

RIVM-rapportnr. 714801026

Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit
Resultaten 1996

M.S.M. Groot, J.J.B. Bronswijk, T.C. van Leeuwen¹

maart 2000

¹ Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO), Den Haag

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van het Directoraat Generaal Milieubeheer van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Bodem (deelprojectnummer 4801BB, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit, MAP Milieu 1999-2003).

VERZENDLIJST

- 1-3 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Bodem
- 4 Directeur van de Directie Bodem van het Directoraat-Generaal Milieubeheer van het Ministerie van VROM - drs. J.A. Suurland
- 5 Plv. DG Milieubeheer - dr. ir. B.C.J. Zoeteman
- 6 Dr. J.M. Roels (DGM-Bodem)
- 7 Drs. R. Buisman (DGM-Bodem)
- 8 Drs. N.H.S.M. de Wit (DGM-Bodem)
- 9 Mw. dr. G.H. Crommentuijn (DGM-Bodem)
- 10 Drs. M.M. Dorenbosch (DGM-DWL)
- 11 Ir. H.O. Hooghoudt (DGM-DWL)
- 12 Ir. P.L.C.M. Henkens (DGM-DWL)
- 13 Dr. ir. T. Breimer (LNV)
- 14 Dr. J.J. Vegter (TCB)
- 15 Dr. ir. J. Japenga (AB-DLO)
- 16 Prof. dr. ir. O. Oenema (AB-DLO)
- 17 Ir. D.W. de Hoop (LEI-DLO)
- 18 T.C. van Leeuwen (LEI-DLO)
- 19-34 Leden Platvormoverleg Provinciale Bodemmeetnetten
- 35 Depôt voor Nederlandse publicaties en Nederlandse bibliografie
- 36 Directie RIVM - prof. ir. N.D. van Egmond
- 37 Directeur LEI-DLO
- 38 Directeur AB-DLO
- 39 Ir. R. van den Berg (hoofd LBG)
- 40 Dr. ir. J.J.M. van Grinsven (plv. hoofd LBG)
- 41 Mw. dr. J.A. Hoekstra (hoofd LAE)
- 42 Drs. J.H. Canton (wnd. hoofd ECO)
- 43 Ir. A.H.M. Bresser (hoofd LWD)
- 44 Ir. H.J. van de Wiel (hoofd LAC)
- 45 Dr. P. van Zoonen (hoofd LOC)
- 46 Ir. W. van Duijvenbooden (LBG)
- 47 Drs. W.J. Willems (LBG)
- 48 Drs. P. Lagas (MNV)
- 49 Drs. J. Wiertz (LBG)
- 50 Ir. A.M.A. van der Linden (LBG)
- 51 Dr. ir. F.A. Swartjes (LBG)
- 52 Ir. L.J.M. Boumans (LBG)
- 53 Drs. A.J. Schouten (ECO)
- 54 Mw. M.L.P. van Esbroek (LBG)
- 55 Dr. ir. J.R.M. Alkemade (LBG)
- 56 Ir. B. Fraters (LBG)
- 57 Ing. L.F.L. Gast (LBG)
- 58 R. Jeths (LBG)
- 59 H.J.L. van Maaren (LBG)

60	N. Masselink (LBG)
61	Mw. H. Mesters-Bakhuys (LBG)
62	Dr. H.F.R. Reijnders (LBG)
63	D. Wever (LBG)
64	Ir. J.P.A. Lijzen (LBG)
65	Mw. E. Smit (LAC)
66	Drs. R. Ritsema (LAC)
67	Mw. drs. E.G. van der Velde (LOC)
68	H.A.G. Heusinkveld (LOC)
69	Ir. N.J.P. Hoogervorst (MNV)
70	Drs. J.A. Janus (CSR)
71	Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations RIVM
72	Bureau Rapportenregistratie
73	Bibliotheek RIVM
74-93	Auteurs
94-143	LEI Boekhouders
144-200	Bureau Rapportenbeheer

ABSTRACT

This report contains the results of the National Soil Monitoring Network of the Netherlands in 1996, the fourth year of sampling. The network represents the cooperative effort of the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), the Agricultural Economic Research Institute (LEI-DLO) and the Research Institute for Agrobiolgy and Soil Fertility (AB-DLO). The first sampling, of soil and upper groundwater, took place in 1993 on 35 dairy-cattle farms in the sandy regions of the Netherlands. In 1994, 20 intensive cattle farms (high phosphate production) and 20 forest sites (deciduous, pine and mixed) on sandy soils were sampled, in 1995, sampling was carried out on 19 arable farms on sandy soils and 18 cattle farms on peaty soils. In 1996, 20 arable farms on sea clay and 20 cattle farms on river clay were sampled.

The objectives of the network are to establish changes in soil quality over time, and to establish the actual quality of soil and upper groundwater. Attention is focused primarily on the rural part of the country.

Sampling has yielded information on concentrations of heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), organochlorine pesticides and triazines, both in the topsoil (0-10 cm) and at a depth of 30-50 cm. Information on concentrations of macroparameters, nutrients and heavy metals in the upper groundwater is also presented. The measured concentrations are compared with the Dutch objectives for soil and groundwater quality (target values).

For both categories, arable farms and cattle farms, the average heavy metal contents in the topsoil are below the target values. At 30-50 cm depth, the heavy metal contents are somewhat lower than in the topsoil. Target values for a number of individual PAHs, organochlorine pesticides and atrazine were exceeded in soil for both categories. In the groundwater, the average heavy metal concentrations are below the target values for both categories. Heavy metal balances have been computed at farm level for cadmium, copper, lead and zinc. There is a balance surplus for all metals involved, caused by the net result of input through atmospheric deposition and farming practice and output through leaching to the groundwater. Therefore accumulation of heavy metals has been concluded to continue in both categories.

SAMENVATTING

Het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit heeft als primaire doelstelling het onderzoeken of er sprake is van trendmatige veranderingen in de kwaliteit van de bodem in Nederland ten gevolge van diffuse belasting van de bodem. Daarnaast heeft het meetnet tot doel het beschrijven en zo mogelijk verklaren van de huidige bodemkwaliteit. Het trendonderzoek kan echter pas plaatsvinden na de tweede meetronde, waarna elke lokatie twee keer bezocht is. Het belangrijkste object van onderzoek is de toplaag van de bodem; daarnaast wordt ook een diepere bodemlaag en het bovenste grondwater onderzocht.

In 1993 en 1994 is landbouwgrond en bosgrond op zand bemonsterd, in 1995 is akkerbouw op zand en grasland op veen onderzocht. Voor het bodemgebruik landbouw is het bedrijf de schaal van de lokatie. De categorieën die in 1996 zijn onderzocht zijn akkerbouwbedrijven op zeelei en melkveehouderijbedrijven op rivierklei, in elke categorie zijn 20 bedrijven bemonsterd.

Per lokatie zijn van de bodem 4 mengmonsters samengesteld, ieder (aselect) opgebouwd uit 80 steken van een diepte van 0-10 cm-mv. Op de melkveehouderijlokaties zijn eventuele uiterwaardpercelen apart bemonsterd (één mengmonster van 0-10 cm-mv, bestaande uit 80 steken). Van de laag 30-50 cm-mv is per lokatie één mengmonster, bestaande uit 16 steken, samengesteld. Van het bovenste grondwater zijn per bedrijf 16 monsters genomen, welke zijn gemengd tot één monster per lokatie. Op 9 van de 20 akkerbouwbedrijven zijn tevens drainbuizen bemonsterd.

De onderzochte parameters kunnen worden verdeeld in algemene parameters (lutum, organische stof, pH, DOC, chloride, ijzer en mangaan, calcium en magnesium) en parameters die gerelateerd zijn aan de milieuthema's verzuring, vermesting en verspreiding. In dit onderzoek ligt het accent op de twee laatstgenoemde thema's. Vermestingsparameters zijn het fosfaatgehalte van de grond (Pw, P-Al, P-totaal), alsmede nitraat, kalium, ammonium en fosfaat in het grondwater. Voor verspreiding zijn de zware metalen cadmium, chroom, koper, kwik, lood en zink in de bodem en cadmium, chroom, koper, lood, nikkel en zink, alsmede arseen in het grondwater onderzocht. Alleen in grondmonsters zijn PAK (16 van EPA), een aantal organochloorverbindingen, waaronder HCH-isomeren, HCB, drins en DDT, en triazines geanalyseerd.

Voor de onderzochte categorie akkerbouw op zeelei liggen de categoriegemiddelde relatieve gehalten aan zware metalen in de bodem en het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor dit gemiddelde beneden de streefwaarde. Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei geldt dit voor koper, chroom, lood en kwik, terwijl de categoriegemiddelde relatieve gehalten aan zink en cadmium boven de streefwaarde liggen. De zware-metaalgehalten in de uiterwaardmonsters liggen meestal ruim boven de streefwaarde. Voor beide categorieën liggen de gemiddelde concentraties aan zware metalen en arseen in het bovenste grondwater beneden de streefwaarde. Op de akkerbouwbedrijven geven chroom en nikkel de grootste betrouwbaarheidsintervallen te zien; op de melkveehouderijbedrijven geldt dit voor koper en arseen.

Voor de categorie akkerbouw op zeelei liggen de categoriegemiddelde gehalten aan alle onderzochte PAK, met uitzondering van anthraceen, in de toplaag en in de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. De lokatiegemiddelde PAK-gehalten liggen in de meeste gevallen op een niveau van 1 tot 10 keer de streefwaarde. Overschrijdingen van meer dan 25 keer de streefwaarde worden gevonden voor fluorantheen en chryseen. De streefwaarde voor de som-PAK wordt in 18% van de toplaagmonsters en in 10% van de diepe monsters overschreden. Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei liggen de categoriegemiddelde gehalten aan alle onderzochte PAK, behalve van anthraceen, in de toplaag en in de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. De lokatiegemiddelde PAK-gehalten liggen bijna alle een factor 1 tot 10 boven de streefwaarde, behalve fluorantheen (7,5% meer dan 25 keer de

streefwaarde). De streefwaarde voor de som-PAK wordt in 10% van de toplaagmonsters, in 15% van de diepe monsters en in 3 van de 4 uiterwaardmonsters overschreden. De gehalten blijven onder de interventiewaarden.

Voor de categorie akkerbouw op zeelei liggen de categoriegemiddelde gehalten aan de bestrijdingsmiddelen HCB in de toplaag en aan dieldrin en totaal-DDT in de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. Hierbij worden alleen de stoffen genoemd welke in meer dan 50% van het aantal waarnemingen gehalten boven de onderste analysegrens vertonen. Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei liggen alleen de categoriegemiddelde gehalten aan γ -HCH (lindaan) in de toplaag boven de streefwaarde. Het gehele betrouwbaarheidsinterval voor HCB ligt beneden de streefwaarde. In de diepere bodemlaag worden geen stoffen aangetroffen die in meer dan 50% van het aantal waarnemingen gehalten boven de onderste analysegrens vertonen.

Voor de categorie akkerbouw op zeelei geldt dat van de onderzochte triazines atrazin in 3 van de 80 toplaagmonsters gevonden wordt in gehalten boven de onderste analysegrens. De maximale streefwaarde-overschrijding bedraagt een factor 215. De stoffen desisopropyl-atrazin en simazin komen in resp. 2 en 6 van de 80 monsters voor in gehalten boven de onderste analysegrens. Simazin wordt bovendien in 1 diep monster aangetroffen. Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei geldt dat in 44 van de 80 toplaagmonsters atrazingehalten boven de onderste analysegrens voorkomen (maximaal 1453 keer de streefwaarde). In de diepere bodemlaag wordt in 4 van de 20 monsters atrazin aangehouden (maximaal 339 keer de streefwaarde) en in één van de uiterwaarden-monsters wordt atrazin aangetroffen (1000 keer de streefwaarde). De stof desethyl-atrazin geeft in 30 van de 80 toplaagmonsters en in 1 van de 4 uiterwaardmonsters gehalten te zien boven de onderste analysegrens; desisopropyl-atrazin wordt in 13 toplaagmonsters en in 1 monster van de uiterwaarden aangetoond.

Voor de categorie akkerbouw op zeelei ligt het gehele 95%-betrouwbaarheidsinterval voor orthofosfaat, chloride en sulfaat boven de normen. De hoogste normoverschrijding voor chloride bedraagt een factor 117,4, voor orthofosfaat een factor 18,6. De categoriegemiddelde concentratie aan nitraat ligt beneden de streefwaarde. Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei ligt de categoriegemiddelde concentratie aan orthofosfaat boven de norm. Voor ammonium worden de laagste relatieve concentraties aangetroffen.

Het overschot aan N, P en K is op de bemonsterde akkerbouwbedrijven iets hoger dan op het gemiddelde akkerbouwbedrijf. Op de bemonsterde melkveehouderijbedrijven is het stikstofoverschot vergelijkbaar met dat op het gemiddelde gespecialiseerde melkveehouderijbedrijf, het P-overschot iets hoger en het K-overschot veel hoger. Voor alle metalen uit de zware metalen-balans (cadmium, lood, koper en zink) in de beide categorieën geldt dat er sprake is van een balansoverschot. Uit het zware metalen-overschot verminderd met de geschatte uitspoeling blijkt dat voor cadmium, zink, lood en koper nog steeds accumulatie in de bodem plaatsvindt.

In de categorie akkerbouw op zeelei worden nauwelijks tot geen correlaties aangetoond tussen metaalbelasting en bodemgehalten c.q. grondwaterconcentraties. In de categorie melkveehouderij op rivierklei wordt alleen voor zink een duidelijke positieve correlatie gevonden tussen belasting en concentraties in grondwater.

INHOUD

1	INLEIDING	10
1.1	Aanleiding tot de opzet van een Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit	10
1.2	Doelstelling	10
1.3	Algemene opzet van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit	10
1.3.1	Bemonsteringsstrategie	10
1.3.2	Vergelijking met milieukwaliteitsdoelstellingen	12
1.3.3	Relatie tussen belasting en kwaliteit	14
2	DE BEMONSTERING VAN HET LMB IN 1996	15
2.1	Keuze van de categorie en bemonsteringslokaties	15
2.2	Representativiteit van de steekproef	17
2.3	Monsterneming bodem	18
2.4	Profielbeschrijvingen	19
2.5	Monsterneming grondwater	19
2.6	Analysemethoden bodem en grondwater	20
2.7	Berekening van de belasting per lokatie	20
3	KWALITEIT VAN DE BODEM	23
3.1	Bodemfysische en -chemische parameters	23
3.1.1	Bodemprofielen	23
3.1.2	Organische stof en lutum in diverse bodemtypen	23
3.1.3	Zuurgraad (pH) en kationenuitwisselcapaciteit (CEC)	24
3.1.4	Variatie in bodemparameters	24
3.2	Zware metalen	25
3.2.1	Gemiddelde gehalten per categorie	25
3.2.2	Gehalten per lokatie	27
3.2.3	Variatie in de relatieve gehalten	31
3.3	Fosfaat	32
3.4	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)	34
3.4.1	Gemiddelde gehalten per categorie	34
3.4.2	Som-PAK-gehalten	36
3.4.3	PAK waarvoor geen streefwaarden gedefinieerd zijn	37
3.4.4	Variatie in de relatieve gehalten	38
3.5	Organochloorbestrijdingsmiddelen	39
3.5.1	Gemiddelde gehalten per categorie	39
3.5.2	Gehalten per lokatie	42
3.6	Triazines	43
4	KWALITEIT VAN HET BOVENSTE GRONDWATER	45
4.1	Grondwaterstanden	45
4.2	pH en DOC	45
4.3	Zware metalen en arseen	46
4.3.1	Gemiddelde concentraties per categorie	46
4.3.2	Concentraties per lokatie	48
4.3.3	Variatie in de concentraties	51

4.4	Eutrofiërende stoffen en chloride	52
4.4.1	Gemiddelde concentraties per categorie	52
4.4.2	Concentraties per lokatie	54
4.4.3	Variatie in de concentraties	58
5	BODEMBELASTING EN ACCUMULATIE VAN ZWARE METALEN	59
5.1	Karakterisering van de bemonsterde akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven	59
5.2	De zware metalen-balansen	62
5.3	De accumulatie van zware metalen in de bodem	64
6	DISCUSSIE	66
6.1	De kwaliteit van bodem en grondwater in de twee onderzochte categorieën	66
6.2	Oorzaken van hoge zware metaalgehalten in bodem en grondwater van de onderzochte categorieën	67
7	CONCLUSIES	69
	REFERENTIES	71
	BIJLAGEN	
I	Analysemethoden	73
IIa+b	Analyseresultaten fysische bodemparameters; akkerbouwlokaties	77
IIc+d+e	Analyseresultaten fysische bodemparameters; melkveehouderijlokaties	80
IIIa+b	Analyseresultaten zware metalen in bodem; akkerbouwlokaties	84
IIIC+d+e	Analyseresultaten zware metalen in bodem; melkveehouderijlokaties	87
IVa+b	Analyseresultaten ijzer en mangaan in bodem; akkerbouwlokaties	91
IVc+d+e	Analyseresultaten ijzer en mangaan in bodem; melkveehouderijlokaties	94
Va+b	Analyseresultaten fosfaat in bodem; akkerbouwlokaties	98
Vc+d+e	Analyseresultaten fosfaat in bodem; melkveehouderijlokaties	101
VIa+b	Analyseresultaten polycyclische aromatische koolwaterstoffen in bodem; akkerbouwlokaties	105
VIc+d+e	Analyseresultaten polycyclische aromatische koolwaterstoffen in bodem; melkveehouderijlokaties	111
VIIa+b	Analyseresultaten organochloorverbindingen in bodem; akkerbouwlokaties	119
VIIc+d+e	Analyseresultaten organochloorverbindingen in bodem; melkveehouderijlokaties	125
VIIIa+b	Analyseresultaten triazines in bodem; akkerbouwlokaties	131
VIIIC+d+e	Analyseresultaten triazines in bodem; melkveehouderijlokaties	134
IXa+b	Analyseresultaten zware metalen en arseen in grondwater; akkerbouwlokaties	138
IXc	Analyseresultaten zware metalen en arseen in grondwater; melkveehouderijlokaties	141
Xa+b	Analyseresultaten overige metalen in grondwater; akkerbouwlokaties	143
Xc	Analyseresultaten overige metalen in grondwater; melkveehouderijlokaties	146
XIa+b	Analyseresultaten macroverbindingen en DOC in grondwater; akkerbouwlokaties	148
XIc	Analyseresultaten macroverbindingen en DOC in grondwater; melkveehouderijlokaties	151
XIIa	Grondwaterstand en pH in grondwater; akkerbouwlokaties	153
XIIb	Grondwaterstand en pH in grondwater; melkveehouderijlokaties	154

XIIIa	Correlatiematrix akkerbouwlokaties	155
XIIIb	Correlatiematrix melkveehouderijlokaties	156
XIV	LAC-sigitaalwaarden	157
XV	Interventiewaarden voor bodem en grondwater	158

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding tot de opzet van een Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

Om de kwaliteit van het milieu in Nederland en eventuele veranderingen daarin te kunnen vaststellen en evalueren zijn in het verleden een aantal milieukwaliteitsmeetnetten opgezet. Zo bestaat er een Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, een Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit en een Landelijk Meetnet Oppervlaktewaterkwaliteit. Een meetnet voor het monitoren van de bodemkwaliteit vormde hierin een ontbrekende schakel.

Op initiatief van de Coördinatie Commissie voor Radioactieve en Xenobiotische stoffen (CCRX) is door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in samenwerking met het DLO Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), DLO Staring Centrum (SC-DLO) en het DLO Rijks Kwaliteits Instituut voor Land- en Tuinbouwproducten (DLO-RIKILT), in de periode 1988-1991 een eerste aanzet gegeven tot inrichting van een Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB). De resultaten van bovengenoemde studie hebben de basis gevormd voor de opzet van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit dat in 1993 gestart is.

1.2 Doelstelling

Het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit heeft als primaire doelstelling het vaststellen of veranderingen in bodemkwaliteit optreden. Daarnaast heeft het meetnet tot doel het beschrijven en zo mogelijk verklaren van de huidige bodemkwaliteit. Het meetnet is zodanig ingericht dat relaties kunnen worden gelegd met belastinggegevens vanuit diffuse bronnen zoals de landbouw en depositie.

Eenzijds kunnen de resultaten van belang zijn voor het brongerichte beleid (emissiereductiedoelstellingen) en verder kan informatie uit dit meetnet een bijdrage leveren aan het effectgerichte beleid (van Duijvenbooden en Lagas, 1993). Er is bijzondere aandacht besteed aan een statistisch verantwoorde opzet, zodat de betrouwbaarheid van de uitspraken over overschrijding van kwaliteitsdoelstellingen en over verslechtering of verbetering van de bodemkwaliteit kan worden aangegeven.

1.3 Algemene opzet van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

1.3.1 Bemonsteringsstrategie

Het meetnet wordt om praktische redenen gefaseerd opgezet. Gedurende een periode van vijf jaar zullen een 40-tal lokaties per jaar worden bemonsterd. Elk jaar worden twee combinaties grondgebruik/grondsoort bemonsterd. Vooralsnog worden een 10-tal combinaties beoogd. Factoren die de selectie van de categorieën bepalen, zijn bijvoorbeeld grootte van het oppervlak van de betreffende combinatie in Nederland, beleidsrelevantie en de verwachting dat binnen een bepaalde categorie hoge belastingen cq. bodemgehalten voorkomen. De eerste bemonsteringsronde is in 1993 gestart en eindigt in 1997. De resultaten van 1993 staan beschreven in Groot *et al.* (1996); de resultaten van 1994 worden vermeld in Groot *et al.* (1997) en de resultaten van 1995 staan beschreven in Groot *et al.* (1998). Uit de resultaten van de metingen zal kunnen worden afgeleid wat een zinvol tijdstip is om de tweede bemonstering uit te voeren. In *Tabel 1.1* staat de eerste bemonsteringsronde 1993-1997 weergegeven.

Tabel 1.1 Opzet eerste bemonsteringsronde LMB 1993-1997.

Jaar	Grondgebruik	Bedrijfstype	Grondsoort
1993-1	grasland/maïs	melkveehouderij lage veedichtheid	zand
1993-2	grasland/maïs	melkveehouderij hoge veedichtheid	zand
1994-1	grasland/maïs	melkveehouderij met intensieve veehouderijtak	zand
1994-2	bos (naald/loof)	n.v.t.	zand/strooisel
1995-1	bouwland	akkerbouw	zand
1995-2	grasland	melkveehouderij	veen
1996-1	bouwland	akkerbouw	zeeklei
1996-2	grasland	melkveehouderij	rivierklei
1997-1	grasland	melkveehouderij	zeeklei
1997-2	groente-/bollenteelt	tuinbouw/bollen	klei/zand

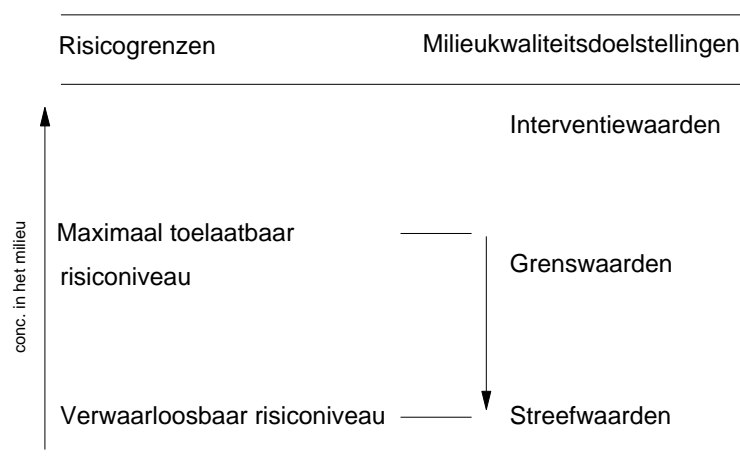
Per combinatie grondgebruik/grondsoort wordt getracht een 20-tal lokaties te selecteren. Volgens de resultaten van het eerste fase-onderzoek (van Duijvenbooden *et al.*, 1995) maakt dit aantal het mogelijk in relatief korte tijd nauwkeurige uitspraken over trends te doen.

Voor cultuurgronden is gekozen voor bemonstering op bedrijfsniveau. Om verschillen in bodemkwaliteit tussen diverse combinaties te kunnen verklaren is namelijk kennis van belastingsgegevens noodzakelijk. In het algemeen zijn belastingsgegevens slechts beschikbaar op bedrijfsniveau, bijvoorbeeld via de LEI-boekhoudbedrijven, en niet op perceelsniveau. Belastingsgegevens kunnen verkregen worden via gegevens over atmosferische depositie, bijvoorbeeld uit het Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM.

Er vindt bemonstering plaats van de toplaag van de bodem (0-10 cm-mv), van een tweede diepte (30-50 cm-mv) en van het bovenste grondwater. Per lokatie worden van de toplaag 4 mengmonsters samengesteld en geanalyseerd, waarbij elk grondmengmonster bestaat uit 80 steken. Van de tweede diepte wordt één mengmonster samengesteld, bestaande uit 16 steken. De genomen monsters worden op het RIVM bewaard, zodat ze gebruikt kunnen worden voor eventuele nadere analyses. Zo kunnen bijvoorbeeld bepaalde stoffen, waarvan de gehalten in eerste instantie niet bepaald zijn, achteraf toch snel worden gescand op hun voorkomen in de Nederlandse bodem.

1.3.2 Vergelijking met milieukwaliteitsdoelstellingen

Bij de presentatie van de resultaten van dit onderzoek worden de gevonden stofgehalten in bodem en grondwater steeds vergeleken met de bijbehorende streefwaarden. De streefwaarden beschrijven in principe het milieukwaliteitsniveau, waaronder sprake is van verwaarloosbare risico's voor mens en ecosysteem. Hiermee wordt het uiteindelijk te bereiken niveau voor bodemkwaliteit in Nederland aangegeven (zie *Figuur 1.1*). Grenswaarden voor stofgehalten in de bodem zijn niet geformuleerd.



*Figuur 1.1 Milieukwaliteitsdoelstellingen en risicogrenzen
(Bron: VROM, 1991).*

Mogelijke effecten van hoge stofgehalten zijn gerelateerd aan de biobeschikbaarheid van de stof onder veldcondities. Bij een bepaald gemeten totaalgehalte van een stof in de bodem, kan de biobeschikbaarheid, en dus de kans op negatieve effecten, sterk verschillen, in afhankelijkheid van vooral het organische-stofgehalte (bij zware metalen en organische verbindingen) en het lutumgehalte (bij zware metalen). Bodems met hoge organische-stofgehalten en lutumgehalten zullen bij een bepaald totaal-metaalgehalte een lagere biobeschikbaarheid van een metaal vertonen dan bodems met weinig organische stof en lutum. Vandaar dat de streefwaarde voor een bodem afhankelijk is gesteld

van het lutum- en het organische-stofgehalte (grondsoortcorrectie). Formules voor het berekenen van deze streefwaarden worden gegeven in *Tabel 1.2* (zware metalen), *1.3* (PAK) en *1.4* (organochloorverbindingen en atrazin). Voor organische verbindingen geldt dat voor bodems met meer dan 30% en minder dan 2% organische stof waarden worden aangehouden van respectievelijk 30 en 2. De streefwaarden voor stofconcentraties in grondwater kennen bovenstaand onderscheid niet. Deze waarden zijn voor

Tabel 1.2 Correctieformules voor de berekening van streefwaarden voor zware metalen naar lutum- en organische-stofgehalte en streefwaarden voor zware metalen in grondwater.

Stof	corr. formule bodem	grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$)
chromium	$(\text{Cr}) = 50 + 2\text{L}$	1
koper	$(\text{Cu}) = 15 + 0,6(\text{L} + \text{H})$	15
zink	$(\text{Zn}) = 50 + 1,5(2\text{L} + \text{H})$	65
cadmium	$(\text{Cd}) = 0,4 + 0,007(\text{L} + 3\text{H})$	0,4
lood	$(\text{Pb}) = 50 + \text{L} + \text{H}$	15
kwik	$(\text{Hg}) = 0,2 + 0,0017(2\text{L} + \text{H})$	0,05
nikkel	$(\text{Ni}) = 10 + \text{L}$	15
arseen	$(\text{As}) = 15 + 0,4(\text{L} + \text{H})$	10

gehalten in bodem in mg kg^{-1}

H = gewichtspercentage organische stof van grond

L = gewichtspercentage lutum van grond

zware metalen eveneens gegeven in *Tabel 1.2*. Voor sommige stoffen, zoals een aantal macro-verbindingen, zijn geen streefwaarden gedefinieerd en wordt, voor zover mogelijk gebruik gemaakt van andere kwaliteitsdoelstellingen. Deze zijn, tezamen met de streefwaarden voor de macro-verbindingen waarvoor deze wel vastgesteld zijn, gegeven in *Tabel 1.5*. In dit rapport zullen gemeten gehalten worden vergeleken met de streefwaarde. Dit gebeurt in de vorm van relatieve stofgehalten of concentraties. Deze worden als volgt berekend:

$$\text{Relatief gehalte of -concentratie} = C_g / SW$$

waarin:

$$C_g = \text{gehalte- of concentratie (mg kg}^{-1}, \mu\text{g kg}^{-1} \text{ of } \mu\text{g l}^{-1})$$

$$SW = \text{streefwaarde (mg kg}^{-1}, \mu\text{g kg}^{-1}, \text{mg l}^{-1} \text{ of } \mu\text{g l}^{-1})$$

De gekozen benadering heeft als voordeel dat bodemtypen met verschillende organische-stofgehalten en lutumgehalten eenvoudig vergeleken kunnen worden, en dat bovendien onmiddellijk zichtbaar wordt of, en in welke mate, de streefwaarde overschreden wordt. In de Bijlagen worden ook de werkelijk gemeten gehalten gegeven. Ook wordt een vergelijking gemaakt met de LAC-sigitaalwaarden van de Landbouw Advies Commissie. De LAC-sigitaalwaarde geeft aan boven welk gehalte van een (micro)verontreiniging in de bodem de landbouw rekening moet gaan houden met een achteruitgang van de produktie, de kwaliteit van de landbouwgewassen c.q. de gezondheid van het vee (zie Bijlage XIV).

Tabel 1.3 Correctieformules voor de streefwaarden van de onderzochte PAK (10 van VROM) naar organische-stofgehalte van de bodem.

PAK	corr. formule
naftaleen	1,5 * H
anthraceen	5,0 * H
fenanthreen	4,5 * H
fluorantheen	1,5 * H
benzo(a)anthraceen	2,0 * H
chryseen	2,0 * H
benzo(k)fluorantheen	2,5 * H
benzo(a)pyreen	2,5 * H
benzo(ghi)peryleen	2,0 * H
indeno(123cd)pyreen	2,5 * H
PAK-totaal	100 * H

gehalten in $\mu\text{g kg}^{-1}$

H = gewichtspercentage organische stof van grond

Tabel 1.4 Correctieformules voor de streefwaarden van de onderzochte organochloorverbindingen en atrazin naar organische-stofgehalte van de bodem.

Stof	corr. formule
α -HCH	0,25 * H
β -HCH	0,1 * H
γ -HCH (lindaan)	0,005 * H
HCB	0,25 * H
heptachloor	0,25 * H
β -heptachloorepoxide	0,25 * H
dieldrin	0,05 * H
endrin	0,1 * H
aldrin	0,25 * H
som DDT/DDE/DDD	0,25 * H
α -endosulfan	0,25 * H
β -endosulfan	0,25 * H
atrazin	0,005 * H

gehalten in $\mu\text{g kg}^{-1}$

H = gewichtspercentage organische stof van grond

1.3.3 Relatie tussen belasting en kwaliteit

Een van de doelstellingen van het LMB is het verklaren van de waargenomen bodemkwaliteit en de veranderingen in deze kwaliteit. Om aan deze doelstelling te voldoen, is het essentieel dat de gevonden stofgehalten en veranderingen gerelateerd kunnen worden aan de bijbehorende stofbelastingen. In eerste instantie richten we ons op de relatie tussen belasting met en gehalten aan zware metalen in de bodem, aangezien voor PAK slechts globale en voor de meeste organochloorbestrijdingsmiddelen geen nauwkeurige gegevens over atmosferische depositie en lokale belasting bekend zijn. Er bestaan een aantal mogelijkheden voor het leggen van deze relaties. Ten eerste kunnen de huidige gehalten aan zware metalen in de bodem vergeleken worden met de huidige (of recente) belastingen. Aangezien de huidige gehalten aan zware metalen in de bodem vaak het resultaat zijn van tientallen jaren van belasting, en voor veel metalen (bijvoorbeeld lood) de depositie sterk is afgenomen, is het waarschijnlijk dat in veel gevallen de huidige gehalten nauwelijks gerelateerd zijn aan de huidige belastingen. Een tweede mogelijkheid is het relateren van toenames of afnames van zware-metaalgehalten in de bodem aan huidige belastingen. Verwacht mag worden dat dit betere resultaten oplevert. Binnen de opzet van het LMB wordt per bemonsteringsjaar de belasting en metaalbalans per bedrijf (en per categorie) berekend. Na afloop van een volledige meetronde (in 1997) zullen de categoriegemiddelde zware-metaalbelastingen en *actuele gehalten* vergeleken worden. Na de tweede meetronde zal de totale belasting binnen de periode tussen beide bemonsteringen met *veranderingen* in zware-metaalgehalten vergeleken worden. Voor zware metalen zijn de belangrijkste bronnen van bodembelasting in landbouwgebieden atmosferische depositie en bemesting. In een correlatiematrix zijn deze bronnen gerelateerd aan de metaalgehalten in bodem en grondwater. Door het LEI-DLO wordt per bedrijf de metaalbalans berekend op basis van aan- en afvoerposten. Atmosferische depositie van zware metalen is ontleend aan berekeningen met het TREND-model voor het jaar 1985 (Van Drecht *et al.*, 1996). De actuele accumulatie is echter berekend met depositiecijfers uit 1995.

Tabel 1.5 Streefwaarden en andere normen van de onderzochte macro-verbindingen in het grondwater (in mg l⁻¹).

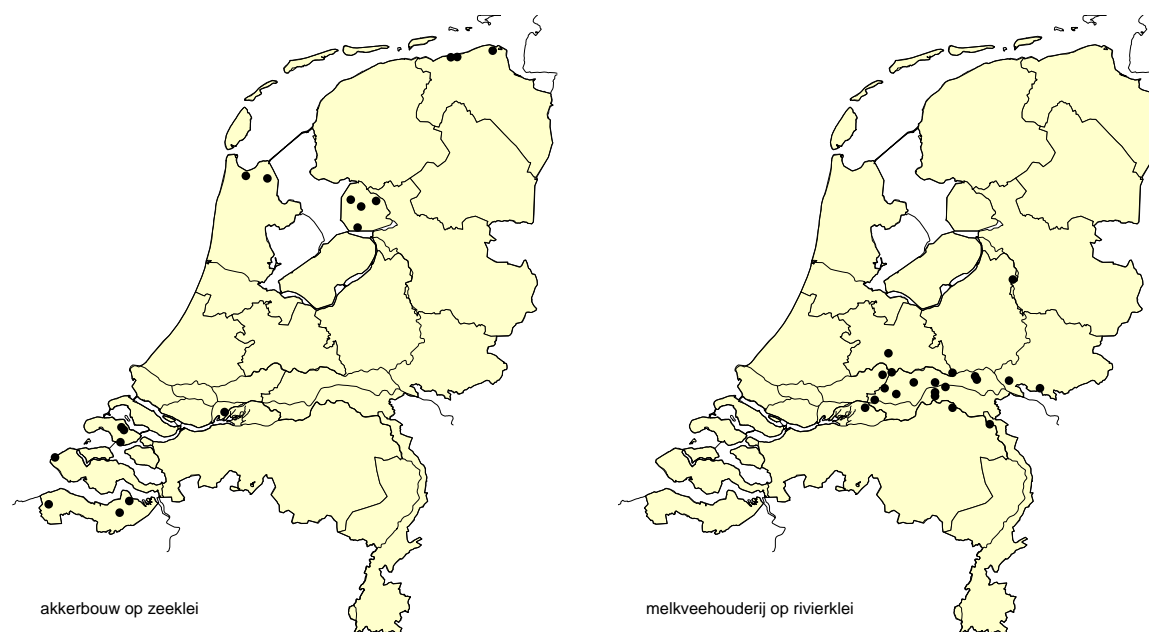
Stof	Streefwaarde	Andere waarde ^{*)}
nitraat (als N)	5,6	11,3
ortho-fosfaat (als P)	-	0,1
totaal-fosfaat (als P)	3 (klei)	-
kalium	-	12
sulfaat	150	-
ammonium (als N)	10 (klei)	-
chloride	100	-

*) nitraat: 'grenswaarde' volgens NMP 2, tevens EU-nitraatrichtlijn
 ortho-fosfaat: advieswaarde Technische Commissie Bodembescherming (TCB)
 kalium: drinkwaternorm

2 DE BEMONSTERING VAN HET LMB IN 1996

2.1 Keuze van de categorie en bemonsteringslokaties

In 1996 is gekozen voor de categorie akkerbouw op zeelei en voor de categorie melkveehouderij (grasland) op rivierklei. In totaal zijn van elke categorie 20 lokaties bemonsterd. In *Figuur 2.1* is de ligging te zien van de bemonsterde akkerbouwbedrijven op zeelei en de melkveehouderijbedrijven op rivierklei. De meeste gronden in de zeeleigebieden zijn bedijkt; het zijn de oude en jonge polders langs de kust, de droogmakerijen in de voormalige plassen en meren en de IJsselmeerpolders. Ook de meeste gronden in de rivierkleigebieden zijn bedijkt. Gedeelten die buiten de hoge rivierdijk liggen heten uiterwaarden (Locher en De Bakker, 1987). De bemonsterde akkerbouwbedrijven op zeelei zijn over het algemeen groter in oppervlak (gemiddeld 64,9 ha) dan de graslandbedrijven op rivierklei (gemiddeld 34,4 ha).



Figuur 2.1 Ligging van de bemonsterde lokaties: links de akkerbouwlokaties op zeelei, rechts de melkveehouderijlokaties op rivierklei.

De bemonsterde bedrijven zijn geselecteerd uit ca 1500 bedrijven die deelnamen aan het Bedrijven-InformatieNet van het LEI (BIN). Het BIN is een gestratificeerde steekproef uit bedrijven in de Landbouwtelling van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). De steekproef wordt op een (groot) deel van deze populatie getrokken namelijk op bedrijven met minimaal 16 en maximaal 800 Nederlandse Grootte-Eenheden (nge). Door aansluiting bij het BIN zijn zowel bedrijfseconomische als technische kengetallen van de bedrijven beschikbaar gekomen.

De doelpopulatie, de populatie van de te bemonsteren categorie, is voor de akkerbouwbedrijven op zeelei als volgt afgebakend:

- NEG-type 1 (akkerbouw);
- Alleen Noordelijk, Centraal en Zuidwestelijk Zeeleigebied;

- Bedrijfsoppervlakte moet groter zijn dan 10 hectare cultuurgrond.
- Voor de melkveebedrijven op rivierklei is de doelpopulatie als volgt afgebakend:
- NEG-type 4110, 4120 of 4370 (gespecialiseerde melkveebedrijven);
 - Hoofdgrondsoort moet rivierklei zijn;
 - Bedrijfsoppervlakte moet groter zijn dan 10 hectare cultuurgrond.

Tabel 2.1 Verdeling van de lokaties van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit 1996 over de verschillende LEI-gebieden

LEI-gebied	Aantal akkerbouw- bedrijven	Aantal melkvee- bedrijven
Noordelijk Kleigebied	5	
Centraal Kleigebied	6	
Zuidwestelijk Zeekleigebied	9	
Westelijk Weidegebied		1
Oostelijk Zandgebied		1
Centraal Zandgebied		2
Rivierkleigebied		15
Zuidelijk Zandgebied		1
Totaal	20	20

Bron: Bedrijven-InformatieNet van het LEI, boekjaar 1995/96.

Door de afbakeningen zijn twee categorieën met daarbinnen een zo homogeen mogelijk landgebruik verkregen. Om enerzijds voldoende bedrijven beschikbaar te hebben en anderzijds bedrijven te kiezen die zo recent mogelijk gestart zijn in het BIN is nog de voorwaarde gesteld dat de bedrijven op of na 1 mei 1993 in het BIN gestart zijn. In totaal waren er in het BIN 53 akkerbouwbedrijven op zeeklei en 38 melkveehouderijbedrijven op rivierklei beschikbaar die binnen de grenzen van de bovenstaande afbakeningen vielen. Uiteindelijk zijn 20 akkerbouwbedrijven en 20 melkveehouderijbedrijven bemonsterd conform de opzet. *Tabel 2.1* geeft een indruk van de geografische spreiding van de bedrijven binnen deze twee categorieën. De grondsoort rivierklei komt ook in een aantal aan het rivierkleigebied grenzende gebieden voor.

Tabel 2.2 Verdeling van het gemiddelde grondgebruik per bedrijf in het boekjaar 1995/96.

	Gras	Snijmaïs	Overig	Totaal
<u>Akkerbouw zeeklei</u>				
Oppervlakte per bedrijf (ha)	3,67	0,88	60,32	64,87
Procentueel	5,7	1,3	93,0	100,0
<u>Melkvee rivierklei</u>				
Oppervlakte per bedrijf (ha)	30,46	6,58	1,42	38,46
Procentueel	79,2	17,1	3,7	100,0

Bron: Bedrijven-InformatieNet van het LEI, boekjaar 1995/96.

Tabel 2.2 toont het gemiddelde grondgebruik van de 20 akkerbouw- en de 20 melkveehouderijbedrijven. Bij de akkerbouwbedrijven is bijna de gehele oppervlakte in gebruik als akkerbouwgrond. Bij de melkveehouderijbedrijven bestaat de oppervlakte grotendeels uit grasland. Er is ongeveer 10% snijmaïs en ongeveer 5% bouwland op deze melkveehouderijbedrijven.

2.2 Representativiteit van de steekproef

Tabel 2.3 geeft de verdeling van het landgebruik -in hectaren en procentueel- door de land- en tuinbouw naar teelten weer volgens de CBS-Landbouwtellingen van 1991, 1994 en 1997. Tabel 2.4 toont eenzelfde verdeling, echter naar typen landbouwbedrijven.

Tabel 2.3 Grondgebruik door land- en tuinbouw in Nederland naar teelt in de jaren 1991, 1994 en 1997.

Jaar	1991		1994		1997	
	Oppervl. (1000 ha)	Percentage (%)	Oppervl. (1000 ha)	Percentage (%)	Oppervl. (1000 ha)	Percentage (%)
Akkerbouwgewassen ¹⁾	583	29,3	554	28,1	564	28,7
Snijmaïs	214	10,7	242	12,3	245	12,5
Grasland	1.080	54,2	1.051	53,3	1.030	52,5
Open tuinbouw	98	5,0	100	5,1	102	5,2
Tuinbouw onder glas	10	0,5	10	0,5	10	0,5
Braakland	6	0,3	14	0,7	11	0,6
Totaal land- en tuinbouw	1.991	100,0	1.971	100,0	1.962	100,0

¹⁾ exclusief snijmaïs

Bron: CBS-Landbouwtelling 1991, 1994, 1997, bewerking LEI.

Tabel 2.4 Grondgebruik door land- en tuinbouw in Nederland naar bedrijfstype in de jaren 1991, 1994 en 1997.

Jaar	1991		1994		1997	
	Oppervl. (1000 ha)	Percentage (%)	Oppervl. (1000 ha)	Percentage (%)	Oppervl. (1000 ha)	Percentage (%)
Akkerbouwbedrijven	525	26,4	496	25,2	492	25,1
Tuinbouwbedrijven	94	4,7	97	4,9	99	5,0
Gewascombinaties	45	2,3	51	2,6	50	2,6
Graasdierbedrijven	1.105	55,5	1.117	56,7	1.103	56,2
Hokdierbedrijven	47	2,3	48	2,4	51	2,6
Veeteeltcombinaties	74	3,7	63	3,2	61	3,1
Gewas/veecombinaties	101	5,1	99	5,0	106	5,4
Totaal land- en tuinbouw	1.991	100,0	1.971	100,0	1.962	100,0

Bron: CBS-Landbouwtelling 1991, 1994, 1997, bewerking LEI.

De in 1996 in het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit bemonsterde categorie akkerbouw op zeelei behoort tot de populatie akkerbouwbedrijven in Tabel 2.4, gelegen in het Noordelijk Kleigebied, het Centraal Kleigebied en het Zuidwestelijk zeeleigebied. De categorie melkveehouderijbedrijven op rivierklei behoort tot de categorie graasdierbedrijven, voornamelijk gelegen in het Rivierkleigebied. De verdeling van het grondgebruik in deze gebieden staat vermeld in Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Grondgebruik in de Nederlandse zeekleigebieden en het Rivierkleigebied (in 1000 ha) in 1995.

Gebied	Grasland	Snijmaïs	Overig	Totaal
Zeekleigebieden	203	21	392	616
Rivierkleigebied	77	15	25	117

Bron: CBS-Landbouwtelling 1995, bewerking LEI.

Uit Tabel 2.5 blijkt dat de aandelen grasland plus snijmaïs respectievelijk 36% en 79% bedragen. Het resterende deel is voornamelijk bouwland, vooral in de zeekleigebieden. De populaties in Tabel 2.5 zijn voor de LMB-bemonstering ingeperkt tot de in paragraaf 2.1 genoemde bedrijfstypen (akkerbouw in de zeekleigebieden en melkveehouderij in het rivierkleigebied. Tabel 2.6 toont het grondgebruik van genoemde bedrijfstypen in de respectievelijke gebieden.

Tabel 2.6 Grondgebruik op akkerbouwbedrijven in de zeekleigebieden en op melkveehouderijbedrijven in het rivierkleigebied in 1995.

Gebied/bedrijfstype	Aantal bedrijven	Oppervl. in 1000 ha	Oppervlakte per bedrijf (ha)			Totaal
			Grasland	Snijmaïs	Overig	
Zeekleigebieden-akkerbouw	8039	322	1,15	0,94	37,91	40,00
Rivierkleigebied-melkvee	2118	60	23,80	4,12	0,63	28,55

Bron: CBS-Landbouwtelling 1995, bewerking LEI.

Bij de selectie van bedrijven uit het BIN voor de twee in Tabel 2.6 genoemde populaties zijn de bedrijven met minder dan 10 hectare cultuurgrond buitengesloten, omdat deze bedrijven een geringe oppervlakte representeren. De 40 (20 + 20) uiteindelijk voor het LMB bemonsterde akkerbouwbedrijven en melkveehouderijbedrijven representeren de in Tabel 2.7 weergegeven aantallen bedrijven en oppervlakten.

Tabel 2.7 Aantal gerepresenteerde bedrijven met bijbehorende oppervlakten in de LMB-bemonstering van 1996.

Gebied/bedrijfstype	Aantal bedrijven	Oppervlakte per bedrijfstype in 1000 ha			Totaal
		Grasland	Snijmaïs	Overig	
Zeekleigebieden-akkerbouw	6714	16	2	281	299
Rivierkleigebied-melkvee	1897	46	10	3	59

Bron: Bedrijven-InformatieNet van het LEI, boekjaar 1995/96.

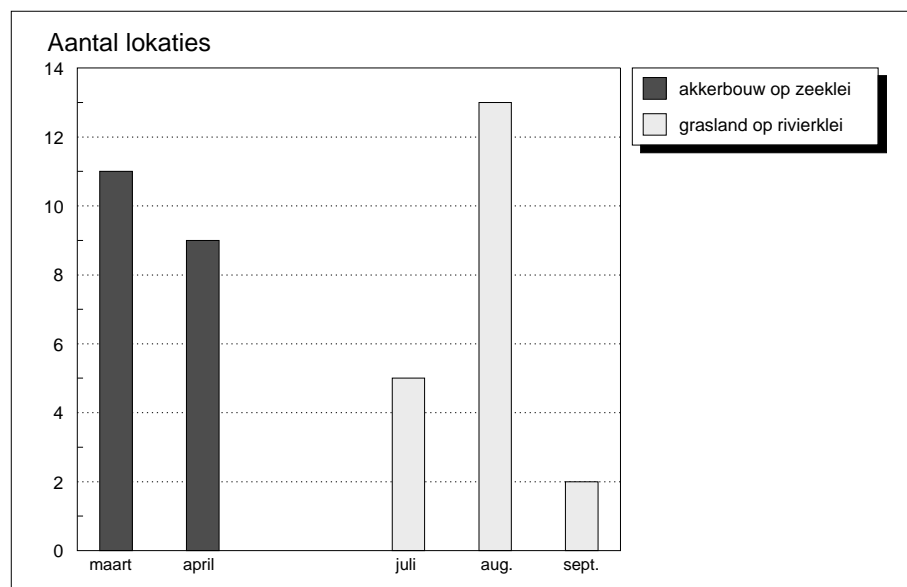
Uit Tabel 2.7 blijkt dat de 20 akkerbouwbedrijven in de LMB-bemonstering van 1996 281.000 hectare overige grond (vrijwel allemaal bouwland) representeren. Dit is 72% van de overige grond in de zeekleigebieden (Tabel 2.5). De melkveehouderijbedrijven in de LMB-bemonstering van 1996 representeren 46.000 hectare grasland en 10.000 hectare snijmaïs, respectievelijk 60% van het grasland en 67% van de snijmaïs in het rivierkleigebied.

2.3 Monsterneming bodem

De akkerbouwbedrijven zijn bemonsterd in de periode van 5 maart t/m 11 april 1996 en de melkveehouderijbedrijven van 7 juli 1996 t/m 5 september 1996. In Figuur 2.2 is het verloop van de bemonstering in de tijd weergegeven. In de bemonstering zijn alle bij het bedrijf behorende percelen in beschouwing genomen. Met behulp van een graszodeboor zijn 320 steken genomen van de bovenste 10 cm van de bodem en door middel van een computerprogramma aselekt verdeeld over 4 mengmonsters (80 steken per monster). Deze 320 steken zijn evenredig naar perceelsgrootte over de bedrijfspercelen verdeeld. De steken zijn in het veld verdeeld over de 4 mengmonsters, met de hand fijn gemaakt en door middel van

langdurig (circa 5 minuten) omscheppen gehomogeniseerd. De monsters van de onderlaag (30-50 cm) zijn genomen met een edelmanboor. Op 16 punten per bedrijf zijn monsters verzameld, welke eveneens met de hand zijn gemengd. Op de rivierkleibedrijven zijn eventuele percelen in de uiterwaarden apart bemonsterd (één mengmonster, bestaande uit 80 steken). Vervolgens zijn de monsters overgebracht in glazen potten en gekoeld naar het analyserend laboratorium vervoerd.

Uit één van de mengmonsters is een deelmonster genomen ten behoeve van een onderzoek naar nematoden (een monster per bedrijf), waarvan de resultaten beschreven staan in van Esbroek *et al.* (mei 1998 en april 1999).



Figuur 2.2 Uitvoering bemonstering LMB 1996; verloop in de tijd.

2.4 Profielbeschrijvingen

Van elk bedrijf is een aantal profielbeschrijvingen gemaakt van de bovenste 120 cm van de bodem. Hiertoe is aan de hand van de Bodemkaart van Nederland 1:50000 bekeken welke bodemtypen op het betreffende bedrijf worden onderscheiden en is in de meeste gevallen per bodemtype één boring gedaan. Met behulp van een edelmanboor is het bodemmateriaal in stappen van 10 cm opgeboord en in opgeboorde volgorde op het maaiveld uitgespreid. De waarnemingen die vervolgens gedaan zijn, zoals de horizontcodering, kleur-, textuur-, organisch stof- en pH-bepaling, zijn ingevuld op een boorstaat. Ten slotte is het bodemtype bepaald en is een bodemkundige code toegekend. Deze wijkt in sommige gevallen af van het bodemtype op de Bodemkaart.

