

Biomonitoring- programma rondom afvalverbrandings- installatie Alkmaar

Maart 1992 t/m december 1993

C.J. van Dijk, A.J. van Alfen, L.J.M. van der Eerden
& M.T. de Kok

ab-dlo

Het DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) is onderdeel van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Het instituut is opgericht op 1 november 1993 en is ontstaan door de samenvoeging van het Wageningse Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO) en het in Haren gevestigde Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB-DLO).

DLO heeft tot taak het genereren van kennis en het ontwikkelen van expertise ten behoeve van de beleidsvoorbereiding en -uitvoering van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, het bevorderen van de primaire landbouw en de agrarische industrie, het inrichten en beheren van het landelijk gebied, en het beschermen van natuur en milieu.

AB-DLO heeft tot taak het verrichten van zowel fundamenteel-strategisch als toepassingsgericht onderzoek en is gepositioneerd tussen het fundamentele basisonderzoek van de universiteiten en het praktijkgerichte onderzoek op proefstations. De verkregen onderzoeksresultaten dragen bij aan de bevordering van:

- de bodemkwaliteit;
- duurzame plantaardige productiesystemen;
- de kwaliteit van landbouwproducten.

Kernexpertises van het AB-DLO zijn plantenfysiologie, bodembioïologie, bodemchemie en -fysica, nutriëntenbeheer, gewas- en onkruidedecologie, graslandkunde en agrosysteemkunde.

Adres

Vestiging Wageningen:

Postbus 14, 6700 AA Wageningen

tel. 08370-75700

fax 08370-23110

e-mail postkamer@ab.agro.nl

Vestiging Haren:

Postbus 129, 9750 AC Haren

tel. 050-337777

fax 050-337291

e-mail postkamer@ab.agro.nl

HASKONING is een wereldwijd opererend onafhankelijk adviesbureau, dat voor bedrijven en overheden adviesopdrachten uitvoert op het gebied van:

- Bouw
- Milieu
- Infrastructuur
- Waterbouw

Het advieswerk omvat onder andere: beleidsvoorbereiding, studie, ontwerp, projectmanagement, begeleiding van de uitvoering, beheer en training.

HASKONING, Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau

Barbarossastraat 35

Postbus 151

6500 AD Nijmegen

tel. 080-284284

fax. 080-239346

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Opzet en werkwijze	5
3. Resultaten	7
3.1. Cadmium	7
3.1.1. Inleiding	7
3.1.2. Werkwijze	7
3.1.3. Resultaten	7
3.1.4. Discussie	8
3.2. Kwik	10
3.2.1. Inleiding	10
3.2.2. Werkwijze	10
3.2.3. Resultaten	10
3.2.4. Discussie	12
3.3. Fluoriden	13
3.3.1. Inleiding	13
3.3.2. Werkwijze	13
3.3.3. Resultaten	14
3.3.4. Discussie	16
3.4. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	17
3.4.1. Inleiding	17
3.4.2. Werkwijze	17
3.4.3. Resultaten	17
3.4.4. Discussie	17
3.5. Dioxines	18
3.5.1. Inleiding	18
3.5.2. Werkwijze	19
3.5.3. Resultaten	19
3.5.4. Discussie	20
3.6. Incidenten	20
4. Evaluatie	21
Referenties	22
Bijlagel : Emissiegegevens	1 p.
Bijlage II : PAK-gehalten per component in spinazie- en boerenkoolmonsters	5 pp.
Bijlage III : Dioxinegehalten per componentin melk	4 pp.

Samenvatting

In opdracht van de N.V. Huisvuilcentrale N-H is in de omgeving van de afvalverbrandingsinstallatie in Alkmaar een biomonitoringprogramma opgezet. De doelstelling van het programma is het bepalen van eventuele effecten op de kwaliteit van landbouwkundige produkten als gevolg van de uitstoot van rookgassen. Hiertoe werden op drie locaties verschillende gewassen blootgesteld aan de omgevingslucht en vervolgens geanalyseerd op een aantal componenten: cadmium (Cd), kwik (Hg), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en fluoriden (F). Tevens werd in melk het dioxinegehalte bepaald. De analyse-resultaten werden getoetst aan de geldende normen voor consumptiekwaliteit.

De gemeten kwikgehalten in gewassen en de dioxinegehalten in melk komen overeen met het landelijk niveau en blijven daarmee beneden de Warenwetnorm. De PAK-gehalten laten een daling zien tot beneden het (indicatieve) achtergrondniveau. Het cadmiumgehalte dat in het voorjaar van zowel 1992 als 1993 in spinazie werd gemeten is verhoogd tot bijna het niveau van de Warenwetnorm. De overige cadmiumgehalten komen overeen met het landelijk niveau. Het fluoridegehalte in gras heeft de advies-norm voor veevoer niet overschreden, maar is in de winterperiode wel hoger dan op grond van normale fluctuaties tussen de jaargetijden kan worden verwacht.

Uit de resultaten blijkt dat de afvalverbrandingsinstallatie een gering effect heeft op de kwaliteit van landbouwprodukten. In de meetperiode die in dit rapport geëvalueerd wordt waren alleen de cadmiumgehalten in spinazie incidenteel verhoogd. Uit nader onderzoek moet blijken in welke mate de afvalverbrandingsinstallatie bijdraagt aan de verhoogde gehalten. Het monitoringprogramma zal in 1994 worden voortgezet, waarbij enkele wijzigingen aangebracht worden die anticiperen op de ingebruikname van de nieuwe Huisvuilcentrale N-H.

1. Inleiding

De N.V. Huisvuilcentrale N-H is als exploitant van de afvalverbrandingsinstallatie (AVI) aan de Herculesstraat te Alkmaar een overeenkomst aangegaan met de Gewestelijke Raad voor Noord-Holland van het Landbouwschap. De overeenkomst legt de N.V. Huisvuilcentrale N-H een inspanningsverplichting op negatieve effecten op het agrarisch produktiemilieu bij exploitatie van de installatie aan de Herculesstraat te vermijden. De overeenkomst omvat een schaderegeling met de omwonende agrariërs. De regeling zal ook gelden voor de nieuwe Huisvuilcentrale N-H die in 1995 op het bedrijventerrein Boekelermeer nabij Alkmaar in gebruik zal worden genomen.

Als onderdeel van bovengenoemde schaderegeling is in opdracht van de N.V. Huisvuilcentrale N-H door HASKONING en AB-DLO een actief biomonitoringprogramma geïmplementeerd om de effecten van de uitstoot van de huidige installatie op de kwaliteit van agrarische produkten en gewassen te registreren. Gegevens uit het programma kunnen tevens worden gebruikt bij de beoordeling en onderbouwing van eventuele claims van de bij de overeenkomst betrokken agrariërs.

Met behulp van biomonitoring is het mogelijk inzicht te krijgen in de depositie en negatieve effecten van bepaalde componenten gedurende de blootstellingsperiode van het gewas. Het AB-DLO heeft op basis van haar ervaring met biomonitoring rond industriële vestigingen, in samenwerking met HASKONING, het biomonitoringprogramma rond de AVI opgezet. Hiertoe werd op drie locaties een aantal gewassen op gestandaardiseerde wijze opgekweekt. De planten werden na een bepaalde expositieperiode visueel beoordeeld en vervolgens geanalyseerd op een aantal door de AVI-Alkmaar geëmitteerde componenten: cadmium (Cd), kwik (Hg), fluoriden en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Op twee locaties werden melkmonsters genomen voor bepaling van het dioxinegehalte. De Cd-, Hg-, en dioxinegehalten werden getoetst aan kwaliteitsnormen voor landbouwprodukten bedoeld voor menselijke consumptie. Het fluoridegehalte in gras werd vergeleken met de advieswaarde voor fluoriden in veevoer.

Dit rapport beschrijft de opzet, uitvoering en evaluatie van het biomonitoringprogramma gedurende de periode maart 1992 tot en met december 1993. Als bijlage is een beknopt overzicht opgenomen van de resultaten van de emissiemetingen verricht aan de AVI-Alkmaar in dezelfde periode voor een eventuele relatering van gemeten gehalten aan emissiegegevens (Bijlage I).

2. Opzet en werkwijze

Uit de door de AVI-Alkmaar geëmitteerde stoffen (HASKONING, 1991a) is een aantal componenten geselecteerd op basis van intrinsieke toxiciteit en emissieomvang. Deze stoffen zijn: cadmium (Cd), kwik (Hg), fluoriden, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en dioxines (PCDD's/PCDF's). Aan de hand van een door HASKONING (1991b) uitgevoerde studie 'biomonitoring' werden voor deze componenten bioindicatoren geselecteerd. Een overzicht van deze selectie en bijbehorende beoordelingsfrequenties staat in Tabel 1.

Het monitoringprogramma werd uitgevoerd op drie locaties, op ca. 800 en 3000 meter ten noordoosten van de AVI (Meetpunten 1 en 2) en op 1500 meter ten zuidwesten van de AVI (Meetpunt 0). De locaties zijn gekozen op grond van het verspreidingspatroon van de huidige AVI en het te verwachten verspreidingspatroon van de nieuwe HVC N-H (HASKONING, 1991a). De situering van de meetlocaties is weergegeven in Fig. 4. De locatie van meetpunt 0 is, vooruitlopend op de bouw van de HVC N-H, gekozen in de directe nabijheid van de toekomstige vestigingsplaats, en kan dan als referentiepunt dienst gaan doen mits er geen emissies op grondniveau plaatsvinden.

