

RIVM rapport 609023 001

**Onderzoek naar dioxineconcentraties in de
bodem als gevolg van de uitstoot van een
aluminiumsmelterij**

*A.K.D. Liem, M.G. Mennen, F. Fortezza, G.S.
Groenemeijer en R.S. den Hartog*

juli 1998

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Provincie Overijssel, de Provincie Drenthe, de Gemeente De Wolden en de Gemeente Avereest in het kader van project 609023, Adhoc Onderzoek Ondersteuning andere Overheden.

Abstract

A study to measure dioxin concentrations was prompted by the concern expressed by residents in the village of Drogeropslagen, located near the aluminium-smelting works. The villagers feared a possible relationship between dioxin emissions from the smelting works and increased cancer occurrence in the village. Dioxin concentrations in the top layer of the soil were measured at nine sites around the FHS aluminium-smelting works, located in nearby Dedemsvaart. The measured dioxin concentrations were found to vary from 1.5 to 5.0 ng I-TEQ/kg d.w., with an average of 3.0 ng I-TEQ/kg d.w and a standard deviation of 1.2 ng I-TEQ/kg d.w. The average measured concentration did not differ significantly from the average background concentration in the area, which had been determined in a previous study to be 3.1 ± 0.7 ng I-TEQ/kg d.w. Both the measurements and calculations using an air pollution dispersion model and emissions from the smelting works during the past 25 years showed a non-significant contribution of the emissions from the aluminium-smelting works to the dioxin concentrations in the soil.

Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Experimenteel	6
2.1 <i>Opzet van het onderzoek</i>	6
2.2 <i>Berekeningen van verspreiding en depositie</i>	6
2.3 <i>Monstername</i>	11
2.4 <i>Monstervoorbewerking en analyse</i>	11
3. Resultaten	13
4. Discussie en conclusies	14
Literatuur	15
Bijlage 1	16
Bijlage 2	17
Bijlage 3 Verzendlijst	18

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van een oriënterend onderzoek naar de concentraties van dioxinen in de bodem in de omgeving van de BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart. Het onderzoek is verricht naar aanleiding van ongerustheid bij de bewoners van de dorpsgemeenschap Drogeropslagen over een mogelijk verband tussen de uitstoot van dioxinen door deze aluminiumsmelterij en een verhoogd vóórkomen van kanker in de dorpsgemeenschap. In een overleg tussen deskundigen en inwoners van Drogeropslagen werd in december 1997 besloten de (cumulatieve, historische) belasting van de bodem met dioxinen in en rondom Drogeropslagen beter in kaart te brengen. Vervolgens is in de periode maart-juni 1998 door het RIVM een oriënterend onderzoek uitgevoerd in opdracht van de Provincie Overijssel, de Provincie Drenthe, de Gemeente De Wolden en de Gemeente Avereest. De resultaten van deze oriënterende studie dienden uitsluitel te geven of de dioxinebelasting van de omgeving in en rondom Drogeropslagen uitgebreider diende te worden onderzocht.

Het uitgevoerde onderzoek bestond uit modelberekeningen van de te verwachten lokale dioxinegehalten in de bodem op basis van gegevens over de emissies van het bedrijf over de afgelopen 25 jaar en metingen van de dioxinegehalten in de toplaag van de bodem van negen locaties in de omgeving van de aluminiumsmelterij. Uit het onderzoek blijkt dat de gemeten dioxinegehalten vergelijkbaar zijn met resultaten van een eerder uitgevoerd onderzoek naar de achtergrondgehalten van dioxinen in de Nederlandse bodem. Ook blijkt dat de meetgegevens overeenstemmen met verwachte concentraties in de bodem zoals die via de modelberekeningen zijn geschat. Zowel de modelberekeningen als de meetgegevens tonen aan dat de uitstoot van de aluminiumsmelterij geen significante bijdrage levert aan de achtergrondconcentratie van dioxinen in de bodem. Op grond van deze onderzoeksgegevens wordt dan ook geen aanleiding gezien in de betreffende omgeving een uitgebreider dioxine-onderzoek uit te voeren.

1. Inleiding

Bij de inwoners van Drogteropslagen ontstond eind 1996 het vermoeden dat er sprake was van een verhoogd vóórkomen van kanker in de dorpsgemeenschap. Men vroeg zich af of dit veroorzaakt kon worden door de uitstoot van de BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart, in het bijzonder door de uitstoot van dioxinen. Deze dioxinen zouden gevormd kunnen worden door reacties tussen organische en chloorhoudende verbindingen die vóórkomen als verontreiniging van het te smelten aluminiumschroot¹. Deze reacties zouden kunnen plaatsvinden tijdens het smeltproces en in het afvoerkanaal.

Door de GGD Zuidwest-Drenthe is vervolgens vastgesteld dat het om een niet significante verhoging van het aantal kankergevallen gaat, waarbij ook toeval een rol kan spelen (Bos, 1997). Daarnaast gaat het om diverse soorten kanker, hetgeen de relatie met één bron niet waarschijnlijk maakt. Een gelijktijdig onderzoek uitgevoerd door de GGD Regio IJssel-Vecht liet voorts via modelberekeningen zien dat op grond van de uitstoot van prikkelende gassen (chloriden, zwaveldioxide, stikstofdioxide en aldehyden) door de betreffende aluminiumsmelterij, gezondheidsklachten bij omwonenden kunnen optreden (Van de Weerd, 1997). De uitstoot van dioxinen bleek volgens hetzelfde onderzoek echter niet te leiden tot een lokale depositie van dioxinen die van enige betekenis is voor de gezondheid van de omwonenden. Op grond daarvan werd door de betreffende GGD gesteld dat het niet zinvol is onderzoek te verrichten naar de dioxinegehalten in bodem, gewas of koemelk (Van de Weerd, 1997).