2.5 Monsterneming grondwater

De bemonstering van het grondwater voor het Bodemmeetnet heeft eveneens in de periode van 5 maart t/m 11 april 1996 en van 7 juli 1996 t/m 5 september 1996 plaatsgevonden. De bemonstering is uitgevoerd door het plaatsen van tijdelijke waarnemingsfilters. Het voordeel van deze werkwijze is dat de bedrijfsvoering zo min mogelijk wordt gehinderd en de bemonsteringsdiepte kan worden aangepast aan de heersende grondwaterstand. Het bemonsteringstraject ligt tussen 0,3 en 0,5 meter beneden de heersende grondwaterstand. De tijdelijke waarnemingsfilters bestaan uit een filter met een lengte van 0,5 meter, welke opwaarts naar maaiveld verlengd is met een slang. Teneinde het geheel op de juiste diepte

te kunnen installeren is op de bovenzijde van het filter een rigide buis bevestigd, waardoor tevens de slang is gevoerd. Het boorgat is gemaakt door met behulp van een edelmanboor tot circa 0,8 meter beneden de grondwaterspiegel te boren. Evenredig naar perceelsgrootte zijn 16 monsterpunten verdeeld over de bedrijfspercelen. Na het plaatsen van de monsternemingslans is het boorgat afgewerkt door rondom de monsternemingslans een hoeveelheid filtergrind te storten tot 50 cm boven de bovenkant van het filter van de lans. Hier bovenop is een laag van 25 cm bentoniet zwelkleikorrels gestort. Wanneer alle punten op het bedrijf geplaatst zijn, wordt begonnen met schoonpompen van de waarnemingsfilters. Hiertoe is gebruik gemaakt van een slangenpomp. Het schoonpompen is gedaan door al het aanwezige grondwater uit het waarnemingsfilter te pompen. Hierna zijn de bemonsteringspunten enkele dagen met rust gelaten, zodat de oorspronkelijke grondwaterstand zich kon herstellen. De monsterneming is gedaan door (na voorspoelen van de lans) de pomp te verbinden met een 0,45 µm-membraanfilter en onder anaerobe condities te filtreren. Van het filtraat is een monster genomen wat na aanzuren in gekoelde toestand naar het laboratorium (RIVM) is verzonden. Ter plekke is in het filtraat het elektrisch geleidingsvermogen (EC), de zuurgraad (pH) en de nitraatconcentratie gemeten. Bij aankomst op het RIVM worden de monsters gemengd tot één mengmonster per bedrijf, waarna analyse van het mengmonster plaatsvindt.

Indien op het bedrijf drains aanwezig waren en deze op het moment van bemonstering water leverden, is per perceel één drainbuis bemonsterd door de zuigzijde van de slangenpomp in de drainopening te houden. Op deze manier zijn op 9 van de 20 akkerbouwbedrijven drainmonsters genomen, variërend van 1 tot 5 monsters per bedrijf. Ook deze monsters zijn per bedrijf gemengd tot 1 mengmonster.

2.6 Analysemethoden bodem en grondwater

De bodemmonsters zijn door het AB-DLO te Haren geanalyseerd op bodemkenmerken en zware metalen en door het Laboratorium voor Organische Chemie (LOC) van het RIVM op organische parameters (PAK, triazines en organochloorverbindingen). De grondwatermonsters zijn geanalyseerd door het Laboratorium voor Anorganische Chemie (LAC) van het RIVM (metalen, nutriënten en DOC). De analysemethoden worden beschreven in Bijlage I.

2.7 Berekening van de belasting per lokatie

Ter karakterisering van de individuele bedrijven en de categorieën akkerbouw op zeeklei en melkveehouderij op rivierklei als geheel is eerst het mineralenoverschot van de bedrijven berekend. Het mineralenoverschot van de bedrijven geeft het verlies van een bepaald element (zuiver N, P of K) aan en wordt berekend als de totale aanvoer van buiten het bedrijf minus de totale afvoer vanaf het bedrijf. Bij de producten die op het bedrijf worden aan- of afgevoerd, is gerekend met een normatief mineralengehalte. Uitzondering zijn kunstmeststoffen en krachtvoer; hierbij wordt gerekend met werkelijke gehalten. Voor het berekenen van het mineralenoverschot en de gehanteerde gehalten wordt verwezen naar Daatselaar *et al.* (1990). De grootste aanvoerposten op de mineralenbalans zijn kunstmest, veevoer en organische mest. De op het bedrijf geproduceerde en aangewende mest is onderdeel van een interne mineralenstroom en is dus geen aanvoerpost op de mineralenbalans. De belangrijkste afvoerposten zijn melk, organische mest, vee en gewassen.

Vervolgens zijn per bedrijf de zware-metaalbalansen berekend. Deze balansen verschillen qua opzet niet van de mineralenbalans. De belangrijkste aanvoerposten van zware metalen op veehouderijbedrijven zijn kunstmest, organische mest, depositie en voedermiddelen. De belangrijkste afvoerposten zijn producten als melk, vlees, dierlijke mest en gewassen. *Tabel 2.8* geeft een overzicht van de ge-

halten waarmee de zware-metalenbalans is berekend. Deze gehalten wijken op onderdelen af van die door Heidemij (1994) zijn gebruikt voor de berekening van zware-metalenoverschotten.

Een aantal meststoffen die door het LEI wel geregistreerd wordt, komt op de bemonsterde en geregistreerde bedrijven niet voor, zodat de gehalten ook niet ter discussie hoeven te staan. Dit is het geval voor magnesammon (MAS), thomasslakkenmeel, superfosfaat en diverse mengmeststoffen. Kalksalpeter en kieseriet komen op slechts één akkerbouwbedrijf voor.

Tripelsuperfosfaat wordt op vijf melkveehouderijbedrijven en zeven akkerbouwbedrijven gebruikt. Kali-kunstmest wordt op slechts één melkveehouderijbedrijf, in de vorm van KCl-60, aangewend. In tegenstelling tot de akkerbouwers; achttien gebruiken kalikunstmest waarvan zeventien in de vorm van KCl-60.

Van de kalkmeststoffen wordt alleen schuimaarde, op in totaal zeven akkerbouwbedrijven, toegepast. Mengmeststoffen komen weinig voor en voor zover ze voorkomen, worden ze zeer gevarieerd ingezet. De meest gebruikte mengmeststoffen op de melkveehouderijbedrijven zijn N12P10K18 (2 maal) en N23P23K23 (2 maal). Op de akkerbouwbedrijven zijn dit N23P23K23 (11 maal), N12P10K18 (2 maal) en N17P17K17 (2 maal).

Alle akkerbouwbedrijven, met uitzondering van drie, voeren organische mest aan. Het betreft dan met name vleesvarkensdrijfmest (8 maal) en vaste leghennenmest (5 maal). Op dertien van de twintig melkveehouderijbedrijven wordt organische mest aangevoerd, voornamelijk (vlees)varkensdrijfmest (9 maal) en fokvarkensdrijfmest (4 maal). Daarnaast voeren drie melkveehouders rundveedrijfmest van het bedrijf.

Voor zover de gehalten aan zware metalen in de diverse meststoffen niet bekend zijn, worden ze omgerekend naar kg zuiver N, P₂O₅ en K₂O. Deze hoeveelheden N, P₂O₅ en K₂O worden steeds vermenigvuldigd met de gehalten (overig N, P en K) in *Tabel 2.8*.

De gehalten voor kunstmeststoffen zijn ontleend aan Smilde (1986), Driessen en Roos (1996) en Hotsma *et al.* (1996). De gehalten in de organische mest zijn afkomstig uit Driessen en Roos (1996) en uit de "Nationale Milieuverkenning 1990-2000" zoals vermeld in Hoogervorst (1991). De gehalten in krachtvoerders zijn afkomstig uit een publicatie van het Productschap voor Veevoeder (1998) en uit de rapportage "Natuur en milieu in Landbouwmodellen (Hanegraaf *et al.*, 1991).

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat wordt aangenomen dat de balansoverschotten per veehouderijbedrijf volledig op de bodem terechtkomen. De accumulatie in de bodem is gelijk aan het overschot (netto-belasting) minus de uitspoeling naar diepere lagen. Deze uitsplitsing is geschat door de gemeten concentratie aan zware metalen in het grondwater te vermenigvuldigen met het jaarlijkse neerslagoverschot. Op deze wijze is de netto jaarlijkse accumulatie van zware metalen in de bodem berekend. Omdat het hier om een globale berekening gaat, worden alleen categoriegemiddelden gepresenteerd.

Tabel 2.8 Gehalten aan zware metalen *) waarmee de zware metalenbalans is berekend.

Produkt	Cd	Pb	Cu	Zn
N-meststof:				
KAS	0,10	0,70	3,54	7,80
MAS	0,40	1,30	2,55	86,68
Overig N	0,37	2,70	13,60	30,00
P-meststof (Rikilt-DLO, 1996):				
Superfosfaat	7,41	3,59	23,94	160,02
Tripelsuperfosfaat	27,22	5,25	30,13	551,12
Overig P	75,00	17,40	114,00	904,00
K-meststof:				
K30	0,04	3,92	NB	0,70
K40	0,16	4,40	NB	19,83
K60	0,26	6,60	NB	11,40
Overig K	0,35	11,70	13,98	13,98
NPK-meststof (IKC, 1996):				
N23P23K00	13,11	2,90	26,45	148,12
N12P10K18	7,50	1,70	14,00	73,67
N17P17K17	18,02	0,90	23,97	108,97
N26P14K00	1,25	6,70	9,90	39,00
N00P15K30	12,00	0,96	20,40	114,60
N00P25K25	24,00	7,50	33,00	186,00
N00P14K24	1,25	6,70	9,90	39,00
N00P10K32	12,00	2,00	18,00	108,00
Kalkmeststoffen (IKC, 1996):				
Schuiimaarde	0,17	1,01	4,63	18,81
Overig	0,60	7,00	22,00	61,20
Organische mest (Rikilt-DLO, 1996):				
Melkveedrijfmest	0,026	2,323	4,10	9,80
Fokvarkendrijfmest	0,038	2,160	39,92	74,80
Vleesvarkendrijfmest	0,034	1,962	41,53	67,47
Leghennen dun ^{**})	0,044	4,872	16,67	58,33
Leghennen dik ^{**})	0,111	6,094	33,79	218,28
Slachtkuikmest	0,104	5,664	79,19	174,56
Krachtvoer 1995:				
Rundvee	0,05	1,40	29,90	62,40
Mestvarkens	0,01	1,00	56,30	130,10
Zeugen	0,02	1,10	26,80	126,50
Biggen	0,04	0,90	171,90	156,60
Leghennen	0,02	1,70	14,10	83,20
Slachtkuikens	0,05	0,80	28,90	78,80
Krachtvoer 1996 (PvV, 1998):				
Rundvee	0,05	1,40	27,50	58,70
Mestvarkens	0,01	1,00	62,60	157,80
Zeugen	0,03	1,10	30,20	133,30
Biggen	0,04	0,90	169,70	161,20
Leghennen	0,02	1,70	15,40	82,30
Slachtkuikens	0,05	0,80	30,70	84,00

NB = niet bekend

*) In mg kg⁻¹ produkt m.u.v. overig N, overig P en overig K waarbij de gehalten respectievelijk zijn uitgedrukt in mg kg⁻¹ zuiver N, P₂O₅ en K₂O.

**) Leghennen dun: analysesresultaten pluimveedrijfmest; leghennen dik: analysesresultaten leghennenbandmest.

3 KWALITEIT VAN DE BODEM

3.1 Bodemfysische en -chemische parameters

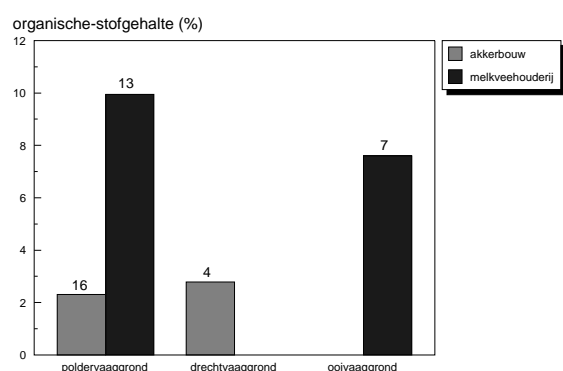
3.1.1 Bodemprofielen

Op de akkerbouwbedrijven op zeeklei worden over het algemeen poldervaaggronden aangetroffen (op 80% van de bedrijven), op de overige bedrijven komen drechtvaaggronden voor (klei op veen). Alle bedrijven liggen op kalkrijke klei.

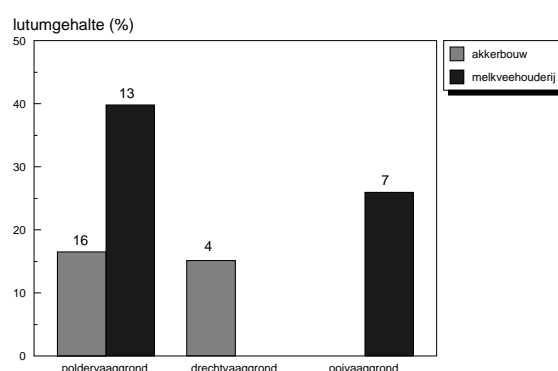
Op de melkveehouderijbedrijven op rivierklei komen eveneens in de meeste gevallen (65% van de bedrijven) poldervaaggronden voor, welke voornamelijk worden aangetroffen in de komgronden. Op de overige bedrijven, liggende op de stroomruggen, worden ooivaaggronden aangetroffen, welke geen hydromorfe kenmerken vertonen, zoals roest of grijze vlekken. Van de bedrijven met poldervaaggronden liggen 2 van de 13 bedrijven op kalkrijke klei, van de bedrijven met ooivaaggronden zijn dat 6 van de 7 bedrijven.

3.1.2 Organische stof en lutum in diverse bodemtypen

In de *Figuren 3.1, 3.2 en 3.3* zijn de gemiddelde organische stof-, lutum- en carbonaatgehalten (van de laag 0-10 cm-mv) per bodemtype weergegeven op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven.



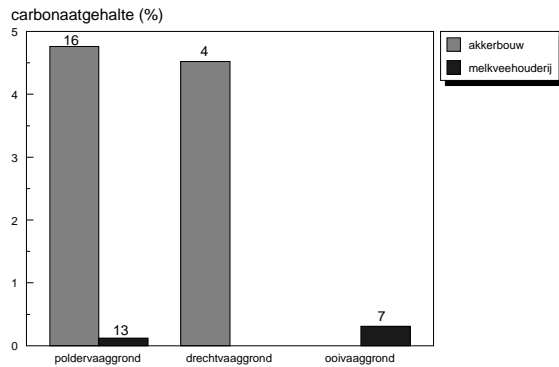
Figuur 3.1 Organische-stofgehalten per bodemtype; akkerbouw en melkveehouderij.



Figuur 3.2 Lutumgehalten per bodemtype; akkerbouw en melkveehouderij.

In de figuren is te zien dat op de melkveehouderijlocaties op rivierklei hogere organische-stof- en lutumgehalten voorkomen dan op de akkerbouwlocaties op zeeklei. De hogere lutumgehalten worden veroorzaakt doordat in de laaggelegen kommen zeer zware klei wordt afgezet.

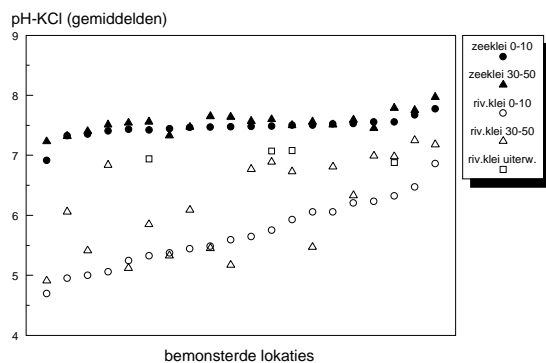
Op de akkerbouwlocaties komen hoge carbonaatgehalten voor, aangezien de bodem bestaat uit zeeklei, een van nature kalkhoudende brakke afzetting.



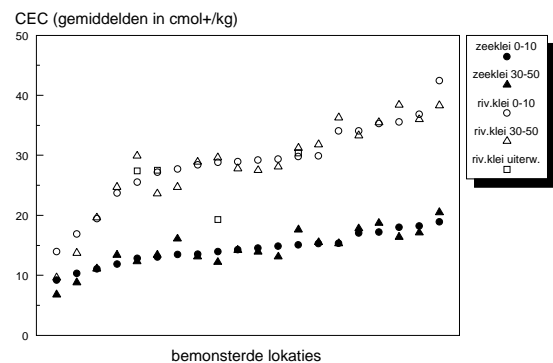
Figuur 3.3 Carbonaatgehalten per bodemtype; akkerbouw en melkveehouderij.

3.1.3 Zuurgraad (pH) en kationenuitwisselcapaciteit (CEC)

In *Figuur 3.4* zijn de gemiddelde pH-KCl-waarden in de bodem weergegeven, van zowel de akkerbouwlocaties als de melkveehouderijlocaties. Op de akkerbouwlocaties op zeeklei komt een hogere bodem-pH voor dan op de melkveehouderijlocaties op rivierklei. Dit kan verband houden met het feit dat het carbonaatgehalte op de zeekleigronden hoger is dan op de rivierkleigronden (resp. gemiddeld 4,7 en 0,2%)



Figuur 3.4 Gemiddelde pH-KCl-waarden in bodem op akkerbouw- en melkveehouderijlocaties (op 0-10 cm-mv en 30-50 cm-mv).



Figuur 3.5 Gemiddelde CEC-waarden ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$) in bodem op akkerbouw- en melkveehouderijlocaties (op 0-10 cm-mv en 30-50 cm-mv).

In *Figuur 3.5* worden de gemiddelde CEC-(Cation Exchange Capacity)waarden van de bodem, bepaald bij de actuele bodem-pH, op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven. De bodems op de melkveehouderijbedrijven vertonen een hogere kationenuitwisselcapaciteit dan de bodems op de akkerbouwbedrijven; dit geldt voor zowel de toplaag als de diepere bodemlaag. Dit houdt verband met het feit dat de melkveehouderijbedrijven op rivierklei liggen, met een hoog percentage lutum. Dit veroorzaakt een hogere CEC, onafhankelijk van de lagere bodem-pH dan die van zeeklei.

3.1.4 Variatie in bodemparameters

Een maat voor de variatie van de waarnemingen binnen een steekproef is de standaardafwijking. Om de mate van variatie van de bodemparameters organische stof, lutum, pH-H₂O, pH-KCl en CEC binnen de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven te kunnen vergelijken is de standaardafwijking van de lokaal-gemiddelde gehalten in de monsters van de toplaag (0-10 cm-mv) berekend. Om de spreiding ten gevolge van bemonstering en analyse vast te stellen (binnen een lokatie) is de standaardafwijking berekend voor deze vier mengmonsters per lokatie. Vervolgens is het gemiddelde van deze standaardafwijkingen

op lokatieniveau berekend. De resultaten staan vermeld in *Tabel 3.1*. De monsters van de ondergrond (30-50 cm-mv) zijn hierin niet meegenomen, aangezien van deze diepte slechts één monster per lokatie is genomen. Voor zowel de akkerbouw- als de melkveehouderijbedrijven geldt dat de spreiding tussen lokaties groter is dan de spreiding binnen de lokaties. Voor alle parameters geldt dat de spreiding tussen de akkerbouwbedrijven groter is dan tussen de melkveehouderijbedrijven.

Tabel 3.1 De gemiddelde gehalten aan bodemparameters, de standaardafwijking van de lokatiegemiddelden en de gemiddelde standaardafwijking van de vier mengmonsters (0-10 cm-mv) per bedrijf voor 20 akkerbouw- en 20 melkveehouderijbedrijven.

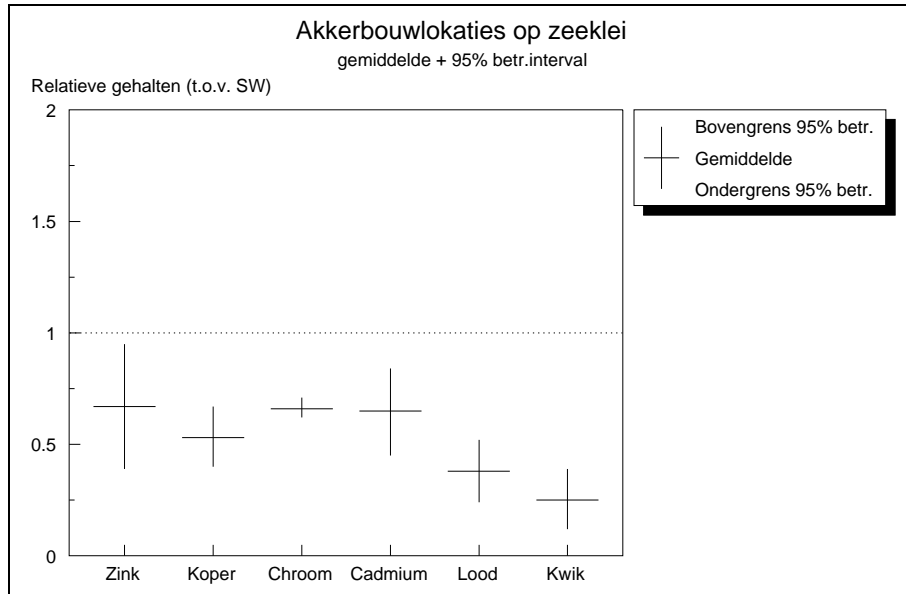
	Org. stof (%)		Lutum (%)		pH-H ₂ O		pH-KCl		CaCO ₃ (%)		CEC (cmol+/kg)	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
Gemiddeld gehalte	2,39	9,13	16,20	34,96	8,09	6,59	7,47	5,69	4,71	0,18	14,42	28,88
Standaardafwijking tussen bedrijven	0,67	2,82	3,65	9,71	0,15	0,43	0,16	0,57	2,98	0,32	2,63	6,83
st. afw. binnen een bedrijf (gem. op basis van 4 mengmonsters)	0,14	0,29	0,59	0,77	0,03	0,08	0,03	0,11	0,22	0,05	0,41	0,64

3.2 Zware metalen

3.2.1 Gemiddelde gehalten per categorie

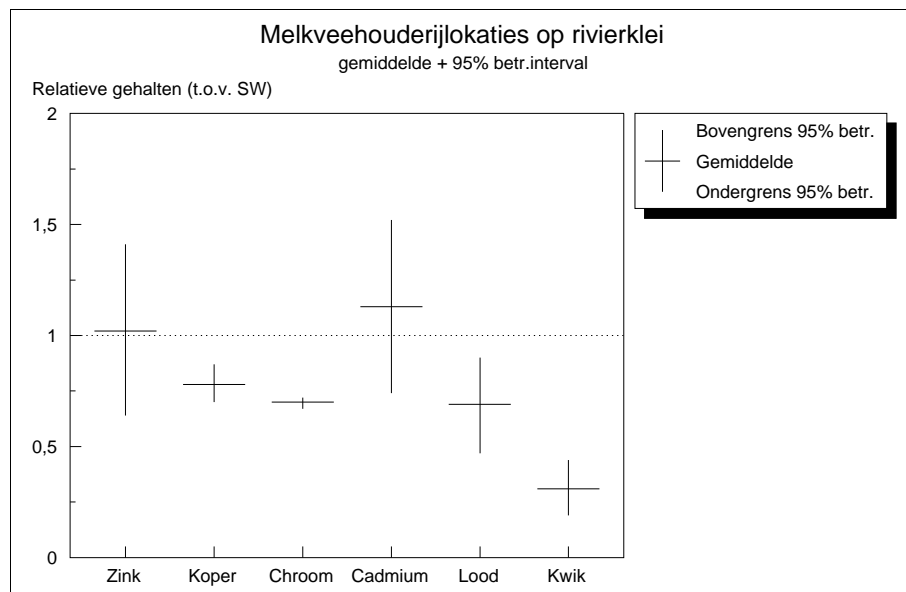
In *Figuur 3.6* worden de gehalten aan de onderzochte zware metalen op de akkerbouwlokaties op zeeklei weergegeven in de top laag van de bodem, ten opzichte van de streefwaarde. In deze figuur is het gemiddelde relatieve metaalgehalte van alle akkerbouwlokaties weergegeven, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval. De gemiddelde relatieve zink-, chroom- en cadmiumgehalten in de bodem zijn het hoogst, de gemiddelde relatieve kwikgehalten het laagst. De 95%-betrouwbaarheidsintervallen voor het gemiddelde liggen alle onder de streefwaarde.

In *Figuur 3.7* worden de resultaten weergegeven van de gehalten aan de onderzochte zware metalen op de melkveehouderijlokaties op rivierklei in de top laag van de bodem, ten opzichte van de streefwaarde. Zink en cadmium hebben hier de grootste betrouwbaarheidsintervallen, de spreiding in gehalten tussen de bedrijven onderling is voor deze metalen het grootst. De gemiddelde relatieve zink- en cadmiumgehalten liggen boven de streefwaarde.



Figuur 3.6 De gemiddelde gehalten aan de metalen zink, koper, chroom, cadmium, lood en kwik ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, op de akkerbouwbedrijven op zeeklei (toplaag 0-10 cm-mv).

Wanneer de gemeten gehalten aan zware metalen in individuele mengmonsters vergeleken worden met de streefwaarden, blijkt dat op de akkerbouwlokaties de gehalten aan zink in 5 monsters, aan koper in 4 monsters, aan chroom in 1 monster, aan cadmium in 3 monsters en aan lood en kwik in 4 monsters boven de streefwaarde liggen en dat op de melkveehouderijlokaties de gehalten aan zink in 12 monsters, aan koper in 8 monsters, aan cadmium in 27 monsters, aan lood in 8 monsters en aan kwik in 4 monsters de streefwaarde overschrijden. Bovendien komen in beide categorieën ook in de laag 30-50 cm-mv voor alle metalen, behalve voor chroom op de akkerbouwbedrijven, gehalten voor die de streefwaarde overschrijden.



Figuur 3.7 De gemiddelde gehalten aan de metalen zink, koper, chroom, cadmium, lood en kwik ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, op de melkveehouderijbedrijven op rivierklei (toplaag 0-10 cm-mv).

In *Tabel 3.2* staat de verdeling van de relatieve zware-metaalgehalten op de akkerbouw- en melkveehouderijlokaties weergegeven (uitgedrukt in het percentage van het aantal monsters van de toplaag van de bodem).

Tabel 3.2 Gehalten aan de metalen zink, koper, chroom, cadmium, lood en kwik ten opzichte van de streefwaarde, in de toplaag van de bodem (0-10 cm-mv) gegeven in % van het aantal monsters op de akkerbouw- (80 monsters) en melkveehouderijlokaties (80 monsters).

gehalte/SW	Zink		Koper		Chroom		Cadmium		Lood		Kwik	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,25	0	0	0	0	0	0	1,3	0	13,8	0	72,5	61,3
0,25-0,5	45,0	0	56,3	1,3	3,8	1,3	41,3	5,0	78,8	27,5	21,3	28,8
0,5-0,75	38,8	42,5	33,8	45,0	85,0	85,0	32,5	11,3	1,3	61,3	1,3	0
0,75-1	10,0	42,5	5,0	43,8	10,0	13,8	21,3	50,0	1,3	1,3	0	5,0
> 1	6,3	15,0	5,0	10,0	1,3	0	3,8	33,8	5,0	10,0	5,0	5,0

De metaalgehalten liggen in het grootste deel van de toplaagmonsters (36,5%) onder de streefwaarde, namelijk op een niveau van 0,5 tot 0,75 keer de streefwaarde. In 8,4% van het totale aantal monsters liggen de metaalgehalten boven de streefwaarde, dit geldt met name voor cadmium.

In *Tabel 3.3* staat de verdeling van de relatieve zware-metaalgehalten op de akkerbouw- en melkveehouderijlokaties in de diepere bodemlaag (30-50 cm-mv) weergegeven (uitgedrukt in het percentage van het aantal monsters).

Ook in de diepere bodemlaag liggen de metaalgehalten in het grootste deel van de monsters (38,8%) op een niveau van 0,5 tot 0,75 keer de streefwaarde. In 7,5% van het totale aantal monsters wordt de streefwaarde overschreden, zink, cadmium en lood leveren hier het grootste aandeel.

Op de melkveehouderijlokaties op rivierklei worden hogere relatieve metaalgehalten aangetroffen dan op de akkerbouwlokaties op zeelei.

Tabel 3.3 Gehalten aan de metalen zink, koper, chroom, cadmium, lood en kwik ten opzichte van de streefwaarde, in de diepere laag van de bodem (30-50 cm-mv) gegeven in % van het aantal monsters op de akkerbouw- (20 monsters) en melkveehouderijlokaties (20 monsters).

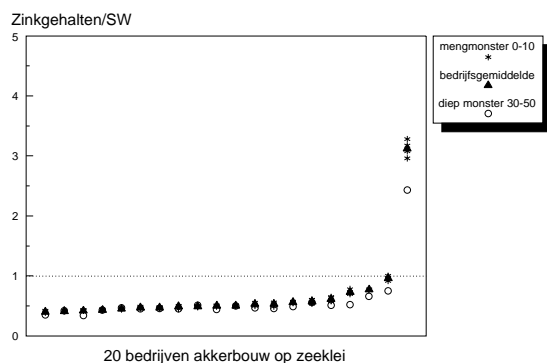
gehalte/SW	Zink		Koper		Chroom		Cadmium		Lood		Kwik	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,25	0	0	5,0	0	0	0	10,0	0	45,0	0	95,0	90,0
0,25-0,5	60,0	5,0	70,0	0	5,0	0	45,0	5,0	50,0	85,0	0	0
0,5-0,75	30,0	80,0	20,0	85,0	85,0	95,0	25,0	45,0	0	5,0	0	10,0
0,75-1	5,0	5,0	0	15,0	10,0	5,0	10,0	40,0	0	0	0	0
> 1	5,0	10,0	5,0	0	0	0	10,0	10,0	5,0	10,0	5,0	0

3.2.2 Gehalten per lokatie

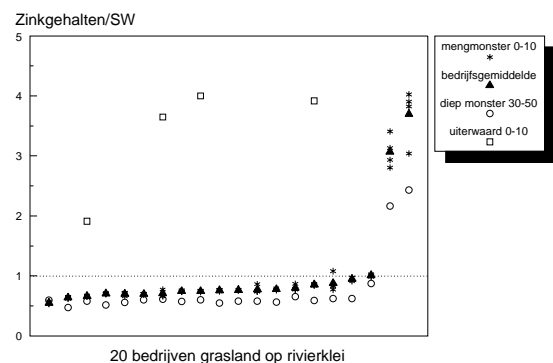
Zink

In de *Figuren 3.8* en *3.9* zijn de relatieve zinkgehalten van de mengmonsters van 0-10 cm-mv in opklimmende hoogte uitgezet (sterretjes), met het bedrijfsgemiddelde (driehoekje). Het bij het betreffende bedrijf behorende diepe monster van 30-50 cm-mv (cirkeltje) en het op 4 melkveehouderijbedrijven genomen uiterwaard-monster (vierkantje) is eveneens in de figuur opgenomen. Omdat de ste-

ken asefect gemengd zijn kan de spreiding binnen een lokatie (4 sterretjes boven elkaar) voortkomen uit verschillen in grondsoort of bedrijfsvoering binnen een bedrijf.



Figuur 3.8 Zinkgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.

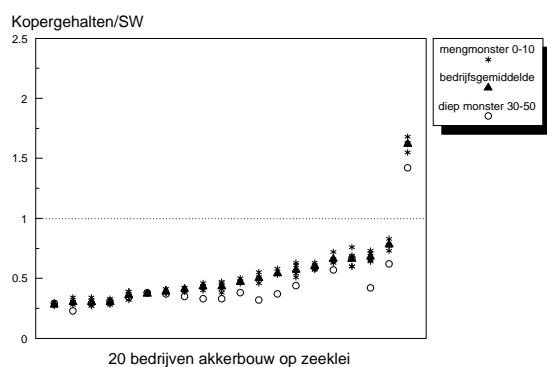


Figuur 3.9 Zinkgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

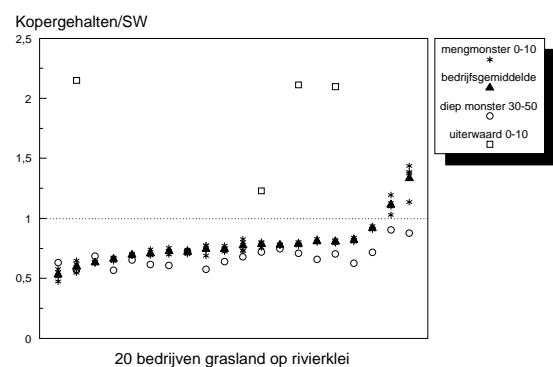
Op de akkerbouwlokaties ligt het grootste gedeelte van de gehalten in de toplaag van de bodem (45%) op een niveau van 0,25 tot 0,5 keer de streefwaarde, waarbij de gemeten zinkgehalten tussen 33,9 en 397,1 mg kg⁻¹ liggen. In de laag van 30-50 cm-mv liggen de gehalten tussen 27,9 en 310,4 mg kg⁻¹. Op twee lokaties komen overschrijdingen van de streefwaarde voor met maximaal een factor 3,3. De zinkgehalten in de toplaagmonsters afkomstig van de melkveehouderijbedrijven variëren van 54,8 tot 448,1 mg kg⁻¹ (maximaal 4,0 keer de streefwaarde). De zinkgehalten in de laag van 30-50 cm-mv liggen tussen 59,2 en 226,6 mg kg⁻¹ (maximaal 2,4 keer de streefwaarde). In de monsters afkomstig van de uiterwaard-percelen worden zinkgehalten aangetroffen van maximaal 621,7 mg kg⁻¹ (maximaal 4,0 keer de streefwaarde). Het merendeel van de gehalten in de toplaag van de bodem (85%) ligt op een niveau van 0,5-1,0 keer de streefwaarde. In de diepere bodemlaag liggen de meeste gehalten op een niveau van 0,5-0,75 keer de streefwaarde. In beide categorieën wordt soms de LAC-signaalwaarde (350 mg kg⁻¹) overschreden, vooral in de uiterwaarden is deze overschrijding fors.

Koper

In de Figuren 3.10 en 3.11 staan de relatieve kopergehalten van de monsters afkomstig van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven uitgezet. Op de akkerbouwbedrijven bevat het grootste deel van de toplaagmonsters gehalten op een niveau van 0,25-0,5 keer de streefwaarde.



Figuur 3.10 Kopergehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.



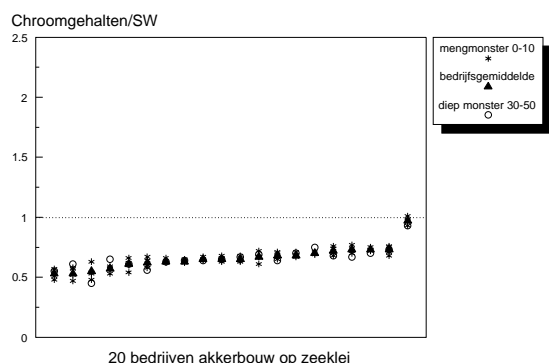
Figuur 3.11 Kopergehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

Op één lokatie worden gehalten boven de streefwaarde aangetroffen. De gemeten kopergehalten in de mengmonsters van de toplaag van de bodem (0-10 cm-mv) variëren van 6,6 tot 50,3 mg kg⁻¹, waarbij de hoogste streefwaarde-overschrijding een factor 1,7 bedraagt. In de laag 30-50 cm-mv komt op dezelfde lokatie een streefwaarde-overschrijding voor (factor 1,4). De gehalten in deze laag variëren van 6,9 tot 44,5 mg kg⁻¹, waarbij het grootste deel op een niveau van 0,25-0,5 keer de streefwaarde ligt. De spreiding tussen de akkerbouwbedrijven is iets groter dan tussen de melkveehouderijbedrijven.

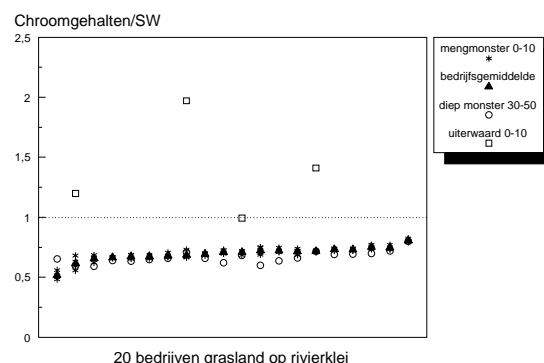
Op 2 van de 20 melkveehouderijbedrijven worden in de toplaagmonsters overschrijdingen van de streefwaarde waargenomen, waarbij de hoogste overschrijding een factor 1,4 bedraagt (41,9 mg kg⁻¹). De gehalten in de monsters van de diepere bodemlaag liggen allen beneden de streefwaarde. De gehalten variëren van 16,0 tot 38,6 mg kg⁻¹. De uiterwaardpercelen geven kopergehalten van maximaal 83,0 mg kg⁻¹ te zien. Hier wordt de LAC-sigitaalwaarde (50 mg kg⁻¹) overschreden.

Chroom

Uit de Figuren 3.12 en 3.13, waarin de relatieve chroomgehalten op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven staan weergegeven, blijkt dat de relatieve gehalten op de akkerbouwbedrijven ongeveer gelijk liggen als op de melkveehouderijbedrijven. In beide categorieën blijven de gehalten in alle monsters (op één monster van een akkerbouwbedrijf na) onder de streefwaarde. De gehalten in de monsters afkomstig van de uiterwaardpercelen liggen wel op of boven de streefwaarde. De absolute gehalten in de mengmonsters van de akkerbouwbedrijven liggen tussen 33,3 en 95,5 mg kg⁻¹ (0-10 cm-mv) en 31,2 en 91,9 mg kg⁻¹ (30-50 cm-mv); op de melkveehouderijbedrijven tussen 38,3 en 107,3 mg kg⁻¹ (0-10 cm-mv) en 46,3 en 112,6 mg kg⁻¹ (30-50 cm-mv). Op de uiterwaardpercelen worden chroomgehalten aangetroffen tussen 89,6 en 165,5 mg kg⁻¹.



Figuur 3.12 Chroomgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.

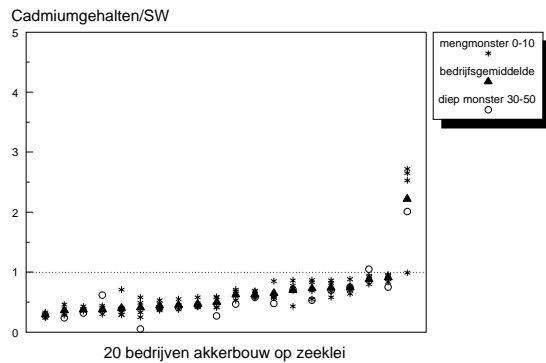


Figuur 3.13 Chroomgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

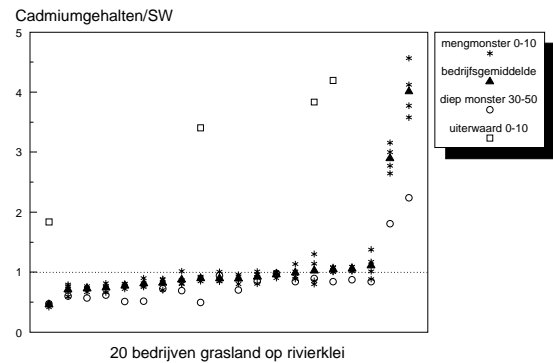
Cadmium

In de Figuren 3.14 en 3.15 staan de relatieve cadmiumgehalten afkomstig van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven. Op 2 bedrijven uit de categorie melkveehouderij op rivierleij wordt de streefwaarde overschreden. Op de akkerbouwbedrijven liggen de gehalten in slechts 4% van de toplaagmonsters en in 10% van de monsters uit de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. De gehalten in de meeste monsters liggen op een niveau van 0,25-0,5 keer de streefwaarde. De spreiding tussen en binnen de bedrijven is gering. De gemeten cadmiumgehalten in de toplaag variëren van < 0,2 tot 1,65 mg kg⁻¹ (maximaal 2,7 keer de streefwaarde), in de diepere bodemlaag van < 0,2 tot 1,26 mg kg⁻¹ (maximaal 2,0 keer de streefwaarde).

Op de akkerbouwbedrijven wordt soms de LAC-sigitaalwaarde (1 mg kg⁻¹ voor bouwland) overschreden.



Figuur 3.14 Cadmiumgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.

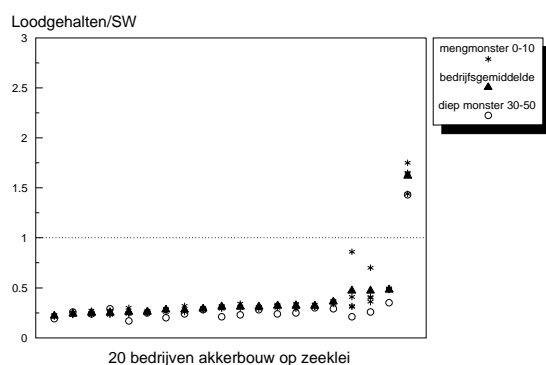


Figuur 3.15 Cadmiumgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

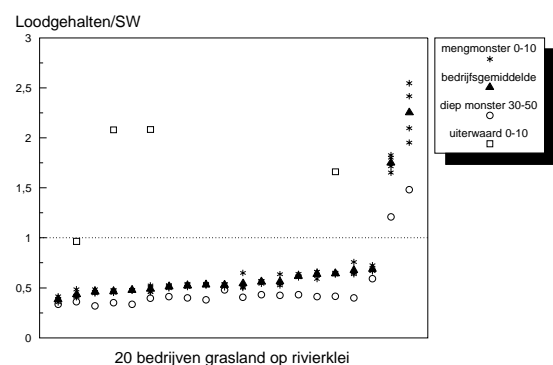
Op de melkveehouderijbedrijven komen hogere cadmiumgehalten voor, 34% van de toplaagmonsters en 10% van de diepere monsters bevatten gehalten die de streefwaarde overschrijden. De gehalten variëren van 0,33 tot 2,98 mg kg⁻¹ in de toplaag (maximaal 4,6 keer de streefwaarde) en van 0,54 tot 1,20 mg kg⁻¹ in de laag 30-50 cm-mv (maximaal 2,2 keer de streefwaarde). In de monsters afkomstig van de uiterwaarden worden cadmiumgehalten gemeten van ten hoogste 3,33 mg kg⁻¹ (4,2 keer de streefwaarde).

Lood

De relatieve loodgehalten op de akkerbouw en melkveehouderijbedrijven worden weergegeven in de Figuren 3.16 en 3.17. De gehalten in de mengmonsters afkomstig van de akkerbouwbedrijven liggen in 95% van de monsters beneden de streefwaarde. Slechts op één lokatie wordt de streefwaarde overschreden. De spreiding is gering, zowel tussen als binnen de bedrijven. De absolute loodgehalten in de toplaagmonsters variëren van 14,3 tot 131,3 mg kg⁻¹ (maximaal 1,8 keer de streefwaarde), in de diepe monsters van 10,2 tot 110,1 mg kg⁻¹ (maximaal 1,4 keer de streefwaarde).



Figuur 3.16 Loodgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.



Figuur 3.17 Loodgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

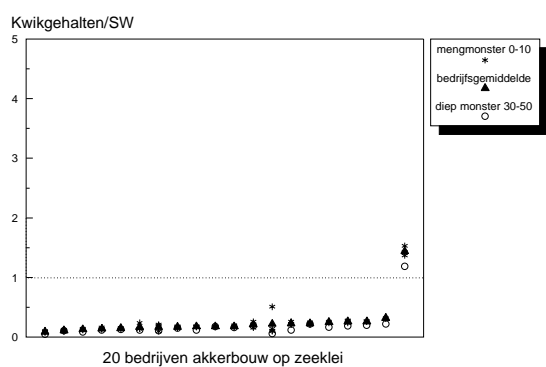
Op de melkveehouderijlocaties is het verschil in gehalten tussen de toplaag en de diepere bodemlaag duidelijker waarneembaar. Er worden hogere relatieve gehalten aangetroffen dan op de akkerbouwbedrijven, 10% van de toplaagmonsters en 10% van de diepe monsters bevatten gehalten boven de streefwaarde. Op 2 lokaties wordt de streefwaarde in de toplaag van de bodem overschreden, met maximaal een factor 2,6. De absolute loodgehalten in de monsters afkomstig van de toplaag liggen tussen 25,3 en 187,4 mg kg⁻¹; in de monsters afkomstig van de laag 30-50 cm-mv tussen 22,6 en 97,2 mg kg⁻¹ (maxi-

maal 1,5 keer de streefwaarde). In de uiterwaardmonsters worden loodgehalten gemeten van maximaal 188,2 mg kg⁻¹ (2,1 keer de streefwaarde). De LAC-signaalwaarde wordt nagenoeg niet overschreden.

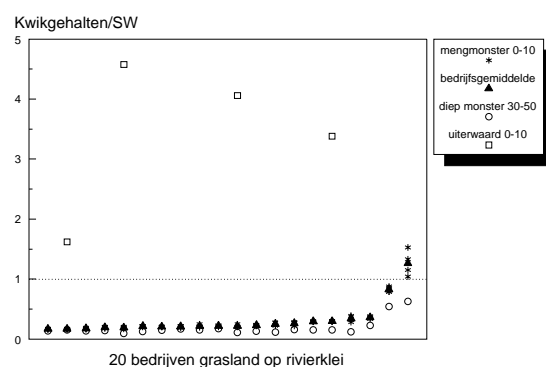
Kwik

In de *Figuren 3.18* en *3.19* staan de kwikgehalten op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven ten opzichte van de streefwaarde uitgezet. Op de akkerbouwbedrijven wordt de streefwaarde op één lokatie in alle monsters overschreden, driekwart van de gehalten ligt beneden het niveau van 0,25 keer de streefwaarde. De gemeten gehalten in de monsters van de toplaag variëren van 0,02 tot 0,43 mg kg⁻¹ (maximaal 1,5 keer de streefwaarde), in de diepere bodemlaag van 0,02 tot 0,34 mg kg⁻¹ (maximaal 1,2 keer de streefwaarde).

Op de melkveehouderijbedrijven wordt op één bedrijf overschrijdingen van de streefwaarde in de toplaag van de bodem waargenomen, met maximaal een factor 1,5. In 95% van de monsters worden gehalten beneden de streefwaarde aangetroffen. De gehalten in de diepe monsters blijven ruim onder de streefwaarde, de gehalten liggen tussen 0,04 en 0,63 mg kg⁻¹. De gemeten gehalten in de monsters van 0 tot 10 cm-mv liggen tussen 0,05 en 0,41 mg kg⁻¹. In de uiterwaardmonsters worden kwikgehalten gemeten tussen 0,04 en 1,45 mg kg⁻¹ (maximaal 4,6 keer de streefwaarde). De LAC-signaalwaarde wordt nergens overschreden.



Figuur 3.18 Kwikgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.



Figuur 3.19 Kwikgehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

3.2.3 Variatie in de relatieve gehalten

Om de mate van variatie van de relatieve gehalten (ten opzichte van de streefwaarde) binnen de categorieën akkerbouw op zeelei en melkveehouderij op rivierlei te kunnen vergelijken is de standaardafwijking van de lokatiegemiddelde relatieve gehalten berekend.

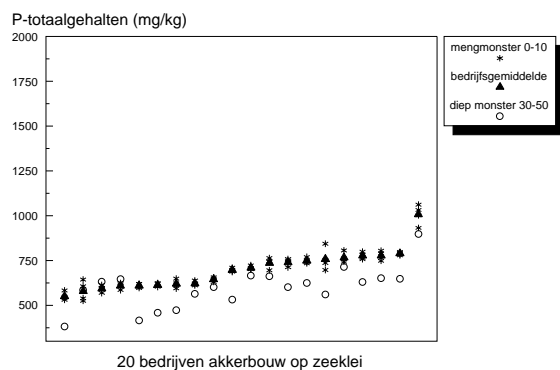
Tabel 3.4 De gemiddelde relatieve metaalgehalten, de standaardafwijking van de lokatiegemiddelden en de gemiddelde standaardafwijking van de vier mengmonsters per lokatie voor 20 akkerbouw- en 20 melkveehouderijlokaties.

	Zink		Koper		Chroom		Cadmium		Lood		Kwik	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
gem. relatief metaalgehalte	0,67	1,02	0,53	0,78	0,66	0,70	0,65	1,13	0,38	0,69	0,25	0,31
standaardafw. Tussen lokaties	0,59	0,82	0,29	0,18	0,10	0,06	0,41	0,83	0,30	0,46	0,28	0,26
Standaardafw. Binnen lokatie	0,02	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	0,13	0,11	0,04	0,04	0,03	0,03

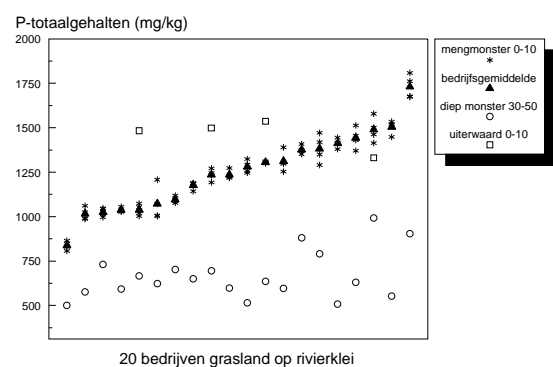
Om de spreiding binnen een lokatie vast te stellen is de standaardafwijking berekend voor de vier mengmonsters per lokatie. Vervolgens is het gemiddelde van deze standaardafwijkingen op lokatieniveau berekend. De resultaten gelden alleen voor de laag van 0-10 cm-mv en staan vermeld in *Tabel 3.4*. Voor zowel de akkerbouw- als de melkveehouderijbedrijven geldt dat de spreiding in de relatieve gehalten tussen lokaties groter is dan de spreiding binnen de lokaties. Dit is het duidelijkst te zien voor zink op de akkerbouwlokaties: de standaardafwijking tussen lokaties is bijna 30 keer zo groot als binnen een lokatie. De variatie van de lokatiegemiddelde relatieve gehalten (standaardafwijking tussen bedrijven) is in beide categorieën voor chroom en koper het kleinst. Voor de overige metalen, behalve voor cadmium, vertonen de akkerbouwbedrijven een iets grotere spreiding tussen de lokaties dan de melkveehouderijbedrijven.

3.3 Fosfaat

In het LMB zijn per lokatie drie vormen van fosfaat gemeten, te weten Pw (met water extraheerbaar), P-AI (oplosbaar in een aluminium-oxalaatextract) en P-totaal. In de *Figuren 3.20* en *3.21* worden de totaal-fosfaatgehalten in de bodem van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven. De hogere fosfaatgehalten op de melkveehouderijlokaties (gemiddeld 1250,2 mg kg⁻¹) kunnen worden verklaard door het feit dat deze bedrijven een lagere fosfaatafvoer hebben dan de akkerbouwbedrijven en dus een hoger overschot (aanvoer is gelijk). Bovendien bevatten de melkveehouderijbedrijven meer ijzer in de toplaag van de bodem (33,2 g kg⁻¹, tegen 18,6 g kg⁻¹ op de akkerbouwbedrijven), waardoor deze gronden meer fosfaat kunnen vastleggen in de toplaag van de bodem. De bodemdeeltjes met een hoog ijzergehalte spelen een belangrijke rol in het fosfaatbindend vermogen van die grond.



Figuur 3.20 Totaal-P-gehalten in bodem; akkerbouwlokaties.



Figuur 3.21 Totaal-P-gehalten in bodem; melkveehouderijlokaties.

Landbouwkundig wordt de fosfaattoestand van grasland en bouwland gekarakteriseerd met respectievelijk het P-AI-getal en het Pw-getal. Deze fosfaattoestand betreft de laag van 0-5 cm-mv (grasland) en 0-20 à 0-25 cm-mv (bouwland). Aangezien de gras- en bouwland(maïs)percelen op de melkveehouderijlokaties niet apart bemonsterd zijn en bovendien betrekking hebben op de laag 0-10 cm-mv kan een vergelijking met een landbouwkundige waardering alleen indicatief zijn.

De Pw-toestand van de mengmonsters per categorie is weergegeven in *Tabel 3.5*. De in dit onderzoek bemonsterde laag (0-10 cm-mv) is kleiner dan de laag waarop de waardering wordt gebaseerd. Er is een duidelijk verschil tussen de categorieën: In de categorie akkerbouw op zeelei heeft bijna de helft van de monsters een Pw-getal 'ruim voldoende'. In de categorie melkveehouderij op rivierklei liggen de meeste monsters (46%) in de Pw-klasse 'voldoende'.

