

Projectnr.: 67213501
Dioxine-onderzoek Rijnmond

Projectleider: W.A. Traag



Rapport 2006.015

november 2006



Onderzoek dioxines in gras en bodem in de Rijnmond en de overdracht naar melk

W.A. Traag, M.J. Zeilmaker¹ (RIVM), J.C.H. van Eijkeren¹ (RIVM),
L.A.P. Hoogenboom

¹ RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Postbus 1, 3720 BA, Bilthoven

RIKILT-Instituut voor Voedselveiligheid
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen,
Postbus 230, 6700 AE, Wageningen
Tel: 0317-475422
Fax: 0317-417717
Internet: www.rikilt.wur.nl

Copyright 2006, RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid is het niet toegestaan:

- a) dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b) dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c) de naam van RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

VERZENDLIJST

RIVM (dr.ir. A.M. Henken, Directeur VGC, dr. M.T.M. van Raaij, Hoofd SIR,
dr. A.J.A.M. Sips, VGC/SIR, dr. F.X.R. van Leeuwen, VGC/SIR, dr. A.J. Baars, VGC/SIR,
ing. N.J. Masselink)

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie VD (dr. R.M.C. Theelen)
Voedsel en Waren Autoriteit, (prof.dr. E. Schouten, dr. M.J.B. Mengelers, mr.drs. R.G. Herbes,
dr. H.J. Jeurig)

DCMR, (B. Wester)

NZO, (drs. M. Hovenkamp)

Campina, (dr.ir. S. Horst)

Betrokken melkveehouders, (dhr. Dijkshoorn, dhr. Kooij, dhr. Van Oort, dhr. Dolman,
mw. Kraaijvanger)

INHOUDSOPGAVE	blz.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	5
2. AANPAK VAN HET ONDERZOEK	6
3. MATERIAAL EN METHODEN	7
3.1. Monstername	7
3.2. Monstervoorbehandeling	7
3.3. GC-HRMS analyse	7
3.3.1. Extractie en opzuivering	7
3.3.2. Identificatie en kwantificering.	8
3.4. Bepaling hoeveelheid aanhangende grond aan gras	8
3.5. Afname van dioxines op gras	8
3.6. PBPK-model voor de overdracht van dioxines vanuit gras/grond naar melk	8
3.7. Overdrachtberekeningen	9
4. RESULTATEN	10
4.1. Dioxinegehalten in bodem, gras en melk	10
4.1.1. Bodem	10
4.1.2. Gras	11
4.1.3. Melk	12
4.2. Gehaltes aan dioxine-achtige PCB's in bodem, gras en melk	14
4.3. Gehaltes aan indicator-PCB's in bodem, gras en melk	14
4.4. Congenerenpatronen	14
4.5. Overdrachtsberekeningen	16
4.6. Grondgehalten in gras	18
5. DISCUSSIE	19
5.1. Dioxinegehaltenes in gras, bodem en melk	19
5.2. PBPK modelaannames	19
6. CONCLUSIES	20
7. LITERATUUR	21
BIJLAGEN	
Bijlage 1. Protocol monstername	
Bijlage 2. Onderzoeksresultaten	
Bijlage 3. Afname van dioxines op gras: januari – september 2006	
Bijlage 4. Modelling van de overdracht dioxines in het rund	
Bijlage 5. Dioxines in koemelk uit het rijnmondgebied: 1990–2005	
Bijlage 6. Gehaltes aan siliciumoxide en dioxines in gras	

SAMENVATTING

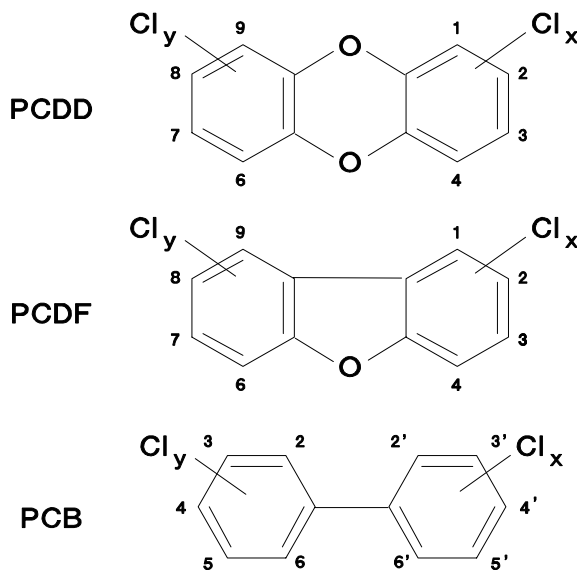
In de jaren negentig is er zowel landelijk als specifiek in de Rijnmond, door inspanning van de overheid en de industrie, duidelijk sprake geweest van afnemende gehalten aan dioxines in melk. Naar aanleiding van een incident medio 2004 met één van de filters van de draaitrommelovens van de AVR heeft de VWA in de winter van 2004 en in de loop van 2005 melk en gras bemonsterd uit de regio Rijnmond. De dioxinegehalten in gras bleven gedurende de winter en het voorjaar langer verhoogd dan verwacht, maar daalden aanzienlijk in de zomer. Gelet op de weersomstandigheden, grasgroei en bedrijfsvoering (m.n. voederregime) ontstond het vermoeden dat naast de incidentele depositie van dioxines er ook sprake zou kunnen zijn van een zogenaamd “wintereffect”. Naar aanleiding hiervan is er door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) een werkgroep opgericht die zich buigt over de dioxine-problematiek in de Rijnmond. In opdracht van deze werkgroep is door het RIVM en het RIKILT onderzoek uitgevoerd om het vermeende “wintereffect” in 2006 te onderzoeken. Het onderzoek heeft zich gericht op het vaststellen van dioxinegehalten in grond, gras en melk, genomen op verschillende momenten bij twee bedrijven in de Rijnmond. Naast deze twee bedrijven is als referentie een bedrijf meegenomen gelegen op een locatie waar zowel nu als in het verleden geen industriële activiteit heeft plaats gevonden. Daarnaast zijn twee bedrijven bij het onderzoek betrokken vlak bij de afvalverbrander in Westervoort/Duiven. Het analytisch/chemisch onderzoek naar gehalten aan dioxines is door het RIKILT uitgevoerd. Het RIVM is verantwoordelijk voor de monsternamen, alsmede de modelmatige interpretatie van de analyseresultaten.

In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek beschreven. Uit het onderzoek is gebleken dat het gehalte aan dioxines in grond in de Rijnmond nog steeds hoog is en op ongeveer hetzelfde niveau ligt als door het RIVM is vastgesteld in het begin van de jaren negentig. Het onderzoek heeft naar voren gebracht dat er in de winter en begin voorjaar sprake is van verhoogde gehalten in gras. Tengevolge van snelle groei van het gras nemen deze gehalten aan het einde van het voorjaar en gedurende de zomer snel af. Daarnaast is aangetoond dat de dagelijkse consumptie van grond door koeien een substantiële bijdrage kan leveren aan de inname van dioxinen. Op basis van de RIVM-modellen en gestaafd door de analyseresultaten in melk, blijkt dat gehalten aan dioxines in melk bij het traditioneel houden van koeien (bedrijfsvoering gericht op zo veel mogelijk voeren van lokaal verkregen gras en kuilvoer) snel kunnen resulteren in overschrijdingen van de huidige EU-actiegrens van 2 pg TEQ/g melkvet.

Het verdient aanbeveling om de bedrijfsvoering erop te richten om bodemingestie zoveel mogelijk te voorkomen, b.v. door koeien in het weideseizoen zoveel mogelijk met dioxinearm voer bij te voeren. Ook zou een weidebeheer dat erop gericht is om de blootstelling aan (de overblijfselen van) wintergras te voorkomen kunnen helpen door de periode van het op stal houden van de koeien gedurende de winterperiode te verlengen waardoor het wintergras langer kan groeien. Bovendien is het wellicht een optie om d.m.v. dieploegen het dioxinegehalte in de toplaag (0-10 cm) te verlagen.

1. INLEIDING

Met dioxines worden twee subgroepen van gechloroerde tricyclische aromatische componenten bedoeld, welke overeenkomstige chemische, fysische en biologische eigenschappen bezitten. Het betreft de polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's) en de polychloor-dibenzofuranen (PCDF's) (zie figuur 1). Het totaal aantal chlooratomen kan variëren van 1 tot 8, waardoor er 75 PCDD-congeneren en 135 PCDF-congeneren mogelijk zijn. Toxicologisch gezien zijn alleen de 17 congeneren met chlooratomen op de 2, 3, 7 en 8 posities van belang omdat deze slecht worden afgebroken en zich ophopen in het lichaam. Daarnaast zijn er ook nog 12 zogenaamde dioxine-achtige PCB's met vergelijkbare effecten als dioxines. Deze zijn sinds 4 november 2006 eveneens opgenomen in de normstelling voor levensmiddelen en diervoedingrediënten.



Figuur 1. Structuur van dibenzo-p-dioxines (PCDD's), dibenzofuranen (PCDF's) en polychlorobifenylen (PCB's).

Dioxines hebben geen technische toepassing en worden derhalve ook niet opzettelijk gemaakt (m.u.v. wetenschappelijk onderzoek). Dioxines kunnen gevormd worden bij allerlei verbrandingsprocessen zoals vuilverbranding (AVI's), het branden van kabels etc. Verder zijn PCDD/F's als verontreiniging aangetoond in verschillende bestrijdingsmiddelen zoals 2,4,5-T, 2,4-D, pentachloorfenol, hexachlorofoen en diphenylesters. Bij verhitten/verbranden van PCB's in aanwezigheid van zuurstof kunnen PCDF's gevormd worden en deze zijn dan ook aangetoond in commerciële PCB-mengsels. Naast de gevormde PCDF's kunnen er ook spoortjes PCDD's gevormd worden doordat PCB-mengsels vaak verontreinigd zijn met chloorbenzenen welke omgezet kunnen worden naar de PCDD's. Sinds 1929 is er meer dan 1 miljoen ton PCB's geproduceerd voor elektrische, chemische en industriële toepassingen. Na 1980 is de productie sterk afgenomen en in 1984 werden in de EU alleen nog door Frankrijk en Spanje PCB's geproduceerd. De productie van PCB's is gebaseerd op de chlorering van biphenylen bij verhoogde temperatuur en in aanwezigheid van een katalysator. Afhankelijk van de condities wordt een chlorering van 20 tot 68 procent bereikt. Het gevormde product is een mengsel van verschillende congeneren. Commerciële producten worden nog gezuiverd door filtratie en distillatie. Helaas blijven er altijd wat spoortjes aanwezig van o.a. PCDF's (concentratie 10 tot 50 ppt). PCB's werden veelal gebruikt in elektrische onderdelen zoals condensatoren en transformatoren, als warmtewisselaar en in diverse soorten plastic. Sinds eind 1970 worden de PCB's in condensatoren vervangen door minerale olie, siliconenolie etc. De emissie in het milieu werd vroeger voornamelijk veroorzaakt door het gebruik in plastics en het morsen vanuit industriële systemen en/of het illegaal dumpen. De totale emissie is de afgelopen 10 jaar aanzienlijk gedaald.

In het najaar van 2004 is door het RIKILT in opdracht van de Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) onderzoek gedaan naar het dioxinegehalte¹ in monsters melk afkomstig uit de Rijnmond, dit naar aanleiding van een lekkend filter bij de AVR. Uit het onderzoek bleek dat gehalten in melk ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse achtergrond van circa 0,4 – 0,8 pg TEQ/gram vet duidelijk verhoogd waren. Bij een enkel bedrijf werd de EU-actiegrens (voor dioxines) van 2,0 pg TEQ/gram vet, en soms zelfs de EU-norm van 3 pg TEQ/gram vet, overschreden. Uit aanvullend analytisch-chemisch en modelleringsonderzoek in monsters gras in de winter en het voorjaar van 2005 kon geconcludeerd worden dat de reden voor deze relatief hoge melkniveaus het vervoederen van gras met een verhoogd dioxinegehalte zou kunnen zijn. Naast een bijdrage uit grond werden de gemeten grasgehalten namelijk door het RIVM gebruikt om de overdracht van dioxines vanuit dit gras (en aanhangende grond) naar melk te berekenen. Op basis van deze berekeningen werd door het RIKILT/RIVM geconcludeerd dat de in gras aangetroffen gehalten een wezenlijke bijdrage kunnen leveren aan de waargenomen verhoogde melkconcentraties (RIKILT/RIVM Front Office Adviezen dd. 14-03-2005 en 05-04-2005). De uitkomsten van dit onderzoek zijn voor de VWA aanleiding geweest om in 2006 in het Rijnmondgebied aanvullend onderzoek te verrichten. De kernvragen van dit onderzoek waren:

- Vertoont het dioxinegehalte op gras in het Rijnmondgebied seizoensvariatie, d.w.z. gehalten die in de winter hoger zijn dan in de zomer?
- Wat zijn huidige bodemgehalten van dioxines in dat gebied?
- In hoeverre kunnen gras en bodemgehalten van dioxines bijdragen aan melkniveau's in het Rijnmondgebied?

2. AANPAK VAN HET ONDERZOEK

Om bovengenoemde vragen te beantwoorden is een studie uitgevoerd waarbij op twee relevante locaties (Bedrijf 1 en 2) in de Rijnmond zowel grond, gras en melk is geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxines. Door op meerdere tijdstippen in winter, voorjaar en zomer te bemonsteren kan de vraag beantwoord worden of het in 2005 gerezen probleem van verhoogde grasconcentraties in winter en voorjaar, gevolgd door een daling in de zomer structureel is. Verder kunnen de gemeten bodemgehalten in het Rijnmondgebied vergeleken worden met gehalten zoals die in de negentiger jaren in dit gebied aangetroffen zijn.

In verband met de vergelijkbaarheid van de analyseresultaten is een referentielocatie gekozen waarbij de grondsoort goed overeenkomt met die van de Rijnmond en waar geen industriële activiteit is. Gekozen is voor een bedrijf in de Betuwe (bedrijf 3). Daarnaast zijn twee locaties gekozen (4 en 5) welke in een buurt liggen waar slechts één duidelijke mogelijke bron aan te wijzen is, namelijk de vuilverbrandingsinstallatie in Duiven/Westervoort.

Tenslotte is bekeken of op basis van een SiO₂-meting van gras een inschatting gemaakt kan worden in hoeverre gemeten grasgehalten veroorzaakt kunnen worden uit depositie van aanhangende grond. In het geval dat gemeten grasgehalten geheel uit depositie van bodem verklaard kunnen worden dan zou de blootstelling van koeien geheel uit bodemingestie bestaan, namelijk ingestie van op gras gedeponeerde bodem en ingestie van aan gras aanhangende bodem.

¹ In dit rapport worden met dioxines zowel dioxines (PCDDs) als furanen (PCDFs) bedoeld.

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Monstername

Op de geselecteerde locaties zijn door het RIVM op verantwoorde wijze representatieve monsters genomen, conform onderstaand schema. Hierbij is de in de negentiger jaren door het RIVM toegepaste procedure zo goed mogelijk gevolgd (zie "Standard Operating Procedures" (SOPs) in bijlage 1, monstername door het RIVM uitgevoerd). Om per perceel één mengmonster grond te nemen werden diagonaalsgewijs op veertig plaatsen met een gutsboor (diameter 3 cm) grondkernen tot 10 cm "beneden maaiveld" gestoken. Deze kernen zijn daarna verdeeld in 2 lagen "beneden maaiveld": 0 tot 2 en 2 tot 10 cm, waarna ze gehomogeniseerd werden volgens een standaardvoorschrift. Van de door het RIVM per locatie in januari en augustus genomen grondmonsters is door het RIKILT, per laag, één mengmonster gemaakt door van alle subsamples de helft te mengen. De overgebleven helft is voor mogelijk aanvullend onderzoek bij -20°C opgeslagen. Vervolgens is in de gekozen maand gedurende 4 weken per locatie, op een vaste plek (vooraf vastgesteld weiland), wekelijks één monster gras genomen. De monsters gras zijn genomen door het gras 2 cm boven grondniveau te snijden op 10 willekeurig gekozen plaatsen in de wei. Totaal is er ongeveer 250 gram nat gewicht verzameld. Per locatie is door het RIKILT per maand één mengmonster gemaakt door van alle weekmonsters per locatie de helft te mengen. De overgebleven helft is voor eventueel aanvullend onderzoek opgeslagen. Vanaf mei, toen de koeien net één tot enkele dagen buiten stonden, is maandelijks per bedrijf een monster melk genomen (melktankniveau).

3.2 Monstervoorbehandeling

De verkregen grond- en grasmonsters zijn na mengen bevroren (-20°C) en in de vriesdroger geplaatst. De monsters zijn onder vacuüm gedroogd waarbij de temperatuur gecontroleerd, in stappen van 5°C, opliep naar kamertemperatuur. Vervolgens zijn de monsters gemalen met een kruisslagmolen tot een grootte van 1 mm. Van de melkmonsters is een deel na homogeniseren direct in bewerking genomen.

3.3 GC-HRMS analyse

3.3.1. Extractie en opzuivering

Van de monsters grond en gras is 5 gram gevriesdroogd materiaal na mengen met diatomeeënaarde en toevoeging van de ¹³C gelabelde interne standaarden overgebracht in een stalen cel en geëxtraheerd met behulp van "Accelerated Solvent Extraction" (ASE). Bij deze techniek werd het extractiemiddel toluen via een pomp in de cel gebracht tot een druk van 200 bar. De cel werd verwarmd tot 100°C, waarbij de druk gehandhaafd bleef. Na 15 minuten statische extractie werd de extractievloeistof automatisch overgebracht naar een glazen opvangbuis. Deze statische extractie werd nog tweemaal herhaald. De verzamelde toluenfracties werden over natriumsulfaat gedroogd en ingedampt tot een volume kleiner dan 2,0 ml. Het geconcentreerde extract werd opgenomen in 25 ml hexaan. Een deel van de aangeleverde melkmonsters werd in een glazen buis gedurende 15 minuten gecentrifugeerd bij 10°C bij 2000 g. De bovenstaande vetlaag werd vervolgens droog gewreven met natriumsulfaat en geëxtraheerd met pentaan. Na afdampen van de pentaan werd aan 2,5 gram vet de ¹³C gelabelde interne standaarden toegevoegd. Vervolgens wordt het monster opgenomen in 25 ml hexaan. De aldus bereide extracten werden opgezuiverd met behulp van het zogenaamde Powerprep-systeem. Hierbij werd het extract gezuiverd over een combinatie van vier kolommen:

- Een zure silica kolom voor het verwijderen van vet
- Een mixedbed silica kolom voor verwijderen van restanten vet
- Een aluminiumoxide kolom voor het verwijderen van interfererende componenten
- Een carbon kolom voor het scheiden van dioxines en niet dioxineachtige PCB's

Via deze methode worden twee fracties verkregen te weten een fractie (A) welke de indicator- en mono-ortho gesubstitueerde PCB's bevat. De tweede fractie (B) bevat de dioxines en de non-ortho

gesubstitueerde PCB's. Beide fracties werden ingedampt tot respectievelijk 200 en 10 µl en vervolgens met GC-HRMS geanalyseerd. Een aliquot (2 µl) van het extract werd geïnjecteerd in een gaschromatografisch systeem voorzien van een capillaire kolom gecoat met een apolaire fase (J&W DB-5-MS, l=60 m, ID=0,25 mm) in de splitless mode, welke gekoppeld was aan de massaspectrometer. De resolutie van de massaspectrometer was afgeregeld op 10.000 en meting vond plaats in "Selected Ion Recording" (SIR) mode.

3.3.2. Identificatie en kwantificering

De dioxines en dioxine-achtige PCB-congeneren werden geïdentificeerd op basis van de volgende twee karakteristieke parameters conform Rikilt Standaard Voorschrift (RSV) A0565:

- retentie tijd
- ion verhouding van de belangrijkste twee ionen

Het gehalte werd berekend door interpolatie van de gemeten respons in het monster ten opzichte van de calibratiecurve. Vervolgens zijn de gemeten gehalten omgerekend naar het gehalte aan 2,3,7,8-TCDD met behulp van de Toxische Equivalentie Factoren (TEF) uit 1998 en aansluitend gesommeerd. Daarbij zijn de gehalten zowel weergegeven als lowerbound (lb) of upperbound (ub) gehalten. Het verschil zit in de wijze waarop de gehalten van niet-gedetectede congenen worden meegerekend. Bij lowerbound worden die gehalten op 0 gezet, bij upperbound als de detectiegrens. Met name bij lage gehalten kunnen de verschillen tussen beide berekeningswijzen behoorlijk groot zijn. De EU gaat bij de normstelling uit van upperbound-gehalten.

3.4 Bepaling hoeveelheid aanhangende grond aan gras

In de grasmonsters is het gehalte siliciumoxide (SiO₂) bepaald. Ervan uitgaande dat grond voor het overgrote deel uit siliciumoxide bestaat kan, uitgaande van op een locatie gemeten bodemconcentraties, berekend worden in hoeverre het op gras aangetroffen dioxinegehalte door depositie vanuit bodem verklaard zou kunnen worden (methode: bepaal absoluut SiO₂ gehalte van gras, berekenen, uitgaande van het gemeten gehalte in bodem, de hiermee overeenkomende hoeveelheid dioxinen en vergelijk dit met het op gras gemeten dioxinegehalte).

3.5 Afname van dioxines op gras

De grasmonsters die op de diverse locaties genomen zijn maken het mogelijk om een inschatting te maken van de snelheid waarmee het dioxinegehalte afneemt wanneer het gras na de winterperiode begint te groeien. Bij deze berekeningen, die in detail in Bijlage 3 vermeld staan, is ervan uitgegaan dat het dioxinegehalte van gras in de periode tussen januari en april op winterniveau is. Door groei zal dit gehalte daarna afnemen totdat aan het begin van de zomer een achtergrondniveau van ongeveer 0,3 ng TEQ/kg d.w. bereikt wordt (= detectielimiet). Zoals in Bijlage 3 te zien is verschilt de karakteristieke tijd waarmee het dioxinegehalte tijdens de groei met de helft afneemt (half-waardetijd) tussen de verschillende locaties niet veel.

3.6 PBPK-model voor de overdracht van dioxines vanuit gras/grond naar melk

Het basis PBPK-model voor de overdracht van dioxines vanuit gecontamineerde diervoeding naar melk is beschreven in Derks *et al.* (1993 a,b, zie ook Bijlage 4). In 2004 is dit model toegepast om de overdracht van dioxines vanuit aardappelschillen, die met dioxinehoudende klei verontreinigd waren, naar melk te berekenen (VWA advies "Advies inzake verhoogd gehalte dioxines in rundervet", dd. 03-11-2004, zie ook Appendix 2). In 2005 is een aangepast model gebruikt om, voor het Rijnmondgebied, de overdracht van dioxines vanuit weidegras en aanhangende grond naar melk te berekenen (RIVM-RIKILT Front Office adviezen dd. 14-03-2005 en 05-04-2005, zie ook Bijlage 4). Dit model is ongewijzigd in het huidige rapport gebruikt. De belangrijkste aannames die hierbij gebruikt zijn, zijn: een absorptiefraction van 15% voor dioxines vanuit gras (Slob *et al.*, 1995), een absorptiefraction van 50% voor dioxines vanuit bodem (30-60 % in leghennen, Van Eijkeren *et al.*,

2006; 23 – 45 % in de rat en in het varken, E^xponent; 2006, 43 % in de lacterende koe, RIVM-RIKILT Front Office advies, Bijlage 4), een inname van 15 kg gras per dag (op droge stof basis) met een aanhangende fractie grond van 4% (Veterinaire Milieuhygiënewijzer, 1997; Berende, 1999), een melkgift van 50 l melk per dag, een melkvetpercentage van 4,4% en een lichaamsgewicht van de koe van 600 kg. Bij de modelberekeningen is de bijdrage van dioxines uit andere bronnen dan gras en aanhangende bodem (zoals b.v. een achtergrondblootstelling uit krachtvoer) verwaarloosd.

3.7 Overdrachtberekeningen

De overdracht van dioxines vanuit gras en aanhangende bodem naar melk is als volgt berekend. Verondersteld wordt dat weidegras 1 maand voordat de koeien de wei ingaan gaat groeien (gezien de half-waarde tijd van dioxines op gras van 1 maand betekent dit dat de hoeveelheid dioxines op gras op het moment dat koeien de wei ingaan ongeveer de helft van het wintergehalte is). Uiteraard gaat de groei van het gras door wanneer de koeien in de wei staan. Wanneer de koeien 6 weken in de wei gestaan hebben worden zij verplaatst naar een wei met gras dat alleen het achtergrond-dioxinegehalte (0,3 ng TEQ/kg, 88% d.s.) bevat (hierbij kan gedacht worden aan verplaatsing naar een wei die enkele weken voor het verweiden gemaaid is, waardoor het wintereffect in één keer verdwenen is).

Bij de simulaties zijn twee verschillende scenario's onderscheiden (Tabel 1). Voor de situatie zoals die in het algemeen in Nederland aangetroffen kan worden, wordt uitgegaan van een concentratie van gras van 1,5 ng TEQ/kg (88% d.s.) en bodemconcentraties van 5 ng TEQ/kg d.s. De hierbij gekozen concentraties komen overeen met de in dit onderzoek aangetroffen gehalten van wintergras bij referentiebedrijven en het (mediane) gehalte van dioxines in Nederlandse bodem (Van den Berg *et al.*, 1994) (Referentie scenario). Deze overdracht is vergeleken met die zoals die in het Rijnmondgebied aangetroffen zou kunnen worden, nl. uitgaande van een winterconcentratie van gras van 4 ng TEQ/kg (88% d.s.) en een bodemconcentratie van 10 en 20 ng TEQ/kg d.s. (Rijnmond scenario 1 en 2 overeenkomend met een gehalte van 5 tot 10 ng TEQ/kg natte bodem).

Bij de overdrachtberekeningen is gebruik gemaakt van een aanzienlijk hogere opname van dioxines uit bodem dan uit gras (absorptiefactor bodem 0,50, absorptiefactor gras 0,15). Hoewel in verschillende doeldieren (leghennen, rat, koe) een hoge absorptie van dioxines uit bodem aangetoond is moet wel bedacht worden dat de gebruikte absorptiefactor de maximale absorptie van dioxines uit bodem weergeeft en dat lokale verschillen in bodemgesteldheid een lagere absorptie tot gevolg kunnen hebben.

Tabel 1. Specificatie van overdrachtsberekeningen (gras in 88% d.s.)

Scenario	Dioxinegehalte		Groeiperiode voor beweiding (weken)	Weideperiode (weken)	Achtergrondgehalte gras na 42 dagen (ng TEQ/kg d.s.)
	(ng TEQ/kg d.s.)	(ng TEQ/kg d.s.)			
	Grond	Wintergras			
Referentie	5	1,5	4	6	0,3
Rijnmond 1	20	4	4	6	0,3
Rijnmond 2	10	4	4	6	0,3

Bij het uitvoeren van overdrachtsimulaties is er vanuit gegaan dat de gemeten dioxinegehalten van gras niet veroorzaakt zijn door depositie van grond op het gras (door b.v. opspattende grond). Wel is ervan uitgegaan dat inname van gras ook inname van aanhangende bodem (aan de wortels) tot gevolg heeft. Verder is alleen de overdracht van het WHO-TEQ gehalte van dioxines vanuit grond en gras naar melk berekend. De overdracht van dioxineachtige PCB's is dus buiten beschouwing gelaten. De berekeningen gaan ervan uit dat koeien uitsluitend gras met aanhangende bodem gevoerd krijgen.