Tabel 1 Overzicht van de bio-indicatoren voor de verschillende stoffen en de bemonsteringsfrequenties gedurende 1992 en 1993

Indicator	Component	Beoordelings- frequentie per jaar	Aantal meet- locaties	Totaal aantal monsters voor chemische analyse
Spinazie	Cd, Hg, PAK's	3	3	18
Boerenkool	Cd, Hg, PAK's	3	3	18
Gras	Fluoriden	13 (4-wekelijks)	3	72
Gladiool	Fluoriden	3	3	-
Koemelk	PCDD's/PCDF's	2	2	8

Voor de opkweek van het plantmateriaal op de meetlocaties werd gebruik gemaakt van standaardcultuurbakken, bestaande uit een kunststof boven- en onderbak. De bovenste bak is gevuld met potgrond (Triomf nr. 17, Trio bv., Westerhaar voor spinazie; Lentse potgrond, CAVV Lent voor boerenkool), de onderste dient als waterreservoir. In iedere bak met potgrond zijn zes katoenen linten ingegraven. De uiteinden van deze linten hangen via gaten in de bodem in het water van de onderste bak. De linten zuigen een zodanige hoeveelheid water op dat de vochtigheid van de grond ongeveer constant blijft, onafhankelijk van de hoeveelheid neerslag en de verdamping. Op deze wijze worden de planten naar behoefte op een gelijkmatige manier van water voorzien. Door deze uniforme opkweek werd het verschil in groeiomstandigheden tussen de meetpunten hoofdzakelijk bepaald door de luchtkwaliteit.

Aan de hand van analyses van bovengrondse plantedelen werd de belasting door Cd, Hg en PAK's bepaald. In het voorjaar en zomer werd spinazie geteeld. Afhankelijk van de groeiomstandigheden werden verschillende cultivars gebruikt ('Wolter', 'Mazurka' en 'Nores' in 1992; 'Wolter' en 'Correnta F1' in 1993). Negen weken voor de geplande oogsttijdstippen werd de spinazie gezaaid. Na een blootstellingsperiode van ± 8 weken was het gewas vol-

groeid en werd vervolgens geoogst en geanalyseerd. Eén week voor de oogst werd reeds de volgende serie spinazie gezaaid. Door de gunstige groeiomstandigheden is het enige malen voorgekomen dat een serie spinazie reeds na 4 weken oogstrijp was. Om toch continu een gewas op de locaties aanwezig te hebben is er in die gevallen een extra serie spinazie gezaaid. Uit het geoogste materiaal van beide series is een mengmonster genomen en geanalyseerd.

In najaar en winter werden de gehalten bepaald in boerenkool. Hiervoor werden in september twaalf, in Wageningen opgepotte, boerenkoolplanten op de locaties uitgezet (cv. 'Westlandse winter'). Bij elke monstername werd het jongste bladmateriaal van vier planten geoogst en geanalyseerd.

Voor het vaststellen van de fluoridebelasting werd gebruik gemaakt van gladiool cv. 'Lavendel Puff' als indicator plant¹. Deze reageert op verhoogde fluorideconcentraties met een specifieke zichtbare bladpuntbeschadiging. Half april werden op alle locaties de gladiolen gepoot. Vanaf circa 8 weken na poten werden de planten maandelijks visueel beoordeeld op aanwezigheid van deze bladpuntbeschadiging. De fluoridebelasting werd ook gevolgd aan de hand van het fluoridegehalte in gras. Elke vier weken werd in de directe omgeving van de meetlocaties een grasmonster genomen uit een weiland of wegberm. Tweemaal per jaar, in juni en oktober, werd op twee locaties (Melk 1 en 2, Fig. 4) een melkmonster genomen waarin het dioxinegehalte werd bepaald. Een overzicht van de totale tijdsplanning voor waarnemingen en monsternames staat in Tabel 2.

Het biomonitoringprogramma, uitgevoerd zoals bovenstaand beschreven, geeft een beeld van de depositie van componenten in het maximum depositiegebied van de verbrandingsinstallatie onder normale procesomstandigheden. Onvoorziene emissies waarbij overlast of schade aan gewassen wordt veroorzaakt worden op ad hoc basis geëvalueerd.

Tabel 2 Tijdsplanning voor waarnemingen en monsternames

Bio-indicator	Weeknummer 1992										Weeknummer 1993														
	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	
Spinazie			•		•		•								•		•		•						
Boerenkool									•		•		•										•		•
Gras	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Gladiool					•	•	•										•	•	•						
Koemelk			•					•								•					•				

¹In het oorspronkelijke monitoringprogramma werden ook tulpen genoemd als indicator voor fluoride, voorafgaande aan de expositie van gladiolen, maar gezien het tijdstip waarop het programma van start ging was het niet meer mogelijk tulpen op te kweken. Vooralsnog is van het gebruik van tulpen afgezien.

3. Resultaten

3.1. Cadmium

3.1.1. Inleiding

Bij verbranding van huishoudelijk afval wordt cadmium, een zwaar metaal, uitgestoten. Het cadmium wordt, geadsorbeerd aan zwevende deeltjes, via de lucht verspreid. De deeltjesgrootte bepaalt over welke afstand het cadmium wordt getransporteerd. Het is gebleken dat de maximale immissieconcentraties worden bereikt binnen een afstand van enkele kilometers van de installatie (Stoop & Rennen, 1991).

Planten kunnen het door de lucht aangevoerde cadmium via de huidmondjes en het plasmamembraan opnemen. Het cadmium is in de plant zeer mobiel en kan door de gehele plant worden getransporteerd. Uiteindelijk kan het in diverse plantedelen zoals wortels, bladranden en zaden worden opgeslagen (Stoop & Rennen, 1991).

In het monitoringprogramma is alleen de opname door de bovengrondse plantedelen bepaald; opname via de bodem is te verwaarlozen omdat de gewassen steeds in verse, schone standaardpotgrond gekweekt zijn. Vervolgens zijn de gehalten gerelateerd aan de Warenwettenormen voor het betreffende gewas. De consumptiekwaliteit staat hierbij centraal.

3.1.2. Werkwijze

Spinazie werd na een expositieperiode van ± 4 of 8 weken, afhankelijk van de groeiomstandigheden, geoogst. Per meetlocatie werd een mengmonster samengesteld uit al het oogstrijpe plantemateriaal. Voor boerenkool werd per meetlocatie het jongste bladmateriaal van planten geoogst zodat ook hier de expositieperiode ± 8 weken bedroeg.

De monsters werden na de oogst gewassen met stromend water, uitgaande van het gegeven dat groente voor consumptie wordt gewassen². Een deel van de op het gewas aanwezige verontreiniging wordt hiermee weggespoeld. De monsters zijn vervolgens gedroogd gedurende drie dagen bij 55 °C en gemalen. De monsters werden ontsloten analoog aan NEN voorschrift 6439. Vervolgens werd de atomaire absorptie bij 228,8 nm bepaald door meting na atomisering in een grafietoven (NEN 6458). De analyses zijn uitgevoerd door BCO Analytical Services B.V., Breda.

3.1.3. Resultaten

Specifieke zichtbare symptomen ten gevolge van een verhoogde cadmium opname, zoals verkleuring en krulling van bladeren, bruine bladranden, roodachtige nerven en bladstengels, chlorose en necrose (Stoop & Rennen, 1991) zijn niet waargenomen. Overigens treden deze symptomen pas op bij ruime overschrijding van de Warenwettenorm. De gemeten cadmiumgehalten in spinazie en boerenkool staan vermeld in Tabel 3.

²Hierbij is aangesloten bij de werkwijze zoals die door de Keuringsdienst van Waren wordt gehanteerd.

Tabel 3 Cadmiumgehalten in mg kg^{-1} d.s. en percentage vocht na drogen bij 55 C van spinazie en boerenkoolmonsters op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar

Monstername		Meetpunt 0		Meetpunt 1		Meetpunt 2	
		Cd	% vocht	Cd	% vocht	Cd	% vocht
Spinazie	Week 20, 1992	1,7	4	1,2	4	1,1	4
	Week 28	2,2	7	2,4	6	1,9	7
	Week 36	0,8	8	1,0	6	0,6	7
	Week 19, 1993	1,8	4	1,9	4	2,2	2
	Week 27	1,0	6	0,8	5	1,2	5
	Week 35	1,0	4	1,2	1	1,0	2
	Gemiddelde	1,4		1,4		1,3	
Boerenkool	Week 44, 1992	0,08	3	0,19	4	0,17	3
	Week 52	0,10	9	0,10	9	0,11	9
	Week 7, 1993	0,11	5	0,12	6	0,12	5
	Week 43	0,18	4	0,28	3	0,20	3
	Week 51	0,16	0	0,17	0	0,18	0
	Gemiddelde	0,13		0,17		0,16	

3.1.4. Discussie

De gehalten in Tabel 3 zijn uitgedrukt in mg kg^{-1} droge stof (d.s.). In de Warenwet worden grenswaarden echter uitgedrukt in mg kg^{-1} vers gewicht (v.g.). Om de analyseresultaten uit het biomonitoringprogramma te kunnen toetsen aan de warenwetnormen voor spinazie en boerenkool moeten deze omgerekend worden van mg kg^{-1} d.s. naar mg kg^{-1} v.g. volgens onderstaande methode.