Tabel 3.5 Waardering van de gemeten Pw-getallen per categorie gebaseerd op de afzonderlijke mengmonsters (laag 0-10 cm-mv).

Pw-getal	Waardering	Akkerbouw		Melkveehouderij	
		aantal	%	Aantal	%
< 11	zeer laag	0	0	0	0
11-20	laag	0	0	5	6
21-30	voldoende	8	10	37	46
31-45	ruim voldoende	38	47,5	28	35
46-60	vrij hoog	24	30	6	8
> 60	hoog	10	12,5	4	5
	Totaal	80	100	80	100

In Tabel 3.6 staan de P-Al-cijfers van de mengmonsters per categorie weergegeven. De P-Al-waardering geldt voor grasland met een laagdikte van 0-5 cm-mv. Aangezien in dit onderzoek de laag van 0-10 cm-mv is bemonsterd, betekent dit dat het P-Al-cijfer lager uitvalt dan dat waarop de landbouwkundige waardering is gebaseerd: door de grotere laagdikte treedt waarschijnlijk verdunning op. Daardoor is te verklaren dat 64% van de mengmonsters afkomstig van de melkveehouderijbedrijven een P-Al getal heeft in de klasse ‘laag’ en ‘vrij laag’. Net als bij de Pw-cijfers geldt dat de categorie akkerbouw op zeeklei een veel groter aantal monsters in de klasse ‘ruim voldoende’ en ‘hoog’ heeft: 89% tegen 17% voor de categorie melkveehouderij op rivierklei.

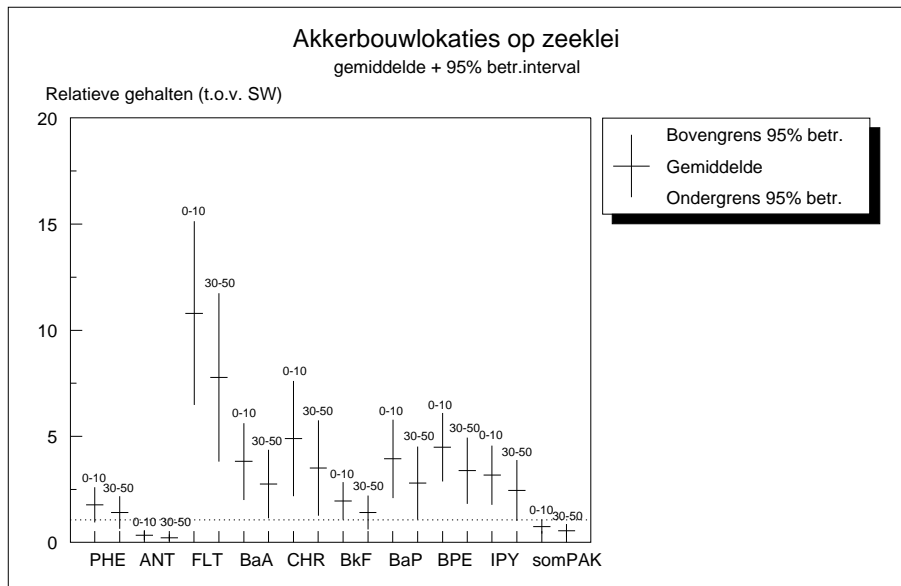
Tabel 3.6 Waardering van de gemeten P-Al-getallen per categorie gebaseerd op de afzonderlijke mengmonsters (laag 0-10 cm-mv).

P-Al-getal	Waardering	Akkerbouw		Melkveehouderij	
		aantal	%	Aantal	%
< 18	laag	0	0	5	6
18-30	vrij laag	0	0	47	58
31-40	voldoende	9	11	15	19
41-55	ruim voldoende	56	70	11	14
> 55	hoog	15	19	2	3
	Totaal	80	100	80	100

3.4 Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)

3.4.1 Gemiddelde gehalten per categorie

In *Figuur 3.22* worden de gehalten aan de diverse PAK en tevens de som-PAK op de akkerbouwbedrijven op zeelei, ten opzichte van de streefwaarde weergegeven. In deze figuur is het gemiddelde relatieve PAK-gehalte van alle akkerbouwbedrijven te zien, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

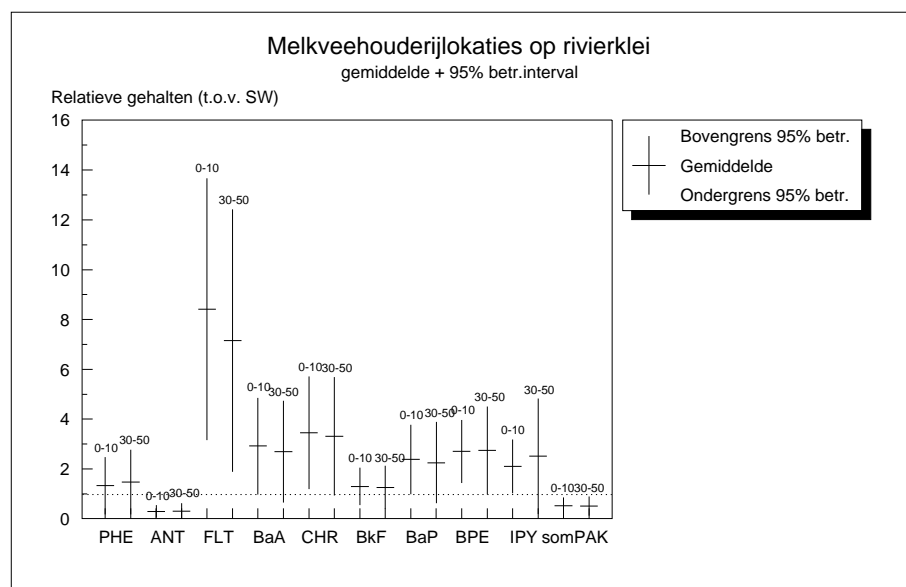


Figuur 3.22 De gemiddelde gehalten aan diverse PAK ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, op de akkerbouwbedrijven op zeelei (PHE=fenanthreen, ANT=anthraceen, FLT=fluorantheen, BaA=benzo(a)anthraceen, CHR=chryseen, BkF=benzo(k)fluorantheen, BaP=benzo(a)pyreen, BPE=benzo(ghi)peryleen, IPY=indeno(123cd)pyreen).

Uit de figuur blijkt dat de betrouwbaarheidsintervallen van de meeste PAK (behalve van fenanthreen en anthraceen) voor de laag 0-10 cm-mv geheel boven de streefwaarde liggen. Fluorantheen geeft de hoogste gemiddelde relatieve gehalten te zien, nl. 10,8 (0-10 cm-mv) en 7,8 (30-50 cm-mv) en heeft tevens de grootste betrouwbaarheidsintervallen; de spreiding tussen de bedrijven is hier het grootst. De streefwaarde voor fluorantheen en benzo(ghi)peryleen wordt in alle toplaagmonsters overschreden, voor chryseen, indeno(123cd)-pyreen, benzo(a)pyreen en benzo(a)anthraceen in respectievelijk 99, 92, 92 en 98% van het aantal toplaagmonsters. De som-PAK gehalten overschrijden in 17,7% van de monsters de streefwaarde. In de laag 30-50 cm-mv (20 monsters) wordt de streefwaarde voor alle PAK in meerdere monsters overschreden.

In *Figuur 3.23* worden de resultaten weergegeven van de gehalten aan de diverse PAK en tevens de som-PAK op de melkveehouderijbedrijven op rivierklei, ten opzichte van de streefwaarde. In deze figuur is het gemiddelde relatieve PAK-gehalte van alle melkveehouderijbedrijven te zien, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval. De betrouwbaarheidsintervallen van fluorantheen, chryseen, benzo(ghi)peryleen en indeno(123cd)pyreen in de laag 0-10 cm-mv liggen geheel boven de streefwaarde. Ook hier geldt dat voor fluorantheen de hoogste gemiddelde relatieve gehalten gemeten worden, nl. 8,4 in de laag 0-10 cm-mv en 7,2 in de laag 30-50 cm-mv en dat deze PAK tevens de grootste betrouwbaarheidsintervallen heeft. De streefwaarde voor fluorantheen wordt in alle toplaagmonsters (hoogste overschrijding een factor 69,9) en in alle diepe monsters overschreden (hoogste overschrijding

ding een factor 35,5). De streefwaarde voor chryseen en benzo(ghi)peryleen wordt in respectievelijk 97,3 en 93,8% van de toplaagmonsters overschreden. Ook benzo(a)antraceen en indeno(123cd)pyreen geven overschrijdingen in het grootste gedeelte van de mengmonsters te zien, nl. in respectievelijk 76,3 en 75% van de toplaagmonsters. De streefwaarde voor de som-PAK wordt in slechts 10% van de monsters overschreden. In de laag 30-50 cm-mv wordt de streefwaarde voor alle PAK in meerdere monsters overschreden.



Figuur 3.23 De gemiddelde gehalten aan diverse PAK ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, op de melkveehouderijbedrijven op rivierklei (PHE=fenanthreen, ANT=anthraceen, FLT=fluorantheen, BaA=benzo(a)-antraceen, CHR=chryseen, BkF=benzo(k)fluorantheen, BaP=benzo(a)pyreen, BPE=benzo(ghi)peryleen, IPY=indeno(123cd)pyreen).

In Tabel 3.7 staat de verdeling van de relatieve gehalten aan de vijf meest voorkomende PAK op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven (uitgedrukt in het percentage van het aantal monsters).

Tabel 3.7 Gehalten aan de PAK fluorantheen, chryseen, indeno(123cd)pyreen, benzo(a)pyreen en benzo(a)antraceen in de toplaag van de bodem (0-10 cm-mv) ten opzichte van de streefwaarde, gegeven in % van het aantal monsters op de akkerbouw- (79 monsters) en melkveehouderijlokaties (80 monsters).

Gehalte/SW	Fluorantheen		Chryseen		Indeno(123cd)pyreen		Benzo(a)pyreen		Benzo(a)antraceen	
	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,5	0	0	0	1,3	1,3	3,8	3,8	1,3	0	1,3
0,5-0,75	0	0	0	0	1,3	3,8	0	7,5	0	3,8
0,75-1	0	0	1,3	3,8	5,1	17,5	3,8	18,8	2,5	18,8
1-10	65,8	86,3	89,9	85,0	87,3	73,8	84,8	66,3	88,6	68,8
10-25	25,3	6,3	5,1	8,8	5,1	1,3	7,6	5,0	8,9	7,5
>25	8,9	7,5	3,8	1,3	0	0	0	0	0	0

De PAK-gehalten liggen in het grootste deel van de mengmonsters (bijna 80%) op een niveau van 1 tot 10 keer de streefwaarde. Over het algemeen worden op de akkerbouwlokaties hogere overschrijdingen waargenomen dan op de melkveehouderijlokaties. Dit houdt mogelijk verband met het feit dat

de akkerbouwbedrijven voor een groot deel gelegen zijn in het westen en zuidwesten van Nederland, waar een hogere PAK-depositie wordt gemeten.

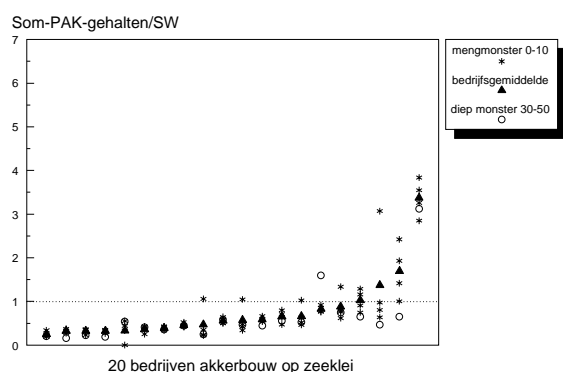
In *Tabel 3.8* staat de verdeling weergegeven van de relatieve gehalten van de vijf meest voorkomende PAK op de akkerbouw- en melkveehouderijlokaties in de diepere bodemlaag (30-50 cm-mv), uitgedrukt in het percentage van het aantal monsters. Bijna tweederde van de monsters bevat gehalten op een niveau van 1 tot 10 keer de streefwaarde. Op de akkerbouwlokaties worden over het algemeen in meer monsters overschrijdingen van de streefwaarde gemeten dan op de melkveehouderijlokaties, maar op de melkveehouderijbedrijven worden hogere gehalten aangetroffen (maximaal 35,5 keer de streefwaarde voor fluorantheen).

Tabel 3.8 Gehalten aan de PAK fluorantheen, chryseen, indeno(123cd)pyreen, benzo(a)pyreen en benzo(a)anthraceen in de diepere laag van de bodem (30-50 cm-mv) ten opzichte van de streefwaarde, gegeven in % van het aantal monsters op de akkerbouw- (20 monsters) en melkveehouderijlokaties (20 monsters).

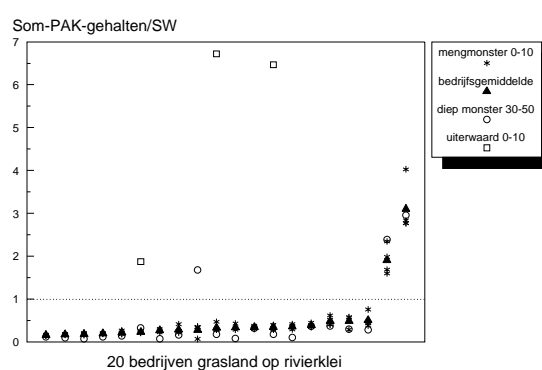
gehalte/SW	Fluorantheen		Chryseen		Indeno(123cd)pyreen		Benzo(a)pyreen		Benzo(a)anthraceen	
	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,5	0	5	0	5	0	30	5	25	0	15
0,5-0,75	0	0	0	10	0	10	0	15	5	25
0,75-1	0	5	5	20	25	10	20	15	10	15
1-10	85	75	90	50	70	45	70	40	80	35
10-25	10	0	5	15	5	5	5	5	5	10
>25	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0

3.4.2 Som-PAK-gehalten

De som-PAK-streefwaarde is gedefinieerd voor 10 PAK, waaronder ook naftaleen dat in het LMB niet wordt gemeten. Vanwege de vluchtigheid van naftaleen is het niet te verwachten dat deze PAK de som-PAK-waarde veel hoger zal doen uitkomen. In de *Figuren 3.24* en *3.25* worden de relatieve gehalten aan de som-PAK op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven.



Figuur 3.24 Som-PAK-gehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW; akkerbouwlokaties).



Figuur 3.25 Som-PAK-gehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijlokaties.

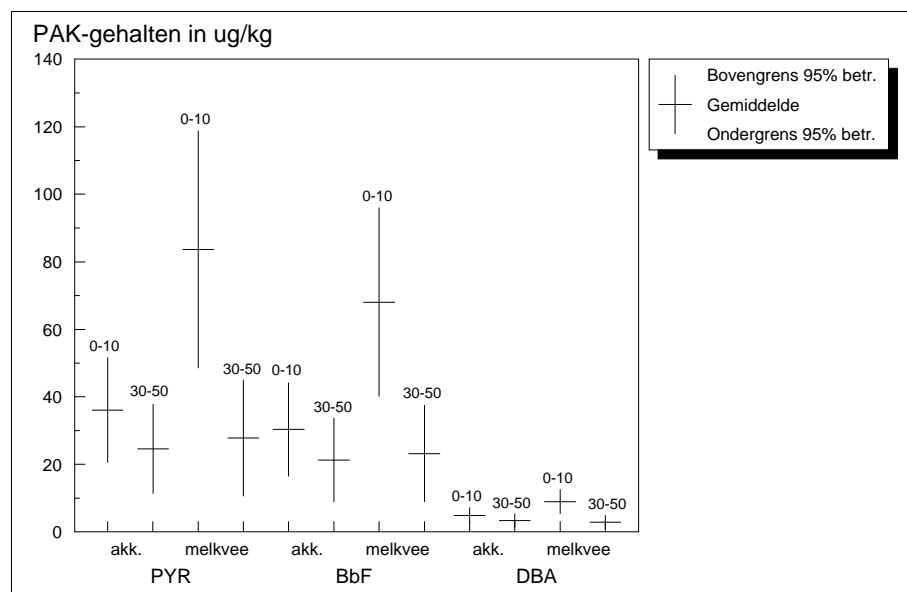
Op de akkerbouwbedrijven wordt de streefwaarde in 17,7% van de mengmonsters overschreden, met maximaal een factor 3,8. De absolute gehalten aan de som-PAK op deze bedrijven variëren van 45,4 tot 1074,5 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in de monsters van de laag 0-10 cm-mv en van 34,1 tot 811,5 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in de monsters van de laag 30-50 cm-mv (maximaal 3,1 keer de streefwaarde). Op de melkveehouderijbedrijven wordt in de toplaag (0-10 cm-mv) de streefwaarde in acht monsters overschreden (met maximaal een

factor 4,0), de absolute gehalten aan de som-PAK liggen tussen 82,6 en 1892,7 $\mu\text{g kg}^{-1}$. In de diepere bodemlaag wordt de streefwaarde in 3 monsters overschreden, met maximaal een factor 3,0. De absolute gehalten liggen tussen 18,0 en 837,0 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

Op de uiterwaardpercelen op rivierklei worden soms zeer hoge PAK-gehalten aangetroffen. De streefwaarde van de som-PAK-gehalten wordt overschreden met maximaal een factor 6,7. Op één bedrijf wordt een fluorantheengehalte gemeten van 107 keer de streefwaarde.

3.4.3 PAK waarvoor geen streefwaarden gedefinieerd zijn

Voor de in de monsters gemeten PAK-verbindingen acenafteen, pyreen, fluoreen, benzo(b)fluorantheen en dibenzo(ah)anthraceen zijn geen streefwaarden vastgesteld. Wel zijn vergelijkingen met eerdere onderzoeken mogelijk. Ook is naftaleen gemeten; hier is wel een streefwaarde voor vastgesteld, echter in geen van de monsters afkomstig van de akkerbouwbedrijven op zeelei zijn gehalten aangetoond boven de onderste analysegrens. In de categorie melkveehouderij op rivierklei zijn op twee bedrijven in alle top laagmonsters naftaleengehalten aangetroffen die de streefwaarde overschrijden met maximaal een factor 21,5. In de diepere bodemlaag wordt op één bedrijf de streefwaarde overschreden (met een factor 22,5). De andere waarnemingen liggen onder de onderste analysegrens. Op de uiterwaardpercelen bedraagt de overschrijding van de streefwaarde voor naftaleen maximaal een factor 23,6. Op de akkerbouwbedrijven liggen de naftaleen en acenafteengehalten in alle monsters beneden de onderste analysegrens en voor fluoreen geldt dit in 81% van de top laagmonsters en in 95% van de diepe monsters. Op de melkveehouderijbedrijven liggen de naftaleen-, acenafteen- en fluoreengehalten in respectievelijk 90, 99 en 90% van de top laagmonsters en in respectievelijk 95, 100 en 95% van de diepe monsters beneden de onderste analysegrens. In *Figuur 3.26* worden de gemiddelde gehalten aan pyreen, benzo(b)fluorantheen en dibenzo(ah)anthraceen op de akkerbouw en melkveehouderijbedrijven weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat pyreen en benzo(b)fluorantheen grote betrouwbaarheidsintervallen te zien geven in de top laag van de melkveehouderijbedrijven. De gehalten in de monsters afkomstig van beide categorieën liggen in dezelfde orde van grootte als de gehalten welke in voorgaande LMB-meetjaren zijn gevonden (Groot *et al.*, 1996, 1997 en 1998).



Figuur 3.26 De gemiddelde gehalten met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de PAK waarvoor geen streefwaarden gedefinieerd zijn, op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven (0-10 en 30-50 cm-mv) (PYR=pyreen, BbF=benzo(b)fluorantheen, DBA=dibenzo(a)anthraceen).

3.4.4 Variatie in de relatieve gehalten

Om de mate van variatie van de relatieve PAK-gehalten (ten opzichte van de streefwaarde) binnen de categorieën akkerbouw op zeelei en melkveehouderij op rivierklei te kunnen vergelijken is de standaardafwijking van de lokatiegemiddelde relatieve gehalten berekend. Hierbij is alleen de laag van 0-10 cm-mv in beschouwing genomen, aangezien de monsters van de diepere bodemlaag slechts in enkelvoud zijn genomen. Om de spreiding binnen een lokatie vast te stellen is de standaardafwijking berekend voor de vier mengmonsters per lokatie. Vervolgens is het gemiddelde van deze standaardafwijkingen op lokatieniveau berekend. De resultaten staan vermeld in Tabel 3.9a en 3.9b.

Tabel 3.9a De gemiddelde relatieve gehalten aan fenanthreen, anthraceen, fluorantheen, benzo(a)anthraceen en chryseen, de standaardafwijking van de bedrijfsgemiddelden en de gemiddelde standaardafwijking van de vier mengmonsters per lokatie voor 20 akkerbouw- en 20 melkveehouderijbedrijven

	Fenanthreen		Anthraceen		Fluorantheen		Benzo(a)-anthraceen		Chryseen	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
Gemiddeld relatief PAK-gehalte	1,77	1,33	0,34	0,29	10,80	8,41	3,82	2,92	4,89	3,45
Standaardafwijking tussen bedrijven	1,77	2,46	0,50	0,55	9,24	11,21	3,87	4,14	5,81	4,83
Standaardafwijking binnen een bedrijf (gemiddeld op basis van 4 mengmonsters)	0,58	0,25	0,15	0,09	3,76	1,81	1,31	0,64	1,55	0,60

Tabel 3.9b De gemiddelde relatieve gehalten aan benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen en indeno(123cd)pyreen, de standaardafwijking van de bedrijfsgemiddelden en de gemiddelde standaardafwijking van de vier mengmonsters per lokatie voor 20 akkerbouw- en 20 melkveehouderijbedrijven.

	Benzo(k)-fluorantheen		Benzo(a)-pyreen		Benzo(ghi)-Peryleen		Indeno(123cd)-pyreen		Totaal-PAK	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
Gemiddeld relatief PAK-gehalte	1,95	1,30	3,94	2,38	4,48	2,71	3,17	2,11	0,75	0,53
Standaardafwijking tussen bedrijven	1,88	1,61	3,96	2,97	3,45	2,70	2,98	2,30	0,71	0,71
Standaardafwijking binnen een bedrijf (gemiddeld op basis van 4 mengmonsters)	0,54	0,26	1,21	0,51	1,02	0,54	1,11	0,47	0,22	0,10

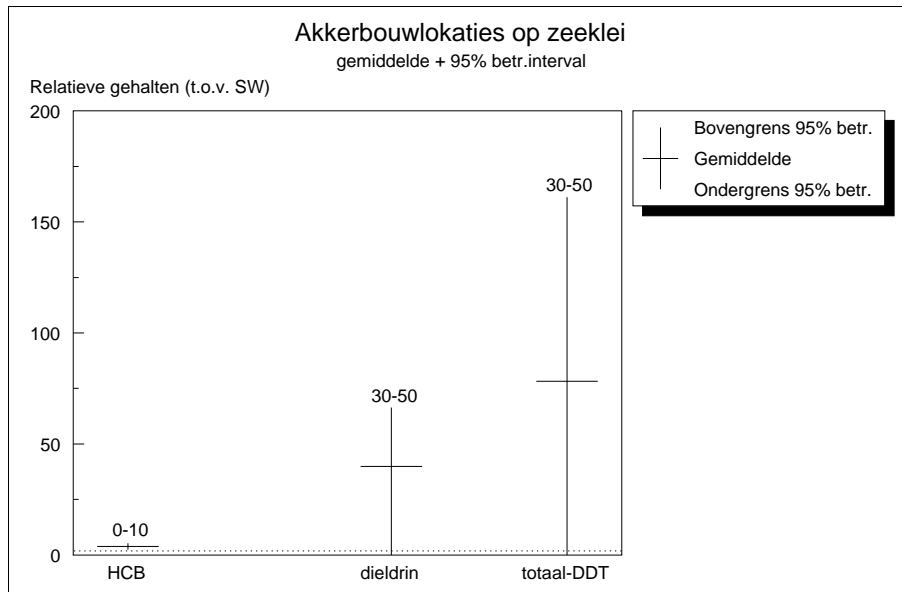
Voor zowel de akkerbouw- als de melkveehouderijbedrijven geldt dat de spreiding in de relatieve gehalten tussen de lokaties groter is dan de spreiding binnen de lokaties. Op de akkerbouwbedrijven worden voor alle PAK hogere gemiddelde relatieve gehalten aangetroffen dan op de melkveehouderijbedrijven.

3.5 Organochloorbestrijdingsmiddelen

3.5.1 Gemiddelde gehalten per categorie

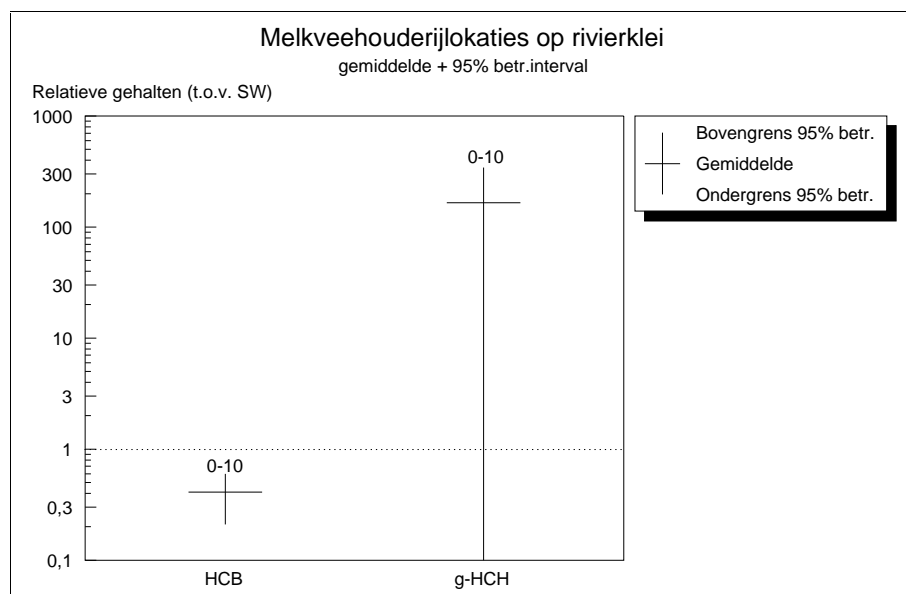
Op de akkerbouwbedrijven wordt van de onderzochte organochloorverbindingen in de laag van 0-10 cm-mv α - en β -HCH, α - en β -endosulfan en endrin niet aangetroffen in gehalten boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$. In de diepere bodemlaag van 30-50 cm-mv geldt dit voor α - en β -HCH, α - en β -endosulfan, aldrin en endrin. Bovendien zijn de stoffen waarvan meer dan de helft van de monsters gehalten beneden de onderste analysegrens vertoont niet in een figuur opgenomen. Dit geldt voor γ -HCH (lindaan), heptachloor, aldrin, b-heptachloorepoxide en dieldrin in de toplaag en voor γ -HCH (lindaan), heptachloor, aldrin en b-heptachloorepoxide in de diepere bodemlaag. De gehalten aan de overige verbindingen (inclusief de som-DDT, bestaande uit p,p'-DDE, p,p'-TDE, o,p'-DDT en p,p'-DDT), ten opzichte van de streefwaarde, worden weergegeven in *Figuur 3.27*, behalve δ -HCH, waarvoor geen streefwaarde gedefinieerd is en dat bovendien in geen van de monsters gehalten boven de onderste analysegrens vertoont.

In de figuur is het gemiddelde relatieve gehalte aan de organochloorverbindingen van alle akkerbouwbedrijven te zien (welke in meer dan 50% van de monsters gehalten boven de onderste analysegrens vertonen), met het 95%-betrouwbaarheidsinterval. In de toplaag geeft alleen HCB in meer dan de helft van het aantal monsters gehalten boven de onderste analysegrens te zien en in de diepere bodemlaag geldt dit alleen voor dieldrin en som-DDT. Som-DDT geeft het grootste betrouwbaarheidsinterval te zien. De streefwaarde wordt in alle monsters overschreden. Dit geldt eveneens voor dieldrin. De streefwaarde voor HCB wordt in 54 van de 80 toplaagmonsters overschreden, maximaal met een factor 12,4.



Figuur 3.27 De gemiddelde gehalten aan diverse organochloorverbindingen ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, op de akkerbouwlokaties in de toplaag (0-10 cm-mv) en de diepere bodemlaag (30-50 cm-mv) (HCB=hexachloorbenzeen).

In *Figuur 3.28* worden de gemiddelde gehalten aan de organochloorverbindingen (ten opzichte van de streefwaarde) op de melkveehouderijbedrijven weergegeven, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Van alle onderzochte stoffen in de toplaag worden α -HCH, β -HCH, heptachloor, aldrin, b-heptachloorepoxide en α - en β -endosulfan niet aangetroffen in gehalten boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$. In de monsters van de diepere bodemlaag komen de stoffen α -HCH, β -HCH, heptachloor, aldrin, dieldrin, b-heptachloorepoxide, β -endosulfan en endrin in geen enkel monster voor in gehalten boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$. Deze stoffen staan dan ook niet in de figuur weergegeven. Verder zijn de stoffen waarvan meer dan de helft van de monsters gehalten beneden de onderste analysegrens vertoont, eveneens niet in de figuur opgenomen. Dit geldt voor dieldrin, endrin en de som-DDT in de toplaag en voor HCB, γ -HCH, α -endosulfan en de som-DDT in de laag van 30-50 cm-mv. Van geen enkele organochloorverbinding vertoont meer dan de helft van de monsters afkomstig van de diepere bodemlaag gehalten boven de onderste analysegrens. In de monsters afkomstig van de uiterwaarden komt op één bedrijf β -HCH en γ -HCH voor (maximaal 216 keer de streefwaarde voor lindaan), op twee bedrijven β -endosulfan, op drie bedrijven α - en β -endosulfan en op alle bedrijven HCB en DDT. In de figuur worden alleen de betrouwbaarheidsintervallen van HCB en γ -HCH in de toplaag weergegeven, omdat deze stoffen in meer dan de helft van de monsters voorkomen in gehalten boven de onderste analysegrens. Het hele betrouwbaarheidsinterval voor HCB ligt onder de streefwaarde. In 10% van de monsters worden gehalten gevonden die de streefwaarde overschrijden. De streefwaarde voor γ -HCH wordt in alle monsters overschreden, maximaal met een factor 2108,3.



Figuur 3.28 De gemiddelde gehalten aan diverse organochloorverbindingen ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, op de melkveehouderijlokaties in de toplaag (0-10 cm-mv) (HCB=hexachloorbenzeen, g-HCH= γ -hexachloorcyclohexaan).

In Tabel 3.10a staat de verdeling van de relatieve gehalten van de vier meest voorkomende organochloorverbindingen op de akkerbouw- en melkveehouderijlokaties weergegeven (uitgedrukt in het percentage van het aantal toplaagmonsters (80 per categorie). Op de akkerbouwbedrijven komen wat hogere overschrijdingen van de streefwaarde voor dan op de melkveehouderijbedrijven, met name voor lindaan waarvan op de akkerbouwbedrijven overschrijdingen van meer dan 2200 keer de streefwaarde voorkomen.

Tabel 3.10a Gehalten aan HCB, γ -HCH (lindaan), dieldrin en som-DDT (p,p'-DDE, p,p'-TDE, o,p'-DDT en p,p'-DDT) ten opzichte van de streefwaarden, gegeven in % van het aantal monsters (0-10 cm-mv).

gehalte/SW	HCB		γ -HCH		Dieldrin		Som-DDT	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,5	25,0	72,5	0	0	0	33,8	0	0
0,5-1	7,5	17,5	0	0	0	58,8	5,0	20,0
1-10	65,0	10,0	0	37,5	55,0	7,5	37,5	52,5
10-50	2,5	0	80,0	37,5	15,0	0	30,0	23,8
50-100	0	0	11,3	5,0	10,0	0	15,0	2,5
> 100	0	0	8,8	20,0	20,0	0	12,5	1,3

In Tabel 3.10b staat de verdeling van de relatieve gehalten van de vier meest voorkomende organochloorverbindingen in de laag van 30-50 cm-mv weergegeven, uitgedrukt in het percentage van het aantal monsters (20 per categorie). Ook in de diepere bodemlaag komen op de akkerbouwbedrijven over het algemeen hogere relatieve gehalten voor dan op de melkveehouderijbedrijven.

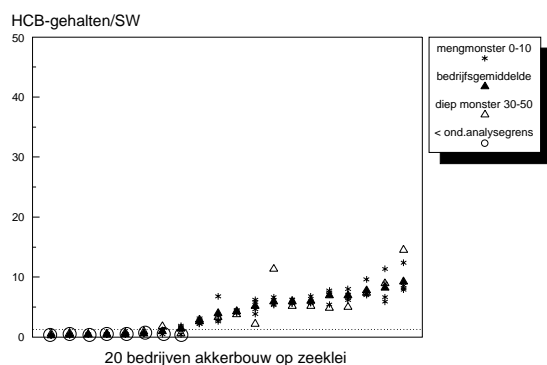
Tabel 3.10b Gehalten aan HCB, γ -HCH (lindaan), dieldrin en som-DDT (*p,p'*-DDE, *p,p'*-TDE, *o,p'*-DDT en *p,p'*-DDT) ten opzichte van de streefwaarden, gegeven in % van het aantal monsters (30-50 cm-mv).

gehalte/SW	HCB		γ -HCH		Dieldrin		Som-DDT	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,5	5,0	65,0	0	0	0	0	0	0
0,5-1	30,0	20,0	0	0	0	5,0	0	0
1-10	55,0	15,0	0	5,0	55,0	95,0	45,0	75,0
10-50	10,0	0	85,0	85,0	20,0	0	25,0	25,0
50-100	0	0	10,0	5,0	5,0	0	15,0	0
> 100	0	0	5,0	5,0	20,0	0	15,0	0

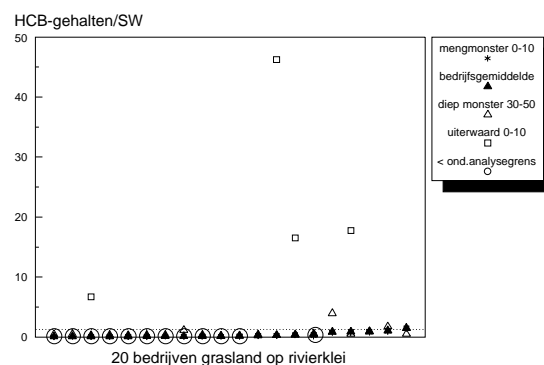
3.5.2 Gehalten per lokatie

Hexachloorbenzeen (HCB)

In de Figuren 3.29 en 3.30 worden de relatieve hexachloorbenzeengehalten in de monsters afkomstig van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven. De monsters welke gehalten onder de onderste analysegrens bevatten zijn in de figuren omcirkeld. Op de akkerbouwbedrijven liggen de HCB-gehalten in 32,5% van de toplaagmonsters en in 35% van de diepe monsters beneden de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$, de overige gehalten liggen tussen $0,52$ en $13,02 \mu\text{g kg}^{-1}$ (toplaag, hoogste overschrijding een factor 12,4) en tussen $0,91$ en $13,43 \mu\text{g kg}^{-1}$ (diepere bodemlaag, waarbij de hoogste overschrijding van de streefwaarde een factor 14,5 bedraagt). Ruim tweederde van de toplaagmonsters bevat HCB-gehalten boven de streefwaarde. De spreiding binnen de bedrijven is vrij groot.



Figuur 3.29 HCB-gehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.

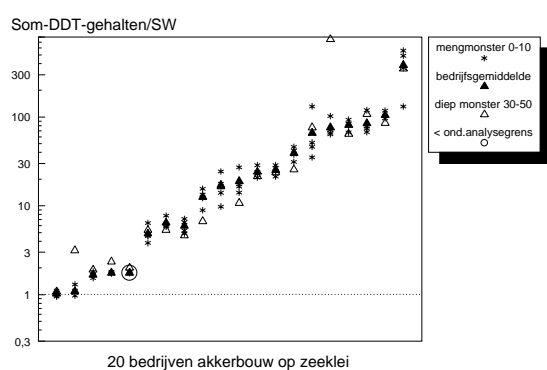


Figuur 3.30 HCB-gehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

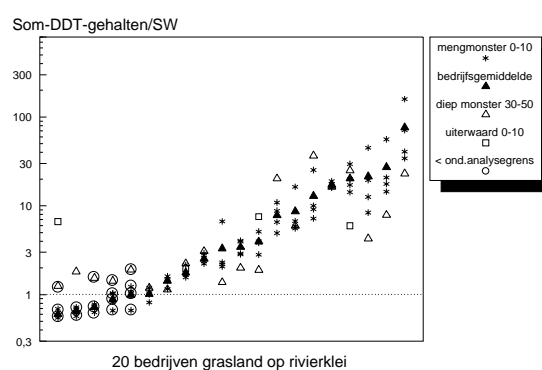
Op de melkveehouderijbedrijven liggen de HCB-gehalten in bijna alle toplaagmonsters (90%) beneden de streefwaarde, 40% ligt beneden de onderste analysegrens. De HCB-gehalten boven de onderste analysegrens liggen tussen $0,51$ en $2,30 \mu\text{g kg}^{-1}$. In de laag van 30-50 cm-mv liggen de gehalten, op 3 monsters na, alle beneden de streefwaarde en ligt driekwart beneden de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$. De absolute gehalten variëren van $< 0,5$ tot $2,08 \mu\text{g kg}^{-1}$ (max. 4,0 keer de streefwaarde). De spreiding binnen de bedrijven is gering.

Som-DDT

In de *Figuren 3.31* en *3.32* staan de som-DDT-gehalten ten opzichte van de streefwaarde weergegeven op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven, welke bestaan uit de som van de relatieve p,p'-DDE-, p,p'-TDE-, o,p'-DDT- en p,p'-DDT-gehalten. De monsters welke gehalten onder de onderste analysegrens bevatten zijn omcirkeld. Op de akkerbouwbedrijven liggen de gehalten aan de som van de DDT-verbindingen in de helft van de onderzochte monsters, inclusief die van de diepere bodemlaag, boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$. De som-DDT-gehalten in de toplaag liggen in bijna alle monsters (ruim 96%) boven de streefwaarde, waarbij in meer dan een kwart van het aantal monsters gehalten zijn aangetroffen die de streefwaarde meer dan 50 keer overschrijden. De absolute gehalten liggen tussen <2 ($4\times$ de onderste analysegrens) en $279,9 \mu\text{g kg}^{-1}$ (maximaal $559,8$ keer de streefwaarde). De gehalten in de diepere bodemlaag liggen tussen <2 en $337,8 \mu\text{g kg}^{-1}$ (maximale overschrijding $750,7$ keer de streefwaarde).



Figuur 3.31 Totaal-DDT-gehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); akkerbouwbedrijven.



Figuur 3.32 Totaal-DDT-gehalten in bodem ten opzichte van de streefwaarde (SW); melkveehouderijbedrijven.

Op de melkveehouderijbedrijven liggen de gehalten aan de som van p,p'-DDE, p,p'-TDE, o,p'-DDT en p,p'-DDT in 45% van de toplaagmonsters en in 24% van de diepe monsters boven de onderste analysegrens. In 64 van de 80 toplaagmonsters ligt het gehalte aan de som-DDT boven de streefwaarde, waarbij de maximale overschrijding een factor $158,8$ bedraagt ($226,3 \mu\text{g kg}^{-1}$). Dit betreft echter maar één uitschieter, de rest van de bedrijven bevat gehalten welke variëren van <2 tot $113,7 \mu\text{g kg}^{-1}$. In de diepere bodemlaag wordt de streefwaarde in alle monsters overschreden (maximaal met een factor $36,8$). De gehalten liggen tussen <2 en $45,1 \mu\text{g kg}^{-1}$. De interventiewaarde wordt nergens overschreden.

3.6 Triazines

Algemeen

Triazines behoren tot de onkruidbestrijdingsmiddelen (herbiciden). De triazines welke in de mengmonsters zijn onderzocht zijn atrazin met twee omzettingsproducten (desethyl-atrazin en desisopropyl-atrazin) en simazin. Alleen voor atrazin, welke stof in het onderzoek de meeste waarnemingen boven de onderste analysegrens te zien geeft, zijn streefwaarden opgegeven. Deze streefwaarden liggen vele malen lager dan de detectiegrens van de bepaling (welke $2 \mu\text{g kg}^{-1}$ bedraagt). Atrazin wordt momenteel voornamelijk toegepast in de snijmaïsteelt.

Resultaten

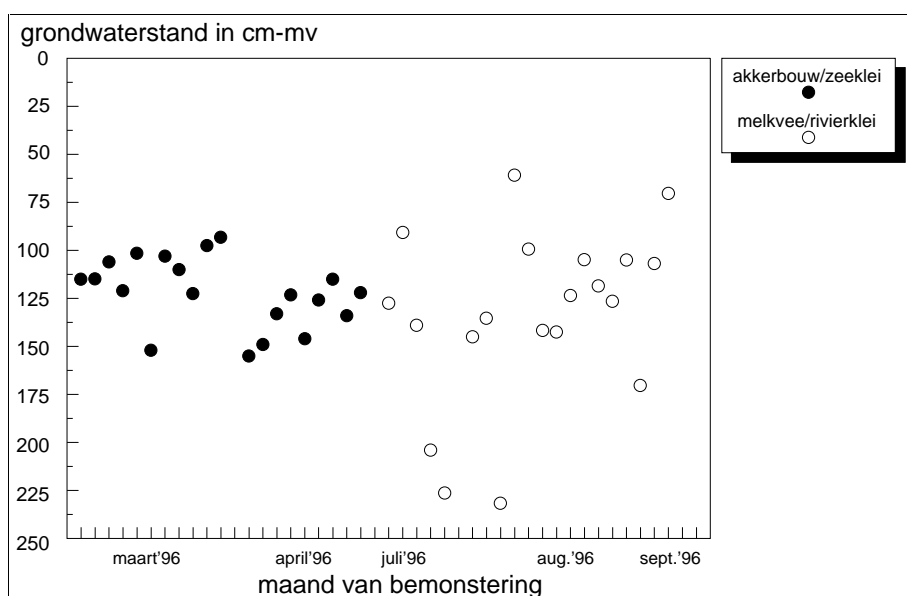
Op de akkerbouwbedrijven komt atrazin in 3 van de 80 monsters (van 0-10 cm-mv) voor in gehalten boven de onderste analysegrens van $2 \mu\text{g kg}^{-1}$. Aangezien de streefwaarde vele malen lager ligt dan de onderste analysegrens, nl. 0.005 keer het humusgehalte, wordt deze fors overschreden. De gevonden gehalten variëren van 2,1 tot $2,4 \mu\text{g kg}^{-1}$, waarbij de streefwaarde-overschrijding maximaal een factor 214,6 bedraagt. De stof desisopropyl-atrazin geeft in 2 van de 80 toplaagmonsters gehalten te zien boven de onderste analysegrens; simazin wordt in 6 toplaagmonsters en in 1 monster van de diepere bodemlaag aangetoond. Desethyl-atrazin wordt in geen van de monsters aangetroffen.

Op de melkveehouderijbedrijven geven 44 van de 80 toplaagmonsters atrazingehalten te zien boven de onderste analysegrens van $2 \mu\text{g kg}^{-1}$ en tevens boven de streefwaarde. De gehalten liggen tussen 2,5 en $86,0 \mu\text{g kg}^{-1}$ (maximaal 1453,4 keer de streefwaarde). In de diepere bodemlaag wordt in 4 van de 20 monsters atrazin aangetoond, het hoogste gehalte bedraagt $3,7 \mu\text{g kg}^{-1}$ (maximaal 339 keer de streefwaarde). In één van de monsters afkomstig van de uiterwaarden wordt atrazin aangetroffen ($43,5 \mu\text{g kg}^{-1}$, 1000 keer de streefwaarde). De stof desethyl-atrazin geeft in 30 van de 80 toplaagmonsters en in 1 van de 4 uiterwaardmonsters gehalten te zien boven de onderste analysegrens; desisopropyl-atrazin wordt in 13 toplaagmonsters en in 1 monster van de uiterwaarden aangetoond. Simazin wordt in geen van de monsters aangetroffen.

4 KWALITEIT VAN HET BOVENSTE GRONDWATER

4.1 Grondwaterstanden

Onder het ondiepe grondwater wordt de bovenste meter van het grondwater verstaan. Op elk van de 16 meetpunten is, voorafgaande aan de bemonstering, de actuele grondwaterstand gemeten. Dit is de grondwaterstand op de dag van monsternamen. Omdat het onderzoek zich over een periode van meerdere maanden uitstrekt, is deze grondwaterstand voor de lokaties onderling niet direct vergelijkbaar. In *Figuur 4.1* worden de gemiddelde grondwaterstanden op de dag van bemonstering weergegeven en per maand gerangschikt.



Figuur 4.1 Gemiddelde grondwaterstand (in cm-mv) van 16 meetpunten per lokatie op de dag van bemonsteren (per maand gerangschikt).

Er zijn weinig tot geen verschillen tussen de categorieën waar te nemen. Op drie melkveehouderijbedrijven komen grondwaterstanden beneden 2 meter-mv voor.

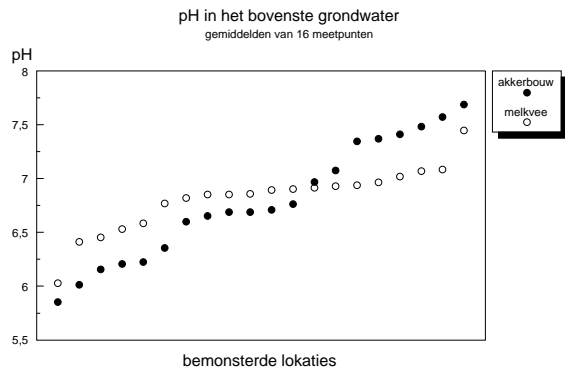
4.2 pH en DOC

pH (zuurgraad)

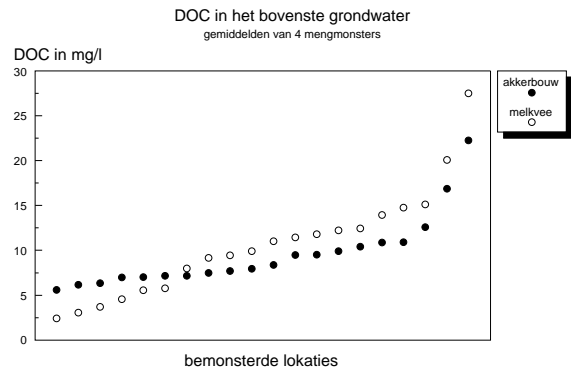
De gemiddelden van de in het veld gedane waarnemingen in de individuele grondwatermonsters (16 per lokatie) afkomstig van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven staan weergegeven in *Figuur 4.2*. Tussen de categorieën bestaan weinig verschillen.

DOC (opgelost organisch koolstof)

De DOC-concentratie (opgelost organisch koolstof) is in het laboratorium bepaald in de de grondwatermengmonsters samengesteld uit 16 monsters per lokatie. De resultaten van de concentratie in deze mengmonsters staan weergegeven in *Figuur 4.3*. Er is weinig verschil tussen de categorieën.



Figuur 4.2 pH in grondwater; gemiddelden van 16 waarnemingen, akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven.

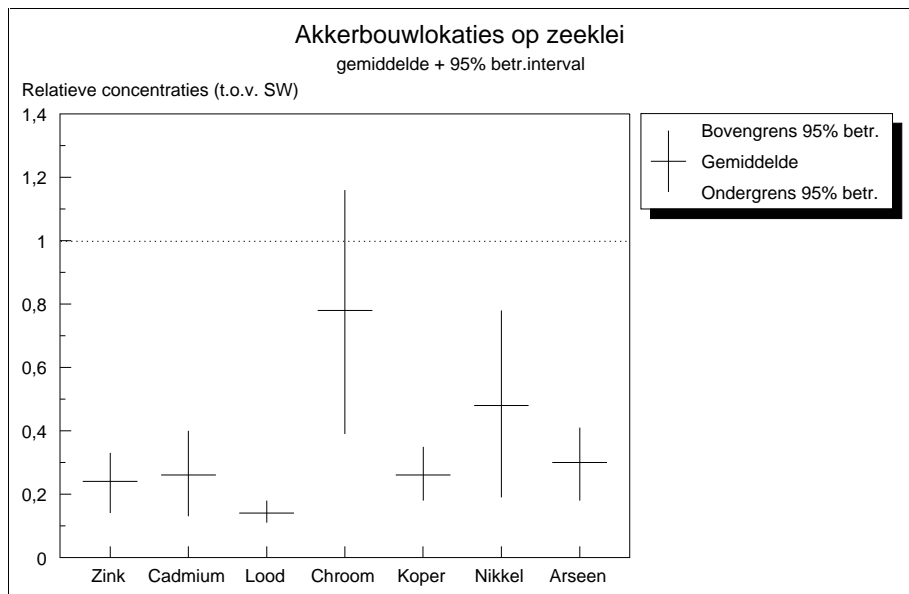


Figuur 4.3 DOC-concentratie in grondwater ($mg\ l^{-1}$); 20 mengmonsters akkerbouw- en 20 mengmonsters melkveehouderijbedrijven.

4.3 Zware metalen en arseen

4.3.1 Gemiddelde concentraties per categorie

De resultaten van de concentraties van de zware metalen zink, cadmium, lood, chroom, koper en nikkel en van arseen in het ondiepe grondwater zijn getoetst aan de (vaste) streefwaarden voor grondwater (zie Tabel 1.2). In *Figuur 4.4* worden de gemiddelde concentraties van zware metalen en arseen in het grondwater onder de akkerbouwbedrijven ten opzichte van de streefwaarde weergegeven, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor het gemiddelde.

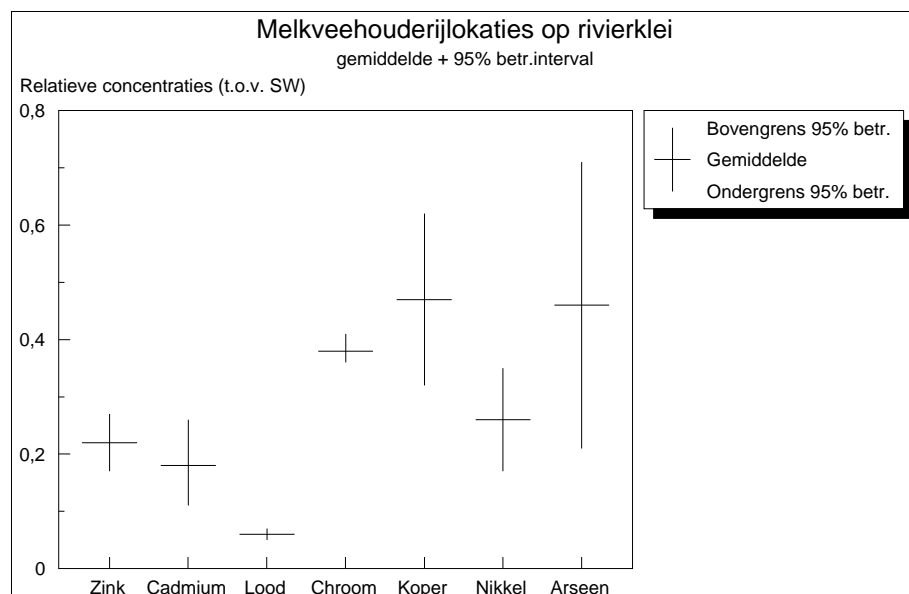


Figuur 4.4 De gemiddelde concentraties van de metalen zink, cadmium, lood, chroom, koper en nikkel en van arseen ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, in het grondwater op de akkerbouwlokaties.

De getoonde betrouwbaarheidsintervallen liggen, op chroom na, geheel onder de streefwaarde. Met name chroom en nikkel geven grote betrouwbaarheidsintervallen te zien. Voor de meeste van de stoffen worden in het grondwater in slechts enkele monsters concentraties boven de streefwaarde aangetroffen. Voor zink bevat 26% van de monsters concentraties beneden de onderste analysegrens. Voor

cadmium is dit 49%, voor chroom is dit 85%. Enkele hoge concentraties zorgen ervoor dat het betrouwbaarheidsinterval voor chroom toch boven de streefwaarde uitkomt.