4. RESULTATEN

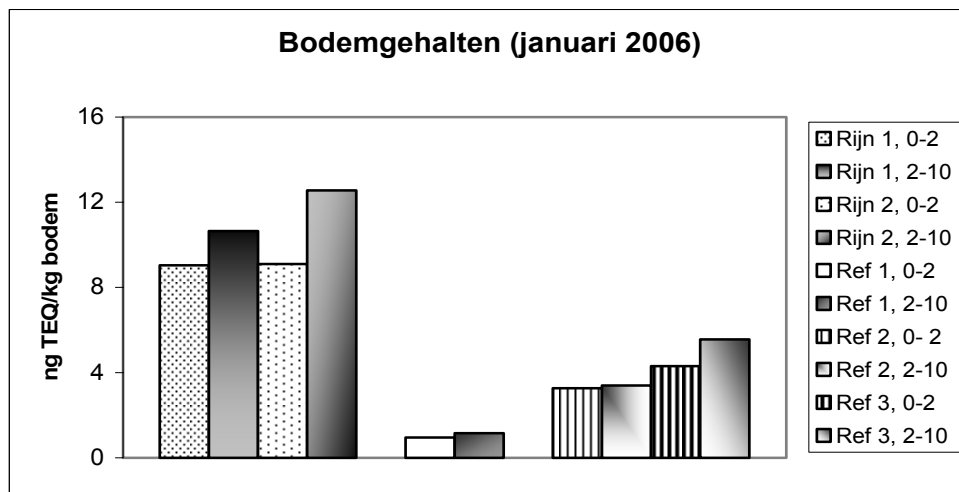
4.1 Dioxinegehalten in bodem, gras en melk

De resultaten van het onderzoek naar dioxines en PCB's in zowel de grond, het gras als de melk zijn per bedrijf vermeld in Bijlage 2 (Tabellen en Figuren 1 t/m 5). Onderstaande figuren geven een samenvattend overzicht van deze resultaten.

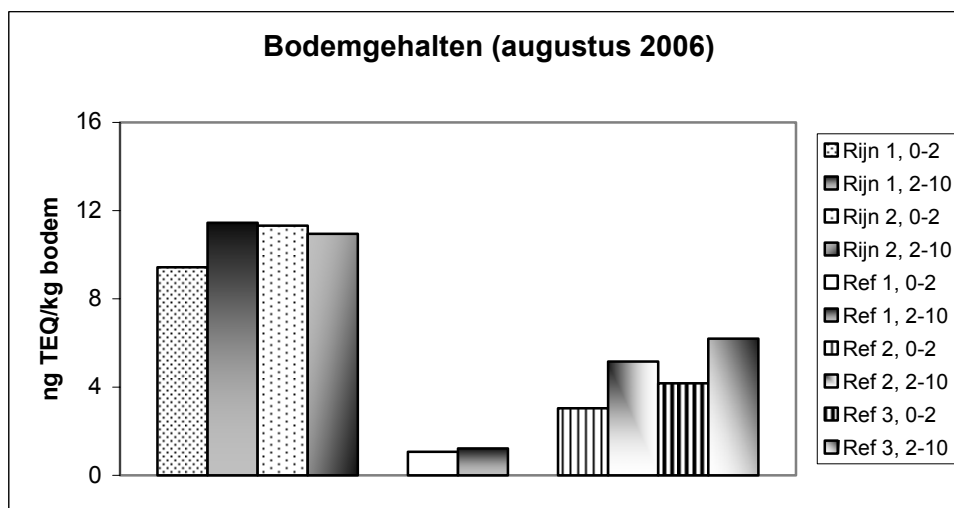
4.1.1. Bodem

Zoals uit Figuur 2 blijkt komen de concentraties van dioxines zoals die in januari en augustus 2006 bij de verschillende bedrijven genomen zijn goed overeen. Bovendien blijken bodemgehalten in het Rijnmondgebied duidelijk hoger te zijn dan de gehalten op de referentiebedrijven. De gevonden gehalten in het Rijnmondgebied komen goed overeen met gehalten die in de negentiger in dit gebied aangetroffen werden (zie Bijlage 2, Tabel 6). De gehalten aangetroffen in de buurt van Duiven/Westervoort (Ref 2 en 3) komen goed overeen met achtergrondwaarden in Nederland. In dit opzicht is de gevonden waarde in de Betuwe voor Nederland als laag te beschouwen (zie Bijlage 2, Tabel 6).

A.



B.



Figuur 2. Dioxinegehaltenes in (natte) bodem zoals die in januari en augustus bij twee bedrijven in het Rijnmondgebied (Rijn 1 en 2), één bedrijf in de Betuwe (Ref 1) en twee bedrijven in de buurt van Duiven/Westervoort (Ref 2 en 3) zijn gemeten. Legenda: bodemdiepte 0-2 cm, bodemdiepte 2-10 cm.

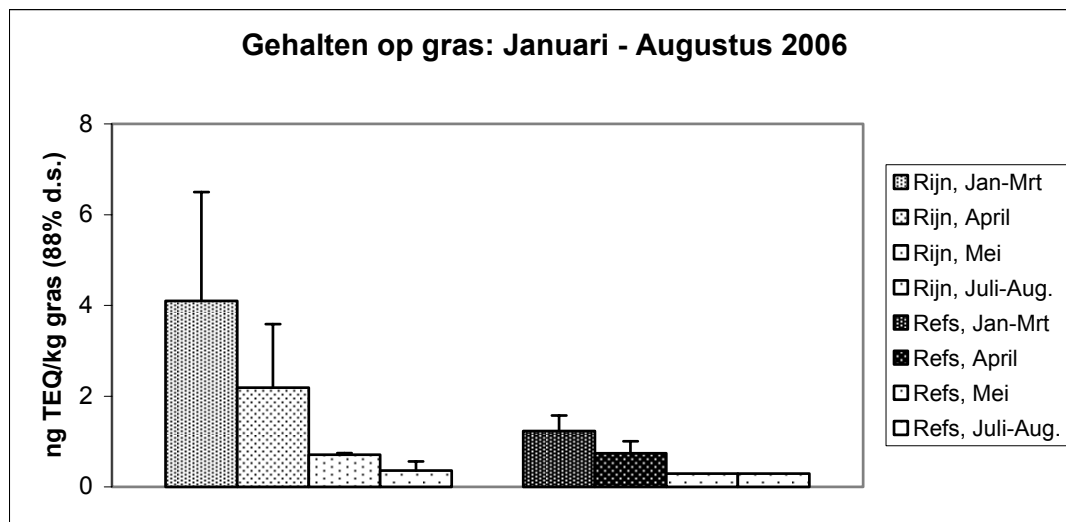
Deze resultaten kunnen als volgt geïnterpreteerd worden (letterlijk naar De Jong *et al.*, 1990):
 “Dioxines zijn bijzonder stabiel en immobiel in bodem. Biologische en chemische afbraak zijn niet bekend of zeer traag. Mogelijk dat fotochemische afbraak een rol kan spelen, maar dan alleen voor de bovenste millimeters van de bodem. Omdat dioxines bijzonder hydrofobe stoffen zijn ($\log K_{ow} > 6$) vindt ook geen transport met infiltrerend regenwater (uitspoeling) plaats en zullen de dioxines zich permanent ophouden in de bovenste centimeters van de bodem. Alleen verdamping kan enigszins tot afname van gehalten leiden. Als gevolg hiervan zijn halfwaardetijden in de bodem van één tot enkele tientallen jaren gerapporteerd”.

De in dit onderzoek gevonden bodemgehalten in het Rijnmondgebied onderschrijven deze conclusie.

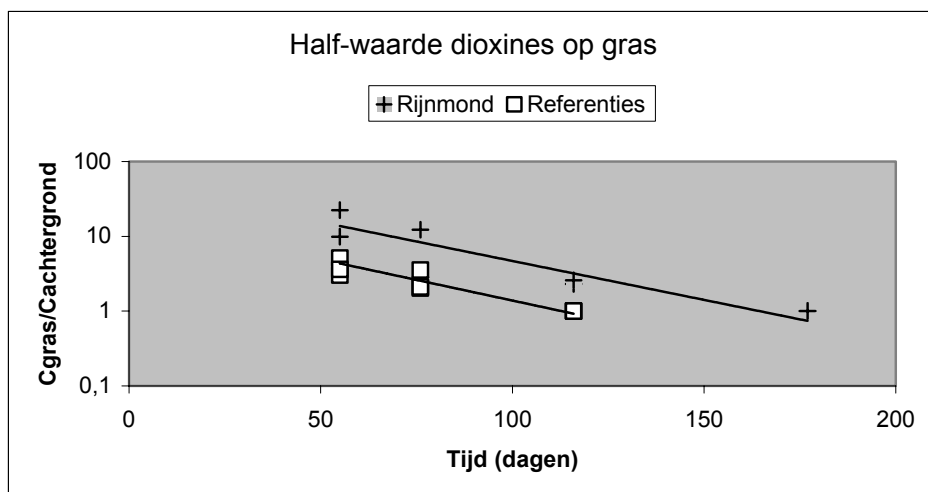
4.1.2. Gras

Tussen januari en augustus 2006 zijn op genoemde locaties wekelijks grasmonsters genomen die per maand zijn verwerkt tot 7 mengmonsters. De uitkomsten van deze analyses zijn als volgt geanalyseerd. Voor de periode tussen januari en maart geven de data een min of meer constant dioxinegehalte van het gras aan. Dit gehalte weerspiegelt het wintergehalte van het gras. Vanaf, zeg, begin april begint het dioxinegehalte door groei van het gras te dalen totdat in midzomer een achtergrondgehalte van 0,3 ng TEQ/kg gras (88 % d.s.) bereikt wordt (zie Figuur 3). De relatief grote spreiding in het Rijnmondgebied wordt veroorzaakt door het vrij grote verschil in de gehalten bij de twee bedrijven (zie ook Figuur 6)

Voor ieder locatie is verondersteld dat deze goed met een exponentieel, dalend, verband beschreven kan worden (zie Bijlage 3). Wanneer de afname van het grasgehalte in het Rijnmondgebied vergeleken werd met dat op de referentiebedrijven dan werden vergelijkbare halfwaardetijden van 29 dagen en 27 dagen, afgerond 1 maand, gevonden (zie Figuur 4).



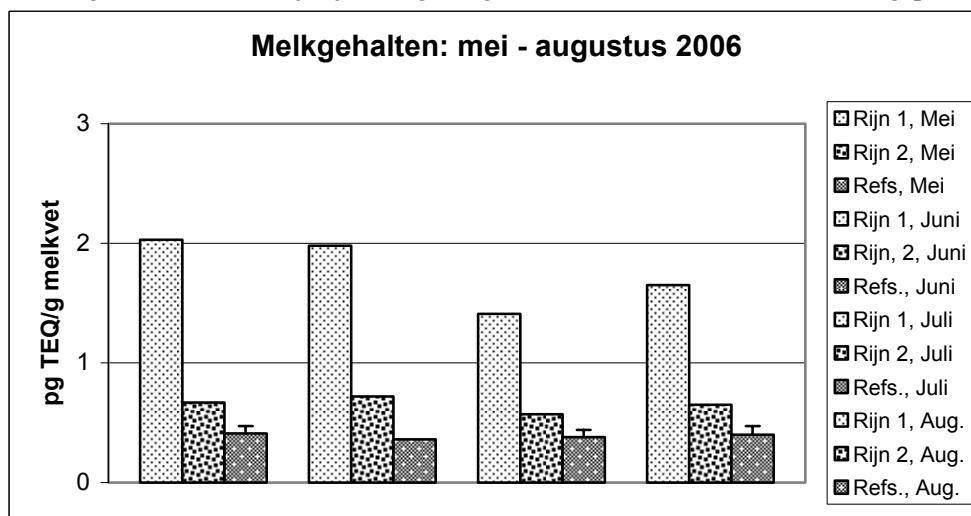
Figuur 3. Tijdverloop van de dioxinegehalten van gras in het Rijnmondgebied en de drie referentielocaties. Bij twee locaties in het Rijnmondgebied, één locatie in de Betuwe en twee locaties in de buurt van Duiven/Westervoort zijn in januari t/m augustus 2006 6-7 mengmonsters weidegras onderzocht op dioxines. De gemeten gehalten zijn vervolgens gegroepeerd naar locatie (Rijn of Refs), waarbij waarden in de periode januari-maart 2006 als wintergras zijn samengenomen. Dioxinegehalten zijn weergegeven in ng TEQ/kg gras (88% d.s.), met absolute spreiding.



Figuur 4. Het tijdverloop van het dioxinegehalte in de periode tussen april en medio juli in het Rijnmondgebied en op referentielocaties (dag 55 gelijk gesteld aan begin van de afname). Het gehalte is weergegeven als de ratio tussen het gemeten grasgehalte en het achtergrondgehalte. Berekende halfwaardetijden bedragen voor Rijnmond 29 dagen en de referenties 27 dagen.

4.1.3. Melk

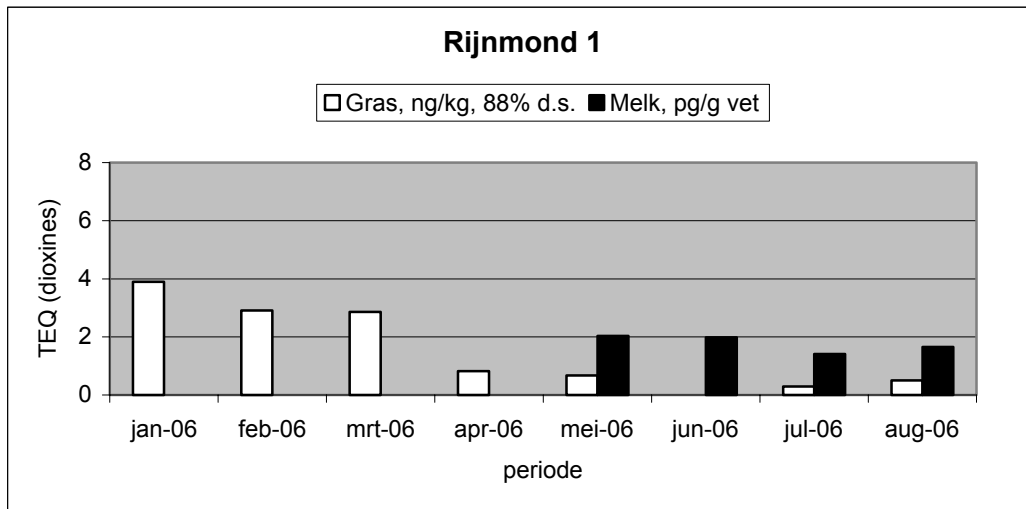
Op alle locaties werd in de periode tussen mei en augustus een vrijwel constant melkniveau van dioxines gevonden (zie Figuur 5). Omdat, zeker over een wat langere termijn gezien, melkniveaus onderhevig kunnen zijn aan variatie (zie Bijlage 5) kan geconcludeerd worden dat de geringe variatie in melkgehalten waarschijnlijk een gevolg is van de relatief korte monitoringsperiode.



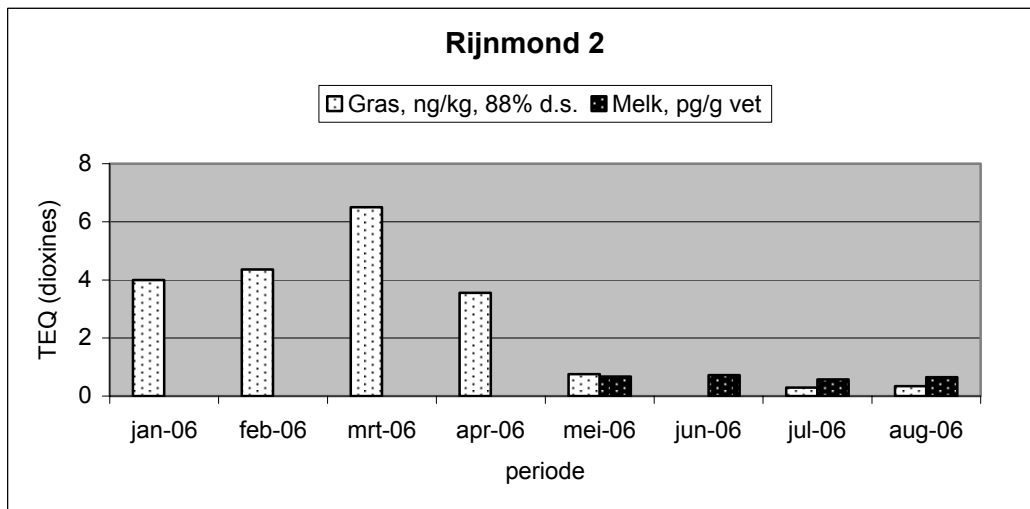
Figuur 5. Het tijdverloop van melkgehalten van dioxines op twee locaties in het Rijnmondgebied (Rijn 1 en 2) en, gegroepeerd, op drie referentielocaties (Refs.). Dioxinegehalte in pg TEQ/g melkvet met voor de referentielocaties de absolute spreiding.

De aangetroffen melkniveaus waren allen onder de huidige EU-norm voor dioxines in melk van 3 pg TEQ/g melkvet. Wel bleek het niveau op één van de locaties in het Rijnmondgebied (Rijn1) relatief hoog en rond de 2 pg TEQ/g melkvet te bedragen. Op de andere Rijnmondlocatie bedroeg het gehalte 0,65 pg TEQ/g melkvet. Net als de gehalten op de referentielocaties (lager dan 0,5 pg TEQ/g melkvet) ligt dit binnen de variatie van het dioxinegehalte van Nederlandse melk (0,4 tot 0,8 pg TEQ/g melkvet). Opmerkelijk is dat er bij beide locaties in het Rijnmondgebied geen relatie lijkt te zijn tussen de gehalten op gras en in melk. Zoals Figuur 6 laat zien komen hogere grasgehalten juist overeen met lagere melkgehalten.

A.



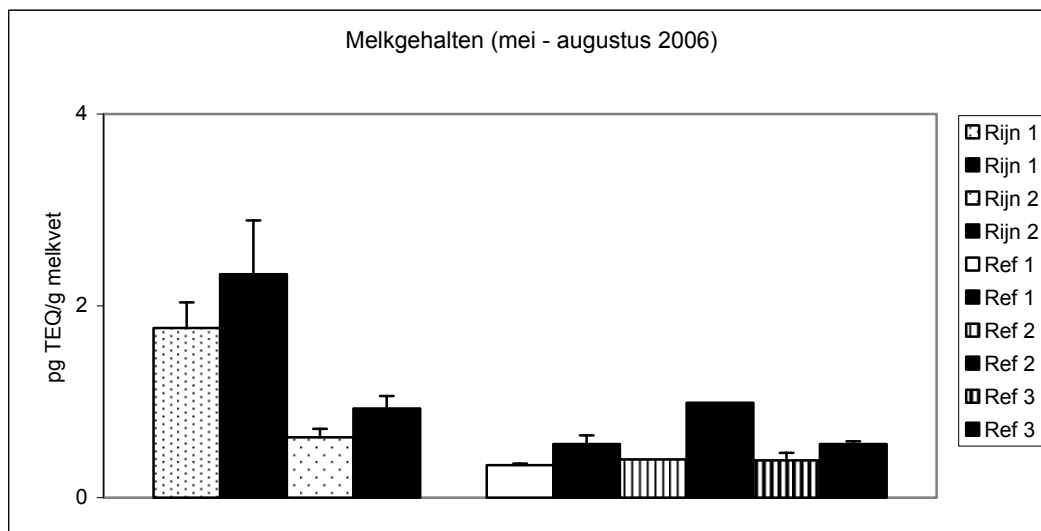
B.



Figuur 6. Het tijdverloop van het dioxinegehalte op gras en in melk van twee melkveehouderijen in het Rijnmondgebied.

4.2 Gehaltes aan dioxine-achtige PCB's in bodem, gras en melk

Naast dioxines is ook gekeken naar dioxine-achtige PCB's die sinds 4 november 2006 zijn opgenomen in de normstelling. Uit Figuur 7 blijkt dat in alle onderzochte melkmonsters de bijdrage van dioxine-achtige PCB's aan de totaal-TEQ-waarde groter was dan de bijdrage van dioxines. Daarbij werd de EU-norm voor de som van dioxines en PCBs, zijnde 6 pg TEQ/g melkvet, wel benaderd bij bedrijf Rijnmond 1, maar niet overschreden. Vreemd genoeg waren de gehalten van dioxine-achtige PCBs in gras en bodem veel lager dan die van de dioxines. Daardoor valt het gehalte van dioxineachtige PCB's in melk niet eenvoudig te verklaren door opname van grond en gras.



Figuur 7. Vergelijking tussen de gehalten van dioxines en dioxineachtige PCB's in melk bemonsterd in de periode tussen mei en augustus bij twee bedrijven in het Rijnmondgebied (Rijn 1 en 2), één bedrijf in de Betuwe (Ref 1) en twee bedrijven in de buurt van Duiven/Westervoort (Ref 2 en 3). Gehaltes in pg TEQ/g melkvet, gemiddelde van vier monsters, met absolute spreiding. Gearceerde balken: dioxinegehalte. Zwarte balken: gehalte aan dioxine-achtige PCB's.

4.3 Gehaltes aan indicator-PCB's in bodem, gras en melk

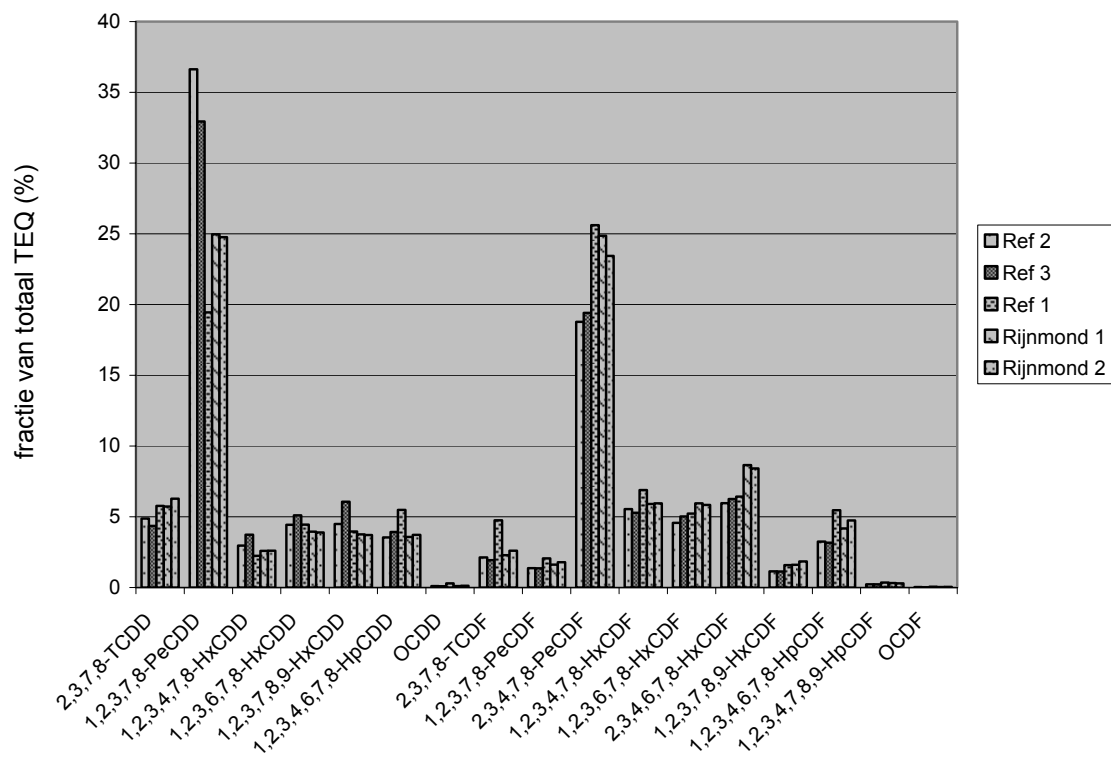
Naast de dioxine-achtige PCB's zijn ook de zogenaamde indicator-PCB's bepaald. Dit zijn er 7 (PCB's 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180) waarvoor in Nederland per congeener een andere norm geldt. In alle melkmonsters blijven de gehalten een factor 10 of meer onder de Nederlandse normen. Wel is bedrijf Rijnmond 1 duidelijk verhoogd t.o.v. de andere 4 bedrijven. Net als bij de dioxines is er geen duidelijke seizoensvariatie, mogelijk weer samenhangend met de relatief korte periode waarin bemonsterd is. Ook in de bodemonsters van de twee bedrijven uit de Rijnmond zijn de gehalten een factor 3 hoger dan op de referentielocaties. Dit komt overeen met de dioxine-achtige PCB's. Bij de grasmonsters lijken de twee Rijnmondbedrijven, en met name bedrijf 2, eveneens iets hoger maar hier zijn de verschillen minder duidelijk.

4.4 Congenerenpatronen

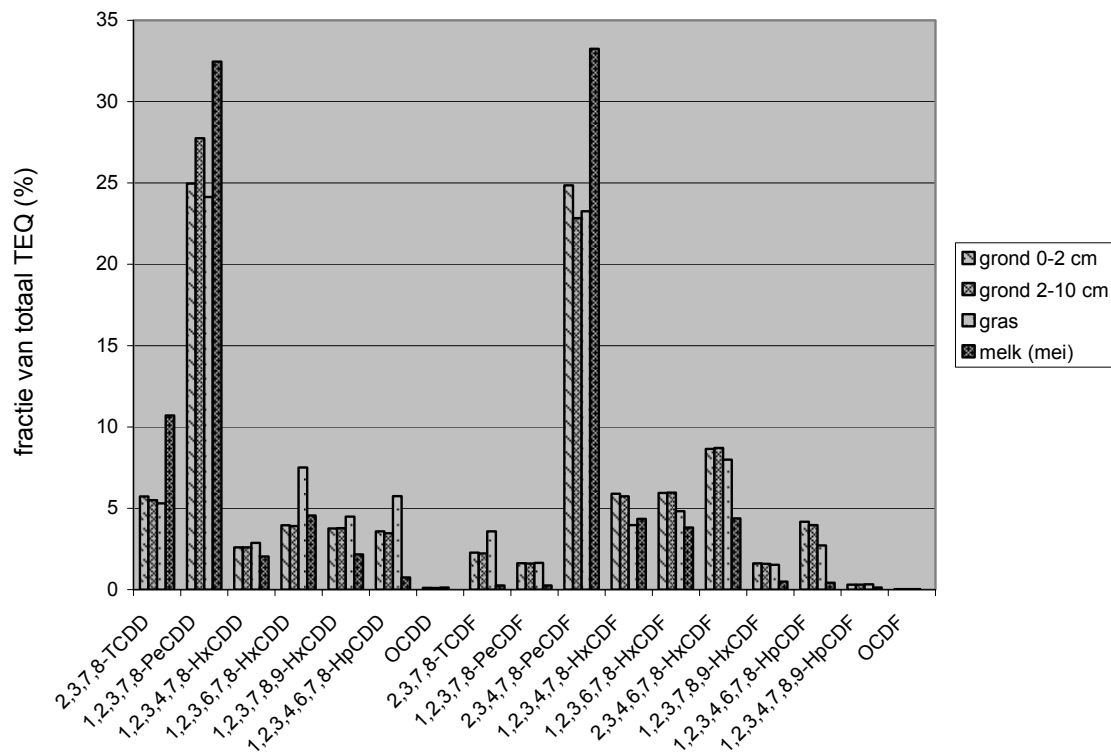
In Figuur 8a is het congenerenpatroon van de dioxines, zoals aangetroffen in de grond bij de vijf onderzochte bedrijven weergegeven. Het betreft grond van 2-10 cm die in januari bemonsterd is. Hieruit blijkt dat het patroon bij alle vijf de bedrijven vergelijkbaar is. Op basis van dit patroon kan geconcludeerd worden dat, hoewel in absolute niveaus verschillend, de contaminatie van Nederlandse bodem met dioxines kwalitatief gezien een nagenoeg identiek patroon heeft.

Figuur 8b laat het congenerenpatroon zien van bodem, gras en melk op één van de Rijnmond bedrijven (Rijnmond 1). Ook in dit geval werd een opvallend gelijkend congenerenpatroon gevonden. Vergelijkbare resultaten werden voor de andere vier bedrijven gevonden (resultaten niet getoond).