Het gemiddelde droge stof gehalte van spinazie en boerenkool bedraagt respectievelijk 8 % en 16 % (Wiersma et al, 1985; De Vries, 1982). De gemeten gehalten in spinazie worden met een factor 0,08 vermenigvuldigd en de gehalten in boerenkool met 0,16. Ook voor het percentage vocht dat zich na drogen bij 55 °C nog in het monsters bevindt, moet gecorrigeerd worden om tot een juiste schatting van het versgewicht te komen. Deze vermenigvuldigingsfactor bedraagt $100/(100 - \% \text{vocht})$, zie Tabel 3. De omgerekende cadmiumgehalten in spinazie en boerenkool zijn weergegeven in de Tabel 4.

De Warenwetnorm voor spinazie is vastgesteld op $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. terwijl het landelijk niveau circa $0,06 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. bedraagt (Wiersma et al., 1985). Uit de resultaten blijkt dat de cadmiumgehalten in spinazie op alle locaties structureel boven het landelijk niveau liggen (Fig. 1). In 1992 werd in week 28 op de meetpunten 0 en 1 de Warenwetnorm bereikt. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze gehalten zijn bepaald in een mengmonster van twee achtereenvolgende, oogstrijpe series spinazie. Het is daarbij niet uitgesloten dat in één van beide series de Warenwetnorm is overschreden. Ook het gehalte op meetpunt 2 was verhoogd. In week 31 was het gehalte op alle locaties nagenoeg gelijk aan het landelijk niveau. Eenzelfde trend lijkt zich te herhalen in 1993, in week 19 waren de gehalten op alle locaties duidelijk verhoogd. De Warenwetnorm werd echter niet bereikt. De gehalten gemeten in week 27 en 35 (1993) lagen weer rond het landelijk niveau. De incidentele

emissiemetingen (Bijlage I) vertonen geen sterke fluctuaties in de tijd waaruit de verhoogde gehalten verklaard kunnen worden. Zeer waarschijnlijk wordt de opnamesnelheid van cadmium door planten hoofdzakelijk bepaald door seizoensinvloeden. Ook een verhoogde achtergrondbelasting is niet uitgesloten daar de gemeten gehalten op meetpunt 0 niet wezenlijk afwijken van die op meetpunten 1 en 2.

De gemeten gehalten in boerenkool liggen op alle locaties rond het landelijk niveau van $0,023 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. (Staarink & Hakkebrak, 1987) en blijven daarmee ruim onder de Warenwetnorm van $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. (Fig. 2).

Tabel 4 Berekende cadmiumgehalten in spinazie en boerenkool (mg kg^{-1} v.g.) op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 2	LA ¹⁾	WW ²⁾
Spinazie	Week 20, 1992	0,14	0,10	0,09	0,06	0,2
	Week 28	0,19	0,20	0,16	0,06	0,2
	Week 36	0,07	0,09	0,05	0,06	0,2
	Week 19, 1993	0,15	0,16	0,18	0,06	0,2
	Week 27	0,09	0,07	0,10	0,06	0,2
	Week 35	0,08	0,10	0,08	0,06	0,2
	Gemiddelde	0,12	0,12	0,12		
Boerenkool	Week 44, 1992	0,01	0,03	0,03	0,023	0,1
	Week 52	0,02	0,02	0,02	0,023	0,1
	Week 7, 1993	0,02	0,02	0,02	0,023	0,1
	Week 43	0,03	0,05	0,03	0,023	0,1
	Week 51	0,03	0,03	0,03	0,023	0,1
	Gemiddelde	0,02	0,03	0,03		

1) Landelijk-gemiddelde achtergrondniveau in mg kg^{-1} v.g.

2) Warenwetnorm in mg kg^{-1} v.g.

3.2. Kwik

3.2.1. Inleiding

Bij verbranding van huishoudelijk afval wordt naast cadmium ook het zware metaal kwik met de rookgassen verspreid. De belangrijkste verschijningsvorm is metallisch kwik dat zowel ongebonden als gebonden (circa 5 %) in de lucht voorkomt. Het gasvormig kwik kan zich over grote afstanden verspreiden in tegenstelling tot het gebonden deel dat, afhankelijk van de deeltjesgrootte, in de directe omgeving van de installatie neerslaat (Stoop et al., 1992).

Planten kunnen gasvormig kwik opnemen via de bovengrondse plantedelen. Het totale kwikgehalte wordt bepaald door de opname en de hoeveelheid kwik dat aan het bladoppervlak blijft kleven. Opname via de wortels vindt door de geringe mobiliteit van kwik in de bodem nauwelijks plaats (Stoop et al., 1992). Deze opnameroute is in het biomonitoringprogramma volledig uitgesloten door het kweken van gewassen in standaardpotgrond. Vervolgens zijn

de gehalten gerelateerd aan de Warenwetnormen voor het betreffende gewas. Ook hier staat de consumptiekwaliteit centraal.

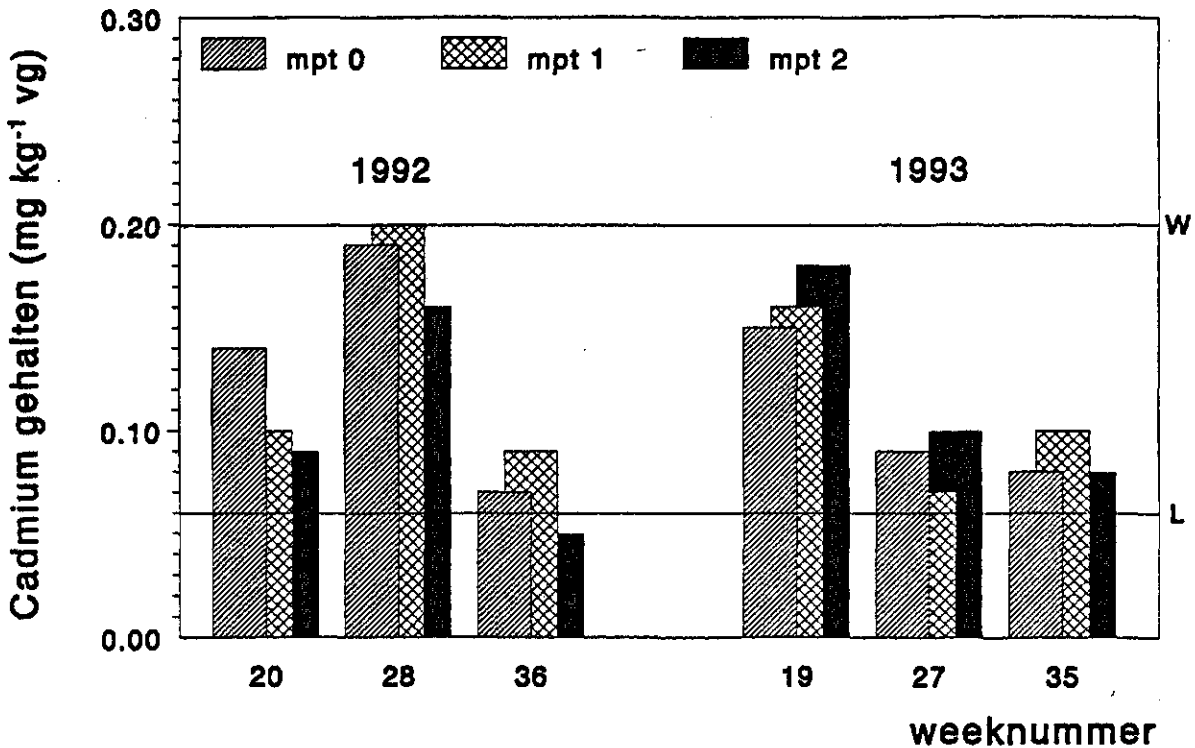
3.2.2. Werkwijze

De monsters werden op dezelfde wijze verzameld en voorbereikt zoals beschreven in § 3.1.2. Na ontsluiting van het monster werd de atomaire absorptie bepaald bij 352,7 nm (NEN 6449). De analyses zijn uitgevoerd door BCO Analytical Services B.V., Breda.