De ongerustheid bij de bevolking is ondanks de rapportages van de GGD's gebleven. Op 18 november 1997 is tijdens een informatieavond in Drogteropslagen daarom door het bevoegd gezag toegezegd dat er nader onderzoek zal plaatsvinden naar de aanwezigheid van dioxinen in en rondom Drogteropslagen. In een overleg tussen deskundigen en inwoners van Drogteropslagen van 4 december 1997 is ingestemd met een onderzoek naar concentraties van dioxinen in de bodem in de omgeving van de Aluminiumsmelterij met als doel de eventueel door dit bedrijf veroorzaakte vervuiling met dioxinen beter in kaart te krijgen. Er is gekozen voor bodemonderzoek omdat dit het meest geschikt is om een indruk te verkrijgen van de (cumulatieve, historische) belasting van de betreffende omgeving.

Het bodemonderzoek is vervolgens uitgevoerd door het RIVM, in opdracht van de Provincie Overijssel, de Provincie Drenthe, de Gemeente De Wolden en de Gemeente Avereest. Bij de begeleiding van het onderzoek zijn ook de Inspectie Milieuhygiëne, afdelingen Noord en Oost, de GGD Regio IJssel-Vecht en vertegenwoordigers van de inwoners van Drogteropslagen betrokken.

¹ Het door het bedrijf verwerkte aluminiumschroot is afkomstig van onder andere autos shredder, gesorteerd huisvuil, schroot uit smelt- en gietovens en industrieel afval. Het schroot kan afhankelijk van de herkomst verontreinigd zijn met verf, vet of kunststof.

2. Experimenteel

2.1 Opzet van het onderzoek

Het onderzoek bestond uit twee delen. Het eerste deel was het verrichten van modelberekeningen van de verspreiding en depositie van dioxinen op de bodem in de omgeving van FHS, gebaseerd op zoveel mogelijk beschikbare gegevens over het bedrijf en haar activiteiten. Het doel van deze berekeningen was een indruk te krijgen van de te verwachten lokale concentraties dioxinen in de bodem. Op basis daarvan kon de monsternamestrategie voor het tweede deel van het onderzoek worden vastgesteld. Dit tweede deel was het feitelijke bodemonderzoek. Daartoe zijn in de omgeving van de smelterij op negen locaties bodemonsters genomen, welke in het laboratorium zijn geanalyseerd op dioxinen. De gemeten concentraties dioxinen in de bodem zijn vervolgens vergeleken met de berekende waarden en met achtergrondconcentraties in Noordoost Nederland.

2.2 Berekeningen van verspreiding en depositie

De berekeningen van de verspreiding en depositie van dioxinen rond de smelterij zijn uitgevoerd met het verspreidingsmodel OPS (Operationeel Prioritaire Stoffen model; van Jaarsveld, 1989). Dit model is met name geschikt voor het berekenen van lange-termijn gemiddelde concentraties en deposities van gassen en deeltjesvormige stoffen. Het model maakt daartoe gebruik van regionale, langjarig gemiddelde meteorologische gegevens en van emissiegegevens van de betreffende bron. Voor de emissies van FHS is gebruik gemaakt van zoveel mogelijk beschikbare gegevens over het bedrijf, zoals vestigingslocaties, productiecapaciteit, aantal bedrijfsuren per jaar, schoorsteenhoogte, eventuele toepassing van rookgasreiniging en resultaten van emissiemetingen van dioxinen gedurende de afgelopen 25 jaar (Tauw, 1991; Driessen, 1992; Wolsink, 1996; van de Weerd, 1997; Heilijgers, 1997; Provincie Overijssel, 1998)². Het bedrijf FHS heeft sinds haar oprichting in 1974 enkele malen veranderingen ondergaan. Zo is het bedrijf in 1980 van locatie veranderd. Tot 1980 was het bedrijf gevestigd aan de Rheezerend 132 te Dedemsvaart (in het vervolg locatie A genoemd), waarna het in 1980 verhuisde naar de Fahrenheitstraat 4, eveneens te Dedemsvaart (in het vervolg locatie B genoemd). Ook is in februari 1995 de schoorsteen verhoogd en is de productiecapaciteit in de loop der tijd enige malen gewijzigd. Verder heeft het bedrijf sinds 1984 een filter gebruikt om de afgevoerde rookgassen te reinigen. Aanvankelijk was een filter met een te laag rendement gemonteerd maar sinds 1988 is het rendement 95-98%. Al deze gegevens zijn zo goed als mogelijk is in de modelberekeningen verwerkt.

Tabel 1 geeft een overzicht van de voor de berekeningen van belang zijnde gegevens en de daarop gebaseerde emissiecorrectiefactoren en emissies. Uitgangswaarde bij de berekeningen is een dioxine emissie van $4,1 \mu\text{g I-TEQ}^3 \text{ h}^{-1}$ in de periode 1995-1998.

² De relevante rapporten van eerdere onderzoeken met benodigde gegevens voor de berekeningen zijn door de Provincie Overijssel ter beschikking gesteld.

³ I-TEQ = Internationale Toxiciteits Equivalenten; dit is een internationaal afgesproken maat voor de totale concentratie van polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en -dibenzofuranen (PCDF's), elk gewogen met hun specifieke Internationale Toxiciteits Equivalentie Factor (I-TEF; zie bijlage 1), een maat voor de relatieve giftigheid van de betreffende verbinding ten opzichte van die van 2,3,7,8-TCDD, de meest giftige dioxine.

