

# **Biomonitoring- programma rondom afvalverbrandings- installatie Alkmaar**

Januari t/m december 1995

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 produktiesystemen;
- de kwaliteit van landbouwprodukten.

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

#### **Adres**

##### *Vestiging Wageningen:*

Postbus 14, 6700 AA Wageningen

tel. 0317-47 57 00

fax 0317-42 31 10

e-mail [postkamer@ab.dlo.nl](mailto:postkamer@ab.dlo.nl)

##### *Vestiging Haren:*

Postbus 129, 9750 AC Haren

tel. 050-533 77 77

fax 050-533 72 91

e-mail [postkamer@ab.dlo.nl](mailto:postkamer@ab.dlo.nl)

HASKONING Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau 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.

#### **Adres**

Barbarossastraat 35

Postbus 151

6500 AD Nijmegen

tel. 024-3284284

fax. 024-3239346

# Inhoudsopgave

	Pagina
<b>Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2. Opzet en werkwijze</b>	<b>5</b>
<b>3. Resultaten</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Cadmium</b>	<b>7</b>
3.1.1. Inleiding	7
3.1.2. Werkwijze	7
3.1.3. Resultaten	7
<b>3.2. Kwik</b>	<b>9</b>
3.2.1. Inleiding	9
3.2.2. Werkwijze	9
3.2.3. Resultaten	9
<b>3.3. Fluoriden</b>	<b>10</b>
3.3.1. Inleiding	10
3.3.2. Werkwijze	11
3.3.3. Resultaten	11
<b>3.4. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen</b>	<b>13</b>
3.4.1. Inleiding	13
3.4.2. Werkwijze	13
3.4.3. Resultaten	14
<b>3.5. Dioxines</b>	<b>15</b>
3.5.1. Inleiding	15
3.5.2. Werkwijze	16
3.5.3. Resultaten	16
3.5.3. Resultaten	16
<b>3.6. Incidenten</b>	<b>17</b>
<b>3.7. Meteorologische gegevens</b>	<b>17</b>
<b>4. Evaluatie</b>	<b>19</b>
<b>Referenties</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage I: Emissiegegevens</b>	<b>1 p.</b>
<b>Bijlage II: PAK-gehalten per component in spinazie en boerenkool</b>	<b>2 pp.</b>
<b>Bijlage III: Dioxinegehalten per component in melk</b>	<b>2 pp.</b>

## Samenvatting

Het biomonitoringprogramma dat in 1992 van start ging rondom de afvalverbrandingsinstallatie Alkmaar, is in 1995 voortgezet. De doelstelling van het programma is het bepalen van eventuele effecten van de uitstoot van rookgassen op de kwaliteit van agrarische producten. Hiervoor worden op vijf meetpunten gewassen blootgesteld aan de omgevingslucht en geanalyseerd op een aantal componenten: cadmium (Cd), kwik (Hg), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en fluoriden (F). Tevens wordt het dioxinegehalte in melk bepaald. De analyseresultaten worden getoetst aan de geldende normen voor consumptiekwaliteit.

De cadmiumgehalten in spinazie waren hoger dan het landelijk achtergrondniveau maar de Warenwetnorm werd niet overschreden. De gehalten in boerenkool kwamen overeen met het landelijk achtergrondniveau. Opmerkelijk was dat de gehalten wel varieerden over het groeiseizoen maar dat er bijna geen verschillen werden waargenomen tussen de meetpunten onderling. Op basis van windrichtingsgegevens kon geen verband worden aangetoond tussen de emissie van de VVI en de gevonden gehalten. Waarschijnlijk zijn de fluctuerende groeiomstandigheden meer bepalend dan de depositie.

De kwikgehalten in spinazie en boerenkool lagen rond het landelijk achtergrondniveau. Bladpuntbeschadiging bij gladiolen als gevolg van fluoriden was gering en alleen aan het einde van het groeiseizoen waarneembaar. Fluoridegehalten in gras waren incidenteel verhoogd afhankelijk van tijdstip en locatie. Evenals voorgaande jaren vond dit hoofdzakelijk plaats in de winterperiode. De adviesnorm voor fluoride in veevoer werd niet overschreden. Voor de perioden waarin het fluoridegehalte in gras verhoogd was, is getoetst of er een verband bestond tussen de windrichting vanaf de installatie naar de betreffende meetpunten. Dit bleek niet het geval te zijn.

Op een aantal meetpunten waren de PAK-gehalten in spinazie hoger dan de in de literatuur gevonden waarden. Dit in tegenstelling tot boerenkool waar in een aantal gevallen PAK's niet meer aantoonbaar waren, bovendien werden ook minder verschillende componenten aangetoond. De PAK-gehalten in spinazie bleken hoofdzakelijk in het depositiemaximum te zijn verhoogd. De windrichtingsgegevens wijzen evenwel niet op een directe relatie met de VVI. De dioxinegehalten in melk waren lager dan het landelijk gemiddelde achtergrondniveau en bleven daarmee ruim onder de Warenwetnorm.

De emissiemetingen verricht aan zowel de huidige VVI-Alkmaar als de nieuwe Huisvuilcentrale N-H geven onveranderd lage concentraties voor cadmium, kwik, fluoriden en dioxines te zien.

Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat de afvalverbrandingsinstallatie geen aantoonbare invloed heeft gehad op de kwaliteit van de agrarische produktie in de directe omgeving van de installatie. Voor de perioden dat de cadmiumgehalten in spinazie en fluoridegehalten in gras verhoogd waren, kon geen verband worden aangetoond tussen het aantal uren wind vanaf de bron en het betreffende meetpunt. Een mogelijk verband tussen de verhoogde PAK-gehalten in spinazie en de VVI-emissie was niet éénduidig. Verhoogde gehalten werden vooral in het depositiemaximum gemeten maar de wind was niet overwegend in de richting van de betreffende meetpunten.

In feite hebben de in dit rapport gepresenteerde resultaten betrekking op zowel de bestaande VVI-Alkmaar als de nieuwe Huisvuilcentrale N-H. Tot eind november 1995 was de VVI in bedrijf, vanaf eind juli 1995 ook de Huisvuilcentrale. Aangezien het depositiepatroon van beide installaties weinig verschilt, zijn de resultaten gepresenteerd alsof ze betrekking hebben op

een enkele installatie. In 1996 zal uitsluitend de nieuwe Huisvuilcentrale in het biomonitoring-programma worden meegenomen. Het programma zal hiertoe op enkele punten worden aangepast.