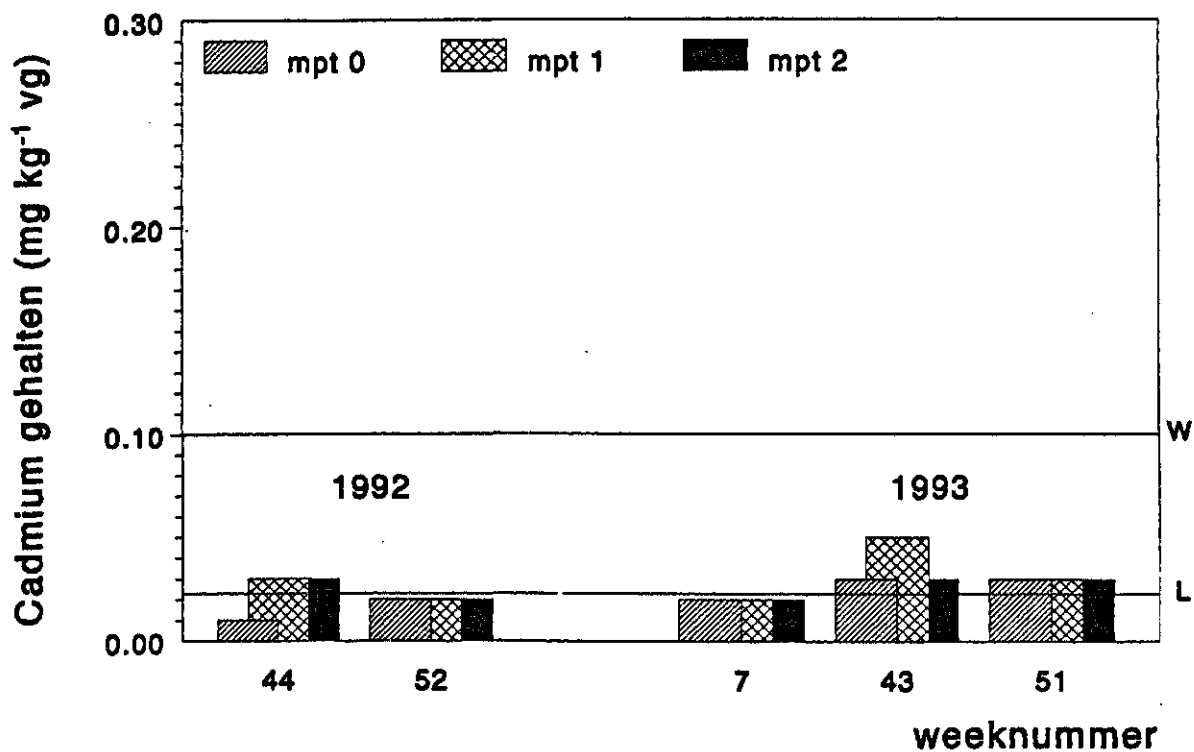
3.2.3. Resultaten

Specifieke zichtbare symptomen ten gevolge van een verhoogde kwik opname, zoals chlorose, bruine bladpunten, necrose, bladval en val van jonge knoppen (Stoop et al., 1992) zijn niet waargenomen. Overigens treden deze symptomen pas op bij ruime overschrijding van de Warenwetnorm.

De gemeten kwikgehalten in spinazie en boerenkool staan vermeld in Tabel 5.



Figuur 1 Cadmiumgehalten in spinazie op drie meetpunten rond de AVI-Alkmaar. Ter vergelijking zijn het landelijk achtergrondniveau (L) en de Warenwetnorm (W) weergegeven.



Figuur 2 Cadmiumgehalten in boerenkool op drie meetpunten rond de AVI-Alkmaar. Ter vergelijking zijn het landelijk achtergrondniveau (L) en de Warenwetnorm (W) weergegeven.

Tabel 5 Kwikgehalten in mg kg^{-1} d.s. en percentage vocht na drogen bij 55 °C van spinazie- en boerenkoolmonsters op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar

	Monstername	Meetpunt 0		Meetpunt 1		Meetpunt 2	
		Hg	% vocht	Hg	% vocht	Hg	% vocht
Spinazie	Week 20, 1992	0,03	4	0,02	4	0,02	4
	Week 28	0,02	7	0,02	6	0,01	7
	Week 36	0,04	8	0,04	6	0,03	7
	Week 19, 1993	n.a. ¹⁾	4	n.a.	4	n.a.	2
	Week 27	0,03	6	0,03	5	0,03	5
	Week 35	0,03	4	0,04	1	0,03	2
	Gemiddelde	0,03		0,03		0,02	
Boerenkool	Week 44, 1992	0,02	3	0,03	4	0,03	3
	Week 52	0,04	9	0,04	9	0,04	9
	Week 7, 1993	0,06	5	0,04	6	0,07	5
	Week 43	0,02	4	0,02	3	0,02	3
	Week 51	0,03	0	0,04	0	0,03	0
	Gemiddelde	0,03		0,03		0,04	

1) niet aantoonbaar, gehalte beneden de detectielimiet.

3.2.4. Discussie

Ook hier geldt dat voor toetsing aan de Warenwetnorm de analyseresultaten omgerekend moeten worden naar een gehalte in mg kg^{-1} v.g. zoals beschreven in § 3.1.4. De omgerekende kwikgehalten zijn weergegeven in Tabel 6.

De Warenwetnorm voor het kwikgehalte in spinazie is gesteld op $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. Het landelijk niveau bedraagt circa $0,005 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. (Staarink & Hakkebrak, 1987). Uit de resultaten blijkt dat de kwikgehalten in spinazie lager zijn dan het landelijk niveau en daarmee ruim onder de Warenwetnorm blijven.

Voor boerenkool is bepaald dat het landelijk niveau ligt tussen 0 en $0,025 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. (Staarink & Hakkebrak, 1987). Evenals voor spinazie bedraagt de Warenwetnorm voor boerenkool $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$ v.g. De kwikgehalten in boerenkool liggen in de range voor het landelijk niveau en daarmee ruim beneden de Warenwetnorm.

Tabel 6 Berekende kwikgehalten in spinazie en boerenkool (mg kg⁻¹ v.g.) op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 2	LA ¹⁾	WW ²⁾
Spinazie	Week 20, 1992	0,003	0,002	0,002	0,005	0,03
	Week 28	0,002	0,002	0,001	0,005	0,03
	Week 36	0,003	0,003	0,003	0,005	0,03
	Week 19, 1993	n.a. ³⁾	n.a.	n.a.	0,005	0,03
	Week 27	0,003	0,003	0,003	0,005	0,03
	Week 35	0,003	0,003	0,002	0,005	0,03
	Gemiddelde	0,002	0,002	0,002		
Boerenkool	Week 44, 1992	0,003	0,005	0,005	<0,025	0,03
	Week 52	0,007	0,007	0,007	<0,025	0,03
	Week 7, 1993	0,010	0,007	0,012	<0,025	0,03
	Week 43	0,003	0,003	0,003	<0,025	0,03
	Week 51	0,005	0,006	0,005	<0,025	0,03
	Gemiddelde	0,006	0,006	0,006		

1) Landelijk-gemiddelde achtergrondniveau in mg kg⁻¹ v.g.

2) Warenwetnorm in mg kg⁻¹ v.g.

3) niet aantoonbaar, gehalte beneden de detectielimiet

3.3. Fluoriden

3.3.1. Inleiding

Fluorideverontreiniging als gevolg van afvalverbranding kan tot problemen leiden in de directe omgeving van de installatie. De fluoridebelasting kan het omliggende gebied minder geschikt maken voor de teelt van fluoride-gevoelige monocotyle gewassen zoals freesia, tulp en gladiool. Een verhoogde fluoridebelasting kan vermindering van de bol- of knolopbrengst tot gevolg hebben. Bij monocotyle gewassen geteeld voor de bloem kan de esthetische waarde van het gewas door een geringe zichtbare beschadiging sterk verminderen.

Gedurende het groeiseizoen werd het fluoride-gevoelige gladiolas 'Lavendel Puff' geteeld. De lengte van de specifieke bladpuntbeschadiging is een indicatie voor de mate van fluorideverontreiniging in de lucht.

Fluoriden kunnen door opname via gras vergiftigingsverschijnselen veroorzaken bij vee (fluorose). Om dit te voorkomen heeft de Gezondheidsraad (1981) advies-normen geformuleerd voor veevoer (Tabel 7).

In het monitoringprogramma werd maandelijks op elke locatie een grasmonster op fluoriden geanalyseerd. De gemeten fluoridegehalten zijn getoetst aan de advies-norm.

3.3.2. Werkwijze

De accumulatie van fluoriden in gras is behalve van de belasting via de lucht ook afhankelijk van de groeisnelheid van het gras en de meteorologische omstandigheden. De fluoridegehalten in gras kunnen van dag tot dag verschillen. Toch wordt er om praktische redenen slechts éénmaal per vier weken een monster genomen. Het is een aanvaarde methode om deze maandgemiddelden te toetsen aan de advies-normen voor veevoer.

Voor de bepaling van het fluoridegehalte in gras werden 16 'handgrepen' gras geknipt, verspreid over een oppervlak van ongeveer 100 m², zodanig dat er geen gronddeeltjes werden meegenomen. Het verse materiaal werd gedroogd bij 95 °C en vervolgens gemalen.

Tabel 7 Advies-normen voor fluoridegehalten in veevoer in $\mu\text{g g}^{-1}$ droge stof (Gezondheidsraad, 1981)

Categorie	maximum	2-maands gemiddelde	jaar-gemiddelde
Jong vee tot 1 jaar	55	45	30
Jong vee, 1-2 jaar	65	50	35
Volwassen vee	75	60	40

De monsters werden verast en met loog gesmolten. In de smelt wordt het fluoride als waterstoffluoride (HF) vrijgemaakt. Het waterstoffluoride-destillaat, gemengd met het reagens lanthaan-alizarinecomplexan geeft een paarsblauwe kleur. De kleurintensiteit werd colorimetrisch gemeten (Laurens & Schuurman, 1989). De analyses zijn uitgevoerd door IPO-DLO, Wageningen.

3.3.3. Resultaten

Aan het eind van het groeiseizoen in 1992 en 1993 werd op alle locaties bladpuntbeschadiging waargenomen bij de gladiole cultivar 'Lavendel Puff'. De gemiddelde lengte van de bladpuntbeschadiging uit 100 metingen per locatie staat in Tabel 8. De fluoridegehalten in gras staan vermeld in Tabel 9.