Deze waarde is het gemiddelde van metingen van de Provincie Gelderland in 1996 (resp. 3,1, 2,1 en 5,3 $\mu\text{g I-TEQ h}^{-1}$ bij een debiet van 9,44 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) en van Tauw in 1991 (resp. 11 $\mu\text{g I-TEQ h}^{-1}$ bij een debiet van 7,7 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), waarbij de meting van Tauw is gedeeld door de in tabel 1 genoemde emissiecorrectiefactor van 1,72. Op basis van deze emissie van 4,1 $\mu\text{g I-TEQ h}^{-1}$ zijn, na correctie voor productiecapaciteit en filterrendement, de emissies in de andere perioden berekend. Op deze wijze zijn de in Tabel 1 vermelde 'gecorrigeerde emissies tijdens werkuren' berekend. Een toelichting op de correcties:

- In 1995-1998 was de productie van de smelterij ca. 10000 ton per jaar. De relatieve productie gedurende de andere perioden, zoals vermeld in Tabel 1, is berekend ten opzichte van de productie in 1995-1998. Om de emissies in die andere perioden te corrigeren is aangenomen dat gemiddeld genomen de emissie van dioxinen evenredig is met de productie.
- Aanvankelijk werd door het bedrijf geen rookgasreiniging toegepast (filterrendement 0). In 1980-1984 werd een gaswasser gebruikt (filterrendement geschat op 5%). In 1984-1988 werd een doekfilter gebruikt met een te laag rendement (geschat op 40%), dat sinds een aanpassing in 1988 is verhoogd tot ca. 95%. Op basis van meetgegevens is aangenomen dat gedurende de laatste jaren het rendement ca. 98% is. De rendementsgegevens zijn doorberekend in de emissiecorrectiefactoren, waarbij is aangenomen dat de correctiefactor evenredig is met $(1-\eta)$ als η het filterrendement is.

Tabel 1. Overzicht van gegevens en gecorrigeerde emissies voor de berekeningen van verspreiding en depositie van dioxinen rond de aluminiumsmelterij FHS.

Periode	dim.	1974-1979	1980-1984	1984-1988	1988-1995	1995-1998
Duur periode	jaren	5	4	4	7	5
Productiecapaciteit t.o.v. periode 1995-1998	%	12,5	31,3	31,3	69	100
Filterrendement	%	0	5	40	95	98
Emissiecorrectiefactor	-	6,28	14,9	9,40	1,72	1,00
Gecorrigeerde emissie tijdens werkuren	$\mu\text{g h}^{-1}$	25,5	60,5	38,3	7,0	4,1
Aantal dagen/jaar niet werkend filter	dagen	10	10	10	10	10
Werktijd (uren per jaar)	uren	2470	4118	4118	4118	4118
Gecorrigeerde emissie op jaarbasis	$\mu\text{g h}^{-1}$	7,2	28,5	18,4	5,9	5,8
Locatie	-	A	B	B	B	B
Schoorsteenhoogte	m	32	45	45	45	65
Afgasdebiet	$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	2	7,7	7,7	7,7	9,44
Temperatuur afgas	$^{\circ}\text{C}$	80	80	80	80	70
Warmteinhoud afgas	MW	0,17	0,65	0,65	0,65	0,67

De ‘gecorrigeerde emissies tijdens werkuren’ zijn vervolgens nog verder gecorrigeerd voor een aantal dagen per jaar dat het filter niet werkt en voor het aantal werkuren per jaar om zo een ‘gecorrigeerde emissies op jaarbasis’ te verkrijgen. Een toelichting:

- Van de Weerdt (1997) is bij een ‘worst-case’ berekening van de verspreiding van dioxinen er van uitgegaan dat het filter gedurende 10 dagen per jaar (op 240 productiedagen) niet werkt, bijvoorbeeld vanwege onderhoudswerkzaamheden. Dat is bij deze berekeningen ook aangenomen, en wel voor elke periode. De correctie voor niet werkend filter is verdisconteerd in de ‘gecorrigeerde emissie op jaarbasis’.
- In de ‘gecorrigeerde emissie op jaarbasis’ is ook rekening gehouden met de tijd dat het bedrijf in werking is, namelijk 5 dagen per week, 15 uur per dag (in 1974-1979 9 uur per dag) en 48 weken per jaar. In het OPS model moet namelijk de gemiddelde emissie (in massa per tijd) op jaarbasis worden ingevoerd. In de modelberekeningen is gewerkt met een dagelijks emissiepatroon, waarbij alleen sprake is van uitstoot tijdens werkuren.

Overigens komt de gecorrigeerde emissie tijdens werkuren voor de periode 1980-1984 ($60,5 \mu\text{g h}^{-1}$) redelijk overeen met emissies die in ongereinigd afgas van een Duitse aluminiumsmelter met vergelijkbare capaciteit zijn gemeten (gemiddeld $51 \mu\text{g h}^{-1}$; Kühner en Schnabel, 1994).

In het OPS model kan een deeltjesgrootteverdeling worden ingevoerd. Met name voor de depositie kan deze verdeling van belang zijn, omdat grote deeltjes relatief sneller deponeren dan kleine deeltjes. Er zijn berekeningen uitgevoerd met twee verdelingen, namelijk de twee uiterste gemeten deeltjesgrootteverdelingen afkomstig uit onderzoeken naar de emissies van dioxinen uit afvalverbrandingsinstallaties (Slob *et al.*, 1992; Schutter en Jaarsveld, 1993; Tabel 2). De resultaten van de berekeningen met beide verdelingen zijn elk voor 50% meegewogen.

