: MEETWAARDEN OVERIGE STOFFEN

Tabel VIII-1 PAK (10) [bron: Basisdocument PAK, blz60]

Tabel 4.3. Gehalte van PAK in zandgrond (3,1% organisch stofgehalte), klei- grond (2,3% organisch stofgehalte), proefvelden bij industrieën, havenslib en in moestuintjes op voormalige gasfabrieksterreinen ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ droge stof) (CCRX, 1987)

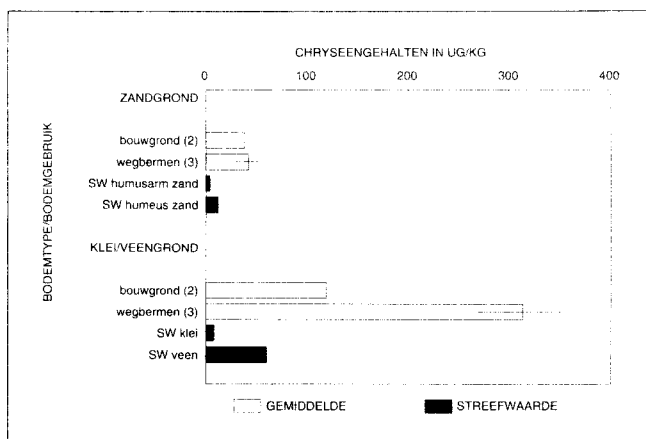
PAK	Zand- grond	Klei- grond	Ind.- grond	"Standaard" havenslib- grond	Moestuintjes op voormalige gasf. terreinen
Naftaleen					
Antraceen					2.000- 60.000
Fenantreen					2.000-154.000
Fluorantheen	49	149	226	1482	1.000-170.000
Benzo[a]antraceen	12	55	96	825	200- 60.000
Chryseen	43	106	193	1219	
Benzo[k]fluorantheen*	81	154	342	1959	100- 39.000
Benzo[a]pyreen	6	23	60	480	100- 45.000
Benzo[ghi]peryleen	14	36	82	570	500- 26.000
Indeno[1,2,3-cd]pyreen	21	41	89	628	500- 24.000

* inclusief benzo[b]fluorantheen en benzo[j]fluorantheen



Figuur 4.17: De gemiddelde gehalten fluorantheen met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde bodemonsters in zand- en klei/veen gronden bij verschillend bodemgebruik versus streefwaarden voor bodemkwaliteit.

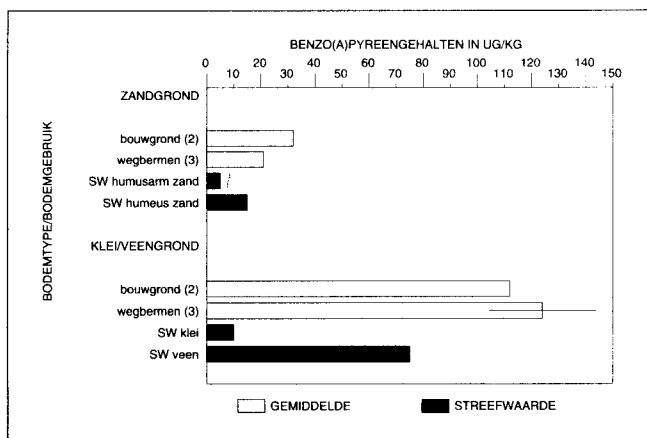
Figuur VIII-1 fluorantheen [bron: Milieudiagnose III]



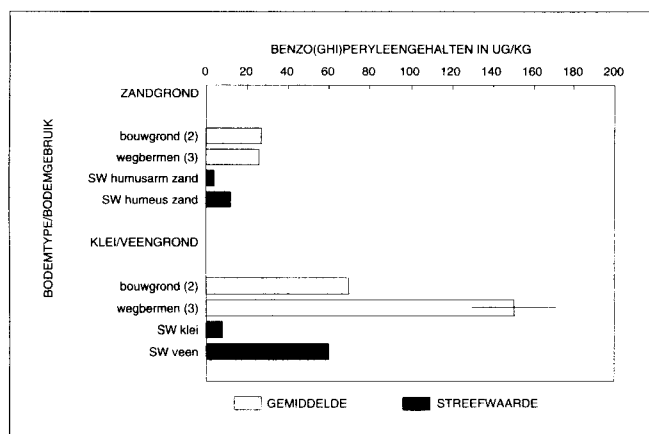
Figuur 4.18: De gemiddelde gehalten chryseen met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde grondmonsters in zand- en klei/veenronden bij verschillend bodemgebruik versus streefwaarden voor bodemkwaliteit.