A



B

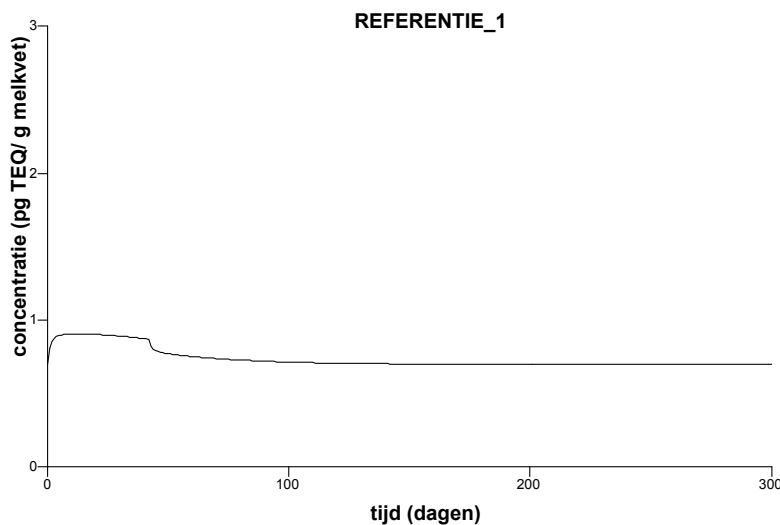


Figuur 8. Congeneerpatronen van dioxines in bodem, gras en melk op basis van de bijdrage van elke congener aan het TEQ-gehalte. A: Congeneer patronen in bodem (Rijnmondgebied en referentiebedrijven, 2-10 cm bodem), B: Congeneerpatroon in bodem, gras en melk van één individueel bedrijf (Rijnmond 1).

4.5 Overdrachtsberekeningen

Voor het Referentiescenario berekent het PBPK model een achtergrondwaarde van 0,70 pg TEQ/g melkvet. Deze waarde is karakteristiek voor het melkniveau in koeien die langdurig aan het achtergrondgehalte in gras en bodem blootgesteld zijn (0,3 ng TEQ/kg (88% d.s. resp. 5 ng TEQ/kg d.s.). Wanneer koeien met een dergelijk melkvetgehalte voor het eerst de wei in gaan berekent het model een snelle toename tot (maximaal) 0,90 pg TEQ/g melkvet, gevolgd door een geleidelijke daling ten gevolge van het verder afnemende gehalte in het (groeierende) gras.

Wanneer de koeien na 6 weken verplaatst worden naar een wei die alleen een achtergrondgehalte aan dioxines bevat, volgt een snelle daling van het melkgehalte tot het stabiele, “steady state”, gehalte van 0,70 pg TEQ/g melkvet weer bereikt wordt (zie Figuur 9). In de “steady state” situatie berekent het model een dagelijkse opname aan dioxines van 2,2 ng WHO-TEQ/dag, waarvan 0,7 uit gras en 1,5 ng uit bodem.

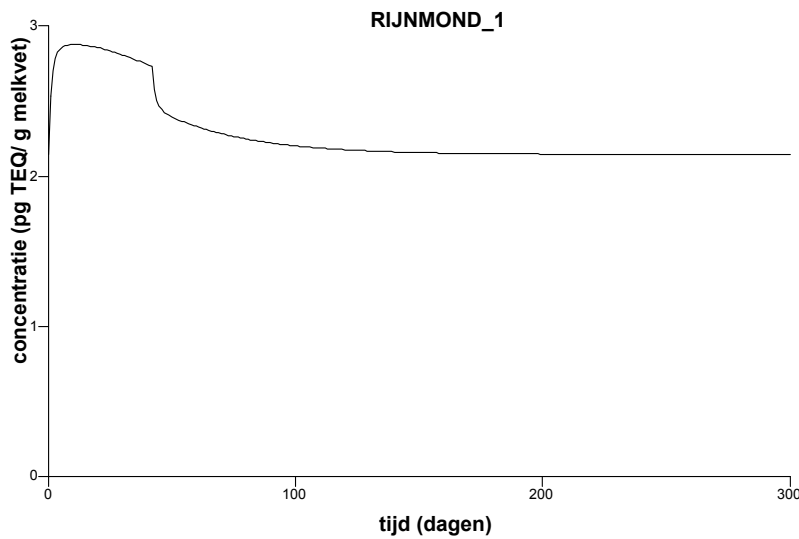


Figuur 9. Het tijdverloop van de dioxine-TEQ concentratie in melk van koeien volgens het Referentie scenario. Weergegeven op de X-as de tijd in dagen, en de Y-as de melkconcentratie (pg TEQ/g melkvet). Voor specificaties: zie Tabel 1.

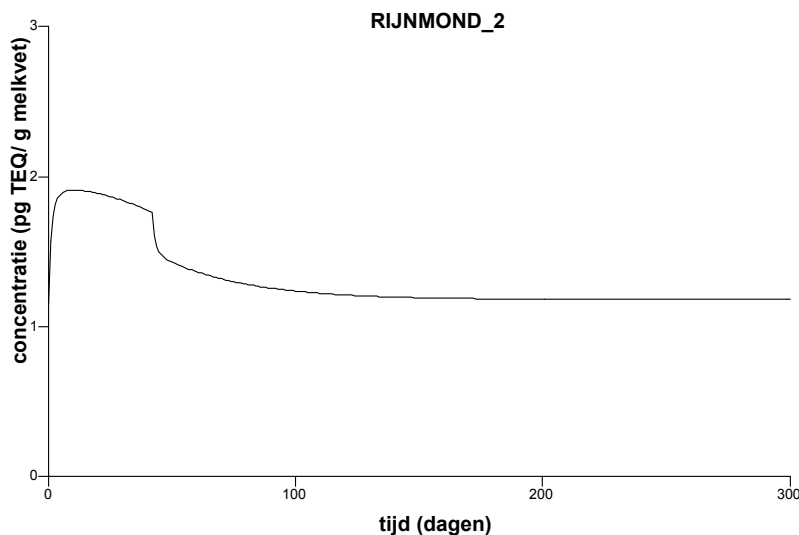
Wanneer voor het Rijnmondgebied uitgegaan wordt van een bodemconcentratie van 10 ng TEQ/kg d.s. berekent het PBPK model een snelle stijging van het dioxinegehalte in melk van de achtergrondwaarde van 1,2 tot (maximaal) ongeveer 1,9 pg TEQ/ g melkvet wanneer koeien de wei ingaan. Wanneer zij na 6 weken naar een wei verplaatst worden met daarop het achtergrondgehalte van dioxines op gras volgt een snelle daling van het melkgehalte tot het stabiele, “steady state”, gehalte van 1,2 pg TEQ/g melkvet (zie Figuur 10b). In de “steady state” situatie bedraagt de dagelijkse opname van dioxines 3,7 ng TEQ/dag, waarvan 0,7 uit gras en 3 ng uit bodem.

Wanneer voor het Rijnmondgebied uitgegaan wordt van een bodemconcentratie van 20 ng TEQ/ kg d.s. zijn vergelijkbare berekende waarden: achtergrondgehalte in melk: 2,2 pg TEQ/g melkvet; maximale concentratie in melk kort nadat koeien de wei ingaan: 2,9 pg TEQ/g melkvet; dagelijkse opname in de “steady state” situatie: 6,7 ng/dag, waarvan 0,7 ng uit gras en 6,0 ng uit bodem (zie Figuur 10a).

A.



B.



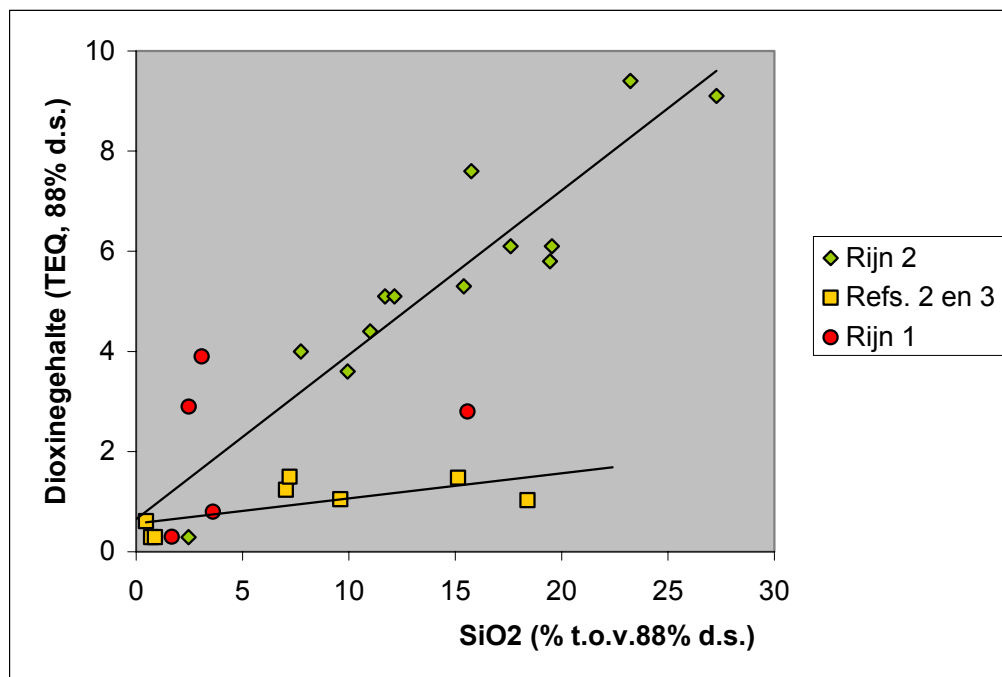
Figuur 10. Het tijdverloop van de dioxine-TEQ concentratie in melk van koeien volgens beide Rijnmond scenario's. A: 20 ng TEQ/kg bodem d.s.; B: 10 ng TEQ/kg bodem. Voor overige specificaties: zie Tabel 1. X-as: tijd in dagen; Y-as: melkconcentratie (pg TEQ/g melkvet)

Kort samengevat geven beide Rijnmond-scenario's weer dat de in dit gebied gevonden achtergrondconcentraties in gras en bodem, afhankelijk van het voerpatroon, kunnen leiden tot een dioxinegehalte dat rond de 2 pg TEQ/g melkvet ligt. Deze waarde komt goed overeen met de in de negentiger jaren berekende, en gevonden, waarde voor dioxines in melk in dit gebied (Slob *et al.*, 1992, 1993, 1995). In die zin zal iedere mogelijke aanscherping van de melknorm voor dioxines in de toekomst tot normoverschrijding kunnen leiden. Verder kan in het voorjaar blootstelling van vee aan weidegras en grond een belangrijke bijdrage aan het dioxinegehalte van melk geven. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat, hoewel er bij de berekeningen vanuit gegaan wordt dat koeien uitsluitend lokaal gras en aanhangende bodem gevoerd krijgen, het dioxinegehalte tijdens de weideperiode de huidige norm van 3 pg dioxine-TEQ/g melkvet niet overschrijdt.

4.6 Grondgehalten in gras

Zoals eerder gemeld zijn de melkgehalten in dit gebied sinds de jaren negentig drastisch gedaald, terwijl de bodemgehalten nagenoeg onveranderd zijn gebleven. Dit klopt met de sterk gereduceerde uitstoot van dioxines in de Rijnmond. Een belangrijke vraag is echter of de huidige besmetting van het gras nog wel veroorzaakt wordt door nieuwe depositie uit de lucht dan wel afkomstig is van besmetting met verontreinigde grond. Dat laatste zou betekenen dat een verdere reductie van het melkgehalte op basis van het huidige beleid niet te verwachten is. Om die reden is onderzocht in hoeverre de op gras aangetroffen dioxinehoeveelheden verklaard kunnen worden uit besmetting met grond. Hierbij is het SiO₂ gehalte van gras als maat voor besmetting met grond genomen. Bijlage 6 toont de gemeten siliciumoxidegehalten in de grasmonsters. Opvallend is dat de gehalten in de zomer veel lager zijn dan 's winters. Figuur 11 toont de relatie tussen beide grootheden en zoals die bij één van beide bedrijven in het Rijnmond aangetroffen is (voor dit bedrijf is gekozen omdat er in vergelijking met de andere bedrijven veel grasmetingen beschikbaar zijn). Ter vergelijking zijn ook de beschikbare gegevens van de bedrijven in de buurt van Westervoort/Duiven getoond (bij beide bedrijven zijn vergelijkbare bodemconcentratie aangetroffen). Dit lijkt een aanwijzing te zijn dat de dioxines uit grond een bijdrage kunnen leveren aan dioxine op gras. Bij bedrijf Rijnmond 1 is die relatie minder sterk.

Nadere bestudering van de literatuur leert dat grassen ook silicium opslaan in zogenaamde phytolieten, en dat met name de gehalten in wintergras hoger zouden zijn dan 's zomers. Daardoor moeten deze resultaten voorzichtig geïnterpreteerd worden en is nader onderzoek vereist om het SiO₂ gehalte in gras als maat voor het grondgehalte op gras te kunnen gebruiken. Ook moeten voldoende SiO₂-gehalten in grond en in gras zelf worden gemeten om de maximale hoeveelheid grond op het gras te kunnen inschatten.



Figuur 11. Relatie tussen siliciumoxide- en dioxinegehalten in grasmonsters, verzameld bij de bedrijven in het Rijnmondgebied en de beide referentiebedrijven in Westervoort/Duiven. De regressielijnen voor Rijn 2 en de Refs 2 en 3 zijn weergegeven.

5. DISCUSSIE

5.1 Dioxinegehalten in gras, bodem en melk

Zoals eerder vermeld komen de in het Rijnmondgebied aangetroffen bodemgehalten van dioxines goed overeen met waarden die in de negentiger jaren in dat gebied aangetroffen zijn. Eenzelfde conclusie kan getrokken worden voor de bij referentiebedrijven aangetroffen gehalten. Deze komen goed overeen met voor de rest van Nederland representatieve waarden. Wat betreft vergelijkingsmateriaal voor de gemeten gehalten op gras, hier is nagenoeg geen referentiemateriaal voorhanden. Alleen Slob *et al.* (1995) vermelden voor 1992 in het Rijnmondgebied vier waarden van 8.5, 6.7, 10.2 en 9.2 pg I-TEQ/g d.s.. In het huidige onderzoek werden in het Rijnmondgebied waarden van maximaal 9,1 ng WHO-TEQ/kg gras (88% d.s.) aangetroffen.

Wat betreft de herkomst van de op gras aangetroffen dioxines, hierbij is er tot nu toe vanuit gegaan dat deze door atmosferische verspreiding en depositie van bij vuilverbranding vrijkomende deeltjes veroorzaakt wordt (Slob *et al.*, 1995). Hoewel een dergelijk proces zeker in tijden waarin emissies van deeltjes t.g.v. vuilverbranding plaats kon vinden (zoals in het Rijnmondgebied in het begin van de negentiger jaren) een grote bijdrage heeft geleverd aan het dioxinegehalte op gras is het, gezien de zeer grote afname van dioxine-emissies door vuilverbranding die het afgelopen decennium in het Rijnmondgebied heeft plaatsgevonden, waarschijnlijk dat ook deze bijdrage in de loop van de tijd drastisch afgenomen is. In dat geval zouden de gemeten dioxinegehalten op gras vooral verklaard kunnen worden door b.v. depositie van opspattende grond, en niet zozeer door atmosferische depositie.

5.2 PBPK modelaannames

Het PBPK model gaat uit van een overdracht van het totaal-TEQ gehalte vanuit de matrices bodem en gras naar melk. In voorgaand onderzoek bleek het model de blootstelling van koeien uit een matrix van bodem en voer en uitscheiding van het totaal-TEQ gehalte in melk goed te kunnen voorspellen (Bijlage 4). Wanneer dit model gebruikt wordt om de overdracht van dioxines vanuit bodem en gras naar melk te simuleren dan wordt voor het Rijnmondgebied een “steady state” waarde van 2,2 pg TEQ/g melkvet berekend. Deze waarde komt goed overeen met de in de negentiger jaren berekende karakteristieke waarde voor dioxines in melk uit het Rijnmondgebied (Slob *et al.*, 1992, 1993, 1995). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat deze melkwaarde betrekking heeft op vee dat uitsluitend gras met aanhangende grond uit dit gebied gevoerd krijgt, en dus niet bijgevoerd wordt met dioxinevrij krachtvoer. Omdat een dergelijk voerregime meer uitzondering dan regel zal zijn illustreren de overdrachtberekeningen een “worst case” blootstelling van koeien aan dioxines uit gras en bodem. Bedrijfsspecifieke factoren kunnen, zeker in het Rijnmondgebied, de overdracht van dioxines uit gras en bodem beïnvloeden. Hierbij kan gedacht worden aan het minimaliseren van de blootstelling aan gras en grond door koeien, hoewel zij toegang tot een wei houden, in de stal dioxinearm voer aan te bieden en, in de winter, het aanbod van graskuilvoer dat op het eigen bedrijf geoogst is zoveel mogelijk te beperken. Dat deze invloed groot kan zijn laten de waarnemingen op beide locaties in het Rijnmondgebied zien: het bedrijf met de hoogste gehalten op gras (Rijnmond 2) vertoonde een duidelijk lagere concentratie in melk dan het bedrijf met de laagste gehalten op gras (Rijnmond 1). Hierbij moet worden opgemerkt dat een bezoek aan beide bedrijven behoorlijke verschillen in de bedrijfsvoering te zien gaf. Op één bedrijf werden koeien bijna uitsluitend gevoerd met lokaal weidegras en hieruit verkregen kuilvoer (Rijnmond 1), terwijl dit op het andere bedrijf juist zoveel mogelijk beperkt werd (Rijnmond 2). Opvallend is hierbij dat op het eerste bedrijf melkconcentraties tegen de 2 pg TEQ/g melkvet aangetroffen werden.

Verder moet worden opgemerkt dat het PBPK-model geen voorspelling doet over seizoens-variaties in melk, en zeker niet de toename zoals die in het najaar, dus nadat koeien op stal komen, waargenomen kan worden (zie Bijlage 5). Hiervoor is veel meer bedrijfsspecifieke informatie nodig. Het model geeft het maximale effect van de blootstelling aan aangetroffen gehalten op gras en in bodem op de melkgehalten weer, en een schatting van het Rijnmondgebied t.o.v. referentiegebieden elders in Nederland.

6. CONCLUSIES

Bodem

- De dioxinegehalten in grond vertoonden geen significante fluctuatie in de onderzochte periode
- Gevonden bodemgehalten van dioxines in Rijnmond en de andere locaties lagen op hetzelfde niveau als in de negentiger jaren, waarbij de dioxinegehalten in grond in de regio Rijnmond verhoogd zijn t.o.v. de andere locaties.

Gras

- Op alle locaties is een seizoensvariatie in het dioxinegehalte van gras waargenomen, waarbij gehalten in de winter het hoogst zijn.
- In de winterperiode waren de dioxinegehalten in gras op alle locaties hoger dan de EU-norm van 0,75 ng dioxine-TEQ/kg droog product voor voer van plantaardige oorsprong.
- Wintergehalten van dioxines op gras waren in het Rijnmondgebied verhoogd t.o.v. de andere locaties, en vermoedelijk ook hoger dan elders in Nederland. Dit is vermoedelijk te wijten aan zware industriële activiteiten nu en in het verleden en kan ook op andere locaties in en buiten Nederland voorkomen.
- Door groei in het voorjaar nam de grasconcentratie snel af (iedere maand halvering van het gehalte), waardoor dioxinegehalten in gras in de zomer weer terug waren op achtergrondniveau. Als er b.v. uitgegaan wordt van wintergras van 4 ng TEQ/kg (88 % d.s.) kan ongeveer 10 weken nadat het gras met groeien begonnen is de concentratie uitkomen op de geldende EU norm van 0,75 ng TEQ/kg d.s. Na 4 maanden ligt het gehalte dan op het achtergrondniveau van 0,3 ng TEQ/kg (88% d.s.).

Melk

- De dioxinegehalten in melk waren op alle locaties beneden de norm van 3 pg TEQ/g melkvet
- Dioxinegehalten in melk in de regio Rijnmond kunnen per bedrijf verschillen en lijken afhankelijk te zijn van de bedrijfsvoering (m.n. voederwijze en de mate waarin bij koeien tijdens de weideperiode inname van bodem plaats kan vinden)
- Dioxinegehalten in melk in de regio Rijnmond kunnen verhoogd zijn t.o.v. de andere locaties
- Gehaltes van dioxine-achtige PCB's lagen iets hoger dan die van dioxines, maar de EU-norm voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's werd niet overschreden. De dioxine-achtige PCB's in melk konden niet verklaard worden vanuit de gehalten in bodem of gras.

7. LITERATUUR

Berende, P.L.M. (1998) Praktische kengetallen over fokkerij, huisvesting, voeding, lichaamssamenstelling, urine en fecesproductie en toediening van diergeneesmiddelen bij het rund, RIKILT-DLO rapport 98.10.

Berg, R. van der, Hoogerbrugge, R., Groenemeijer, G.S., Gast, L.F.L en A.K.D. Liem (1994) Achtergrondgehalten van dioxines in de Nederlandse bodem, RIVM rapport 770501014.

Derks, H.J.G.M. *et al.* (1993) Een fysiologisch farmacokinetisch model voor 2,3,7,8-TCDD in de koe. RIVM rapport 643810-001.

Derks, H.J.G.M., Berende, P.L.M., Olling, M., Everts, H., Liem, A.K.D. and A.P.J.M. de Jong (1993) Pharmacokinetic modeling of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and furans (PCDFs) in cows, *Chemosphere*, 28, 4, 711 -715.

Eijkelen, J.C.H. van, Zeilmaker, M.J., Kan, C.J., Traag, W.A. and L.A.P. Hoogenboom (2006) A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs, *Food Add. Contamin.*, 23(5): 509 – 517.

Exponent, Pilot study report "Oral bioavailability of dioxins/furans in Midland and Tittabawassee river flood plain soils", 2005, available on: <http://www.deq.state.mi.us/documents>

Jong, A.P.J.M. de, Berg, S. van der, Liem, A.K.D., Berg, R. van den en H.A. van 't Klooster (1990) Onderzoek naar het dioxinegehalte in grond van weilanden in het Lickebaertgebied, RIVM rapport 730501011.

Olling, M. *et al.* (1990) De toxicokinetiek van polychloor-dibenzo-p-dioxines en -furanen in de lacterende koe, RIVM rapport 3289004-001.

Slob, W., Olling, M., Derks, H.G.J.M. en A.P.J.M. de Jong (1995) Congener-specific bioavailability of PCDD/Fs and coplanar PCBs in cows: Laboratory and field measurements, *Chemosphere*

Slob, W. en J.A. van Jaarsveld (1993) A chain model for dioxins: From emission to cow's milk. *Chemosphere*, 27, 509-516.

Slob, W., Troost, L.M., Krijgsman, Koning, J. de en A.A. Sein (1992) Verbranding van huishoudelijk afval in Nederland. Emissies optredend bij verbranding, verspreiding en risico's van dioxines, RIVM rapport 730501043.

Veterinaire Milieuhygiënewijzer 1997, Veterinaire Inspectie van de Volksgezondheid

SOP-nr: LVM-BW-P423
Revisie: 00
Ingangsdatum: 20051201

Monsterneming van het gewas op grasland ten behoeve van depositieonderzoek

1. INLEIDING

1.1 Doel

Het nemen van grasmonsters op grasland ten behoeve van depositie-onderzoek. Het te bemonsteren gebied wordt geselecteerd met behulp van een aantal richtlijnen. Alle vegetatie (gras, maar ook eventueel aanwezige andere planten) wordt vanaf een bepaalde hoogte afgeknipt en in een glazen pot aangeboden aan ter analyse.

1.2 Doelgroep

Medewerkers, die ten behoeve van LVM bemonsterings- en/of laboratoriumwerkzaamheden verrichten.

1.3 Wijzigingen t.o.v. vorige versies

SOP LBG/423 omgezet naar LVM-BW-P423. Lay-out aangepast volgens LVM-AL-P020rev00. Tekst aangepast.

1.4 Veiligheid

Het werken met handschoenen is verplicht om contaminatie van de monsters te voorkomen.

Voor veiligheid aangaande alle veldwerkzaamheden wordt verwezen naar SOP LVM-BW-P604.

2. HULPMIDDELEN

- 2.1 Monsterpot, donkerglas, inhoud bijvoorkeur 2 liter;
- 2.2 Plattegrond van de locatie;
- 2.3 Grasschaar (een handknipschaar of een elektrische schaar met een bladbreedte van ca. 10 cm);
- 2.4 Wegwerphandschoenen, bijvoorbeeld van latex;
- 2.5 Bovenweger, afleesnauwkeurigheid van 0,1 g;
- 2.6 Koelbox met koelementen.
- 2.7 Het wegen van de monsterpotten
 - 2.7.1 Weeg, op het laboratorium, iedere monsterpot exclusief deksel tot op 0,1 g nauwkeurig en noteer de massa op de pot.
- 2.8 Bepalen van het oppervlak voor monsterneming
 - 2.8.1 Selecteer één of meer te bemonsteren percelen (zie bijlage A).
 - 2.8.2 Vraag, indien vooraf nog niet bekend, bij de eigenaar na over bodemtype (klei, veen, zand e.d.), laatste tijdstip van maaien of begrazing en eventueel andere gegevens die van belang kunnen zijn (zie formulier LVM-BW-P423A).
 - 2.8.3 Bepaal in het uitgekozen stuk grasland één of meerdere representatieve vlakken van 25 m² (5 x 5 m).
- 2.9 Monsterneming van de grasmonsters
 - 2.9.1 Kies voor de monsterneming bij voorkeur droog gewas, dus zonder neerslag of dauw. Indien het gras nat is door dauw of neerslag moet het inclusief aanhangende water worden gewogen. Door verwijdering van dit water door afschudden e.d. kan immers verlies van de neergeslagen stof optreden.
 - 2.9.2 Bemonster NIET op voor het perceel niet-representatieve delen, zoals een greppel², de ingang, de afrastering en binnen 10 meter afstand tot een sloot (i.v.m. het aangebrachte materiaal tijdens het uitbaggeren van de sloot).
 - 2.9.3 Zorg ervoor dat gedurende de monsterneming het nog te bemonsteren oppervlak NIET wordt belopen.

² Een greppel is een ondiep gegraven geul voor waterafvoer vanaf het oppervlak van het perceel naar de sloot.

- 2.9.4 Gebruik voor elke eenheid van oppervlak nieuwe handschoenen om kruisbesmetting te voorkomen.
- 2.9.5 Kies voor de monsterneming een aantal punten representatief verdeeld over lijnen die parallel aan de diagonalen van het vlak lopen, zodat er voor de analyse voldoende materiaal verkregen wordt.
- 2.9.6 Knip met de grasschaar per gekozen punt een oppervlak van ca. 10 cm² (10 x 10 cm) alle vegetatie af tot ongeveer 1 cm boven de grond af.
- 2.9.7 Verzamel het afgemaaid gewas met een hand, voorzien van een handschoen, in de pot.
- 2.10 Nazorg
 - 2.10.1 Maak de gebruikte apparatuur schoon door eventuele grond- of gewasresten te verwijderen met borstel, kwast, wegwerphanddoekjes en eventueel schoon water. Droog daarna alles goed af om eventuele roestvorming te voorkomen.
- 2.11 Conservering en vervoer
 - 2.11.1 Conserveer de monsterpotten met de bodemvochtmonsters door koeling bij 4°C binnen 4 uur na de bemonstering, tenzij anders vermeld in de deelprojectbeschrijving.
 - 2.11.2 Vervoer de monsters gekoeld, conform SOP LVM-BW-P414, naar hun bestemming.
- 2.12 Na afloop
 - 2.12.1 Bepaal in het laboratorium zo snel mogelijk na monsterneming de massa van de monsterpot met inhoud (wegen zonder deksel) tot op 0,1 g nauwkeurig.
 - 2.12.2 Corrigeer het gewicht voor de massa van de monsterpot (zie punt 2.7.1).
 - 2.12.3 Noteer de gevonden massa van elk monster.
 - 2.12.4 Bewaar de monsters koel (bijvoorkeur bij minimaal -15°C en maximaal -25°C) met het oog op bederven.
 - 2.12.5 Analyseer de monsters indien mogelijk binnen 24 uur.

4. VERANTWOORDELIJKHEDEN

De monsternemer is verantwoordelijk voor het correct en volgens de richtlijnen uitvoeren van de werkzaamheden. Afwijkingen hiervan dienen ter stond te worden overlegd met de coördinator Uitvoering Veldwerk.