# 1. Inleiding

De N.V. Huisvuilcentrale N-H is als exploitant van de vuilverbrandingsinstallatie (VVI) aan de Herculesstraat te Alkmaar met de Gewestelijke Raad voor Noord-Holland van het Landbouwschap een inspanningsverplichting overeengekomen om negatieve effecten op het agrarisch produktiemilieu bij exploitatie van de installatie zoveel mogelijk te vermijden. De overeenkomst omvat een schaderegeling met de omwonende agrariërs die ook geldt voor de nieuwe Huisvuilcentrale N-H (HVC) die in juli 1995 op het bedrijventerrein Boekelermeer nabij Alkmaar in gebruik is genomen.

Als onderdeel van bovengenoemde overeenkomst is in opdracht van de N.V. Huisvuilcentrale N-H door HASKONING en AB-DLO in 1992 een biomonitoringprogramma geïmplementeerd om de effecten van de uitstoot van de oude en de nieuwe 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.

Dit rapport beschrijft de voortzetting van het biomonitoringprogramma gedurende de periode januari tot en met december 1995. Het programma meet de effecten van de oude installatie VVI-Alkmaar e.o. die tot en met november 1995 in bedrijf is geweest, en van de nieuwe Huisvuilcentrale N-H die vanaf eind juli 1995 in bedrijf is. Aangezien het depositiepatroon van beide installaties weinig verschilt, wordt in dit rapport gesproken over "de VVI", als ware het een enkele installatie. Op vijf locaties werd een aantal gewassen op gestandaardiseerde wijze opgekweekt. De planten werden na een bepaalde expositieperiode visueel beoordeeld en vervolgens geanalyseerd op een aantal door de VVI-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. Voor PAK's zijn geen kwaliteitsnormen beschikbaar; de gemeten concentraties werden alleen gerelateerd aan het achtergrondniveau.

In het rapport is een beknopt overzicht van de emissiemetingen opgenomen (Bijlage I) voor relatering van gemeten gehalten in landbouwprodukten aan emissiegegevens van de VVI Alkmaar en de nieuwe Huisvuilcentrale.

## 2. Opzet en werkwijze

De selectie van componenten uit de emissiestroom van de installatie is ongewijzigd gebleven ten opzichte van voorgaande jaren: cadmium (Cd), kwik (Hg), fluoriden, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en dioxines (PCDD's/PCDF's). Ook zijn dezelfde bio-indicatoren gebruikt. Tabel 1 geeft een overzicht van de componenten, indicatoren en beoordelingsfrequenties.

De situering van de vijf meetpunten is niet gewijzigd. Meetpunt 1, 1\* en 2 ten noordoosten van de VVI (depositiemaximum). Meetpunt 0 op 1500 meter ten zuidwesten en Meetpunt 0\* op circa 3500 meter ten zuiden van de VVI (depositieminimum). Meetpunt 0\* is in 1994 toegevoegd om een beter inzicht te krijgen in de achtergrondconcentraties van cadmium en fluoriden, de overige componenten zijn op dit meetpunt niet bepaald. De meetpunten zijn gekozen op grond van het verspreidingspatroon van de huidige VVI en het te verwachten verspreidingspatroon van de nieuwe HVC. Beide patronen komen grotendeels met elkaar overeen (HASKONING, 1991).

Tabel 1      Overzicht van de bio-indicatoren voor de verschillende componenten en de bemonsteringsfrequenties

Bio-indicator	Component	Beoordelings- frequentie per jaar	Aantal locaties	Aantal analyses
Spinazie	Hg en PAK's	3	4	24
	Cd	3	5	15
Boerenkool	Hg en PAK's	3	4	24
	Cd	3	5	15
Gras	Fluoriden	13 (4-wekelijks)	5	65
Gladiool	Fluoriden	3	5	-
Koemelk	PCDD's/PCDF's	2	2	4

Voor het vaststellen van eventuele effecten van de uitstoot van de afvalverbrandingsinstallatie op de kwaliteit van landbouwproducten werden de analyseresultaten 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 (gras) is een adviesnorm geformuleerd door de Gezondheidsraad (1981).

De uitvoering van het biomonitoringprogramma is gelijk aan dat van voorgaande jaren (Van Dijk *et al.*, 1994). Hieronder volgt een korte samenvatting van de wijze waarop het programma is uitgevoerd.

In het voorjaar en zomer werden, afhankelijk van de groei-omstandigheden, respectievelijk de spinazie cultivars 'Wolter' en 'Correnta F1' geteeld. Na een blootstellingsperiode van  $\pm 8$  weken werd het gewas geoogst en geanalyseerd. Door de gunstige groeiomstandigheden gedurende de zomermaanden is het tweemaal 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 geogste materiaal van beide series is een mengmonster genomen en geanalyseerd.

In september werden negen, in Wageningen opgepotte, boerenkoolplanten (cv. 'Westlandse winter') op ieder van de locaties uitgezet. Bij elke monsternamen werd bladmateriaal van drie planten per locatie geogst en geanalyseerd.

Half april werden op alle locaties de gladiolen (cv. 'Lavendel Puff') gepoot. De planten werden visueel beoordeeld op aanwezigheid van specifieke bladpuntbeschadiging. De fluoridebelasting werd ook bepaald aan de hand van het fluoridegehalte in gras waarvoor elke vier weken, in de directe omgeving van de meetlocaties, een grasmonster werd genomen uit een weiland of wegberm.

In juni en oktober werd op twee melkveehouderijen een melkmonster genomen waarin het dioxinegehalte werd bepaald.

Een overzicht van de totale tijdsplanning voor waarnemingen en monsternames staat in Tabel 2.

Tabel 2 Tijdsplanning voor waarnemingen en monsternames in 1995

Bio-indicator	Weeknummer												
	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51
Spinazie					•		•		•				
Boerenkool			•								•		•
Gras	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Gladiool							•	•	•				
Koemelk						•				•			



## 3. Resultaten

### 3.1. Cadmium

#### 3.1.1. Inleiding

Bij verbranding van huishoudelijk afval wordt ondermeer het zware metaal cadmium uitgestoten. Cadmium wordt, geadsorbeerd aan zwevende deeltjes, via de lucht verspreid. De deeltjesgrootte bepaalt over welke afstand het cadmium wordt getransporteerd. Uit literatuur is gebleken dat de maximale immissieconcentraties worden bereikt binnen een afstand van enkele kilometers van de installatie. Planten kunnen het door de lucht aangevoerde cadmium via de huidmondjes en het plasmamembraan opnemen. 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 bij potcultures te verwaarlozen omdat de gewassen steeds in schone standaardpotgrond gekweekt zijn. De gehalten zijn gerelateerd aan de Warenwetten voor het betreffende gewas als maat voor de consumptiekwaliteit.