Figuur VIII-2 chryseen [bron: Milieudiagnose III]

Figuur 4.19: De gemiddelde gehalten benzo(a)pyreen met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde grondmonsters in zand- en klei/veenronden bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit.



Figuur VIII-3 benzo(a)pyreen [bron: Milieudiagnose III]



Figuur 4.20: De gemiddelde gehalten benzo(ghi)perylene met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van geanalyseerde monsters in zand- en klei/veenronden bij verschillend bodemgebruik naast streefwaarden voor bodemkwaliteit.

Figuur VIII-4 benzo(ghi)perylene [bron: Milieudiagnose III]

BIJLAGE 9: DIFFUSE BODEMVERONTREINIGING IN (GROOT)STEDELIJK GEBIED

BODEM (mg/kg d.s.)

STOFFEN	AMSTERDAM [Milieudienst A'dam, 1989] MEDIAN 0-1m per wijk (52 wijken)		ROTTERDAM [Roeloffzen, 1992]		ARNHEM [Dienst Milieu en Openbare Werken, 1992, 1993] MEDIAN 0-0.5m per wijk (4 wijken)		90-PERCENTIEL 0-0.5m per wijk		Streefwaarde standaardbodem
	laagste	hoogste %>streefw %>interv standaardbodem	verhoogd	maximaal	laagste	hoogste %>streefw %>interv humus zand	laagste	hoogste %>streefw %>interv humus zand	
Cadmium	0.1	1.5			0.2	0.4	0.6	0.9	0.8
Kwik	0	2.9			35	120	90	900	0.3
Lood	4	907	X	1000-2000	10.5	20	27	47	85
Koper	1	134	X	200					36
Nikkel									35
Zink	1	16	X	720	46.5	110	112.5	340	140
Arseen					3.5	6	10	14	29
Chroom					0.4	2.6	3.4	19	100
PAK	0.1	97	X	40	0.04	0.3	0.3	2.3	1
BaP									0.025
olie	32	650							50

DEN HAAG [Tauw, 1992]

STOFFEN	75-percentiel 0-1 m per wijk/cluster (26)	Totaal (1318 waarnemingen)	Streefwaarde standaardbodem
Cadmium	<d	0.5	0.8
Kwik	2.3	1.2	0.3
Lood	540	62	85
Koper	65	15	36
Nikkel	31	62	35
Zink	50	78	140
Arseen		3.9	9.3
Chroom		5.9	16
PAK	100	3.7	1
BaP	100	0.21	0.025
olie	nvt	3.4	50

GRONDWATER (µg/l)

STOFFEN	AMSTERDAM [Milieudienst A'dam, 1989] MEDIAN (per wijk)		ROTTERDAM [Roeloffzen]		Streefwaarde grondwater
	laagste	hoogste %>streefw %>interv	verhoogd	maximaal	
Cadmium	0.1	0.2	X		0.4
Kwik	0	0.2			0.05
Lood	0.5	45			15
Koper	0.5	13			15
Nikkel					15
Zink	0.5	32	X		65
Arseen			X		10
Chroom					1
PAK	0.1	27 (4500)	X		0.2 (som)
aromaten	25	80 (7500)	X		1 (som)
olie			X		50
Cl-kws			X		(indiv.)