5. KWALITEITSCONTROLE/KWALITEITSBORGING

Alle medewerkers die voor LVM bemonsteringswerkzaamheden uitvoeren, zullen periodiek door een RIVM-medewerker tijdens het uitvoeren van het veldwerk bezocht worden t.b.v. het waarborgen van de kwaliteit van de werkzaamheden.

6. SAMENHANGENDE PROCEDURES, DOCUMENTEN EN FORMULIEREN

1. RIVM. Formulier LVM-BW-F423A, Monsternamenformulier voor de monsterneming van gras. Bilthoven, 2005.
2. RIVM. SOP LVM-BW-P414, Het tijdelijk opslaan en transporteren van monsters onder geconditioneerde omstandigheden. Bilthoven, 2005.
3. RIVM. SOP LVM-BW-P416, Methode voor het conserveren van grondwatermonsters ter analyse op anorganische microparameters. Bilthoven, 2005.
4. RIVM. SOP LVM-BW-P604, Veiligheid bij het veldwerk. Bilthoven, 2005.

Literatuur

NVN 5624 Radioactiviteitsmetingen – monsterneming van gras. Delft, 1990.

Bijlage A. Algemene richtlijnen bij monsterneming van gras ten behoeve van radioactiviteitsmetingen (overgenomen van NVN 5624)

De keuze van een representatief weiland, het aantal te nemen monsters en de monsterfrequentie is afhankelijk van een aantal factoren die in deze bijlage worden besproken. Het is onmogelijk om voor alle denkbare situaties één bindend voorschrift te geven. Er moet een optimum worden gezocht tussen gewenste nauwkeurigheid en beschikbare tijd, materieel en personeel. Afhankelijk van de situatie zal een representatief weiland moeten worden gekozen en zal het aantal te nemen monsters en de monsternemingsfrequentie moeten worden aangepast.

In het algemeen zullen bij de keuze van een weiland de volgende punten van belang zijn: -de toegankelijkheid van het weiland;

- de ligging ten opzichte van andere radioactieve stof- en vervuilingsbronnen, waardoor een onjuist beeld zou kunnen ontstaan van de hoeveelheid stof gedeponeed ten gevolge van een ongeval;
- de aanwezigheid van aangrenzende bebouwing of begroeiing. Dit kan luchtturbulentie veroorzaken het geen de hoeveelheid gedeponeed stof beïnvloedt. Een weiland in het open veld heeft dan ook sterk de voorkeur (tenzij een ingesloten weiland representatief is voor de omgeving).

Andere overwegingen die een rol spelen bij de keuze van het te bemonsteren gebied zijn:

1) Wat is het doel van de monsterneming?

Gras kan worden bemonsterd als een ruwe schatting van de totale depositie op het aardoppervlak en/of vanwege zijn rol in de voedselketen. Dit kan bepalend zijn bij de keuze van het te bemonsteren weiland.

2) Is er sprake van een gebruikelijke situatie of van een ongevalsituatie?

Ad.1 Het doel van de meting

Gras wordt bemonsterd vanwege de belangrijke rol die gras heeft in de voedselketen. Radioactieve stoffen aanwezig in of op het gras worden geconsumeerd door het vee waardoor besmetting kan optreden van melk (en alle hiervan afgeleide zuivelproducten) en vlees. Indien gras om die reden wordt bemonsterd is het minder van belang voor de keuze van het weiland of het weiland bemaaid of begraasd wordt.

Bijzonderheden hierover moeten echter wel in het verslag worden vermeld daar ze van invloed kunnen zijn op de radioactiviteitsconcentratie!

Besmettingsniveaus van gras kunnen ook worden gebruikt als een ruwe schatting voor de totale depositie van radioactieve stoffen per eenheid van oppervlak. Om een goede weergave hiervan te krijgen moet een weiland worden gekozen dat niet of weinig begraasd of bemaaid wordt. Een weiland dat na het begin van de depositie is gemaaid, is uiteraard niet geschikt om een schatting te maken van de totale depositie.

Opmerking Bedenk dat de radionuclidenconcentratie van het gras niet alleen door depositie wordt bepaald, maar ook door opname uit de bodem via de wortels.

Ad.2 De omstandigheden waaronder de monsterneming wordt verricht

In ongevalsituaties verdient het de voorkeur monsters over een groter gebied (dat wil zeggen meer weilanden) te nemen. Hierdoor kan een betere schatting worden gemaakt van de verspreiding en van de ernst van de besmetting. De frequentie van de monsterneming is onder meer afhankelijk van het verloop van het ongeval en de meteorologische omstandigheden.

Onder gebruikelijke omstandigheden verdient het de voorkeur steeds hetzelfde weiland te bemonsteren. Hierdoor kunnen eventuele waargenomen fluctuaties niet het gevolg zijn van lokale verschillen als bodemgesteldheid, soort gras, naburige industrie e.d. Dit heeft tevens het voordeel dat de indeling van het weiland, indien nodig, in vakken met een gelijk oppervlakte aan de zijanten kan worden weergegeven door bijvoorbeeld de indeling in vakken met paaltjes te markeren.

Opmerking

Als opeenvolgende monsternemingen snel na elkaar plaatsvinden, moet men niet precies op dezelfde plaats-en als de vorige keer het monster nemen. Dit mag alleen als er geen waarneembaar verschil meer is met de rest van het weiland.

Bij korter gras zal immers meer depositie naast het gras op de bodem terecht komen!

SOP-nr: LVM-BW-P410
Revisie: 00
Ingangsdatum: 20051201

Bemonstering van grasland voor onderzoek naar niet-vluchtige verbindingen

INLEIDING

Doel

Het doel is het verkrijgen van bodemmateriaal, representatief voor het te onderzoeken grasland, voor de bepaling van niet-vluchtige verbindingen³ in de bovenste laag van de bodem (0 – 10 cm beneden maaiveld). De monsternemingsstrategie bepaalt voor een deel de validiteit en de betrouwbaarheid van de analysesresultaten.

Op de locatie worden een 40-tal grondkernen gestoken, evenredig verdeelt over raaien op het perceel, met een boor (diameter 2 cm) tot een diepte van 10 cm beneden maaiveld en verzameld als twee mengmonsters (0 – 5 cm en 5 – 10 cm (-mv)). Voorafgaand aan het steken van de monsters worden het gras, blad en stengels verwijderd door deze weg te knippen. De graszode (of strooisellaag) worden mee bemonsterd. Op de locatie worden 10 grondmonsters met een bekend volume (met behulp van zogenaamde pF-ringen) op een diepte van 1 – 6 cm (-mv) gestoken om de dichtheid⁴ van de bemonsterde laag te bepalen.

Doelgroep

Medewerkers, die ten behoeve van LVM bemonsterings- en/of laboratoriumwerkzaamheden verrichten.

Wijzigingen t.o.v. vorige versies

SOP LBG/410 omgezet naar LVM-BW-P410. Lay-out aangepast volgens LVM-AL-P020rev00. Tekst aangepast.

Veiligheid

Win vooraf alle informatie in over de mogelijke toxiciteit van de te bemonsteren locatie. Afhankelijk van het doel van de monsterneming en de te verwachten concentratie dienen de volgende regels in acht te worden genomen:

WERK MET HANDSCHOENEN AAN
VERVANG HANDSCHOENEN REGELMATIG
ELK CONTACT MET DE GROND ZOVEEL MOGELIJK VERMIJDEN
STRENGE HYGIËNE:
NIET ETEN
NIET DRINKEN
NIET ROKEN
WERK MET EEN STOFMASKER OP (indien de grond stuift)

Nadat de concentratie van de stof bekend is, kan in overleg met de projectleider worden besloten om de monsters en het afval dat bij de monsterneming ontstaat als “normaal” afval weg te gooien of als “vervuild afval”, behorend tot een bepaalde klasse te laten afvoeren.

Voor veiligheid aangaande alle veldwerkzaamheden wordt verwezen naar SOP LVM-BW-P604.

Monsterpot, donkerglas, inhoud bijvoorkeur 2 liter;
Bovenweger, afleesnauwkeurigheid van 0,1 g;
Wegwerphandschoenen, bijvoorbeeld Latex;
Gutsboor (diameter 2 cm);

³ Een niet-vluchtige verbinding is een stof die bij kamertemperatuur niet of bijna niet verdampt.

⁴ Massa van de grond, waarin zich vaste deeltjes, vloeistof en eventueel lucht bevinden, gedeeld door het oorspronkelijk volume van de grond.

Graszodeboor 5 cm en 10 cm
Grasschaar (een handknipschaar of een elektrische schaar met een bladbreedte van ca. 10 cm);
Reinigingsmiddel waarin de stof gemakkelijk oplost, bijvoorbeeld aceton (\pm 500 ml, in een spuitfles);
Leidingwater (\pm 10 liter);
Wegwerphanddoeken;
Monsterzakken;
Koelbox met koelementen;
Afvalcontainer met schroefdop.

Vorbereiding

Controleer of de te gebruiken apparatuur volledig en in goede conditie is. Voer een visuele controle uit op verontreiniging en/of beschadiging van de elektrode.
Zorg tevens voor een opgeladen accu.

Het selecteren van een locatie en het opzetten van de monsternemingsstrategie.

Selecteer het perceel, aan de hand van de in de opdracht of deelprojectbeschrijving gestelde voorwaarden. Bemonster het perceel in raaien die een hoek van ca. 45° maken met de vermoedelijke bewerkingsrichting⁵. Een raai mag niet langer zijn dan 2 maal de lengte van de korte zijde van het perceel. Bemonster NIET op voor het perceel niet-representatieve delen, zoals een greppel⁶, de ingang, de afrastering en binnen 10 meter afstand tot een sloot (i.v.m. het opgebracht materiaal tijdens het uitbaggeren van de sloot).
Vul het Monstername formulier voor de bemonstering van gras (LVM-BW-F423A) in, zonodig met de eigenaar/gebruiker van het perceel.

Monsterneming voor de bepaling van niet-vluchtige verbindingen.

Noteer op de potten de locatiennaam en de datum.

Werk met altijd handschoenen aan. Verzamel deze bij het verlaten van de locatie in een afvalcontainer of een plasticzak..

Bepaal minimaal twee evenwijdige raaien welke zullen worden bemonsterd.

Neem 40 representatieve steken op regelmatige afstanden over minimaal twee evenwijdige raaien.

Zorg dat bij de monstername geen gras, blad en stengels worden meegenomen door of zo te steken dat het gras, blad en stengels wordt vermeden of door het gras, blad en stengel weg te knippen.

Neem het monster, de zode wordt mee bemonsterd. Kies afhankelijk van de omstandigheden voor een van de volgende twee monsternemingsmethode:

A. Steek met de 5 cm graszode boor eerst het monster van 0 tot 5 cm (-mv) en daarna in het ontstane gat met de 10 cm graszodeboor het monster van 5 – 10 cm (-mv);

Stop de laag 0 – 5 cm (-mv) van de gestoken kern in de daarvoor bestemde pot en sluit deze af.

Stop de laag 5 – 10 cm (-mv) van de gestoken kern in de daarvoor bestemde pot en sluit deze af.

B. Steek met de gutsboor een verticale grondkern tot een diepte van 15 cm beneden maaiveld.

Stop de laag 0 – 1 cm (-mv) van de gestoken kern in de daarvoor bestemde pot en sluit deze af.

Stop de laag 1 – 2 cm (-mv) van de gestoken kern in de daarvoor bestemde pot en sluit deze af.

Stop de laag 2 – 10 cm (-mv) van de gestoken kern in de daarvoor bestemde pot en sluit deze af.

Leg de raaien en de monsterpunten vast op een situatieschets.

Bewaar de monsters donker en tussen 4 – 10°C tot eventuele verdere verwerking. Het is niet nodig de potten gekoeld te transporteren.

⁵ De bewerkingsrichting is de richting waarin de boer zijn land bewerkt (bijvoorbeeld maaien). Een greppel in een perceel geeft een indicatie over de bewerkingsrichting, die daaraan evenwijdig is.

⁶ Een greppel is een ondiep gegraven geul voor waterafvoer vanaf het oppervlak van het perceel naar de sloot.

Maak, voordat de locatie wordt verlaten, het gereedschap schoon met een met reinigingsmiddel bevochtigde tissue. Deponeer vuile tissues in de afvalcontainer.

Monsterneming ten behoeve van de bepaling van het droge volumieke massa van grond
Noteer op het etiket de locatiennaam, datum en volgnummer van het punt op de locatie. Plak dit op een monsterzak.

Werk met altijd handschoenen aan. Verzamel deze bij het verlaten van de locatie in een afvalcontainer of een plasticzak.

Neem 10 representatieve grondmonsters op regelmatige afstanden over de uitgezette raaien conform SOP LVM-BW-P401.

Leg de monsterpunten vast op de situatieschets.

Maak, voordat de locatie wordt verlaten, het gereedschap schoon met een met reinigingsmiddel bevochtigde tissue. Deponeer vuile tissues in de afvalcontainer.

VERANTWOORDELIJKHEDEN

De monsternemer is verantwoordelijk voor het correct en volgens de richtlijnen uitvoeren van de werkzaamheden. Afwijkingen hiervan dienen ter stond te worden overlegd met de coördinator Uitvoering Veldwerk.

KWALITEITSCONTROLE/KWALITEITSBORGING

Alle medewerkers die voor LVM bemonsteringswerkzaamheden uitvoeren, zullen periodiek door een RIVM-medewerker tijdens het uitvoeren van het veldwerk bezocht worden t.b.v. het waarborgen van de kwaliteit van de werkzaamheden.

SAMENHANGENDE PROCEDURES, DOCUMENTEN EN FORMULIEREN

RIVM. Formulier LVM-BW-F423A, Monstername formulier voor de monsterring van gras. Bilthoven, 2005.

RIVM. SOP LVM-BW-P401, Het volsteken van grondmonsteringen t.b.v. fysische bodemanalyse. Bilthoven, 2005.

RIVM. SOP LVM-BW-P604, Veiligheid bij het veldwerk. Bilthoven, 2005.

Bijlage 2. Onderzoeksresultaten

Tabel 1: Resultaat van de analyse van dioxines, non-ortho-, mono-ortho PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 1 (Rijnmond 1)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk); totaal gehalte in ng TEQ/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg TEQ/gram vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168376 grond 0-2 cm pr.basis	168377 grond 2-10 cm pr.basis	176376 grond 0-2 cm pr.basis	176377 grond 2-10 cm pr.basis	168386 gras jan 88%ds	168387 gras feb 88%ds	168394 gras mrt 88%ds	169967 gras apr 88%ds	171329 gras mei 88%ds	174529 gras juli 88%ds	176375 gras sept. 88%ds	170089 melk (04 mei) vet basis	171933 melk (17 juni) vet basis	172720 melk (3 juli) vet basis	176297 melk (31 aug) vet basis	
Dioxines																
2,3,7,8-TCDF	2,1	2,4	2,0	2,5	1,4	1,0	0,87	0,31	0,19	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,7,8-PeCDF	2,9	3,4	2,8	3,4	1,3	0,89	1,0	0,28	*	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4,7,8-PeCDF	4,5	4,9	4,4	5,4	1,8	1,3	1,3	0,38	0,33	<0,10	0,20	1,4	1,3	0,98	1,1	1,1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	5,3	6,1	5,3	6,5	1,5	1,1	1,7	0,43	0,30	<0,10	0,21	0,88	0,55	0,49	0,43	0,43
1,2,3,6,7,8-HxCDF	5,4	6,4	5	6,7	1,9	1,4	1,8	0,47	0,35	<0,10	0,25	0,78	0,55	0,39	0,46	0,46
2,3,4,6,7,8-HxCDF	7,8	9,3	8	10	3,1	2,1	2,5	0,64	0,46	<0,10	0,41	0,89	0,56	0,33	0,51	0,51
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,5	1,7	1,5	1,8	0,60	0,33	*	0,10	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	38	42	39	47	11	8,2	14	3,6	1,8	<0,25	1,4	0,84	0,25	<0,25	<0,25	<0,25
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2,8	3,2	2,9	3,5	1,3	0,77	0,88	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
OCDF	26	30	28	34	10	6,9	10	2,8	1,7	0,91	1,3	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2,3,7,8-TCDD	0,52	0,59	0,5	0,66	0,21	0,15	0,16	0,051	<0,05	<0,05	<0,05	0,22	0,21	0,18	0,18	0,18
1,2,3,7,8-PeCDD	2,3	3,0	2,5	3,1	0,94	0,84	0,68	0,18	0,18	<0,10	0,11	0,66	0,76	0,50	0,62	0,62
1,2,3,4,7,8-HxCDD	2,3	2,8	2,5	3,1	1,1	0,80	0,78	0,22	*	<0,10	0,14	0,41	0,35	*	0,29	0,29
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3,6	4,2	3,9	4,7	2,9	1,9	1,3	0,42	0,42	<0,10	0,35	0,93	0,83	0,65	0,79	0,79
1,2,3,7,8,9-HxCDD	3,4	4,0	3,7	4,4	1,7	1,2	1,1	0,34	0,25	<0,10	0,22	0,44	0,27	0,22	0,28	0,28
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	32	37	36	43	22	16	14	4,4	2,6	0,57	3,0	1,5	0,61	*	0,54	0,54
OCDD	92	101	102	126	46	37	39	16	6,0	12	7,6	0,69	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Totaal gehalte TEQ[lb]	9,04	10,65	9,43	11,50	3,90	2,91	2,86	0,82	0,60	0,01	0,43	2,01	1,96	1,37	1,62	1,62
Totaal gehalte TEQ [ub]	9,04	10,65	9,43	11,50	3,90	2,91	2,87	0,82	0,67	0,29	0,50	2,03	1,98	1,41	1,65	1,65
non-ortho-PCB's																
PCB 81	0,94	1,0	1,0	1,2	2,4	2,4	1,9	1,0	0,66	0,44	0,45	1,4	2,4	1,8	1,8	1,8
PCB 77	14	13	14	14	26	28	27	16	8,9	8,2	7,5	2,1	3,4	2,6	2,1	2,1
PCB 126	5,2	5,7	5,2	6,2	5,3	4,8	4,2	1,9	1,7	0,93	1,2	15	24	21	16	16
PCB 169	1,3	1,5	1,4	1,7	1,6	1,4	0,98	0,35	0,45	0,085	0,24	2,4	5,4	4,0	4,2	4,2
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,53	0,59	0,53	0,64	0,55	0,50	0,43	0,19	0,17	0,09	0,12	1,48	2,45	2,18	1,69	1,69
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,53	0,59	0,53	0,64	0,55	0,50	0,43	0,19	0,17	0,09	0,12	1,48	2,45	2,18	1,69	1,69
mono-ortho-PCB's																
PCB 123	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	25	26	24	25	25
PCB 118	303	244	319	416	267	242	260	155	75	76	75	1728	1834	1735	1698	1698
PCB 114	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	34	39	36	33	33
PCB 105	118	100	119	156	96	90	102	57	28	25	28	352	379	352	364	364
PCB 167	31	31	42	49	20	19	27	<10	<10	<10	<10	115	125	122	115	115
PCB 156	66	62	92	112	40	37	55	23	12	<10	<10	221	245	243	217	217
PCB 157	12	11	15	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	40	47	46	41	41
PCB 189	<10	<10	15	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20	27	25	24	24
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,08	0,07	0,10	0,12	0,06	0,05	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,36	0,39	0,38	0,36	0,36
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,09	0,08	0,11	0,13	0,07	0,06	0,08	0,04	0,03	0,03	0,03	0,36	0,39	0,38	0,36	0,36
Som TEQ [lb]	9,66	11,31	10,06	12,26	4,51	3,46	3,36	1,04	0,79	0,11	0,57	3,85	4,81	3,93	3,67	3,67
Som TEQ [ub]	9,66	11,32	10,06	12,27	4,52	3,47	3,38	1,06	0,87	0,41	0,65	3,88	4,83	3,97	3,69	3,69

lb met lower bound detectiegrenzen
ub met upper bound detectiegrenzen
* = interferentie

Tabel 1a: Resultaat van de analyse van indicator PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 1 (Rijnmond 1)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168376 grond 0-2 cm pr.basis	168377 grond 2-10 cm pr.basis	176376 grond 0-2 cm pr.basis	176377 grond 2-10 cm pr.basis	168386 gras jan 88%ds	168387 gras feb 88%ds	168394 gras mrt 88%ds	169967 gras apr 88%ds	171329 gras mei 88%ds	174529 gras juli 88%ds	176375 gras sept. 88%ds	170089 melk (04 mei) vet basis	171933 melk (17 juni) vet basis	172720 melk (3 juli) vet basis	176297 melk (31 aug) vet basis	
indicator-PCB's																
PCB 028	<100	<100	<100	<100	371	412	209	117	112	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 052	<100	<100	<100	122	247	237	142	112	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 101	288	232	362	494	350	311	300	199	<100	128	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 118	303	244	319	416	267	242	260	155	<100	<100	<100	1728	1834	1735	1698	
PCB 153	630	686	947	1117	512	470	619	258	144	140	134	3377	3966	3778	3601	
PCB 138	555	568	803	941	397	362	540	217	116	113	107	2409	2704	2800	2587	
PCB 180	324	394	558	633	221	220	375	107	<100	<100	<100	1187	1490	1393	1312	

Table 2: Resultaat van de analyse van dioxines, non-ortho-, mono-ortho PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 2 (Rijnmond 2)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk); totaal gehalte in ng TEQ/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg TEQ/gram vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168378 grond 0-2 cm pr.basis	168379 grond 2-10cm pr basis	176379 grond 0-2 cm pr.basis	176380 grond 2-10cm pr basis	168388 gras jan 88%ds	168389 gras feb 88%ds	168395 gras mrt 88%ds	169968 gras apr 88%ds	168395 (H) gras mrt 88%ds	171330 gras mei 88%ds	174530 gras juli 88%ds	176378 gras sept. 88%ds	170088 melk (04 mei)	171934 melk (17 juni)	172721 melk (3 juli)	176298 melk (31 aug)
Dioxines																
2,3,7,8-TCDF	2,4	2,8	2,8	2,8	2,2	1,8	1,8	1,1	2,1	0,22	<0,05	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,7,8-PeCDF	3,2	4,0	3,7	3,5	1,7	1,6	2,3	1,3	2,5	0,29	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4,7,8-PeCDF	4,3	5,9	5	5,2	1,9	2,1	3,1	1,8	3,5	0,42	<0,10	0,12	0,53	0,52	0,44	0,48
1,2,3,4,7,8-HxCDF	5,4	6,9	6	6	2,0	2,3	3,7	2,2	4,0	0,34	<0,10	0,13	0,34	0,29	0,24	*
1,2,3,6,7,8-HxCDF	5,3	6,8	6	6	2,0	2,3	3,8	2,2	4,0	0,41	<0,10	0,14	0,26	0,24	0,21	0,25
2,3,4,6,7,8-HxCDF	7,7	9,8	9	9	2,8	3,1	5,3	2,9	7,0	0,52	<0,10	0,18	0,27	0,26	0,19	0,27
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,7	2,1	1,9	2,0	0,58	0,60	*	0,58	1,2	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	43	47	44	46	15	18	32	16	32	1,2	<0,25	0,63	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2,7	3,4	3,0	3,1	0,99	1,0	1,6	0,91	1,8	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
OCDF	35	34	31	33	11	13	27	11	27	0,71	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2,3,7,8-TCDD	0,57	0,68	0,7	0,6	0,29	0,27	0,33	0,18	0,42	<0,05	<0,05	<0,05	0,061	0,070	0,058	0,05
1,2,3,7,8-PeCDD	2,3	3,8	3,1	2,8	0,94	1,1	1,4	0,83	1,5	0,18	<0,10	<0,10	0,20	0,22	0,17	0,21
1,2,3,4,7,8-HxCDD	2,4	2,9	2,9	2,9	1,0	1,0	1,6	0,86	1,7	0,22	<0,10	<0,10	0,14	0,12	<0,10	*
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3,5	4,4	4,4	4,4	1,8	1,9	2,4	1,4	2,8	0,50	<0,10	0,15	-	0,29	*	0,29
1,2,3,7,8,9-HxCDD	3,4	4,4	4,2	4,2	1,5	1,5	2,2	1,3	2,5	0,28	<0,10	<0,10	-	0,11	<0,10	0,11
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	34	44	41	40	17	18	28	15	29	2,1	0,77	1,2	0,37	0,32	0,26	0,28
OCDD	104	133	139	121	55	61	106	50	114	4,1	3,7	4,1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Totaal gehalte TEQ[lb]	9,10	12,56	11,32	10,95	4,00	4,36	6,08	3,55	7,00	0,70	0,01	0,15	0,63	0,69	0,51	0,61
Totaal gehalte TEQ [ub]	9,10	12,56	11,32	10,95	4,00	4,36	6,09	3,55	7,00	0,75	0,29	0,34	0,67	0,72	0,57	0,65
non-ortho-PCB's																
PCB 81	1,4	1,5	1,5	1,5	2,7	2,5	2,2	1,4	2,4	0,67	0,47	0,48	0,53	0,81	0,65	1,1
PCB 77	16	15	16	15	36	33	30	21	31	8,9	9,9	8,7	0,97	1,8	1,3	1,8
PCB 126	6,2	7,5	7	7	5,9	5,3	7,3	4,4	7,6	1,8	1,3	1,5	5,4	8,2	7,9	7,1
PCB 169	1,6	2,0	1,9	2,0	1,2	1,2	1,7	0,92	1,8	0,56	0,12	0,23	0,93	1,2	1,1	1,2
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,64	0,77	0,70	0,75	0,61	0,55	0,75	0,45	0,78	0,18	0,13	0,15	0,55	0,83	0,81	0,72
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,64	0,77	0,70	0,75	0,61	0,55	0,75	0,45	0,78	0,18	0,13	0,15	0,55	0,83	0,81	0,72
mono-ortho-PCB's																
PCB 123	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	*	<10	<10	<10	<10	<10	10	13
PCB 118	278	290	367	400	401	368	410	307	364	74	83	94	671	857	824	923
PCB 114	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13	19	16	19
PCB 105	102	108	138	146	150	138	154	112	135	26	29	34	122	155	162	214
PCB 167	34	37	45	55	33	31	40	24	38	<10	<10	<10	46	61	54	57
PCB 156	69	74	99	112	67	61	84	56	82	11	11	14	94	110	106	122
PCB 157	12	13	17	19	11	10	15	10	14	<10	<10	<10	16	*	19	22
PCB 189	10	11	15	18	<10	<10	12	<10	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,08	0,08	0,11	0,12	0,10	0,09	0,11	0,08	0,10	0,02	0,02	0,02	0,14	0,17	0,17	0,20
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,09	0,09	0,12	0,13	0,10	0,09	0,11	0,08	0,11	0,03	0,03	0,03	0,14	0,17	0,17	0,20
Som TEQ [lb]	9,82	13,42	12,12	11,82	4,71	4,99	6,95	4,07	7,88	0,90	0,16	0,32	1,31	1,69	1,49	1,53
Som TEQ [ub]	9,83	13,43	12,13	11,83	4,71	5,00	6,96	4,08	7,89	0,97	0,45	0,52	1,36	1,72	1,55	1,57

lb met lower bound detectiegrenzen
ub met upper bound detectiegrenzen
* = interferentie

Tabel 2a: Resultaat van de analyse van indicator PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 2 (Rijnmond 2)
 Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk)

RIKILT nr	168378	168379	176379	176380	168388	168389	168395	169968	168395 (H)	171330	174530	176378	170088	171934	172721	176298
Product	grond 0-2 cm	grond 2-10cm	grond 0-2 cm	grond 2-10cm	gras jan	gras feb	gras mrt	gras apr	gras mrt	gras mei	gras juli	gras sept.	melk (04 mei)	melk (17 juni)	melk (3 juli)	melk (31 aug)
Uitgedrukt op	pr.basis	pr basis	pr.basis	pr basis	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds				
indicator-PCB's																
PCB 028	<100	<100	<100	<100	332	377	185	155	181	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 052	<100	<100	101	<100	306	308	203	182	180	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 101	369	436	485	537	543	505	557	440	493	129	150	125	<100	<100	<100	<100
PCB 118	278	290	367	400	401	368	410	307	364	<100	<100	<100	671	857	824	923
PCB 153	744	838	1009	1192	805	771	1004	633	1008	150	188	185	1541	1805	1838	1906
PCB 138	636	745	864	1007	652	625	833	536	831	120	142	147	1095	1341	1355	1476
PCB 180	385	420	563	677	382	338	525	285	502	<100	<100	<100	571	707	671	709