In *Figuur 4.5* worden de gemiddelde relatieve concentraties met de 95%-betrouwbaarheidsintervallen van de zware metalen en arseen in het grondwater van de melkveehouderijlokaties weergegeven. In deze figuur zijn grote betrouwbaarheidsintervallen van koper en arseen te zien, wat wil zeggen dat de spreiding tussen de lokaties zeer groot is. Alle getoonde betrouwbaarheidsintervallen liggen beneden de streefwaarde. Voor zink bevat 7,5% van de monsters concentraties beneden de onderste analysegrens. Voor cadmium is dit 60% en voor chroom 94%.



Figuur 4.5 De gemiddelde concentraties van de metalen zink, cadmium, lood, chroom, koper en nikkel en van arseen ten opzichte van de streefwaarde, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, in het grondwater op de melkveehouderijlokaties.

Wanneer de gemeten concentraties aan zware metalen en arseen in de individuele monsters van het grondwater vergeleken worden met de streefwaarden, blijkt dat op de akkerbouwlokaties iets hogere relatieve concentraties worden waargenomen, met name voor chroom en nikkel. Op de akkerbouwlokaties wordt de streefwaarde voor chroom in 8 van de 80 monsters overschreden, terwijl voor lood in geen enkel monster een overschrijding wordt waargenomen.

Tabel 4.1 Concentraties aan de zware metalen zink, cadmium, lood, chroom, koper en nikkel en aan arseen ten opzichte van de streefwaarde, gegeven in % van het aantal monsters.

concentratie/SW	Zink		Cadmium		Lood		Chroom		Koper		Nikkel		Arseen	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,25	76,3	72,5	73,8	76,3	88,8	98,8	0	0	61,3	45,0	45,0	72,5	65,0	41,3
0,25-0,5	15,0	20,0	18,8	13,8	8,8	1,3	85,0	93,8	22,5	30,0	41,3	15,0	16,3	33,8
0,5-0,75	5,0	7,5	3,8	6,3	1,3	0	1,3	1,3	11,3	11,3	8,8	10,0	10,0	13,8
0,75-1	1,3	0	1,3	3,8	1,3	0	3,8	3,8	3,8	2,5	1,3	0	3,8	5,0
1-5	2,5	0	2,5	0	0	0	7,5	1,3	1,3	11,3	2,5	2,5	5,0	6,3
> 5	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	1,3	0	0	0

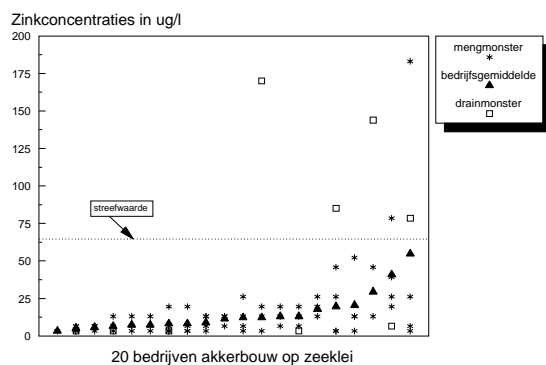
De metaalconcentraties liggen in het grootste deel van de monsters (58,3%) op een niveau van 0-0,25 keer de streefwaarde. Op de melkveehouderijlokaties worden geen zink-, cadmium- en loodconcentraties

traties boven de streefwaarde aangetroffen; voor koper wordt de streefwaarde overschreden in 11% van het totaal aantal monsters. In *Tabel 4.1* staat de verdeling van de relatieve concentraties van zware metalen en arseen op de akkerbouw- en melkveehouderijlokatie weergegeven (uitgedrukt in het percentage van het aantal monsters).

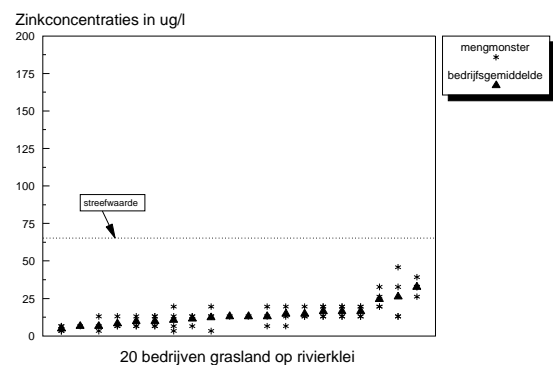
4.3.2 Concentraties per lokatie

Zink

In de *Figuren 4.6* en *4.7* staan de zinkconcentraties in het bovenste grondwater op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven. De concentraties in het grondwater van de akkerbouwbedrijven liggen in 2 van de 80 mengmonsters boven de streefwaarde van $65 \mu\text{g l}^{-1}$. De gemeten concentraties variëren van $<6,5$ tot $183,1 \mu\text{g l}^{-1}$, waarbij de hoogste overschrijding van de streefwaarde een factor 2,8 bedraagt. In 4 van de 9 drainmonsters komen zinkconcentraties boven de streefwaarde voor (maximaal $170,0 \mu\text{g l}^{-1}$).



Figuur 4.6 Zinkconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



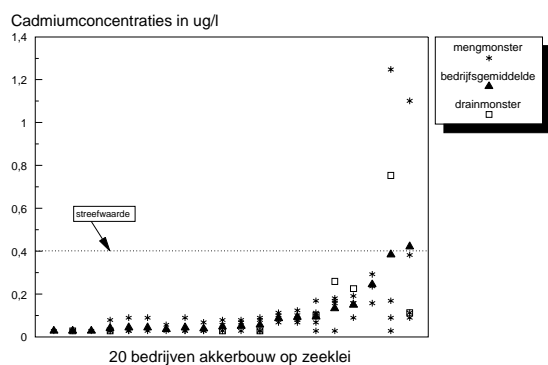
Figuur 4.7 Zinkconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

Op de melkveehouderijbedrijven liggen de zinkconcentraties in alle grondwatermonsters beneden de streefwaarde. De gemeten concentraties in de mengmonsters variëren van $<6,5$ tot $45,8 \mu\text{g l}^{-1}$. De zinkconcentraties in beide categorieën liggen ongeveer op hetzelfde niveau.

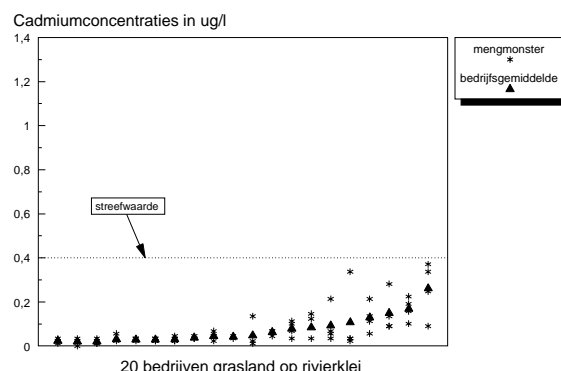
Cadmium

De cadmiumconcentratie in het grondwater van de akkerbouwbedrijven ligt in 2 van de 80 mengmonsters boven de streefwaarde van $0,4 \mu\text{g l}^{-1}$ (zie *Figuur 4.8*). De gemeten concentraties variëren van $<0,06$ tot $1,25 \mu\text{g l}^{-1}$, met een maximale overschrijding van 3,1 keer de streefwaarde. Bijna driekwart van de monsters bevat cadmiumgehalten beneden het niveau van 0,25 keer de streefwaarde. In 1 van de 9 drainmonsters wordt een cadmiumconcentratie gemeten die de streefwaarde overschrijdt (een factor 1,9).

Op de melkveehouderijbedrijven wordt in geen enkel grondwatermonster de streefwaarde overschreden (zie *Figuur 4.9*). De concentraties die zijn aangetroffen liggen tussen $<0,06$ en $0,37 \mu\text{g l}^{-1}$. De cadmiumconcentraties in de monsters liggen in driekwart van de gevallen op een niveau beneden 0,25 keer de streefwaarde. In 49 van de 80 monsters liggen de cadmiumconcentraties beneden de onderste analysegrens.



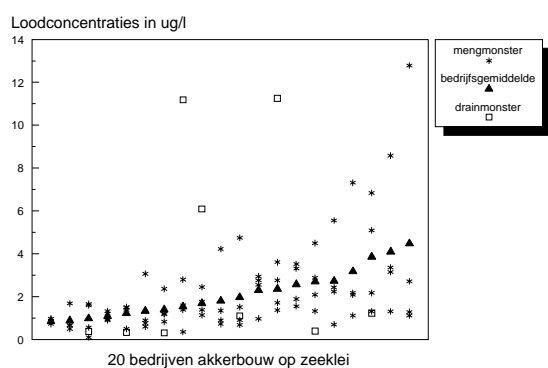
Figuur 4.8 Cadmiumconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



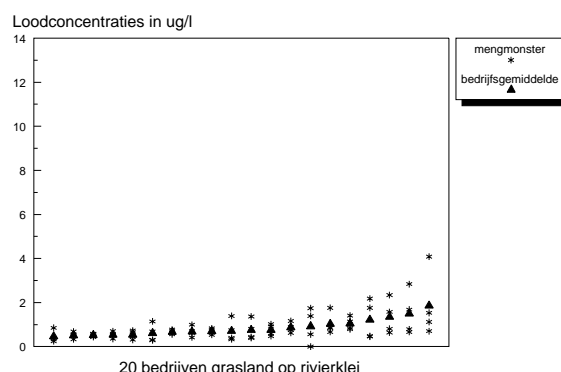
Figuur 4.9 Cadmiumconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

Lood

De loodconcentratie in het bovenste grondwater komt op de akkerbouwbedrijven in geen enkel mengmonster boven de streefwaarde van $15 \mu\text{g l}^{-1}$ uit (zie *Figuur 4.10*). In alle monsters (op twee na) liggen de concentraties zelfs beneden 0,5 keer de streefwaarde. De gemeten concentraties variëren van $<0,2$ tot $12,8 \mu\text{g l}^{-1}$. Ook in de drainmonsters wordt de streefwaarde niet overschreden, hoewel de concentratie in deze monsters wel wat hoger ligt (maximaal $11,3 \mu\text{g l}^{-1}$).



Figuur 4.10 Loodconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



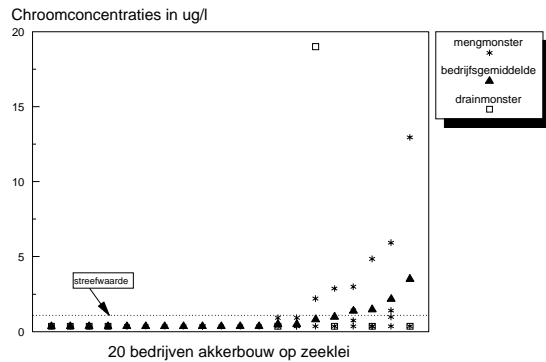
Figuur 4.11 Loodconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

Op de melkveehouderijbedrijven worden eveneens geen loodconcentraties boven de streefwaarde gemeten (zie *Figuur 4.11*). De gemeten concentraties liggen tussen $<0,2$ en $4,1 \mu\text{g l}^{-1}$.

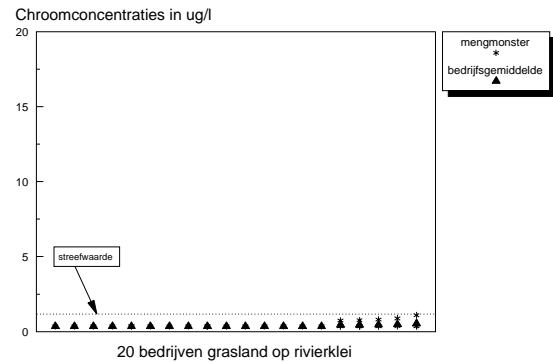
Chroom

Uit de *Figuren 4.12* en *4.13*, waar de chroomconcentraties in het grondwater op de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven staan weergegeven, blijkt dat de concentraties op de akkerbouwbedrijven iets hoger zijn dan op de melkveehouderijbedrijven. Op de akkerbouwbedrijven bevatten 8 van de 80 grondwatermonsters chroomconcentraties boven de streefwaarde van $1 \mu\text{g l}^{-1}$, met een maximum overschrijding van 12,9 keer de streefwaarde. De in de monsters gemeten concentraties variëren van $<0,7$ tot $12,9 \mu\text{g l}^{-1}$. In 1 van de 9 drainmonsters ligt de chroomconcentratie boven de streefwaarde (19,0 keer).

Op de melkveehouderijbedrijven wordt in slechts 1 mengmonster de streefwaarde overschreden, met een factor 1,1. De in de monsters gemeten concentraties variëren van $<0,7$ tot $1,1 \mu\text{g l}^{-1}$. In 94% van de monsters liggen de chroomconcentraties beneden de onderste analysegrens.



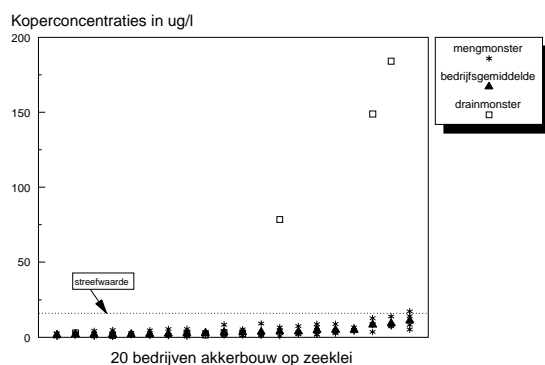
Figuur 4.12 Chromconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



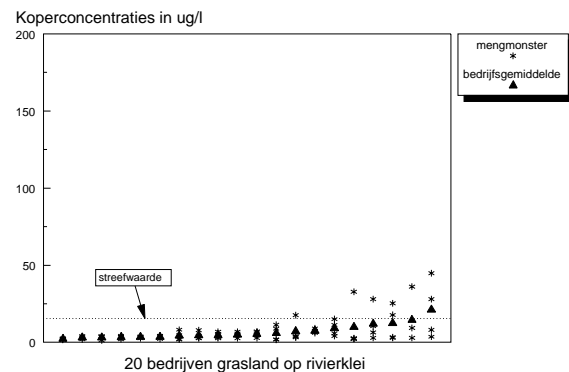
Figuur 4.13 Chromconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

Koper

In slechts 1 van de 80 grondwatermonsters afkomstig van de akkerbouwbedrijven ligt de koperconcentratie boven de streefwaarde van $15 \mu\text{g l}^{-1}$ (zie Figuur 4.14). De concentraties variëren van $<0,7$ tot $17,2 \mu\text{g l}^{-1}$. In 3 van de 9 drainmonsters wordt de streefwaarde overschreden, met maximaal een factor 12,3.



Figuur 4.14 Koperconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



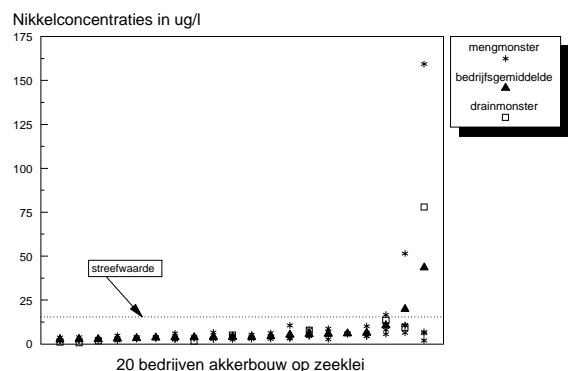
Figuur 4.15 Koperconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

Op de melkveehouderijbedrijven ligt in 9 van de 80 monsters de koperconcentratie boven de streefwaarde, waarbij de overschrijding maximaal een factor 3,0 bedraagt (zie Figuur 4.15). De gemeten koperconcentraties in de mengmonsters liggen tussen $<0,7$ en $44,8 \mu\text{g l}^{-1}$. De spreiding tussen de lokaties is vrij gering; bij de lokaties met de hogere concentraties is deze wat groter.

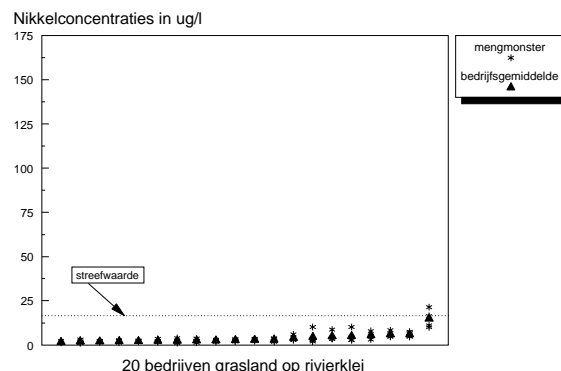
Nikkel

In de Figuren 4.16 en 4.17 worden de nikkelconcentraties in het bovenste grondwater van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven weergegeven. Op de akkerbouwbedrijven ligt de concentratie in 3 van de 80 monsters boven de streefwaarde van $15 \mu\text{g l}^{-1}$. De gemeten nikkelconcentraties in het grondwater variëren van $0,8$ tot $159,3 \mu\text{g l}^{-1}$, waarbij de maximale streefwaarde-overschrijding een factor 10,6 bedraagt. In 1 van de 9 drainmonsters wordt de streefwaarde overschreden met een factor 5,2.

Op de melkveehouderijbedrijven wordt de streefwaarde voor nikkel in 2 van de 80 grondwatermonsters overschreden. De gemeten concentraties variëren van $1,0$ tot $21,4 \mu\text{g l}^{-1}$.



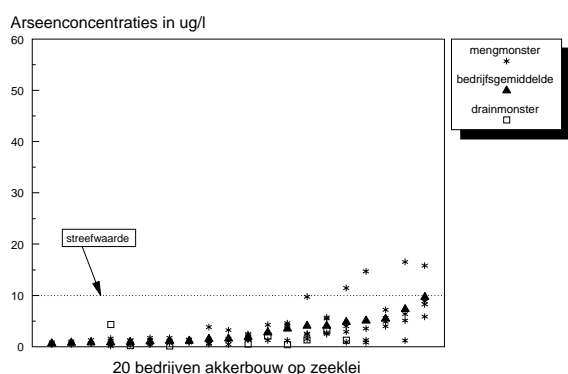
Figuur 4.16 Nikkelconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



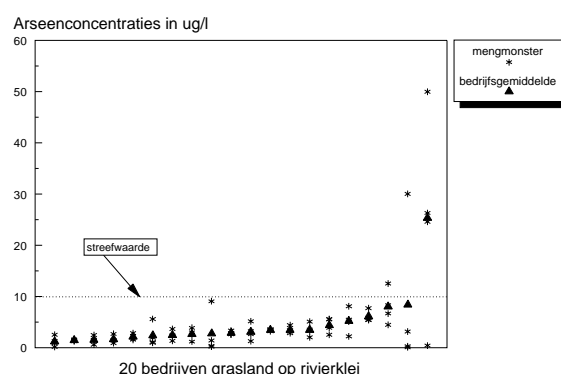
Figuur 4.17 Nikkelconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

Arseen

De gemeten arseenconcentraties op de akkerbouwbedrijven liggen in 4 van de 80 grondwatermonsters boven de streefwaarde van $10 \mu\text{g l}^{-1}$ (zie Figuur 4.18). De maximale streefwaarde-overschrijding draagt een factor 1,7. De aangetroffen concentraties variëren van $0,15$ tot $16,6 \mu\text{g l}^{-1}$. In de drainmonsters worden geen arseenconcentraties boven de streefwaarde gemeten.



Figuur 4.18 Arseenconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); akkerbouwlokaties.



Figuur 4.19 Arseenconcentraties in grondwater ($\mu\text{g l}^{-1}$); melkveehouderijlokaties.

In de grondwatermonsters afkomstig van de melkveehouderijlokaties wordt de streefwaarde in 5 van de 80 grondwatermonsters overschreden, met maximaal een factor 5,0 (zie Figuur 4.19). De concentraties liggen in driekwart van de monsters op een niveau beneden 0,5 keer de streefwaarde. De gemeten concentraties in de mengmonsters variëren van $<0,15$ tot $50,0 \mu\text{g l}^{-1}$.

4.3.3 Variatie in de concentraties

Om de mate van variatie van de concentraties aan zware metalen en arseen in het ondiepe grondwater binnen de categorieën akkerbouw op zeelei en melkveehouderij op rivierlei te kunnen vergelijken is de standaardafwijking van de lokatiegemiddelde concentraties berekend. Om de spreiding in de concentraties binnen een lokatie vast te stellen is de standaardafwijking berekend voor vier mengmonsters per lokatie. Vervolgens is het gemiddelde van deze standaardafwijking op lokatieniveau berekend. De resultaten staan vermeld in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 De gemiddelde metaalconcentraties in het grondwater, de standaardafwijking van de lokatiegemiddelden en de gemiddelde standaardafwijking van de vier mengmonsters per lokatie voor 20 akkerbouw- en 20 melkveehouderijlokaties (in $\mu\text{g l}^{-1}$).

	Zink		Cadmium		Lood		Chroom		Koper		Nikkel		Arseen	
	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
gem. metaalconcentratie	15,3	14,1	0,10	0,07	2,15	0,86	0,78	0,38	3,97	7,07	7,2	3,9	3,0	4,6
standaardafw. tussen bedrijven	13,0	6,9	0,12	0,06	1,09	0,37	0,81	0,06	2,66	4,82	9,4	2,9	2,5	5,3
standaardafw. binnen een bedrijf (gem. op basis van 4 mengmonsters)	12,4	4,4	0,08	0,04	1,47	0,44	0,75	0,06	2,35	5,26	6,3	1,5	2,0	3,0

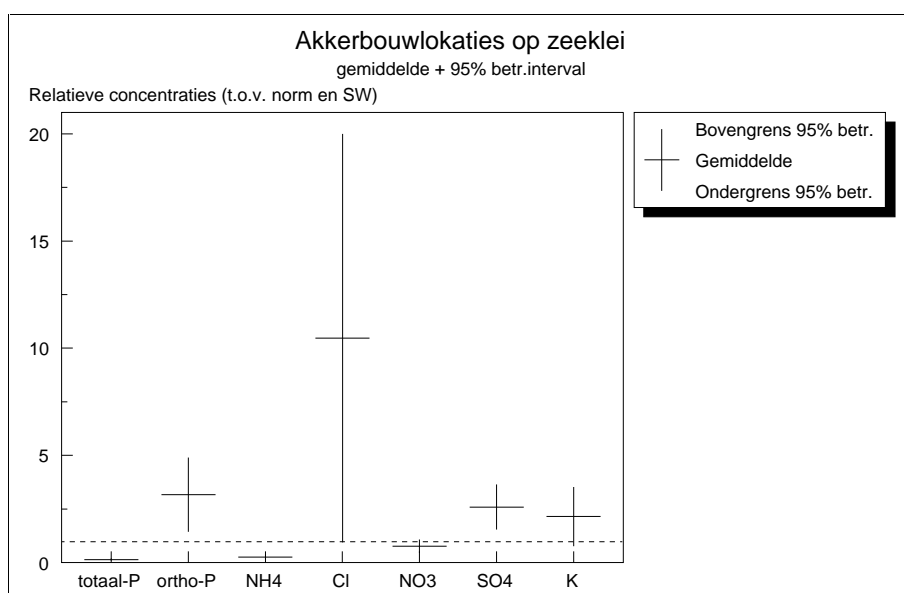
Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde zink-, cadmium-, lood-, chroom- en nikkelconcentraties in het grondwater op de akkerbouwbedrijven hoger zijn dan op de melkveehouderijbedrijven, terwijl voor koper en arseen het omgekeerde geldt. Voor lood op de akkerbouwbedrijven en voor lood en koper op de melkveehouderijbedrijven geldt dat de spreiding in concentraties binnen een bedrijf groter is dan de spreiding tussen de bedrijven onderling.

4.4 Eutrofiërende stoffen en chloride

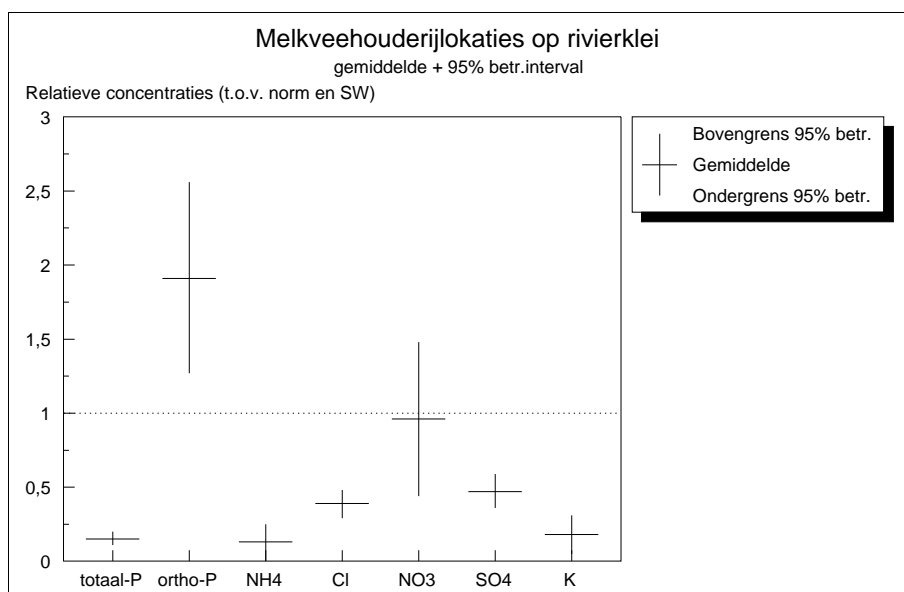
4.4.1 Gemiddelde concentraties per categorie

Per categorie zijn de gemiddelde relatieve concentraties van de eutrofiërende stoffen fosfaat (totaal-P en ortho-P), ammonium (NH_4^+), nitraat (NO_3^-) en sulfaat (SO_4^{2-}) en van chloride (Cl^-) berekend, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval. De resultaten staan weergegeven in de *Figuren 4.20* en *4.21*.

In *Figuur 4.20* is te zien dat op de akkerbouwbedrijven hoge relatieve chlorideconcentraties in het grondwater worden aangetroffen. Dit is te verwachten, aangezien deze bedrijven op de zeeleigronden liggen, met hogere chlorideconcentraties in het bovenste grondwater dan op andere grondsoorten. Het gehele betrouwbaarheidsinterval van de gemiddelde relatieve chlorideconcentratie ligt boven de streefwaarde van 100 mg l^{-1} . De relatieve concentraties aan totaalfosfaat en ammonium zijn het laagst, het gehele betrouwbaarheidsinterval ligt voor deze stoffen beneden de streefwaarde. Voor orthofosfaat en sulfaat ligt het gehele betrouwbaarheidsinterval boven de norm.



Figuur 4.20 De gemiddelde concentraties aan totaalfosfaat, ammonium, chloride en nitraat t.o.v. de streefwaarde, aan orthofosfaat t.o.v. de TCB-advieswaarde en aan kalium t.o.v. de drinkwaternorm met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, in het grondwater op de akkerbouwlokaties.



Figuur 4.21 De gemiddelde concentraties aan totaalfosfaat, ammonium, chloride, nitraat en sulfaat t.o.v. de streefwaarde, aan orthofosfaat t.o.v. de TCB-advieswaarde en aan kalium t.o.v. de drinkwaternorm met het 95%-betrouwbaarheidsinterval, in het grondwater op de melkveehouderijlokaties.

In *Figuur 4.21* is te zien dat op de melkveehouderijlokaties op rivierklei het gehele betrouwbaarheidsinterval voor orthofosfaat boven de norm ligt. Voor de overige stoffen liggen de gemiddelde relatieve concentraties beneden de normen. Voor ammonium worden de laagste relatieve concentraties aangetroffen.

In *Tabel 4.3* staat de verdeling van de relatieve concentraties aan eutrofiërende stoffen en chloride weergegeven, op de akkerbouw- en melkveehouderijlokaties.

Tabel 4.3 Concentraties aan totaalfosfaat, ammonium, chloride, nitraat en sulfaat ten opzichte van de streefwaarde, orthofosfaat ten opzichte van de TCB-advieswaarde en kalium ten opzichte van de drinkwaternorm, gegeven in % van het aantal monsters.

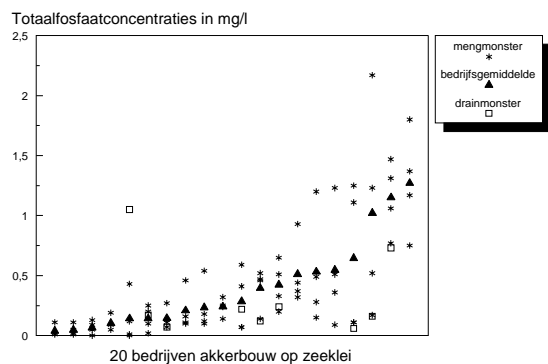
concentratie/norm	Totaal-P		Ortho-P		Ammonium		Chloride		Nitraat		Sulfaat		Kalium	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
< 0,25	81,3	85,0	23,8	1,3	63,8	87,5	3,8	28,8	32,5	50,0	0	17,5	5,0	92,5
0,25-0,5	16,3	12,5	7,5	10,0	18,8	7,5	18,8	50,0	27,5	11,3	2,5	45,0	10,0	3,8
0,5-0,75	2,5	2,5	2,5	8,8	10,0	2,5	17,5	15,0	11,3	2,5	13,8	22,5	8,8	0
0,75-1	0	0	1,3	11,3	6,3	1,3	5,0	3,8	7,5	3,8	15,0	10,0	16,3	1,3
1-5	0	0	42,5	63,8	1,3	1,3	22,5	2,5	20,0	32,5	56,3	5,0	50,0	2,5
5-10	0	0	11,3	3,8	0	0	10,0	0	1,3	0	10,0	0	6,3	0
> 10	0	0	11,3	1,3	0	0	22,5	0	0	0	2,5	0	3,8	0

In het grootste deel van de monsters (41%) liggen de concentraties beneden het niveau van 0,25 keer de streefwaarde. Op de akkerbouwbedrijven op zeelei liggen de concentraties over het algemeen hoger dan op de melkveehouderijbedrijven op rivierklei. Ruim 27% van de zeeleimonsters (tegen 8% van de rivierkleimonsters) ligt op een niveau van 1 tot 5 keer de streefwaarde. Op de melkveehouderijbedrijven ligt meer dan de helft van de monsters (52%) beneden het niveau van 0,25 keer de streefwaarde.

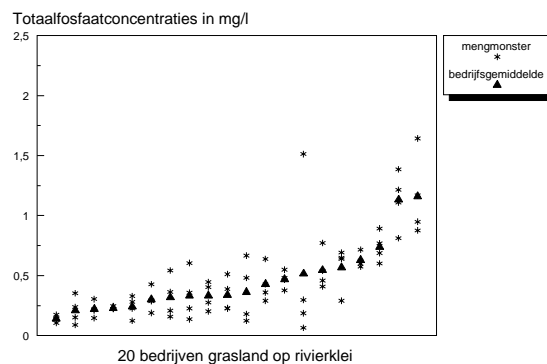
4.4.2 Concentraties per lokatie

Totaalfosfaat

De totaalfosfaatconcentraties in het grondwater van de akkerbouwlokatie overschrijden in geen enkel mengmonster de streefwaarde van 3 mg l⁻¹ (zie *Figuur 4.22*).



Figuur 4.22 Totaalfosfaatconcentraties in grondwater (mg l⁻¹); akkerbouwlokatie.

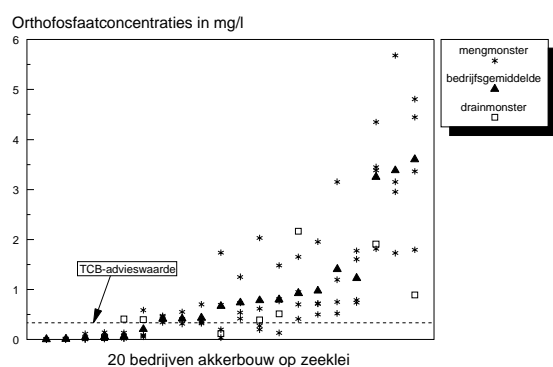


Figuur 4.23 Totaalfosfaatconcentraties in grondwater (mg l⁻¹); melkveehouderijlokatie.

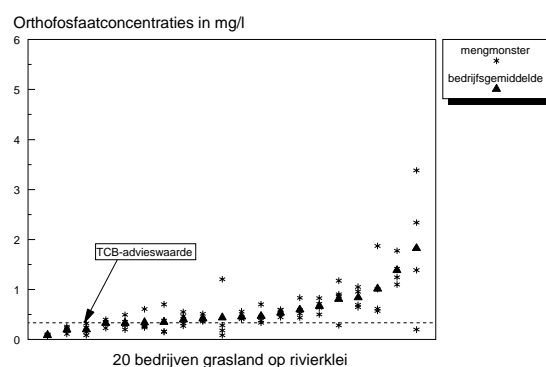
De hoogst gemeten totaalfosfaatconcentratie bedraagt 2,2 mg l⁻¹. In geen van de 9 drainmonsters wordt de streefwaarde overschreden. Op de melkveehouderijlokatie (zie *Figuur 4.23*) worden eveneens geen totaalfosfaatconcentraties aangetroffen die de streefwaarde van 3 mg l⁻¹ overschrijden. De hoogste concentratie bedraagt 1,6 mg l⁻¹. De totaalfosfaatconcentraties liggen in beide categorieën ongeveer op gelijk niveau.

Orthofosfaat

De orthofosfaatconcentraties in de grondwatermonsters van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven (zie de *Figuren 4.24* en *4.25*) worden vergeleken met de advieswaarde van de Technische Commissie Bodembescherming (TCB) van $0,1 \text{ mg PO}_4\text{-P l}^{-1}$ ($0,31 \text{ mg PO}_4 \text{ l}^{-1}$). Op de akkerbouwbedrijven wordt deze waarde in 52 van de 80 mengmonsters overschreden. De aangetroffen concentraties liggen tussen $<0,04$ en $5,7 \text{ mg l}^{-1}$, waarbij de hoogste overschrijding van de TCB-advieswaarde een factor 18,6 bedraagt. In 7 van de 9 drainmonsters ligt de concentratie boven de norm (overschrijding van maximaal 7,1 keer).



Figuur 4.24 Orthofosfaatconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); akkerbouwlokaties.

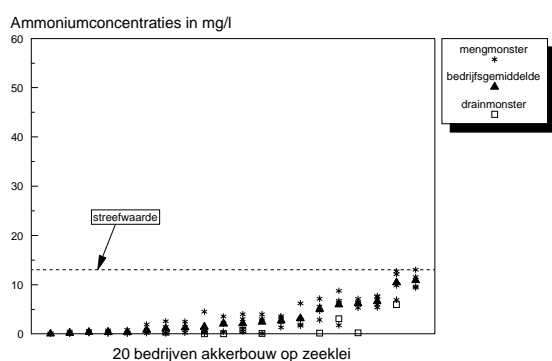


Figuur 4.25 Orthofosfaatconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); melkveehouderijlokaties.

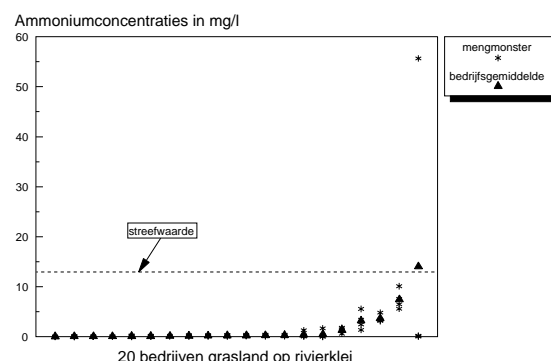
Op de melkveehouderijlokaties liggen de orthofosfaatconcentraties in tweederde van het aantal grondwatermonsters boven de TCB-advieswaarde. De concentraties variëren van $0,07$ tot $3,4 \text{ mg l}^{-1}$, waarbij de hoogste overschrijding een factor 11,1 bedraagt.

Ammonium

Uit *Figuur 4.26* blijkt dat op de akkerbouwbedrijven in slechts één mengmonster de streefwaarde van $12,86 \text{ mg NH}_4^+ \text{ l}^{-1}$ (10 mg N l^{-1}) wordt overschreden. De gemeten concentraties liggen tussen $<0,02$ en $13,0 \text{ mg l}^{-1}$. In de drainmonsters wordt de streefwaarde geen enkele keer overschreden.



Figuur 4.26 Ammoniumconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); akkerbouwlokaties.



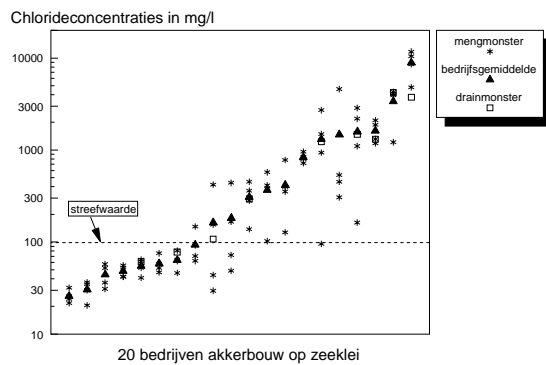
Figuur 4.27 Ammoniumconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); melkveehouderijlokaties.

In *Figuur 4.27*, waar de resultaten van de ammoniumconcentraties in het grondwater van de melkveehouderijlokaties staan weergegeven, is te zien dat de streefwaarde in 1 van de 80 mengmonsters overschreden wordt. De ammoniumconcentratie die in dit monster werd aangetroffen is $55,7 \text{ mg l}^{-1}$ (4,3 keer de streefwaarde).

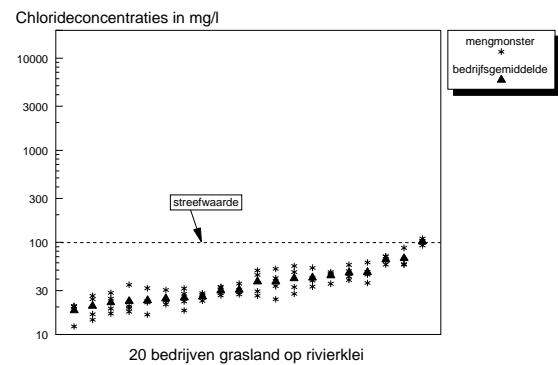
Chloride

Meer dan de helft van de grondwatermonsters afkomstig van de akkerbouwbedrijven bevat chlorideconcentraties boven de streefwaarde van 100 mg l^{-1} (zie *Figuur 4.28*). Bijna een kwart bevat concentraties op een niveau van meer dan 10 keer de streefwaarde. Dit is te verwachten, aangezien in gebieden met sterke mariene beïnvloeding van nature al hogere waarden voorkomen. De aangetroffen chlorideconcentraties variëren van 20,5 tot $11.741,2 \text{ mg l}^{-1}$ (117,4 keer de streefwaarde). In 7 van de 9 drainmonsters wordt de streefwaarde overschreden (maximale overschrijding 42,3 keer).

Op de melkveehouderijbedrijven wordt in slechts 2 monsters een chlorideconcentratie gemeten die de streefwaarde overschrijdt. Ruim driekwart van de monsters bevat echter chloridegehalten beneden een niveau van 0,5 keer de streefwaarde. De concentraties liggen tussen 12,2 en $110,1 \text{ mg l}^{-1}$.



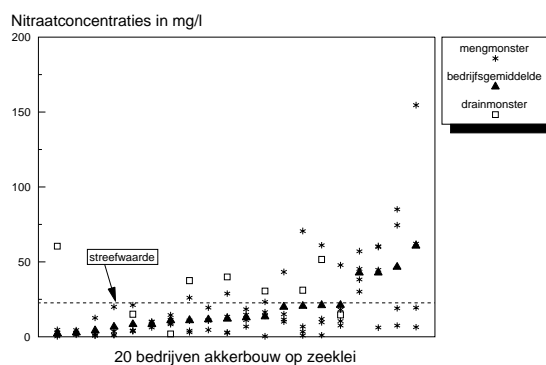
Figuur 4.28 Chlorideconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); akkerbouwlokaties.



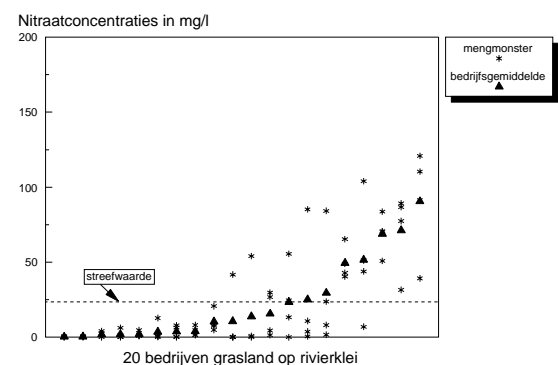
Figuur 4.29 Chlorideconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); melkveehouderijlokaties.

Nitraat

Van de grondwatermonsters afkomstig van de akkerbouwbedrijven (zie *Figuur 4.30*) bevat ruim 20% nitraatconcentraties die de streefwaarde van $24,8 \text{ mg NO}_3\text{-N l}^{-1}$ ($5,6 \text{ mg N l}^{-1}$) overschrijden. De grenswaarde, welke voor nitraatstikstof in zoet grondwater is gesteld op $50 \text{ mg NO}_3\text{-N l}^{-1}$, wordt in 9 van de 80 monsters overschreden. De aangetroffen concentraties variëren van 0,3 tot $154,6 \text{ mg l}^{-1}$ (maximaal 6,2 keer de streefwaarde). In 6 van de 9 drains worden nitraatconcentraties boven de streefwaarde gemeten, de concentraties liggen tussen 1,9 en $60,5 \text{ mg l}^{-1}$.



Figuur 4.30 Nitraatconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); akkerbouwlokaties.



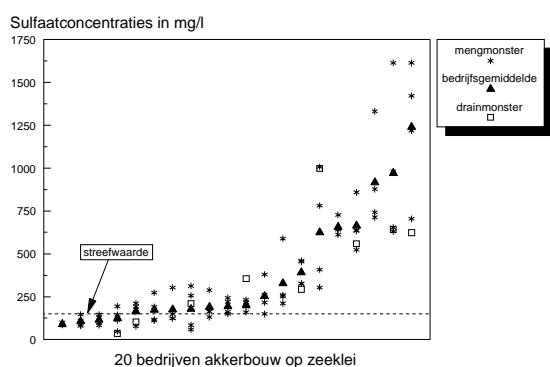
Figuur 4.31 Nitraatconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); melkveehouderijlokaties.

Op de melkveehouderijbedrijven (*Figuur 4.31*) wordt in een derde van het aantal onderzochte monsters de streefwaarde overschreden, maximaal met een factor 4,9. De grenswaarde wordt in 17 van de 80 monsters overschreden. De concentraties liggen tussen $<0,12$ en $120,8 \text{ mg l}^{-1}$.

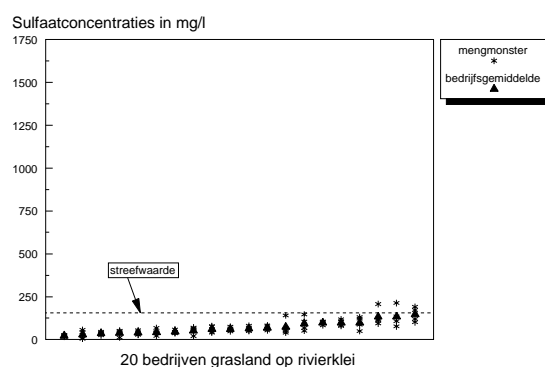
Sulfaat

In *Figuur 4.32* is te zien dat in het grootste deel van de mengmonsters (69%) sulfaatconcentraties in het grondwater voorkomen die de streefwaarde van 150 mg l^{-1} overschrijden (met maximaal een factor 10,8). De in de grondwatermonsters gemeten concentraties variëren van 33,3 tot $1614,2 \text{ mg l}^{-1}$. In 7 drainmonsters liggen de sulfaatconcentraties boven de streefwaarde.

Op de melkveehouderijlokaties (*Figuur 4.33*) liggen de concentraties aan sulfaat in 95% van de mengmonsters beneden de streefwaarde. De gemeten concentraties variëren van 3,9 tot $206,9 \text{ mg l}^{-1}$ (1,4 keer de streefwaarde).



Figuur 4.32 Sulfaatconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); akkerbouwlokaties.

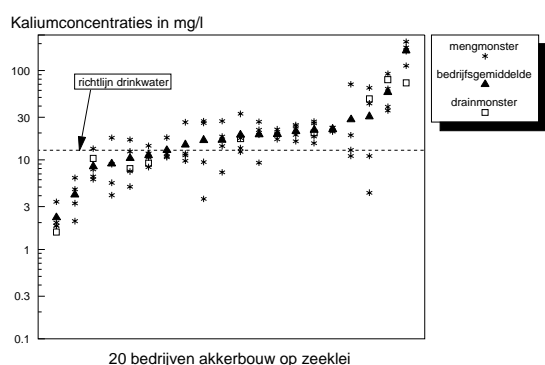


Figuur 4.33 Sulfaatconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); melkveehouderijlokaties.

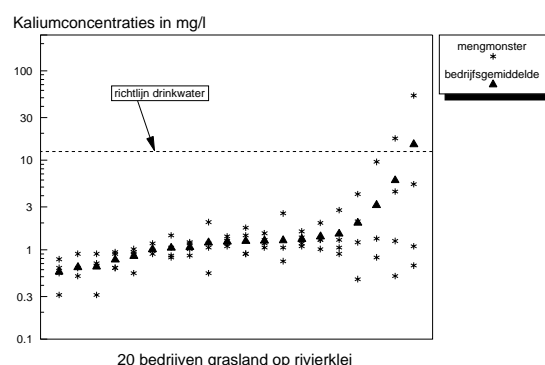
Kalium

De kaliumconcentraties in het ondiepe grondwater van de akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven (zie de *Figuren 4.34* en *4.35*) worden getoetst aan de richtlijn drinkwater van 12 mg l^{-1} . Op de akkerbouwbedrijven liggen de kaliumconcentraties in 60% van het aantal geanalyseerde grondwatermonsters boven deze norm. De aangetroffen concentraties liggen tussen 1,6 en $210,4 \text{ mg l}^{-1}$, waarbij de maximale overschrijding van de drinkwaternorm een factor 17,5 bedraagt. In 5 van de 9 drainmonsters wordt de drinkwaternorm overschreden, met maximaal een factor 6,6.

Op de melkveehouderijbedrijven overschrijdt de kaliumconcentratie in slechts 2 van de 80 grondwatermonsters de drinkwaternorm (met een factor 1,5 en 4,4). De in de monsters gemeten concentraties variëren van 0,3 tot $52,9 \text{ mg l}^{-1}$.



Figuur 4.34 Kaliumconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); akkerbouwlokaties.



Figuur 4.35 Kaliumconcentraties in grondwater (mg l^{-1}); melkveehouderijlokaties.

4.4.3 Variatie in de concentraties

Om de mate van variatie van de concentraties aan totaalfosfaat, orthofosfaat, ammonium, chloride, nitraat en sulfaat in het ondiepe grondwater binnen de categorieën akkerbouw en melkveehouderij te kunnen vergelijken is de standaardafwijking van de bedrijfsgemiddelde concentraties berekend. De resultaten staan vermeld in *Tabel 4.4*.

Tabel 4.4 De gemiddelde concentraties aan totaalfosfaat, orthofosfaat, ammonium, chloride, nitraat, sulfaat en kalium en de standaardafwijking tussen lokaties voor 20 akkerbouw- en 20 melkveehouderijlokaties (in mg l⁻¹).

	Totaal-P		Ortho-P		Ammonium		Chloride		Nitraat		Sulfaat		Kalium	
	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	Mvh	akk.	Mvh	akk.	mvh	akk.	mvh	akk.	mvh
gem. concentratie	0,41	0,46	0,97	0,59	3,16	1,62	1047,4	38,7	18,91	23,86	387,4	71,2	25,64	2,15
standaardafw. tussen bedrijven	0,37	0,28	1,13	0,42	3,30	3,45	2035,6	20,4	16,37	27,59	338,8	36,7	35,37	3,25
standaardafw. binnen een bedrijf (gem. op basis van 4 mengmonsters)	0,26	0,16	0,52	0,25	1,23	1,76	522,9	7,2	15,64	16,00	131,0	24,3	10,19	2,22

5 BODEMBELASTING EN ACCUMULATIE VAN ZWARE METALEN

5.1 Karakterisering van de bemonsterde akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven

Om enig inzicht te krijgen in de grootte, de intensiteit en de bedrijfsvoering worden in deze paragraaf een aantal gemiddelde bedrijfskengetallen getoond per categorie. Er is voor gekozen om hierbij de bedrijfsgegevens uit het voorliggende boekjaar (1995/96) uit het LEI-Bedrijven Informatienet (LEI-BIN) te gebruiken. Omdat de bedrijfsvoering op akkerbouwbedrijven zeer verschillend is van die op melkveehouderijbedrijven, worden verschillende kengetallen in twee afzonderlijke tabellen weergegeven (*Tabellen 5.1 en 5.2*). De mineralenbalansen worden wel in één tabel (*Tabel 5.3*) weergegeven.

Tabel 5.1 toont de gemiddelde waarde en de spreiding (uitgedrukt als standaardafwijking) van een aantal bedrijfskengetallen van de akkerbouwbedrijven op zeelei. Deze bedrijfskengetallen hebben grotendeels betrekking op het bouwplan. Uit de tabel blijkt dat op de deelnemende akkerbouwbedrijven 73,5% van het areaal bestaat uit aardappelen, suikerbieten en granen. Uit de standaardafwijking, die relatief groot is, blijkt dat het bouwplan sterk varieert tussen de bedrijven.

De mate waarin de grond gedraineerd is, is ingeschat met behulp van de vervangingswaarde van de drainage in guldens per hectare. De variabele is hoog indien een groot deel van de grond gedraineerd is en/of wanneer de drainafstand klein is. Omdat er weinig variatie in grondsoort is, valt te verwachten dat ook de drainafstand weinig varieert. Dit betekent dat het aandeel gedraineerde grond groot is, indien de vervangingswaarde van drainage per hectare hoog is. Bij een vervangingswaarde van ongeveer f1000,- per hectare kan worden aangenomen dat de volledige oppervlakte gedraineerd is. Op de bemonsterde akkerbouwbedrijven is gemiddeld eenderde deel van de grond gedraineerd.

De beregende oppervlakte is berekend als het percentage van de cultuurgrond dat in het groeiseizoen is beregend, ongeacht de hoeveelheid water en het aantal herhalingen. Het maximale percentage bedraagt dus 100%.

Tabel 5.1 Het gemiddelde en de standaardafwijking van enkele bedrijfskengetallen van 20 akkerbouwbedrijven op zeelei waarvan de bodem en het grondwater in 1996 bemonsterd zijn.

	gemiddelde	standaardafwijking
cultuurgrond (ha)	64,9	38,1
aandeel aardappelen (%)	27,2	10,5
aandeel suikerbieten (%)	19,6	6,5
aandeel granen (%)	26,7	14,0
aandeel peulvruchten (%)	0,9	2,9
aandeel handelsgewassen (%)	0,9	3,0
aandeel graszaad (%)	6,2	8,1
aandeel tuinakkergewassen (%)	9,0	14,3
aandeel braak (%)	6,9	9,7
aandeel overig (%)	2,6	17,2
vervangingswaarde drainage (f/ha)	332	352
beregende oppervlakte (%)	13,9	24,4

Bron: LEI-Bedrijven Informatienet 1995/96.

De groep akkerbouwbedrijven bestaat uit 19 gespecialiseerde akkerbouwbedrijven (zonder neventak) en één bedrijf dat akkerbouw met melkvee combineert.

Tabel 5.2 toont de gemiddelde waarde en de spreiding (uitgedrukt als standaardafwijking) van een aantal bedrijfskengetallen van de melkveehouderijbedrijven op rivierklei.