REFERENTIES

- Milieudienst Amsterdam. Achtergrondgehalten van bodemverontreiniging in de gemeente Amsterdam, december 1989
- Roeloffzen, A.B. Rotterdam als model voor een Nederlandse stad. Bodem, nr1, febr. 1992, pp8-12.
- Kandel, B. Grondbank Rotterdam. Bodem, nr1 febr. 1992, pp15-17
- Dienst MOW Arnhem/TAUW. Onderzoek naar de omvang van de diffuse bodemverontreiniging in de wijken 't Broek en Spijkervarter (1993) en Presikhaaf en Eisweide/ over 't lange water (concept 1994).
- TAUW. Problematiek van verhoogde achtergrondgehalten in Den Haag, Module III, september 1992.

gearceerd = waarde is groter dan streefwaarde voor standaardbodem/grondwater
 gearceerd en vet = waarde is groter dan interventiewaarde voor bodem

BIJLAGE 10: ACHTERGRONDINFORMATIE OVER REKENMODELLEN

1 Berekeningen RIVM

Het RIVM heeft voor de tweede milieuverkenning met het rekenmodel NMPCULTY de effecten van het vastgestelde beleid doorgerekend [Fraters, 1991; uit: Milieuverkenning 2, 1991].

Hierbij is uitgegaan van 15 modelgebieden en drie bodemgebruikstypen, te weten grasland, snijmaïs en bouwland. Daarbij is gebruik gemaakt van schattingen van de huidige en toekomstige depositie van enkele zware metalen, de ontwikkelingen in het gebruik van kunst- en dierlijke mest, zuiveringsslib en bestrijdingsmiddelen.

Voor arseen, cadmium, koper lood en zink is de ontwikkeling van het gehalte in de bovenste 20 cm van de bodem berekend (voor veengraslanden is 5 cm aangehouden). De resultaten zijn in bijlage 8 te vinden. Voor arseen blijven nu en in de toekomst de gehalten beneden de streefwaarden.

De huidige toestand van de bodem (1989) is vergeleken met de evenwichtsituatie. Dit is de situatie waarbij, over enkele duizenden jaren, evenwicht is ontstaan tussen aanvoer (op het niveau van 2010), uitspoeling, afspoeling en gewasonttrekking in de bovenste bodemlaag. Er treedt dan geen accumulatie meer op. De snelheid waarmee deze situatie wordt bereikt is niet aangegeven.

2 Berekeningen TNO

2A Atmosferische depositie: belasting op de Nederlandse bodem

In opdracht van IWAD (Interdepartementale Werkgroep Atmosferische Depositie), heeft TNO onderzoek verricht naar de atmosferische depositie van allerlei stoffen op zowel de Nederlandse bodem [Warmenhoven, 1989] als op het zgn. "Rhine Catchment Area" [Baart en Diederik, 1991]. Beide onderzoeken betreffen modelmatige berekeningen voor de depositie.

In bedoelde onderzoeken is gebruik gemaakt van het OPS-model, waarmee berekeningen van verspreiding van depositie kunnen worden gemaakt (het OPS-model is ontwikkeld door het RIVM).

De invloed van depositie en chemische reacties worden meegenomen, zodat lange afstands-transport kan worden gesimuleerd. De mate van nauwkeurigheid van de depositieparameters en de emissieschattingen, bepalen de betrouwbaarheid van de berekende deposities.

In het algemeen zijn de berekeningen voor de *zware metalen* het meest betrouwbaar. Zowel de emissiecijfers als de depositie-parameters zijn goed onderbouwd.

Voor de *gechloreerde koolwaterstoffen* zijn de emissies naar lucht iets minder goed onderbouwd. Ook is van deze stoffen weinig bekend over de depositieparameters. De berekende resultaten zijn dan ook minder betrouwbaar dan die voor de zware metalen.

De emissies van *PAK, PCB, benzeen, lindaan* naar de lucht zijn goed onderbouwd. De gebruikte depositieparameters zijn echter minder betrouwbaar.

In het algemeen zijn voor de emissies van *bestrijdingsmiddelen* veronderstellingen gemaakt die nog onvoldoende zijn onderbouwd. Ook de depositieparameters zijn niet bekend. De betrouwbaarheid van de depositieberekeningen is dus vrij gering.

2B Invloed van bodembelasting op de bodemkwaliteit

In opdracht van VROM, heeft TNO een rekenmethode ontwikkeld om de invloed van atmosferische depositie op de kwaliteit van de Nederlandse bodem te bepalen [Bakker en van den Hout, 1993]. Het gaat om berekeningen voor:

- zware metalen: cadmium, koper, chroom en zink;
- PAK: fluorantheen, benzo(a)pyreen en benzo(ghi)peryleen;
- bestrijdingsmiddelen: atrazin en lindaan;

- trichloorethaan.