Tabel 2c: Resultaat van de analyse van dioxines, non-ortho-, mono-ortho PCB's in gras (maart) afkomstig van bedrijf 2 (Rijnmond 2)
 Gehaltes in ng/kg 88% droge stof (gras); totaal gehalte in ng TEQ/kg 88% droge stof

RIKILT nr Product Uitgedrukt op RIVM code	168395 (H) gras mrt 88%ds	168336 08-03-06 88%ds 39A	168337 08-03-06 88%ds 39B	168350 16-03-06 88%ds 49A	168351 16-03-06 88%ds 49B	168356 23-03-06 88%ds 44A	168357 23-03-06 88%ds 44B	168370 29-03-06 88%ds 54A	168371 29-03-06 88%ds 54B	
Dioxines										
2,3,7,8-TCDF	2,1	2,1	2,9	1,8	2,0	2,2	2,5	1,5	1,6	
1,2,3,7,8-PeCDF	2,5	2,0	3,4	2,1	2,3	2,7	3,3	1,8	1,9	
2,3,4,7,8-PeCDF	3,5	2,8	4,8	2,9	3,1	3,7	4,4	2,5	2,6	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	4,0	3,0	5,5	3,4	3,6	4,4	5,6	3,0	3,1	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	4,0	3,0	5,5	3,3	3,6	4,5	5,4	2,9	3,1	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	7,0	3,4	7,4	4,2	4,7	5,8	7,6	4,2	4,1	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2	0,90	1,6	1,1	1,2	1,5	1,9	0,84	0,90	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	32	27	41	38	32	39	46	29	24	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1,8	1,3	2,5	1,6	1,7	2,2	2,6	1,4	1,5	
OCDF	27	20	29	30	24	31	36	22	18	
2,3,7,8-TCDD	0,42	0,28	0,54	0,35	0,35	0,44	0,58	0,31	0,32	
1,2,3,7,8-PeCDD	1,5	1,2	2,2	1,3	1,3	1,8	2,0	1,1	1,1	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,7	1,3	2,3	1,5	1,5	1,9	2,3	1,2	1,3	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2,8	2,2	3,7	2,4	2,6	3,1	3,6	2,0	2,1	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2,5	1,8	3,3	2,1	2,3	2,7	3,2	1,8	1,9	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	29	25	36	26	27	35	39	21	22	
OCDD	114	85	119	90	89	110	119	65	72	
Totaal gehalte TEQ[lb]	7,00	5,30	9,37	5,84	6,10	7,55	9,08	5,08	5,13	
Totaal gehalte TEQ [ub]	7,00	5,30	9,37	5,84	6,10	7,55	9,08	5,08	5,13	
non-ortho-PCB's										
PCB 81	2,4	2,7	2,8	2,5	2,4	2,6	2,1	1,9	1,8	
PCB 77	31	36	39	36	29	34	28	30	27	
PCB 126	7,6	7,9	13	7,1	7,1	7,8	8,4	6,3	6,1	
PCB 169	1,8	1,8	3,1	1,7	1,7	1,9	2,2	1,4	1,4	
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,78	0,81	1,31	0,73	0,73	0,81	0,87	0,64	0,62	
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,78	0,81	1,31	0,73	0,73	0,81	0,87	0,64	0,62	
mono-ortho-PCB's										
PCB 123	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
PCB 118	364	420	623	422	390	459	486	354	380	
PCB 114	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
PCB 105	135	161	207	164	149	172	179	124	137	
PCB 167	38	51	105	43	43	43	52	33	32	
PCB 156	82	106	232	94	91	93	116	71	71	
PCB 157	14	17	31	16	16	17	20	12	13	
PCB 189	12	17	49	12	13	12	*	10	<10	
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,10	0,12	0,23	0,11	0,11	0,12	0,14	0,09	0,09	
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,11	0,13	0,23	0,12	0,12	0,13	0,14	0,10	0,10	
Som TEQ [lb]	7,88	6,24	10,91	6,68	6,94	8,48	10,08	5,81	5,85	
Som TEQ [ub]	7,89	6,25	10,91	6,69	6,94	8,48	10,09	5,82	5,86	

lb met lower bound detectiegrenzen
 ub met upper bound detectiegrenzen
 * = interferentie

Tabel 3: Resultaat van de analyse van dioxines, non-ortho-, mono-ortho PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 3 (referentie 1)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk); totaal gehalte in ng TEQ/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg TEQ/gram vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168380 grond 0-2 cm pr.basis	168381 grond 2-10 cm pr.basis	176382 grond 0-2 cm pr.basis	176383 grond 2-10 cm pr.basis	168390 gras jan 88%ds	168391 gras feb 88%ds	168396 gras mrt 88%ds	169969 gras apr 88%ds	171331 gras mei 88%ds	174531 gras juli 88%ds	176381 gras sept. 88%ds	170090 melk (04 mei) vet basis	171935 melk (17 juni) vet basis	172723 melk (3 juli) vet basis	176273 melk (30 aug) vet basis
Dioxines															
2,3,7,8-TCDF	0,45	0,54	0,49	0,56	1,1	1,0	0,92	0,39	0,070	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,7,8-PeCDF	0,39	0,51	0,39	0,50	0,55	0,50	0,42	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4,7,8-PeCDF	0,49	0,57	0,50	0,61	0,60	0,58	0,51	0,30	<0,10	<0,10	<0,10	0,20	0,20	0,23	0,21
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,65	0,83	0,7	0,9	0,48	0,47	0,41	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	*	0,10	0,10	0,10
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,49	0,61	0,54	0,64	0,43	0,42	0,38	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,61	0,75	0,7	0,8	0,50	0,51	0,43	0,33	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,15	0,20	0,17	0,20	0,12	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	5,2	6,5	6	6,9	2,5	2,8	2,5	2,1	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,33	0,42	0,36	0,43	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
OCDF	5,5	7,3	7	7	1,9	2,3	2,2	1,9	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2,3,7,8-TCDD	0,055	0,068	0,07	0,08	0,096	0,093	0,067	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,7,8-PeCDD	0,18	0,23	0,22	0,22	0,31	0,35	0,16	0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,21	0,27	0,27	0,28	0,26	0,25	0,19	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,42	0,50	0,49	0,56	0,56	0,57	0,37	0,24	<0,10	<0,10	<0,10	0,17	0,21	*	*
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,38	0,46	0,45	0,52	0,51	0,49	0,34	*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5,2	6,4	6	7	5,5	5,8	4,2	3,0	0,29	<0,25	0,27	*	0,29	0,30	0,34
OCDD	28	35	34	37	16	20	15	16	0,95	1,6	0,99	<0,50	<0,50	0,69	<0,50
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,95	1,16	1,07	1,22	1,20	1,23	0,87	0,52	0,01	0,00	0,01	0,12	0,13	0,13	0,12
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,95	1,16	1,07	1,22	1,21	1,23	0,88	0,59	0,29	0,29	0,29	0,34	0,35	0,35	0,34
non-ortho-PCB's															
PCB 81	0,19	0,21	0,30	0,23	1,4	1,4	1,1	0,66	0,34	0,32	0,35	0,43	0,45	0,47	0,68
PCB 77	3,5	3,2	3,8	3,0	17	17	14	11	4,6	6,6	5,9	0,92	1,1	1,0	1,0
PCB 126	1,5	1,8	1,6	1,7	2,6	2,8	2,9	2,0	0,55	1,0	0,88	3,8	4,9	5,2	4,3
PCB 169	0,37	0,46	0,39	0,45	0,34	0,40	0,37	0,28	<0,05	*	*	0,44	0,51	0,60	0,53
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,15	0,18	0,16	0,17	0,26	0,28	0,29	0,20	0,06	0,10	0,09	0,39	0,49	0,53	0,44
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,15	0,18	0,16	0,17	0,26	0,28	0,29	0,20	0,06	0,10	0,09	0,39	0,49	0,53	0,44
mono-ortho-PCB's															
PCB 123	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 118	77	61	67	61	191	192	165	116	41	56	65	375	507	503	513
PCB 114	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 105	33	28	29	28	68	69	56	42	15	19	22	77	101	105	111
PCB 167	10	10	<10	<10	14	15	16	11	<10	<10	<10	25	33	35	38
PCB 156	19	18	18	18	25	27	29	20	<10	<10	<10	47	61	64	65
PCB 157	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	11	12
PCB 189	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,07	0,10	0,10	0,10
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,08	0,10	0,11	0,11
Som TEQ [lb]	1,12	1,37	1,25	1,41	1,51	1,55	1,20	0,74	0,07	0,11	0,11	0,57	0,72	0,75	0,66
Som TEQ [ub]	1,13	1,38	1,26	1,42	1,52	1,56	1,22	0,83	0,37	0,42	0,41	0,81	0,94	0,99	0,89

lb met lower bound detectiegrenzen
ub met upper bound detectiegrenzen
* = interferentie

Tabel 3a: Resultaat van de analyse van indicator PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 3 (referentie 1)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168380 grond 0-2 cm pr.basis	168381 grond 2-10 cm pr.basis	176382 grond 0-2 cm pr.basis	176383 grond 2-10 cm pr.basis	168390 gras jan 88%ds	168391 gras feb 88%ds	168396 gras mrt 88%ds	169969 gras apr 88%ds	171331 gras mei 88%ds	174531 gras juli 88%ds	176381 gras sept. 88%ds	170090 melk (04 mei) vet basis	171935 melk (17 juni) vet basis	172723 melk (3 juli) vet basis	176273 melk (30 aug) vet basis	
indicator-PCB's																
PCB 028	<100	<100	<100	<100	237	186	114	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 052	<100	<100	<100	<100	195	182	124	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 101	<100	<100	<100	<100	302	304	260	160	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 118	<100	<100	<100	<100	191	192	165	116	<100	<100	<100	375	507	503	513	513
PCB 153	225	229	228	222	400	404	422	277	<100	124	125	817	1159	1093	1202	1202
PCB 138	187	188	188	180	306	310	344	228	<100	<100	<100	584	787	800	826	826
PCB 180	114	105	105	101	153	165	192	117	<100	<100	<100	269	400	406	474	474

Table 4: Resultaat van de analyse van dioxines, non-ortho-, mono-ortho PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 4 (referentie 2)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk); totaal gehalte in ng TEQ/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg TEQ/gram vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168382 grond 0-2 cm pr.basis	168383 grond 2-10cm pr.basis	176385 grond 0-2 cm pr.basis	176386 grond 2-10cm pr.basis	168392 gras feb 88%ds	168397 gras mrt 88%ds	169970 gras apr 88%ds	171332 gras mei 88%ds	174532 gras juli 88%ds	176384 gras sept. 88%ds	172722 melk (3 juli) vet basis	176271 melk (31 aug) vet basis
Dioxines												
2,3,7,8-TCDF	0,70	0,81	0,7	0,9	0,93	0,57	0,37	0,062	<0.05	0,052	<0.05	<0.05
1,2,3,7,8-PeCDF	0,89	0,95	0,8	1,2	0,58	0,50	0,34	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
2,3,4,7,8-PeCDF	1,2	1,4	1,2	1,9	0,70	0,70	0,48	<0.10	<0.10	<0.10	0,31	0,30
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,8	2,0	1,7	2,5	0,69	0,84	0,71	<0.10	<0.10	<0.10	0,23	0,23
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,5	1,7	1,4	2,2	0,64	0,76	0,54	<0.10	<0.10	<0.10	0,14	0,13
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,9	2,1	2,0	2,7	0,81	0,92	0,70	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,10
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,37	0,43	0,38	0,52	0,17	*	0,14	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	11	12	11	13	3,4	4,8	4,9	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,76	0,88	0,8	1,0	0,28	0,38	0,30	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
OCDF	9,5	13	10	12	2,6	4,3	4,2	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
2,3,7,8-TCDD	0,16	0,18	0,19	0,27	0,10	0,089	0,061	<0.05	<0.05	<0.05	0,071	0,08
1,2,3,7,8-PeCDD	1,2	1,0	0,9	2,0	0,37	0,37	0,26	<0.10	<0.10	<0.10	0,10	0,14
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,97	1,1	1,1	1,7	0,39	0,46	0,27	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,4	1,7	1,5	2,5	0,83	0,76	0,45	<0.10	<0.10	<0.10	0,16	*
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,5	1,7	1,6	3,0	0,73	0,75	0,42	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	12	14	12	16	8,6	7,8	4,3	0,34	<0.25	0,27	<0.25	<0.25
OCDD	33	41	35	40	23	23	13	1,3	1,2	0,87	<0.50	<0.50
Totaal gehalte TEQ[lb]	3,27	3,40	3,04	5,16	1,50	1,47	1,03	0,01	0,00	0,01	0,38	0,42
Totaal gehalte TEQ [ub]	3,27	3,40	3,04	5,16	1,50	1,48	1,03	0,29	0,29	0,29	0,44	0,47
non-ortho-PCB's												
PCB 81	0,44	0,49	0,47	0,53	1,6	1,2	0,69	0,29	0,31	0,33	0,88	1,1
PCB 77	5,4	5,5	5,1	5,3	20	17	10	4,4	6,6	4,9	1,8	1,4
PCB 126	1,9	2,2	1,9	2,1	3,0	3,1	1,8	0,43	1,1	0,48	9,2	6,3
PCB 169	0,47	0,52	0,47	0,55	0,42	0,45	0,29	*	0,07	<0.05	0,97	0,80
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,20	0,22	0,19	0,22	0,31	0,31	0,19	0,04	0,11	0,05	0,93	0,64
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,20	0,22	0,19	0,22	0,31	0,31	0,19	0,04	0,11	0,05	0,93	0,64
mono-ortho-PCB's												
PCB 123	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	14	14
PCB 118	106	91	91	101	242	192	120	43	57	64	922	951
PCB 114	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	19	22
PCB 105	42	39	38	43	85	71	44	14	23	22	212	212
PCB 167	13	13	12	13	20	17	<10	<10	<10	<10	69	66
PCB 156	28	25	25	29	39	33	21	<10	<10	<10	132	124
PCB 157	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	24	22
PCB 189	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	16	14
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,20	0,20
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,20	0,20
Som TEQ [lb]	3,50	3,65	3,26	5,41	1,86	1,83	1,24	0,06	0,11	0,06	1,52	1,26
Som TEQ [ub]	3,51	3,66	3,27	5,42	1,87	1,85	1,26	0,36	0,42	0,36	1,57	1,32

lb met lower bound detectiegrenzen
ub met upper bound detectiegrenzen
* = Interferentie

Tabel 4a: Resultaat van de analyse van indicator PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 4 (referentie 2)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk)

RIKILT nr	168382	168383	176385	176386	168392	168397	169970	171332	174532	176384	172722	176271
Product	grond 0-2 cm	grond 2-10cm	grond 0-2 cm	grond 2-10cm	gras feb	gras mrt	gras apr	gras mei	gras juli	gras sept.	melk (3 juli)	melk (31 aug)
Uitgedrukt op	pr.basis	pr.basis	pr.basis	pr.basis	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	88%ds	vet basis	vet basis
indicator-PCB's												
PCB 028	<100	<100	<100	<100	222	126	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 052	<100	<100	<100	<100	200	120	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 101	<100	<100	<100	<100	348	238	146	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 118	106	<100	<100	101	242	192	120	<100	<100	<100	922	951
PCB 153	274	267	268	277	510	419	266	<100	125	<100	2083	2124
PCB 138	231	210	209	231	399	337	209	<100	<100	<100	1584	1557
PCB 180	117	110	123	120	214	<100	107	<100	<100	<100	871	822

Tabel 5: Resultaat van de analyse van dioxines, non-ortho-, mono-ortho PCB's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 5 (referentie 3)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk); totaal gehalte in ng TEQ/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg TEQ/gram vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168384 grond 02-cn pr.basis	168385 grond 2-10 cm pr.basis	176388 grond 02-cn pr.basis	176389 grond 2-10 cm pr.basis	168393 gras feb 88%ds	168398 gras mrt 88%ds	169971 gras apr 88%ds	171333 gras mei 88%ds	174533 gras juli 88%ds	176387 gras sept. 88%ds	170091 melk (04 mei) vet basis	171936 melk (16 juni) vet basis	173169 melk (11 juli) vet basis	176272 melk (31 aug) vet basis	
Dioxines															
2,3,7,8-TCDF	0,83	1,1	0,9	1,1	0,73	0,47	0,24	<0,05	<0,05	0,056	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2,3,7,8-PeCDF	1,2	1,5	1,1	1,5	0,50	0,36	0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
2,3,4,7,8-PeCDF	1,7	2,1	1,7	2,2	0,60	0,48	0,24	<0,10	<0,10	<0,10	0,29	0,25	0,20	0,29	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2,3	2,8	2,1	3,0	0,55	0,59	0,30	<0,10	<0,10	<0,10	0,20	0,16	0,16	0,14	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,2	2,7	1,9	2,8	0,54	0,54	0,27	<0,10	<0,10	<0,10	0,15	0,12	0,12	*	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2,7	3,3	2,5	3,5	0,64	0,65	0,33	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	0,14	<0,10	0,11	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,49	0,61	0,48	0,66	0,13	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	14	17	13	17	2,9	3,4	1,6	<0,25	<0,25	0,33	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,94	1,1	0,9	1,2	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	
OCDF	11	15	12	14	2,2	2,9	1,4	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	
2,3,7,8-TCDD	0,19	0,28	0,24	0,35	0,074	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2,3,7,8-PeCDD	1,4	2,0	1,4	2,3	0,32	0,28	0,19	<0,10	<0,10	<0,10	0,17	<0,10	<0,10	<0,10	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,6	1,9	1,4	2,3	0,33	0,30	0,15	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2,2	2,5	1,9	2,9	0,67	0,52	0,27	<0,10	<0,10	<0,10	*	0,12	0,10	0,13	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2,6	3,0	2,2	3,4	0,59	0,50	0,26	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	17	19	15	21	6,9	5,4	2,9	*	<0,25	0,52	0,31	<0,25	<0,25	<0,25	
OCDD	37	45	42	48	18	15	8,9	1,3	1,0	2,0	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	
Totaal gehalte TEQ[lb]	4,30	5,56	4,17	6,19	1,24	0,99	0,54	0,00	0,00	0,01	0,36	0,18	0,14	0,18	
Totaal gehalte TEQ [ub]	4,30	5,56	4,17	6,19	1,24	1,05	0,61	0,29	0,29	0,29	0,47	0,38	0,35	0,39	
non-ortho-PCB's															
PCB 81	0,37	0,50	0,39	0,54	1,1	0,88	0,67	0,27	0,31	0,35	0,43	0,43	0,44	0,66	
PCB 77	4,7	5,3	4,4	5,2	15	12	11	3,9	6,0	5,0	0,90	0,99	1,1	0,95	
PCB 126	2,2	2,9	2,2	2,9	2,2	2,1	1,5	0,44	0,82	0,59	4,4	4,8	4,6	4,2	
PCB 169	0,53	0,70	0,54	0,70	0,33	0,33	0,20	<0,05	0,066	0,050	0,57	0,57	0,54	0,60	
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,23	0,30	0,23	0,29	0,23	0,22	0,16	0,04	0,08	0,06	0,44	0,48	0,46	0,43	
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,23	0,30	0,23	0,29	0,23	0,22	0,16	0,05	0,08	0,06	0,44	0,48	0,46	0,43	
mono-ortho-PCB's															
PCB 123	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
PCB 118	81	105	85	111	170	129	103	40	55	65	468	523	485	555	
PCB 114	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	10	11	
PCB 105	33	45	36	48	62	47	38	13	21	23	90	113	108	117	
PCB 167	12	16	13	16	12	10	<10	<10	<10	<10	37	36	34	37	
PCB 156	24	32	25	34	24	18	15	<10	<10	<10	64	71	66	68	
PCB 157	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	13	12	13	
PCB 189	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Totaal gehalte TEQ[lb]	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,09	0,11	0,10	0,11	
Totaal gehalte TEQ [ub]	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,10	0,11	0,11	0,12	
Som TEQ [lb]	4,55	5,89	4,42	6,51	1,50	1,24	0,72	0,05	0,09	0,08	0,90	0,78	0,71	0,72	
Som TEQ [ub]	4,56	5,90	4,44	6,52	1,52	1,31	0,80	0,36	0,40	0,38	1,01	0,98	0,91	0,93	

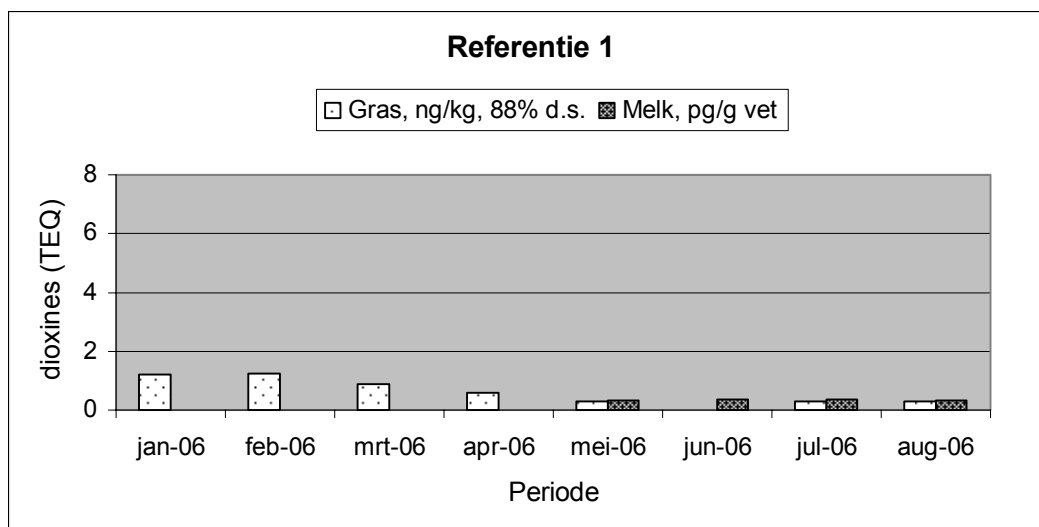
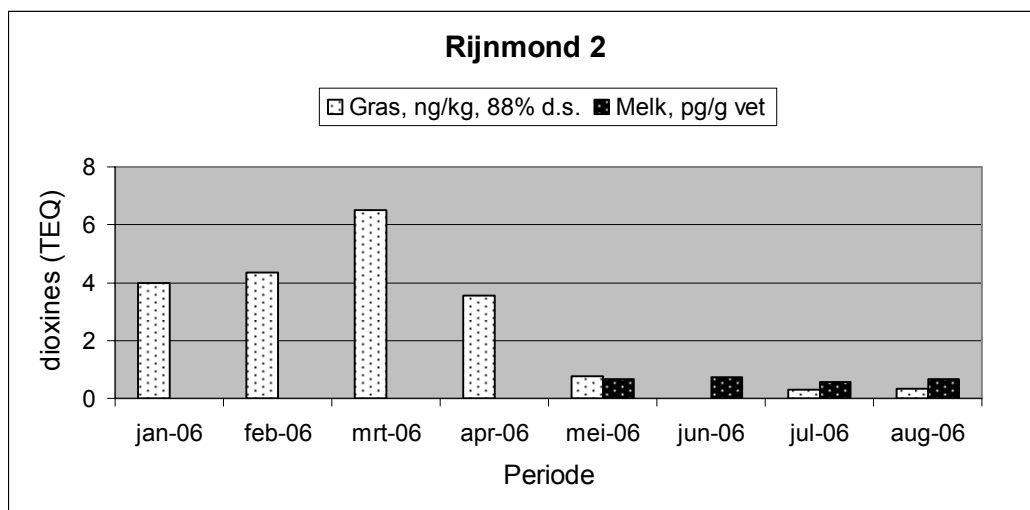
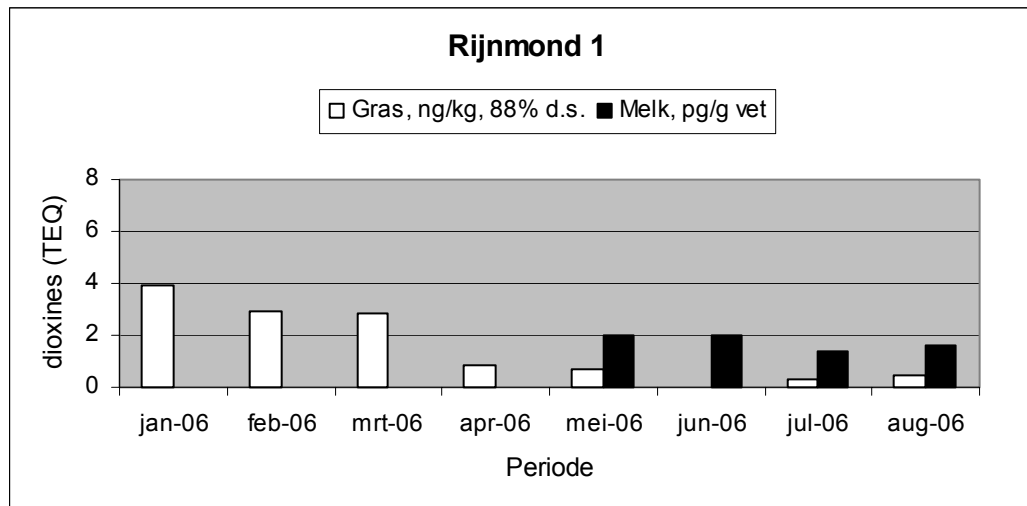
lb met lower bound detectiegrenzen
ub met upper bound detectiegrenzen
* = interferentie

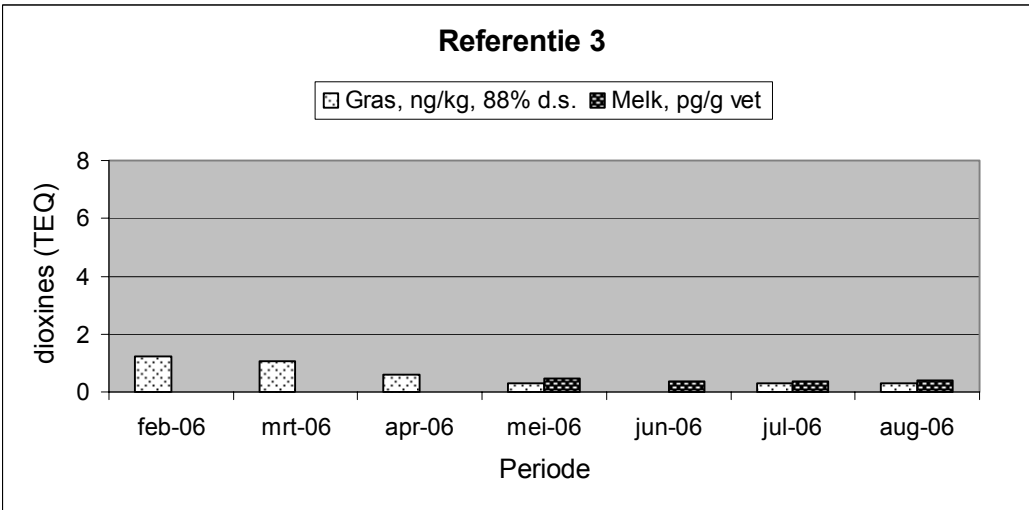
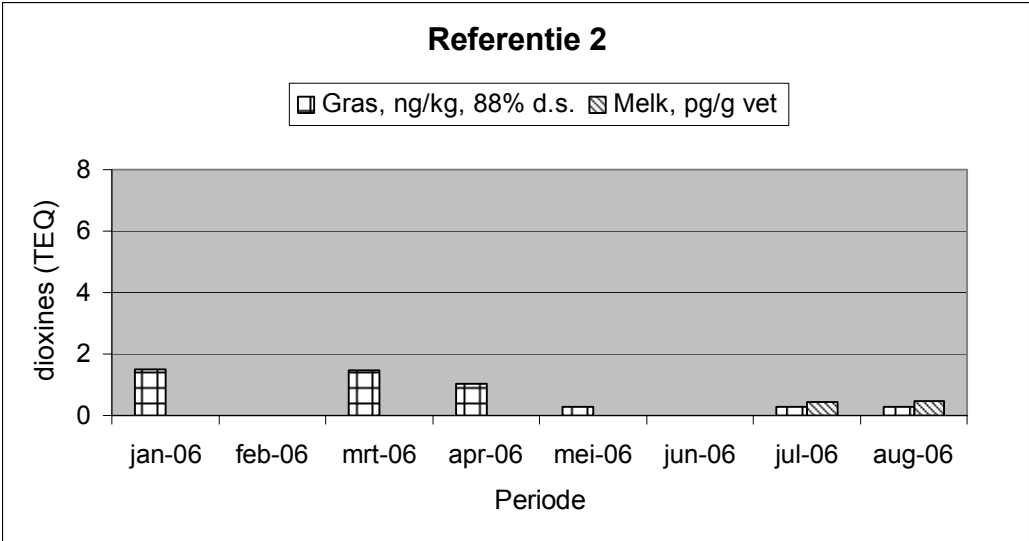
Tabel 5a: Resultaat van de analyse van indicator pcb's in grond, gras en melk afkomstig van bedrijf 5 (referentie 3)

Gehaltes in ng/kg product (grond) of 88% droge stof (gras) of pg/g vet (melk)

RIKILT nr Product Uitgedrukt op	168384 grond 02-cm pr.basis	168385 grond 2-10 cm pr.basis	176388 grond 02-cm pr.basis	176389 grond 2-10 cm pr.basis	168393 gras feb 88%ds	168398 gras mrt 88%ds	169971 gras apr 88%ds	171333 gras mei 88%ds	174533 gras juli 88%ds	176387 gras sept. 88%ds	170091 melk (04 mei) vet basis	171936 melk (16 juni) vet basis	173169 melk (11 juli) vet basis	176272 melk (31 aug) vet basis
indicator-PCB's														
PCB 028	<100	<100	<100	<100	186	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 052	<100	<100	<100	<100	169	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 101	<100	<100	<100	<100	253	179	138	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
PCB 118	<100	105	<100	111	170	129	103	<100	<100	<100	468	523	485	555
PCB 153	258	351	266	342	353	264	195	<100	<100	106	1141	1235	1048	1201
PCB 138	214	237	226	294	267	211	159	<100	<100	<100	799	865	806	866
PCB 180	113	153	118	151	134	108	<100	<100	<100	<100	381	466	399	406

Dioxinegehaltenes in gras en melk per bedrijf





Tabel 6. Bodemgehalten van dioxines in het Rijnmondgebied en op referentielocaties: Vergelijking met referentiewaarden. Bodemgehalten zijn uitgedrukt in ng TEQ/kg bodem op droge stof basis. In het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van WHO-TEQ, referentiewaarden zijn in I-TEQ. Voor de betrokken bedrijven bedroeg voor de WHO- TEQ → I-TEQ de conversiefactor 0,87.