Tabel 2. Deeltjesgrootteverdelingen voor dioxinen in stof, zoals gebruikt in de depositieberekeningen

	Deeltjesklasse (μm)				
	< 0.95	0.95-4	4-10	10-20	>20
Verdeling 1	40%	25%	13%	8%	14%
Verdeling 2	15%	15%	10%	15%	45%

Met het OPS model worden jaargemiddelde deposities berekend. Voor dit onderzoek werd voor elk van de perioden in tabel 1 de jaargemiddelde depositie berekend in een grid van 6.4 bij 6.4 km^2 (gridgrootte $100 \times 100 \text{ m}^2$) op basis van de voor die periode gecorrigeerde emissie, de schoorsteenhoogte, het afgasdebiet en de temperatuur en warmteinhoud van het afgas zoals vermeld in Tabel 1. De berekende depositie per periode werd vervolgens vermenigvuldigd met de duur van de periode (in jaren). Daarna zijn voor elk grid de deposities over alle perioden gesommeerd, waarbij rekening is gehouden met het feit dat het bedrijf in de periode 1974-1979 gelegen was op locatie A, welke ca. 1300 m ten oosten en 400 m ten noorden van locatie B ligt⁴ (zie Figuur 1). Uit het resulterende depositiepatroon werden de te verwachte bijdragen aan de dioxineconcentratie in de bodem als volgt berekend:

⁴ Er is gerekend met op 100 m afgeronde getallen.

$$c_{soil} = \frac{D}{d\rho_{soil}}$$

waarin c_{soil} de concentratiebijdrage in de bodem is in ng I-TEQ kg^{-1} d.s., D de totale depositie over alle perioden in ng I-TEQ m^{-2} , d de diepte van de bodemlaag in m en ρ_{soil} de dichtheid van de bodem in kg droge stof m^{-3} . Voor de bodemdichtheid is een waarde van 1000 kg droge stof m^{-3} genomen en voor d een waarde van 0,05 m, waarbij is verondersteld dat de dioxinen zich vanwege hun geringe uitlooggedrag voornamelijk in de bovenste 5 cm van de bodem hebben opgehoopt. Het op deze wijze berekende patroon van de verwachte concentratiebijdrage is weergegeven in Figuur 1.

In de berekende concentratiebijdragen is de (lokale) achtergrondconcentratie van dioxinen in bodem niet verdisconteerd. Op 6 achtergrondlocaties in Noordoost Nederland werden door Van den Berg *et al.* (1994) dioxineconcentraties van 2,0 tot 4,0 ng I-TEQ/kg d.s. gemeten met een gemiddelde van 3,1 en een spreiding van 0,7 ng I-TEQ/kg d.s. (zie Tabel 3). Hieruit blijkt dat de met het model berekende concentratiebijdrage afkomstig van de uitstoot van FHS voor het hele gebied rond de smelterij kleiner is dan de gemiddelde achtergrondconcentratie van dioxinen in de bodem in Noordoost Nederland. De berekende concentratiebijdrage is geschat op *ten hoogste* 0,7 ng I-TEQ/kg d.s. ofwel 23% van de gemiddelde achtergrondconcentratie. Deze hoogste waarde is berekend voor ee locatie binnen de contour die tussen de meetlocaties 5 en 6 is gelegen (zie Figuur 1). Voor de rest van het gebied zijn lagere waarden berekend. Ter vergelijking zijn in Tabel 3 ook gemeten dioxineconcentraties in de bodem op andere locaties, waaronder enkele nabij bekende dioxinebronnen, vermeld.

Tabel 3. Regionaal voorkomen van PCDD's en PCDF's (in ng I-TEQ/kg d.s.) in de Nederlandse bodem.