#### 3.1.2. Werkwijze

Spinazie werd na een expositieperiode van  $\pm 4$  of  $8$  weken, afhankelijk van de groeiomstandigheden, geoogst. Per locatie werd een mengmonster samengesteld uit al het oogstbare plantemateriaal. Voor boerenkool werd per locatie het jongste bladmateriaal van planten geoogst zodat ook hier de expositieperiode  $\pm 8$  weken bedroeg. De monsters werden na de oogst gewassen met stromend water, uitgaande van het gegeven dat groente voor consumptie wordt gewassen<sup>1</sup>. Een deel van de op het gewas aanwezige verontreiniging wordt hiermee uiteraard wel weggespoeld. De monsters zijn vervolgens gedroogd gedurende drie dagen bij  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  en gemalen. De monsters werden ontsloten analoog aan NEN voorschrift 6439. Vervolgens werd de atomaire absorptie bepaald met behulp van de ICP-ultrasoon methode (O-NPR 6425). De analyses zijn uitgevoerd door BCO Analytical Services B.V., Breda.

#### 3.1.3. Resultaten

De analyseresultaten (Tabel 3) zijn weergegeven in  $\text{mg kg}^{-1}$  drogestof (d.s.). In de Warenwet worden grenswaarden echter uitgedrukt in  $\text{mg kg}^{-1}$  versgewicht (v.g.). Om de analyseresultaten uit het biomonitoringprogramma te kunnen toetsen aan de Warenwetten voor spinazie en boerenkool moeten deze omgerekend worden van  $\text{mg kg}^{-1}$  d.s. naar  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. volgens onderstaande methode.

---

<sup>1</sup> Hierbij is aangesloten bij de werkwijze van de Keuringsdienst van Waren.

Tabel 3 Cadmiumgehalten in spinazie en boerenkool ( $\text{mg kg}^{-1}$  d.s.) op vijf meetpunten rondom VVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 0*	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2
Spinazie	Week 19	1,40	1,30	0,97	1,40	1,30
	Week 27	1,20	1,00	1,40	1,20	1,10
	Week 35	1,50	1,70	1,40	1,50	1,80
	Gemiddelde	1,37	1,33	1,26	1,37	1,40
Boerenkool	Week 11	0,07	0,04	0,09	0,09	0,10
	Week 43	0,34	0,22	0,30	0,28	0,16
	Week 51	0,14	0,12	0,17	0,15	0,22
	Gemiddelde	0,18	0,13	0,19	0,17	0,16

Uitgaande van een gemiddeld drogestofgehalte voor spinazie en boerenkool van respectievelijk  $\pm 8\%$  en  $\pm 16\%$  (Wiersma et al., 1985; De Vries, 1982) worden de gemeten gehalten in spinazie met een factor 0,08 vermenigvuldigd en de gehalten in boerenkool met 0,16.

Uit de resultaten blijkt dat de cadmiumgehalten in spinazie variëren tussen de 0,08 en 0,14  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. (Tabel 4). De gehalten zijn hoger dan het landelijk achtergrondniveau van circa 0,06  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. (Wiersma et al., 1985). De Warenwetnorm voor spinazie van 0,2  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. werd echter niet overschreden. De gemiddelde gehalten op de meetpunten 1, 1\* en 2 verschillen nagenoeg niet van die op de meetpunten 0 en 0\*, met andere woorden: in het maximum-depositiegebied waren de gevonden gehalten niet hoger dan op het referentiepunt.

In boerenkool werden gehalten gevonden die zowel lager als hoger waren dan het landelijk achtergrondniveau (Tabel 4). De gemiddelde gehalten kwamen voor alle meetpunten goed overeen met het achtergrondniveau van 0,023  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. (Staarink & Hakkenbrak, 1987) en bleven daarmee ruim onder de Warenwetnorm van 0,1  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. Ook hier werden geen duidelijke verschillen tussen de meetpunten waargenomen. Bij beide gewassen zijn specifieke zichtbare symptomen als gevolg van een verhoogde cadmium-opname niet waargenomen. Dat was ook niet te verwachten want deze treden pas op bij ruime overschrijding van de Warenwetnorm (Stoop & Rennen, 1991).

Tabel 4 Berekende cadmiumgehalten in spinazie en boerenkool ( $\text{mg kg}^{-1}$  v.g.) op vijf meetpunten rondom VVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 0*	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2	LA <sup>1)</sup>	WW <sup>2)</sup>
Spinazie	Week 19	0,11	0,11	0,08	0,11	0,11	0,06	0,2
	Week 27	0,10	0,08	0,11	0,10	0,09	0,06	0,2
	Week 35	0,12	0,14	0,11	0,12	0,14	0,06	0,2
	Gemiddelde	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11		
Boerenkool	Week 11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,023	0,1
	Week 43	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,023	0,1
	Week 51	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,023	0,1
	Gemiddelde	0,023	0,020	0,023	0,020	0,023		

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

2) Warenwetnorm in  $\text{mg kg}^{-1}$  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 de gebonden fractie die, afhankelijk van de deeltjesgrote, weer in de directe omgeving van de installatie neerslaat. Planten kunnen gasvormig kwik opnemen via de bovengrondse plantedelen. Het totale kwikgehalte wordt bepaald door de opname en de hoeveelheid kwik die aan het bladoppervlak blijft kleven (Stoop *et al.*, 1992). Opname via de wortels is in het biomonitoringprogramma verwaarloosbaar door het telen van de gewassen in standaardpotgrond. De gehalten zijn gerelateerd aan de Warenwettenormen voor het betreffende gewas.

### 3.2.2. Werkwijze

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

### 3.2.3. Resultaten

Ook hier geldt dat voor toetsing aan de Warenwettenorm de analyseresultaten (Tabel 5) omgerekend moeten worden naar een gehalte in  $\text{mg kg}^{-1}$  v.g. zoals beschreven in § 3.1.3.

Tabel 5 Kwikgehalten in spinazie en boerenkool ( $\text{mg kg}^{-1}$  d.s.) op vier<sup>1)</sup> meetpunten rondom VVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2
Spinazie	Week 19	n.a. <sup>2)</sup>	n.a	n.a.	n.a.
	Week 27	0,01	0,02	0,01	0,01
	Week 35	0,03	0,03	0,03	0,03
	Gemiddelde	0,013	0,017	0,013	0,013
Boerenkool	Week 11	0,04	0,05	0,04	0,05
	Week 43	0,03	0,03	0,03	0,04
	Week 51	0,03	0,03	0,03	0,04
	Gemiddelde	0,033	0,037	0,033	0,043

1) Op meetpunt 0\* zijn geen kwikgehalten bepaald.