In 1994 is een aanvulling op deze rapportage gemaakt voor de stoffen lood, benzeen, pentachloorfenol en trichlooretheen [Bakker e.a., 1994]. Tevens is in deze rapportage ingegaan op de uitspoelbaarheid van zware metalen, de afbraak van organische verbindingen (m.n. PAK) en zijn een aantal stoffen nauwkeuriger gemodelleerd.

Deze zijn berekeningen zijn voor 9 modelbodems uitgevoerd (4 soorten bodemgebruik en 4 grondsoorten):

- grasland op humusrijke zandgrond
- grasland op kleigrond
- grasland op veen
- snijmaïs op humusrijke zandgrond
- snijmaïs op humusarme zandgrond
- overig bouwland op humusrijke zandgrond
- overig bouwland op kleigrond
- natuurterrein op humusarme zandgrond
- natuurterrein op veengrond

Voor een uitgebreide beschrijving wordt naar genoemde rapporten verwezen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma SOILBOX. Hierin zijn de volgende (bodem)processen gesimuleerd:

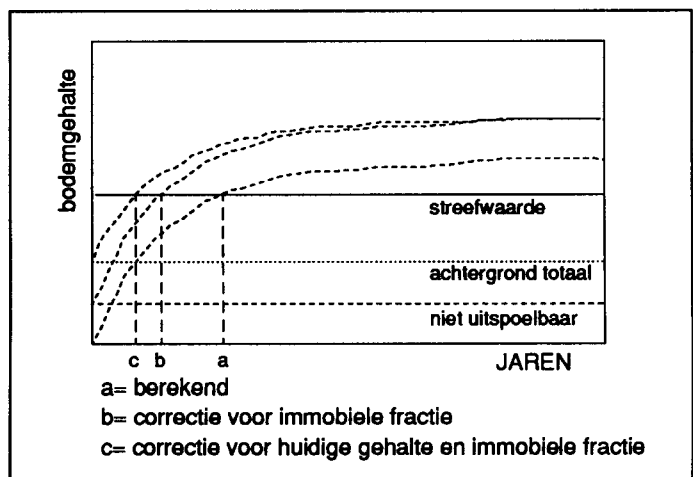
- atmosferische depositie van een stof;
- niet-atmosferische belasting van een stof (door bijvoorbeeld landbouw);
- verdeling van een stof over de drie bodemfasen;
- omzettingen;
- opname door een gewas;
- drainage naar diepere bodemhorizonten.

Aan de hand van deze processen (en bijbehorende parameters) wordt de "steady-state concentratie" berekend. Dit is de concentratie waarbij de stofaanvoer in de modelbodem gelijk is aan de stofafvoer (= evenwichtsituatie). Tevens is aangegeven of en in welke mate de streefwaarde voor die bodem wordt overschreden. De "steady-state concentratie" is berekend op basis van de huidige bodembelasting.

Verder is het aantal jaar aangegeven waarna de streefwaarde overschreden zal worden.

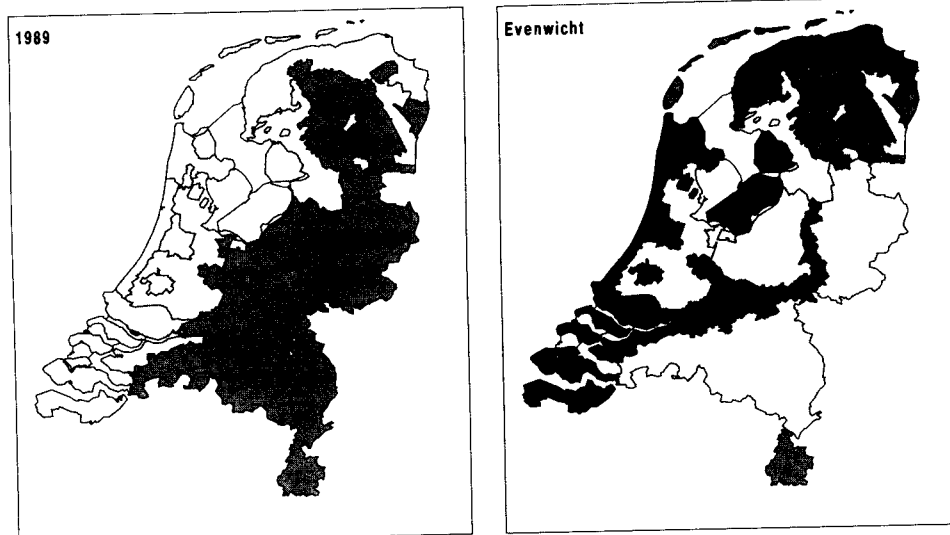
Omdat het gehalte in de bodem op nul is gesteld bij het begin van de berekening ($C=0$ bij $t=0$), moet bij de interpretatie rekening gehouden worden met de huidige achtergrondgehalten in de bodem en de uitspoelbaarheid daarvan. Dit betekent dat de tijdsduur tot het overschrijden van de streefwaarde in werkelijkheid korter zal zijn dan uit de berekening voortvloeit en dat de steady-state concentratie verhoogd moet worden met het niet uitspoelbare gehalte (de mobiele fractie) in de bodem.