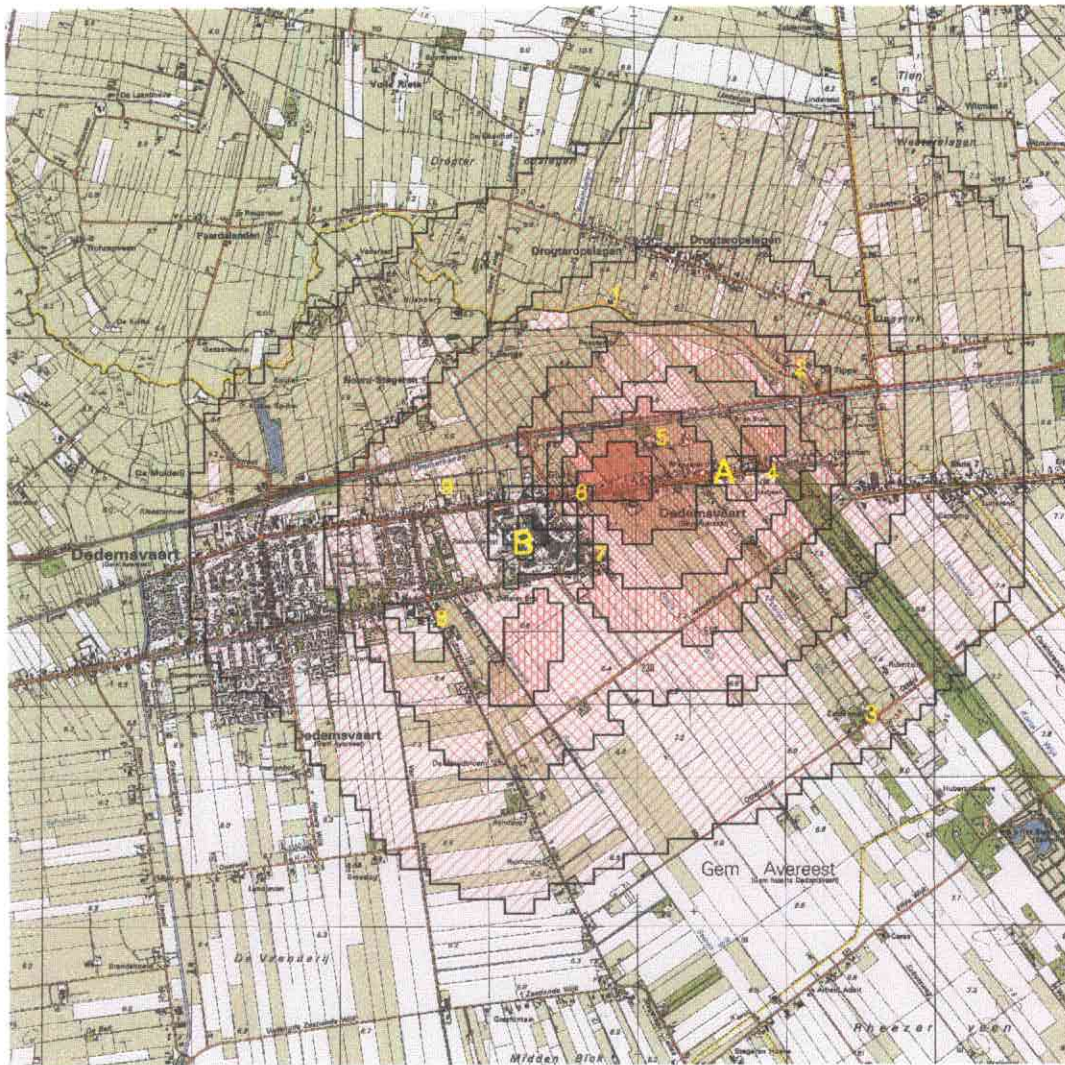
Locatie	Diepte (cm)	Aantal monsters	Gehalten		Referentie
			laagste	hoogste	
Nabij AVI's¹⁾ en andere dioxinebronnen					
Zaanstad	0-2	5	13	252	De Jong <i>et al.</i> (1991)
	2-10	5	12	46	
	10-50	2	2	5	
Lickebaert (Rotterdam)	0-1	5	18	51	De Jong <i>et al.</i> (1990)
	1-2	5	13	55	
	2-10	5	10	26	
Leeuwarden	0-5	10	2.5	22.6	Matthijssen <i>et al.</i> (1991)
Hoogovens (IJmuiden)	0-5	1		2.6	Bremmer <i>et al.</i> (1991)
Ruraal gebied					
Bergambacht	0-1	2	5	9	De Jong <i>et al.</i> (1990)
32 locaties ²⁾	0-5	26	2.2	16.4	Van den Berg <i>et al.</i> (1994)
6 locaties ³⁾	0-5	6	2.0	4.0	Van den Berg <i>et al.</i> (1994)

¹⁾ Afvalverbrandingsinstallaties.

²⁾ Verspreid over heel Nederland.

³⁾ Locaties in Noordoost Nederland.

Berekende bijdrage aan de dioxineconcentratie in de bodem door de uitstoot van FHS



Concentratie in ng I-TEQ/kg d.s.

Berekeningen: RIVM, OPS verspreidingsmodel

	0 - 0.1
	0.1 - 0.2
	0.2 - 0.3
	0.3 - 0.4
	0.4 - 0.5
	0.5 - 0.6
	>= 0.6

A voormalige locatie FHS
 B huidige locatie FHS

.1 monsterlocatie met nummer

2.3 Monstername

Op grond van het berekende concentratiepatroon in Figuur 1 zijn op 9 april 1998, in overleg met enkele vertegenwoordigers van de bewoners, bodemmonsters genomen op negen locaties in de omgeving van de aluminiumsmelterij. De monsteramelocaties zijn in Figuur 1 aangegeven. De locaties zijn ongeveer gelijkelijk verdeeld over de volgens de modelberekeningen meer en minder belaste gebieden. Enkele locaties zijn gekozen op het grondgebied van de gemeente Drogteropslagen. Voor alle geselecteerde locaties geldt dat de bodem ter plaatse gedurende lange tijd niet is bewerkt, zodat een zo goed mogelijk beeld kon worden verkregen van de totale concentratietoename van dioxinen gedurende de laatste 25 jaar.

Op elk van de negen gekozen locaties werden met een graszodenmonsterboor 40 steken bodem genomen op een uitgezet carré van 25 m² conform SOP⁵ nr. LBG/410/00. Bij het toepassen van de SOP werd één uitzondering gemaakt, namelijk in plaats van de voorgeschreven diepte van 10 cm werden steken tot een diepte van 5 cm genomen. De reden hiervoor is dat dioxinen zich meestal ophopen in de toplaag (d.w.z. niet dieper dan de bovenste 5 cm) van de bodem door de zeer geringe uitloging.

Per locatie werden de bodemsteken verzameld in twee gespoelde glazen monsterpotten van 0,5 l. De potten werden goed afgesloten en vervoerd naar het laboratorium, waar ze in de koelkast bij 5 °C werden bewaard tot de monstervoorbewerking.

2.4 Monstervoorbewerking en analyse

De monsters veldnatte grond werden in het laboratorium vóór de fysisch-chemische bepalingen zorgvuldig gehomogeniseerd. Vervolgens is een deel bij het Laboratorium voor Anorganisch-analytische Chemie onderzocht op het gehalte aan droge stof volgens SOP nr. LAC/M080/01. Door hetzelfde laboratorium is in de gedroogde mengmonsters tevens het gehalte aan organische stof bepaald volgens de gloeiverliesmethode conform NEN 5754.