Dit onderzoek				
Bedrijf	Januari 2006		Augustus 2006	
	Bodemdiepte		Bodemdiepte	
	0-2 cm	2-10 cm	0-2 cm	2-10 cm
Rijnmond 1	16,7	17,0	17,3	17,0
Rijnmond 2	23,3	24,5	23,5	19,4
Referentie 1	1,7	1,7	1,7	1,8
Referentie 2	5,3	4,7	4,8	6,9
Referentie 3	7,6	7,7	6,6	8,3

Referentiewaarden

De Jong *et al.* (1990) vermelden waarden voor dioxines in het Rijnmondgebied en twee referenties in Bergambacht (ZH). De onderzochte weilanden in het Rijnmondgebied vertoonden een 3-5 hoger bodemgehalte dan de referentielocaties. Het dioxine bleek vrij homogeen verdeeld te zijn in de top laag van 0-2 cm. Het gehalte in de 2-10 cm laag bleek variabel, maar was gemiddeld de helft van dat in de top laag. Op een diepte beneden 10 cm (10-25 cm) waren dioxines vrijwel niet aantoonbaar. Van den Berg *et al.*, 1994 geven referentiewaarden voor het dioxinegehalte in Nederlandse bodem (0-5 cm). Uitgaande van een log-normale verdeling werd een mediaan van 4,3 ng I-TEQ/kg d.s. berekend, waarbij 95% van de waarnemingen tussen de 1,4 en 13,9 ng I-TEQ/kg d.s. lagen (deze waarden worden representatief gehouden voor niet met slib behandelde graslandpercelen. Op andere graslandpercelen, waar wel grondbewerking wordt toegepast, worden lagere gehalten verwacht, tenzij er sprake is van lokale bronnen).

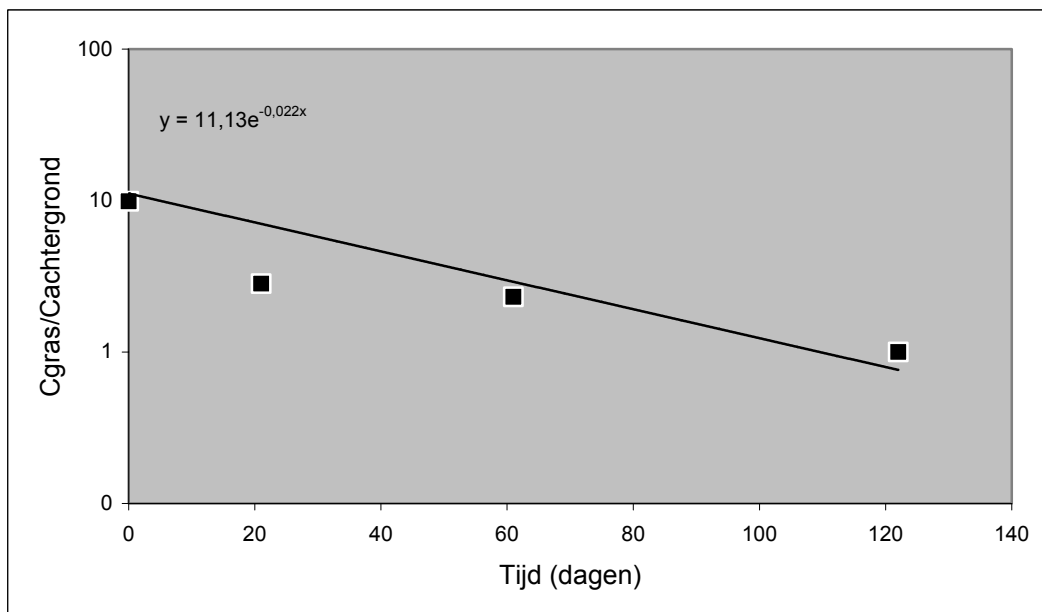
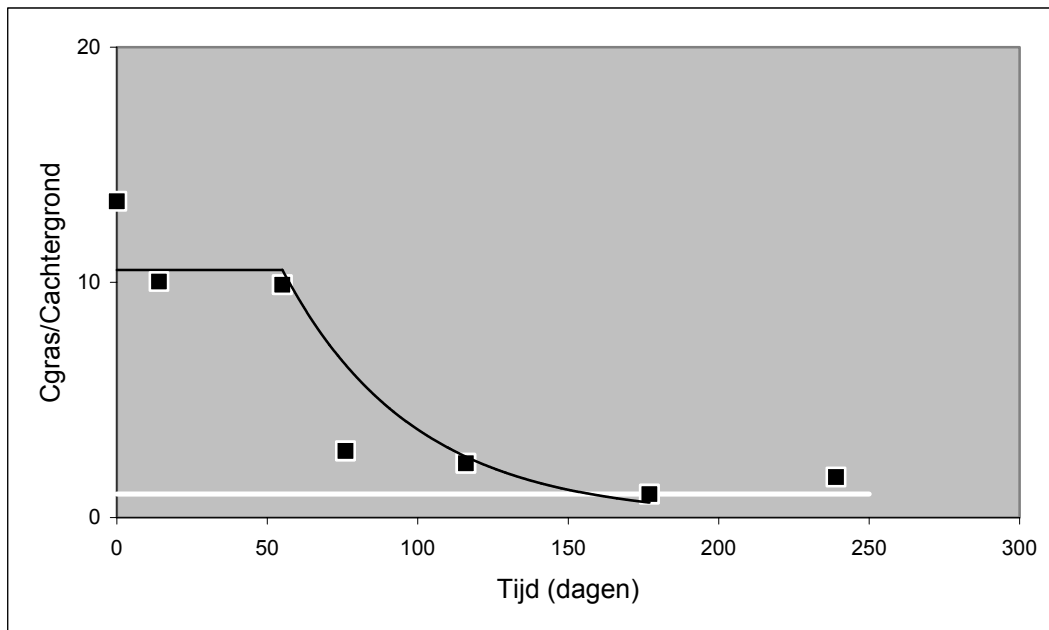
Rijnmondgebied

Bedrijf	Bodemdiepte		
	0-1 cm	1-2 cm	2-10
B2	22 ± 4	27 ± 5	26 ± 5
C2	22 ± 4	13 ± 3	10 ± 3
D2	25 ± 4	28 ± 5	16 ± 3
H2	51 ± 9	55 ± 9	19 ± 3
K2	18 ± 3	21 ± 4	10 ± 3
R2 (referentie, Bergambacht, ZH)	9 ± 3	3 ± 3	9 ± 3
S2 (referentie, Bergambacht, ZH)	5 ± 3	1 ± 3	2 ± 3

Bijlage 3. Afname van dioxines op gras: januari – september 2006

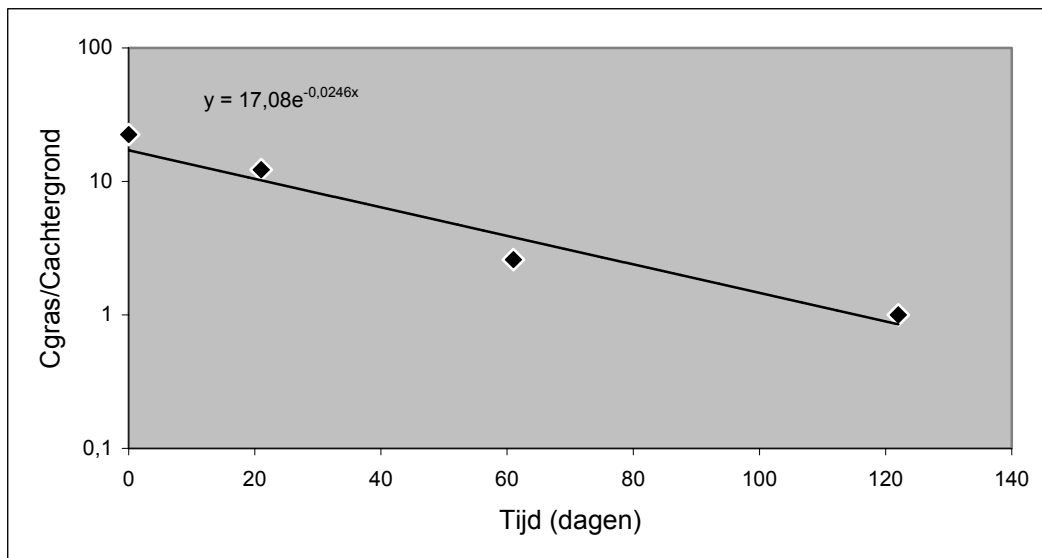
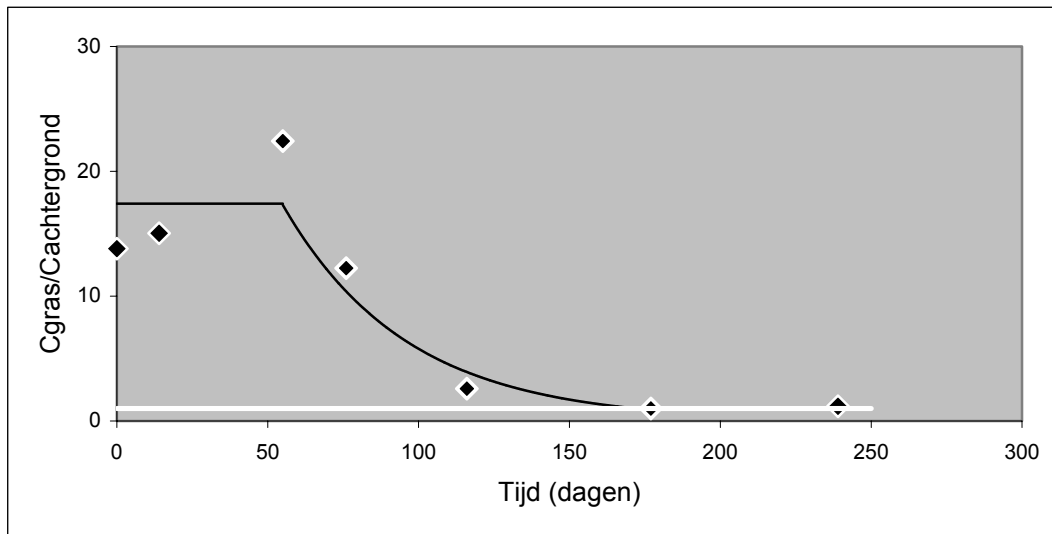
Aangenomen is dat het dioxinegehalte van gras in de periode tussen januari en maart op winterniveau is. Door groei zal dit gehalte daarna volgens een (aangenomen) exponentieel verband afnemen tot het in de zomer aanwezige achtergrondniveau van 0,3 ng TEQ/kg d.s. De onderstaande figuren geven dit verband voor de verschillende locaties weer. Zoals te zien is verschilt de karakteristieke tijd waarmee het dioxinegehalte tijdens de groei met de helft afneemt (half-waardetijd) tussen de verschillende locaties niet veel.

Rijnmond 1



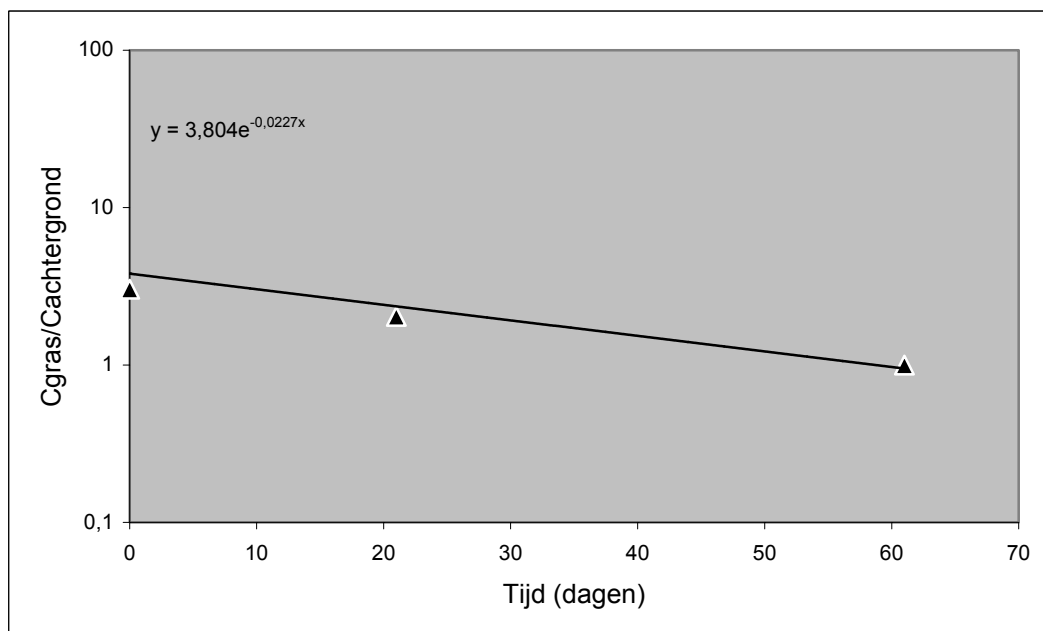
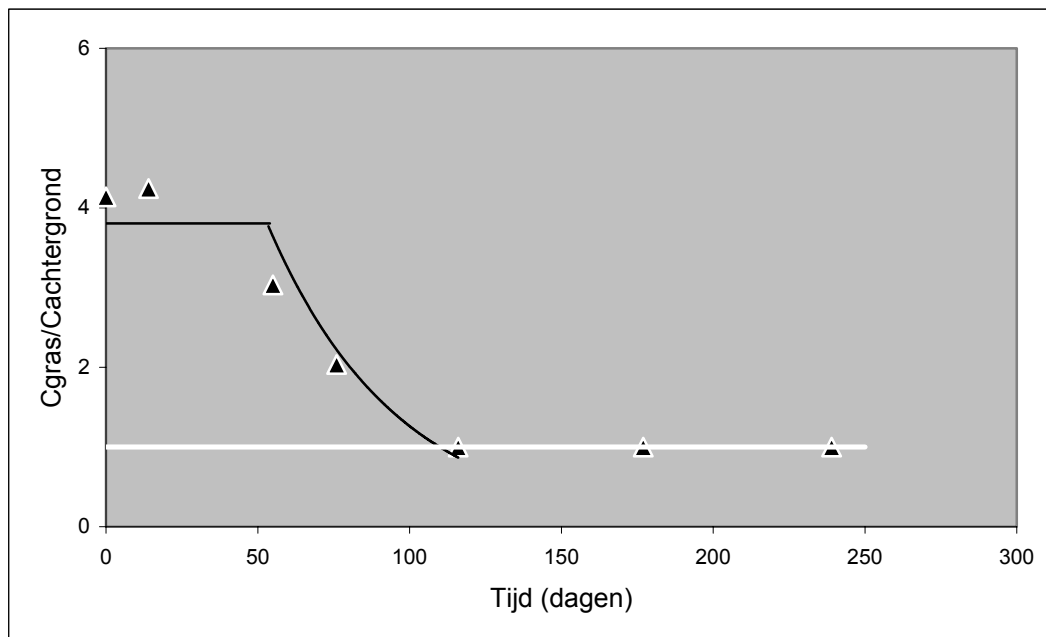
$T_{1/2} = 32$ dagen

Rijnmond 2



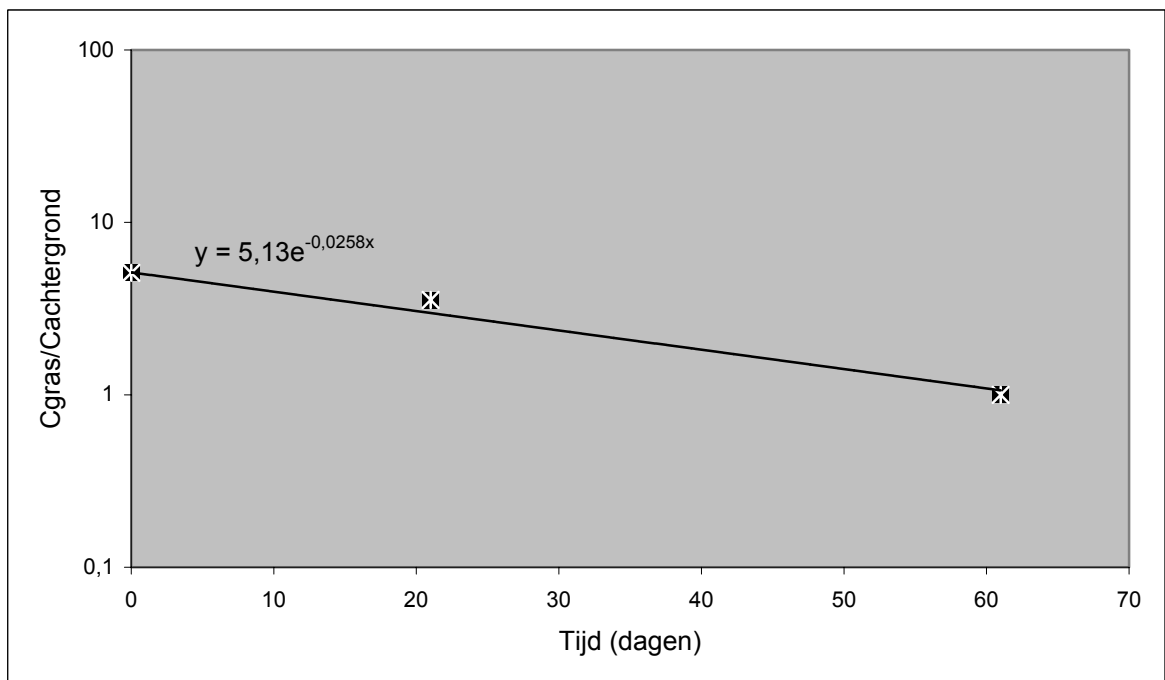
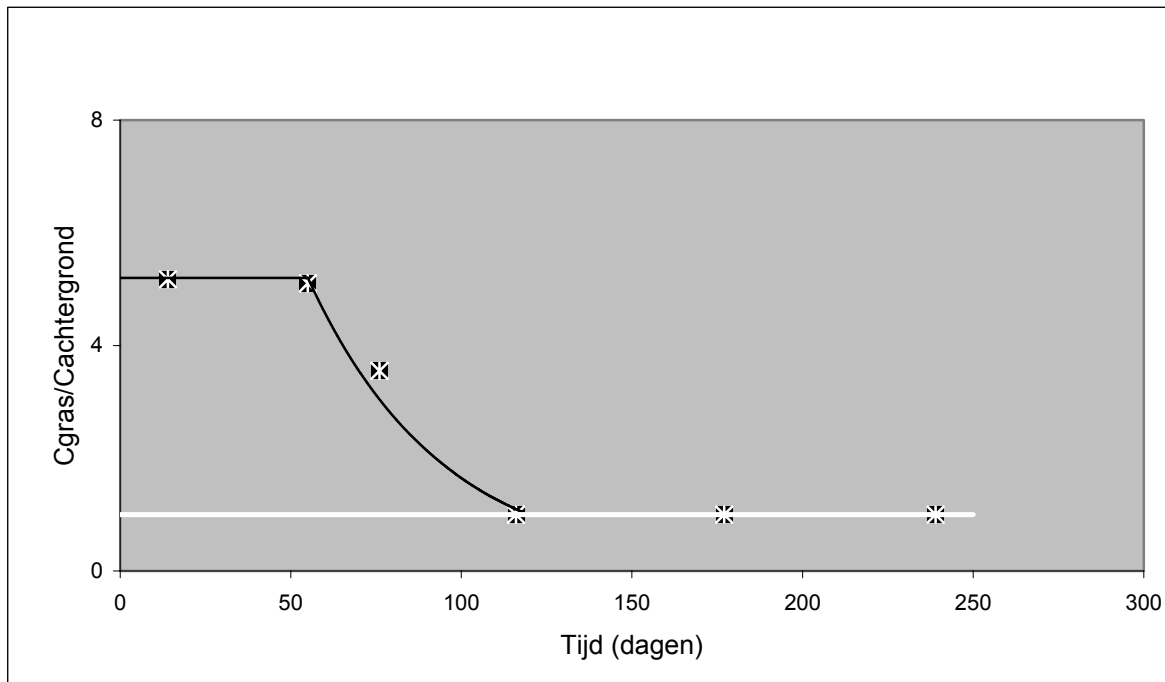
$T_{1/2} = 28$ dagen

Referentie 1



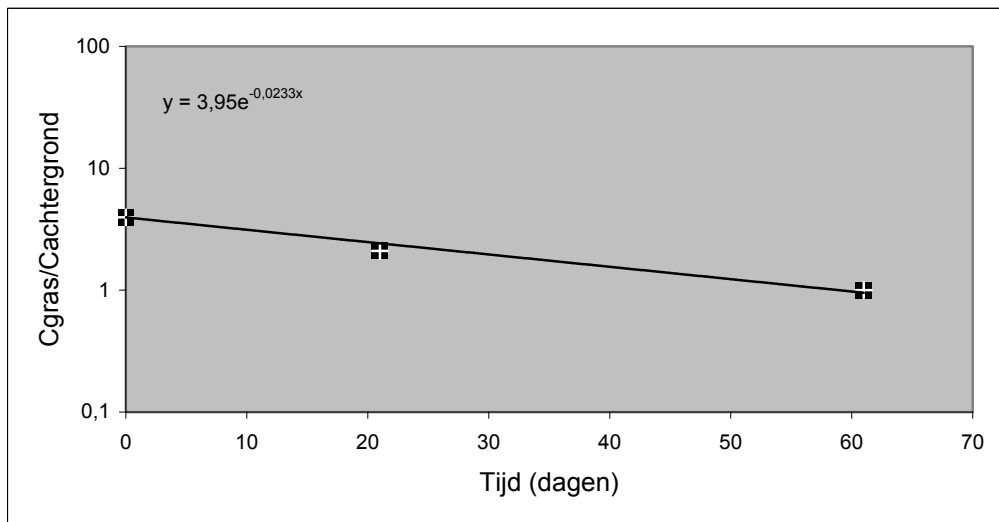
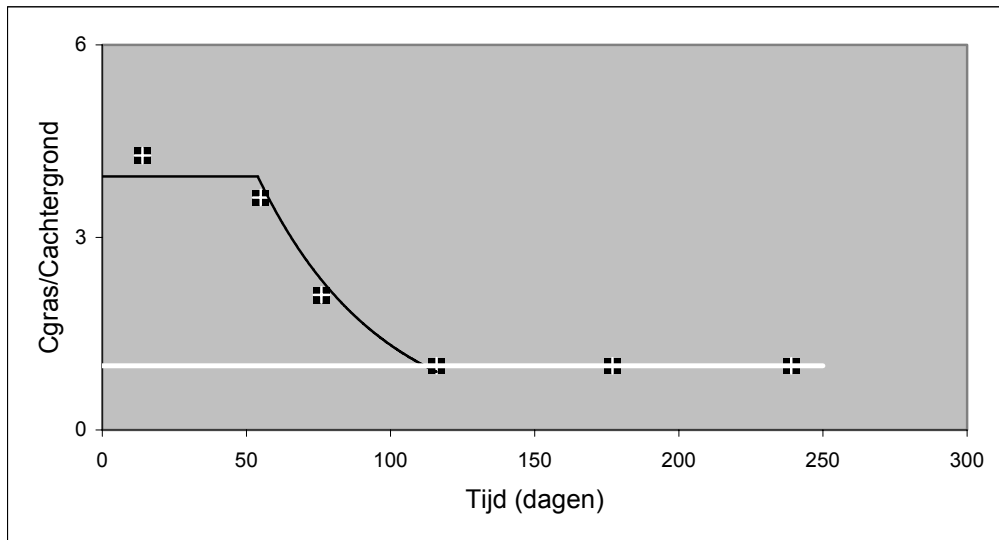
$T_{1/2} = 31$ dagen

Referentie 2



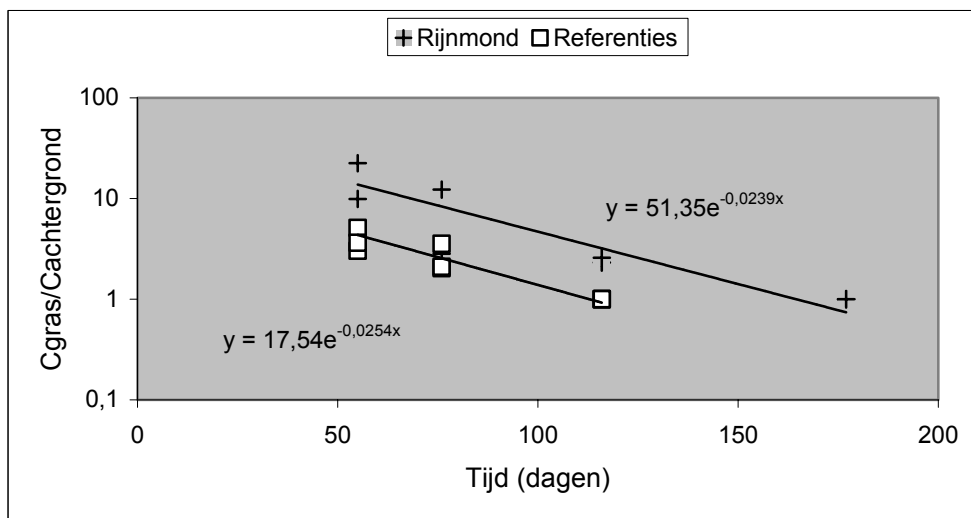
$T_{1/2} = 27$ dagen

Referentie 3



$T_{1/2} = 30$ dagen

Rijnmond + Referenties



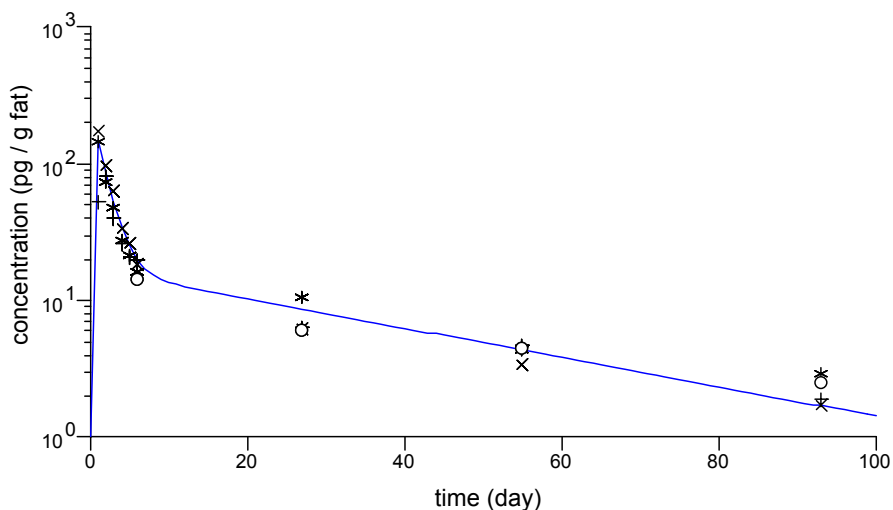
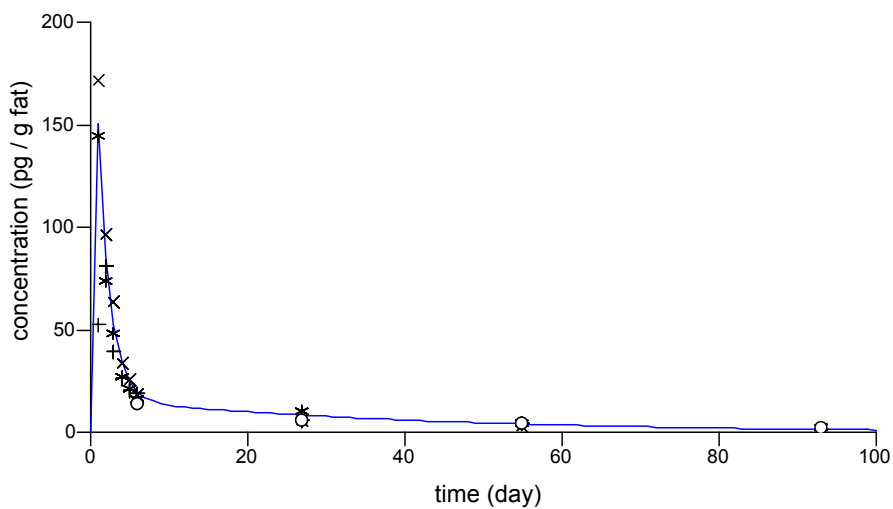
$T_{1/2}$: Referenties: 27 dagen; Rijnmond: 29 dagen.