2) Niet aantoonbaar, gehalte beneden de detectielimiet.

De berekende kwikgehalten in spinazie (Tabel 6) waren op alle locaties lager dan het landelijk achtergrondniveau van circa 0,005 mg kg<sup>-1</sup> v.g. (Staarink & Hakkenbrak, 1987). De kwikgehalten in boerenkool kwamen op alle locaties overeen met de range voor het landelijk achtergrondniveau (tussen 0 en 0,025 mg kg<sup>-1</sup> v.g.; Staarink & Hakkenbrak, 1987). De gehalten in spinazie en boerenkool bleven ruim beneden de Warenwetnorm van 0,03 mg kg<sup>-1</sup> v.g. Er waren nagenoeg geen verschillen tussen de meetpunten. Bij beide gewassen zijn specifieke zichtbare symptomen ten gevolge van een verhoogde kwikopname niet waargenomen. Dat was ook niet te verwachten want zichtbare symptomen treden pas op bij ruime overschrijding van de Warenwetnorm (Stoop *et al.*, 1992).

Tabel 6 Berekende kwikgehalten in spinazie en boerenkool (mg kg<sup>-1</sup> v.g.) op vier meetpunten rondom VVI-Alkmaar

	Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2	LA <sup>1)</sup>	WW <sup>2)</sup>
Spinazie	Week 19	n.a. <sup>3)</sup>	n.a.	n.a.	n.a.	0,005	0,03
	Week 27	0,001	0,002	0,001	0,001	0,005	0,03
	Week 35	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,03
	Gemiddelde	0,0010	0,0013	0,0010	0,0010		
Boerenkool	Week 11	0,006	0,008	0,006	0,008	<0,025	0,03
	Week 43	0,005	0,005	0,005	0,006	<0,025	0,03
	Week 51	0,005	0,005	0,005	0,006	<0,025	0,03
	Gemiddelde	0,0053	0,006	0,0053	0,0067		

1) Landelijk-gemiddelde achtergrondniveau in mg kg<sup>-1</sup> v.g.

2) Warenwetnorm in mg kg<sup>-1</sup> v.g.

3) Niet aantoonbaar, gehalte beneden de detectielimiet

### 3.3. Fluoriden

#### 3.3.1. Inleiding

Fluorideverontreiniging kan effecten veroorzaken op met name fluoride-gevoelige monocotyle gewassen zoals fresia, tulp en gladiool. Fluoriden accumuleren in de bladeren, wat een vermindering van de bol- of knolopbrengst tot gevolg kan hebben. Bij monocotyle gewassen geteeld voor de bloem kan de esthetische waarde van het gewas door een geringe zichtbare beschadiging op de bladeren sterk verminderen. Geaccumuleerd fluoride in gras kan vergiftigingsverschijnselen veroorzaken bij vee (fluorose). In het monitoringprogramma wordt zowel de specifieke zichtbare bladbeschadiging als de accumulatie in planten bepaald. De gehalten worden getoetst aan de door de Gezondheidsraad (1981) geformuleerde adviesnormen voor veevoer (Tabel 7).

Tabel 7 Adviesnormen voor fluoridegehalten in veevoer in  $\mu\text{g g}^{-1}$  drogestof (Gezondheidsraad, 1981)

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

### 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 eenmaal per vier weken een monster genomen. Het is een algemeen aanvaarde methode om deze maandgemiddelden te toetsen aan de adviesnormen voor veevoer (Van der Eerden, 1991).

Voor de bepaling van het fluoridegehalte in gras werden in de directe omgeving van de locaties 16 'handgrepen' gras geknipt, verspreid over een oppervlak van ongeveer  $100 \text{ m}^2$ , zodanig dat er geen gronddeeltjes werden meegenomen. Het verse materiaal werd gedroogd bij  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  en vervolgens gemalen. De monsters werden verast en met loog gesmolten. In de smelt wordt het fluoride als waterstoffluoride (HF) vrijgemaakt. Het waterstoffluoride-distillaat, gemengd met het reagens lanthaan-alizarinecomplexan geeft een paarsblauwe kleur. De kleurintensiteit werd colorimetrisch gemeten (Laurens & Schuurman, 1989). De analyses zijn uitgevoerd door AB-DLO, Wageningen.

### 3.3.3. Resultaten

De fluoridegehalten in gras (Tabel 8) volgden het seizoenspatroon met hogere gehalten in de herfst en winterperiode en lagere gehalten in de zomer. Gehalten hoger dan het landelijk achtergrondniveau werden in het najaar en winter op alle meetpunten en op verschillende tijdstippen gemeten. De hoogste waarden werden op meetpunt 0\* gemeten (maximum  $41 \mu\text{g g}^{-1}$  d.s.). Ook het gemiddelde fluoridegehalte over 1995 was het hoogst op meetpunt 0\* (Fig. 1). Dit beeld werd ook in het voorgaande jaar waargenomen. Het gemiddelde van meetpunt 2 werd hoofdzakelijk bepaald door één hoge meetwaarde ( $36 \mu\text{g g}^{-1}$  d.s.) in week 43. De verhoogde fluoridegehalten in gras hebben niet geleid tot overschrijding van de adviesnorm voor veevoer.

Tabel 8 Fluoridegehalten in gras ( $\mu\text{g g}^{-1}$  d.s.) op vijf meetpunten rondom VVI-Alkmaar