Tabel 5.2 *Het gemiddelde en de standaardafwijking van enkele bedrijfskengetallen van 20 melkveehouderijbedrijven op rivierklei waarvan de bodem en het grondwater in 1996 bemonsterd zijn.*

	gemiddelde	standaardafwijking
cultuurgrond (ha)	38,5	21,8
voederoppervlakte (ha)	37,0	20,1
bouwland (%)	15,5	15,6
intensieve veehouderij (sbe/ha)	0,34	0,73
melkproductie (kg fpcm/ha)	10723	3825
melkkoeien/ha	1,53	0,42
gve-overig/ha	0,83	0,32
fosfaatproductie (kg/ha)	96	26
drainage (f/ha)	135	249
emissie-arme aanwending (%)	100,0	0,0
mestopslagcapaciteit	90,7	54,8
beregende oppervlakte (%)	34,6	37,9
maaipercentage (%)	173,5	78,2
voeraankopen (kVEM/ha)	4616	2640

Bron: LEI-Bedrijven Informatienet 1995/96.

De oppervlakte van de melkveehouderijbedrijven op rivierklei is gemiddeld veel kleiner dan die van de akkerbouwbedrijven op zeelei. De cultuurgrond bestaat gemiddeld niet voor 100% uit voederoppervlakte (gras en maïs); er worden ook suikerbieten en granen (per bedrijf bij elkaar minder dan 1 hectare) verbouwd.

De omvang van de intensieve veehouderij wordt uitgedrukt in standaardbedrijfseenheden (sbe). De sbe is een maat voor de omvang van het bedrijf, die het mogelijk maakt verschillende bedrijfstypen te vergelijken. De sbe wordt berekend op basis van de netto-toegevoegde waarde. Dit is het verschil tussen de opbrengsten en de non-factorkosten. Voor een definitie van de sbe wordt verwezen naar Koole (1993). Het aantal sbe voor mestvarkens, zeugen, leghennen en slachtkuikens bedraagt achtereenvolgens 0,12, 0,85, 0,0063 en 0,0034. Het aantal van 0,34 per hectare komt dus overeen met bijna drie mestvarkens of 0,40 zeug per hectare. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de deelnemende bedrijven voor het kengetal intensieve veehouderij tussen de sterk (met gemiddeld 0,15 sbe/ha) en minder sterk gespecialiseerde melkveehouderijbedrijven (1,04 sbe/ha gemiddeld) in liggen (zie ook www.lei.dlo.nl/binternet).

De melkproductie per hectare voederoppervlakte en per koe zijn uitgedrukt in kg fpcm. Dit is één kg melk, gecorrigeerd naar melk met 4,00% vet en 3,40% eiwit. Op de 20 melkveehouderijbedrijven ligt de gemiddelde melkproductie per hectare voederoppervlakte lager dan de 12.094 en 11.216 kg fpcm/ha op het respectievelijk gemiddeld sterk gespecialiseerde en het gemiddeld minder sterk gespecialiseerde melkveehouderijbedrijf in Nederland (zie ook www.lei.dlo.nl/binternet).

Het overig weidevee (exclusief melkkoeien) per hectare voederoppervlakte is uitgedrukt in aantal grootvee-eenheden (gve) om het onder één noemer te kunnen brengen. Eén grootvee-eenheid komt globaal overeen met één melkkoe. Een pink (1-2 jr.) en een kalf (< 1 jr.) bedragen respectievelijk 0,5 en 0,3 gve. Het gemiddelde aantal gve-overig weidevee op de deelnemende bedrijven ligt tussen dat

van de sterk gespecialiseerde (gemiddeld 0,76 gve/ha) en de minder sterk gespecialiseerde melkveehouderijbedrijven (gemiddeld 1,28 gve/ha) in Nederland (zie ook www.lei.dlo.nl/binternet).

De P_2O_5 -productie per hectare is normatief berekend. Voor ieder gemiddeld aanwezig dier wordt een normatieve P_2O_5 -productie ingerekend, die afkomstig is van de Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers (WUM-1993). De P_2O_5 -productie per hectare geeft de mate van intensiteit weer. Uit dit getal blijkt dat de bedrijven gemiddeld geen mestoverschot hebben. In 1995 bedroeg de maximaal aan te wenden hoeveelheid organische mest (de fosfaatnormering) 110 kg fosfaat per hectare maïsland en 150 kg fosfaat per hectare grasland (Brouwer *et al.*, tabel 3.1, 1996). Pas in het jaar 2000 geldt een aanvoernorm voor dierlijke mest die lager is dan 100 kg P_2O_5 per hectare, namelijk 85 kg P_2O_5 per hectare gras- of bouwland. Overigens gelden deze aanvoernormen dan alleen voor de akker- en tuinbouw; vanaf 1 januari 2000 vallen alle veehouderijbedrijven onder het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) waarbij niet met aanvoer- maar met verliesnormen wordt gewerkt.

Het percentage emissiearm aangewende mest is berekend als de hoeveelheid emissiearm aangewende mest (tonnen) gedeeld door de forfaitaire mestproductie volgens de Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers (WUM-1993). Met ingang van 1995 is het emissiearm uitrijden verplicht.

De procentuele mestopslagcapaciteit is op dezelfde manier berekend, namelijk als de mestopslagcapaciteit (tonnen) gedeeld door de forfaitaire mestproductie. Deze is op de deelnemende bedrijven zo hoog dat bijna alle, in één jaar geproduceerde, mest kan worden opgeslagen. Dit heeft als voordeel dat mest uitrijden minder vaak een noodmaatregel wordt om ruimte in de opslag te maken. Met een grotere opslagcapaciteit zal drijfmest dus relatief vaker worden aangewend, wanneer de omstandigheden daar het meest gunstig voor zijn.

Zoals reeds genoemd, is de mate waarin de grond gedraineerd is, ingeschat met behulp van de "vervangingswaarde van drainage per hectare". De f135,- vervangingswaarde in *Tabel 5.2* betekent dus dat gemiddeld ongeveer 13,5% van de grond gedraineerd is.

De beregende oppervlakte is berekend als het percentage van de cultuurgrond dat in het groeiseizoen is beregend, ongeacht de hoeveelheid water en het aantal herhalingen. Het maximale percentage bedraagt dus 100%. Op de deelnemende melkveehouderijbedrijven is dit gemiddeld 34,6%.

Het maaipercentage is berekend als de totale gemaaide oppervlakte gedeeld door de oppervlakte grasland. Indien alle grasland twee maal gemaaid is, bedraagt het maaipercentage dus 200%. Op de deelnemende bedrijven is het gemiddelde maaipercentage met 173,5% lager dan de 185% op het gemiddelde gespecialiseerde melkveehouderijbedrijf in Nederland en iets hoger dan de gemiddeld 168% op de minder sterk gespecialiseerde melkveehouderijbedrijven.

De voeraankopen zijn gecorrigeerd voor verliezen, verkopen en voorraadveranderingen. Het kengetal geeft dus het netto aanvullende (op de eigen productie van maïs en gras) voerverbruik per hectare weer. Op de deelnemende bedrijven is dit 792 kVEM/ha hoger dan op vergelijkbare bedrijven, met dezelfde melkproductie per hectare, dezelfde grondsoort en dezelfde stikstofbemesting. De efficiëntie van het voer- en graslandgebruik is op de deelnemende bedrijven dus lager dan op vergelijkbare bedrijven.

In *Tabel 5.3* worden de gemiddelde mineralenoverschotten van beide categorieën weergegeven. Op de deelnemende akkerbouwbedrijven wordt meer dan driekwart van de mineralen in de vorm van kunstmest en organische mest aangevoerd. De aanvoer van organische mest is lager dan de aanvoer op het gemiddelde akkerbouwbedrijf in Nederland (Brouwer *et al.*, 1997). Deze gemiddelde aanvoer bedroeg in 1995/96 voor N, P en K respectievelijk 103, 23 en 69 kg/ha. Ondanks de lagere aanvoer van mineralen zijn de overschotten op de deelnemende akkerbouwbedrijven iets hoger dan op het gemiddelde akkerbouwbedrijf. Op dit gemiddelde akkerbouwbedrijf waren het N-, P- en K-overschot respectievelijk 188, 22 en 28 kg per hectare cultuurgrond.

Op de melkveehouderijbedrijven wordt van stikstof ongeveer de helft via kunstmest aangevoerd. Fosfor en kalium worden op deze bedrijven voornamelijk via rundveevoer aangevoerd. In vergelijking tot het gemiddelde gespecialiseerde melkveehouderijbedrijf is het stikstofoverschot op de 20 bedrijven vergelijkbaar (411 versus 406 kg/ha), het P-overschot iets hoger (respectievelijk 31 versus 28) en het K-overschot veel hoger (98 versus 81 kg per ha).

Tabel 5.3 *Het gemiddelde en de standaardafwijking () van de aan- en afvoerposten op de mineralenbalans (kg zuiver N, P en K per ha) van de categorieën akkerbouw op zeelei en melkvee op rivierklei waarvan de bodem en het grondwater in 1996 zijn bemonsterd*

	Akkerbouw op zeelei						Melkveehouderij op rivierklei					
	N		P		K		N		P		K	
kunstmest	185	(38)	24	(16)	76	(54)	245	(64)	9	(9)	1	(2)
org. mest	88	(65)	21	(17)	57	(42)	41	(42)	10	(10)	31	(32)
depositie	44	(6)	1	(0)	4	(0)	51	(3)	1	(0)	4	(0)
rundvee	1	(4)	0	(1)	0	(0)	2	(3)	1	(1)	0	(0)
voer	7	(22)	1	(4)	3	(9)	134	(70)	22	(11)	72	(40)
divers	3	(1)	1	(0)	3	(2)	31	(58)	6	(11)	16	(27)
	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----
tot. aanvoer	328	(82)	47	(19)	143	(53)	504	(113)	48	(18)	123	(46)
melk	1	(4)	0	(1)	0	(1)	54	(21)	9	(3)	15	(6)
org. mest	0	(0)	0	(0)	0	(0)	9	(24)	1	(3)	10	(28)
rundvee	2	(5)	1	(1)	0	(0)	17	(6)	5	(2)	1	(1)
divers	124	(21)	23	(4)	112	(34)	14	(21)	3	(4)	-1	(20)
	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----
tot. afvoer	127	(17)	24	(3)	113	(34)	93	(45)	18	(8)	25	(33)
overschot	201	(84)	23	(18)	30	(45)	411	(80)	31	(13)	98	(44)

Bron: LEI-Bedrijven Informatienet 1995/96.

5.2 De zware metalen-balansen

In Tabel 5.4 is voor beide categorieën het zware-metalenoverschot berekend als de aanvoer minus de afvoer, vergelijkbaar met de mineralenoverschotten in Tabel 5.3. Voor de berekening en de gehanteerde gehalten in kunstmest, organische mest en voedermiddelen wordt verwezen naar paragraaf 2.7. De post voer bevat alleen het voer ten behoeve van het rundvee. Het voer t.b.v. een neventak (bijvoorbeeld varkens of pluimvee) is ondergebracht in de post divers. De post afvoer divers bestaat voornamelijk uit de afvoer van gewassen en de afvoer die samenhangt met neventakken.

Tabel 5.4 *Het gemiddelde en de standaardafwijking () van de aan- en afvoerposten op de zware-metalenbalans (g cadmium, lood, koper en zink per ha) van de categorieën akkerbouw op zeelei en melkveehouderij op rivierklei waarvan de bodem en het grondwater in 1996 zijn bemonsterd.*

	Akkerbouw op zeelei				Melkveehouderij op rivierklei			
	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn
kunstmest	2,5 (2,1)	3 (2)	10 (6)	49 (34)	1,1 (1,1)	1 (1)	5 (3)	25 (21)
org.mest	0,3 (0,2)	21 (16)	234(265)	535(469)	0,3 (0,4)	11 (13)	186(247)	332(438)
depositie	0,8 (0,2)	39 (10)	7 (2)	29 (10)	1,1 (0,1)	49 (3)	10 (2)	45 (5)
voer	0,0 (0,1)	0 (1)	5 (14)	12 (31)	0,5 (0,6)	7 (5)	104 (46)	258(144)
divers	0,0 (0,0)	0 (0)	0 (0)	3 (1)	0,0 (0,0)	1 (2)	66(132)	144(278)
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
tot.aanvoer	3,6 (1,9)	63 (18)	256(265)	628(468)	3,0 (1,2)	69 (11)	371(233)	804(424)
tot.afvoer	1,1 (0,2)	1 (0)	45 (12)	209 (31)	0,1 (0,2)	2 (4)	9 (18)	60 (57)
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
overschot	2,5 (1,9)	61 (18)	211(266)	419(459)	2,8 (1,2)	67 (12)	362(232)	743(409)

Bron: LEI-Bedrijven Informatienet 1995/96.

Uit de tabel blijkt dat cadmium voor beide categorieën voornamelijk wordt aangevoerd via kunstmest en depositie. Lood komt voornamelijk als depositie uit de lucht op de bodem. Koper en zink worden op de akkerbouwbedrijven voornamelijk via de organische mest aangevoerd. Op de melkveehouderijbedrijven speelt naast organische mest ook het rundveevoer een grote rol. Opvallend is de grote spreiding (standaardafwijking) bij de diverse aan- en afvoerposten. Bij het merendeel van de aan- en afvoerposten wordt deze veroorzaakt door de niet-normale verdeling als gevolg van de zeer heterogene bedrijfsvoering (zie 5.1). Bij de aanvoer via kunstmest speelt vooral het grote verschil in zware-metalengehalten van de diverse kunstmestsoorten een rol. De spreiding van de overschotten wordt nog eens visueel gemaakt door de frequentieverdeling in Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Frequentieverdeling van de zware-metalenoverschotten (g per ha) van de twee categorieën bedrijven waarvan de bodem en het grondwater in 1996 bemonsterd zijn.

Kengetal/klasse	Aantal bedrijven in bedrijfscategorie			
	Akkerbouw op zeeklei		Melkveehouderij op rivierklei	
Cadmiumoverschot				
< 1,0	4	****	0	
1,0 - 2,0	4	****	6	*****
2,0 - 3,0	6	*****	5	*****
3,0 - 4,0	1	*	4	****
4,0 - 5,0	4	****	5	*****
5,0 - 6,0	0		0	
> 6,0	1	*	0	
Loodoverschot				
20 - 30	1	*	0	
30 - 40	2	**	0	
40 - 50	3	***	0	
50 - 60	3	***	5	*****
60 - 70	4	****	11	*****
70 - 80	3	***	2	**
> 80	4	****	2	**
Koperoverschot				
< 100	9	*****	1	*
100 - 200	3	***	6	*****
200 - 300	3	***	0	
300 - 400	2	**	7	*****
400 - 500	1	*	3	***
500 - 600	0		0	
> 600	2	**	3	***
Zinkoverschot				
< 200	8	*****	1	*
200 - 400	3	***	2	**
400 - 600	3	***	4	****
600 - 800	1	*	6	*****
800 - 1000	3	***	4	****
1000 - 1200	0		1	*
1200 - 1400	0		1	*
> 1400	1	*	1	*

Bron: LEI-Bedrijven Informatienet 1995/96.

5.3 De accumulatie van zware metalen in de bodem

In 5.2 is het zware metalenoverschot op bedrijfsniveau en categorieniveau berekend. Deze grootte kan beschouwd worden als de gemiddelde belasting van zware metalen aan het bodemoppervlak. Met de categorie-gemiddelde concentratie van zware metalen in het grondwater kan een schatting worden

gemaakt van de uitspoeling van zware metalen. De gebruikte getallen zijn: jaarlijks neerslagoverschot 300 mm, porositeit 0,3. In *Tabel 5.6* wordt de geschatte uitspoeling van zware metalen gegeven en de resulterende toe- of afname in de bodem. Op grond van *Tabel 5.6* verwachten we dat in beide categorieën cadmium, lood, koper en zink nog steeds accumuleren in de bodem.

Tabel 5.6 De categoriegemiddelde accumulatie van zware metalen in de bodem in grammen cadmium (Cd), lood (Pb), koper (Cu) en zink (Zn) per ha per jaar. De overschotten op de metalenbalans zijn afkomstig uit Tabel 5.4.

	Akkerbouw op zeeklei				Melkveehouderij op rivierklei			
	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn
Overschot	2,5	61	211	419	2,8	67	362	743
Uitspoeling	0,3	6	12	41	0,2	3	21	43
Accumulatie	2,2	55	199	378	2,6	64	341	700

6 DISCUSSIE

6.1 De kwaliteit van bodem en grondwater in de twee onderzochte categorieën

Zowel op de akkerbouw- als de melkveehouderijbedrijven liggen de gemiddelde gehalten aan zware metalen in de toplaag van de bodem onder de streefwaarde. In de categorie akkerbouw op zeelei worden de hoogste gemiddelde relatieve metaalgehalten in de bodem gevonden voor zink (0,67 keer de streefwaarde) en chroom (0,66 keer de streefwaarde). Op de melkveehouderijbedrijven op rivierklei zijn de zink- en cadmiumgehalten (respectievelijk 1,02 en 1,13 keer de streefwaarde) het hoogst.

De zware metaalgehalten op 30-50 cm diepte zijn over het algemeen iets lager dan in de toplaag. In de uiterwaarden komen voor alle onderzochte zware metalen, maar met name voor kwik, cadmium en zink, wèl hoge gehalten en streefwaardeoverschrijdingen voor, tot maximaal 5 keer de streefwaarde.

Voor een aantal zware metalen, met name zink, cadmium en lood, worden zowel bij akkerbouw op zeelei als grasland op rivierklei (kleine) overschrijdingen van de LAC signaalwaarden gevonden. Dit betekent in pincipe dat de gewassen die op deze gronden verbouwd worden te hoge zware metaalgehalten hebben voor consumptie door mens of dier. In de uiterwaarden worden voor nagenoeg alle zware metalen de LAC-signalwaarden overschreden en soms fors. Hierbij moet worden opgemerkt dat de wetenschappelijke onderbouwing van de LAC-signalwaarden aan discussie onderhevig is en dat deze waarden momenteel herzien worden.

De gemiddelde concentraties aan zware metalen in het bovenste grondwater liggen voor beide categorieën onder de streefwaarde, met uitzondering van chroom op de akkerbouwbedrijven. Lokaal komen in een aantal grondwatermonsters wel overschrijdingen van de streefwaarden voor zware metalen voor.

Het gemiddelde som-PAK-gehalte in de toplaag van de bodem ligt voor beide categorieën beneden de streefwaarde. Voor individuele PAK komen wel streefwaardeoverschrijdingen voor, met name (in afnemende volgorde) bij fluorantheen, chryseen, benzo(ghi)peryleen, benzo(a)pyreen, benzo(a)anthraceen, indeno(123cd)pyreen, fenanthreen en benzo(k)fluorantheen. Er is weinig verschil tussen de beide categorieën. In de diepere bodemlaag (30-50 cm-mv) ligt het gemiddelde gehalte aan PAK lager dan in de toplaag, maar nog steeds meestal boven de streefwaarde. Over het algemeen is de variatie in PAK-gehalten groot.

Wat betreft de organochloorbestrijdingsmiddelen komen in de toplaag van de bodem op de akkerbouwbedrijven overschrijdingen van de streefwaarde voor bij HCB, dieldrin en som-DDT. Voor linaan geldt dat 75% van de monsters gehalten beneden de onderste analysegrens vertoont. Zes bestrijdingsmiddelen werden in het geheel niet gevonden (α -, β - en δ -HCH, α - en β -endosulfan en endrin). Op de melkveehouderijbedrijven ligt het gemiddelde HCB-gehalte onder de streefwaarde (toplaag). De streefwaarde voor linaan wordt in alle monsters overschreden, maximaal met een factor 2108. De stoffen α -, β - en δ -HCH, heptachloor, aldrin, b-heptachloorepoxide en β -endosulfan worden in geen enkel monster aangetroffen. In de uiterwaardgronden komen hoge HCB-gehalten voor (tot 45 keer de streefwaarde).

Op de akkerbouwbedrijven komt atrazin in 3 van de 80 toplaagmonsters voor in gehalten boven de detectielimiet met als maximum een gehalte van 215 keer de streefwaarde. De stoffen desisopropyl-

atrazin en simazin worden in enkele monsters gevonden. Desethyl-atrazin wordt op de akkerbouwbedrijven niet gevonden.

Op de melkveehouderijbedrijven worden in 44 van de 80 toplaagmonsters atrazingehalten gevonden boven de onderste analysegrens (maximaal 1453 keer de streefwaarde). De stoffen desethyl-atrazin en desisopropyl-atrazin worden in enkele monsters aangetoond, ook in de uiterwaarden. Simazin wordt in het geheel niet gevonden.

6.2 Oorzaken van hoge zware metaalgehalten in bodem en grondwater van de onderzochte categorieën

De zware metaalgehalten in de bodem en het grondwater van de twee onderzochte categorieën worden naar verwachting bepaald door enerzijds de bodembelasting en anderzijds de bodemeigenschappen. De relatie tussen bodembelasting, bodemeigenschappen, zware metaalgehalten in de bodem en concentraties in het grondwater is nader geanalyseerd aan de hand van een correlatiematrix, waarin een selectie van parameters uit het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit is opgenomen (Bijlage XIII). Correlaties tussen twee parameters zijn significant indien groter dan 0,375.

Zoals verwacht werd bestaat er in beide categorieën een sterke positieve correlatie tussen het lutumgehalte en de CEC van de bodem; wanneer het lutumgehalte toeneemt, neemt de CEC ook toe. In de categorie akkerbouw op zeelei vinden we de verwachte positieve correlatie tussen CEC en lutumgehalte van de bodem en de cadmium-, lood-, koper- en zinkgehalten van de bodem. Bij de melkveehouderijlokaties vinden we om onbekende redenen die correlaties wel bij koper maar niet bij de overige zware metalen.

Zoals verwacht vinden we in beide categorieën voor alle zware metalen een positieve correlatie tussen de depositie en het gehalte in de bodem.. Soms is die correlatie significant, soms niet. De relatie tussen de totale belasting aan zware metalen (dat wil zeggen inclusief de aanvoer via bijvoorbeeld mest) en de gehalten in de bodem zijn, tegen de verwachting in, nergens significant. Dit kan een aantal oorzaken hebben: de bodemgehalten zijn mogelijk bepaald door belastingen in het verleden die niets te maken hebben met belastingen in het heden; de berekende zware metalenbalans op bedrijfsniveau is slechts een momentopname voor een jaar; de gemiddelde gehalten van zware metalen in de diverse aan- en afvoerposten van de zware metaalbalansen zijn niet goed genoeg om een goede schatting van de balansen op bedrijfsniveau te maken.

Ook in eerdere studies is geprobeerd een relatie te leggen tussen de zware-metaalbelasting en de gehalten aan deze metalen in de bodem (Van Drecht *et al.*, 1996 en Groot *et al.*, 1996) en ook daarbij is geconcludeerd dat de gezochte relatie bijzonder zwak is. Dit is de reden geweest om de gegevens in dit stadium niet verder te analyseren. Pas zodra alle categorieën van het LMB een keer bemonsterd zijn, zal de volledige range aan metaalbelasting en metaalgehalten in Nederland beschikbaar zijn voor een statische analyse. Hierbij zullen metaalbalansen op bedrijfsniveau worden gebaseerd op langjarige gemiddelden. Dan zullen ook categoriegemiddelde belastingen en gehalten gecorreleerd worden. Zodra een categorie voor de tweede keer bemonsterd is, zal de huidige belasting gecorreleerd worden aan de *verandering* van metaalgehalten in de bodem. Pas dan kan een van de kernvragen van het LMB: “Vindt in de Nederlandse bodem accumulatie van zware metalen plaats, en zo ja, waar, waarom en hoe snel?” worden beantwoord.

Uit de correlatiematrix blijkt tenslotte dat tussen de deposities van zware metalen onderling, de gehalten aan zware metalen in de bodem onderling en tussen de concentraties in grondwater onderling sterke positieve correlaties bestaan: zodra één metaal in hoge concentraties wordt gedeponeerd of in de bodem voorkomt, is dat meestal met alle zware metalen het geval.

7 CONCLUSIES

Zware metalen en arseen in bodem en grondwater

- Voor de onderzochte categorie akkerbouw op zeelei liggen de categoriegemiddelde relatieve gehalten aan zware metalen in de bodem en het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor dit gemiddelde beneden de streefwaarde. Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei geldt dit voor koper, chroom, lood en kwik, terwijl de categoriegemiddelde relatieve gehalten aan zink en cadmium net boven de streefwaarde liggen.
- Op één akkerbouwbedrijf wordt de streefwaarde in de toplaag van de bodem voor alle metalen overschreden. Op de melkveehouderijbedrijven wordt de streefwaarde in de toplaag overschreden voor zink (4 lokaties, max. 4,0 keer), koper (2 lokaties, max. 1,4 keer), cadmium (11 lokaties, max. 4,6 keer), lood (2 lokaties, max. 2,6 keer) en kwik (1 lokatie, max. 1,5 keer). In de diepere bodemlaag (30-50 cm-mv) wordt de streefwaarde nauwelijks overschreden. In de uiterwaarden komen voor alle metalen gehalten voor die ruim boven de streefwaarde liggen.
- Voor beide categorieën liggen de gemiddelde concentraties aan zware metalen en arseen in het bovenste grondwater beneden de streefwaarde.
- Op de akkerbouwbedrijven wordt de streefwaarde in grondwater soms overschreden voor zink (2 lokaties, max. 2,8 keer), cadmium (2 lokaties, max. 2,8 keer), chroom (6 lokaties, max. 12,9 keer), koper (1 lokatie, 1,1 keer), nikkel (3 lokaties, max. 10,6 keer) en arseen (4 lokaties, max. 1,7 keer). In de drainmonsters wordt de streefwaarde voor alle metalen, behalve voor lood en arseen, meerdere malen overschreden. Op de melkveehouderijbedrijven wordt de streefwaarde overschreden voor chroom (1 lokatie, 1,1 keer), koper (7 lokaties, max. 3,0 keer) en arseen (3 lokaties, max. 5,0 keer).

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) in bodem

- Voor de categorie akkerbouw op zeelei liggen de categoriegemiddelde gehalten aan alle onderzochte PAK, met uitzondering van anthraceen, in de toplaag en in de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. De lokatiegemiddelde PAK-gehalten liggen in de meeste gevallen op een niveau van 1 tot 10 keer de streefwaarde. Overschrijdingen van meer dan 25 keer de streefwaarde worden gevonden voor fluorantheen en chryseen. De streefwaarde voor de som-PAK wordt in 18% van de toplaagmonsters en in 10% van de diepe monsters overschreden.
- Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei liggen de categoriegemiddelde gehalten aan alle onderzochte PAK, behalve van anthraceen, in de toplaag en in de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. De lokatiegemiddelde PAK-gehalten liggen bijna allen een factor 1 tot 10 boven de streefwaarde, behalve fluorantheen (7,5% meer dan 25 keer de streefwaarde). De streefwaarde voor de som-PAK wordt in 10% van de toplaagmonsters, in 15% van de diepe monsters en in 3 van de 4 uiterwaardmonsters overschreden.

Organochloorbestrijdingsmiddelen in bodem

- Voor de categorie akkerbouw op zeelei liggen de categoriegemiddelde gehalten aan de bestrijdingsmiddelen HCB in de toplaag en aan dieldrin en totaal-DDT in de diepere bodemlaag boven de streefwaarde. Hierbij worden alleen de stoffen genoemd welke in meer dan 50% van het aantal waarnemingen gehalten boven de onderste analysegrens vertonen.
- Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei liggen alleen de categoriegemiddelde gehalten aan γ -HCH (lindaan) in de toplaag boven de streefwaarde. Het gehele betrouwbaarheidsinterval voor HCB ligt beneden de streefwaarde. In de diepere bodemlaag worden geen stoffen aangetrof-

fen die in meer dan 50% van het aantal waarnemingen gehalten boven de onderste analysegrens vertonen.

Triazines in bodem

- Voor de categorie akkerbouw op zeelei geldt dat van de onderzochte triazines atrazin in 3 van de 80 toplaagmonsters gevonden wordt in gehalten boven de onderste analysegrens. De maximale streefwaarde-overschrijding bedraagt een factor 215. De stoffen desisopropyl-atrazin en simazin komen in resp. 2 en 6 van de 80 monsters voor in gehalten boven de onderste analysegrens. Simazin wordt bovendien in 1 diep monster aangetroffen.
- Voor de categorie melkveehouderij op rivierklei geldt dat in 44 van de 80 toplaagmonsters atrazingehalten boven de onderste analysegrens voorkomen (maximaal 1453 keer de streefwaarde). In de diepere bodemlaag wordt in 4 van de 20 monsters atrazin aangetoond (maximaal 339 keer de streefwaarde) en in één van de uiterwaarden-monsters wordt atrazin aangetroffen (1000 keer de streefwaarde). De stof desethyl-atrazin geeft in 30 van de 80 toplaagmonsters en in 1 van de 4 uiterwaardmonsters gehalten te zien boven de onderste analysegrens; desisopropyl-atrazin wordt in 13 toplaagmonsters en in 1 monster van de uiterwaarden aangetoond.

Fosfaatgehalten in bodem

- De melkveehouderijlokaties vertonen hogere totaal-fosfaatgehalten in de bodem dan de akkerbouwlokaties. De landbouwkundig meer relevante Pw-toestand is in 42,5% van de monsters van de akkerbouwbedrijven 'vrij hoog' tot 'hoog', tegen 13% van de monsters van de melkveehouderijbedrijven. De Pw-toestand betreft echter de laag 0-20 à 0-25 cm-mv (bouwland), terwijl de monsters betrekking hebben op de laag 0-10 cm-mv. De P-Al-waardering geldt voor grasland met een laagdikte van 0-5 cm-mv. Door de grotere bemonsterde laagdikte treedt verdunning op, waardoor te verklaren is dat 58% van de monsters van de melkveehouderijbedrijven een P-Al-getal heeft in de klasse 'vrij laag'.

Bodembelasting en accumulatie

- Het overschot aan N, P en K is op de bemonsterde akkerbouwbedrijven iets hoger dan op het gemiddelde akkerbouwbedrijf. Op de bemonsterde melkveehouderijbedrijven is het stikstofoverschot vergelijkbaar met dat op het gemiddelde gespecialiseerde melkveehouderijbedrijf, het P-overschot iets hoger en het K-overschot veel hoger.
- Voor alle metalen uit de zware metalen-balans (cadmium, lood, koper en zink) in de beide categorieën geldt dat er sprake is van een balansoverschot.
- Uit het zware metalen-overschot verminderd met de geschatte uitspoeling blijkt dat voor cadmium, zink, lood en koper nog steeds accumulatie in de bodem plaatsvindt.

REFERENTIES

- Brouwer, F.M., C.H.G. Daatselaar, J.P.P.J. Welten en J.H.M. Wijnands (1996). Landbouw, milieu en economie, editie 1996. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut-DLO; Periodieke Rapportage 68-94.
- Daatselaar, C.H.G., D.W. de Hoop, H. Prins en B.W. Zaalmink (1990). Bedrijfsvergelijkend onderzoek naar de benutting van mineralen op melkveebedrijven. Den Haag., Landbouw-Economisch Instituut-DLO; Onderzoekverslag 61, 1990.
- Drecht, G. van, L.J.M. Boumans, D. Fraters, H.F.R. Reijnders en W. van Duijvenbouden (1996). Landelijke beelden van de diffuse metaalbelasting van de bodem en de metaalgehalten in de bovengrond, alsmede de relatie tussen gehalten en belasting. RIVM-rapportnr. 714801006, 1996.
- Driessen, J.J.M. en A.H. Roos (1996). Zware metalen, organische microverontreinigingen en nutriënten in dierlijke mest, compost, zuiveringsslib, grond en kunstmeststoffen. Wageningen, DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO), rapport 96.14.
- Duijvenbouden, W. van en P. Lagas (1993). Een landelijk meetnet voor de bodemkwaliteit. Bodem, jaargang 3, nummer 2, blz. 65-69.
- Duijvenbouden, W. van, W. van Driel en W.J. Willems (1995). Resultaten van een onderzoek naar de mogelijke opzet van een Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Coördinatie-Commissie voor Metingen in het Milieu (CCRX), 1995.
- Esbroek, M.L.P. van, A.J. Schouten (1998). Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna, deel 5: Bemonstering 1996 (akkerbouwgebieden op zeelei). RIVM-rapportnr. 718801019, mei 1998.
- Esbroek, M.L.P. van, A.J. Schouten (1999). Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna, deel 6: Bemonstering 1996 (melkveehouderijbedrijven op rivierklei, zeelei en tuinbouwbedrijven). RIVM-rapportnr. 718801025, april 1999.
- Groot, M.S.M., J.J.B. Bronswijk, W.J. Willems, T. de Haan en P. del Castilho (1996). Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1993. RIVM-rapportnr. 714801007, april 1996.
- Groot, M.S.M., J.J.B. Bronswijk, W.J. Willems, T. de Haan en P. del Castilho (1997). Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1994. RIVM-rapportnr. 714801017, december 1997.
- Groot, M.S.M., J.J.B. Bronswijk, W.J. Willems, T. de Haan en P. del Castilho (1998). Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1995. RIVM-rapportnr. 714801024, december 1998.
- Hanegraaf, M., T. van der Mey en H. de Graaf (1991). Natuur en milieu in landbouwmodellen. Leiden, R.U. Milieubiologie, 1991.
- Heidemij (1994). Invloed van het meststoffengebruik op de zware-metalenaanvoer in Nederlandse landbouwgronden. Rapport in opdracht van het Ministerie van VROM; Heidemij Advies, Arnhem, april 1994.
- Hoogervorst, N.J.P. (1991) Het landbouw-scenario in de Nationale Milieuverkenning 2; uitgangspunten en berekeningen. RIVM-rapportnr. 251701005, november 1991.
- Hotsma, P.H., W.J. Bruins en E.J.R. Maathuis (1996). Gehalten aan zware metalen in meststoffen. Ede, Informatie- en Kennis Centrum Landbouw (IKC-L), rapport 27.
- IKC (1994). KWantitatieve INformatie veehouderij 1994-1995. Ede, Informatie- en Kennis Centrum Landbouw, Publikatie nr 6-95.
- Koole, B. (1993). Berekening en toepassing van Nederlandse grootte-eenheden en standaardbedrijfseenheden (nge 1990 en sbe 1991). Den Haag; Landbouw Economisch Instituut-DLO; Periodieke Rapportage 63-90, 1993.
- Landbouwadviscommissie Milieukritische Stoffen (1991). LAC-Signaalwaardenrapport - Werkgroep Verontreinigde Stoffen. Den Haag, december 1991.

- Productschap voor Veevoeder (1998). Concept-rapport Monitoring mineralen in diervoeders in 1997, Den Haag.
- Locher, W.P. en H. de Bakker (1987). Bodemkunde van Nederland, deel 1, Algemene Bodemkunde. Malmberg Den Bosch.
- Smilde, K.W. (1986). Zware-metaalgehalten van kunstmeststoffen en aanvoer van zware metalen via deze meststoffen op landbouwgronden. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), Haren. Nota 154.
- Snedecor, G.W. en W.G. Cochran (1989). Statistical Methods 8th edition, Iowa State University press/ames, 1989.
- Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers (WUM) (Redactie M.M. van Eerdt); Cijfers 1993. Bennekom, Drukkerij Modern.

BIJLAGE I ANALYSEMETHODEN

Analysemethoden bodem

Analyse van fysische bodemparameters

De mengmonsters zijn door het Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) te Haren onderzocht op de fysische bodemparameters pH (zuurgraad), organische stof, lutum (deeltjes kleiner dan 2 µm) en CEC (kationenuitwisselcapaciteit).

Voorbehandeling

De monsters zijn eerst voorbehandeld, d.w.z. gedroogd bij een temperatuur van maximaal 40°C (luchtdroog) en vervolgens gezeefd over een 2 mm-zeef, om de grindfractie af te scheiden.

Zuurgraad

De pH (zuurgraad) van de grond is bepaald in een suspensie van het luchtdroge monster met demiwater (pH-H₂O) en kaliumchloride-oplossing 1 M (pH-KCl). De verhouding grond : oplossing is 1 : 5.

Lutumgehalte (deeltjes < 2 µm)

Bij het bepalen van de lutumfractie (kleidelen < 2 µm) wordt gebruik gemaakt van de verschillende bezinkingssnelheden van deeltjes (wet van Stokes). De fractie organische stof wordt verwijderd door voorbehandelen met waterstofperoxide; hierna wordt een overmaat zoutzuur toegevoegd om het aanwezige carbonaat te verwijderen. Het monster wordt na deze voorbereiding samen met een peptisatiemiddel in een slijbcilinder overgebracht, waarna de lutumfractie wordt bepaald door op vaststaande tijden en diepten een exacte hoeveelheid suspensie uit de cilinder te pipetteren en in te dampen. Het lutumgehalte is vooral van belang voor het bepalen van de streefwaarden van zware metalen. Hierbij is echter ook het humusgehalte (organische stof) nodig.

Organische-stofgehalte

Het gehalte aan organische stof is bepaald door het monster te koken met een bichromaat/zwavelzuurmengsel; hierna wordt de overmaat bichromaat teruggetitreerd met Mohr's zout. Het humusgehalte is ook nodig bij het vaststellen van de streefwaarden van organische verbindingen, zoals PAK en organochloorverbindingen.

Kationenuitwisselcapaciteit

De kationenuitwisselcapaciteit (CEC) is bepaald door het monster eerst te schudden met BaCl₂; vervolgens wordt een bekende overmaat MgSO₄ toegevoegd. De overmaat magnesium wordt gemeten met AAS-vlamtechniek; het verschil tussen toegevoegd en teruggevonden magnesium is een maat voor de CEC.

Analyse van (zware) metalen, fosfor, P-AL en Pw

Het Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) heeft naast de fysisch-chemische bodemkenmerken tevens de analyse van de zware metalen koper, lood, cadmium, zink, chroom en kwik uitgevoerd. Tevens zijn de monsters onderzocht op gehalten aan ijzer, mangaan, Pw, PAL en P-totaal.

Analyse van zink, koper, ijzer, chroom, mangaan en fosfor

De elementen zink, koper, ijzer, chroom, mangaan en fosfor zijn ontsloten door destructie met Fleischmannzuur (1:1) en perchloorzuur. Het gehalte is bepaald met FAAS, behalve fosfor. Het gehalte aan fosfor is colorimetrisch bepaald volgens Murphy en Riley.

VERVOLG BIJLAGE I:*Analyse van cadmium en lood*

De elementen cadmium en lood zijn ontsloten door afroken met salpeterzuur, daarna opgenomen in zoutzuur en water. IJzer is verwijderd met pentaandion en chloroform; vervolgens is de oplossing geconcentreerd met behulp van NaDDC in methyl-isobutylketon. Het gehalte is bepaald met FAAS.

Analyse van kwik

Het element kwik is ontsloten met microwave volgens NVN 5770. Het gehalte aan kwik is vervolgens bepaald volgens de koude damp-methode.

Analyse van P-AL

Aan 2,5 g grond wordt 50 ml van een bufferoplossing bestaande uit 0,1 M ammoniumlactaat en 0,4 M azijnzuur toegevoegd. Bij kamertemperatuur wordt 4 uren geëxtraheerd. Na filtratie wordt het fosfaat colorimetrisch gemeten en het resultaat wordt uitgedrukt in mg P₂O₅ per 100 g luchtdroge grond.

Analyse van Pw

Aan 1,2 ml grond wordt 2 ml demiwater toegevoegd en gedurende 22 uur bij kamertemperatuur voorbevochtigd. Daarna wordt 70 ml demiwater toegevoegd en gedurende 1 uur krachtig geschud. Na filtratie wordt het fosfaat colorimetrisch gemeten en het resultaat wordt uitgedrukt in mg P₂O₅ per liter luchtdroge grond.

Analyse van organische verbindingen

De analyse van organische verbindingen in de grondmonsters is uitgevoerd door het Laboratorium voor organische chemie (LOC) van het RIVM. Dit laboratorium heeft een STERLAB-certificaat.

Monsteropwerking voor PAK

De monsters zandgrond zijn eerst gehomogeniseerd voordat er afgewogen is. De veenmonsters zijn vooraf gemalen met vloeibaar stikstof in een groentesnijmachine, zodat veenresten en dergelijke goed fijngemaakt zijn en een homogeen monster verkregen wordt.

De grondmonsters worden geëxtraheerd met aceton, waarbij van de zandmonsters telkens 10 gram monster en van de veenmonsters telkens 5 gram in bewerking wordt genomen.

Analyse van PAK

Na extractie worden de extracten gezuiverd en geanalyseerd met behulp van een on-line SPE (solid phase extraction)-HPLC-systeem. De PAK worden gedetecteerd door middel van fluorescentie, waarbij acenaftyleen niet detecteerbaar is. Aan alle monsters wordt voor extractie een intern standaardmengsel van 6-methylchryseen en D12-benzo(k)fluorantheen toegevoegd.

Monsteropwerking voor organochloorverbindingen

De opwerking van de monsters voor de analyse van organochloorbestrijdingsmiddelen is uitgevoerd middels een extractie met behulp van een microwave. Een hoeveelheid monster met hexaan wordt in een afgesloten vat in een microwave geplaatst en verwarmd. Na afkoelen wordt een gedeelte van het extract ingedampt tot 5 ml.

Analyse van organochloorverbindingen

De gehalten aan organochloorbestrijdingsmiddelen in het extract worden bepaald met behulp van een gaschromatograaf uitgerust met een twee-koloms-systeem. Na injectie van het extract worden de componenten in het injectiesysteem verdeeld over twee scheidingskolommen, elk voorzien van een EC-detector en data-verwerkingsysteem. Door hun verschillende polariteit hebben de kolommen elk een verschillend scheidingspatroon.

Voor het data-verwerkingsysteem is een macro geschreven dat een component als aanwezig herkent als de desbetreffende retentietijd op beide kolommen gevonden is. Hierdoor wordt de selectiviteit vergroot,

VERVOLG BIJLAGE I:

waardoor het optreden van vals positieve waarden vermindert. Tevens wordt van elke monsterplaats een van de 4 monsters onderzocht met behulp van GC-MS (positieve chemische ionisatie en electron impact) voor bevestiging van de met de GC gevonden organochloorbestrijdingsmiddelen (MS-controle).

Monsteropwerking voor triazines

De opwerking van de veenmonsters voor de analyse van triazines is uitgevoerd middels een extractie met behulp van een microwave. Een hoeveelheid monster met oplosmiddel wordt in een afgesloten vat in een microwave geplaatst en verwarmd. Na afkoelen wordt een gedeelte van het extract drooggedampt en opgelost in dichloormethaan. Deze oplossing wordt gezuiverd met behulp van een chromatografie over een SPE-kolommetje gevuld met silica. Voor de extractie van de zandmonsters is geen gebruik meer gemaakt van de microwave, maar is teruggedaan naar de schud-extractie met waterige acetonitril.

Analyse van triazines

De gehalten aan triazines in de extracten worden bepaald met behulp van een gaschromatograaf voorzien van een NP-detector. Tevens wordt van elke monsterplaats minimaal één van de 4 monsters onderzocht met behulp van GC-MS voor bevestiging van de met de GC gevonden triazines (MS-controle).

Analysemethoden grondwater

De analyse van zware metalen, arseen, overige metalen, opgelost koolstof (DOC) en macroparameters in de grondwatermonster is uitgevoerd door het Laboratorium voor anorganische chemie (LAC) van het RIVM. Dit laboratorium heeft een STERLAB-certificaat.

Analyse van ammonium

De met zuur geconserveerde monsters worden vooraf geneutraliseerd. Bij een pH van 12,8 - 13,0 vormt ammoniak uit ammonium met hypochloriet en salicylaat in aanwezigheid van nitroprusside een blauwgekleurd indofenol-complex. De absorptie van het blauwgekleurde complex wordt fotometrisch bepaald bij 650 nm en is een maat voor de hoeveelheid ammonium in het monster.

Analyse van totaal-P

Door verhitting met zwavelzuur worden fosforverbindingen omgezet in orthofosfaat-ionen. Met molybdaat vormen de orthofosfaat-ionen na reductie met ascorbinezuur een blauw gekleurd complex. De absorptie wordt fotometrisch bepaald bij 838 nm en is een maat voor de hoeveelheid fosfor in het monster.

Analyse van orthofosfaat

Molybdaat vormt, in zuur milieu en in aanwezigheid van antimoon, met ortho-fosfaationen en ascorbinezuur een blauw gekleurde verbinding. De extinctie van deze verbinding wordt gemeten bij 880 nm en is een maat voor de aanwezige hoeveelheid orthofosfaat.

Analyse van chloride, nitraat en sulfaat

Ionen van een monster kunnen worden gescheiden door het monster op te nemen in een loopvloeistof-stroom en deze te leiden door een kolom met ionenwisselaar. Het principe van de ionchromatografie berust op het verschil in de affiniteit van de te scheiden ionen tot de uitwisselingsplaatsen van de ionenwisselaar. De te bepalen ionen worden gemeten met geleidbaarheidsdetectie na chemische suppressie. Nitraat wordt, indien meting met geleidbaarheid daartoe aanleiding geeft, met UV-detectie bij 206 nm gemeten. Met behulp van standaarden vindt identificatie van de componenten in de monsters plaats. De kalibratielijnen worden via point-to-point kalibratie bepaald. Voor de berekening van de anionenconcentraties worden de piekoppervlakten gebruikt.

VERVOLG BIJLAGE I:

Analyse van aluminium, barium, calcium, kalium, magnesium, mangaan, natrium, silicium, strontium, ijzer en zink

De analyse van bovengenoemde stoffen vindt plaats met behulp van ICP-AES.

Analyse van cadmium en lood

De analyse van cadmium en lood vindt plaats met behulp van ICP-MS (PlasmaQuad 2 plus).

Analyse van koper, chroom en nikkel

De analyse van koper, chroom en nikkel vindt plaats met behulp van grafietoven-AAS met Zeeman-achtergrondcorrectie (PE Zeeman/5000).

Analyse van arseen

De analyse van arseen vindt plaats met behulp van hydridegeneratie- en flow injectietechniek en atomaire-absorptie-spectrometrie (AAS).

Analyse van DOC

Aan de monsterstroom wordt verdund zwavelzuur toegevoegd, waarna koolstofdioxide verwijderd wordt door de vloeistofstroom samen met een stikstofstroom door een glazen spiraal te leiden. Na ontlichten wordt een peroxidesulfaatoplossing bij de stroom gevoegd waarna de stroom in een UV-digestor wordt geleid. Vervolgens wordt eventueel gevormd chloor gereduceerd door toevoegen van een iso-ascorbinezuuroplossing. De stroom wordt hierna langs een siliconen-membraam geleid, waarbij het uit organische koolstof gevormde koolstofdioxide gedeeltelijk diffundeert in een zwak gebufferde oplossing met fenolftaleïne als indicator. Na ontlichting wordt de extinctie van fenolftaleïne bepaald bij 550 nm. De afname van de extinctie is een maat voor de hoeveelheid opgelost organisch koolstof in het monster.