Bijlage 4. Modelling van de overdracht dioxines in het rund

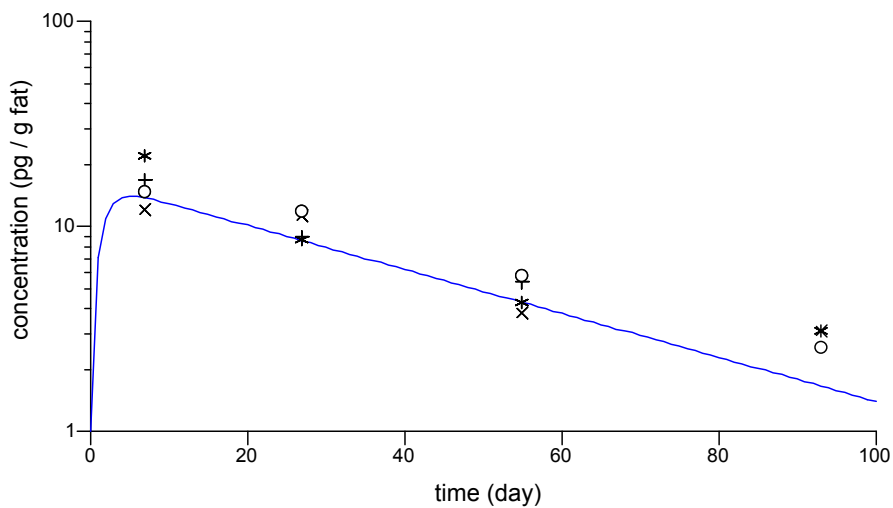
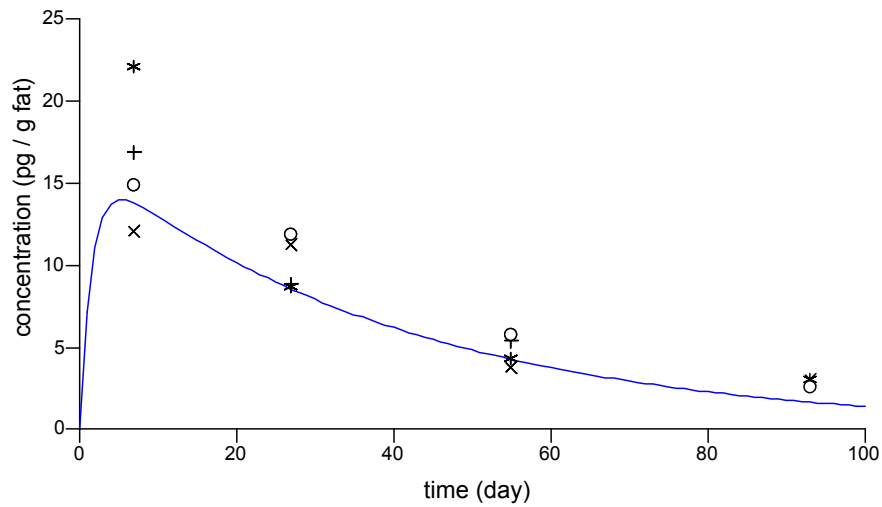
Uitgangsmodel: 2,3,7,8-TCDD (Derks *et al.*, 1993)

Het uitgangsmodel voor dioxines in de koe is gebaseerd op toxicokinetische experimenten in de lacterende koe zoals beschreven in Olling *et al.*, (1990, 4 individuele koeien, stootbelasting in maag (in olie) = 2000 ng). PBPK-modellering voor dioxines in de koe zoals beschreven in Derks *et al.*, (1993; 1994). Onderstaande figuren tonen de resultaten van de modelcalibratie voor het dioxine 2,3,7,8-TCDD. Vergelijkbare calibraties werden voor andere dioxines gevonden (Van Eijkeren, niet gepubliceerd resultaten)

Resultaat calibratie in melkvet (lineaire resp. logaritmische schaal)



Resultaat modelcalibratie in vetweefselvet (lineaire en logaritmische schaal)



Literatuur

- Olling, M. *et al.* (1990) De toxicokinetiek van polychloor-dibenzo-p-dioxines en -furanen in de lacterende koe, RIVM rapport 3289004-001.
- Derks, H.J.G.M. *et al.* (1993) Een fysiologisch farmacokinetisch model voor 2,3,7,8-TCDD in de koe. RIVM rapport 643810-001.
- Derks, H.J.G.M., Berende, P.L.M., Olling, M., Everts, H., Liem, A.K.D. and A.P.J.M. de Jong (1993) Pharmacokinetic modeling of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and furans (PCDFs) in cows, *Chemosphere*, 28, 4, 711 -715.

Model application: transfer of dioxins from contaminated feed to milk

In 2004 the PBPK model for 2,3,7,8-TCDD as developed by Derks *et al.* was used to simulate the transfer of total TEQ, i.e. the sum of dioxin and PCB TEQ, from feed contaminated with dioxin containing clay adhering to potato peelings to cow's milk (Dutch Food and Consumer Product Safety Authority, 'Advies inzake verhoogd gehalte dioxines in rundervet', Fig. 1, dd. 03-11-2004). In order to simulate this transfer the PBPK model had to be recalibrated with respect to with respect to the unknown fraction of total TEQ absorbed from peelings and with respect to the unknown starting date of the contamination (see below). Apart from data on the intake of dioxins from feed (90 ng total TEQ/day) three milk fat data points and one adipose tissue were made available by the FCPSA. The milk fat data were used for recalibration of the model, whereas the adipose tissue datum was used for verification. Additional data on the decrease of total TEQ in milk after the exposure to potato peelings had stopped were supplied by Dr. W.A. Traag of the RIKILT-Institute of Food Safety, Wageningen The Netherlands.

The adapted PBPK model derived from a model presented by Derks *et al.*⁴ was employed to analyse the kinetics of milk contamination and to predict the decontamination after cessation of feeding the contaminated potato peelings. The model (see figure below) consists of five physiological compartments, blood for transport, liver for biotransformation of the dioxins, fat for storage of these highly lipophylic compounds, slowly perfused tissues (muscle, bone and skin) and richly perfused tissues (kidneys, intestine, etc.). Transport from blood into the other compartments is assumed to be flow limited but for the fat compartment. Diffusion limitation in the fat compartment is modelled by an effective flow reduction of 1/3 (Derks *et al.*). Derks *et al.* modelled an explicit udder compartment as well, but as blood and udder compartment are almost instantaneously in equilibrium, excretion through milk is modelled as excretion from the compartment directly. Oral uptake is assumed to be delivered in the liver compartment.

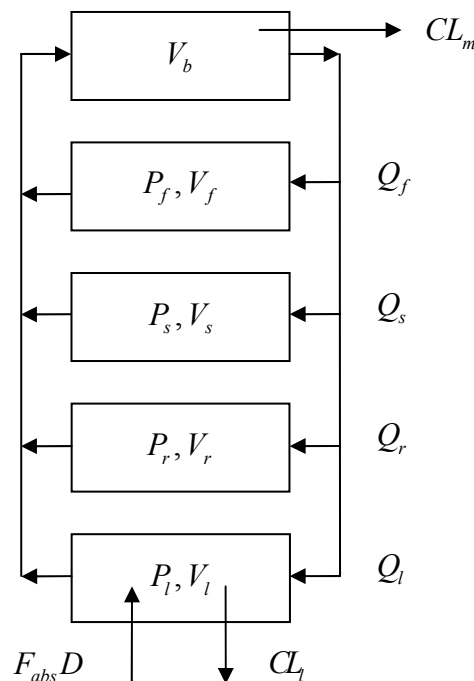


Figure 1. PBPK model for dioxins in lactating cows. A fraction F_{abs} of the daily dose D of dioxins is absorbed over the gut wall into the liver. Regional blood flows Q determine transport to the different compartments of volume V . The distribution over the body is determined by tissue:blood partition coefficients P . Dioxins are cleared from the body by metabolism in the liver, CL_l , and excretion through milk fat, CL_m .

In comparison with the basic model of Derks *et al.* the model needed recalibration with respect to the unknown fraction absorbed from peelings and with respect to the unknown starting date of the contamination⁷. As stated before three samples in milk served this model calibration. Model fitting was performed by varying the day of start of contamination, relative to the first sample time point, discontinuously (day by day) and fitting the fraction absorbed automatically by optimizing the loglikelihood criterion. The day with maximum loglikelihood was chosen as the starting day. Knowing the date of cessation the contamination, the calibrated model was used to estimate the time course of decontamination of milk.

Milk from the most contaminated farm was regularly sampled and analysed by GC/HRMS. Cows at this farm received up to 20 kg of the wet potato peels per day, amounting to a daily exposure of about 90 ng TEQ/day. Levels are shown below, asterisks denote the samples in milk used for recalibration of the fraction absorbed from peelings and the day of start of contamination, crosses denote milk samples after cessation of the contamination and the open circle denotes a sample taken from subcutaneous fat. Based on three the milk samples marked with an asterisk in the figure the start of contamination was estimated to be 17 days before sampling of the first data point. The fraction absorbed was estimated to be 43%. The corresponding calculated steady-state level after about 150 days is 23 pg TEQ/g fat, and the carry-over rate for total TEQ 0.26. In agreement with previous studies, after start/cessation of feeding the contaminated peels, there was a rapid first rise/decline, followed by a much slower one. The calculated half-life for the slow elimination phase was about 4 weeks. In practice, levels decreased 50% during the first week and then required two months to decrease to the residue limit of 3 pg TEQ/g fat.

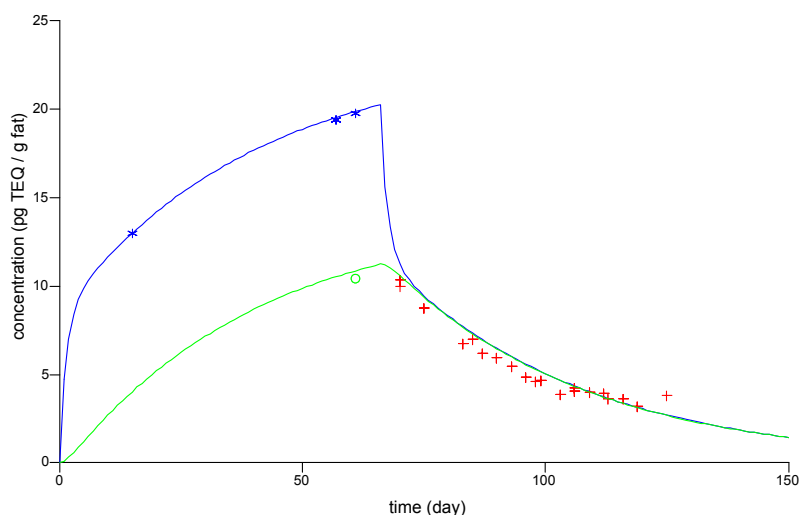


Figure 2. A standard PBPK model describing the kinetics of dioxin in the cow was calibrated on three milk data (asterisks) during the phase of contamination by fitting the starting day of feeding contaminated peelings and the fraction absorbed from peelings. The model was used to calculate levels in milk fat (upper line) and body fat (lower line) and compared to data in milk fat (+) taken after cessation of the contamination and one body fat sample (o).

Model application: transfer of dioxins from grass and soil to milk (this report)

In 2005 the PBPK model for the uptake of dioxins and furans from feed was applied to simulate the transfer of dioxins from grass and adhering soil to cow's milk (RIVM-RIKILT Front Office advices for the Food and Consumer Product Safety Authority, dd. 05-04-2005 and , 14-03-2005). In order to simulate this transfer the PBPK model had to be adapted with the uptake of dioxins from grass and

⁷ Note that, as in all other applications, the PBPK model as calibrated on 2,3,7,8-TCDD was used to represent the kinetics of TEQs as well. As modeling studies showed that lower halogenated dioxin and furan congeners which mainly compose the TEQ have almost similar kinetic properties as 2,3,7,8-TCDD (Van Eijkeren, unpublished results) this assumption seems justified and serves, as shown, practical purposes quite well.

soil, instead as from feed. This was accomplished by replacing the continuous/bolus exposure scenario as used for the uptake of dioxins from potato peelings (see above) by uptake from grass and adhering soil. This necessitated the introduction of the following model parameters: absorption fraction from grass and soil, the amount of adhering soil which is ingested together with grass and the amount of grass which is ingested daily during pasturing.

With regard to the absorption from grass a value of 15 % was taken (Slob *et al.*, 1995). For the uptake from soil a value of 50 % was taken (Van Eijkeren *et al.*, 2006;

Exponent, 2006, see also the mentioned RIVM-RIKILT Front Office advices). The intake of grass was taken at 15 kg/ day on dry weight basis with 4 % adhering soil (Veterinaire Milieuhygiënewijzer, 1997; Berende, 1999). Finally all simulations were performed with a milk production of 50 l/ day and a fat content of 4.4 % and a body weight of 600 kg.

Literature

Eijkeren, J.C.H. van, Zeilmaker, M.J., Kan, C.J., Traag, W.A. and L.A.P. Hoogenboom (2006) A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs, *Food Add. Contamin.*, 23(5): 509 – 517.

Exponent, Pilot study report "Oral bioavailability of dioxins/furans in Midland and Tittabawassee river flood plain soils", 2005, available on: <http://www.deq.state.mi.us/documents>

Veterinaire Milieuhygiënewijzer 1997, Veterinaire Inspectie van de Volksgezondheid

Berende, P.L.M. (1998) Praktische kengetallen over fokkerij, huisvesting, voeding, lichaamssamenstelling, urine en faecesproductie en toediening van diergeneesmiddelen bij het rund, RIKILT-DLO rapport 98.10.

Slob, W., Olling, M., Derks, H.G.J.M. en A.P.J.M. de Jong (1995) Congener-specific bioavailability of PCDD/Fs and coplanar PCBs in cows: Laboratory and field measurements, *Chemosphere*, 31, 8, 3827 – 3838.

Rijnmond scenario 1

In the Rijnmond scenario 1 grass has a concentration of $4 \cdot 1.14 = 4.6$ ng TEQ/kg d.w. at the time it starts growing. After 1 month of growing grass then contains $4 \cdot 0.50 \cdot 1.14 = 2.3$ ng TEQ/kg d.w. and soil with a concentration of 20 ng TEQ/kg d.w. After 42 days of grazing the concentration on grass suddenly falls back to its background, i.e. 0.3 ng TEQ/ kg d.w..

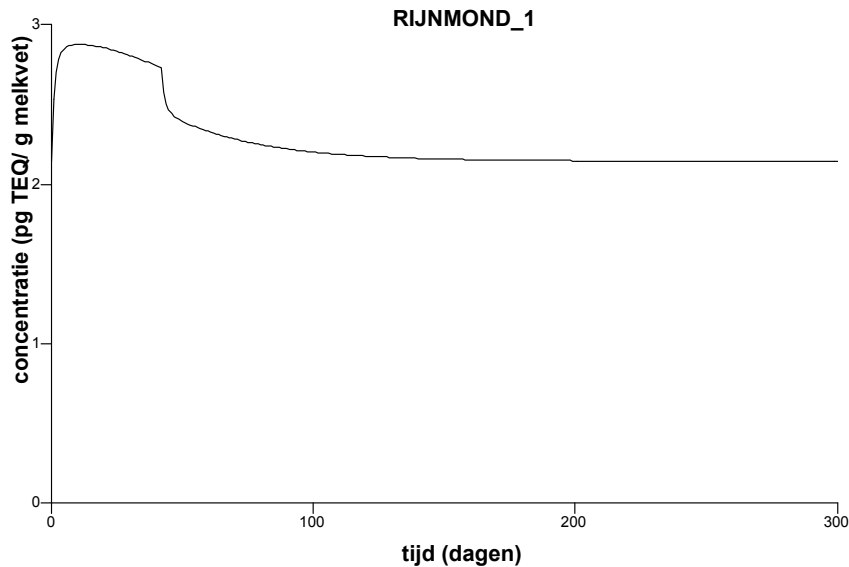
Given a background of 0.30 ng TEQ/kg grass d.w. and 20 ng TEQ/kg d.w. in soil a "steady state" of 2.15 pg TEQ/g milk fat is expected (corresponding amounts in ACSL's source code cow's body then are: $A_b = 0.26$, $A_f = 105.8$, $A_l = 1.25$, $A_r = 0.77$, $A_s = 15.3$. Furthermore, $C_{added} = 2.3 - 0.3 = 2.0$ TEQ/kg d.w.).

Background uptake from grass and soil: $0.15 \cdot 0.3$ ng/kg \cdot 15 kg/day + $0.50 \cdot 0.04 \cdot 20$ ng/kg \cdot 15 kg/day = $0.68 + 6 = 6.68$ ng/day. So $6/6.68 \cdot 100 = 89.8$ % of the background uptake comes from the ingestion of dioxins from soil adhering to ingested grass. The peak uptake is $0.15 \cdot (0.3 + 2.0) \cdot 15$ kg/day + $0.50 \cdot 0.04 \cdot 20$ ng/kg \cdot 15 kg/day = $5.18 + 6 = 11.18$ ng TEQ/day.

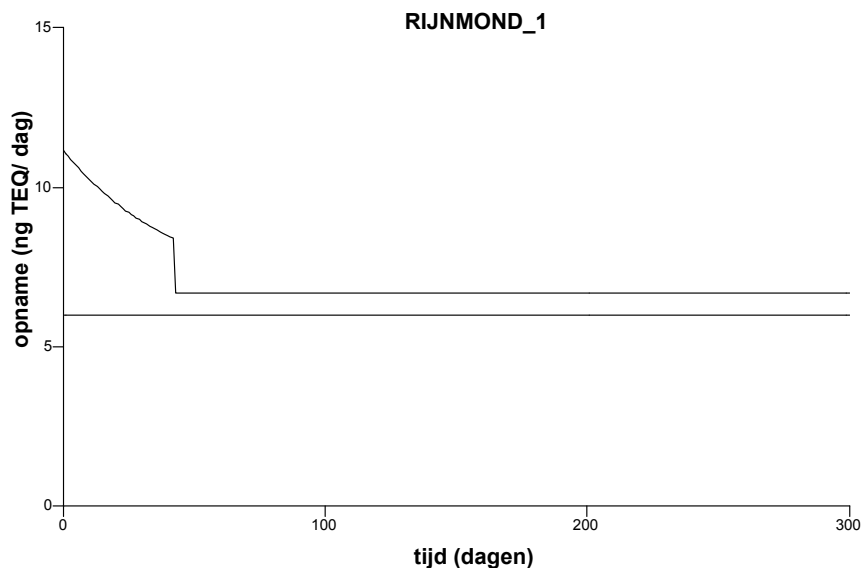
Uitgaande van een wintergehalte van gras van 4 ng TEQ/kg (88 % d.s.), een achtergrondgehalte van gras van 0,3 ng TEQ/ kg d.w., een groeiperiode van 1 maand voordat koeien de wei ingaan en een grondconcentratie van 20 ng TEQ/kg d.s. berekent het PBPK model een snelle stijging van het dioxinegehalte in melk van de uitgangswaarde van 2,2 tot ongeveer 2,9 pg TEQ/g melkvet, gevolgd door een gelijdelijke daling ten gevolge van het verder afnemende gehalte in het (groeierende) gras. Wanneer de koeien na 42 verplaatst worden naar een wei die alleen het achtergrondgehalte van dioxines bevat volgt een snelle daling van het melkgehalte tot het stabiele, "steady state", gehalte van 2,2 pg TEQ/g melkvet (zie Figuur 1a). Zoals in Appendix 3 beschreven staat komt een gehalte van 2,2 pg/g melkvet goed overeen met het voor Rijnmondgebied in het verleden gevonden, en met een computermodel voorspelde, karakteristiek melkniveau van om en nabij de 2 pg TEQ/g melkvet.

Kort samengevat geeft het Rijnmond scenario weer dat voor dit gebied representatieve omstandigheden, d.w.z. aangetoonde achtergrondconcentraties in gras en bodemconcentraties, kunnen leiden tot een relatief hoog dioxinegehalte van melk, d.w.z. een waarde die net boven de 2 pg TEQ/g melkvet uitkomt. Verder kan in het voorjaar blootstelling van vee aan weidegras een aanzienlijke bijdrage aan het dioxinegehalte van melk geven.

Figuur 1b geeft een beeld van de onderlinge bijdrage van gras en (aanhangende) bodem aan de opname van dioxines door de koe. Zoals verwacht is de dioxineopname het hoogst op het moment dat koeien de wei ingaan (11,2 ng TEQ/dag, waarvan 5,2 ng uit gras en 6,0 ng uit bodem). Nadat de koeien verweid worden zal deze opname meteen teruglopen tot een stabiele “steady state” opname (6,7 ng/dag, waarvan 0,7 uit gras en 6,0 ng uit bodem..



Figuur 1a. Het tijdverloop van de dioxineconcentratie in melk van koeien volgens Rijnmond scenario 1. Uitgangswaarden: wintergehalte gras: 4 ng TEQ/kg (88 % d.s.), achtergrondgehalte gras: 0,3 ng TEQ/ kg d.w., groeiperiode gras voordat koeien de wei opgaan: 1 maand, grondconcentratie: 20 ng TEQ/kg d.s. X-as: tijd in dagen; Y-as: melkconcentratie (pg TEQ/g melkvet)



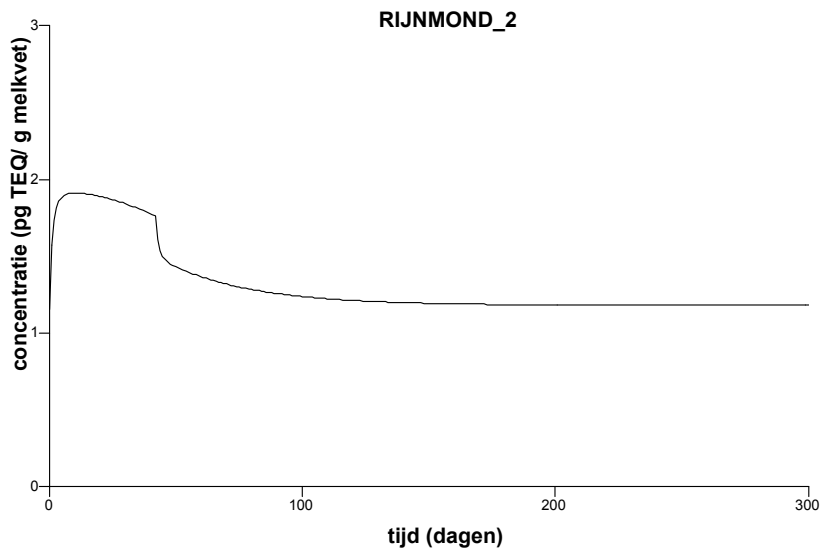
Figuur 1b. Het tijdverloop van de dioxineopname door de koe volgens Rijnmond scenario 1 Bovenste lijn: opname door innname van gras en aanhangende grond. Onderste lijn: opname door innname van aanhangende grond. X-as: tijd in dagen; Y-as: opname in ng TEQ/dag.

Rijnmond scenario 2

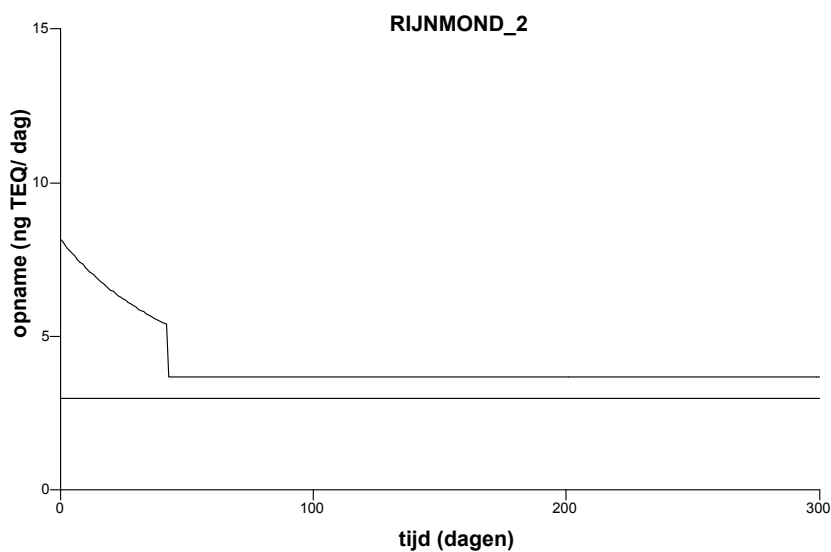
In the Rijnmond scenario 2 grass has a concentration of $4 \cdot 1.14 = 4.6$ ng TEQ/kg d.w. at the time it starts growing. After 1 month of growing grass then contains $4 \cdot 0.50 \cdot 1.14 = 2.3$ ng TEQ/kg d.w. and soil with a concentration of 10 ng TEQ/kg d.w. After 42 days of grazing the concentration on grass suddenly falls back to its background, i.e. 0.3 ng TEQ/kg d.w..