Tabel 8 Gemiddelde bladpuntbeschadiging in cm. op gladiolen cultivar 'Lavendel Puff' op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar

Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 2
Week 28, 1992	0	0	0
Week 32	0	0	0
Week 36	0,7	1,0	0,6
Week 27, 1993	0	0	0
Week 31	0	0	0
Week 35	0,4	0,9	0,5

Tabel 9 Fluoridegehalten in gras in $\mu\text{g g}^{-1}$ d.s. op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar. De advies-norm voor veevoer bedraagt 30-40 $\mu\text{g g}^{-1}$ d.s. Bij de vermelding van het landelijk achtergrondniveau (LA) is uitgegaan van een jaargemiddelde van 5 $\mu\text{g g}^{-1}$ d.s., vermenigvuldigd met een seizoensindex volgens Van der Eerden (1991)

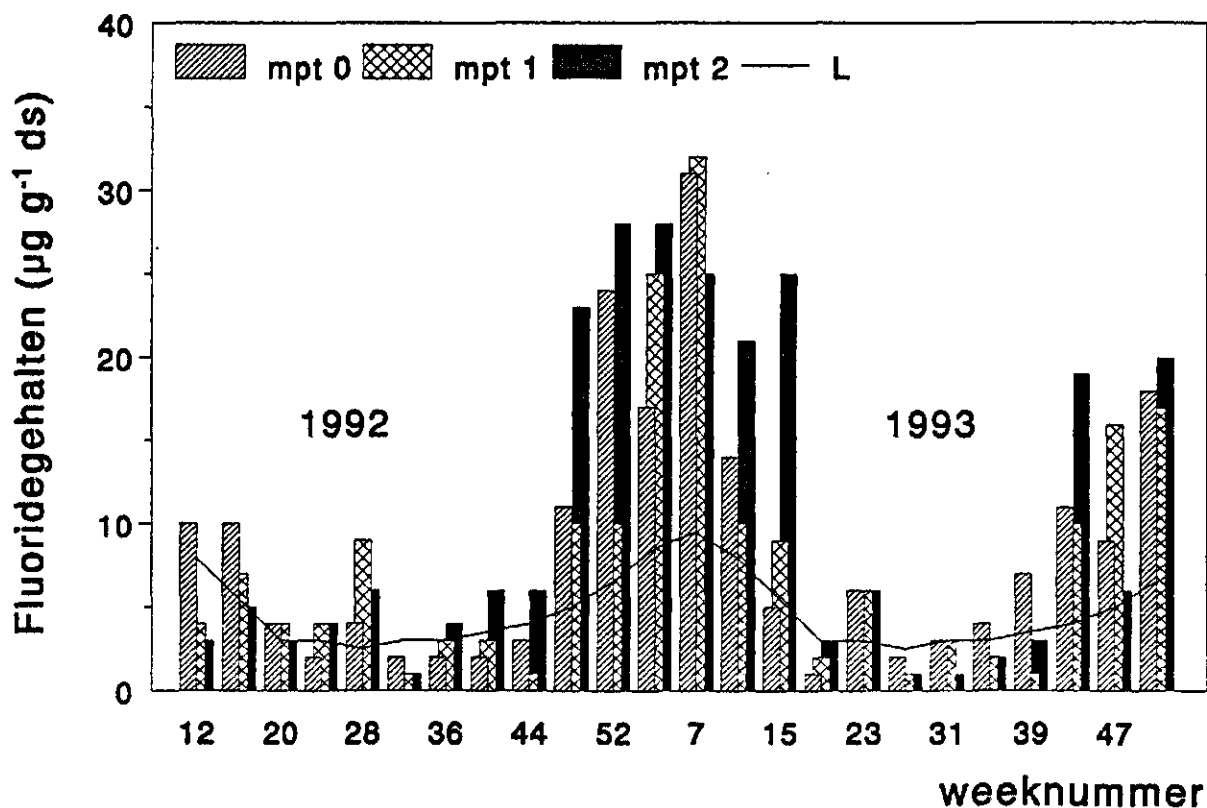
Monstername	LA	Meetpunt 0	Meetpunt 1	Meetpunt 2
Week 12, 1992	8,0	10	4	3
Week 16	5,5	10	7	5
Week 20	3,0	4	4	3
Week 24	3,0	2	4	4
Week 28	2,5	4	9	6
Week 32	3,0	2	1	1
Week 36	3,0	2	3	4
Week 40	3,5	2	3	6
Week 44	4,0	3	1	6
Week 48	5,0	11	10	23
Week 52	6,5	24	10	28
Week 3, 1993	8,5	17	25	28
Week 7	9,5	31	32	25
Week 11	8,0	14	10	21
Week 15	5,5	5	9	25
Week 19	3,0	1	2	3
Week 23	3,0	6	6	6
Week 27	2,5	2	1	1
Week 31	3,0	3	3	1
Week 35	3,0	4	2	2
Week 39	3,5	7	1	3
Week 43	4,0	11	10	19
Week 47	5,0	9	16	6
Week 51	6,5	18	17	20
Gemiddelde		8,4	7,9	10,4

3.3.4. Discussie

Gladiolen accumuleren gedurende de gehele expositieperiode fluoride vanuit de lucht. Dit heeft zowel in 1992 als in 1993 geleid tot een zeer geringe bladpuntbeschadiging aan het einde van de expositieperiode. Dit komt overeen met schadebeelden die ook in additioneel belaste gebieden worden waargenomen.

De fluoridegehalten in gras waren in het voorjaar en zomer niet verhoogd ten opzichte van het achtergrondniveau. In de periode november 1992 tot april 1993 waren de gehalten wel verhoogd (Fig. 3). Deze verhoging kan niet alleen verklaard worden door de afname van de groeisnelheid van het gras gedurende het winterseizoen: het verschil tussen zomer- en wintergehalten is over het algemeen niet meer dan een factor 4 à 5 (Van der Eerden, 1991). In week 52 (1992) is ook lichte, door fluoride veroorzaakte, bladpuntbeschadiging waargenomen aan freesia's op een kwekerij \pm 650 m ten noord-oosten van de AVI.

De fluoridebelasting op de meetpunten is in deze periode waarschijnlijk toegenomen, overschrijding van de advies-norm voor veevoer heeft echter niet plaatsgevonden.



Figuur 3 Fluoridegehalten in gras op drie locaties rond de AVI-Alkmaar. Ter vergelijking is het landelijk achtergrondniveau (L) weergegeven (volgens Van der Eerden, 1991).

3.4. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

3.4.1. Inleiding

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn stoffen die bestaan uit verscheidene onverzadigde aromatische structuren. PAK's ontstaan als bijproduct bij onvolledige verbranding van organisch materiaal maar komen ook van nature voor. De verhouding tussen de afzonderlijke verbindingen is sterk afhankelijk van de omstandigheden gedurende het verbrandingsproces. De verbindingen zijn meestal geadsorbeerd aan roetdeeltjes maar kunnen afhankelijk van hun molekulgewicht overgaan in de gasfase (Debus et al., 1989).

Planten kunnen PAK's opnemen vanuit de lucht en transporteren naar andere plantedelen. Opname uit de bodem is mogelijk (niet in het monitoringprogramma) maar de belangrijkste opnameroute is via de bovengrondse plantedelen. Planten met brede bladeren en een gunstige oppervlaktestructuur zoals een dikke waslaag nemen PAK's relatief gemakkelijk op en accumuleren deze in de bovengrondse plantedelen (Debus et al., 1989). Voor PAK-gehalten in land- en tuinbouwproducten zijn geen normen of advieswaarden geformuleerd. Aan de hand van literatuurgegevens zal getracht worden een uitspraak te doen over de in het monitoringprogramma gemeten gehalten.

3.4.2. Werkwijze

De monsters werden op dezelfde wijze verzameld als beschreven in § 3.1.2. De monsters zijn vervolgens gewassen en na uitlekken ingevroren in vloeibare stikstof en tot verdere verwerking bewaard bij -80 °C. Het gehalte aan PAK's (16 componenten) werd met behulp van HPLC (High Performance Liquid Chromatography) techniek bepaald (NEN 5731). De analyses zijn uitgevoerd door BCO Analytical Services B.V., Breda.

3.4.3. Resultaten

Over specifieke, zichtbare beschadigingsverschijnselen ten gevolge van een verhoogde PAK belasting zijn geen gegevens bekend. Overigens zijn geen beschadigingen aan de geteelde gewassen waargenomen. De gemeten PAK-gehalten (som) in spinazie en boerenkool staan vermeld in Tabel 10. De PAK-gehalten per component zijn opgenomen in bijlage II.

3.4.4. Discussie

De waarde van de gemeten PAK-gehalten ligt voornamelijk in het vastleggen van de trendmatige ontwikkeling, relatering aan normen is niet mogelijk. Ter vergelijking worden enkele literatuurgegevens gepresenteerd. In een inventariserend onderzoek hebben Tuinstra et al. (1985) in vollegrond-spinazie en boerenkool het gemiddelde achtergrondniveau bepaald van respectievelijk ca. 0,2 en 0,6 mg kg⁻¹ d.s. Dat het gehalte in boerenkool hoger is kan worden verklaard door de sterk gekrulde bladeren met een reëel groot oppervlak en een dikke waslaag. Ook de expositietijd is langer ten opzichte van spinazie (Hettche, 1971). In het bio-monitoringprogramma zijn de expositietijden van spinazie en boerenkool zoveel mogelijk gelijk gehouden.