**BIJLAGE IIa ANALYSERESULTATEN FYSISCHE BODEMPARAMETERS; AKKERBOUW-
LOKATIES (0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	Org. stof (%)	Lutum (% <2 µm)	pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Wieringerwerf	1	2,2	17,0	7,41	8,21	7,9	14,3
	2	2,4	18,7	7,42	8,21	7,1	14,4
	3	2,6	17,9	7,43	8,16	6,7	14,3
	4	2,4	16,0	7,47	8,21	8,1	12,8
Dordrecht	1	3,0	22,1	7,50	8,21	11,8	17,2
	2	2,8	22,2	7,50	8,23	11,7	17,2
	3	2,8	22,3	7,50	8,21	12,0	17,1
	4	2,3	22,5	7,51	8,21	11,7	17,4
Anna Paulowna	1	4,1	17,9	7,33	8,09	2,7	19,8
	2	3,6	15,0	7,36	8,09	2,4	16,8
	3	4,2	17,4	7,31	8,01	2,5	19,9
	4	3,8	18,3	7,32	8,07	2,6	19,1
Dreischor-1	1	2,1	19,0	7,42	7,95	5,3	14,5
	2	2,0	19,8	7,44	8,13	5,1	15,9
	3	2,1	18,0	7,42	7,99	5,0	15,2
	4	2,3	18,8	7,42	8,04	5,2	15,8
Nagele	1	2,3	16,8	7,44	8,23	8,7	15,1
	2	2,3	17,3	7,46	8,25	8,6	14,8
	3	2,2	16,8	7,48	8,23	8,6	14,9
	4	2,3	16,2	7,50	8,26	8,3	14,8
Ouwerkerk	1	1,7	9,5	7,58	8,09	3,4	10,0
	2	1,9	9,9	7,52	8,05	2,8	10,5
	3	1,7	10,2	7,56	8,12	3,3	10,2
	4	1,8	10,8	7,57	8,14	3,4	10,6
Luttelgeest	1	2,4	17,1	7,49	8,16	5,3	16,0
	2	2,1	15,1	7,58	8,25	4,7	14,3
	3	2,0	17,0	7,49	8,11	5,2	16,3
	4	2,0	15,0	7,54	8,16	4,6	14,5
Dreischor-2	1	1,9	16,7	7,69	8,25	1,5	13,8
	2	1,9	17,2	7,65	8,20	1,8	13,8
	3	1,9	16,1	7,66	8,18	1,8	13,2
	4	1,8	16,7	7,70	8,24	1,5	13,4
Emmeloord	1	3,2	16,2	7,52	8,08	5,9	18,4
	2	3,3	16,7	7,49	8,05	5,8	17,8
	3	3,5	16,7	7,50	8,06	5,8	18,4
	4	3,9	14,9	7,50	8,03	5,4	18,3
Creil	1	1,6	8,5	7,76	8,21	4,5	9,2
	2	1,6	8,5	7,78	8,21	5,0	8,9
	3	1,6	8,4	7,79	8,21	4,6	9,4
	4	1,5	8,3	7,77	8,21	4,5	9,4

VERVOLG BIJLAGE IIa:

Lokatie	Monster-nummer	Org. stof (%)	Lutum (% <2 µm)	pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Domburg	1	4,1	16,6	6,86	7,47	0,4	15,4
	2	4,1	14,9	6,80	7,47	0,3	14,9
	3	3,6	15,4	7,06	7,71	0,5	15,1
	4	3,9	16,1	6,94	7,63	0,3	15,0
Uithuizermeeden	1	1,9	13,6	7,43	8,06	4,9	11,0
	2	1,6	13,0	7,46	8,09	4,8	11,1
	3	1,8	13,1	7,51	8,10	4,7	11,6
	4	1,9	11,3	7,54	8,04	4,1	10,7
Zaamslag-1	1	1,9	15,3	7,57	8,21	8,5	12,7
	2	2,0	15,8	7,54	8,25	8,3	12,6
	3	2,2	14,9	7,49	8,21	8,1	13,2
	4	2,3	15,0	7,51	8,18	8,1	13,8
Westernieland	1	2,2	13,9	7,47	8,05	2,4	12,7
	2	2,3	14,8	7,48	8,06	3,1	12,8
	3	2,3	14,7	7,49	8,08	3,3	12,9
	4	2,3	14,9	7,42	8,08	2,5	12,9
Zuidzande	1	2,8	16,2	7,51	8,11	9,2	14,6
	2	3,0	15,1	7,49	8,07	8,2	14,1
	3	2,1	16,5	7,48	8,05	9,6	14,0
	4	3,1	17,7	7,43	8,02	9,5	15,6
Pieterburen	1	1,9	13,4	7,51	8,10	1,7	11,8
	2	1,9	15,2	7,45	8,05	1,9	12,2
	3	1,8	14,5	7,49	8,08	1,9	11,9
	4	1,9	13,7	7,50	8,10	1,9	11,7
Kloosterzande	1	2,2	14,0	7,47	8,08	1,7	14,5
	2	2,2	12,8	7,50	8,07	1,7	13,3
	3	2,4	14,1	7,51	8,09	1,9	14,3
	4	2,4	14,1	7,74	8,29	1,9	15,0
Zaamslag-2	1	2,4	21,9	7,41	8,08	3,9	17,8
	2	2,3	22,5	7,41	8,09	4,3	18,6
	3	2,1	22,1	7,40	8,08	3,8	18,6
	4	2,3	21,4	7,42	8,09	4,0	17,0
Pieterzijl	1	2,3	23,1	7,37	8,07	2,5	17,1
	2	2,3	23,7	7,38	8,08	2,6	17,2
	3	2,2	23,3	7,34	8,06	2,8	16,9
	4	2,2	22,7	7,33	8,04	2,7	17,0
Oosterbierum	1	1,6	16,8	7,47	7,98	3,3	13,7
	2	2,1	15,8	7,45	7,93	3,2	13,4
	3	2,0	16,0	7,45	7,95	2,9	13,1
	4	2,1	16,6	7,41	7,94	2,9	13,8

**BIJLAGE IIb ANALYSERESULTATEN FYSISCHE BODEMPARAMETERS; AKKERBOUW-
LOKATIES (30-50 cm-mv)**

Lokatie	Org. stof (%)	Lutum (% <2 µm)	pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Wieringerwerf	2,1	16,3	7,54	8,30	8,2	12,2
Dordrecht	2,6	24,6	7,50	8,27	12,2	18,7
Anna Paulowna	3,7	19,4	7,32	8,07	2,6	20,5
Dreischor-1	1,6	22,5	7,56	8,32	7,1	15,3
Nagele	1,7	13,6	7,65	8,35	8,5	13,1
Ouwerkerk	1,1	9,8	7,79	8,54	5,0	8,8
Luttelgeest	2,3	17,5	7,51	8,24	5,3	15,5
Dreischor-2	1,1	17,8	7,75	8,43	3,1	13,1
Emmeloord	3,7	12,6	7,56	8,16	6,0	17,1
Creil	1,1	6,2	7,97	8,46	4,1	6,8
Domburg	1,8	25,5	7,23	8,21	0,5	17,6
Uithuizermeeden	1,7	12,6	7,57	8,25	5,8	11,1
Zaamslag-1	1,4	16,1	7,59	8,39	8,9	13,4
Westernieland	2,0	14,4	7,47	8,16	3,2	12,3
Zuidzande	1,6	19,0	7,64	8,45	10,2	13,9
Pieterburen	1,7	16,4	7,60	8,36	2,3	13,4
Kloosterzande	2,2	14,4	7,45	8,11	1,9	14,2
Zaamslag-2	1,8	21,5	7,51	8,36	4,7	16,4
Pieterzijl	2,0	23,9	7,40	8,26	3,5	17,8
Oosterbierum	2,7	18,4	7,33	8,04	2,8	16,1

**BIJLAGE IIc ANALYSERESULTATEN FYSISCHE BODEMPARAMETERS; MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	Org. stof (%)	Lutum (% <2 µm)	pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Enspijk	1	14,5	49,1	5,05	6,13	0	42,9
	2	14,1	49,2	4,89	5,91	0	42,5
	3	13,6	50,5	4,94	5,93	0	42,5
	4	14,0	48,9	4,94	6,04	0	42,0
Echteld	1	6,6	33,1	6,43	7,07	0,4	30,1
	2	6,9	30,3	6,19	7,18	1,1	29,1
	3	6,7	32,7	6,33	7,09	0,8	29,9
	4	6,7	33,4	6,34	7,14	0,7	30,2
Vuren	1	10,1	44,3	5,83	6,65	0	36,1
	2	10,3	43,5	5,83	6,63	0	34,9
	3	10,3	45,3	5,30	6,26	0	35,1
	4	10,1	44,1	5,62	6,53	0	35,0
Ravenstein	1	5,1	16,4	6,15	6,88	0,1	13,6
	2	4,7	14,8	6,26	6,99	0,1	12,3
	3	6,3	17,3	6,28	6,99	0,2	15,0
	4	6,2	17,1	6,25	7,01	0,1	15,0
Ooij (gem. Ubbergen)	1	10,7	36,7	5,78	6,56	0	28,9
	2	10,8	35,1	5,86	6,58	0	28,0
	3	10,3	35,7	5,63	6,45	0	28,7
	4	10,9	35,8	5,74	6,46	0	29,7
Houten	1	8,4	30,0	5,71	6,63	0,1	26,6
	2	8,8	30,6	6,19	6,91	0,4	28,4
	3	9,1	31,2	6,11	6,85	0,3	28,8
	4	8,5	28,9	6,22	6,91	0,5	27,2
Acquoy	1	11,4	36,5	5,13	6,08	0	29,5
	2	12,3	37,8	4,96	6,00	0	30,2
	3	12,4	37,8	5,01	5,98	0	29,9
	4	11,9	37,1	5,15	6,07	0	30,1
Middelaar	1	6,8	21,3	6,36	7,03	0,3	18,4
	2	7,6	22,1	6,13	6,87	0,1	20,3
	3	6,9	22,3	5,95	6,84	0,1	19,6
	4	6,8	20,0	6,39	7,07	0,3	19,6
Beneden- Leeuwen	1	14,4	40,7	5,02	6,08	0	34,7
	2	14,7	40,3	4,99	6,01	0	34,2
	3	14,4	39,5	5,01	6,06	0	33,2
	4	14,2	40,5	4,98	6,02	0	34,2
Culemborg	1	8,6	32,4	5,31	6,27	0	26,8
	2	8,5	32,1	5,29	6,26	0	27,3
	3	8,2	33,0	5,39	6,35	0	26,5
	4	8,4	33,3	5,32	6,28	0	28,3

VERVOLG BIJLAGE IIc

Lokatie	Monster- nummer	Org. stof (%)	Lutum (% <2 µm)	pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Wageningen	1	8,5	40,0	4,72	5,97	0	27,7
	2	8,4	40,7	4,66	5,86	0	28,4
	3	8,7	41,0	4,71	5,99	0	27,0
	4	7,8	39,4	4,69	5,94	0	30,5
Buren (Gld.)	1	6,5	36,1	5,67	6,58	0	28,8
	2	7,0	36,9	5,32	6,36	0	27,1
	3	7,0	38,6	5,33	6,38	0	29,6
	4	7,2	38,8	5,45	6,47	0	30,3
Elst (Gld.)	1	12,2	47,3	5,55	6,48	0	36,4
	2	12,7	46,8	5,59	6,57	0	37,1
	3	11,8	47,9	5,80	6,73	0	37,2
	4	12,7	48,1	5,44	6,46	0	36,8
Zijderveld	1	13,5	48,3	5,21	6,24	0	36,2
	2	11,9	49,5	5,39	6,37	0	35,1
	3	13,6	47,9	5,47	6,39	0	35,6
	4	12,7	48,5	5,42	6,41	0	35,3
Elst (Gld.)	1	8,4	44,1	6,09	6,92	0,2	35,4
	2	8,6	41,3	5,94	6,82	0,2	34,3
	3	9,0	41,7	5,81	6,77	0,2	33,7
	4	8,1	38,9	6,40	7,12	0,5	33,0
Druuten	1	7,0	29,7	5,80	6,62	0,2	25,1
	2	7,2	29,8	6,19	6,92	0,4	26,4
	3	7,9	27,6	5,78	6,68	0,3	25,2
	4	7,3	28,7	5,94	6,75	0,4	25,6
Woudrichem	1	6,3	30,3	6,83	7,51	1,2	29,2
	2	6,3	29,4	6,88	7,52	1,3	28,5
	3	6,1	31,1	6,89	7,59	1,2	29,5
	4	5,9	30,8	6,85	7,54	1,2	29,7
Veessen	1	5,8	15,5	6,50	7,16	0,5	17,8
	2	5,7	15,5	6,59	7,20	0,6	17,4
	3	5,8	14,6	6,64	7,19	0,5	16,9
	4	6,1	14,8	6,16	6,89	0,2	15,5
Azewijn	1	10,0	38,2	5,27	6,31	0	28,8
	2	10,4	37,4	5,39	6,43	0	30,1
	3	9,8	38,5	5,14	6,21	0	28,9
	4	10,5	39,0	5,20	6,28	0	29,7
Maasbommel	1	6,3	30,4	5,38	6,52	0	23,9
	2	6,4	29,8	5,62	6,64	0	23,1
	3	6,0	31,2	5,52	6,59	0	24,0
	4	6,1	32,1	5,44	6,57	0	23,9

**BIJLAGE IId ANALYSERESULTATEN FYSISCHE BODEMPARAMETERS; MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (30-50 cm-mv)**

Lokatie	Org. stof (%) (% <2 µm)	Lutum (%)	pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Enspijk	2,2	57,6	6,06	7,60	0,1	38,3
Echteld	2,0	40,9	6,98	8,06	2,0	31,2
Vuren	2,8	50,1	6,77	7,75	0,6	35,5
Ravenstein	2,0	13,6	6,99	7,88	0,2	9,6
Ooij (gem. Ubbergen)	3,2	40,5	6,89	7,85	1,3	29,6
Houten	2,1	30,6	6,81	7,74	0,8	24,7
Acquoy	2,3	45,6	6,84	7,89	1,2	31,8
Middelaar	3,5	24,6	6,33	7,37	0,1	19,6
Beneden Leeuwen	3,0	57,0	5,41	7,05	0	36,3
Culemborg	3,6	38,9	5,85	6,92	0,1	23,6
Wageningen	2,9	49,4	4,91	6,55	0	28,9
Buren (Gld.)	3,1	35,8	6,09	7,23	0,3	27,8
Elst (Gld.)	4,9	56,4	5,17	6,66	0	36,0
Zijderveld	6,0	55,4	5,33	6,54	0	38,4
Elst (Gld.)	3,7	47,4	5,47	6,93	0,1	33,3
Druten	2,9	38,0	6,73	7,73	0,8	29,9
Woudrichem	1,5	35,3	7,18	8,23	3	27,5
Veessen	1,8	15,5	7,25	8,03	2,1	13,7
Azewijn	2,6	45,4	5,12	6,69	0	28,1
Maasbommel	2,1	36,4	5,45	6,98	0	24,7

**BIJLAGE IIe ANALYSERESULTATEN FYSISCHE BODEMPARAMETERS; MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)**

Lokatie	Org. stof (%)	Lutum (% <2 µm)	pH-KCl	pH-H₂O	CaCO₃ (%)	CEC (cmol+/kg)
Echteld	10,7	29,8	6,88	7,47	6,3	30,4
Ooij (gem. Ubbergen)	8,0	17,0	7,07	7,52	7,3	19,3
Culemborg	7,8	20,1	6,94	7,46	6,7	27,5
Druten	8,7	30,1	7,08	7,50	6,1	27,4

BIJLAGE IIIa ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN IN BODEM (in mg kg⁻¹); AKKER-BOUWLOKATIES (0-10 cm-mv)

Lokatie	Monster-nummer	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Wieringerwerf	1	49,91	10,04	50,21	0,33	15,5	0,037
	2	52,06	10,17	55,93	0,33	15,5	0,063
	3	51,59	9,98	57,88	0,35	16,1	0,038
	4	46,57	9,93	47,66	0,48	14,3	0,036
Dordrecht	1	371,50	46,56	92,12	1,56	123,4	0,395
	2	383,27	50,28	95,54	0,61	108,3	0,401
	3	397,12	48,74	87,54	1,63	131,3	0,429
	4	358,50	48,80	92,50	1,65	123,5	0,385
Anna Paulowna	1	53,52	17,33	58,11	0,28	19,7	0,065
	2	48,63	15,23	60,91	0,22	17,4	0,068
	3	52,84	17,74	63,09	0,19	18,3	0,074
	4	54,82	16,06	60,24	0,17	18,3	0,071
Dreischor-1	1	60,56	14,15	57,54	0,22	25,9	0,048
	2	64,13	17,12	58,40	0,32	29,5	0,050
	3	60,35	17,13	55,41	0,25	49,4	0,044
	4	63,11	15,07	58,29	0,26	28,5	0,048
Nagele	1	104,14	21,89	58,06	0,50	33,9	0,084
	2	102,58	20,65	59,37	0,40	33,2	0,085
	3	95,80	19,30	58,80	0,41	33,6	0,083
	4	97,90	20,30	58,80	0,36	33,0	0,081
Ouwerkerk	1	33,90	11,10	43,30	0,34	18,6	0,024
	2	35,60	12,10	33,30	0,36	15,3	0,121
	3	34,90	10,20	37,60	0,27	14,8	0,033
	4	36,50	11,00	38,90	0,31	15,6	0,027
Luttelgeest	1	62,90	20,30	48,70	0,33	18,2	0,068
	2	53,10	15,20	41,50	0,23	15,6	0,041
	3	62,50	18,20	47,70	0,27	18,5	0,055
	4	54,60	15,20	37,40	0,23	16,4	0,053
Dreischor-2	1	50,90	13,20	56,90	0,32	22,2	0,035
	2	51,50	12,10	53,70	0,38	21,0	0,032
	3	50,10	11,90	51,50	0,38	22,5	0,032
	4	52,00	12,20	53,70	0,33	21,7	0,033
Emmeloord	1	80,60	19,20	58,70	0,34	25,8	0,069
	2	81,70	17,20	56,70	0,34	25,6	0,071
	3	80,00	17,10	56,50	0,25	25,1	0,067
	4	76,90	17,40	53,20	0,24	23,7	0,068
Creil	1	55,90	12,20	40,50	0,21	17,7	0,022
	2	54,80	11,10	36,20	0,38	18,0	0,042
	3	55,50	11,10	41,30	0,36	18,7	0,045
	4	60,00	11,10	44,20	0,42	19,4	0,050

VERVOLG BIJLAGE IIIa:

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Domburg	1	44,30	8,20	39,90	0,35	60,7	0,025
	2	41,00	7,30	45,70	0,29	28,2	0,025
	3	41,50	8,00	44,00	0,19	21,1	0,021
	4	40,20	9,20	41,80	0,15	22,3	0,025
Uithuizermeeden	1	38,60	6,60	41,30	0,13	17,8	0,062
	2	37,70	6,90	44,60	0,15	16,2	0,054
	3	37,30	8,10	43,30	0,16	16,3	0,056
	4	36,70	7,10	42,40	0,17	14,8	0,052
Zaamslag-1	1	44,50	9,90	54,70	0,29	17,7	0,042
	2	50,70	10,10	61,50	0,26	17,7	0,045
	3	48,20	8,10	56,80	0,20	17,3	0,041
	4	48,90	8,90	60,50	0,21	21,7	0,046
Westernieland	1	43,40	6,90	60,20	0,16	22,6	0,064
	2	47,50	7,60	57,30	0,16	20,4	0,066
	3	46,40	6,70	55,70	0,18	20,4	0,065
	4	47,00	7,00	58,90	0,39	19,9	0,062
Zuidzande	1	60,70	10,80	52,10	0,20	19,6	0,056
	2	57,60	9,90	51,70	0,21	18,0	0,056
	3	66,50	12,10	56,30	0,24	19,9	0,067
	4	68,00	13,00	56,10	0,23	19,7	0,058
Pieterburen	1	43,00	7,00	54,40	0,22	15,3	0,042
	2	45,30	7,10	53,80	0,24	16,6	0,046
	3	42,30	7,00	51,70	0,19	15,4	0,045
	4	40,90	8,00	53,90	0,16	15,1	0,044
Kloosterzande	1	52,20	10,10	52,60	0,45	20,8	0,038
	2	50,40	9,10	54,50	0,37	20,2	0,037
	3	49,50	10,20	47,80	0,30	19,4	0,037
	4	48,20	9,40	52,50	0,48	20,8	0,038
Zaamslag-2	1	59,00	12,80	70,80	0,35	21,9	0,048
	2	65,40	13,80	69,50	0,52	24,6	0,052
	3	67,40	12,70	68,10	0,41	25,5	0,055
	4	61,50	11,80	67,60	0,49	22,6	0,051
Pieterzijl	1	62,00	12,60	61,70	0,49	24,7	0,041
	2	61,70	12,30	60,90	0,53	23,8	0,041
	3	61,00	11,70	60,00	0,56	24,9	0,036
	4	60,40	12,70	62,10	0,57	23,3	0,044
Oosterbierum	1	43,90	16,60	52,40	0,52	18,9	0,027
	2	43,80	16,70	51,70	0,53	19,6	0,030
	3	43,00	18,80	50,80	0,50	19,1	0,026
	4	45,10	18,70	54,60	0,47	20,9	0,027

BIJLAGE IIIb ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN IN BODEM (in mg kg⁻¹); AKKER-BOUWLOKATIES (30-50 cm-mv)

Lokatie	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Wieringerwerf	46,49	10,00	45,99	0,27	13,0	0,031
Dordrecht	310,43	44,46	91,88	1,26	110,1	0,343
Anna Paulowna	57,81	17,12	60,43	0,15	18,0	0,052
Dreischor-1	58,30	12,91	60,59	0,24	19,0	0,035
Nagele	70,30	15,00	58,20	0,40	22,6	0,054
Ouwerkerk	27,90	7,00	31,20	0,23	10,2	0,015
Luttelgeest	59,80	18,00	52,00	0,25	20,2	0,050
Dreischor-2	46,70	10,10	57,60	0,32	16,4	0,023
Emmeloord	61,40	14,20	52,90	0,15	19,3	0,051
Creil	36,20	7,10	38,30	0,33	11,9	0,024
Domburg	44,70	7,10	55,90	0,03	16,1	0,016
Uithuizermeeden	38,10	6,90	48,60	0,14	15,7	0,055
Zaamslag-1	45,60	8,70	59,90	0,22	16,4	0,040
Westernieland	43,40	7,10	52,60	0,21	15,6	0,044
Zuidzande	55,60	9,00	57,10	0,18	14,0	0,031
Pieterburen	47,40	8,10	52,80	0,34	17,9	0,046
Kloosterzande	45,10	9,20	54,60	0,29	18,4	0,033
Zaamslag-2	54,30	9,60	64,70	0,41	18,6	0,043
Pieterzijl	61,90	10,70	62,90	0,64	22,8	0,034
Oosterbierum	47,10	11,70	54,90	0,44	20,1	0,031

**BIJLAGE IIIc ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN IN BODEM (in mg kg⁻¹); MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Enspijk	1	154,6	37,5	98,6	0,84	54,1	0,080
	2	155,4	36,5	97,8	0,84	54,2	0,079
	3	155,6	36,8	99,6	0,75	54,2	0,076
	4	152,4	36,7	99,3	0,79	53,9	0,069
Echteld	1	118,7	30,0	83,4	0,66	42,3	0,067
	2	113,5	29,2	80,1	0,61	39,5	0,066
	3	118,6	30,3	81,5	1,00	42,7	0,080
	4	116,9	31,3	83,6	0,88	40,9	0,065
Vuren	1	148,2	43,4	100,1	0,74	53,2	0,079
	2	168,9	43,4	98,1	0,89	67,3	0,091
	3	149,5	45,2	103,7	0,94	52,8	0,075
	4	146,1	43,1	94,7	0,85	53,4	0,073
Ravenstein	1	324,7	31,7	56,9	2,22	139,6	0,275
	2	388,1	36,7	59,8	2,27	145,6	0,297
	3	448,1	41,9	63,0	2,98	187,4	0,411
	4	431,8	40,2	59,1	2,68	177,1	0,357
Ooij (gem. Ubbergen)	1	147,9	34,7	82,0	0,80	63,6	0,104
	2	146,8	33,7	80,9	0,78	60,6	0,098
	3	146,6	34,9	81,4	0,73	62,3	0,100
	4	150,7	35,0	88,8	0,81	61,9	0,101
Houten	1	115,8	31,0	73,6	0,64	58,4	0,100
	2	115,1	31,1	72,8	0,59	56,6	0,120
	3	120,5	32,9	76,4	0,61	59,5	0,125
	4	114,3	30,7	74,0	0,52	51,5	0,089
Acquoy	1	133,9	27,9	85,6	0,64	51,8	0,074
	2	138,0	28,1	85,4	0,68	53,4	0,076
	3	139,3	28,3	87,9	0,71	52,4	0,071
	4	137,2	28,3	86,8	0,61	53,5	0,075
Middelaar	1	348,0	32,8	76,2	1,92	129,1	0,224
	2	399,5	37,0	74,5	2,14	145,6	0,247
	3	373,4	35,7	76,0	1,85	135,9	0,226
	4	409,8	37,1	72,6	2,16	138,4	0,246
Beneden Leeuwen	1	187,8	33,6	94,6	0,89	63,7	0,108
	2	187,7	33,2	92,6	0,81	63,6	0,107
	3	177,5	35,1	96,3	0,74	66,3	0,105
	4	176,3	33,5	93,7	0,76	64,6	0,104
Culemborg	1	104,8	30,0	81,9	0,37	38,4	0,057
	2	106,7	31,2	81,4	0,33	43,9	0,053
	3	108,0	31,9	83,5	0,39	38,1	0,052
	4	106,6	31,1	80,0	0,39	37,4	0,055

VERVOLG BIJLAGE IIIc:

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Wageningen	1	120,6	33,2	95,4	0,59	55,4	0,074
	2	132,1	32,4	101,2	0,51	56,4	0,077
	3	130,0	31,3	100,0	0,69	54,0	0,067
	4	129,4	31,1	96,4	0,65	55,2	0,075
Buren (Gld.)	1	117,2	29,7	88,1	0,69	50,35	0,058
	2	120,0	30,1	91,4	0,65	51,2	0,055
	3	122,5	34,0	93,0	0,78	50,1	0,057
	4	123,5	35,2	94,4	0,77	61,0	0,056
Elst (Gld.)	1	163,0	39,7	104,6	1,07	55,6	0,136
	2	181,7	39,6	106,4	1,02	58,7	0,144
	3	165,1	39,5	107,3	1,00	58,4	0,141
	4	165,1	39,7	105,6	1,09	59,3	0,129
Zijderveld	1	140,0	38,5	103,3	0,92	54,2	0,087
	2	133,4	36,9	99,2	0,99	49,4	0,078
	3	138,7	36,4	98,0	1,02	51,4	0,089
	4	135,6	37,8	100,0	0,96	50,70	0,082
Elst (Gld.)	1	143,3	37,4	98,9	1,22	54,3	0,084
	2	138,9	37,3	96,6	1,02	51,2	0,077
	3	139,3	36,3	93,0	0,89	51,2	0,082
	4	135,9	34,6	89,4	0,74	52,3	0,082
Druuten	1	98,7	21,3	65,0	0,76	39,9	0,054
	2	100,2	20,3	60,9	0,76	39,9	0,065
	3	111,5	23,5	71,6	0,82	44,8	0,058
	4	108,0	22,6	67,7	0,81	43,9	0,060
Woudrichem	1	162,2	28,6	73,6	0,84	65,6	0,089
	2	123,8	28,2	74,6	0,65	56,4	0,084
	3	126,3	27,4	73,1	0,69	56,6	0,070
	4	116,4	25,5	69,4	0,75	55,1	0,072
Veessen	1	56,35	13,15	40,55	0,56	25,3	0,057
	2	57,9	16,0	41,9	0,55	27,7	0,075
	3	54,8	14,1	38,3	0,44	26,5	0,069
	4	59,5	15,2	44,6	0,52	29,4	0,071
Azewijn	1	142,4	33,0	82,6	0,71	48,8	0,071
	2	138,7	33,7	85,7	0,89	51,5	0,072
	3	138,3	32,2	84,0	0,76	49,8	0,072
	4	139,4	32,3	87,5	0,72	51,9	0,071
Maasbommel	1	155,1	24,7	85,4	0,63	59,3	0,056
	2	148,9	23,6	82,0	0,63	58,0	0,053
	3	154,7	24,6	83,1	0,75	63,2	0,053
	4	153,1	25,5	83,6	0,66	58,9	0,060

**BIJLAGE IIIId ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN IN BODEM (in mg kg⁻¹); MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (30-50 cm-mv)**

Lokatie	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Enspijk	116,80	33,3	105,6	0,44	36,8	0,056
Echteld	105,90	28,9	94,3	0,65	32,5	0,038
Vuren	118,40	33,5	99,2	0,69	41,6	0,057
Ravenstein	227,90	21,4	46,3	1,20	97,2	0,157
Ooij (gem. Ubbergen)	104,20	29,0	93,0	0,37	39,0	0,052
Houten	79,20	21,7	72,1	0,41	34,1	0,038
Acquoy	110,60	29,9	92,8	0,44	37,2	0,044
Middelaar	279,40	28,8	79,3	1,17	94,4	0,157
Beneden Leeuwen	140,30	31,4	104,5	0,45	47,6	0,061
Culemborg	99,40	29,1	87,3	0,35	33,4	0,051
Wageningen	112,60	28,2	104,1	0,48	44,1	0,063
Buren (Gld.)	97,70	26,0	84,0	0,50	37,8	0,044
Elst (Gld.)	148,80	38,6	112,6	0,78	53,5	0,092
Zijderveld	106,10	37,6	105,7	0,89	35,4	0,069
Elst (Gld.)	113,80	30,0	89,9	0,68	40,4	0,048
Druten	103,30	22,5	74,8	0,61	36,1	0,033
Woudrichem	98,40	21,4	71,4	0,57	34,5	0,038
Veessen	59,20	16,0	53,0	0,40	22,6	0,041
Azewijn	107,30	28,0	89,2	0,53	40,5	0,052
Maasbommel	141,85	21,6	88,45	0,66	52,3	0,044

**BIJLAGE IIIe ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN IN BODEM (in mg kg⁻¹); MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)**

Lokatie	Zink	Koper	Chroom	Cadmium	Lood	Kwik
Echteld	621,7	83,0	154,6	3,20	188,2	1,297
Ooij (gem. Ubbergen)	442,5	62,9	165,5	2,34	124,6	0,917
Culemborg	233,0	39,0	89,6	1,29	75,1	0,456
Druten	559,4	82,3	132,1	3,33	184,9	1,452

BIJLAGE IVa ANALYSERESULTATEN IJZER EN MANGAAN IN BODEM (in mg kg⁻¹); AKKER-BOUWLOKATIES (0-10 cm-mv)

Lokatie	Monster-nummer	IJzer	Mangaan
Wieringerwerf	1	431,8	804
	2	416,9	790
	3	391,2	748
	4	373,3	764
Dordrecht	1	856,4	1002
	2	864,7	1061
	3	829,7	1032
	4	872,1	932
Anna Paulowna	1	289,5	764
	2	239,6	695
	3	264,2	742
	4	283,1	746
Dreischor-1	1	247,2	798
	2	267,8	785
	3	251,9	792
	4	251,2	779
Nagele	1	514,0	738
	2	503,4	750
	3	478,5	712
	4	484,5	758
Ouwkerk	1	155,0	531
	2	179,8	582
	3	166,7	548
	4	175,4	539
Luttelgeest	1	602,8	606
	2	514,1	525
	3	577,9	643
	4	524,3	539
Dreischor-2	1	217,4	649
	2	208,6	623
	3	202,1	610
	4	202,5	594
Emmeloord	1	532,1	710
	2	514,1	697
	3	510,3	687
	4	475,1	691
Creil	1	273,5	603
	2	259,8	603
	3	263,6	619
	4	269,5	624

VERVOLG BIJLAGE IVa:

Lokatie	Monster- nummer	IJzer	Mangaan
Domburg	1	216,7	596
	2	238,8	619
	3	200,7	604
	4	183,4	619
Uithuizermeeden	1	255,0	644
	2	267,5	656
	3	265,9	650
	4	244,6	630
Zaamslag-1	1	252,6	707
	2	270,1	703
	3	257,6	701
	4	263,8	723
Westernieland	1	304,0	611
	2	290,3	638
	3	301,4	618
	4	305,5	618
Zuidzande	1	304,6	736
	2	272,2	697
	3	297,5	753
	4	328,7	843
Pieterburen	1	288,0	591
	2	286,2	613
	3	417,3	596
	4	283,5	569
Kloosterzande	1	218,6	806
	2	230,0	761
	3	205,5	756
	4	222,0	743
Zaamslag-2	1	293,3	758
	2	298,5	783
	3	298,6	799
	4	290,7	765
Pieterzijl	1	437,2	742
	2	389,1	770
	3	498,1	747
	4	407,0	734
Oosterbierum	1	273,9	585
	2	314,2	617
	3	280,4	625
	4	266,8	607

BIJLAGE IVb ANALYSERESULTATEN IJZER EN MANGAAN IN BODEM (in mg kg⁻¹); AKKER-BOUWLOKATIES (30-50 cm-mv)

Lokatie	IJzer	Mangaan
Wieringerwerf	18871	371,9
Dordrecht	27911	826,0
Anna Paulowna	20673	302,2
Dreischor-1	22373	252,3
Nagele	17938	455,3
Ouwerkerk	12937	154,9
Luttelgeest	19364	586,0
Dreischor-2	17680	194,1
Emmeloord	17170	453,5
Creil	9168	226,0
Domburg	23983	243,9
Uithuizermeeden	15337	279,5
Zaamslag-1	20136	274,6
Westernieland	17040	273,0
Zuidzande	21339	288,5
Pieterburen	17687	324,8
Kloosterzande	18608	209,4
Zaamslag-2	25529	268,8
Pieterzijl	24521	405,9
Oosterbierum	19024	323,3

BIJLAGE IVc ANALYSERESULTATEN IJZER EN MANGAAN IN BODEM (in mg kg⁻¹); MELK-VEEHOUDERIJLOKATIES (0-10 cm-mv)

Lokatie	Monster-nummer	IJzer	Mangaan
Enspijk	1	37281	622,2
	2	37934	636,0
	3	38112	717,9
	4	37856	610,0
Echteld	1	35180	1002,9
	2	32532	1103,9
	3	32765	960,2
	4	33862	1010,8
Vuren	1	40823	970,5
	2	41714	1048,0
	3	40540	874,1
	4	41373	866,1
Ravenstein	1	24589	826,3
	2	25393	827,8
	3	27255	863,3
	4	25687	860,5
Ooij (gem. Ubbergen)	1	35509	910,0
	2	34960	948,3
	3	34680	891,8
	4	35027	937,4
Houten	1	27503	642,0
	2	26922	656,1
	3	28710	714,3
	4	26618	603,8
Acquoy	1	32660	743,9
	2	33769	816,6
	3	33393	742,4
	4	33293	766,6
Middelbaar	1	30735	997,3
	2	30879	989,7
	3	32249	982,0
	4	29935	1206,5
Beneden Leeuwen	1	39679	814,8
	2	39003	765,2
	3	38584	762,4
	4	37999	782,5
Culemborg	1	29654	842,0
	2	28951	900,6
	3	29837	827,7
	4	30031	897,0

VERVOLG BIJLAGE IVc:

Lokatie	Monster- nummer	IJzer	Mangaan
Wageningen	1	40255	854,8
	2	40632	885,9
	3	40828	810,2
	4	40675	1032,0
Buren (Gld.)	1	31453	813,6
	2	32276	786,2
	3	33193	809,0
	4	32937	771,8
Elst (Gld.)	1	37668	758,8
	2	37514	623,1
	3	36791	634,5
	4	38472	643,0
Zijderveld	1	38237	620,6
	2	36787	598,4
	3	36515	615,6
	4	37854	605,5
Elst (Gld.)	1	36054	822,3
	2	34110	848,6
	3	35962	921,3
	4	34455	835,2
Druuten	1	25791	719,2
	2	25009	712,6
	3	29465	795,6
	4	27822	802,5
Woudrichem	1	32604	946,1
	2	32472	1127,0
	3	32227	1331,2
	4	29637	869,6
Veessen	1	15412	447,8
	2	18667	462,9
	3	14646	457,4
	4	18438	482,6
Azewijn	1	34924	757,6
	2	35655	815,8
	3	35204	767,6
	4	35700	812,1
Maasbommel	1	35693	856,1
	2	34491	901,7
	3	36169	1014,1
	4	36913	925,6

BIJLAGE IVd ANALYSERESULTATEN IJZER EN MANGAAN IN BODEM (in mg kg⁻¹); MELK-VEEHOUDERIJLOKATIES (30-50 cm-mv)

Lokatie	IJzer	Mangaan
Enspijk	46666	812,1
Echteld	37791	1144,0
Vuren	44430	985,4
Ravenstein	21210	643,3
Ooij (gem. Ubbergen)	40357	1442,6
Houten	27666	643,6
Acquoy	38190	1123,9
Middelbaar	33720	1117,4
Beneden Leeuwen	42720	846,4
Culemborg	33010	756,0
Wageningen	27503	675,0
Buren (Gld.)	31700	663,8
Elst (Gld.)	44608	586,4
Zijderveld	37410	451,6
Elst (Gld.)	37897	894,6
Druten	33611	977,2
Woudrichem	33707	1315,2
Veessen	24431	668,5
Azewijn	40925	1149,8
Maasbommel	40440	1333,1

BIJLAGE IVe ANALYSERESULTATEN IJZER EN MANGAAN IN BODEM (in mg kg⁻¹); MELK-VEEHOUDERIJLOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)

Lokatie	IJzer	Mangaan
Echteld	35193	1046,6
Ooij (gem. Ubbergen)	26008	831,0
Culemborg	23077	820,3
Druten	32247	1085,1

**BIJLAGE Va ANALYSERESULTATEN FOSFAAT IN BODEM; AKKERBOUWLOKATIES
(0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	Totaal-P (mg kg ⁻¹)	Pw (mg P ₂ O ₅ l ⁻¹)	P-AI (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)
Wieringerwerf	1	804	30	49
	2	790	34	51
	3	748	34	49
	4	764	32	47
Dordrecht	1	1002	43	44
	2	1061	44	43
	3	1032	41	43
	4	932	38	43
Anna Paulowna	1	764	38	49
	2	695	40	49
	3	742	40	51
	4	746	40	48
Dreischor-1	1	798	75	65
	2	785	55	61
	3	792	63	67
	4	779	65	63
Nagele	1	738	42	46
	2	750	33	45
	3	712	42	43
	4	758	39	46
Ouwkerk	1	531	46	49
	2	582	46	49
	3	548	46	46
	4	539	44	47
Luttelgeest	1	606	39	39
	2	525	35	37
	3	643	57	45
	4	539	39	37
Dreischor-2	1	649	70	51
	2	623	73	51
	3	610	70	56
	4	594	71	49
Emmeloord	1	710	29	42
	2	697	37	43
	3	687	27	39
	4	691	34	42
Creil	1	603	43	55
	2	603	43	55
	3	619	42	61
	4	624	47	57

VERVOLG BIJLAGE Va:

Lokatie	Monster-nummer	Totaal-P (mg kg ⁻¹)	Pw (mg P ₂ O ₅ l ⁻¹)	P-AI (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)
Domburg	1	596	55	43
	2	619	56	45
	3	604	65	50
	4	619	63	49
Uithuizermeeden	1	644	50	48
	2	656	49	50
	3	650	51	50
	4	630	49	48
Zaamslag-1	1	707	25	48
	2	703	24	46
	3	701	25	47
	4	723	24	48
Westernieland	1	611	30	36
	2	638	37	39
	3	618	32	37
	4	618	31	36
Zuidzande	1	736	49	54
	2	697	42	49
	3	753	59	58
	4	843	45	61
Pieterburen	1	591	53	42
	2	613	52	42
	3	596	55	40
	4	569	57	41
Kloosterzande	1	806	55	64
	2	761	58	63
	3	756	57	60
	4	743	69	63
Zaamslag-2	1	758	31	46
	2	783	34	50
	3	799	36	53
	4	765	33	49
Pieterzijl	1	742	46	57
	2	770	41	49
	3	747	48	58
	4	734	45	55
Oosterbierum	1	585	42	41
	2	617	44	45
	3	625	47	49
	4	607	43	42

**BIJLAGE Vb ANALYSERESULTATEN FOSFAAT IN BODEM; AKKERBOUWLOKATIES
(30-50 cm-mv)**

Lokatie	Totaal-P (mg kg⁻¹)	Pw (mg kg⁻¹)	P-AI (mg P₂O₅ 100g⁻¹)
Wieringerwerf	651	19	36
Dordrecht	898	25	32
Anna Paulowna	662	22	36
Dreischor-1	648	44	40
Nagele	602	16	22
Ouwerkerk	382	18	22
Luttelgeest	585	31	38
Dreischor-2	473	41	29
Emmeloord	531	18	22
Creil	458	21	30
Domburg	415	30	20
Uithuizermeeden	602	45	43
Zaamslag-1	666	21	40
Westernieland	564	28	32
Zuidzande	561	18	32
Pieterburen	632	52	44
Kloosterzande	714	42	54
Zaamslag-2	630	15	32
Pieterzijl	625	26	33
Oosterbierum	645	34	36

**BIJLAGE Vc ANALYSERESULTATEN FOSFAAT IN BODEM; MELKVEEHOUDERIJLOKATIES
(0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	Totaal-P (mg kg ⁻¹)	Pw (mg kg ⁻¹)	P-AI (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)
Enspijk	1	1324	26	21
	2	1257	21	23
	3	1247	18	15
	4	1293	24	18
Echteld	1	1193	34	33
	2	1272	29	47
	3	1245	30	35
	4	1233	33	35
Vuren	1	1368	23	23
	2	1352	26	23
	3	1376	27	23
	4	1409	26	25
Ravenstein	1	1033	41	43
	2	1033	37	48
	3	1027	36	37
	4	1056	33	39
Ooij (gem. Ubbergen)	1	1306	35	26
	2	1312	35	25
	3	1304	31	24
	4	1300	35	26
Houten	1	1253	50	37
	2	1298	51	42
	3	1390	55	43
	4	1304	53	42
Acquoy	1	1226	37	25
	2	1274	28	18
	3	1218	28	19
	4	1227	34	21
Middelaar	1	997	26	27
	2	1043	26	23
	3	1047	27	21
	4	1012	31	28
Beneden Leeuwen	1	1534	30	21
	2	1521	31	22
	3	1515	26	22
	4	1448	26	21
Culemborg	1	1462	76	50
	2	1501	74	59
	3	1414	69	52
	4	1579	76	62

VERVOLG BIJLAGE Vc:

Lokatie	Monster- nummer	Totaal-P (mg kg⁻¹)	Pw (mg kg⁻¹)	P-AI (mg P₂O₅ 100g⁻¹)
Wageningen	1	1188	16	12
	2	1143	16	14
	3	1189	15	11
	4	1184	18	12
Buren (Gld.)	1	1089	25	27
	2	1078	26	23
	3	1119	29	25
	4	1097	25	23
Elst (Gld.)	1	1761	45	38
	2	1809	47	43
	3	1677	38	41
	4	1674	39	36
Zijderveld	1	1431	28	23
	2	1371	27	21
	3	1513	28	23
	4	1455	29	22
Elst (Gld.)	1	1471	46	43
	2	1350	42	38
	3	1419	44	40
	4	1291	35	37
Druten	1	1073	26	22
	2	1053	27	29
	3	1004	32	28
	4	1020	30	30
Woudrichem	1	1003	21	29
	2	1072	24	33
	3	1208	22	30
	4	1007	21	28
Veessen	1	807	32	29
	2	847	34	32
	3	831	30	33
	4	865	33	31
Azewijn	1	1380	31	21
	2	1445	40	27
	3	1417	42	25
	4	1411	39	23
Maasbommel	1	1025	24	19
	2	988	24	21
	3	992	24	21
	4	1061	27	24

**BIJLAGE Vd ANALYSERESULTATEN FOSFAAT IN BODEM; MELKVEEHOUDERIJLOKATIES
(30-50 cm-mv)**

Lokatie	Totaal-P (mg kg ⁻¹)	Pw (mg P ₂ O ₅ l ⁻¹)	P-AI (mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹)
Enspijk	516	1	1
Echteld	695	2	8
Vuren	881	3	9
Ravenstein	593	21	22
Ooij (gem. Ubbergen)	636	2	3
Houten	596	4	8
Acquoy	599	2	6
Middelaar	731	5	9
Beneden Leeuwen	553	3	2
Culemborg	992	25	31
Wageningen	650	3	3
Buren (Gld.)	703	9	14
Elst (Gld.)	904	4	7
Zijderveld	631	2	4
Elst (Gld.)	791	6	11
Druten	667	2	8
Woudrichem	624	2	6
Veessen	500	4	10
Azewijn	508	2	1
Maasbommel	577	2	3

**BIJLAGE Ve ANALYSERESULTATEN FOSFAAT IN BODEM; MELKVEEHOUDERIJ-
LOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)**

Lokatie	Totaal-P (mg kg⁻¹)	Pw (mg P₂O₅ l⁻¹)	P-AI (mg P₂O₅ 100g⁻¹)
Echteld	1499	36	50
Ooij (gem. Ubbergen)	1536	60	95
Culemborg	1331	50	72
Druten	1483	37	63

BIJLAGE VIa ANALYSERESULTATEN POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (0-10 cm-mv)

Lokatie	Monster-nummer	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Wieringerwerf	1	8,23	1,21	21,07	6,82	9,40	5,22	10,27
	2	6,83	1,01	20,17	7,34	9,49	5,41	10,87
	3	6,85	0,71	16,30	6,52	8,86	4,89	8,88
	4	8,13	0,86	16,79	6,36	8,75	5,59	9,88
Dordrecht	1	103,48	30,71	156,03	88,42	120,92	58,02	115,16
	2	100,60	25,99	160,42	93,21	149,98	60,43	121,95
	3	105,65	36,53	184,56	109,99	196,05	70,02	145,60
	4	95,67	23,85	157,23	84,39	131,55	52,36	107,21
Anna Paulowna	1	7,71	0,83	16,64	7,22	8,07	4,70	9,56
	2	8,35	0,78	17,59	8,20	9,41	5,58	12,10
	3	10,78	0,85	18,01	8,69	9,68	5,40	11,63
	4	12,41	1,45	22,85	13,55	14,52	9,14	20,11
Dreischor-1	1	13,92	1,53	33,76	14,28	18,70	11,25	24,49
	2	16,52	2,20	35,51	17,03	21,18	12,63	29,06
	3	14,88	2,08	36,13	16,25	21,15	12,93	28,62
	4	17,04	2,38	38,20	17,16	21,73	11,86	26,87
Nagele	1	14,59	1,63	25,36	12,34	15,69	9,05	18,99
	2	16,75	1,98	25,89	11,96	15,52	8,42	16,97
	3	14,22	2,59	29,82	14,69	17,78	9,62	20,01
	4	14,63	2,06	22,84	10,81	13,69	8,08	16,68
Ouwkerk	1	11,77	1,43	24,24	10,30	12,82	7,27	16,07
	2	14,87	2,47	36,36	15,04	17,00	10,30	22,80
	3	41,34	12,43	126,52	70,71	71,79	34,45	75,20
	4	24,57	2,19	38,77	14,88	18,10	11,25	25,50
Luttelgeest	1	7,38	0,92	16,26	8,82	9,96	5,50	10,13
	2	6,46	0,59	10,09	4,41	5,03	2,69	5,07
	3	6,20	2,45	14,18	6,10	7,72	4,20	8,43
	4	7,44	1,37	15,64	6,75	7,99	4,20	8,84
Dreischor-2	1	10,14	1,55	29,93	21,83	25,02	18,07	43,47
	2	35,17	9,94	56,69	24,37	26,38	14,05	32,58
	3	11,42	1,36	23,56	11,36	15,10	11,11	24,71
	4	15,49	1,89	31,70	11,07	14,61	11,80	28,54
Emmeloord	1	11,69	1,70	21,67	10,07	12,07	7,28	14,85
	2	10,11	1,40	19,56	9,95	12,47	7,10	14,46
	3	14,92	2,16	22,46	10,46	12,61	7,58	15,61
	4	10,90	1,68	22,19	9,88	12,17	6,74	13,27
Creil	1	6,49	1,17	14,54	6,13	7,14	4,91	9,20
	2	7,07	1,22	12,17	6,90	8,06	4,57	8,17
	3	6,34	1,11	14,07	5,87	7,20	5,08	9,99
	4	10,27	1,31	19,15	7,55	9,37	5,16	9,38

VERVOLG BIJLAGE VIa:

Lokatie	Monster- nummer	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Wieringerwerf	1	9,77	10,15	<6.4	<7.6	<1.3	15,14	16,73	2,39
	2	10,14	9,65	<6.4	<7.7	<1.3	17,18	17,92	2,00
	3	8,56	8,83	<6.3	<7.6	<1.3	13,17	15,27	1,76
	4	9,74	10,30	<6.3	<7.5	<1.3	16,41	15,50	3,43
Dordrecht	1	92,91	89,32	<6.4	<7.7	6,75	144,82	141,05	22,56
	2	93,97	105,54	<6.2	<7.4	5,43	141,84	147,45	24,23
	3	106,84	119,25	<6.2	<7.4	6,25	167,23	166,23	27,67
	4	75,83	88,10	<6.2	<7.4	5,95	135,84	130,16	20,68
Anna Paulowna	1	15,60	9,13	<6.4	<7.7	<1.3	14,14	16,59	2,05
	2	16,35	10,73	<6.6	<7.9	<1.3	17,11	18,06	2,19
	3	16,90	12,11	<6.5	<7.8	<1.3	17,51	18,54	2,36
	4	19,72	15,84	<6.4	<7.7	<1.3	25,03	22,76	4,60
Dreischor-1	1	21,01	20,53	<5.9	<7.1	<1.2	32,98	27,99	5,90
	2	24,65	25,11	<5.9	<7.1	<1.2	36,28	31,80	5,08
	3	24,18	23,32	<5.9	<7.1	<1.2	36,36	32,47	5,38
	4	22,24	20,32	<5.9	<7.1	<1.2	36,69	29,96	4,85
Nagele	1	18,95	18,86	<6.0	<7.2	<1.2	25,57	27,66	3,51
	2	16,86	16,96	<6.0	<7.2	<1.2	26,85	28,30	2,81
	3	19,46	17,99	<6.0	<7.2	<1.2	26,93	29,36	3,97
	4	18,16	16,93	<6.0	<7.2	<1.2	23,69	26,03	3,73
Ouwkerk	1	12,48	11,95	<5.9	<7.0	<1.2	23,63	16,60	2,74
	2	16,79	17,49	<5.9	<7.2	<1.2	34,28	22,85	4,02
	3	41,33	48,22	<5.9	<7.2	<1.2	112,41	70,39	13,74
	4	20,04	20,00	<5.9	<7.2	<1.2	36,11	24,52	4,79
Luttelgeest	1	12,52	9,81	<5.9	<7.1	<1.2	16,01	15,98	3,20
	2	8,87	4,81	<5.8	<7.0	<1.2	9,85	10,47	1,05
	3	11,28	11,55	<6.0	<7.2	<1.2	12,45	15,71	1,95
	4	11,52	8,22	<5.9	<7.1	<1.2	12,95	14,04	1,68
Dreischor-2	1	34,21	36,32	<5.9	<7.1	<1.2	31,50	36,82	12,22
	2	23,03	22,56	<5.9	<7.1	3,58	53,00	30,96	5,85
	3	21,72	21,91	<5.9	<7.1	<1.2	24,04	26,63	4,85
	4	25,37	23,58	<5.9	<7.1	<1.2	31,17	26,22	10,42
Emmeloord	1	17,54	15,17	<6.2	<7.4	<1.2	18,52	25,02	3,09
	2	17,83	14,00	<6.1	<7.4	<1.2	18,55	24,36	3,22
	3	17,16	17,72	<6.2	<7.5	<1.3	21,60	25,56	4,38
	4	15,54	11,79	<6.2	<7.5	<1.3	19,26	25,68	2,55
Creil	1	11,01	8,96	<6.1	<7.3	<1.2	12,33	14,72	2,18
	2	10,53	7,62	<6.2	<7.4	<1.2	12,67	14,13	1,63
	3	10,59	9,91	<6.1	<7.3	<1.2	13,51	15,16	1,81
	4	10,26	5,92	<6.1	<7.3	<1.2	15,31	15,58	1,87

VERVOLG BIJLAGE VIa:

Lokatie	Monster- nummer	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Domburg	1	10,27	1,85	24,61	9,46	11,29	6,09	11,87
	2	57,33	9,60	122,11	40,71	54,40	25,61	47,11
	3	13,58	2,81	33,63	10,94	15,23	8,29	14,90
	4	9,88	1,45	21,93	8,84	11,22	5,60	9,63
Uithuizermeeden	1	9,02	1,44	17,28	6,36	8,21	4,57	8,56
	2	6,11	0,91	14,16	5,14	6,98	3,21	5,50
	3	9,29	1,35	16,73	7,03	9,42	4,50	9,58
	4	10,53	1,75	16,19	7,23	9,54	5,10	9,45
Zaamslag-1	1	15,27	1,80	28,64	11,53	16,04	7,29	13,33
	2	10,36	1,68	21,25	9,26	13,09	6,27	12,35
	3	13,19	1,95	24,24	10,53	14,88	6,96	11,96
	4	20,85	2,80	38,01	12,65	19,78	6,36	11,77
Westernieland	1	24,77	4,55	47,86	24,58	26,77	12,86	32,35
	2	11,30	2,70	35,12	17,58	18,72	8,99	19,35
	3	10,21	1,69	19,77	8,64	11,25	5,48	10,85
	4	15,32	2,73	31,15	12,59	14,55	7,43	14,66
Zuidzande	1	80,70	31,41	129,61	59,58	61,11	30,50	61,58
	2	29,63	8,88	71,17	37,41	39,46	22,12	46,61
	3	29,88	8,37	65,31	35,73	39,07	19,55	38,52
	4	78,87	23,63	226,32	98,60	95,06	46,92	95,30
Pieterburen	1	6,18	0,97	16,49	6,19	8,22	4,45	8,39
	2	8,07	1,41	17,60	8,08	9,69	5,24	9,99
	3	5,40	0,85	9,42	3,77	5,35	2,95	5,23
	4	6,14	0,95	16,48	8,19	9,39	5,19	10,62
Kloosterzande	1	15,68	1,74	39,34	19,25	22,99	12,49	25,14
	2	25,86	3,62	66,49	27,82	35,34	20,33	40,92
	3	13,90	1,84	32,91	13,76	18,22	9,44	19,34
	4	20,95	2,69	46,84	21,80	27,99	14,12	28,00
Zaamslag-2	1	10,08	1,92	25,15	10,84	16,31	7,11	13,50
	2	16,15	2,41	32,38	14,14	18,75	9,41	17,89
	3	20,73	3,29	37,51	16,77	22,29	10,54	20,50
	4	19,09	2,69	35,40	15,00	20,27	8,99	17,47
Pieterzijl	1	14,44	1,78	28,31	11,48	14,34	7,72	16,03
	2							
	3	8,02	1,13	16,93	7,98	10,31	5,73	1,40
	4	9,89	1,48	24,06	11,02	13,49	6,96	0,65
Oosterbierum	1	20,34	5,61	47,58	18,76	18,28	9,70	19,19
	2	2,19	1,31	19,85	8,59	10,43	5,83	0,95
	3	9,92	2,31	22,03	9,29	11,05	6,04	12,35
	4	8,28	1,16	21,96	7,95	10,41	5,72	11,34

VERVOLG BIJLAGE VIa:

Lokatie	Monster- nummer	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Domburg	1	12,38	10,33	<6.2	<7.4	<1.2	20,48	17,79	2,42
	2	38,12	39,68	<6.1	<7.4	3,83	90,86	56,39	7,75
	3	15,89	11,20	<6.2	<7.4	1,29	26,19	20,89	3,00
	4	11,08	7,09	<6.0	<7.3	<1.2	17,90	15,46	1,88
Uithuizermeeden	1	9,66	8,75	<5.9	<7.1	<1.2	15,26	12,85	1,83
	2	6,59	5,18	<5.9	<7.1	<1.2	12,06	8,11	1,26
	3	8,56	7,78	<5.9	<7.1	<1.2	14,04	12,34	1,37
	4	11,36	10,52	<6.0	<7.2	<1.2	16,18	14,73	1,80
Zaamslag-1	1	15,71	12,84	<5.8	<7.0	<1.2	24,42	21,13	5,28
	2	14,99	10,45	<5.8	<7.0	<1.2	19,60	18,72	2,33
	3	16,87	10,80	<5.8	<7.0	<1.2	24,33	19,48	3,42
	4	11,59	8,55	<5.9	<7.0	<1.2	33,67	20,79	1,94
Westernieland	1	29,64	22,58	<6.1	<7.3	1,52	50,28	28,17	4,93
	2	18,16	15,15	<6.1	<7.3	<1.2	29,44	22,13	3,35
	3	13,00	25,63	<6.0	<7.2	<1.2	18,89	14,55	1,87
	4	13,24	7,30	<6.0	<7.2	<1.2	28,98	18,58	1,94
Zuidzande	1	44,93	41,60	<6.0	<7.2	7,90	106,89	63,05	9,64
	2	40,74	5,81	<6.0	<7.2	1,86	65,11	49,80	8,09
	3	33,71	27,28	<5.9	<7.1	2,31	60,22	46,18	6,79
	4	72,63	13,56	<6.0	<7.2	5,56	187,50	101,37	17,82
Pieterburen	1	9,85	8,08	<5.9	<7.1	<1.2	13,70	11,45	1,94
	2	11,16	10,22	<5.9	<7.1	<1.2	15,57	14,93	2,14
	3	6,69	5,76	<5.9	<7.1	<1.2	9,16	9,08	1,21
	4	10,84	9,19	<5.9	<7.1	<1.2	16,63	13,10	1,76
Kloosterzande	1	27,35	4,50	<5.8	<7.0	<1.2	37,91	30,37	5,07
	2	39,95	34,24	<5.7	<6.9	1,39	60,73	44,14	7,15
	3	21,25	18,31	<5.8	<7.0	<1.2	29,43	23,89	3,53
	4	25,78	1,64	<5.8	<7.0	<1.2	41,49	32,54	4,78
Zaamslag-2	1	14,86	12,93	<5.9	<7.0	1,42	22,68	21,05	2,83
	2	18,64	33,87	<5.9	<7.1	<1.2	28,38	26,13	3,47
	3	20,45	15,61	<5.9	<7.0	<1.2	35,79	29,02	3,73
	4	16,03	11,54	<5.9	<7.0	1,31	32,79	26,16	3,10
Pieterzijl	1	17,16	15,88	<6.1	<7.3	<1.2	25,76	18,96	3,11
	2								
	3	12,25	9,48	<6.0	<7.2	<1.2	16,02	14,34	2,61
	4	15,11	14,19	<6.0	<7.2	<1.2	23,02	17,54	2,66
Oosterbierum	1	14,72	13,24	<6.2	<7.5	<1.2	35,37	21,29	3,82
	2	12,80	9,63	<6.2	<7.5	<1.2	17,43	13,62	2,31
	3	11,69	10,10	<6.3	<7.5	<1.3	19,46	13,50	2,07
	4	11,19	10,32	<6.2	<7.4	<1.2	18,52	12,88	1,87