Het andere deel van de gehomogeniseerde grond werd bij het Laboratorium voor Organisch-analytische Chemie onderworpen aan een analyse van de zeventien 2,3,7,8-chloorgesubstitueerde dibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en dibenzofuranen (PCDF's) volgens SOP LOC nrs. 145, 113, 235 en 114 volgens LOC-onderzoeksplan 609023-98/02. Daarbij is een deelmonster van 50 gram grond gemengd met 150 gram watervrij natriumsulfaat, en vervolgens geëxtraheerd met toluëen. Het toluëenextract is vervolgens via verschillende kolomchromatografische stappen gezuiverd. Daarbij is gebruik gemaakt van verschillende adsorbentia zoals actieve kool, aluminiumoxyde, en silicagel (indien noodzakelijk geïmpregneerd met zwavelzuur). Voor enkele grondmonsters was het noodzakelijk enkele zuiveringsstappen te herhalen, teneinde een betrouwbare analyse mogelijk te maken. De concentraties van de PCDD's en PCDF's in de gezuiverde extracten zijn uiteindelijk vastgesteld met behulp van gaschromatografie met hoog oplossend vermogen massaspectrometrie (GC/MS). Hierbij wordt gebruik gemaakt van ¹³C-gelabelde referentiestoffen van PCDD's en PCDF's, die voorafgaande aan de extractie aan het deelmonster wordt toegevoegd (de zgn. isotoop-dilutie methode). Met de gehanteerde

⁵ Standard Operation Procedure

methode kan een onderste bepalingsgrens worden bereikt van 0,1 ng congeneer⁶ per kg droge grond.

Naast de gebruikelijke kwaliteitscontroles zijn in dit onderzoek een drietal monsters in duplo geanalyseerd ter controle van de analytische herhaalbaarheid. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 2. Uit deze onderzoeksgegevens kan worden geconcludeerd dat voor metingen van PCDD's en PCDF's met een concentratie van <1 tot 300 ng/kg droge stof rekening moet worden gehouden met een relatieve standaarddeviatie van 2 tot 30%, en van 14% indien de gehalten worden uitgedrukt in ng I-TEQ/kg d.s. Deze prestatiekenmerken zijn representatief voor de huidige stand van de techniek voor bepalingen van organische verbindingen op een dergelijk laag concentratieniveau.

⁶ Met congenere worden de afzonderlijke polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en -dibenzofuranen (PCDF's) bedoeld.

3. Resultaten

De resultaten van het analytisch-chemisch onderzoek zijn weergegeven in bijlage 1. Van de drie in duplo geanalyseerde monsters, afkomstig van locaties 1, 4 en 7 zijn de gemiddelde waarden opgenomen. De analyse van het bodemonster afkomstig van locatie 8 is niet gelukt door de aanwezigheid van bepaalde matrixcomponenten (geen dioxinen) die een betrouwbare GC/MS-analyse onmogelijk maakte.

Bij de berekening van de gehalten organische stof is er van uitgegaan dat de grond ca. 10% deeltjes kleiner dan 2 µm bevat.

In bijlage 1 is op basis van de meetgegevens voor de acht onderzochte bodemonsters tevens het gemiddelde, de standaarddeviatie en de laagst en hoogst gevonden waarden weergegeven. In Tabel 4 zijn de gemiddelde gemeten dioxinegehalten in de bodem, uitgedrukt in ng I-TEQ/kg d.s., per locatie samengevat en vergeleken met de verwachte gehalten. De verwachte gehalten zijn berekend als de som van de gemiddelde achtergrondconcentratie in Noordoost Nederland zoals bepaald door Van den Berg *et al.* (1994) en de met het model berekende concentratiebijdrage afkomstig van de uitstoot van FHS (zie paragraaf 2.1 en Figuur 1).

Tabel 4. Gemeten en verwachte dioxinegehalten in de bodem op de meetlocaties

Meetlocatie	gemeten dioxinegehalte (ng I-TEQ/kg d.s.)	verwacht dioxinegehalte (ng I-TEQ/kg d.s.)
1	3,7	3,3
2	5,0	3,4
3	1,8	3,2
4	2,3	3,6
5	3,6	3,6
6	2,2	3,7
7	1,5	3,4
9	3,7	3,3
gemiddelde en spreiding	3,0 ± 1,2	3,4 ± 0,8 ¹⁾

¹⁾ De spreiding in de lokale achtergrondconcentraties gemeten door Van den Berg *et al.* (1994) is hierin meegenomen.

4. Discussie en conclusies

De meetresultaten van dit onderzoek geven aan dat op de bemonsterde locaties de dioxineconcentraties gemiddeld genomen niet significant verschillen van zowel de achtergrondwaarden als de verwachte concentraties berekend uit de som van de achtergrondwaarden en de bijdrage afkomstig van FHS (Tabel 4). De gemeten dioxinegehalten uitgedrukt in I-TEQ's lopen uiteen van 1,5 tot 5,0 ng I-TEQ/kg droge stof, met een gemiddelde van 3,0 en een spreiding van 1,2 ng I-TEQ/kg droge stof. De gemiddelde achtergrondconcentratie in Noordoost Nederland is 3,1 ng I-TEQ/kg d.s. met een spreiding van 0,7 ng I-TEQ/kg d.s. De gemiddelde verwachte concentratie op de meetlocaties is 3,4 ng I-TEQ/kg d.s. met een spreiding van 0,8 ng I-TEQ/kg d.s.

Geconcludeerd kan worden dat zowel de modelberekeningen als de meetresultaten er op wijzen dat de concentratiebijdrage als gevolg van de uitstoot van FHS relatief klein is ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Ook blijken de met het model berekende concentratiebijdragen te vallen binnen de spreiding in de gemeten concentraties en de achtergrondconcentraties, welke een gevolg is van zowel ruimtelijke variatie als van meetonzekerheden.

De gemeten dioxineconcentraties liggen meer dan een factor 100 beneden de interventiewaarde voor bodem, welke 1000 ng I-TEQ/kg d.s. bedraagt.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek lijkt het niet zinvol méér monsters te nemen en te analyseren op dioxinen.