In de rapporten wordt uitgebreider ingegaan op onzekerheden in de modelberekeningen (aannames, parameters e.d.). Aan de hand van onzekerheidsanalyses per stof worden uiteindelijk conclusies getrokken.



BIJLAGE 11: TOEKOMSTIGE BODEMKWALITEIT




Cadmiumtoestand van de bodem [bron: Milieuverkenning 2]



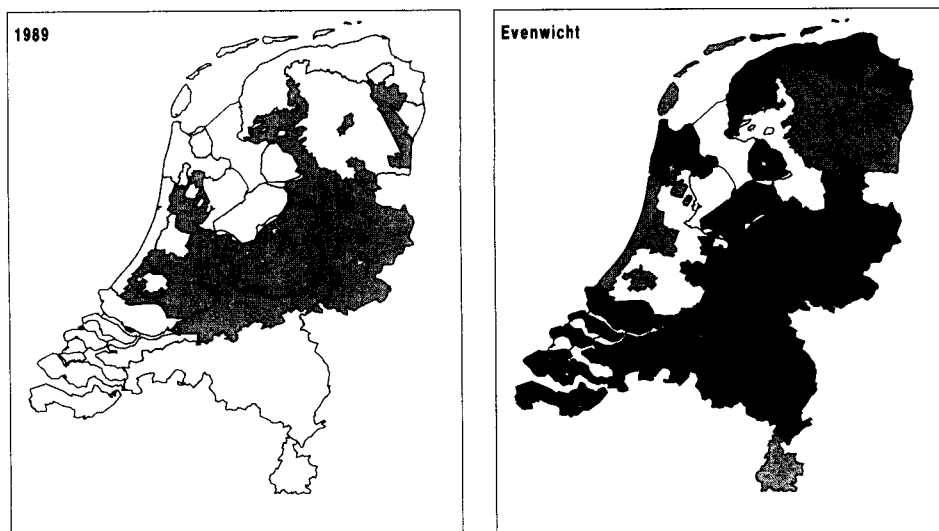
Kaart 7.4.1: Cadmiumtoestand van de bodem in het basisjaar en in de evenwichtsituatie, op basis van het vastgestelde beleid.

Bij de thans vastgestelde maatregelen zullen op langere termijn de bodemconcentraties van cadmium aan de kust, in IJssel, Rijn, Waal en IJsselmeerpolders boven de streef/referentiewaarden uitkomen.

Cadmiumtoestand van de bodem

	< 0.75 x referentiewaarde
	circa referentiewaarde
	> 1.25 x referentiewaarde




Kopertoestand van de bodem [bron: Milieuverkenning 2]