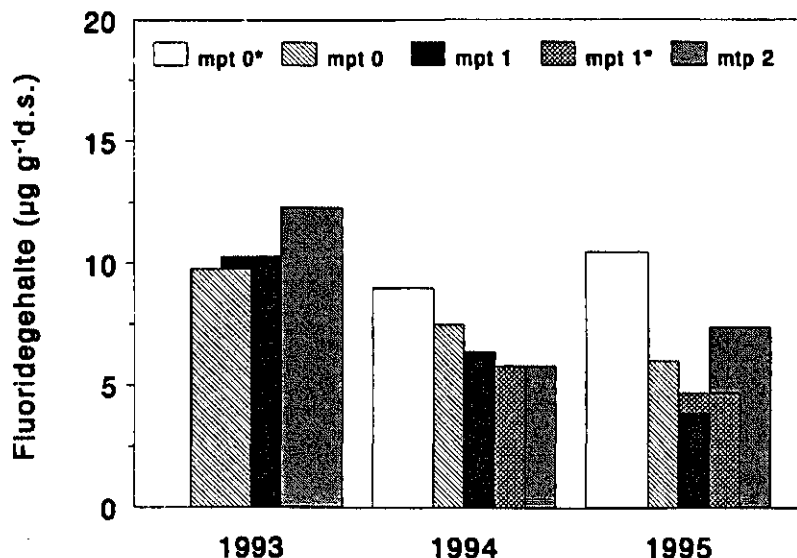
Monstername	LA <sup>1)</sup>	Mpt 0	Mpt 0*	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2
Week 3	8,5	20	41	6	14	12
Week 7	9,5	12	21	10	10	13
Week 11	8,0	1	21	1	1	3
Week 15	5,5	5	1	1	2	1
Week 19	3,0	1	2	1	1	1
Week 23	3,0	1	1	1	1	1
Week 27	2,5	1	1	1	1	1
Week 31	3,0	1	9	2	8	7
Week 35	3,0	1	1	2	1	1
Week 39	3,5	3	4	7	1	2
Week 43	4,0	1	15	9	6	36
Week 47	5,0	5	11	7	14	12
Week 51	6,5	26	9	3	1	6
Gemiddelde		6,0	10,5	3,9	4,7	7,4

1) Voor 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)

Gladiolen accumuleren gedurende de gehele expositieperiode (mei - augustus) fluoride vanuit de lucht. Na een blootstelling van 8 en 12 weken was de drempelwaarde voor zichtbare beschadiging nog niet overschreden, pas na 16 weken is op alle meetpunten een geringe bladpuntbeschadiging waargenomen. De gemiddelde lengte van de bladpuntbeschadiging werd bepaald uit 100 metingen per locatie (Tabel 9).

Tabel 9 Gemiddelde bladpuntbeschadiging bij op gladiolen cultivar 'Lavendel Puff' (cm) op drie meetpunten rondom VVI-Alkmaar

Monstername	Expositieduur (weken)	Mpt 0	Mpt 0*	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2
Week 27	8	0	0	0	0	0
Week 31	12	0	0	0	0	0
Week 35	16	0,6	0,7	1,0	0,7	0,7



Figuur 1 Fluoridegehalten in gras op vijf locaties rond VVI-Alkmaar. Meetpunten 0\* en 1\* zijn in 1994 toegevoegd.

## 3.4. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

### 3.4.1. Inleiding

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (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 molecuulgewicht overgaan in de gasfase. Planten kunnen PAK's opnemen vanuit de lucht en transporteren naar andere plantedelen. Planten met brede bladeren en een bepaalde oppervlaktestructuur (bv. 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. De in het monitoringprogramma gemeten gehalten worden vergeleken met enkele literatuurgegevens.

### 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

De gemeten PAK-gehalten (som) in spinazie en boerenkool staan vermeld in Tabel 10. De PAK-gehalten per component zijn opgenomen in bijlage II.

Tuinstra et al. (1985) hebben in vollegrond-spinazie en boerenkool een gemiddeld achtergrondniveau gevonden van respectievelijk ca. 0,2 en 0,6 mg kg<sup>-1</sup> d.s. Dat het achtergrondniveau in boerenkool hoger is dan in spinazie wordt verklaard door een relatief groot bladoppervlak, een dikke waslaag en een langere expositieduur van boerenkool (Hettche, 1971). In het biomonitoringprogramma zijn de expositietijden van spinazie en boerenkool zoveel mogelijk gelijk gehouden.

De PAK-gehalten in spinazie waren hoger dan het indicatieve achtergrondniveau en het hoogst op meetpunt 2 in het depositiemaximum. De jaargemiddelden per locatie waren voor alle locaties hoger dan in het voorgaande jaar (Fig. 2). Dit in tegenstelling tot de gehalten in boerenkool waar de jaargemiddelden van alle locaties lager waren dan in voorgaande jaren.

Tabel 10 PAK-gehalten (som) in spinazie en boerenkool (mg kg<sup>-1</sup> d.s.) op vier<sup>1)</sup> meetpunten rondom VVI-Alkmaar

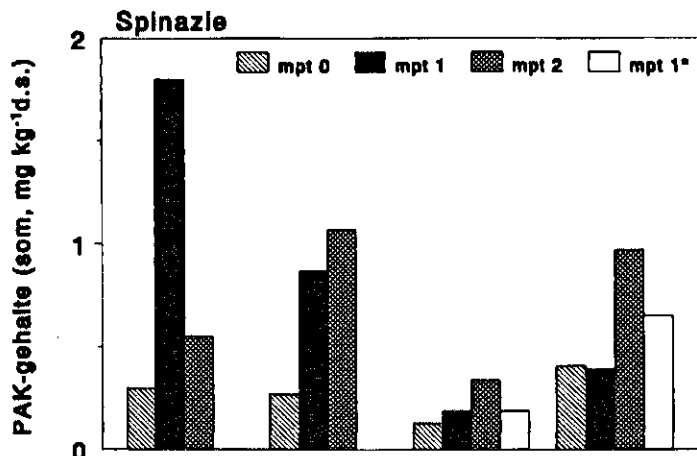
	Monstername	Mpt 0	Mpt 1	Mpt 1*	Mpt 2
Spinazie	Week 19	0,24	0,33	0,20	0,54
	Week 27	0,61	0,50	0,64	0,77
	Week 35	0,39	0,35	1,10	1,60
	Gemiddelde	0,41	0,39	0,65	0,97
Boerenkool	Week 11	n.a. <sup>2)</sup>	n.a.	n.a.	n.a.
	Week 43	0,06	n.a.	0,14	n.a.
	Week 51	0,04	0,03	0,03	n.a.
	Gemiddelde	0,03	0,01	0,06	n.a.

<sup>1)</sup> Op meetpunt 0\* zijn geen PAK-gehalten bepaald.

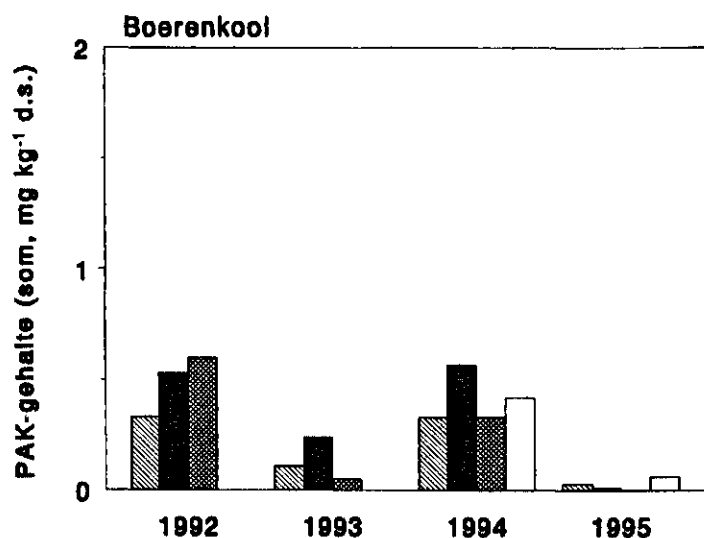
<sup>2)</sup> Niet aantoonbaar, gehalte beneden de detectielimiet.



a



b



Figuur 2a, b Gemiddelde PAK-gehalten (som) in spinazie en boerenkool op vier meetpunten rondom VI- Alkmaar.