BIJLAGE VIb ANALYSERESULTATEN POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (30-50 cm-mv)

Lokatie	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Wieringerwerf	4,06	<0.6	8,81	2,86	4,75	2,77	5,12
Dordrecht	93,97	21,57	153,55	82,66	118,61	52,46	108,28
Anna Paulowna	8,19	0,88	15,30	7,23	7,52	3,96	8,38
Dreischor-1	22,67	5,88	59,41	29,80	30,29	16,30	40,13
Nagele	9,48	0,85	14,10	6,49	8,02	4,92	9,58
Ouwkerk	6,37	0,78	10,18	4,59	5,55	3,29	7,73
Luttelgeest	4,95	1,20	7,94	5,18	5,63	3,21	6,35
Dreischor-2	9,14	1,14	16,62	5,80	6,15	4,99	10,43
Emmeloord	7,67	1,92	12,61	6,93	7,23	4,21	8,92
Creil	7,83	1,05	11,37	4,71	5,75	2,83	5,69
Domburg	7,30	1,06	12,37	4,02	5,03	2,49	4,01
Uithuizermeeden	7,75	1,01	12,66	5,53	7,92	4,03	6,96
Zaamslag-1	9,75	1,26	17,25	7,11	10,88	5,17	9,33
Westernieland	15,97	2,01	19,94	9,99	11,95	5,52	14,93
Zuidzande	12,88	2,40	23,27	11,26	12,62	6,84	13,09
Pieterburen	7,11	1,07	14,20	6,33	8,40	4,43	8,45
Kloosterzande	17,40	2,21	39,04	15,77	22,59	11,07	21,64
Zaamslag-2	14,10	1,56	21,78	9,65	13,38	6,04	11,32
Pieterzijl	11,69	1,96	29,06	12,79	14,75	7,53	1,49
Oosterbierum	10,27	1,94	27,40	12,60	14,53	8,53	18,64

VERVOLG BIJLAGE Vib:

Lokatie	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Wieringerwerf	0,82	4,58	<6.3	<7.5	<1.3	7,64	10,47	0,82
Dordrecht	84,33	96,02	<6.2	<7.5	5,75	133,19	130,48	21,83
Anna Paulowna	16,05	7,86	<6.7	<8.0	<1.3	14,45	14,71	3,74
Dreischor-1	26,38	24,70	<6.2	<7.5	<1.2	60,00	38,36	6,28
Nagele	11,52	10,39	<6.5	<7.9	<1.3	12,83	16,26	2,46
Ouwerkerk	6,72	6,51	<6.0	<7.2	<1.2	9,88	6,97	1,51
Luttelgeest	10,08	6,77	<6.2	<7.5	<1.3	8,54	12,34	2,23
Dreischor-2	9,19	7,86	<6.1	<7.3	<1.2	15,59	11,07	2,14
Emmeloord	11,82	8,97	<6.4	<7.7	<1.3	13,08	20,22	1,70
Creil	5,84	4,31	<6.1	<7.3	<1.2	9,73	8,56	1,16
Domburg	4,44	4,13	<6.2	<7.5	<1.3	8,59	6,11	1,04
Uithuizermeeden	8,14	7,35	<6.1	<7.3	<1.2	12,20	11,07	1,29
Zaamslag-1	12,67	8,46	<6.0	<7.2	<1.2	16,04	16,98	2,46
Westernieland	15,05	9,50	<6.1	<7.3	<1.2	25,90	12,91	2,48
Zuidzande	11,78	10,59	<6.1	<7.3	<1.2	21,53	15,70	2,43
Pieterburen	9,35	10,32	<6.1	<7.3	<1.2	13,29	12,12	1,93
Kloosterzande	20,11	14,89	<6.0	<7.3	<1.2	37,71	26,17	3,20
Zaamslag-2	12,18	9,65	<6.1	<7.3	<1.2	19,66	16,81	2,31
Pieterzijl	16,40	12,85	<6.1	<7.3	<1.2	25,74	18,10	2,66
Oosterbierum	17,47	15,74	<6.2	<7.5	<1.2	25,72	20,38	3,18

BIJLAGE VIc ANALYSERESULTATEN POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES (0-10 cm-mv)

Lokatie	Monster-nummer	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Enspijk	1	26,15	4,57	83,40	28,77	37,47	18,83	31,22
	2	21,80	3,59	77,41	26,04	33,88	17,56	28,90
	3	24,71	3,46	65,69	25,75	35,17	17,71	29,59
	4	23,08	3,40	64,92	23,44	34,66	16,85	27,85
Echteld	1	14,20	3,24	43,38	22,68	27,14	13,88	23,94
	2	15,12	6,63	65,59	34,29	34,33	18,75	35,87
	3	14,41	2,92	41,64	20,25	23,68	12,84	23,17
	4	13,67	4,53	62,20	28,51	31,37	17,12	33,72
Vuren	1	13,99	2,69	44,97	17,03	21,79	11,18	19,15
	2	13,35	1,57	38,31	15,14	19,68	9,61	16,03
	3	13,33	1,71	37,86	13,04	20,32	9,78	15,84
	4	12,20	1,98	37,59	16,41	20,34	9,46	15,55
Ravenstein	1	224,28	51,55	337,01	161,93	192,46	79,29	142,63
	2	266,95	66,24	493,04	220,23	239,50	107,35	198,71
	3	273,38	64,90	424,25	201,54	239,58	101,53	184,66
	4	244,95	59,60	400,29	194,91	235,41	99,58	183,28
Ooij (gem. Ubbergen)	1	26,90	6,27	91,78	39,64	49,70	27,11	47,68
	2	24,39	5,52	78,50	31,51	39,17	19,92	34,62
	3	29,02	5,91	84,97	35,27	44,37	22,28	38,35
	4	29,76	7,79	91,73	44,08	61,15	31,91	57,19
Houten	1	45,02	13,68	156,23	69,10	70,92	39,97	84,62
	2	28,49	7,24	93,48	39,99	44,86	24,68	46,28
	3	31,98	8,42	98,00	39,41	43,83	23,91	47,92
	4	31,51	8,23	98,05	37,99	45,02	23,96	47,29
Acquoy	1	29,03	5,05	84,56	44,85	53,30	28,10	51,10
	2	31,80	6,68	114,33	43,86	54,03	28,00	51,50
	3	31,57	6,31	117,73	41,96	52,73	26,34	45,85
	4	7,21	1,39	21,27	8,47	10,21	5,21	9,37
Middelaar	1	157,51	42,25	251,46	131,90	164,03	67,87	125,68
	2	262,84	63,39	311,83	181,09	212,89	82,06	158,73
	3	166,08	40,65	241,24	125,90	160,15	65,94	120,10
	4	219,87	65,70	340,27	193,17	221,15	97,81	183,60
Beneden Leeuwen	1	22,29	3,91	62,42	24,08	35,22	16,40	27,65
	2	22,51	3,29	62,75	25,81	34,99	16,72	28,51
	3	18,63	2,93	54,66	22,04	32,48	15,62	26,81
	4	24,13	4,15	60,03	25,95	36,31	17,20	28,18
Culemborg	1	16,30	2,52	47,44	25,95	30,30	14,85	26,24
	2	12,66	1,68	41,43	19,02	22,63	11,60	19,56
	3	14,61	1,78	47,94	18,62	23,35	12,39	21,33
	4	12,86	1,59	42,57	19,65	24,23	12,00	20,76

VERVOLG BIJLAGE VIc:

Lokatie	Monster- nummer	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Enspijk	1	37,42	35,87	<7.6	<7.6	<1.5	57,63	54,64	6,33
	2	30,01	34,35	<7.8	<7.8	<1.6	55,82	51,15	6,14
	3	26,33	35,02	<7.6	<7.6	<1.5	54,34	52,84	5,90
	4	32,32	31,72	<7.6	<7.6	<1.5	51,74	49,56	5,49
Echteld	1	27,93	21,16	<8.7	<8.7	<1.7	44,68	36,85	4,40
	2	35,75	26,85	<8.7	<8.7	<1.7	58,04	43,43	6,45
	3	26,68	23,55	<8.6	<8.6	<1.7	37,32	34,58	4,61
	4	36,05	33,32	<8.7	<8.7	<1.8	52,19	41,59	6,31
Vuren	1	22,47	21,05	<8.1	<8.1	<1.6	40,28	33,78	4,57
	2	20,39	20,98	<8.2	<8.2	<1.6	34,49	31,57	4,11
	3	20,82	19,51	<8.1	<8.1	<1.6	35,31	32,25	3,91
	4	19,43	19,49	<8.1	<8.1	<1.6	34,40	30,38	3,36
Ravenstein	1	104,11	120,47	151,40	<8.7	23,00	287,87	216,86	28,01
	2	147,13	153,58	151,76	<8.8	26,11	399,15	279,49	33,97
	3	147,17	149,26	155,29	<8.5	27,69	330,67	272,99	35,22
	4	146,69	153,29	155,62	<8.6	26,33	332,04	270,52	36,49
Ooij (gem. Ubbergen)	1	55,79	55,68	<8.4	<8.4	<1.7	77,73	76,75	9,53
	2	39,86	39,72	<8.4	<8.4	<1.7	62,56	58,03	7,21
	3	41,99	42,82	<8.4	<8.4	<1.7	66,89	66,65	7,57
	4	68,88	60,55	<8.4	<8.4	<1.7	80,65	87,44	12,25
Houten	1	80,32	74,67	<8.5	<8.5	<1.7	151,48	95,64	16,24
	2	49,24	46,59	<8.4	<8.4	<1.7	88,29	61,36	9,29
	3	48,75	5,17	<8.3	<8.3	<1.7	94,38	60,46	9,67
	4	45,16	45,68	<8.4	<8.4	<1.7	87,55	62,68	9,03
Acquoy	1	51,55	53,03	<8.3	<8.3	<1.7	89,20	73,40	8,80
	2	52,54	49,98	<8.2	<8.2	<1.7	92,78	73,37	12,26
	3	46,60	43,27	<8.2	<8.2	<1.6	95,16	70,57	8,44
	4	9,73	9,71	<8.2	<8.2	<1.6	19,02	12,91	1,88
Middelbaar	1	100,61	105,75	94,44	<8.4	17,13	199,49	187,96	25,26
	2	114,70	117,34	107,84	<8.5	20,11	285,95	224,40	28,05
	3	95,34	85,60	93,16	<8.3	16,34	200,96	184,82	24,65
	4	131,26	139,85	106,00	<8.4	24,81	279,84	254,17	33,33
Beneden Leeuwen	1	31,57	29,43	<7	<7	<1.4	56,20	53,33	5,89
	2	33,06	33,46	<7	<7	<1.4	55,97	54,49	6,43
	3	32,60	28,01	<7.1	<7.1	<1.4	47,86	53,44	6,64
	4	31,43	30,12	<7.1	<7.1	<1.4	60,08	56,21	6,55
Culemborg	1	25,54	28,80	<7.9	<7.9	<1.6	44,76	39,25	4,92
	2	23,16	25,59	<7.9	<7.9	<1.6	33,92	33,25	4,24
	3	23,08	23,41	<7.9	<7.9	<1.6	36,57	35,05	4,42
	4	23,39	23,96	<7.9	<7.9	<1.6	35,31	33,62	3,87

VERVOLG BIJLAGE VIc:

Lokatie	Monster- nummer	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Wageningen	1	28,84	6,94	95,50	37,45	44,61	22,82	40,76
	2	43,71	42,68	134,46	48,45	60,08	26,87	52,72
	3	29,30	7,02	95,04	36,48	43,80	21,82	38,43
	4	35,04	6,81	99,10	42,41	50,42	25,71	46,72
Buren (Gld.)	1	33,99	8,84	88,76	36,24	39,43	19,56	37,81
	2	44,09	10,03	111,24	43,63	50,10	23,43	43,29
	3	25,84	9,25	104,22	51,00	51,69	25,68	48,18
	4	16,68	2,88	53,07	21,78	27,08	13,21	23,09
Elst (Gld.)	1	37,20	8,15	111,20	46,83	52,07	27,92	51,06
	2	33,76	9,60	77,79	47,87	55,62	29,32	54,81
	3	55,86	11,64	109,28	45,23	52,17	26,88	47,08
	4	31,33	5,92	81,54	40,61	48,16	26,34	45,76
Zijderveld	1	20,92	4,78	54,53	18,47	24,83	13,41	23,02
	2	19,95	5,38	62,83	21,70	27,15	15,13	26,62
	3	25,11	6,07	66,60	22,33	29,02	14,01	23,88
	4	20,86	5,71	62,32	22,63	28,23	14,44	24,96
Elst (Gld.)	1	27,42	4,91	75,33	27,84	34,86	16,77	30,39
	2	19,80	4,35	55,59	25,41	30,96	16,47	30,23
	3	25,56	3,85	64,58	25,45	33,42	16,29	28,54
	4	24,57	6,11	74,04	38,34	41,35	24,37	47,93
Druuten	1	13,44	2,03	42,66	21,89	25,13	14,41	26,52
	2	18,74	5,48	61,01	45,21	48,21	25,31	46,91
	3	17,22	3,94	43,94	26,05	29,26	16,09	29,69
	4	15,77	3,65	41,32	21,72	27,62	15,45	28,70
Woudrichem	1	18,15	4,22	52,01	33,70	37,05	18,20	27,93
	2	16,73	4,03	53,95	28,99	31,97	17,78	30,35
	3	23,99	5,93	66,50	30,37	32,25	18,06	33,48
	4	16,91	3,97	49,50	23,35	25,20	13,62	24,80
Veessen	1	15,23	5,61	62,26	27,66	27,53	15,32	31,08
	2	8,71	1,98	31,82	14,74	16,40	9,37	17,87
	3	10,44	2,07	34,33	14,45	16,90	8,96	17,00
	4	11,31	2,01	38,11	15,26	18,37	9,78	18,48
Azewijn	1	21,61	4,32	72,62	26,11	34,74	18,23	31,10
	2	19,53	4,45	65,18	25,75	31,85	17,31	29,88
	3	27,75	4,79	87,35	27,54	34,98	18,23	31,40
	4	18,84	3,86	60,68	21,16	29,40	15,19	25,24
Maasbommel	1	13,46	1,38	33,40	12,03	15,41	7,43	12,68
	2	10,83	1,39	29,63	11,92	16,31	7,49	13,09
	3	14,18	2,28	35,27	13,54	18,04	8,58	15,75
	4	18,68	2,00	37,12	14,48	20,09	10,63	18,47

VERVOLG BIJLAGE VIc:

Lokatie	Monster- nummer	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Wageningen	1	34,10	36,03	<7.5	<7.5	<1.5	82,70	58,10	7,74
	2	57,85	52,62	<7.5	37,02	<1.5	170,46	69,82	8,97
	3	35,31	39,78	<7.4	<7.4	<1.5	80,05	56,66	7,47
	4	44,08	46,52	<7.5	<7.5	<1.5	89,32	67,37	10,17
Buren (Gld.)	1	34,17	37,41	<8.4	<8.4	<1.7	69,09	49,20	6,44
	2	38,24	40,05	<8.3	<8.3	<1.7	81,09	60,03	7,35
	3	39,16	41,68	<8.4	<8.4	<1.7	82,94	60,96	7,83
	4	24,02	23,29	<8.4	<8.4	<1.7	42,48	38,11	4,36
Elst (Gld.)	1	51,49	49,83	<7.4	<7.4	<1.5	100,88	74,88	11,34
	2	60,42	55,30	<7.3	<7.3	<1.5	81,26	78,51	9,30
	3	46,60	47,15	<7.4	<7.4	5,12	100,02	72,41	10,12
	4	47,97	47,32	<7.4	<7.4	<1.5	79,56	72,68	10,17
Zijderveld	1	26,87	25,04	<8.1	<8.1	<1.6	46,06	42,11	5,54
	2	30,48	31,79	<8.2	<8.2	<1.6	52,18	43,87	6,11
	3	27,72	28,99	<8	<8	<1.6	52,31	43,70	5,85
	4	30,60	29,19	<8.1	<8.1	<1.6	50,90	44,61	6,17
Elst (Gld.)	1	30,60	31,08	<7.3	<7.3	<1.5	64,19	44,46	6,28
	2	31,19	31,52	<7.2	<7.2	<1.5	54,65	46,11	6,80
	3	29,73	29,25	<7.4	<7.4	<1.5	54,95	46,31	6,00
	4	46,97	43,76	<7.4	<7.4	<1.5	72,47	61,59	11,42
Druuten	1	29,35	21,61	<8.4	<8.4	<1.7	45,27	38,41	4,83
	2	44,94	40,53	<8.2	<8.2	<1.7	74,45	60,49	8,62
	3	32,13	27,02	<8.2	<8.2	<1.7	45,49	42,16	5,37
	4	30,29	26,60	<8.2	<8.2	<1.7	43,66	40,41	4,84
Woudrichem	1	29,28	28,82	<8.4	<8.4	<1.7	51,65	48,50	6,32
	2	30,53	4,10	<8.3	<8.3	<1.7	49,59	46,32	6,62
	3	32,47	28,89	<8.3	<8.3	<1.7	60,56	45,86	6,88
	4	26,01	22,36	<8.3	<8.3	<1.7	45,25	36,39	5,10
Veessen	1	31,87	22,46	<7.5	<7.5	<1.5	53,01	35,45	4,88
	2	22,52	20,72	<7.6	<7.6	<1.5	27,30	25,06	3,33
	3	5,66	16,79	<7.7	<7.7	<1.5	32,05	26,25	1,35
	4	22,29	18,81	<7.6	<7.6	<1.5	39,53	27,67	3,77
Azewijn	1	32,63	34,91	<7.4	<7.4	<1.5	61,88	52,74	6,68
	2	33,37	33,68	<7.4	<7.4	<1.5	60,17	51,45	6,86
	3	32,07	32,75	<7.5	<7.5	<1.5	74,17	52,28	6,86
	4	29,34	31,04	<7.3	<7.3	<1.5	51,65	46,52	5,65
Maasbommel	1	14,10	12,55	<7.5	<7.5	<1.5	26,11	21,26	2,45
	2	13,83	11,14	<7.7	<7.7	<1.5	25,73	21,62	2,49
	3	16,04	10,95	<7.7	<7.7	<1.5	31,37	23,85	2,65
	4	19,42	20,33	<7.7	<7.7	<1.5	36,05	29,28	3,29

BIJLAGE VIId ANALYSERESULTATEN POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES (30-50 cm-mv)

Lokatie	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Enspijk	3,21	<0.8	<9.4	3,03	3,86	1,90	3,26
Echteld	3,78	<0.8	<10.1	3,36	4,05	2,87	4,44
Vuren	5,64	<0.8	<9.7	3,98	4,95	2,53	4,27
Ravenstein	77,52	20,45	93,54	60,42	70,93	34,06	66,22
Ooij (gem. Ubbergen)	3,76	<0.8	<10.0	3,54	4,71	2,27	3,94
Houten	5,81	2,01	16,67	5,14	6,14	3,34	6,20
Acquoy	28,29	5,52	110,10	38,58	48,39	24,39	42,81
Middelaar	159,91	41,76	186,37	94,90	110,14	44,24	79,35
Beneden Leeuwen	4,17	<0.8	<9.3	2,75	5,01	2,06	3,17
Culemborg	9,85	2,05	28,74	11,89	14,72	7,61	13,38
Wageningen	11,21	1,94	26,03	11,80	14,60	7,35	12,58
Buren (Gld.)	8,11	1,33	25,32	8,21	12,24	5,97	10,20
Elst (Gld.)	14,71	3,26	38,11	15,39	19,97	9,87	16,95
Zijderveld	6,49	2,87	<8.5	5,39	7,56	3,53	5,61
Elst (Gld.)	6,03	<0.8	<9.2	4,04	5,62	2,70	<0.8
Druten	4,05	<0.8	10,44	4,82	6,66	3,66	6,48
Woudrichem	5,27	1,18	<10.3	7,08	8,08	4,65	8,78
Veessen	3,75	<0.9	<10.2	3,47	3,96	2,06	3,60
Azewijn	4,61	<0.8	<9.5	<0.8	<1.6	<0.8	<0.8
Maasbommel	4,30	<0.8	<9.5	2,86	5,32	2,38	3,79

VERVOLG BIJLAGE Vid:

Lokatie	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Enspijk	3,74	<2.4	<7.8	<7.8	<1.6	6,92	5,93	<0.8
Echteld	6,63	4,57	<8.4	<8.4	<1.7	8,00	9,40	1,32
Vuren	4,86	<2.4	<8.1	<8.1	<1.6	9,89	8,60	0,82
Ravenstein	59,95	107,85	<8.7	<8.7	<1.7	101,10	84,60	13,27
Ooij (gem. Ubbergen)	4,66	4,01	<8.4	<8.4	<1.7	7,61	6,49	<0.8
Houten	6,44	7,57	<8.5	<8.5	<1.7	13,64	8,71	<0.9
Acquoy	43,22	44,73	<8.4	<8.4	<1.7	82,03	66,08	8,09
Middelaar	59,73	60,58	118,20	<8.5	24,13	141,54	118,05	16,03
Beneden Leeuwen	4,07	<2.3	<7.8	<7.8	<1.6	7,67	7,21	<0.8
Culemborg	15,38	14,09	<7.8	<7.8	<1.6	25,46	21,74	2,46
Wageningen	11,27	11,71	<8.1	<8.1	<1.6	27,74	21,61	2,32
Buren (Gld.)	10,56	9,35	<8.1	<8.1	<1.6	22,11	17,02	1,77
Elst (Gld.)	17,48	19,20	<7.2	<7.2	<1.4	34,73	29,78	3,67
Zijderveld	6,89	<2.1	<7.1	<7.1	<1.4	14,22	13,87	<0.7
Elst (Gld.)	5,34	<2.3	<7.7	<7.7	<1.5	10,70	7,85	1,60
Druten	7,21	7,24	<8	<8	<1.6	9,62	10,39	1,25
Woudrichem	8,42	6,44	<8.6	<8.6	<1.7	11,17	11,81	1,76
Veessen	3,76	3,79	<8.5	<8.5	<1.7	8,27	5,36	<0.9
Azewijn	2,38	3,85	<8	<8	<1.6	5,44	<2.4	<0.8
Maasbommel	4,74	<2.4	<7.9	<7.9	<1.6	8,21	8,04	<0.8

BIJLAGE VIe ANALYSERESULTATEN POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)

Lokatie	FEN	ANT	FLT	BaA	CHR	BkF	BaP
Echteld Ooij (gem. Ubbergen)	735,10	251,55	1556,79	747,60	893,73	379,06	796,91
Culemborg	131,10	57,26	285,27	171,86	174,43	95,55	188,84
Druten	559,89	188,53	1395,22	657,54	789,37	323,25	677,29

Lokatie	BPE	IPY	NAF	ACE	FLU	PYR	BbF	DBA
Echteld Ooij (gem. Ubbergen)	860,16	697,53	318,56	<8.6	32,87	1267,92	963,28	161,00
Culemborg	180,56	174,69	<7.8	<7.8	12,81	253,28	224,59	36,39
Druten	681,44	575,24	307,96	<7.9	43,77	1108,21	843,44	126,27

VERVOLG BIJLAGE VI:

Verklaring codes:

PHE = fenanthreen

ANT = anthraceen

FLT = fluorantheen

BaA = benzo(a)anthraceen

CHR = chryseen

BkF = benzo(k)fluorantheen

BaP = benzo(a)pyreen

BPE = benzo(ghi)peryleen

IPY = indeno(123cd)pyreen

FLU = fluoreen

PYR = pyreen

BbF = benzo(b)fluorantheen

DBA = dibenzo(ah)anthraceen

**BIJLAGE VIIa ANALYSERESULTATEN ORGANOCHLOORVERBINDINGEN IN BODEM
(in $\mu\text{g kg}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	HCB	γ -HCH	hepta	aldrin	b-hepo
Wieringerwerf	1	5,29	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	4,33	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	4,54	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	4,34	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dordrecht	1	4,08	0,88	<0.5	<0.5	<0.5
	2	4,97	0,75	<0.5	<0.5	<0.5
	3	5,42	0,78	<0.5	0,64	<0.5
	4	4,28	0,84	<0.5	<0.5	<0.5
Anna Paulowna	1	8,34	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	7,73	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	13,02	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	7,47	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dreischor-1	1	2,30	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	2,27	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,17	<0.5	<0.5	<0.5	0,82
	4	2,31	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nagele	1	0,87	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	0,57	0,91	<0.5	<0.5
	3	1,04	<0.5	<0.5	<0.5	0,55
	4	0,97	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ouwkerk	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3,82
	2	<0.5	0,52	<0.5	<0.5	4,70
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	4,51
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5,27
Luttelgeest	1	0,65	<0.5	<0.5	0,66	0,96
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,89
	3	0,58	<0.5	<0.5	<0.5	1,55
	4	0,52	<0.5	<0.5	<0.5	0,77
Dreischor-2	1	3,22	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,67	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	1,35	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	1,18	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Emmeloord	1	2,49	0,55	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,82	0,70	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,46	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	2,16	0,81	<0.5	<0.5	<0.5
Creil	1	2,66	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,55	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,36	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	4,26	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

VERVOLG BIJLAGE VIIa:

Lokatie	Monster- nummer	dieldrin	pp-DDE	pp-TDE	op-DDT	pp-DDT
Wieringerwerf	1	3,45	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,44	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	4,72	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	3,50	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dordrecht	1	11,87	34,20	7,00	3,32	32,14
	2	11,81	30,95	8,22	2,86	25,80
	3	9,96	32,46	6,54	3,61	39,81
	4	9,04	25,91	5,56	2,58	25,04
Anna Paulowna	1	4,91	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	9,66	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	4,07	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	5,30	>0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dreischor-1	1	4,15	3,33	<0.5	<0.5	7,37
	2	6,66	3,50	<0.5	<0.5	10,35
	3	5,82	3,27	<0.5	<0.5	10,27
	4	4,63	4,76	<0.5	<0.5	8,77
Nagele	1	14,40	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	16,95	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	12,17	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	15,31	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ouwkerk	1	<0.5	1,59	<0.5	<0.5	5,35
	2	<0.5	1,24	<0.5	<0.5	4,97
	3	<0.5	2,18	0,68	<0.5	8,47
	4	<0.5	1,70	<0.5	<0.5	5,26
Luttelgeest	1	20,82	77,71	11,11	9,60	115,41
	2	10,85	35,32	1,68	6,25	25,83
	3	21,57	70,45	5,16	16,15	188,12
	4	24,78	57,70	5,44	13,44	168,81
Dreischor-2	1	2,27	2,04	<0.5	<0.5	5,91
	2	5,62	1,39	<0.5	<0.5	4,78
	3	3,48	1,81	<0.5	<0.5	2,35
	4	2,68	2,34	<0.5	<0.5	8,13
Emmeloord	1	23,16	2,70	<0.5	1,25	6,50
	2	18,81	1,85	<0.5	<0.5	5,01
	3	17,85	2,68	<0.5	1,25	6,56
	4	29,79	3,86	<0.5	1,80	9,25
Creil	1	11,86	6,45	2,01	3,22	21,99
	2	11,41	6,46	1,99	3,19	20,33
	3	9,48	5,05	1,72	2,58	17,59
	4	13,95	6,24	1,95	3,53	23,21

VERVOLG BIJLAGE VIIa:

Lokatie	Monster- nummer	HCB	γ-HCH	hepta	aldrin	b-hepo
Domburg	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Uithuizermeeden	1	3,08	0,66	<0.5	<0.5	<0.5
	2	2,82	0,65	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,77	0,84	<0.5	<0.5	<0.5
	4	3,80	0,76	<0.5	<0.5	<0.5
Zaamslag-1	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Westernieland	1	3,09	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,23	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	3,60	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	3,54	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zuidzande	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Pieterburen	1	2,53	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,15	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,77	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	2,60	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Kloosterzande	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zaamslag-2	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	2,48	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	3,06	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	3,70	<0.5	<0.5	<0.5
Pieterzijl	1	3,25	7,48	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,91	10,55	<0.5	<0.5	<0.5
	3	3,13	10,35	<0.5	<0.5	<0.5
	4	3,28	24,28	<0.5	<0.5	<0.5
Oosterbierum	1	2,49	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	2,02	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,93	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	2,43	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

VERVOLG BIJLAGE VIIa:

Lokatie	Monster- nummer	dieldrin	pp-DDE	pp-TDE	op-DDT	pp-DDT
Domburg	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	0,52	<0.5	<0.5	<0.5
Uithuizermeeden	1	<0.5	3,80	<0.5	<0.5	6,58
	2	<0.5	3,50	<0.5	<0.5	4,35
	3	<0.5	4,66	<0.5	<0.5	5,69
	4	<0.5	4,13	<0.5	<0.5	8,99
Zaamslag-1	1	<0.5	16,08	1,32	2,47	17,08
	2	<0.5	16,42	0,90	2,31	17,47
	3	<0.5	17,13	1,52	2,17	16,41
	4	<0.5	23,09	5,32	2,25	38,01
Westernieland	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zuidzande	1	<0.5	18,59	3,52	2,19	67,96
	2	<0.5	6,65	1,14	2,21	16,27
	3	<0.5	7,35	1,19	2,15	16,42
	4	<0.5	10,39	<0.5	2,25	22,86
Pieterburen	1	<0.5	1,45	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	1,42	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	0,97	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	2,30	<0.5	<0.5	<0.5
Kloosterzande	1	<0.5	2,55	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	3,51	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	2,95	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	2,75	<0.5	<0.5	<0.5
Zaamslag-2	1	<0.5	22,70	<0.5	1,63	18,36
	2	<0.5	21,25	0,92	1,19	13,55
	3	<0.5	25,75	2,16	1,64	24,33
	4	<0.5	20,97	<0.5	1,39	15,74
Pieterzijl	1	<0.5	11,02	<0.5	<0.5	15,06
	2	<0.5	9,37	<0.5	<0.5	8,11
	3	<0.5	9,18	<0.5	<0.5	13,27
	4	<0.5	8,24	<0.5	<0.5	12,07
Oosterbierum	1	<0.5	2,10	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	2,02	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	1,68	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	2,68	<0.5	<0.5	<0.5

De stoffen α -, β - en δ -HCH, α -endosulfan, β -endosulfan en endrin komen in de laag van 0-10 cm-mv niet voor in gehalten boven de onderste analysegrens van 0,5 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

**BIJLAGE VIII ANALYSERESULTATEN ORGANOCHLOORVERBINDINGEN IN BODEM
(in $\mu\text{g kg}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (30-50 cm-mv)**

Lokatie	HCB	γ-HCH	hepta	b-hepo
Wieringerwerf	3,85	<0.5	<0.5	<0.5
Dordrecht	3,14	0,56	<0.5	<0.5
Anna Paulowna	13,43	<0.5	<0.5	<0.5
Dreischor-1	1,51	<0.5	0,52	<0.5
Nagele	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ouwerkerk	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Luttelgeest	1,03	<0.5	<0.5	0,89
Dreischor-2	0,91	<0.5	<0.5	<0.5
Emmeloord	2,63	<0.5	<0.5	<0.5
Creil	2,46	<0.5	<0.5	<0.5
Domburg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Uithuizermeeden	2,12	0,57	<0.5	<0.5
Zaamslag-1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Westernieland	2,59	<0.5	<0.5	<0.5
Zuidzande	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Pieterburen	4,82	<0.5	<0.5	<0.5
Kloosterzande	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zaamslag-2	<0.5	1,93	<0.5	<0.5
Pieterzijl	2,59	0,83	<0.5	<0.5
Oosterbierum	1,46	<0.5	<0.5	<0.5

VERVOLG BIJLAGE VIIb:

Lokatie	dieldrin	pp-DDE	pp-TDE	op-DDT	pp-DDT
Wieringerwerf	4,42	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dordrecht	6,74	23,84	4,97	2,86	23,90
Anna Paulowna	4,25	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dreischor-1	2,47	3,85	<0.5	<0.5	5,17
Nagele	11,81	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ouwkerk	<0.5	0,86	<0.5	<0.5	1,60
Luttelgeest	20,35	61,97	9,89	9,62	119,70
Dreischor-2	1,88	1,20	<0.5	<0.5	3,00
Emmeloord	26,13	2,30	<0.5	<0.5	3,38
Creil	6,79	3,42	0,98	1,64	11,70
Domburg	<0.5	0,67	<0.5	<0.5	<0.5
Uithuizermeeden	0,53	3,13	<0.5	<0.5	5,53
Zaamslag-1	<0.5	16,93	1,75	1,37	17,57
Westernieland	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zuidzande	<0.5	8,76	0,76	2,17	18,78
Pieterburen	<0.5	1,51	<0.5	<0.5	<0.5
Kloosterzande	<0.5	2,20	<0.5	<0.5	<0.5
Zaamslag-2	<0.5	27,19	5,91	3,79	300,94
Pieterzijl	<0.5	6,27	<0.5	<0.5	6,02
Oosterbierum	<0.5	2,39	<0.5	<0.5	<0.5

De stoffen α -, β - en δ -HCH, α -endosulfan, β -endosulfan, aldrin en endrin komen in de laag van 30-50 cm-mv niet voor in gehalten boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$.

**BIJLAGE VIIc ANALYSERESULTATEN ORGANOCHLOORVERBINDINGEN IN BODEM
(in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES (0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	HCB	γ -HCH	dieldrin	endrin
Enspijk	1	<0.5	0,54	<0.5	<0.5
	2	<0.5	0,77	<0.5	<0.5
	3	<0.5	0,73	<0.5	<0.5
	4	<0.5	0,69	<0.5	<0.5
Echteld	1	1,59	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,38	<0.5	<0.5	<0.5
	3	1,66	<0.5	<0.5	<0.5
	4	1,28	<0.5	<0.5	<0.5
Vuren	1	0,62	1,45	<0.5	<0.5
	2	0,52	0,68	<0.5	<0.5
	3	<0.5	1,06	<0.5	<0.5
	4	<0.5	0,91	<0.5	<0.5
Ravenstein	1	2,10	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,74	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,30	0,60	<0.5	<0.5
	4	2,25	<0.5	<0.5	<0.5
Ooij (gem. Ubbergen)	1	0,72	<0.5	<0.5	<0.5
	2	0,84	<0.5	<0.5	<0.5
	3	0,88	<0.5	<0.5	<0.5
	4	0,80	<0.5	<0.5	<0.5
Houten	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Acquoy	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	0,69	<0.5	<0.5	<0.5
	4	0,52	<0.5	<0.5	<0.5
Middelaar	1	1,61	1,09	<0.5	<0.5
	2	1,87	0,72	<0.5	<0.5
	3	1,36	1,16	<0.5	<0.5
	4	1,81	1,31	<0.5	<0.5
Beneden Leeuwen	1	0,54	<0.5	<0.5	<0.5
	2	0,51	0,84	<0.5	<0.5
	3	<0.5	0,51	<0.5	<0.5
	4	0,55	0,69	0,81	<0.5
Culemborg	1	<0.5	1,50	<0.5	<0.5
	2	<0.5	1,90	<0.5	<0.5
	3	<0.5	0,82	<0.5	<0.5
	4	<0.5	5,66	<0.5	<0.5

VERVOLG BIJLAGE VIIIc:

Lokatie	Monster- nummer	pp-DDE	pp-TDE	op-DDT	pp-DDT
Enspijk	1	1,32	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,79	<0.5	<0.5	<0.5
	3	1,61	<0.5	<0.5	<0.5
	4	1,41	<0.5	<0.5	<0.5
Echteld	1	43,86	<0.5	<0.5	4,43
	2	31,87	<0.5	<0.5	2,12
	3	21,49	<0.5	<0.5	1,88
	4	27,08	<0.5	<0.5	1,33
Vuren	1	1,36	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,93	<0.5	<0.5	<0.5
	3	0,95	<0.5	<0.5	<0.5
	4	1,84	<0.5	<0.5	<0.5
Ravenstein	1	2,17	<0.5	<0.5	2,50
	2	1,60	<0.5	<0.5	1,31
	3	2,17	<0.5	<0.5	1,80
	4	3,15	<0.5	<0.5	2,47
Ooij (gem. Ubbergen)	1	0,72	<0.5	<0.5	<0.5
	2	0,83	<0.5	<0.5	<0.5
	3	1,03	<0.5	<0.5	<0.5
	4	0,83	<0.5	<0.5	<0.5
Houten	1	31,46	<0.5	<0.5	5,12
	2	36,32	<0.5	<0.5	4,83
	3	28,88	<0.5	<0.5	7,89
	4	27,72	<0.5	<0.5	5,84
Acquoy	1	26,98	<0.5	0,76	3,15
	2	16,26	<0.5	<0.5	3,43
	3	9,52	<0.5	<0.5	5,30
	4	21,70	<0.5	<0.5	3,97
Middelaar	1	1,22	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,68	<0.5	<0.5	0,58
	3	1,62	<0.5	<0.5	0,66
	4	1,43	<0.5	<0.5	0,62
Beneden Leeuwen	1	13,53	<0.5	<0.5	6,10
	2	13,55	<0.5	<0.5	7,65
	3	40,86	<0.5	2,32	15,68
	4	15,08	<0.5	<0.5	8,26
Culemborg	1	2,88	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,83	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,67	<0.5	<0.5	<0.5
	4	2,54	<0.5	<0.5	<0.5

VERVOLG BIJLAGE VIIIc:

Lokatie	Monster- Nummer	HCb	γ-HCH	dieldrin	endrin
Wageningen	1	<0.5	52,76	<0.5	<0.5
	2	<0.5	88,55	<0.5	<0.5
	3	<0.5	66,03	<0.5	<0.5
	4	<0.5	52,18	<0.5	<0.5
Buren (Gld.)	1	<0.5	0,62	<0.5	<0.5
	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	<0.5	0,54	<0.5	<0.5
Elst (Gld.)	1	0,69	1,33	<0.5	<0.5
	2	<0.5	1,42	<0.5	<0.5
	3	0,77	1,94	<0.5	<0.5
	4	0,65	1,63	<0.5	<0.5
Zijderveld	1	<0.5	1,66	<0.5	0,54
	2	0,58	1,14	<0.5	<0.5
	3	0,66	<0.5	<0.5	<0.5
	4	0,57	1,06	<0.5	<0.5
Elst (Gld.)	1	<0.5	21,86	<0.5	<0.5
	2	<0.5	37,78	0,51	<0.5
	3	<0.5	62,77	<0.5	<0.5
	4	<0.5	20,34	<0.5	<0.5
Druten	1	0,79	20,43	<0.5	<0.5
	2	0,82	33,92	<0.5	<0.5
	3	0,68	2,54	<0.5	<0.5
	4	0,63	5,75	<0.5	<0.5
Woudrichem	1	1,46	4,85	<0.5	<0.5
	2	1,68	2,28	<0.5	<0.5
	3	1,63	1,91	<0.5	<0.5
	4	1,75	1,31	<0.5	<0.5
Veessen	1	0,75	<0.5	<0.5	<0.5
	2	0,69	5,68	<0.5	<0.5
	3	0,73	6,18	<0.5	<0.5
	4	<0.5	5,26	<0.5	<0.5
Azewijn	1	0,57	<0.5	<0.5	<0.5
	2	0,58	<0.5	<0.5	<0.5
	3	0,71	0,63	<0.5	<0.5
	4	0,85	<0.5	<0.5	<0.5
Maasbommel	1	1,43	1,15	1,26	<0.5
	2	1,27	1,28	<0.5	<0.5
	3	1,38	1,20	0,78	<0.5
	4	1,21	1,65	0,96	<0.5

VERVOLG BIJLAGE VIIIc:

Lokatie	Monster- Nummer	pp-DDE	pp-TDE	op-DDT	pp-DDT
Wageningen	1	2,34	<0.5	<0.5	1,81
	2	2,30	<0.5	<0.5	2,05
	3	2,26	<0.5	<0.5	1,73
	4	6,95	<0.5	<0.5	5,57
Buren (Gld.)	1	3,99	<0.5	<0.5	<0.5
	2	3,39	<0.5	<0.5	<0.5
	3	3,16	<0.5	<0.5	<0.5
	4	3,93	<0.5	<0.5	<0.5
Elst (Gld.)	1	17,56	<0.5	<0.5	3,96
	2	19,51	<0.5	<0.5	9,07
	3	22,90	<0.5	<0.5	6,08
	4	19,88	<0.5	1,28	58,92
Zijderveld	1	2,01	<0.5	<0.5	<0.5
	2	2,82	<0.5	<0.5	<0.5
	3	2,77	<0.5	<0.5	<0.5
	4	2,45	<0.5	<0.5	<0.5
Elst (Gld.)	1	20,97	1,93	0,92	6,60
	2	32,83	2,12	2,20	7,58
	3	27,05	2,98	1,52	8,20
	4	40,23	3,38	2,99	67,13
Druuten	1	4,96	<0.5	<0.5	1,26
	2	3,46	<0.5	<0.5	1,12
	3	5,62	<0.5	<0.5	1,77
	4	7,19	<0.5	<0.5	1,67
Woudrichem	1	14,26	<0.5	<0.5	5,12
	2	22,13	<0.5	0,80	7,62
	3	22,24	3,17	<0.5	43,17
	4	8,25	<0.5	<0.5	3,64
Veessen	1	48,82	<0.5	2,46	51,58
	2	148,46	2,52	10,31	64,98
	3	41,19	<0.5	2,83	14,84
	4	35,98	<0.5	2,53	13,56
Azewijn	1	1,20	<0.5	<0.5	<0.5
	2	1,19	<0.5	<0.5	<0.5
	3	0,79	<0.5	<0.5	<0.5
	4	1,15	<0.5	<0.5	<0.5
Maasbommel	1	1,19	<0.5	<0.5	<0.5
	2	0,89	<0.5	<0.5	<0.5
	3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	4	0,85	<0.5	<0.5	<0.5

De stoffen α -, β - en δ -HCH, heptachloor, aldrin, b-heptachloorepoxide α -en β -endosulfan komen in de bodemlaag van 0-10 cm-mv niet voor in gehalten boven de onderste analysegrens van 0,5 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

**BIJLAGE VIId ANALYSERESULTATEN ORGANOCHLOORVERBINDINGEN IN BODEM
(in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES (30-50 cm-mv)**

Lokatie	HCB	γ -HCH	pp-DDE	pp-DDT
Enspijk	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Echteld	<0.5	<0.5	11,82	0,68
Vuren	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ravenstein	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ooij (gem. Ubbergen)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Houten	<0.5	<0.5	6,68	1,41
Acquoy	0,67	<0.5	6,81	4,34
Middelaar	0,79	<0.5	<0.5	<0.5
Beneden Leeuwen	<0.5	<0.5	2,93	1,03
Culemborg	<0.5	<0.5	1,27	<0.5
Wageningen	<0.5	0,84	<0.5	<0.5
Buren (Gld.)	<0.5	<0.5	1,64	<0.5
Elst (Gld.)	<0.5	<0.5	10,93	33,62
Zijderveld	<0.5	<0.5	1,04	<0.5
Elst (Gld.)	<0.5	2,43	5,89	0,88
Druten	<0.5	<0.5	0,62	<0.5
Woudrichem	0,65	<0.5	0,86	<0.5
Veessen	<0.5	<0.5	7,55	2,35
Azewijn	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Maasbommel	2,08	<0.5	<0.5	<0.5

De stoffen α -, β - en δ -HCH, heptachloor, aldrin, endrin, dieldrin, b-heptachloorepoxide, α -en β -endosulfan, p,p'-TDE en o,p'-DDT komen in de bodemlaag van 30-50 cm-mv niet voor in gehalten boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$.

**BIJLAGE VIIe ANALYSERESULTATEN ORGANOCHLOORVERBINDINGEN IN BODEM
(in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)**

Lokatie	β -HCH	HCB	γ -HCH	α -endosulfan	δ -endosulfan
Echteld	<0.5	47,52	<0.5	0,76	<0.5
Ooij (gem. Ubbergen)	3,64	92,49	<0.5	2,45	2,84
Culemborg	<0.5	13,07	<0.5	<0.5	<0.5
Druten	<0.5	35,96	9,38	1,10	2,50

Lokatie	pp-DDE	pp-TDE	pp-DDT
Echteld	12,23	<0.5	3,21
Ooij (gem. Ubbergen)	7,09	<0.5	6,18
Culemborg	3,82	<0.5	<0.5
Druten	8,02	5,95	2,50

De stoffen α -HCH, δ -HCH, heptachloor, aldrin, endrin, dieldrin, b-heptachloorepoxide en o,p'-DDT komen in de bodemlaag van 0-10 cm-mv op de uiterwaarden niet voor in gehalten boven de onderste analysegrens van $0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$.