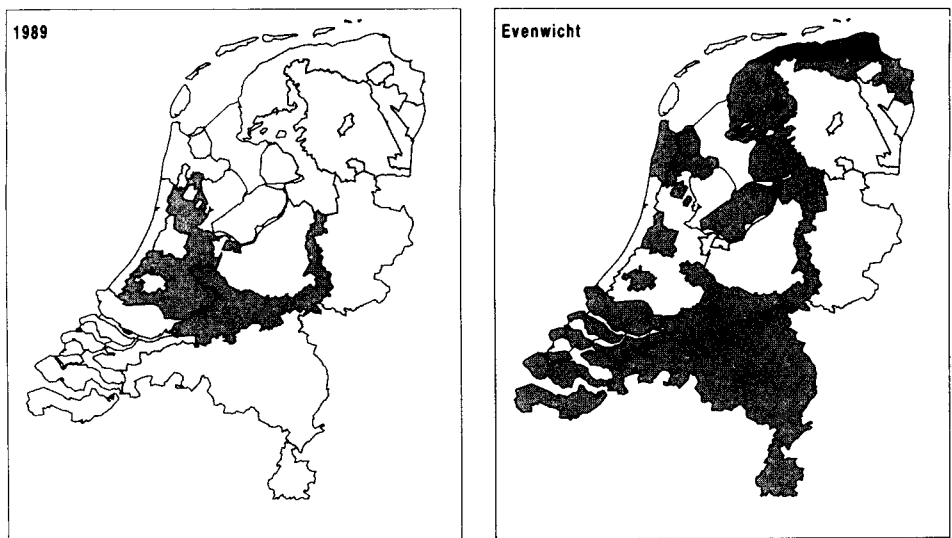
Kaart 7.4.2: Kopertoestand van de bodem in het basisjaar en in de evenwichtsituatie, op basis van het vastgestelde beleid.

Bij de thans vastgestelde maatregelen zullen op langere termijn in het grootste deel van het land de streef/referentiewaarden voor koper worden overschreden.

Kopertoestand van de bodem

	< 0.75 x referentiewaarde
	circa referentiewaarde
	> 1.25 x referentiewaarde

Loodtoestand van de bodem [bron: Milieuverkenning 2]

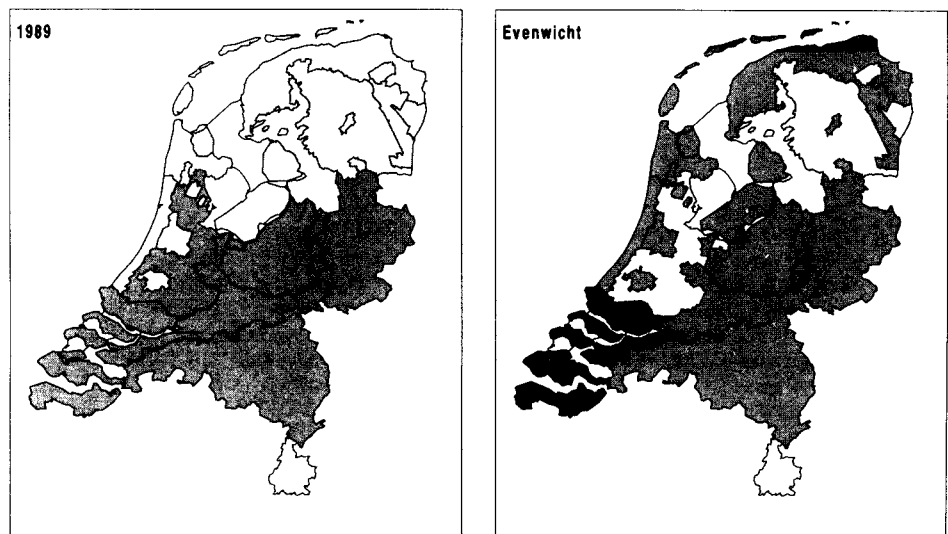


Kaart 7.4.3: Loodtoestand van de bodem in het basisjaar en in de evenwichtsituatie, op basis van het vastgestelde beleid. Bij de thans vastgestelde maatregelen zullen op langere termijn in het hele land de loodconcentraties in de bodem onder of rond de streef/referentiewaarden liggen.

Loodtoestand van de bodem

- < 0.75 x referentiewaarde
- circa referentiewaarde
- > 1.25 x referentiewaarde

Zinktoestand van de bodem [bron: Milieuverkenning 2]



Kaart 7.4.4: Zinktoestand van de bodem in het basisjaar en in de evenwichtsituatie, op basis van het vastgestelde beleid. Bij de thans vastgestelde maatregelen zullen op langere termijn de streef/referentiewaarden voor zink in de bodem in zuid-west Nederland worden overschreden.

Zinktoestand van de bodem

- < 0.75 x referentiewaarde
- circa referentiewaarde
- > 1.25 x referentiewaarde