De PAK-gehalten (som) in spinazie liggen in 1992 op alle locaties boven het (indicatieve) achtergrondniveau van 0,2 mg kg⁻¹ d.s. De gehalten in boerenkool vertonen in 1993 een daling ten opzichte van 1992 tot beneden het achtergrondniveau. Opmerkelijk is de hoge waarde (13,8 mg kg⁻¹ d.s.) gemeten op meetpunt 2 in week 28 (1992). Deze waarde is zeer waarschijnlijk het gevolg van een creosoot-behandeling van een nabij gelegen schuur (5 m) enkele dagen voor de monsternamen en houdt geen verband met de verbrandingsinstallatie.

Tabel 10 PAK-gehalten (som) in spinazie- en boerenkoolmonsters (mg kg⁻¹ d.s.) op drie meetpunten rondom AVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 2
Spinazie	Week 20, 1992	n.a. ¹⁾	4,3	0,3
	Week 28	0,4	0,2	13,8 ²⁾
	Week 36	0,5	0,9	0,8
	Week 19, 1993	0,6	2,4	1,7
	Week 27	0,2	0,2	1,3
	Week 35	n.a.	n.a.	0,2
	Gemiddelde	0,3	1,3	0,9
Boerenkool	Week 44, 1992	0,3	0,9	1,0
	Week 52	0,7	0,6	0,8
	Week 7, 1993	n.a. ¹⁾	0,1	n.a.
	Week 43	0,01	0,01	0,02
	Week 51	n.a.	0,5	n.a.
	Gemiddelde	0,2	0,4	0,4

1) niet aantoonbaar, gehalte beneden de detectielimiet.

2) meetwaarde genegeerd bij berekening van het gemiddelde.

3.5. Dioxines

3.5.1. Inleiding

Sinds het aantonen van verhoogde dioxinegehalten in melk en melkproducten afkomstig uit het Lickebaertgebied in 1989 is er veel onderzoek verricht naar de eigenschappen en de toxiciteit van dioxines. Dioxines, een verzamelnaam voor polychloordibenzodioxinen (PCDD's) en polychloordibenzofuranen (PCDF's), worden niet voor een bepaald doel geproduceerd maar ontstaan als bijproduct in o.a. verbrandingsinstallaties.

Dioxines hebben de eigenschap zich op te hopen in lichaamsvet, vee dat besmet gras of kuilvoer opneemt accumuleert op deze wijze dioxines in het vetweefsel en in de melk (melkvet). Om consumenten van melk en melkproducten te beschermen tegen een verhoogde dioxine-opname is er sinds 1989 in Nederland een wettelijke norm van kracht voor het maximale gehalte dioxines in melk en melkproducten. De norm is, uitgedrukt in Toxiciteitsequivalenten (TEQ), 6 pg TEQ/gr melkvet (1 pg = 1.10⁻¹² gram).

De verblijftijd in de lucht wordt bepaald door de verschijningsvorm van de componenten. Afhankelijk van congener-eigenschappen en de temperatuur komen de stoffen voor in de gasfase of gebonden aan deeltjes. In combinatie met de meteorologische omstandigheden bepaalt dit het depositiegebied (Liem et al., 1993).

3.5.2. Werkwijze

Op twee boerderijen in het gebied waar volgens de verspreidingsberekeningen de maximale depositie ten gevolge van de AVI-Alkmaar optreedt, werd twee maal een melkmonster genomen. Voorwaarde is dat het betreffende vee hoofdzakelijk in het gebied met de verwachte depositie heeft gegraasd of dat het voer uit dat gebied werd betrokken. Uit de tank met melk van meerdere dagen werd een monster van één liter genomen. Tijdens transport werd de melk koel bewaard. Voor de analyse werd het vet in de melk van de overige bestanddelen gescheiden. Vervolgens werd de dioxine-fractie afgescheiden door middel van Gel-Permeatie-Chromatografie en verder opgewerkt waarna identificatie plaatsvond door een combinatie van gaschromatografie en massa-spectrometrie (Van Rhijn et al., 1992). De analyses zijn uitgevoerd door RIKILT-DLO, Wageningen.

3.5.3. Resultaten

De gesommeerde dioxinegehalten in koemelk, uitgedrukt in pg TEQ/gr vet, staan in Tabel 11. De gehalten per specifieke component, uitgedrukt in pg TEQ/gr vet en in pg/gr vet zijn opgenomen in bijlage III.

Tabel 11 Dioxinegehalten in koemelk (pg TEQ/gr vet) afkomstig uit de directe omgeving van AVI-Alkmaar

Monstername	Melk 1	Melk 2	LA ¹⁾	WW ²⁾
Week 24, 1992	0,74	0,54	0,8-2,5	6
Week 40	1,12	1,14	0,8-2,5	6
Week 23, 1993	0,31	0,19	0,8-2,5	6
Week 39	0,53	0,27	0,8-2,5	6
Gemiddelde	0,68	0,54		

1) Landelijk-gemiddelde achtergrondniveau in pg TEQ/gr vet

2) Tijdelijke Warenwetnorm voor melk en melkprodukten in pg TEQ/gr vet

3.5.4. Discussie

Van de 210 mogelijke PCDD/PCDF congenen zijn er uit toxicologisch oogpunt 17 zeer belangrijk. Dit zijn de met 2,3,7,8-chloor-gesubstitueerde componenten. Het merendeel van het onderzoek dat is verricht naar de effecten van dioxines op de gezondheid van mens en dier is beperkt tot de effecten van 2,3,7,8 tetrachloordibenzodioxine (2,3,7,8 TCDD), de meest toxische verbinding. De toxiciteit van de overige 16 dioxines wordt uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ) van de meest toxische verbinding. Dit betekent dat de componenten afzonderlijk worden gewogen op basis van hun toxiciteit ten opzichte van 2,3,7,8-TCDD. Deze wegingsfactoren worden uitgedrukt in zogenaamde Toxiciteits-Equivalentie-Factoren (TEF), Tabel IIIa (Liem et al., 1993).

Het landelijk dioxineniveau in koemelk ligt tussen 0,8 en 2,5 pg TEQ/gr vet (Liem et al., 1993; Sein, 1992). Metingen rond de AVI-Alkmaar verricht in 1992 leverden gehalten op van 0,9 tot 1,3 pg TEQ/gr vet in de periode juni tot en met september (Hijman et al., 1993).

De in het monitoringprogramma bepaalde dioxinegehalten in melk komen overeen met het landelijk niveau. Hieruit volgt ook dat de Warenwetnorm van 6 pg TEQ/gr vet niet werd overschreden. Fluctuaties in het dioxine-gehalte kunnen het gevolg zijn van veranderingen in het type voer en externe factoren zoals weersomstandigheden (Kleijn & Van der Voet, 1991). Ook zal de verdunningsfactor ten gevolge van de relatief hoge groeisnelheid van het gras in het voorjaar groter zijn dan in het najaar.

3.6. Incidenten

Schade ten gevolge van incidentele emissies is niet gemeld.

4. Evaluatie

De resultaten uit het biomonitoringprogramma hebben betrekking op het tijdvak maart 1992 tot en met december 1993. Voor het vaststellen van eventuele effecten van de uitstoot van de afvalverbrandingsinstallatie op de kwaliteit van landbouwproducten werden de analyse-resultaten getoetst aan de wettelijke normen of advieswaarden en tevens vergeleken met het landelijk achtergrondniveau. Voor consumptiegewassen en melk gelden de normen zoals vastgelegd in de Warenwet, voor het fluoridegehalte in veevoer is een advies-norm geformuleerd door de Gezondheidsraad.

Uit de analyseresultaten van alle componenten blijkt dat er slechts geringe verschillen zijn tussen de verschillende meetpunten. Meetpunt 0 ligt, gezien de afstand, waarschijnlijk niet buiten de invloedssfeer van de installatie en is daarom minder geschikt voor het bepalen van de achtergrondbelasting. Het bepalen van de belasting op de omgeving, zonder bijdrage van de verbrandingsinstallatie, is onderwerp van een nadere studie.

De emissie van cadmium en kwik liggen in dezelfde orde van grootte. De gehalten die in de gewassen werden aangetroffen vertonen echter verschillen. De cadmiumgehalten in spinazie zijn zowel in 1992 (week 28) als 1993 (week 19) verhoogd tot het niveau van de Warenwet-norm. Een verhoging van het kwikgehalte is in dezelfde monsters niet waargenomen. Dit kan veroorzaakt zijn door een verschillend gedrag in de atmosfeer of door een verschillende verblijftijd op het gewas. Alle overige cadmiumgehalten en alle kwikgehalten komen overeen met het landelijk niveau.

Het fluoridegehalte in gras komt in voorjaar, zomer en herfst overeen met het voor Nederland gebruikelijke niveau. Dit werd bevestigd door de zeer geringe bladpunt-beschadiging bij gladiolen gedurende het groeiseizoen. In de winter neemt het gehalte echter meer toe dan op grond van normale fluctuaties tussen jaargetijden verwacht werd. De advies-norm voor veevoer werd niet overschreden.

Nader onderzoek naar de achtergrondbelasting moet uitwijzen in hoeverre de afvalverbrandingsinstallatie bijdraagt aan de verhoogde cadmium gehalten in spinazie en fluoridegehalten in gras.