Literatuur

- Bos C.A. (1997) Onderzoek naar kanker en gezondheidsproblemen in Drogeropslagen. GGD Zuidwest-Drenthe, Hoogeveen.
- Bremmer H.J., Jong A.P.M.J. de, Matthijsen A.J.C.M., Schutter M.A.A. en Sein A.A. (1991) Dioxines bij de sinterfabriek van Hoogovens. Rapport nr. 730501022, RIVM, Bilthoven.
- De Jong A.P.M.J., van den Berg S., Liem A.K.D., van den Berg R. en van 't Klooster H.A. (1990) Onderzoek naar het dioxinegehalte in grond van weilanden in het Lickebaertgebied. Rapport nr. 730501011, RIVM, Bilthoven.
- De Jong A.P.M.J., van den Berg R., Marsman J.A., den Hartog R.S., den Boer A.C., Liem A.K.D., van den Berg S., Kootstra P.R., Hoogerbrugge R. en van 't Klooster H.A. (1991) Dioxinegehalten in grond van weilanden in de omgeving van de afvalverbrandingsinstallatie te Zaandam. Rapport nr. 730501021, RIVM, Bilthoven.
- Driessen W. (1992) Onderzoek naar de gezondheidseffecten bij omwonenden ten gevolge van de emissies van aluminiumsmelterij F.H.S. te Dedemsvaart. Rapport nr. 14. GGD Regio IJssel Vecht, Zwolle.
- Heilijgers R.E. (1997) Emissieonderzoek aan de centrale schoorsteen Aluminiumsmelterij F.H.S. B.V. te Dedemsvaart. Rapport nr. 97123700.R01. Krachtwerktuigen Adviesbureau, Amersfoort.
- Jaarsveld J. A. van (1989) Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik. Rapport nr. 228603008, RIVM, Bilthoven.
- Kühner D. en Schnabel W. (1994) Minimizing of PCDD/PCDF emission by a two step counter current system. Report no. 3072. Umweltsbundesamt, Berlijn, Duitsland.
- Matthijsen A.J.C.M., van den Berg R., Derks H.J.G.M., van Jaarsveld J.A., de Jong A.P.M.J., Slob W., Theelen R.M.C. en Sein A.A. (1991) Evaluatie van de relaties van dioxine-emissiemetingen aan de OLAF-Leeuwarden met gehalten in grond en melk in de omgeving. Rapport nr. 730501027, RIVM, Bilthoven.
- Provincie Overijssel (1998) Map met historisch overzicht maatregelen, vergunningen e.d. aangaande het bedrijf FHS te Dedemsvaart.
- Schutter M. A. A. en Jaarsveld J. A. van (1993) Verspreiding en depositie van dioxinen in Nederland. Rapport nr. 730501036, RIVM, Bilthoven.
- Slob W., Troost L. M., Krijgsman M., Koning J. de en Sein A. A. (1993) Verbranding van huishoudelijk afval in Nederland. Emissies optredend bij verbranding. Verspreiding en risico's van dioxinen. Rapport nr. 730501034, RIVM, Bilthoven, TNO, Apeldoorn, VROM, Leidschendam.
- Tauw (1991) Onderzoek naar de emissies van F.H.S. te Dedemsvaart. Rapportnr. 3188833 1991. Tauw Infra Consult, Deventer.
- Van den Berg R., Hoogerbrugge R., Groenemeijer G.S., Gast L.F.L. en Liem A.K.D. (1994) Achtergrondgehalten van dioxinen in de Nederlandse bodem. Rapport nr. 770501014, RIVM, Bilthoven.
- Weerdt D.H.J. van de (1997) Gezondheidskundige beoordeling van de uitstoot van BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart. Rapport GGD/MMK/027. GGD Regio IJssel Vecht, Zwolle.
- Wolsink J. (1996) Emissiemetingen bij BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart d.d. 2 t/m 4 juli 1996. Rapport 96-058-EM. Provincie Gelderland, Arnhem.

Bijlage 1

Gehalten van PCDD's (dioxinen), PCDF's (furanen) in ng/kg droge stof en totaalgehalten dioxinen in ng I-TEQ/kg d.s. in de toplaag van de bodem van acht verschillende locaties in de omgeving van BV Aluminiumsmelterij FHS te Dedemsvaart.

Monsternamelocatie (code)	1	2	3	4	5	6	7	9	ALLE LOCATIES (n=8)				
									gem.	stdev.	laagst	hoogst	
Droge stof gehalte (%)	96%	94%	98%	99%	98%	98%	99%	99%	98%	2%	94%	99%	
Organisch stof gehalte (%)	19.8%	36.6%	6.5%	5.7%	13.2%	9.3%	8.7%	6.6%	13.3%	10.5%	5.7%	36.6%	
I-TEF													
dioxinen													
2,3,7,8-TCDD	1	0.2	0.7	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.7
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	0.6	0.6	0.2	0.2	0.7	0.5	0.3	0.7	0.5	0.2	0.2	0.7
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.7	1.1	0.3	0.3	0.8	0.6	0.4	0.7	0.6	0.3	0.3	1.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	1.8	2.2	0.6	2.5	1.6	1.2	0.9	3.2	1.7	0.9	0.6	3.2
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	1.3	1.9	0.5	1.2	1.3	0.9	0.7	2.3	1.3	0.6	0.5	2.3
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	26.9	24.8	6.0	71.0	18.6	12.0	13.6	25.6	24.8	20.1	6.0	71.0
OCDD	0.001	158.5	162.2	26.2	286.0	79.1	53.4	77.6	138.7	122.7	82.6	26.2	286.0
furanen													
2,3,7,8-TCDF	0.1	1.9	2.8	1.8	0.6	2.5	1.3	0.9	2.0	1.7	0.8	0.6	2.8
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	2.2	3.3	1.2	0.6	2.4	1.3	0.9	2.1	1.8	0.9	0.6	3.3
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	1.7	2.6	1.5	0.5	2.1	1.2	0.8	1.8	1.5	0.7	0.5	2.6
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	2.9	4.0	1.3	0.8	2.6	1.6	1.1	2.3	2.1	1.1	0.8	4.0
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	2.1	2.9	0.7	0.6	2.0	1.2	0.8	1.9	1.5	0.8	0.6	2.9
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.4	0.5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.5
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	2.1	2.8	0.7	0.5	2.0	1.1	0.8	2.0	1.5	0.8	0.5	2.8
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	40.8	23.1	6.1	7.4	16.1	10.4	6.6	26.2	17.1	12.2	6.1	40.8
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	1.6	1.8	0.5	0.4	1.1	0.8	0.5	1.0	1.0	0.5	0.4	1.8
OCDF	0.001	55.5	36.8	2.3	10.4	21.3	11.7	7.6	24.2	21.2	17.6	2.3	55.5
I-TEQ (ng/kg d.s.)	3.7	5.0	1.8	2.3	3.6	2.2	1.5	3.7	3.0	1.2	1.5	5.0	