Given a background of 0.30 ng TEQ/kg grass d.w. and 10 ng TEQ/kg d.w. in soil a “steady state” of 1.2 pg TEQ/g milk fat is expected (corresponding amounts in ACSL’s source code cow’s body then are: $A_b = 0.14$, $A_f = 58.3$, $A_l = 0.69$, $A_r = 0.43$, $A_s = 8.4$. Furthermore, $C_{\text{added}} = 2.3 - 0.3 = 2.0$ TEQ/kg d.w.).

Background uptake from grass and soil: $0.15 \cdot 0.3$ ng/kg \cdot 15 kg/day + $0.50 \cdot 0.04 \cdot 10$ ng/kg \cdot 15 kg/day = $0.68 + 3 = 3.68$ ng/day. So $3/3.68 \cdot 100 = 81.5$ % of the background uptake comes from the ingestion of dioxins from soil adhering to ingested grass. The peak uptake is $0.15 \cdot (0.3 + 2.0) \cdot 15$ kg/day + $0.50 \cdot 0.04 \cdot 10$ ng/kg \cdot 15 kg/day = $5.18 + 3 = 8.18$ ng TEQ/day.



Figuur 1a. Het tijdverloop van de dioxineconcentratie in melk van koeien volgens Rijnmond scenario 2. Uitgangswaarden: wintergehalte gras: 4 ng TEQ/kg (88 % d.s.), achtergrondgehalte gras: 0.3 ng TEQ/kg d.w., groeiperiode gras voordat koeien de wei opgaan: 1 maand, grondconcentratie: 10 ng TEQ/kg d.s. X-as: tijd in dagen; Y-as: melkconcentratie (pg TEQ/g melkvet)



Figuur 1b. Het tijdverloop van de dioxineopname door de koe volgens Rijnmond scenario 2. Bovenste lijn: opname door innamen van gras en aanhangende grond. Onderste lijn: opname door innamen van aanhangende grond. X-as: tijd in dagen; Y-as: opname in ng TEQ/dag.

Reference scenario 1

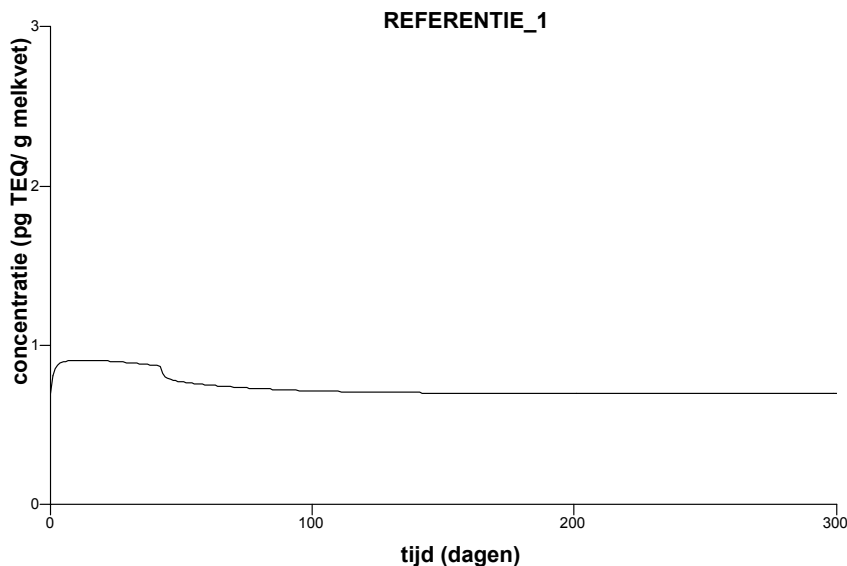
In the Reference scenario 1 grass has a concentration of $1.5 \cdot 1.14 = 1.71$ ng TEQ/kg d.w. at the time it starts growing. After 1 month of growing grass then contains $1.5 \cdot 0.50 \cdot 1.14 = 0.86$ ng TEQ/kg d.w. and soil with a concentration of 5 ng TEQ/kg d.w. After 42 days of grazing the concentration on grass suddenly falls back to its background, i.e. 0.3 ng TEQ/ kg d.w..

Given a background of 0.3 ng TEQ/kg grass d.w. and 5 ng TEQ/kg d.w. in soil a “steady state” of 0.70 pg TEQ/g milk fat is expected (corresponding amounts in ACSL’s source code cow’s body then are: $A_b = 0.085$, $A_f = 34.5$, $A_l = 0.41$, $A_r = 0.25$, $A_s = 5.0$. Furthermore $C_{\text{added}} = 0.86 - 0.3 = 0.56$ ng TEQ/kg d.w.).

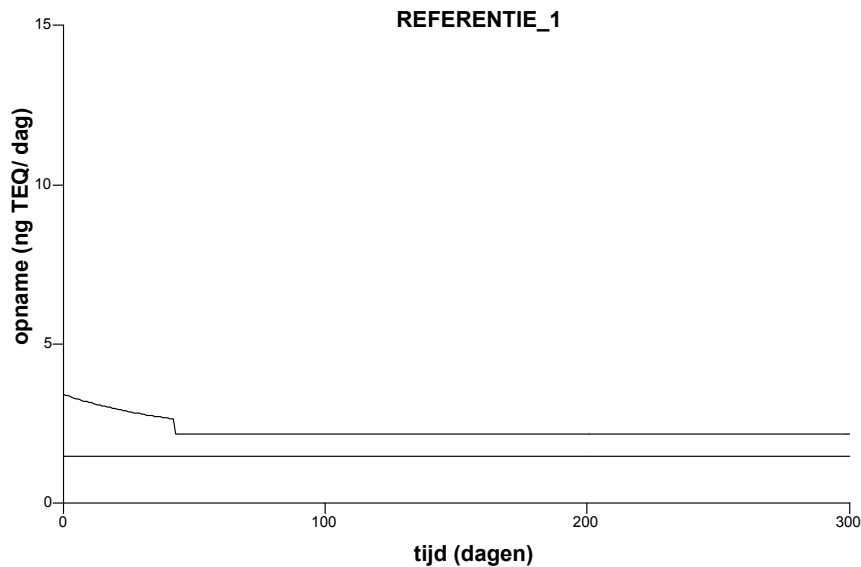
Background uptake from grass and soil: $0.15 \cdot 0.3$ ng/kg \cdot 15 kg/day + $0.50 \cdot 0.04 \cdot 5$ ng/kg \cdot 15 kg/day = $0.68 + 1.5 = 2.18$ ng/day. So $1.5/2.18 \cdot 100 = 68.8$ % of the background uptake comes from the ingestion of dioxins from soil adhering to ingested grass. The peak uptake is $0.15 \cdot (0.3 + 0.56) \cdot 15$ kg/day + $0.50 \cdot 0.04 \cdot 5$ ng/kg \cdot 15 kg/day = $1.94 + 1.5 = 3.44$ ng TEQ/day.

Uitgaande van een wintergehalte van gras van 1.5 ng TEQ/kg (88 % d.s.), een achtergrondgehalte van gras van 0.3 ng TEQ/ kg d.w., een periode van 1 maand voordat koeien de wei ingaan en een grondconcentratie van 5 ng TEQ/kg d.w. berekent het PBPK model een snelle stijging van het dioxinegehalte in melk van de uitgangswaarde van 0.70 tot ongeveer 0,90 pg TEQ/ g melkvet, gevolgd door een gelijdelijke daling ten gevolge van het verder afnemende gehalte in het (groeierende) gras. Wanneer de koeien na 42 verplaatst worden naar een wei die alleen het achtergrondgehalte van dioxines bevat volgt een snelle daling van het melkgehalte tot het stabiele, “steady state”, gehalte van 0,70 pg TEQ/g melkvet (zie Figuur 1a).

Figuur 1b geeft een beeld van de onderlinge bijdrage van gras en (aanhangende) bodem aan de opname van dioxines door de koe. Zoals verwacht is de dioxineopname het hoogst op het moment dat koeien de wei ingaan (3,44 ng TEQ/dag, waarvan 1,9 ng uit gras en 1,5 ng uit bodem Deze opname zal meteen teruglopen tot een stabiele “steady state” opname (2,2 ng/dag, waarvan 0,7 uit gras en 1,5 ng uit bodem) wanneer de koeien verweid worden.



Figuur 1a. Het tijdverloop van de dioxineconcentratie in melk van koeien volgens Referentie scenario 1. Uitgangswaarden: wintergehalte gras: 1.5 ng TEQ/kg (88 % d.s.), achtergrondgehalte gras: 0.3 ng TEQ/ kg d.w., groeiperiode gras voordat koeien de wei opgaan: 1 maand, grondconcentratie: 5 ng TEQ/kg d.s. X-as: tijd in dagen; Y-as: melkconcentratie (pg TEQ/g melkvet)



Figuur 1b. Het tijdverloop van de dioxineopname door de koe volgens Referentie scenario 1 Bovenste lijn: opname door inname van gras en aanhangende grond. Onderste lijn: opname door inname van aanhangende grond. X-as: tijd in dagen; Y-as: opname in ng TEQ/dag.

Reference scenario 2

Cows coming onto pasture with grass containing 0.86 ng TEQ/kg d.w. and soil with a concentration of 1.7 ng TEQ/kg d.w. After 42 days of grazing the concentration on grass suddenly falls back to its background, i.e. 0.3 ng TEQ/kg d.w..

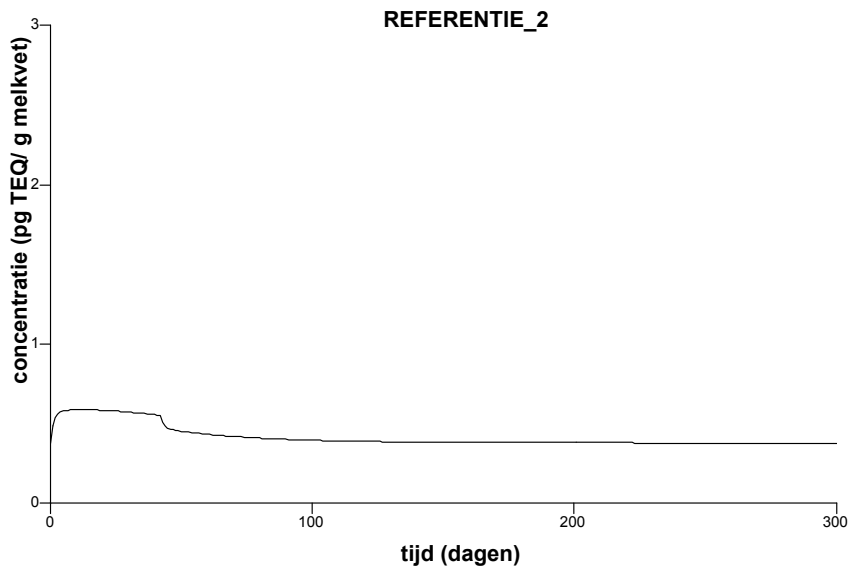
Given a background of 0.3 ng TEQ/kg d.w. and 1.7 ng TEQ/kg d.w. in soil a “steady state” of 0.38 pg TEQ/g milk fat is expected (corresponding amounts in ACSL’s source code cow’s body then are: $A_b = 0.046$, $A_f = 18.8$, $A_l = 0.22$, $A_r = 0.14$, $A_s = 2.7$. Furthermore $C_{added} = 0.86 - 0.3 = 0.56$ ng TEQ/kg d.w.).

Background uptake from grass and soil: $0.15 \cdot 0.3 \text{ ng/kg} \cdot 15 \text{ kg/day} + 0.50 \cdot 0.04 \cdot 1.7 \text{ ng/kg} \cdot 15 \text{ kg/day} = 0.68 + 0.51 = 1.19 \text{ ng/day}$. So $0.51/1.19 \cdot 100 = 42.9\%$ of the background uptake comes from the ingestion of dioxins from soil adhering to ingested grass. The peak uptake is $0.15 \cdot (0.3 + 0.56) \cdot 15 \text{ kg/day} + 0.50 \cdot 0.04 \cdot 1.7 \text{ ng/kg} \cdot 15 \text{ kg/day} = 1.94 + 0.51 = 2.45 \text{ ng TEQ/day}$.

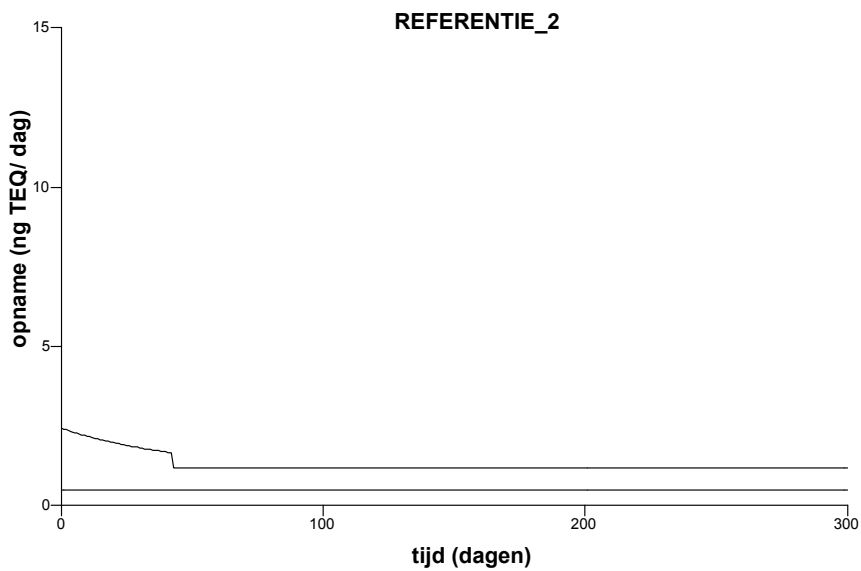
Referentie scenario 2

Uitgaande van een wintergehalte van gras van 1,5 ng TEQ/kg (88 % d.s.), een achtergrondgehalte van gras van 0,3 ng TEQ/kg d.w., een periode van 1 maand groei voordat koeien de wei ingaan en een grondconcentratie van 1,7 ng TEQ/kg d.w. berekent het PBPK model een snelle stijging van het dioxinegehalte in melk van de uitgangswaarde van 0,38 tot ongeveer 0,57 pg TEQ/g melkvet, gevolgd door een gelijdelijke daling ten gevolge van het verder afnemende gehalte in het (groeierende) gras. Wanneer de koeien na 42 verplaatst worden naar een wei die alleen het achtergrondgehalte van dioxines bevat volgt een snelle daling van het melkgehalte tot het stabiele, “steady state”, gehalte van 0,38 pg TEQ/g melkvet (zie Figuur 1a).

Figuur 1b geeft een beeld van de onderlinge bijdrage van gras en (aanhangende) bodem aan de opname van dioxines door de koe. Zoals verwacht is de dioxineopname het hoogst op het moment dat koeien de wei ingaan (2.45 ng TEQ/dag, waarvan 1,9 ng uit gras en 0,5 ng uit bodem, bijdrage uit bodem: 21%). Deze opname zal meteen teruglopen tot een stabiele “steady state” opname (1.2 ng/dag, waarvan 0,7 uit gras en 0,5 ng uit bodem, bijdrage uit bodem: 43%) wanneer de koeien verweid worden.



Figuur 1a. Het tijdverloop van de dioxineconcentratie in melk van koeien volgens Referentie scenario 2. Uitgangswaarden: wintergehalte gras: 1,5 ng TEQ/kg (88% d.s.), achtergrondgehalte gras: 0,3 ng TEQ/ kg d.w., groeiperiode gras voordat koeien de wei opgaan: 5 weken groei, grondconcentratie: 1,7 ng TEQ/kg d.s. X-as: tijd in dagen; Y-as: melkconcentratie (pg TEQ/g melkvet)



Figuur 1b. Het tijdverloop van de dioxineopname door de koe volgens Referentie scenario 2 Bovenste lijn: opname door inname van gras en aanhangende grond. Onderste lijn: opname door inname van aanhangende grond. X-as: tijd in dagen; Y-as: opname in ng TEQ/dag.

Bijlage 5. Dioxines in koemelk uit het rijnmondgebied: 1990–2005

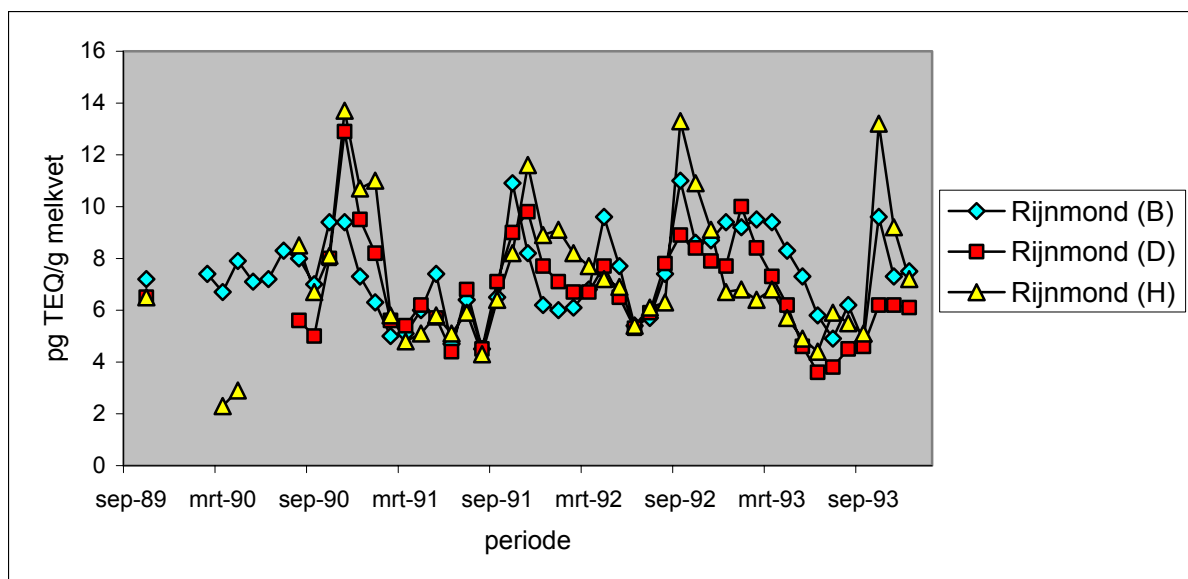
Algemeen

Sinds het begin van de jaren negentig staan gehalten van dioxines⁸ in koemelk uit het Rijnmondgebied regelmatig in de belangstelling. Uitstoot van dioxines door vuilverbranding, gevolgd door depositie en overdracht uit gras en bodem leidde tot sterk verhoogde concentraties in melk (Slob en Van Jaarsveld, 1993, Slob *et al.*, 1995). Deze verhoging liep terug nadat de emissie bij de AVR afnam. In koemelk was deze afname vanaf begin 1994 zichtbaar (Hijman *et al.*, 1994; 1996).

In het najaar van 2004) zijn er door de VWA bij een tweetal melkveehouderijen in het Rijnmondgebied overschrijdingen van de huidige melknorm van 3 pg TEQ/g melkvet gesignaleerd (november 2004: 3.1, 3.2, 3.6 en 3.9 pg TEQ/g melkvet). Vervolgonderzoek op achttien locaties in het Rijnmondgebied liet in het voorjaar van 2005 geen normoverschrijding meer zien.

Periode 1990 – 1994

In het Rijnmondgebied is in de periode tussen 1990 en 1994⁹ maandelijks het dioxinegehalte in melk van zes melkveehouderijen onderzocht (zie Figuur 1 voor het tijdverloop van 3 bedrijven). Zoals Figuur 1 laat zien werd bij deze bedrijven een grote variatie in het dioxinegehalte in melk aangetroffen. Deze variatie lijkt seizoensafhankelijk, met maximum waarden in de nazomer/herfst (1990, 1991, 1992 en 1993, mogelijk ook in voorjaar 1992) en minima in de zomers van 1991 en 1993¹⁰. Deze variatie is bedrijfsspecifiek. Figuur 1 laat ook zien dat, om voor een bepaald bedrijf de karakteristieke seizoensvariatie van het dioxinegehalte in melk vast te stellen, er vrij veel monitoringsonderzoek nodig is¹¹.



Figuur 1. Het dioxinegehalte in koemelk van drie individuele bedrijven in de Rijnmond in de periode 1990 – 1993.

Periode 1994 – heden

Op individuele melkveehouderijen is het effect van emissiereductie van dioxines door vuilverbranding op het gehalte van deze stoffen in melk vanaf het begin van 1994 zichtbaar geweest (Hijman *et al.*,

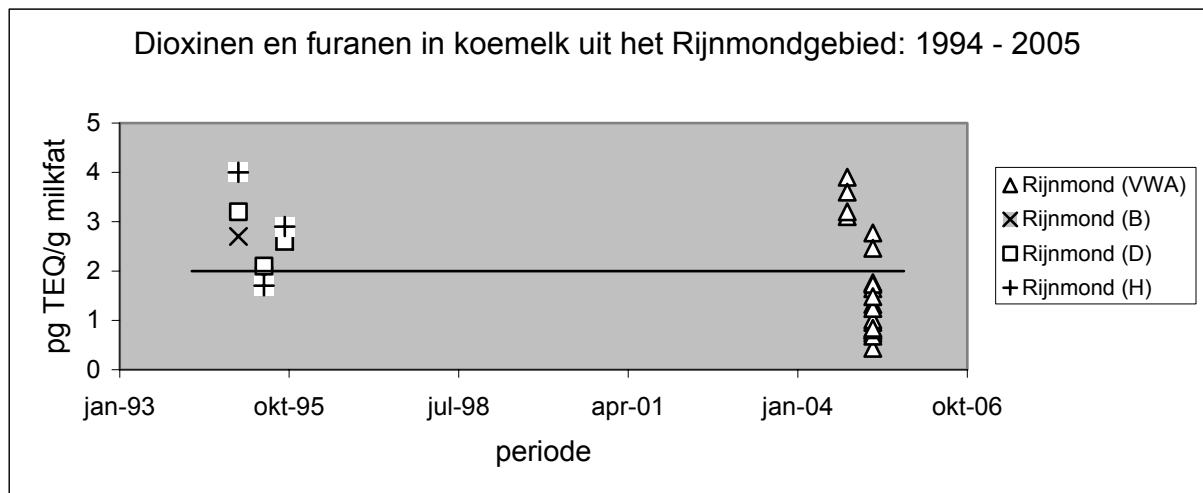
⁸ Dioxine-achtige PCB's worden hier buiten beschouwing gelaten.

⁹ Merk op dat in deze periode bij de AVR nog geen effectieve emissiereductie plaatsvond.

¹⁰ Merk op dat de beschikbare gegevens alleen een globale kwantificering van het seizoenseffect toelaten.

¹¹ Uiteraard hangt deze conclusie af van het tijdverloop van de variabiliteit in de gemeten gehalten. In Figuur 1 is deze variabiliteit vrij groot (immers toentertijd voor een groot deel afhankelijk van de variabiliteit in emissie van dioxines door een AVI zonder rookgasreiniging).

1994; 1996). Hierbij daalden niveaus van 7 tot 2,3 pg TEQ/g melkvet (Figuur 2, Rijnmond B, D, H, jan 93 – okt 95). Computerberekeningen bevestigden dit laatste gehalte (Figuur 2, getrokken lijn). De gehalten in melk dat eind 2004 en begin 2005 door de VWA bemonsterd is (Figuur 2, Rijnmond-VWA) komen overeen met de bevindingen in het Rijnmondgebied in de periode rond 1994. Het gemiddeld in 2004/2005 gemeten gehalte bedroeg 1,7 pg TEQ/g melkvet. Hoewel het een beperkt aantal meetwaarden betreft, lijken zij een seizoensfluctuatie te weerspiegelen (waarden in het najaar van 2004 hoger dan in het voorjaar van 2005). Hieruit kan geconcludeerd worden dat het dioxinegehalte in melk uit het Rijnmondgebied sinds begin negentiger jaren relatief hoog gebleven is met een voor dit gebied karakteristieke waarde die rond de 2 pg TEQ/g melkvet ligt.



Figuur 2. Het dioxinegehalte in koemelk van individuele bedrijven in het Rijnmondgebied in 1994/1995 (Rijnmond B, D, H) en in 2004/2005 (Rijnmond VWA). Getrokken lijn: theoretisch voorspeld karakteristiek dioxinegehalte voor koemelk in het Rijnmondgebied voor de periode na 1994 (2,3 pg TEQ/g melkvet).

Literatuur

- Baumann, R.A., Boer, A.C. de, Groenemeijer, G.S., Hartog, R.S. den, Hijman, W.C., Liem, A.K.D., Marsman, J.A. en R. Hoogerbrugge (2002) Dioxines en dioxineachtige PCB's in Nederlandse consumptiemelk: Trendonderzoek 1997 – 2001. RIVM rapport 639102024/2002.
- Hijman, W.C., Hartog, R.S. den, Jong, A.P.J.M. de en A.K.D. Liem (1994) Monitoring van dioxines in koemelk in risicogebieden. Deelrapport XVI. RIVM rapport 639102015.
- Hijman, W.C., Hartog, R.S. den, Jong, A.P.J.M. de, Slob, W en A.K.D. Liem (1996) Monitoring van dioxines in koemelk in risicogebieden. Deelrapport XVII. RIVM rapport 1996.
- Hijman, W.C. (2003a) Analyseresultaten van PCDD/F's en non-ortho-PCB's in consumptiemelk 4e kwartaal 2002. RIVM briefrapport 217/03 LAC/WH.
- Hijman, W.C. (2003b) Analyseresultaten van PCDD/F's en non-ortho-PCB's in consumptiemelk 2e kwartaal 2003. RIVM briefrapport 629/03 LAC WH/kp.
- Hijman, W.C. (2004) Analyseresultaten van PCDD/F's en non-ortho-PCB's in consumptiemelk 3e kwartaal 2003. RIVM briefrapport 014/04 LAC WH/kp.
- Slob, W. en J.A. van Jaarsveld (1993) A chain model for dioxins: From emission to cow's milk. Chemosphere, 27, 509-516.
- Slob, W., Olling, M., Derks, H.J.G.M. en A.P.J.M. de Jong (1995) Congener-specific bioavailability of PCDD/Fs and coplanar PCBs in cows: Laboratory and field measurements. Chemosphere, 31, 3827-3838.
- Slob, W., Troost, L.M., Krijgsman, Koning, J. de en A.A. Sein (1992) Verbranding van huishoudelijk afval in Nederland. Emissies optredend bij verbranding, verspreiding en risico's van dioxines, RIVM rapport 730501043.

Bijlage 6. Gehaltes aan siliciumoxide en dioxines in gras

Bedrijf	RIKILT nr	Periode	SiO ₂ (%) (t.o.v. 88% d.s.)	Dioxines (ng TEQ/kg) (88% d.s.)
Rijnmond 1	168386	januari	3,1	3,9
	168387	februari	2,5	2,9
	168394	maart	15,6	2,8
	169967	april	3,6	0,8
	174529	juli	1,7	0,3
Rijnmond 2	168388	januari	7,7	4,0
	168389	februari	11,0	4,4
	168395	maart	19,5	7,0
	168336	08-03-06	15,4	5,3
	168337	08-03-06	23,2	9,4
	168350	16-03-06	19,4	5,8
	168351	16-03-06	17,6	6,1
	168356	23-03-06	15,8	7,6
	168357	23-03-06	27,3	9,1
	168370	29-03-06	12,1	5,1
	168371	29-03-06	11,7	5,1
	169968	april	9,9	3,6
	174530	juli	2,5	0,3
Referentie 1	168390	januari	9,2	1,2
	168391	februari	9,4	1,2
	168396	maart	14,3	0,9
	169969	april	10,2	0,6
	174531	juli	0,7	0,3
Referentie 2	168392	februari	7,2	1,5
	168397	maart	15,1	1,5
	169970	april	18,4	1
	174532	juli	0,9	0,3
Referentie 3	168393	februari	7,0	1,2
	168398	maart	9,6	1,1
	169971	april	4,6	0,6
	174533	juli	0,7	0,3