BIJLAGE VIIIa ANALYSERESULTATEN TRIAZINES IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (0-10 cm-mv)

Lokatie	Monster-nummer	desethyl-atrazin	desisopropyl-atrazin	simazin	atrazin
Wieringerwerf	1	<2	2,07	7,51	<2
	2	<2	<2	4,23	<2
	3	<2	2,69	12,35	<2
	4	<2	<2	8,99	<2
Dordrecht	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Anna Paulowna	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Dreischor-1	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Nagele	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Ouwkerk	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Luttelgeest	1	<2	<2	2,91	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	2,63	<2
Dreischor-2	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Emmeloord	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Creil	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2

VERVOLG BIJLAGE VIIIa:

Lokatie	Monster- nummer	desethyl- atrazin	desisopropyl- atrazin	simazin	atrazin
Domburg	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Uithuizermeeden	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Zaamslag-1	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Westernieland	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Zuidzande	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Pieterburen	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Kloosterzande	1	<2	<2	<2	2,36
	2	<2	<2	<2	2,16
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	2,14
Zaamslag-2	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Pieterzijl	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Oosterbierum	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2

BIJLAGE VIIIb ANALYSERESULTATEN TRIAZINES IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (30-50 cm-mv)

Lokatie	desethyl- atrazin	desisopropyl- atrazin	simazin	atrazin
Wieringerwerf	<2	<2	<2	<2
Dordrecht	<2	<2	<2	<2
Anna Paulowna	<2	<2	<2	<2
Dreischor-1	<2	<2	<2	<2
Nagele	<2	<2	<2	<2
Ouwerkerk	<2	<2	<2	<2
Luttelgeest	<2	<2	2,43	<2
Dreischor-2	<2	<2	<2	<2
Emmeloord	<2	<2	<2	<2
Creil	<2	<2	<2	<2
Domburg	<2	<2	<2	<2
Uithuizermeeden	<2	<2	<2	<2
Zaamslag-1	<2	<2	<2	<2
Westernieland	<2	<2	<2	<2
Zuidzande	<2	<2	<2	<2
Pieterburen	<2	<2	<2	<2
Kloosterzande	<2	<2	<2	<2
Zaamslag-2	<2	<2	<2	<2
Pieterzijl	<2	<2	<2	<2
Oosterbierum	<2	<2	<2	<2

**BIJLAGE VIIIc ANALYSERESULTATEN TRIAZINES IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (0-10 cm-mv)**

Lokatie	Monster- nummer	desisopropyl- atrazin	desethyl- atrazin	simazin	atrazin
Enspijk	1	<2	<2	<2	16,56
	2	4,91	3,30	<2	85,96
	3	2,50	<2	<2	47,32
	4	<2	<2	<2	27,59
Echteld	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Vuren	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Ravenstein	1	5,55	3,12	<2	25,41
	2	5,79	3,02	<2	26,59
	3	6,89	3,55	<2	32,80
	4	2,48	<2	<2	14,09
Ooij (gem. Ubbergen)	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Houten	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Acquoy	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Middelaar	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Beneden Leeuwen	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Culemborg	1	<2	<2	<2	25,30
	2	3,68	2,32	<2	53,56
	3	4,36	2,76	<2	59,59
	4	3,67	2,30	<2	58,62

VERVOLG BIJLAGE VIIIc:

Lokatie	Monster- nummer	desisopropyl- atrazin	desethyl- atrazin	simazin	atrazin
Wageningen	1	3,13	<2	<2	27,34
	2	2,69	<2	<2	38,96
	3	2,64	<2	<2	27,59
	4	2,60	<2	<2	28,14
Buren (Gld.)	1	6,48	2,72	<2	34,35
	2	3,86	<2	<2	25,53
	3	5,36	2,28	<2	46,27
	4	2,69	<2	<2	19,76
Elst (Gld.)	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Zijderveld	1	<2	<2	<2	<2
	2	<2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2	<2
Elst (Gld.)	1	5,00	2,33	<2	25,76
	2	6,23	3,04	<2	26,00
	3	3,87	2,19	<2	24,60
	4	6,35	2,54	<2	30,13
Druten	1	<2	<2	<2	12,74
	2	<2	<2	<2	23,03
	3	<2	<2	<2	2,54
	4	<2	<2	<2	9,86
Woudrichem	1	3,34	<2	<2	16,25
	2	<2	<2	<2	7,36
	3	<2	<2	<2	5,08
	4	3,01	<2	<2	11,29
Veessen	1	<2	<2	<2	2,80
	2	2,46	<2	<2	6,28
	3	2,27	<2	<2	10,31
	4	2,42	<2	<2	9,49
Azewijn	1	<2	<2	<2	5,99
	2	<2	<2	<2	6,38
	3	<2	<2	<2	11,64
	4	<2	<2	<2	6,27
Maasbommel	1	3,14	<2	<2	14,14
	2	2,63	<2	<2	16,50
	3	2,34	<2	<2	12,64
	4	3,02	<2	<2	14,81

**BIJLAGE VIIIId ANALYSERESULTATEN TRIAZINES IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (30-50 cm-mv)**

Lokatie	desisopropyl- atrazin	desethyl- atrazin	simazin	atrazin
Enspijk	<2	<2	<2	<2
Echteld	<2	<2	<2	<2
Vuren	<2	<2	<2	<2
Ravenstein	<2	<2	<2	3,39
Ooij (gem. Ubbergen)	<2	<2	<2	<2
Houten	<2	<2	<2	<2
Acquoy	<2	<2	<2	<2
Middelaar	<2	<2	<2	<2
Beneden Leeuwen	<2	<2	<2	<2
Culemborg	<2	<2	<2	3,71
Wageningen	<2	<2	<2	<2
Buren (Gld.)	<2	<2	<2	2,58
Elst (Gld.)	<2	<2	<2	<2
Zijderveld	<2	<2	<2	<2
Elst (Gld.)	<2	<2	<2	3,34
Druten	<2	<2	<2	<2
Woudrichem	<2	<2	<2	<2
Veessen	<2	<2	<2	<2
Azewijn	<2	<2	<2	<2
Maasbommel	<2	<2	<2	<2

**BIJLAGE VIIIe ANALYSERESULTATEN TRIAZINES IN BODEM (in $\mu\text{g kg}^{-1}$); MELKVEE-
HOUDERIJLOKATIES (uiterwaarden, 0-10 cm-mv)**

Lokatie	desisopropyl- atrazin	desethyl- atrazin	simazin	atrazin
Echteld	<2	<2	<2	<2
Ooij (gem. Ubbergen)	<2	<2	<2	<2
Culemborg	<2	<2	<2	<2
Druuten	17,09	11,20	<2	43,50

**BIJLAGE IXa ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN EN ARSEEN IN GRONDWATER
(in $\mu\text{g l}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES**

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Cadmium	Lood	Chroom	Koper	Nikkel	Arsen
Wieringerwerf	1	183,12	1,25	5,10	2,20	1,17	159,31	0,45
	2	6,54	<0,06	2,18	<0,702	2,03	1,97	1,27
	3	26,16	0,17	6,84	<0,702	2,76	6,13	1,12
	4	6,54	0,09	1,31	<0,702	1,74	6,90	0,60
Dordrecht	1	13,08	<0,06	1,39	<0,702	8,39	3,40	0,90
	2	13,08	0,08	0,50	<0,702	1,18	4,33	11,46
	3	19,62	<0,06	1,51	<0,702	1,69	3,76	2,92
	4	6,54	<0,06	1,47	<0,702	1,70	3,59	3,97
Anna Paulowna	1	26,16	0,11	1,33	<0,702	2,69	6,38	1,35
	2	19,62	0,38	2,88	<0,702	<0,70	10,85	2,25
	3	39,24	0,09	4,50	4,85	5,56	10,57	2,47
	4	78,48	1,10	2,09	<0,702	1,27	51,56	1,50
Dreischor-1	1	45,78	0,07	1,37	12,94	3,52	16,74	9,74
	2	45,78	<0,06	1,72	<0,702	12,69	8,13	1,50
	3	13,08	0,11	2,76	<0,702	8,23	11,43	2,55
	4	13,08	0,17	3,61	<0,702	8,85	5,63	2,40
Nagele	1	6,54	0,24	3,32	<0,702	4,71	6,05	0,45
	2	13,08	0,16	1,55	<0,702	1,20	5,94	0,82
	3	13,08	0,29	3,52	<0,702	1,07	6,10	0,52
	4	19,62	0,29	1,89	<0,702	1,62	5,54	0,60
Ouwkerk	1	<6,54	<0,06	0,35	<0,702	0,83	2,52	5,47
	2	45,78	0,16	1,39	<0,702	3,01	4,40	2,47
	3	<6,54	0,17	2,80	<0,702	6,55	3,96	5,69
	4	26,16	0,18	1,60	<0,702	4,31	5,07	2,70
Luttelgeest	1	<6,54	<0,06	2,55	<0,702	4,08	3,53	0,52
	2	<6,54	<0,06	0,97	<0,702	3,96	4,36	3,82
	3	<6,54	<0,06	2,94	<0,702	4,76	5,32	1,05
	4	<6,54	<0,06	2,76	<0,702	6,64	2,96	0,67
Dreischor-2	1	13,08	0,09	1,39	<0,702	7,66	4,52	1,20
	2	13,08	0,16	1,14	<0,702	7,28	8,07	0,45
	3	19,62	0,16	1,76	<0,702	8,25	4,73	0,15
	4	<6,54	0,19	2,44	<0,702	13,77	5,16	1,57
Emmeloord	1	19,62	0,06	5,55	<0,702	<0,70	6,64	0,60
	2	26,16	<0,06	0,70	<0,702	2,68	3,03	0,60
	3	13,08	<0,06	2,24	<0,702	<0,70	2,83	1,27
	4	13,08	<0,06	2,42	<0,702	2,36	3,40	0,67
Creil	1	6,54	0,08	2,36	0,93	<0,70	3,82	1,72
	2	<6,54	<0,06	1,18	<0,702	2,24	2,03	0,97
	3	6,54	0,09	0,83	<0,702	<0,70	2,17	0,67
	4	<6,54	<0,06	1,20	<0,702	4,79	1,94	1,05

VERVOLG BIJLAGE IXa:

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Cadmium	Lood	Chroom	Koper	Nikkel	Arseen
Domburg	1	13,08	0,09	0,66	<0,702	9,15	6,03	3,52
	2	52,32	<0,06	1,68	<0,702	1,02	3,52	14,68
	3	<6,54	<0,06	0,66	<0,702	1,66	2,61	0,82
	4	13,08	<0,06	0,50	<0,702	2,15	2,79	1,27
Uithuizermeeden	1	6,54	0,06	4,74	2,87	5,21	3,95	4,27
	2	13,08	0,08	1,51	<0,702	3,85	2,49	3,97
	3	<6,54	<0,06	0,91	<0,702	1,31	2,02	1,20
	4	<6,54	<0,06	0,68	<0,702	2,91	2,29	4,57
Zaamslag-1	1	<6,54	<0,06	0,73	<0,702	8,75	8,75	1,72
	2	13,08	<0,06	4,23	<0,702	1,84	2,72	0,67
	3	6,54	<0,06	1,35	<0,702	6,69	4,96	0,37
	4	6,54	<0,06	0,89	<0,702	1,61	6,81	1,27
Westernieland	1	13,08	<0,06	3,15	0,98	0,89	3,38	4,87
	2	6,54	<0,06	3,36	1,41	1,33	3,67	5,62
	3	26,16	0,09	8,58	5,93	5,49	10,64	7,19
	4	<6,54	<0,06	1,31	<0,702	1,20	3,32	3,97
Zuidzande	1	6,54	0,07	0,85	<0,702	17,19	3,35	0,45
	2	6,54	0,08	0,97	<0,702	13,98	2,86	1,12
	3	<6,54	<0,06	0,73	<0,702	8,32	4,05	3,22
	4	6,54	<0,06	0,87	<0,702	5,14	2,93	1,50
Pieterburen	1	13,08	0,11	2,09	1,42	3,12	4,14	1,20
	2	13,08	0,07	2,18	0,73	1,88	2,99	5,09
	3	6,54	0,07	1,12	<0,702	2,36	4,03	6,37
	4	13,08	0,10	7,31	3,00	7,37	6,28	16,55
Kloosterzande	1	13,08	0,07	1,12	<0,702	3,40	3,21	1,42
	2	6,54	0,10	1,28	<0,702	4,33	4,13	0,82
	3	<6,54	0,08	2,71	0,93	8,83	3,52	1,27
	4	13,08	0,12	12,78	<0,702	2,58	3,67	0,97
Zaamslag-2	1	6,54	<0,06	0,77	<0,702	1,78	4,48	0,67
	2	<6,54	<0,06	0,60	<0,702	1,80	6,33	1,05
	3	19,62	<0,06	3,07	<0,702	1,43	4,57	0,82
	4	<6,54	0,09	0,89	<0,702	2,84	10,18	0,45
Pieterzijl	1	<6,54	<0,06	1,60	<0,702	3,47	2,94	1,27
	2	19,62	<0,06	1,66	<0,702	3,32	3,39	5,92
	3	6,54	<0,06	0,56	<0,702	2,97	2,25	2,17
	4	<6,54	<0,06	<0,21	<0,702	1,50	2,64	4,27
Oosterbierum	1	<6,54	0,07	0,89	<0,702	2,39	3,11	8,84
	2	6,54	<0,06	0,93	<0,702	0,78	2,00	15,80
	3	6,54	<0,06	1,20	<0,702	4,18	2,39	5,84
	4	13,08	<0,06	1,33	<0,702	<0,70	4,79	8,24

**BIJLAGE IXb ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN EN ARSEEN IN GRONDWATER
(in $\mu\text{g l}^{-1}$); AKKERBOUWLOKATIES (drainmonsters)**

Lokatie	Zink	Cadmium	Lood	Chroom	Koper	Nikkel	Arsen
Wieringerwerf	78,48	0,75	1,22	19,00	2,79	77,92	0,22
Dordrecht	<6,54	<0,06	0,33	<0,702	2,95	1,64	1,27
Anna Paulowna	6,54	0,11	0,39	<0,702	2,61	9,55	0,52
Dreischor-1	143,88	0,10	11,25	<0,702	148,79	13,50	1,35
Ouwerkerk	85,02	0,26	11,19	<0,702	78,52	5,12	3,15
Dreischor-2	170,04	0,22	6,09	<0,702	184,02	7,87	4,34
Creil	<6,54	<0,06	0,31	<0,702	1,30	1,10	0,15
Uithuizermeeden	<6,54	<0,06	1,10	<0,702	2,48	0,84	0,37
Pieterzijl	<6,54	<0,06	0,37	<0,702	1,50	1,76	2,10

**BIJLAGE IXc ANALYSERESULTATEN ZWARE METALEN EN ARSEEN IN GRONDWATER
(in $\mu\text{g l}^{-1}$); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES**

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Cadmium	Lood	Chroom	Koper	Nikkel	Arsen
Enspijk	1	13,08	0,13	0,44	<0,702	2,72	1,79	8,09
	2	13,08	<0,06	0,81	<0,702	2,18	2,64	5,47
	3	19,62	<0,06	1,37	<0,702	32,77	3,93	5,09
	4	<6,54	<0,06	0,39	<0,702	2,22	1,03	2,25
Echteld	1	6,54	<0,06	0,77	<0,702	1,74	2,79	2,02
	2	13,08	0,07	0,89	<0,702	8,77	3,51	5,09
	3	13,08	<0,06	1,16	<0,702	11,40	3,28	3,30
	4	6,54	<0,06	0,62	<0,702	1,92	2,13	3,52
Vuren	1	19,62	<0,06	0,85	<0,702	3,84	2,27	2,40
	2	19,62	<0,06	1,76	0,74	3,38	1,94	3,67
	3	6,54	<0,06	0,66	<0,702	2,71	2,51	1,35
	4	13,08	<0,06	0,85	<0,702	3,68	2,15	2,32
Ravenstein	1	26,16	0,25	1,12	<0,702	4,56	2,92	9,06
	2	32,70	0,37	4,08	1,09	6,83	10,11	1,42
	3	39,24	0,09	0,70	<0,702	2,67	4,24	0,22
	4	32,70	0,34	1,53	<0,702	5,73	2,72	0,37
Ooij (gem. Ubbergen)	1	6,54	0,06	0,91	<0,702	3,78	2,64	1,27
	2	13,08	<0,06	1,02	<0,702	4,25	2,99	2,55
	3	<6,54	<0,06	0,48	<0,702	2,27	1,74	0,15
	4	<6,54	<0,06	0,58	<0,702	3,90	2,42	0,90
Houten	1	13,08	0,34	0,70	<0,702	1,89	2,94	2,85
	2	19,62	<0,06	0,99	<0,702	4,55	5,96	3,15
	3	13,08	<0,06	0,62	<0,702	2,34	2,79	3,45
	4	19,62	<0,06	0,41	<0,702	8,15	4,30	4,42
Acquoy	1	6,54	<0,06	0,48	<0,702	1,24	1,25	3,89
	2	6,54	<0,06	0,68	<0,702	3,42	1,32	2,55
	3	6,54	<0,06	0,54	<0,702	4,06	2,31	5,62
	4	6,54	<0,06	0,33	<0,702	3,75	1,37	5,54
Middelaar	1	19,62	0,13	0,75	<0,702	9,27	3,40	<0,1498
	2	26,16	0,11	0,39	<0,702	9,26	3,66	0,30
	3	19,62	0,06	0,33	<0,702	2,89	3,49	30,03
	4	32,70	0,21	1,39	<0,702	36,07	8,68	3,15
Beneden Leeuwen	1	13,08	0,11	1,68	0,88	11,35	7,95	5,84
	2	6,54	0,07	0,79	<0,702	5,75	4,99	5,47
	3	13,08	0,10	2,84	<0,702	15,11	5,29	5,39
	4	6,54	<0,06	0,66	<0,702	4,19	3,15	7,71
Culemborg	1	13,08	<0,06	1,39	<0,702	4,00	2,15	3,22
	2	13,08	<0,06	0,56	<0,702	3,61	1,41	2,62
	3	13,08	<0,06	1,74	<0,702	3,18	2,23	5,17
	4	13,08	<0,06	<0,21	<0,702	17,63	2,29	1,27

VERVOLG BIJLAGE IXc:

Lokatie	Monster- nummer	Zink	Cadmium	Lood	Chroom	Koper	Nikkel	Arseen
Wageningen	1	6,54	<0,06	0,33	<0,702	5,52	3,45	1,27
	2	13,08	<0,06	0,25	<0,702	2,68	1,81	1,35
	3	6,54	<0,06	0,39	<0,702	3,37	1,58	1,65
	4	6,54	<0,06	0,85	<0,702	6,82	2,30	1,57
Buren (Gld.)	1	<6,54	<0,06	0,83	<0,702	3,66	2,12	1,20
	2	13,08	<0,06	0,62	<0,702	2,01	3,05	3,89
	3	19,62	<0,06	0,77	<0,702	4,20	1,21	3,00
	4	6,54	<0,06	0,54	<0,702	3,61	1,10	2,55
Elst (Gld.)	1	19,62	0,09	0,77	<0,702	4,46	4,89	3,37
	2	13,08	0,28	0,56	0,76	7,09	8,41	2,62
	3	19,62	0,09	0,62	<0,702	2,78	4,61	2,85
	4	13,08	0,13	0,70	<0,702	6,55	5,98	2,62
Zijderveld	1	13,08	0,07	0,79	<0,702	2,91	1,96	1,57
	2	19,62	0,21	0,85	<0,702	7,91	10,19	2,32
	3	13,08	<0,06	1,14	0,81	2,74	3,15	2,85
	4	13,08	0,06	1,41	<0,702	4,24	2,65	1,80
Elst (Gld.)	1	<6,54	0,07	0,81	<0,702	8,11	2,59	1,35
	2	6,54	0,07	2,34	<0,702	44,77	3,74	0,60
	3	<6,54	<0,06	0,64	<0,702	3,68	1,75	1,57
	4	6,54	0,07	1,57	<0,702	28,00	3,73	2,47
Druuten	1	13,08	<0,06	0,46	<0,702	1,95	2,48	1,95
	2	19,62	<0,06	0,31	<0,702	1,68	2,33	0,97
	3	13,08	<0,06	0,73	<0,702	2,48	1,27	1,12
	4	19,62	<0,06	0,66	<0,702	2,36	3,71	5,62
Woudrichem	1	13,08	<0,06	0,44	<0,702	3,90	3,30	8,31
	2	13,08	<0,06	0,58	<0,702	3,73	2,21	4,49
	3	6,54	<0,06	0,50	<0,702	1,90	3,01	12,51
	4	13,08	<0,06	0,56	<0,702	2,80	2,02	6,67
Veessen	1	13,08	<0,06	0,35	<0,702	7,52	1,34	3,22
	2	13,08	<0,06	0,52	<0,702	6,09	2,71	3,52
	3	13,08	<0,06	0,54	<0,702	6,83	2,32	3,60
	4	13,08	<0,06	0,70	<0,702	8,99	2,29	3,45
Azewijn	1	19,62	0,15	1,76	<0,702	17,77	11,11	49,96
	2	6,54	0,12	2,18	<0,702	25,33	16,44	0,45
	3	13,08	0,03	0,48	<0,702	3,41	21,39	24,57
	4	13,08	<0,06	0,46	<0,702	2,86	10,05	26,29
Maasbommel	1	13,08	0,16	0,29	<0,702	2,93	4,96	1,50
	2	32,70	0,19	0,31	<0,702	6,43	6,84	0,90
	3	13,08	0,10	0,68	<0,702	10,48	4,64	2,70
	4	45,78	0,22	1,14	<0,702	28,07	7,51	1,42

**BIJLAGE Xa ANALYSERESULTATEN OVERIGE METALEN IN GRONDWATER (in mg l⁻¹);
AKKERBOUWLOKATIES**

Lokatie	Monster- nummer	Al	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Sr
Wieringerwerf	1	13,05	0,036	471,95	9,86	26,90	122,35	6,66	500,04	2,27
	2	0,26	0,176	644,80	43,12	15,37	157,93	9,93	721,40	3,78
	3	0,57	0,099	641,36	18,51	18,38	101,82	7,21	539,19	3,04
	4	0,23	0,065	635,07	2,15	25,73	148,47	2,46	857,07	2,65
Dordrecht	1	0,06	0,130	197,31	10,75	1,84	14,53	1,94	37,12	0,90
	2	0,03	0,140	228,59	14,03	3,40	14,34	2,97	14,40	0,95
	3	0,05	0,104	242,30	10,80	1,84	14,82	2,62	27,16	0,92
	4	0,09	0,134	241,85	11,84	1,99	18,05	2,64	26,01	1,01
Anna Paulowna	1	0,13	0,053	550,84	0,85	32,80	102,16	2,86	610,19	2,13
	2	0,15	0,086	590,09	1,51	17,63	87,67	4,18	553,52	2,44
	3	4,46	0,046	292,34	3,69	13,57	53,97	1,09	96,35	1,19
	4	0,30	0,103	471,78	2,64	12,32	129,81	4,92	940,26	2,16
Dreischor-1	1	0,17	0,113	412,60	6,01	62,44	303,99	2,08	2467,37	3,12
	2	0,68	0,138	709,56	0,64	92,16	574,57	0,65	4670,06	5,92
	3	0,10	0,051	323,45	1,67	39,33	106,70	0,83	598,51	1,92
	4	0,11	0,052	303,67	0,43	35,74	104,76	0,81	570,15	1,79
Nagele	1	0,04	0,090	285,56	0,66	21,35	87,26	4,61	522,28	1,48
	2	0,10	0,086	325,84	2,15	22,87	86,02	4,28	581,79	1,55
	3	0,06	0,096	252,83	1,33	20,84	80,00	3,80	516,88	1,25
	4	0,07	0,101	254,45	0,88	22,99	92,15	3,21	613,23	1,37
Ouwkerk	1	0,43	0,116	337,18	0,59	164,73	615,64	1,70	4979,52	4,24
	2	0,11	0,092	346,35	2,94	113,23	484,54	1,92	3554,42	3,48
	3	0,39	0,119	348,01	0,15	181,23	715,66	1,65	5534,17	4,50
	4	0,27	0,120	392,03	1,02	210,40	779,79	1,38	6219,32	5,07
Luttelgeest	1	0,28	0,070	178,89	0,31	6,30	14,77	0,23	16,26	0,65
	2	0,12	0,087	141,99	0,70	4,69	11,37	0,15	13,34	0,53
	3	0,25	0,081	171,05	0,25	3,28	11,03	0,09	10,47	0,59
	4	0,49	0,043	170,76	0,26	2,07	11,03	0,14	14,58	0,63
Dreischor-2	1	0,10	0,053	272,06	0,44	64,36	224,53	0,89	1748,62	1,89
	2	0,06	0,039	289,88	0,16	4,30	38,39	1,06	131,01	1,01
	3	0,07	0,050	254,23	0,11	11,10	68,02	1,04	366,14	1,17
	4	0,16	0,043	251,09	0,44	42,93	217,29	0,83	1257,66	1,62
Emmeloord	1	0,17	0,062	273,31	11,68	24,67	134,74	5,46	268,55	1,38
	2	0,13	0,058	233,72	11,70	19,04	93,90	4,66	411,24	1,17
	3	0,19	0,197	198,76	8,05	23,77	67,85	2,77	691,47	0,88
	4	0,12	0,057	260,75	2,92	16,23	75,16	2,90	258,18	1,08
Creil	1	0,04	0,126	147,13	1,99	11,77	24,13	1,56	222,71	0,52
	2	0,11	0,081	161,19	0,70	8,33	26,54	1,02	100,40	0,60
	3	2,07	0,171	137,97	3,59	14,39	32,08	1,58	293,43	0,53
	4	0,09	0,090	143,31	1,31	10,67	25,00	0,99	215,56	0,52

VERVOLG BIJLAGE Xa:

Lokatie	Monster- nummer	Al	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Sr
Domburg	1	0,14	0,039	163,30	0,42	18,92	58,98	1,59	226,67	0,83
	2	0,38	0,044	272,36	1,43	70,50	364,33	1,00	2561,35	2,47
	3	0,05	0,030	234,43	0,27	11,07	56,84	0,69	280,97	1,04
	4	0,12	0,039	257,70	1,67	12,90	58,39	1,23	424,37	1,10
Uithuizermeeden	1	2,27	0,018	248,04	2,91	6,06	16,04	0,46	21,85	0,90
	2	0,27	0,008	260,25	0,65	13,41	21,53	0,33	72,77	1,08
	3	0,09	0,004	212,00	0,32	6,53	20,61	0,25	15,99	0,78
	4	0,11	0,006	263,32	0,79	7,86	15,97	0,43	21,44	1,00
Zaamslag-1	1	0,03	0,008	224,50	1,65	18,26	21,26	0,36	10,97	1,04
	2	0,04	0,027	267,35	0,66	27,25	34,82	0,49	43,79	1,34
	3	0,06	0,010	208,58	3,75	7,27	12,90	0,38	10,76	0,93
	4	0,11	0,012	226,79	2,98	14,27	15,70	0,48	10,01	1,09
Westernieland	1	0,90	0,012	215,47	2,01	17,79	31,44	0,54	134,73	0,87
	2	1,21	0,014	184,76	1,69	10,75	27,99	0,25	30,87	0,68
	3	5,67	0,026	222,26	5,43	11,73	36,11	0,35	39,28	0,69
	4	0,33	0,007	199,86	0,52	10,99	21,70	0,38	20,98	0,71
Zuidzande	1	0,02	0,020	185,14	0,22	17,09	32,83	0,21	39,54	1,07
	2	0,08	0,020	196,09	1,59	19,71	30,03	0,22	36,18	1,05
	3	0,05	0,009	114,14	0,23	22,05	36,23	0,05	18,10	0,74
	4	0,07	0,005	165,79	0,19	19,04	13,15	0,04	10,83	1,06
Pieterburen	1	1,76	0,039	162,27	1,32	17,75	29,38	0,60	146,99	0,60
	2	0,51	0,030	204,30	0,81	8,99	29,99	0,67	57,68	0,70
	3	0,32	0,016	202,96	0,69	4,03	20,78	0,28	41,77	0,61
	4	1,46	0,017	228,47	4,00	5,55	17,64	0,39	38,41	0,70
Kloosterzande	1	0,18	0,054	202,65	0,68	26,43	39,24	0,52	297,71	0,97
	2	0,09	0,037	163,77	0,32	11,30	29,04	0,63	153,27	0,68
	3	0,13	0,028	138,49	0,31	11,77	19,80	0,41	156,98	0,57
	4	0,09	0,027	145,01	0,58	9,81	27,39	0,53	127,70	0,60
Zaamslag-2	1	0,11	0,026	164,62	0,21	9,34	21,77	0,29	18,10	0,64
	2	0,05	0,043	126,63	0,44	21,70	51,18	1,06	52,60	0,64
	3	0,05	0,044	148,40	0,20	19,16	55,45	0,87	60,58	0,74
	4	0,12	0,040	177,39	0,24	26,82	43,98	0,51	35,08	0,84
Pieterzijl	1	0,05	0,019	197,17	0,22	7,43	24,13	0,26	97,57	0,66
	2	0,09	0,023	231,93	0,21	16,89	53,85	0,68	292,05	0,96
	3	0,04	0,016	179,15	0,16	5,04	17,54	0,82	14,65	0,68
	4	0,05	0,012	181,53	0,17	12,47	32,32	0,41	115,90	0,76
Oosterbierum	1	0,12	0,008	246,10	0,33	3,68	32,61	0,19	32,82	0,85
	2	0,28	0,012	274,50	0,69	9,50	41,24	0,57	45,47	1,17
	3	0,09	0,016	290,26	0,50	27,25	94,50	0,61	517,36	1,42
	4	0,20	0,010	229,96	0,57	25,96	99,85	0,56	304,80	1,34

**BIJLAGE Xb ANALYSERESULTATEN OVERIGE METALEN IN GRONDWATER (in mg l⁻¹);
AKKERBOUWLOKATIES (drainmonsters)**

Lokatie	Al	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Sr
Wieringerwerf	2,75	0,036	597,15	1,35	20,06	118,27	2,93	556,81	2,29
Dordrecht	0,05	0,130	183,57	5,11	1,56	13,37	1,24	30,08	0,81
Anna Paulowna	0,06	0,046	388,10	1,07	17,24	94,67	0,70	607,61	1,75
Dreischor-1	<0,01	0,039	445,76	1,10	79,14	329,14	0,47	2332,29	3,51
Ouwerkerk	<0,01	0,030	321,07	0,11	72,77	329,70	0,03	2323,25	2,52
Dreischor-2	0,18	0,019	289,28	1,09	48,29	169,74	0,23	1195,77	1,73
Creil	0,04	0,046	214,60	0,54	9,19	22,50	0,15	132,99	0,80
Uithuizermeeden	0,07	0,003	239,15	0,57	10,40	17,28	0,44	55,48	1,01
Pieterzijl	0,05	0,007	251,14	0,75	8,02	28,21	0,92	74,22	1,02

**BIJLAGE Xc ANALYSERESULTATEN OVERIGE METALEN IN GRONDWATER (in mg l⁻¹);
MELKVEEHOUDERIJLOKATIES**

Lokatie	Monster- nummer	Al	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Sr
Enspijk	1	0,08	0,148	123,50	9,71	0,31	15,11	1,78	23,67	0,55
	2	0,06	0,147	124,63	8,67	0,70	14,63	1,44	19,85	0,54
	3	0,10	0,167	146,51	7,85	0,66	16,91	1,59	17,62	0,65
	4	0,05	0,175	174,39	11,56	0,90	19,15	1,57	17,37	0,75
Echteld	1	0,06	0,086	145,44	0,27	0,90	15,04	0,61	27,92	0,51
	2	0,10	0,119	156,73	0,66	0,55	16,82	1,14	21,09	0,59
	3	0,08	0,104	139,09	0,79	1,02	15,99	0,97	26,82	0,53
	4	0,07	0,117	162,67	1,31	0,94	15,50	1,04	18,33	0,54
Vuren	1	0,14	0,186	188,53	9,68	1,06	16,96	2,02	14,70	0,63
	2	0,20	0,112	104,66	2,86	1,29	10,74	1,53	15,89	0,45
	3	0,07	0,135	146,74	2,47	1,17	15,50	2,25	17,34	0,58
	4	0,03	0,120	178,79	5,74	1,52	18,44	2,17	22,47	0,63
Ravenstein	1	0,05	0,087	101,93	6,22	1,99	6,71	3,83	16,58	0,23
	2	0,92	0,095	113,23	2,59	1,29	8,55	4,16	14,67	0,27
	3	0,08	0,038	84,86	0,15	1,02	6,49	0,06	14,40	0,19
	4	0,12	0,055	114,75	0,18	1,29	7,44	0,32	16,49	0,24
Ooij (gem. Ubbergen)	1	0,15	0,083	159,81	0,38	0,78	19,15	0,21	8,65	0,51
	2	0,16	0,070	124,92	1,53	0,63	16,52	0,89	10,65	0,48
	3	0,07	0,058	141,59	0,09	0,55	16,77	0,03	8,26	0,47
	4	0,15	0,059	121,35	0,47	0,31	16,62	0,81	6,51	0,46
Houten	1	0,05	0,116	155,08	0,93	1,09	19,12	1,16	25,99	0,54
	2	0,09	0,148	143,43	1,05	5,40	15,65	0,80	15,34	0,48
	3	0,07	0,143	168,02	2,05	0,66	18,23	1,38	18,91	0,58
	4	0,05	0,215	189,74	0,70	52,90	23,60	1,14	32,73	0,64
Acquoy	1	0,09	0,153	139,11	0,63	1,06	16,50	1,53	25,28	0,64
	2	0,09	0,106	117,59	1,34	0,86	14,36	1,49	20,54	0,53
	3	0,09	0,154	134,91	1,90	0,82	16,31	1,96	18,68	0,65
	4	0,06	0,146	138,84	1,66	1,45	16,45	1,77	30,61	0,67
Middelaar	1	0,03	0,051	87,15	0,10	4,18	7,58	0,13	22,54	0,20
	2	0,05	0,039	95,48	0,33	0,47	6,25	2,29	10,24	0,20
	3	0,05	0,115	92,08	22,18	1,21	6,78	3,32	13,66	0,23
	4	0,07	0,103	141,59	1,97	2,07	8,07	2,79	18,95	0,29
Beneden Leeuwen	1	0,58	0,055	46,05	2,15	1,29	6,15	0,83	20,45	0,18
	2	0,31	0,056	52,25	7,27	0,90	6,85	1,09	18,77	0,20
	3	0,05	0,081	89,94	6,40	2,78	10,64	1,55	17,89	0,32
	4	0,22	0,056	46,66	3,83	1,06	6,32	0,91	16,19	0,18
Culemborg	1	0,14	0,146	146,38	3,64	0,90	17,20	1,30	28,82	0,66
	2	0,05	0,247	169,19	4,37	1,76	21,07	2,26	32,82	0,86
	3	0,31	0,136	125,63	3,09	0,90	15,45	1,46	24,73	0,61
	4	0,09	0,167	120,58	2,12	1,45	16,26	1,65	30,04	0,69

VERVOLG BIJLAGE Xc:

Lokatie	Monster- nummer	Al	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Sr
Wageningen	1	0,20	0,118	105,79	0,90	0,90	11,59	0,76	18,22	0,28
	2	0,04	0,103	110,40	1,48	0,51	11,45	0,56	12,14	0,30
	3	0,05	0,121	110,96	1,14	0,51	11,03	0,95	11,94	0,29
	4	0,04	0,154	139,18	1,12	0,63	12,81	0,63	12,47	0,37
Buren (Gld.)	1	0,10	0,111	130,10	2,08	1,17	16,06	1,01	26,27	0,45
	2	0,02	0,111	159,74	2,45	2,03	18,71	1,07	20,72	0,59
	3	0,12	0,117	157,12	2,16	1,06	19,46	0,89	25,71	0,60
	4	0,08	0,135	135,71	2,84	0,55	15,70	0,98	17,50	0,48
Elst (Gld.)	1	0,08	0,088	102,36	3,15	0,90	13,24	0,81	28,68	0,32
	2	0,06	0,072	136,38	2,31	0,98	17,23	0,88	29,79	0,41
	3	0,09	0,106	129,06	2,32	0,98	14,31	0,97	33,33	0,40
	4	0,06	0,074	100,07	1,89	1,17	13,68	1,13	27,90	0,32
Zijderveld	1	0,10	0,222	148,50	6,41	1,06	13,68	1,10	13,89	0,61
	2	0,05	0,159	129,72	5,37	2,54	15,19	1,29	13,18	0,58
	3	0,11	0,139	142,55	14,98	0,74	15,67	1,91	15,43	0,64
	4	0,10	0,192	141,94	7,18	0,74	14,31	1,48	13,11	0,58
Elst (Gld.)	1	0,04	0,101	163,92	0,30	0,82	20,70	0,37	31,63	0,57
	2	0,03	0,105	150,61	0,20	0,82	17,79	0,21	31,46	0,49
	3	0,03	0,107	148,88	0,33	1,33	17,67	0,54	29,85	0,52
	4	0,05	0,112	156,73	0,37	9,58	17,13	0,64	46,23	0,48
Druuten	1	0,12	0,102	143,91	1,47	0,63	14,26	1,33	16,35	0,52
	2	0,03	0,072	116,18	0,93	0,94	14,43	0,55	25,90	0,46
	3	0,04	0,071	125,06	0,52	0,63	14,17	0,46	16,65	0,43
	4	0,06	0,098	135,70	2,18	0,90	15,43	0,38	17,20	0,46
Woudrichem	1	0,08	0,097	121,22	3,28	1,09	13,24	1,24	25,00	0,45
	2	0,02	0,118	129,76	5,18	1,25	16,16	2,06	18,75	0,55
	3	0,08	0,133	130,93	4,76	1,17	14,73	1,46	23,78	0,54
	4	0,09	0,120	103,59	6,63	1,41	11,79	1,92	16,03	0,44
Veessen	1	0,06	0,099	196,80	0,14	1,25	15,70	0,06	17,50	0,53
	2	0,07	0,164	159,04	4,06	4,46	14,36	0,69	22,77	0,45
	3	0,05	0,110	154,28	8,34	0,51	12,08	0,27	15,89	0,45
	4	0,48	0,137	102,58	14,41	17,56	9,74	0,97	11,50	0,31
Azewijn	1	0,08	0,080	140,15	1,76	1,60	16,65	0,72	23,41	0,44
	2	0,07	0,063	135,25	0,15	1,09	13,63	0,84	15,89	0,46
	3	0,06	0,079	128,81	1,31	1,17	13,95	0,43	11,59	0,41
	4	0,06	0,091	160,84	0,93	1,37	16,45	0,43	14,42	0,52
Maasbommel	1	0,04	0,066	110,39	3,17	1,17	11,32	1,56	22,31	0,34
	2	0,04	0,060	71,92	0,05	0,86	8,48	0,58	13,02	0,26
	3	0,03	0,054	95,19	3,20	1,02	9,94	1,45	17,85	0,31
	4	0,05	0,077	96,82	0,50	1,21	10,55	0,90	27,58	0,37

**BIJLAGE XIa ANALYSERESULTATEN MACROVERBINDINGEN EN DOC IN GRONDWATER
(in mg l⁻¹); AKKERBOUWLOKATIES**

Lokatie	Monster- nummer	totaal-P	NH ₄	PO ₄	Cl	NO ₃	SO ₄	DOC
Wieringerwerf	1	1,11	6,73	0,20	1318,47	3,72	303,87	13,01
	2	1,25	1,75	0,69	1182,82	21,08	1007,22	9,43
	3	0,11	8,75	<0,04	2109,73	4,03	781,39	9,49
	4	0,11	6,41	1,74	1877,88	4,09	407,85	7,66
Dordrecht	1	0,20	0,11	0,59	41,07	70,56	112,44	7,96
	2	0,65	3,96	0,10	61,49	6,76	46,99	6,92
	3	0,33	2,61	0,06	64,61	0,81	144,15	6,97
	4	0,51	2,99	0,08	52,54	3,47	193,93	6,83
Anna Paulowna	1	<0,06	5,53	<0,04	2713,19	61,13	653,19	19,22
	2	0,10	7,15	<0,04	95,50	9,67	980,89	10,33
	3	0,20	2,84	0,09	936,67	1,05	1614,19	11,09
	4	0,25	4,68	0,13	1494,27	11,84	631,47	9,73
Dreischor-1	1	1,31	12,11	3,38	3929,18	7,56	858,85	9,59
	2	1,06	6,95	1,81	4284,46	18,17	638,39	9,00
	3	1,47	9,86	3,45	4108,70	10,54	522,88	9,28
	4	0,77	12,73	4,35	1216,76	47,80	633,97	15,73
Nagele	1	0,11	9,40	<0,04	961,70	1,05	646,37	10,43
	2	<0,06	13,03	<0,04	847,31	0,56	727,38	12,01
	3	<0,06	11,54	<0,04	801,91	2,05	612,06	10,69
	4	<0,06	9,65	<0,04	721,86	12,65	641,37	10,36
Ouwkerk	1	2,17	6,34	4,81	11741,20	0,25	1613,71	6,42
	2	0,52	7,13	3,36	4799,25	4,65	703,84	6,25
	3	0,17	5,99	4,45	10426,99	2,79	1421,22	5,82
	4	1,23	5,31	1,80	8587,38	0,99	1219,03	9,49
Luttelgeest	1	<0,06	<0,02	<0,04	53,00	38,13	84,47	12,29
	2	0,11	<0,02	<0,04	41,96	30,07	84,28	9,82
	3	<0,06	0,04	<0,04	55,74	57,10	84,86	9,05
	4	<0,06	0,07	0,11	42,21	45,26	99,66	10,44
Dreischor-2	1	0,12	0,49	0,41	162,98	13,52	453,78	7,32
	2	<0,06	2,99	0,95	2866,55	28,89	459,65	8,08
	3	<0,06	4,00	1,65	2187,65	2,54	325,88	9,23
	4	0,43	0,90	0,70	1106,32	2,98	327,12	7,22
Emmeloord	1	<0,06	7,47	<0,04	780,72	1,36	741,41	19,66
	2	<0,06	7,67	<0,04	354,11	1,98	1331,27	16,36
	3	0,09	5,35	<0,04	127,76	2,85	877,78	27,52
	4	0,13	5,92	<0,04	399,91	4,46	712,87	25,43
Creil	1	0,27	0,43	<0,04	138,45	0,31	211,32	7,92
	2	0,11	2,02	<0,04	360,64	23,31	175,29	8,65
	3	0,07	3,53	<0,04	451,84	16,49	77,84	7,48
	4	0,13	2,29	0,14	281,44	13,83	192,10	9,40

VERVOLG BIJLAGE XIa:

Lokatie	Monster- nummer	totaal-P	NH₄	PO₄	Cl	NO₃	SO₄	DOC
Domburg	1	0,49	2,88	0,52	306,44	1,05	260,33	17,63
	2	1,20	1,64	1,20	453,05	19,96	210,75	18,29
	3	0,15	1,89	0,75	536,23	1,30	252,17	18,22
	4	0,28	6,21	3,15	4600,62	3,60	588,61	13,28
Uithuizermeeden	1	0,46	0,40	0,20	46,08	4,03	219,01	6,94
	2	0,52	0,22	0,28	62,34	2,98	192,39	5,46
	3	0,14	0,56	0,62	80,94	10,73	159,53	6,14
	4	0,47	4,50	2,03	64,72	25,98	231,22	6,07
Zaamslag-1	1	0,10	0,77	0,32	30,07	6,08	130,70	5,33
	2	0,12	0,31	0,70	34,86	59,95	288,20	6,41
	3	0,54	0,27	0,37	36,42	44,64	163,27	6,78
	4	0,18	0,04	0,34	20,48	60,51	177,11	6,79
Westernieland	1	0,32	0,41	1,61	147,47	10,17	83,61	7,94
	2	0,44	0,18	0,74	91,91	6,14	147,03	8,53
	3	0,93	0,70	1,78	62,34	9,73	96,58	7,38
	4	0,37	0,07	0,79	70,61	7,56	128,01	6,89
Zuidzande	1	<0,06	0,05	0,31	52,33	19,41	111,09	8,58
	2	0,19	0,05	0,41	36,28	6,39	79,86	6,94
	3	0,09	0,16	0,39	31,10	154,63	88,89	6,55
	4	0,09	0,47	0,55	57,44	62,12	145,98	6,62
Pieterburen	1	0,09	0,74	0,71	57,94	6,82	243,04	7,73
	2	0,36	2,48	1,96	75,65	18,41	219,88	6,48
	3	0,51	1,49	0,72	52,47	14,57	150,30	5,10
	4	1,23	0,23	0,50	47,00	11,04	160,58	10,69
Kloosterzande	1	0,24	1,89	0,73	440,70	7,50	302,52	9,89
	2	0,25	0,14	0,42	48,67	74,46	148,38	12,73
	3	0,14	0,52	0,54	72,31	19,03	124,74	7,51
	4	0,32	0,70	1,25	165,86	85,00	123,68	7,74
Zaamslag-2	1	0,46	0,20	0,34	25,81	15,07	190,85	4,14
	2	0,10	0,59	0,38	21,73	10,11	273,40	6,88
	3	0,11	0,14	0,48	24,14	43,21	116,09	4,54
	4	0,16	0,34	0,46	31,91	11,53	111,96	6,76
Pieterzijl	1	0,07	0,13	0,13	29,57	9,11	58,52	5,04
	2	0,59	2,56	1,48	154,57	8,31	312,42	6,65
	3	0,07	0,23	0,77	43,74	11,35	83,61	7,16
	4	0,41	1,39	0,81	421,92	14,45	256,01	9,23
Oosterbierum	1	0,75	3,35	5,68	414,78	19,47	379,50	8,09
	2	1,80	3,62	2,95	378,47	4,53	149,15	7,66
	3	1,17	2,39	1,73	574,04	10,73	262,55	11,30
	4	1,37	1,35	3,15	102,38	11,10	216,61	10,97

**BIJLAGE XIb ANALYSERESULTATEN MACROVERBINDINGEN EN DOC IN GRONDWATER
(in mg l⁻¹); AKKERBOUWLOKATIES (drainmonsters)**

Lokatie	totaal-P	NH ₄	PO ₄	Cl	NO ₃	SO ₄
Wieringerwerf	<0,06	3,04	0,11	1311,55	15,00	998,19
Dordrecht	0,24	0,07	0,40	61,24	31,12	33,25
Anna Paulowna	0,17	0,13	0,41	1230,50	51,58	641,47
Dreischor-1	0,73	5,92	1,91	4231,07	14,57	558,34
Ouwerkerk	0,16	0,23	0,89	3738,65	60,45	622,92
Dreischor-2	1,05	0,74	2,17	1479,64	39,93	293,11
Creil	0,07	<0,02	<0,04	294,72	30,50	102,63
Uithuizermeeden	0,12	<0,02	0,39	77,89	37,45	354,99
Pieterzijl	0,22	0,36	0,51	107,81	1,92	209,50

**BIJLAGE XIc ANALYSERESULTATEN MACROVERBINDINGEN EN DOC IN GRONDWATER
(in mg l⁻¹); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES**

Lokatie	Monster- nummer	totaal-P	NH ₄	PO ₄	Cl	NO ₃	SO ₄	DOC
Enspijk	1	0,55	0,07	0,09	33,19	0,74	122,05	13,39
	2	0,48	0,32	0,10	41,32	<0.12	130,50	10,62
	3	0,38	0,14	0,07	38,48	<0.12	87,07	18,10
	4	0,47	0,16	0,09	53,11	<0.12	48,91	13,72
Echteld	1	0,22	0,05	0,71	47,68	<0.12	36,13	6,19
	2	0,22	0,07	0,83	45,05	0,37	39,69	6,25
	3	0,24	0,05	0,50	35,64	6,45	59,10	5,09
	4	0,22	0,07	0,64	46,19	8,00	44,49	4,67
Vuren	1	0,95	5,60	1,39	20,24	0,19	67,65	20,60
	2	1,64	7,60	2,34	17,79	1,30	51,22	12,36
	3	1,17	6,48	0,20	34,75	6,32	146,17	13,43
	4	0,88	10,12	3,38	19,49	<0.12	104,27	14,10
Ravenstein	1	0,30	0,04	0,20	28,05	83,76	62,85	2,51
	2	0,21	0,29	0,35	26,98	70,12	75,92	3,76
	3	0,22	0,23	0,29	25,28	70,68	82,07	3,54
	4	0,15	0,32	0,49	23,18	50,90	53,14	2,50
Ooij (gem. Ubbergen)	1	0,11	0,04	0,11	20,38	86,74	62,56	1,76
	2	0,17	<0.02	0,23	12,25	89,16	39,30	1,75
	3	0,14	<0.02	0,19	20,34	77,44	49,30	3,44
	4	0,14	0,04	0,26	19,95	31,56	140,50	2,70
Houten	1	0,46	0,05	1,21	44,80	54,13	20,66	10,74
	2	0,77	0,22	0,09	36,35	0,81	70,25	80,10
	3	0,54	0,16	0,29	47,78	<0.12	63,81	10,06
	4	0,41	55,66	0,18	60,67	<0.12	54,39	9,10
Acquoy	1	1,11	3,29	1,10	32,98	12,77	56,89	13,64
	2	0,81	3,38	1,24	26,66	<0.12	43,73	7,49
	3	1,39	3,13	1,78	28,22	1,05	3,94	7,74
	4	1,22	4,84	1,42	32,52	0,43	8,26	20,00
Middelaar	1	0,23	0,04	0,96	24,21	39,25	48,43	3,22
	2	0,23	0,23	0,69	33,44	91,45	57,08	2,80
	3	0,39	1,67	1,05	51,76	110,42	74,77	8,90
	4	0,51	<0.02	0,65	40,90	120,84	63,43	3,29
Beneden Leeuwen	1	0,89	0,41	1,87	31,60	85,19	26,91	16,13
	2	0,60	0,38	1,01	27,76	10,85	16,34	21,16
	3	0,77	0,11	0,62	22,83	0,50	24,41	12,36
	4	0,69	0,13	0,57	18,32	3,78	20,76	30,66
Culemborg	1	0,57	0,36	0,70	63,30	<0.12	38,73	9,46
	2	0,60	0,18	0,33	70,43	<0.12	11,63	12,17
	3	0,72	0,16	0,46	57,65	2,79	51,89	6,44
	4	0,63	0,11	0,38	70,33	4,09	47,86	15,97

VERVOLG BIJLAGE Xlc:

Lokatie	Monster- nummer	totaal-P	NH₄	PO₄	Cl	NO₃	SO₄	DOC
Wageningen	1	0,35	1,28	0,24	26,31	8,37	39,50	5,60
	2	0,15	0,04	0,15	24,28	20,71	45,07	11,94
	3	0,24	0,23	0,32	14,45	7,56	32,67	13,08
	4	0,09	0,13	0,09	16,61	4,84	24,12	6,07
Buren (Gld.)	1	0,43	0,14	0,32	29,50	1,30	49,30	5,36
	2	0,19	<0,02	0,55	26,45	8,06	69,38	3,30
	3	0,29	0,11	0,47	44,52	4,71	54,30	5,83
	4	0,29	0,05	0,28	49,63	1,55	80,44	8,64
Elst (Gld.)	1	0,33	0,16	0,33	93,08	0,93	121,09	12,29
	2	0,12	0,38	0,35	104,73	4,71	172,60	11,29
	3	0,28	0,16	0,23	99,05	1,43	191,14	9,97
	4	0,23	0,27	0,40	110,09	0,87	100,91	12,25
Zijderveld	1	0,29	0,59	0,15	23,57	0,19	76,78	13,31
	2	0,64	1,80	0,38	21,26	<0,12	107,73	14,18
	3	0,69	1,28	0,70	23,22	0,19	134,92	15,19
	4	0,65	1,66	0,16	30,49	41,79	213,05	7,12
Elst (Gld.)	1	0,16	0,11	0,42	58,18	65,41	101,29	7,97
	2	0,21	0,11	0,45	65,60	40,42	99,08	8,28
	3	0,36	0,11	0,56	87,22	42,84	104,75	6,32
	4	0,54	0,18	0,41	57,47	48,98	82,93	9,30
Druuten	1	0,48	0,16	0,51	55,34	29,82	74,57	4,73
	2	0,18	<0,02	0,39	47,82	4,46	46,03	2,94
	3	0,12	0,07	0,42	32,73	1,36	78,23	3,26
	4	0,67	0,25	0,36	27,69	26,72	40,75	3,92
Woudrichem	1	0,36	5,56	0,27	30,57	0,19	42,09	15,60
	2	0,29	1,35	0,24	35,78	<0,12	39,21	14,04
	3	0,43	2,45	0,27	27,37	0,37	21,81	15,97
	4	0,64	3,42	0,61	28,76	0,68	68,23	13,36
Veessen	1	0,20	0,11	1,18	31,88	43,90	54,68	6,71
	2	0,28	0,25	0,90	16,51	104,04	28,25	15,02
	3	0,45	0,40	0,29	23,08	51,21	47,38	13,46
	4	0,40	0,40	0,87	22,37	7,01	28,54	12,06
Azewijn	1	0,30	0,11	0,50	28,26	24,55	206,90	8,04
	2	1,51	0,05	0,45	24,57	13,33	111,57	8,77
	3	0,19	0,05	0,59	16,93	55,55	93,60	9,54
	4	0,07	0,05	0,60	19,21	<0,12	117,43	13,30
Maasbommel	1	0,60	<0,02	0,59	42,71	1,67	106,57	11,14
	2	0,36	0,07	0,84	39,01	23,81	79,47	6,56
	3	0,14	<0,02	0,52	57,16	84,26	117,82	9,78
	4	0,23	0,13	0,44	48,85	8,06	84,57	10,24

BIJLAGE XIIa GRONDWATERSTAND EN pH IN GRONDWATER (gemiddelden over 16 meetpunten); AKKERBOUWLOKATIES

Lokatie	Monster- datum	grondwaterstand (cm-mv)	pH
Wieringerwerf	11-3-96	106,0	6,97
Dordrecht	7-3-96	115,0	6,60
Anna Paulowna	8-3-96	114,9	6,71
Dreischor-1	18-3-96	120,9	6,65
Nagele	18-3-96	101,6	6,76
Ouwerkerk	19-3-96	103,0	6,69
Luttelgeest	19-3-96	152,0	7,48
Dreischor-2	20-3-96	110,0	6,36
Emmeloord	20-3-96	122,4	6,69
Creil	25-3-96	93,2	7,07
Domburg	25-3-96	97,5	6,16
Uithuizermeeden	1-4-96	148,9	7,69
Zaamslag-1	1-4-96	155,0	6,23
Westernieland	2-4-96	133,1	7,57
Zuidzande	2-4-96	123,2	5,85
Pieterburen	3-4-96	146,0	7,41
Kloosterzande	4-4-96	125,8	6,01
Zaamslag-2	9-4-96	115,0	6,21
Pieterzijl	10-4-96	122,0	7,35
Oosterbierum	10-4-96	133,9	7,37

BIJLAGE XIIb GRONDWATERSTAND EN pH IN GRONDWATER (gemiddelden over 16 meetpunten); MELKVEEHOUDERIJLOKATIES

Lokatie	Monster- datum	grondwaterstand (cm-mv)	pH
Enspijk	18-7-96	127,5	6,96
Echteld	22-7-96	90,6	7,08
Vuren	29-7-96	139	6,82
Ravenstein	30-7-96	203,9	7,07
Ooij (gem. Ubbergen)	31-7-96	226,3	7,45
Houten	5-8-96	145	7,02
Acquoy	6-8-96	135,3	6,89
Middelaar	8-8-96	231,7	6,45
Beneden Leeuwen	12-8-96	60,8	6,53
Culemborg	12-8-96	99,4	6,86
Wageningen	13-8-96	141,6	6,93
Buren (Gld.)	19-8-96	142,5	6,91
Elst (Gld.)	20-8-96	123,4	6,03
Zijderveld	20-8-96	104,7	6,77
Elst (Gld.)	21-8-96	126,6	6,85
Druten	21-8-96	118,4	6,94
Woudrichem	23-8-96	105	6,59
Veessen	2-9-96	106,9	6,90
Azewijn	28-8-96	170,3	6,85
Maasbommel	4-9-96	70,3	6,41

BIJLAGE XIV LAC-SIGNAALWAARDEN**LAC-waarden voor zware metalen op kleigrond**gehalten in mg kg⁻¹ droge grond

	Bodemgebruik					
	1a	1b	1c	2a	2b	3
arseen						50
cadmium			3	1	1	
chrom						300
koper	30	50		50	50	
kwik						2
lood			150	150	200*	
nikkel						50
zink			350	350	350	

1a: grasland, beweiding door schapen

1b: grasland, beweiding door rundvee

1c: grasland, niet uitgesplitst naar diersoort

2a: bouwland, veevoedergewassen

2b: bouwland, overige akkerbouwteelten

3: geen uitsplitsing naar bodemgebruik

* Deze waarde moet met voorzichtigheid worden gehanteerd, mede door het ontbreken van voldoende kennis over o.a. atmosferische depositie. Dit laatste verhoogt mogelijk het loodgehalte, terwijl dit niet door effecten uit de grond wordt veroorzaakt.

Bron: Landbouwadviescommissie Milieukritische Stoffen - Werkgroep Verontreinigde Gronden. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, december 1991

BIJLAGE XV INTERVENTIEWAARDEN VOOR BODEM EN GRONDWATER**1 Metalen in bodem en in grondwater**

	Bodem (mg kg ⁻¹)	Grondwater (µg l ⁻¹)
Chroom	Cr = 190 + 7,6 (L)	30
Koper	Cu = 80 + 3,2 (L + H)	75
Zink	Zn = 260 + 7,7 (2L + H)	800
Cadmium	Cd = 6 + 0,1 (L + 3H)	6
Lood	Pb = 310 + 6,2 (L + H)	75
Kwik	Hg = 6,7 + 0,057 (2L + H)	0,3
Arseen	As = 28 + 0,8 (L + H)	60

H = % organische stof

L = % lutum

2 PAK in bodem (µg kg⁻¹)

PAK-totaal 4000 * H

H = % organische stof

3 Organochloorverbindingen in bodem (µg kg⁻¹)

HCH-totaal 200 * H
som-DDT ¹⁾ 400 * H
som drins ²⁾ 400 * H
chloorbenzenen 3000 * H

H = % organische stof

¹⁾ DDT + DDD + DDE

²⁾ aldrin + endrin + dieldrin