## 3.5. Dioxines

### 3.5.1. Inleiding

Dioxines, een verzamelnaam voor polychloor-dibenzodioxines (PCDD's) en polychloor-dibenzofuranen (PCDF's), ontstaan als bijproduct in o.a. verbrandingsinstallaties. Dioxines hebben de eigenschap zich op te hopen in lichaamsvet. Vee dat vervuild 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 ge-

halte dioxines in melk en melkprodukten. De norm is, uitgedrukt in Toxiciteitsequivalenten<sup>2</sup>, 6 pg TEQ/g melkvet (1 pg =  $1 \cdot 10^{-12}$  gram). De verblijftijd in de lucht van de afzonderlijke componenten wordt bepaald door hun verschijningsvorm. Afhankelijk van stof-eigenschappen en de temperatuur komen deze 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 gemiddeld de maximale depositie ten gevolgen van de VVI-Alkmaar optreedt, werd twee maal een melkmonster genomen van vee dat hoofdzakelijk in dat gebied heeft gegraasd of daaruit voer heeft gekregen. 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 het RIKILT-DLO, Wageningen.

### 3.5.3. Resultaten

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

### 3.5.3. Resultaten

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

Tabel 11 Dioxinegehalten (som) in koemelk (pg TEQ/g vet) afkomstig uit de directe omgeving van VVI-Alkmaar

Monsternaam	Melk 1	Melk 2	LA <sup>1)</sup>	WW <sup>2)</sup>
Week 23	0,84	0,18	0,8-2,5	6
Week 39	0,54	0,46	0,8-2,5	6
Gemiddelde	0,69	0,32		

<sup>1)</sup> Landelijk-gemiddelde achtergrondniveau in pg TEQ/g vet

<sup>2)</sup> Tijdelijke Warenwetnorm voor melk en melkprodukten in pg TEQ/g vet

<sup>2</sup> De toxiciteit van de 17 belangrijkste dioxines wordt uitgedrukt in zgn. Toxiciteits Equivalenten (TEQ) ten opzichte van de meest toxische verbinding 2,3,7,8 tetrachloordibenzodioxine (2,3,7,8-TCDD). 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). De werkelijk gemeten gehalten van de 17 afzonderlijke componenten worden vermenigvuldigd met de bijbehorende wegingsfactor en tenslotte gesommeerd.

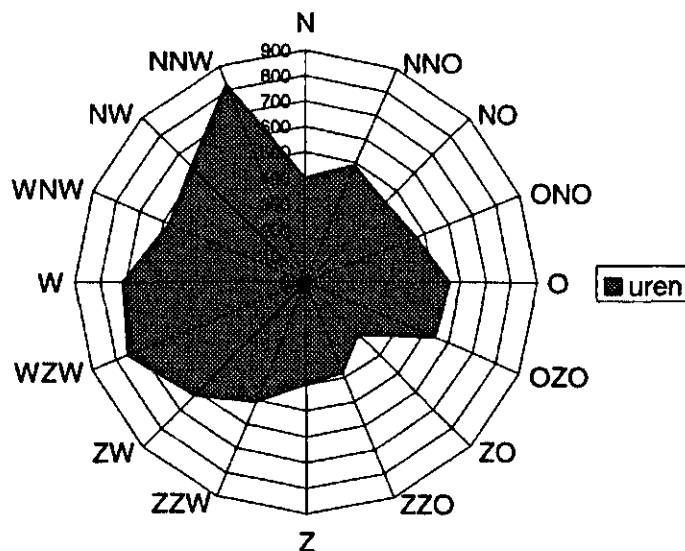
Het landelijk dioxinegehalte in koemelk ligt tussen 0,8 en 2,5 pg TEQ/g vet (Liem *et al.*, 1993; Sein, 1992). De in het afgelopen jaar bepaalde gemiddelde dioxinegehalten in melk waren lager dan het landelijk achtergrondniveau, waaruit direct volgt dat de Warenwetnorm van 6 pg TEQ/g vet niet werd overschreden. De gehalten waren ook lager dan resultaten uit het onderzoek verricht door Hijman *et al.* (1993) rond VVI-Alkmaar waarbij waarden werden gevonden tussen 0,9 en 1,3 pg TEQ/g vet.

### 3.6. Incidenten

Er zijn geen meldingen van schade aan gewassen binnengekomen. Op en rond de meetpunten zijn ook geen zichtbare symptomen waargenomen die wijzen op luchtverontreiniging.

### 3.7. Meteorologische gegevens

De meteorologische gegevens zijn afkomstig van het dit jaar in gebruik genomen weerstation in Middenbeemster. Alle metingen worden als uurgemiddelden opgeslagen. Voor het vaststellen van een mogelijk verband tussen de bron en enkele verhoogde gehalten zijn in eerste instantie de windrichtingsgegevens belangrijk. Elk meetpunt is gekoppeld aan een sector uit de windroos (Fig. 3) waarvandaan de wind over de bron en het betreffende meetpunt waait. Voor spinazie, boerenkool en gras zijn voor de verschillende expositieperioden en voor elk meetpunt het aantal uren bepaald dat de wind uit de aangegeven sector heeft gewaaid (Tabel 12). Gegevens over de twee laatste weken van 1994 waren niet beschikbaar. De betreffende expositieperioden (eerste periode boerenkool en gras) zijn hiervoor niet gecorrigeerd.



Figuur 3 Aantal uren dat de wind in 1995 vanuit de verschillende richtingen heeft gewaaid.