Relatering van PAK-gehalten aan normen is niet mogelijk. Aan de hand van de beschikbare gegevens is het nog niet goed mogelijk uitspraken te doen over trendmatige ontwikkelingen, de gehalten fluctueren zowel in de tijd als tussen de meetpunten.

De dioxinegehalten kwamen overeen met de range voor het landelijk niveau. De wettelijke norm voor melkvet werd niet overschreden.

Samenvattend kan gesteld worden dat voor cadmium, kwik en dioxines de Warenwetnorm en voor het fluoridegehalte in veevoer de advies-norm niet zijn overschreden. Aandachtspunten zijn de verhoogde cadmiumgehalten in spinazie in het voorjaar en de fluoridegehalten in gras gedurende de winter. Een éénduidige verklaring is daarvoor op dit moment nog niet te geven. Grote fluctuaties in het emissiepatroon hebben zich in die periode waarschijnlijk niet voorgedaan. Mogelijk spelen weersinvloeden een grote rol bij zowel de verspreiding via de lucht als bij de opname door de plant.

Op basis van de resultaten kan worden geconcludeerd dat bij normale procesomstandigheden de afvalverbrandingsinstallatie vrijwel geen nadelige invloed heeft op de kwaliteit van de agrarische productie in de directe omgeving van de installatie. In 1994 wordt het monitoringprogramma voortgezet. Vooruitlopend op de ingebruikname van de nieuwe Huisvuilcentrale N-H in de Boekelermeer wordt het programma op enige punten aangepast.

Referenties

- Debus, R., Dittrich, B., Schröder, P. & Volmer J., 1989.
 Biomonitoring organischer Luftschadstoffe: Afname und Wirkung in Pflanzen, Literaturstudie. ECOMED verlagsgesellschaft, Landberg am Lech, 64 pp.
- De Vries, A., 1982.
 Groente- en fruitafvallen als veevoer: inventarisatie. IVVO Rapport 114, IVVO-DLO, Lelystad, 20 pp.
- Gezondheidsraad, 1981.
 Advieswaarden voor anorganische fluoriden in de buitenlucht. No. 1981/5, Ministerie van VROM, Den Haag.
- HASKONING, 1991a.
 Milieu-effectrapport voor de Huisvuilcentrale Noord-Holland. Nijmegen.
- HASKONING, 1991b.
 Huisvuilcentrale Noord-Holland, voorstel biomonitoring. Nijmegen, 41 pp.
- Hettche, H.O., 1971.
 Pflanzenwachse als Sammler für polycyclische Aromaten in der Luft von Wohngebieten. Staub - Reinhaltung der Luft 31: 72-76.
- Hijman, W.C., Kootstra, P.R., Liem, A.K.D., Hoogerbrugge, R. & De Jong, A.P.J.M., 1993.
 Monitoring van dioxinen in koemelk in risicogebieden. Deelrapport IX. RIVM rapportnr. 639102003, Bilthoven, 16 pp.
- Kleijn, E.G.M. & Van der Voet, E., 1991.
 Dioxines in milieu en voeding in Nederland. Coördinatie Commissie voor de Metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische Stoffen, Bilthoven, 91 pp.
- Laurens, G.W.H. & Schuurman A., 1989.
 Bepaling van fluoride in plantemateriaal en kalkpapiertjes m.b.v. de Technicon Autoanalyser GT II. Interne IPO-DLO notitie.
- Liem, A.K.D., Van der Berg, R., Bremmer, H.J., Hesse, J.M. & Slooff, W., 1993. Integrated criteria document dioxins. National Institute of Public Health and Environmental Protection. Report no. 710401032, Bilthoven, 191 pp.
- Nederlands Normalisatie-instituut.
 NEN 5731, 5747, 6439, 6449 en 6458. Delft.
- Staarink, T. & Hakkenbrak P., 1987.
 Het Contaminantenboekje. Staatsuitgeverij, Den Haag, 76 pp.
- Sein, A.A., 1992.
 De dioxineproblematiek en de risico's voor de volksgezondheid. Lucht 4: 133-136.
- Stoop, J.M., Leemans, R.J.D. & Rennen, A.J.M., 1992.
 Schadelijke stoffen voor de land- en tuinbouw. Kwik. Centrum voor Landbouw en Milieu, CLM 100-1992, Utrecht, 60 pp.
- Stoop, J.M. & Rennen A.J.M., 1991.
 Schadelijke stoffen voor land- en tuinbouw. Cadmium. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht, 55 pp.
- Tuinstra, L.G.M.Th., Traag, W.A., Van Trijp, J.M.P., Van Lune, P., Wiersma, D. & Van Goor B.J., 1985. Onderzoek over gehalten aan polycyclische aromaten in Nederlandse land- en tuinbouwprodukten. 2. Spinazie en boerenkool. RIKILT Rapport 85.64, RIKILT-DLO, Wageningen, 25 pp.

Van der Eerden, L.J.M., 1991.

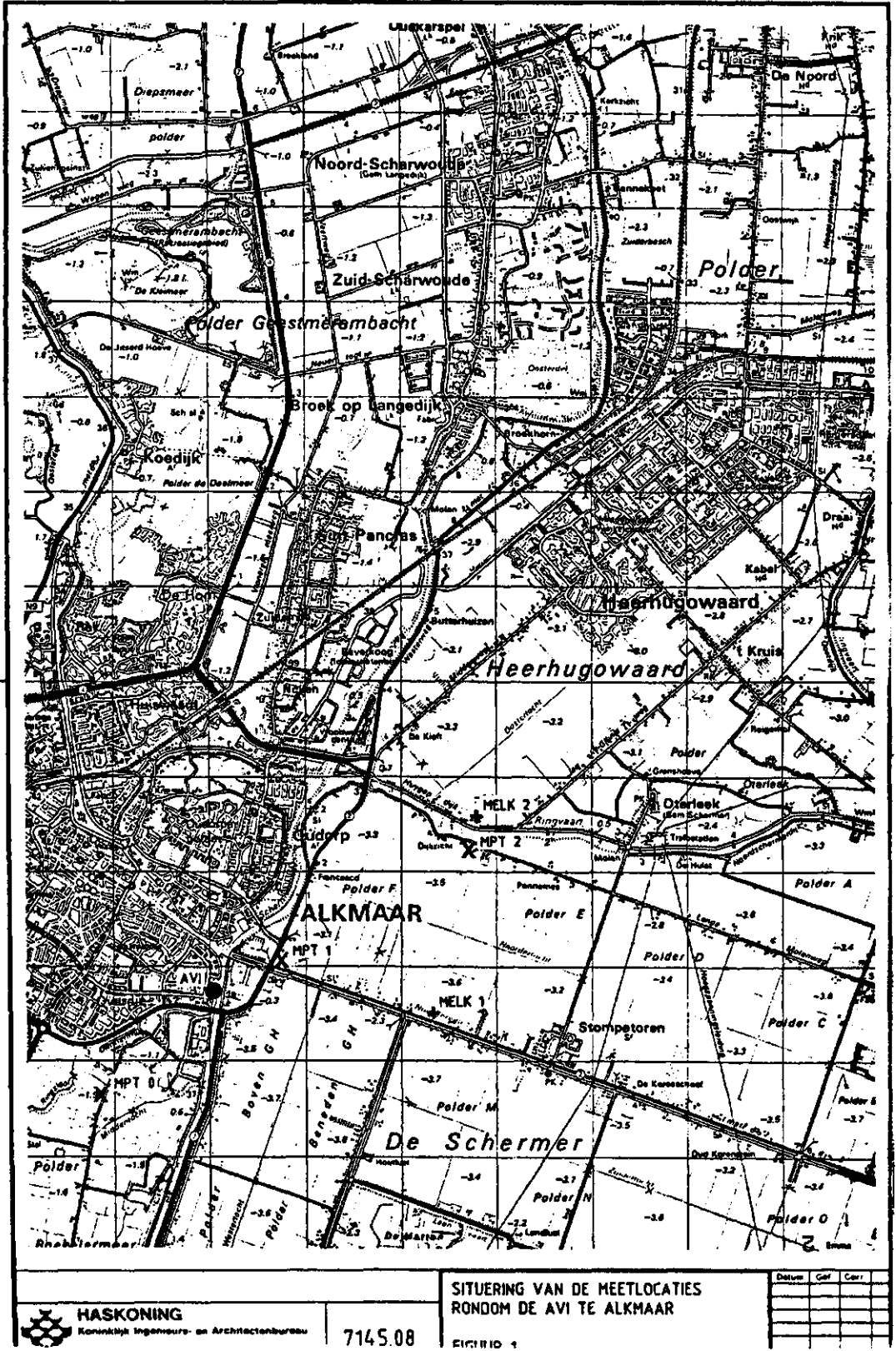
Fluoride content in grass as related to atmospheric fluoride concentrations: a simplified predictive model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 37: 257-273.

Van Rhijn, J.A., Traag, W.A., Kulik, W. & Tuinstra, L.G.M.Th., 1992.

Automated clean-up procedure for the gas chromatographic-high-resolution mass spectrometric determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in milk. *Journal of Chromatography* 595: 289-299.

Wiersma, D., Van Goor, B.J. & Van der Veen, N.G., 1985.

Inventarisatie van cadmium, lood, kwik en arseen in Nederlandse gewassen en bijbehorende gronden. IB Rapport 8-85, IB-DLO, Haren.



Figuur 4 Situering van de meetlocaties rondom de AVI-Alkmaar.