Bijlage 2

Herhaalbaarheid (uitgedrukt als RSD in %) van chemische bepalingen van PCDD's en PCDF's in grond, zoals vastgesteld uit de duplo-analyse van drie bodemonsters uit het onderhavige onderzoek.

Monsternamelocatie (code)	1			4			7			Herhaal- baarheid	
Monstercode	1.1	1.2	gem. (n=2)	4.1	4.2	gem. (n=2)	7.1	7.2	gem. (n=2)		
congeneer		I-TEF									
dioxinen											
2,3,7,8-TCDD	1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	- ¹⁾	0.1	0.1	15%
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	0.6	0.5	0.6	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	7%
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.8	0.7	0.7	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	13%
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	1.9	1.6	1.8	1.9	3.1	2.5	0.9	0.9	0.9	20%
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	1.3	1.2	1.3	1.0	1.3	1.2	0.7	0.7	0.7	11%
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	26.7	27.1	26.9	45.2	96.8	71.0	14.1	13.1	13.6	30%
OCDD	0.001	157.1	159.9	158.5	236.0	335.9	286.0	83.3	71.9	77.6	15%
furanen											
2,3,7,8-TCDF	0.1	1.9	1.8	1.9	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9	0.9	7%
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	2.2	2.1	2.2	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	3%
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	1.7	1.8	1.7	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	4%
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	2.9	2.9	2.9	0.8	0.8	0.8	1.1	1.2	1.1	3%
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	2.1	2.1	2.1	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	2%
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	22%
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	2.2	2.1	2.1	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	4%
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	42.9	38.6	40.8	8.0	6.9	7.4	6.4	6.7	6.6	8%
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	1.7	1.5	1.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	7%
OCDF	0.001	58.9	52.1	55.5	10.2	10.5	10.4	6.9	8.2	7.6	9%
(i)-TEQ (ng/kg d.s.)		3.7	3.7	3.7	1.9	2.7	2.3	1.5	1.6	1.5	14%

¹⁾ Niet kwantificeerbaar ivm. matrixverstoring.

Bijlage 3 Verzendlijst

1. H.J.M. Kemperman, milieudeputeerde Provincie Overijssel
2. A.C. Bossema, Provincie Overijssel
- 3.-22. A.K.M. Herrmann, Provincie Overijssel
23. M.M. Kool, milieudeputeerde Provincie Drenthe
24. A. Wessels, Provincie Drenthe
25. College van burgemeester en wethouders van de Gemeente De Wolden
26. A. Schenkel, Gemeente De Wolden
27. College van burgemeester en wethouders van de Gemeente Avereest
28. J.-H. Kat, Gemeente Avereest
29. H. Ruessink, Inspectie Milieuhygiëne Noord
30. C.P. Boekel, Inspectie Milieuhygiëne Oost
31. Ir. P.J. Verkerk, Hoofdinspectie Milieuhygiëne
32. Dr. C.J.M. van den Bogaard, Hoofdinspectie Milieuhygiëne
33. Drs. D.H.J. van de Weerd, GGD Regio IJssel-Vecht
34. C.A. Bos, GGD Zuid-West Drenthe
35. College van burgemeester en wethouders van de Gemeente Hardenberg
36. J. Schepers, Gemeente Hardenberg
37. Drs. H.M. Plate, Veterinaire Inspectie
38. C.A.M. van Tilburg, Actiecomité Drogeropslagen
39. J.S. Thomas, Actiecomité Drogeropslagen
40. W. Tibben, Actiecomité Drogeropslagen
41. J. Kwant, Streekbelangen Drogeropslagen
42. H. Boessenkool, Streekbelangen Drogeropslagen
43. Dr. R.M.C. Theelen, Tauw Milieu bv, Deventer
44. Dr. J.H. van Wijnen, GG&GD, Amsterdam
45. Dr. J.A. van Zorge, DGM/SVS, Den Haag
46. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
47. Directie RIVM
48. Dr.Ir. G. de Mik
49. Ir. J.J.G. Kliest
50. Dr. P. van Zoonen
51. Ir. R. van den Berg
52. Drs. P.R. Kootstra
53. Dr. R. Hoogerbrugge
54. Dr. W. Slob
55. Drs. E.G. van der Velde
56. Dr. T. Visser
57. J.IJ. Wammes
58. Dr. G. Zomer
- 59.-63 Auteurs
64. SBD/Voorlichting & Public Relations
65. Bureau Rapportenregistratie
66. Bibliotheek RIVM
- 67-76 Bureau Rapportenbeheer
- 77-85 Reserve exemplaren