Bijlage I:

Emissiegegevens

In 1992 en 1993 zijn op verschillende data emissiemetingen aan de installatie verricht door Intronplan, Instituut voor Emissiemetingen B.V. Het betreft schoorsteenmetingen, dat wil zeggen metingen aan emissiestromen na passage van de rookgasreinigingsinstallatie. In deze emissiestromen zijn de stoffen cadmium, kwik, fluoriden (als waterstoffluoride HF) en dioxines (PCDD's/PCDF's) geanalyseerd. PAK's zijn niet in de metingen meegenomen. Wel is de emissie van C_xH_y (als C), waartoe ook PAK's worden gerekend, bepaald.

Uit Tabel I blijkt dat voor alle emissies, met uitzondering van de PCDD/PCDF-emissies, de grenswaarden zoals geformuleerd in de Richtlijn Verbranden 1989, niet werden overschreden.

De dioxinen ontstaan in het afkoelingstraject tussen verbrandingsoven en E-filter. In 1993 is de bedrijfstemperatuur van het filter verlaagd met als gevolg en daling van de van de dioxinegehalten t.o.v. 1992.

Met ingang van 1 juli 1994 dienen de dioxinegehalten permanent beneden de grenswaarde van $0,5 \text{ ng TEQ m}^{-3}$ te blijven.

Tabel I Emissiemetingen in 1992 en 1993 van de AVI-Alkmaar¹⁾ (in mg m^{-3} , betrokken op 273 K, 101,3 kPa, droog rookgas en 11 % O_2)

Component	26-05-1992	23-09-1992	04-02-1993	08-07-1993	13-12-1993	Grenswaarde RV '89
Cd	0,0055	0,001	0,001	0,0007	0,009	0,05
Hg	0,002	0,001	0,015	0,0079	0,023	0,05
Fluoriden (als HF)	0,035	<0,02	0,066	0,11	0,08	1
C_xH_y (als C)	2,2	1,0	5,0	2,2	4,8	10
PCDD's/PCDF's (ng TEQ m^{-3})	1,8	1,5	0,47	0,43	0,23	0,5 ²⁾

1) Het betreft een gemiddelde waarde van twee of drie circa 1-uur durende metingen verricht op dezelfde dag.

2) De streefwaarde is $0,1 \text{ ng TEQ m}^{-3}$, per 01-07-1994 geldt voor de installatie een grenswaarde van $0,5 \text{ ng TEQ m}^{-3}$

Bijlage II:

PAK-gehalten per component in spinazie- en boerenkoolmonsters

Tabel Ila PAK-gehalten per component (mg kg⁻¹ d.s.) in spinazie-monsters op drie locaties rondom AVI-Alkmaar in 1992

Component	Meetpunt 0			Meetpunt 1			Meetpunt 2		
	Week 20	Week 28	Week 36	Week 20	Week 28	Week 36	Week 20	Week 28	Week 36
Naftaleen	n.a. ¹⁾	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,88	n.a.
Acenaftaleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Acenafteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fenantreen	n.a.	0,2	0,1	1,0	0,1	0,2	n.a.	6,5	0,3
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	n.a.	0,2	0,3	0,8	0,1	0,4	0,2	4,2	0,5
Pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	0,8	n.a.	0,2	0,1	2,2	n.a.
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	0,3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	n.a.	0,07	0,3	n.a.	0,07	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(b)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(k)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Dibenzo(a,h)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(ghi)peryleen	n.a.	n.a.	n.a.	0,3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹⁾ niet aantoonbaar, gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IIb PAK-gehalten per component (mg kg⁻¹ d.s.) in spinaziemonsters op drie locaties rondom AVI-Alkmaar in 1993

Component	Meetpunt 0			Meetpunt 1			Meetpunt 2		
	Week	Week	Week	Week	Week	Week	Week	Week	Week
	19	27	35	19	27	35	19	27	35
Naftaleen	n.a. ¹⁾	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,5	n.a.
Acenaftaleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Acenafteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fenantreen	0,4	0,1	n.a.	0,4	0,1	n.a.	0,8	0,3	n.a.
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	0,2	0,1	n.a.	0,7	0,1	n.a.	0,7	0,4	n.a.
Pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	0,6	n.a.	n.a.	0,2	0,1	n.a.
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	n.a.	n.a.	0,3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(b)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(k)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Dibenzo(a,h)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(ghi)peryleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹⁾ niet aantoonbaar, gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IIc PAK-gehalten per component (mg kg⁻¹ d.s.) in boerenkoolmonsters op drie locaties rondom AVI-Alkmaar in 1992

Component	Meetpunt 0		Meetpunt 1		Meetpunt 2	
	Week	Week	Week	Week	Week	Week
	44	52	44	52	44	52
Naftaleen	n.a. ¹⁾	0,07	n.a.	0,07	n.a.	0,06
Acenaftaleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Acenafteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fenantreen	n.a.	0,2	0,2	n.a.	0,2	n.a.
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,5
Pyreen	n.a.	n.a.	0,2	0,2	0,3	0,2
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	0,05	n.a.	n.a.	n.a.	0,07
Benzo(b)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(k)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Dibenzo(a,h)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(ghi)peryleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹⁾ niet aantoonbaar, het gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IId PAK-gehalten per component (mg kg⁻¹ d.s.) in boerenkoolmonsters op drie locaties rondom AVI-Alkmaar in 1993

Component	Meetpunt 0			Meetpunt 1			Meetpunt 2		
	Week 7	Week 43	Week 51	Week 7	Week 43	Week 51	Week 7	Week 43	Week 51
Naftaleen	n.a. ¹⁾	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,07	n.a.	n.a.	n.a.
Acenaftaleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Acenafteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,1	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fenantreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,1	n.a.	n.a.	n.a.
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,1	n.a.	n.a.	n.a.
Pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,1	n.a.	n.f.	n.a.
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	0,01	n.a.	0,06	0,01	n.a.	n.a.	0,02	n.a.
Benzo(b)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(k)fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Dibenzo(a,h)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(ghi)peryleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹⁾ niet aantoonbaar, het gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Bijlage III:**Dioxinegehalten per component
in melk**

Tabel IIIa Dioxinegehalten in koemelk (pg TEQ/gr vet) afkomstig uit de directe omgeving van de AVI-Alkmaar in 1992

Component	TEF	Melk 1		Melk 2	
		Week 24	Week 40	Week 24	Week 40
2,3,7,8-TCDF	0,1	n.a. ¹⁾	0,01	n.a.	0,01
2,3,7,8-TCDD	1	0,19	0,14	n.a.	0,07
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,41	0,54	0,35	0,57
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	0,09	0,21	0,18	0,30
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	n.a.	0,041	n.a.	0,042
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	n.a.	0,043	n.a.	0,042
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,048	0,057	n.a.	0,052
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	n.a.	0,021	n.a.	n.a.
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	n.a.	0,052	0,01	0,044
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,0026	0,0022	n.a.	n.a.
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	n.a.	0,0048	n.a.	0,0065
OCDF	0,001	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OCDD	0,001	0,0023	0,0029	0,004	0,0017

1) niet aantoonbaar, het gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IIIb Dioxinegehalten in koemelk (pg TEQ/gr vet) afkomstig uit de directe omgeving van de AVI-Alkmaar in 1993

Component	TEF	Melk 1		Melk 2	
		Week 23	Week 39	Week 23	Week 39
2,3,7,8-TCDF	0,1	n.a. ¹⁾	n.a.	n.a.	n.a.
2,3,7,8-TCDD	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,265	0,38	0,19	0,249
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,042	0,03	n.a.	n.a.
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	n.a.	0,031	n.a.	0,019
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	n.a.	0,086	n.a.	n.a.
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	n.a.	0,006	n.a.	n.a.
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OCDF	0,001	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OCDD	0,001	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

1) niet aantoonbaar, het gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IIIc Dioxinegehalten in koemelk (pg/gr vet; niet gecorrigeerd m.b.v Toxiciteits-Equivalentie-Factoren) afkomstig uit de directe omgeving van AVI-Alkmaar in 1992

Component	Melk 1		Melk 2	
	Week 24	Week 40	Week 24	Week 40
2,3,7,8-TCDF	<0,05	0,10	<0,05	0,10
2,3,7,8-TCDD	0,19	0,14	<0,05	0,07
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	0,81	1,07	0,69	1,13
1,2,3,7,8-PeCDD	0,19	0,42	0,36	0,59
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0,1	0,41	<0,1	0,42
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,1	0,43	<0,1	0,42
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,46	0,57	<0,1	0,52
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0,1	0,21	<0,1	<0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,1	0,52	0,10	0,44
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,26	0,22	<0,2	0,2
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0,5	0,48	<0,5	0,65
OCDF	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
OCDD	2,31	2,88	3,98	1,66

Tabel III d Dioxinegehalten in koemelk (pg/gr vet; niet gecorrigeerd m.b.v Toxiciteits-Equivalentie-Factoren) afkomstig uit de directe omgeving van AVI-Alkmaar in 1993

Component	Melk 1		Melk 2	
	Week 23	Week 39	Week 23	Week 39
2,3,7,8-TCDF	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,7,8-TCDD	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,4,7,8-PeCDF	0,53	0,76	0,38	0,50
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,42	0,30	<0,1	<0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,1	0,31	<0,1	0,19
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,1	0,86	<0,1	<0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0,25	0,61	<0,25	<0,25
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
OCDF	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
OCDD	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5