Tabel 12 Aantal uren wind per expositieperiode vanaf de VVI-Alkmaar over de verschillende meetpunten

	Expositieperiode	Mpt 0 NO-ONO	Mpt 0* NNO-NO	Mpt 1 WZW-ZW	Mpt 1* W-WZW	Mpt 2 WZW-ZW
Spinazie	15/03 - 09/05	125	143	313	370	313
	10/05 - 04/07	171	200	183	289	183
	05/07 - 29/08	269	266	148	202	148
Boerenkool	01/01 - 14/03	22	30	535	383	535
	30/08 - 24/10	189	133	136	194	136
	25/10 - 19/12	89	127	44	29	44
Gras	01/01 - 17/01	14	7	68	76	68
	18/01 - 14/02	3	15	225	140	225
	15/02 - 14/03	13	6	242	167	242
	15/03 - 11/04	0	0	244	274	244
	12/04 - 09/05	125	143	69	96	69
	10/05 - 06/06	78	70	100	118	100
	07/06 - 04/07	83	130	83	168	83
	05/07 - 01/08	114	107	120	134	120
	02/08 - 29/08	155	180	28	68	28
	30/08 - 26/09	76	55	110	158	110
	27/09 - 24/10	113	78	26	36	26
	25/10 - 21/11	21	60	31	21	31
	22/11 - 19/12	68	67	13	8	13

## 4. Evaluatie

De resultaten uit het biomonitoringprogramma hebben betrekking op de periode januari tot en met december 1995.

De cadmiumgehalten in spinazie waren hoger dan het landelijk achtergrondniveau maar de Warenwetnorm werd niet overschreden. Opmerkelijk was dat de gehalten niet aantoonbaar verschillend waren voor de vijf meetpunten terwijl de aanstroming van lucht vanaf de installatie naar de afzonderlijke meetpunten wel verschillend was. De aanstroming is berekend uit de windrichtingsgegevens en uitgedrukt als het aantal uren wind vanaf de VVI over het betreffende meetpunt (Tabel 12). In de eerste expositieperiode van spinazie heeft de wind overwegend uit zuidwestelijke richting gewaaid over meetpunten 1, 1\* en 2. In de tweede periode is de verdeling gelijkmatiger terwijl in de derde periode de wind overwegend over de meetpunten 0 en 0\* heeft gewaaid. De gehalten in boerenkool komen overeen met het landelijk achtergrondniveau. Ook in deze perioden waren er geen duidelijke verschillen in gehalten tussen de meetpunten terwijl het aantal uren wind vanaf de VVI naar de meetpunten wel duidelijk verschillend was. Hieruit mag geconcludeerd worden dat er geen eenduidig verband bestaat tussen de emissie van de VVI en de gevonden verhoogde gehalten. De emissiemetingen aan de schoorsteen en verbrandingslijnen van de VVI geven evenmin aanleiding om een dergelijk verband te veronderstellen; de cadmium-emissie blijft onveranderd ruim beneden de grenswaarde. Waarom de cadmiumgehalten in spinazie verhoogd zijn, blijft onduidelijk. Waarschijnlijk zijn de verschillen in groei-omstandigheden, die fluctueren over het seizoen maar niet verschillen per meetpunt, van grotere invloed dan de verschillen in depositie. Het is ook niet uitgesloten dat het regionale achtergrondniveau afwijkt van het landelijk niveau.

De kwikgehalten in spinazie en boerenkool liggen rond of zelfs lager dan het landelijk achtergrondniveau. Er zijn geen aantoonbare verschillen tussen de locaties. In vergelijking met voorgaande jaren is dit een voortzetting van de trend van structureel lage gehalten. Dit geldt ook voor de kwik-emissies gemeten in 1995 (Bijlage I).

De door fluoride veroorzaakte bladbeschadiging bij gladiolen was, zoals ook in voorgaande jaren, gering en alleen aan het einde van het groeiseizoen waarneembaar. Dit betekent dat gedurende het groeiseizoen van gladiolen de fluoride-belasting niet structureel verhoogd is geweest. Dit wordt bevestigd door het ontbreken van verhoogde gehalten in gras in de overeenkomstige periode.

Fluoridegehalten in gras waren incidenteel verhoogd, afhankelijk van tijdstip en locatie. Evenals in voorgaande jaren vond dit hoofdzakelijk plaats in de winterperiode. De adviesnorm voor fluoride in veevoer werd niet overschreden. De verhoogde gehalten gemeten op meetpunt 0\* in de weken 3, 7 en 11 kunnen niet verklaard worden aan de hand van het aantal uren dat de wind vanaf de VVI over het meetpunt heeft gewaaid. De wind heeft in die periode hoofdzakelijk in noordoostelijke richting gewaaid over meetpunten 1, 1\* en 2. De gehalten in gras op deze punten komen echter overeen met het landelijk achtergrondniveau. De dag van monsternamen werd ook niet voorafgegaan door een lange droge periode waardoor er minder fluoride van het gras werd afgespoeld. Voor de incidenteel verhoogde gehalten op de overige meetpunten is eveneens geen relatie gevonden met de windrichting maar de monsternamen werden wel voorafgegaan door een lange periode (3 tot 4 weken) zonder noemenswaardige neerslag (minder dan 2 mm per 24 uur). Hieruit mag geconcludeerd worden dat er geen verband is tussen de emissie van de VVI en de verhoogde fluoridegehalten in gras. De gemeten fluoride-emissies bleven ver beneden de vergunde grenswaarde (Bijlage I).

De PAK-gehalten, gesommeerd voor alle afzonderlijke componenten, waren in spinazie hoger dan de in de literatuur gevonden waarden en ook hoger dan in het voorgaande jaar. De hoogste gehalten werden in het maximum-depositiegebied gevonden terwijl de wind niet in alle perioden overwegend in die richting heeft gewaaid. De gehalten in boerenkool waren laag en enkele lagen zelfs beneden de detectielimiet. De gemiddelde gehalten waren voor alle locaties lager dan in voorgaande jaren. In boerenkool werden ook minder verschillende componenten aangetoond dan in spinazie. De verschillen tussen spinazie en boerenkool kunnen naast groeiomstandigheden ook veroorzaakt zijn door een niet-continue emissie van PAK's door de VVI, zowel wat betreft hoeveelheid als samenstelling. Echter PAK's worden niet in de emissiemetingen bij de VVI meegenomen. Aanbevolen wordt om in 1996 enkele PAK-metingen aan de schoorsteen of verbrandingslijn van de HVC te verrichten en deze te vergelijken met de door HASKONING (1991) geschatte jaargemiddelden voor de verwachte en de "worst-case" waarde. Belangrijk hierbij zijn vooral de componenten fenantreen en pyreen aangezien deze het meest frequent in verhoogde concentraties in de gewassen worden aangetroffen. De resultaten kunnen vergeleken worden met de geschatte PAK-waarden. De dioxinegehalten in melk waren lager dan het landelijk gemiddelde achtergrondniveau en bleven daarmee ruim onder de Warenwetnorm.

Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat de afvalverbrandingsinstallatie geen aantoonbare invloed heeft gehad op de kwaliteit van de agrarische produktie in de directe omgeving van de installatie. Voor de perioden dat de cadmiumgehalten in spinazie en fluoridegehalten in gras verhoogd waren, kon geen verband worden aangetoond tussen het aantal uren wind vanaf de bron en het betreffende meetpunt. Een mogelijk verband tussen de verhoogde PAK-gehalten in spinazie en de VVI-emissie was niet éénduidig. Verhoogde gehalten werden vooral in het depositiemaximum gemeten maar de wind was niet overwegend in de richting van de betreffende meetpunten. Het verrichten van PAK-emissiemetingen zou enige informatie kunnen verschaffen over de bijdrage van de VVI aan het achtergrondniveau. In 1996 zal het biomonitoringprogramma uitsluitend worden ingezet rond de nieuwe Huisvuilcentrale N-H. Het programma wordt hiertoe op vier locaties voortgezet.

## Referenties

- Debus, R., B. Dittrich, P. Schröder & J. Volmer, 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, 1991.  
 Milieu-effectrapport voor de Huisvuilcentrale Noord-Holland. Nijmegen.
- 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., P.R. Kootstra, A.K.D. Liem, R. Hoogerbrugge & A.P.J.M.de Jong, 1993.  
 Monitoring van dioxines in koemelk in risicogebieden. Deelrapport IX. RIVM rapportnr. 639102003, Bilthoven, 16 pp.
- Laurens, G.W.H. & A. Schuurman, 1989.  
 Bepaling van fluoride in plantemateriaal en kalkpapiertjes m.b.v. de Technicon Autoanalyser GT II. Interne IPO-DLO notitie.
- Liem, A.K.D., R. van der Berg, H.J. Bremmer, J.M. Hesse & W. Slooff, 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 O-NPR 6425. Delft.
- Sein, A.A., 1992.  
 De dioxineproblematiek en de risico's voor de volksgezondheid. Lucht 4: 133-136.
- Staarink, T. & P. Hakkenbrak, 1987.  
 Het Contaminantenboekje. Staatsuitgeverij, Den Haag, 76 pp.
- Stoop, J.M., R.J.D. Leemans & A.J.M. Rennen, 1992.  
 Schadelijke stoffen voor de land- en tuinbouw. Kwik. Centrum voor Landbouw en Milieu, CLM 100-1992, Utrecht, 60 pp.
- Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen, 1991.  
 Schadelijke stoffen voor land- en tuinbouw. Cadmium. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht, 55 pp.
- Tuinstra, L.G.M.Th., W.A. Traag, J.M.P. van Trijp, P. van Lune, D. Wiersma & B.J. van Goor, 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 Dijk, C.J., A.J. van Alfen, L.J.M. van der Eerden & M.T. de Kok, 1994.  
 Biomonitoringprogramma rondom afvalverbrandingsinstallatie Alkmaar. Maart 1992 t/m december 1993. AB rapport 7, AB-DLO & HASKONING, Wageningen/Nijmegen, 34 pp.

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

Viersma, D., B.J. van Goor & N.G. van der Veen, 1985.

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



# Bijlage I:

## Emissiegegevens

In 1995 zijn op verschillende data emissiemetingen aan zowel de (oude) VVI-Alkmaar als de (nieuwe) Huisvuilcentrale N-H verricht. De metingen aan de VVI zijn uitgevoerd door Intronplan, Instituut voor Emissiemetingen B.V., de metingen aan de HVC zijn verricht door KEMA Milieutechnologie. In het geval van de VVI betreft het metingen aan de schoorsteen, bij de HVC zijn de metingen aan de drie verbrandingslijnen verricht (garantiemetingen). Uit de meetresultaten (Tabel I) blijkt dat geen van de gemeten stoffen (cadmium, kwik, waterstof-fluoride en dioxines) de vergunde grenswaarde overschrijdt. PAK's zijn niet in de metingen meegenomen. Wel is de parameter  $C_xH_y$  gemeten als "totaal gasvormige organische verbindingen".  $C_xH_y$  vormt evenwel geen maat voor de emissie van PAK's en is derhalve niet in tabel 1 opgenomen. Ten opzichte van de emissiemetingen in 1993 en 1994 worden geen significante verschillen waargenomen. Alleen de dioxine-emissies zijn beduidend lager in 1995.

Tabel I Emissiemetingen in 1995 aan de VVI-Alkmaar e.o. en de Huisvuilcentrale N-H (in  $mg\ m^{-3}$ , betrokken op 273 K, 101,3 kPa, droog rookgas en 11 %  $O_2$ )

Component	VVI		HVC <sup>2)</sup>	Grenswaarde
	25-01-1995	02-06-1995	20/21/22-09-1995	
Cd	< 0,003	< 0,005	< 0,0044	0,05
Hg	0,010	0,042	< 0,0009	0,05
Fluoriden (als HF)	0,042	0,026	< 0,2	1
Dioxines ( $ng\ TEQ\ m^{-3}$ )	0,077	n.g. <sup>1)</sup>	0,019	0,1

<sup>1)</sup> niet gemeten.

<sup>2)</sup> als gemiddelde van rookgasmetingen (in triplo) aan de drie verbrandingslijnen van de installatie.

## Bijlage II:

# PAK-gehalten per component in spinazie en boerenkool

Tabel Ila PAK-gehalten per component in spinazie (mg kg<sup>-1</sup> d.s.) op vier locaties rondom VVI-  
Alkmaar

Component	Meetpunt 0			Meetpunt 1		
	Week 19	Week 27	Week 35	Week 19	Week 27	Week 35
Naftaleen	n.a. <sup>1)</sup>	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Acenaftaleen	n.a.	0,47	n.a.	n.a.	0,38	0,28
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	0,08	0,14	0,18	0,13	0,05	0,05
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	0,02	0,01	n.a.
Fluoranteen	0,09	n.a.	0,16	0,08	0,06	0,01
Pyreen	0,03	n.a.	0,05	0,06	n.a.	0,01
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	0,02	n.a.	n.a.	0,02	n.a.	n.a.
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	0,02	n.a.	n.a.	0,02	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.
	Meetpunt 1*			Meetpunt 2		
Naftaleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,07
Acenaftaleen	n.a.	0,47	n.a.	n.a.	0,32	n.a.
Acenafteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoreen	n.a.	n.a.	0,01	n.a.	n.a.	0,02
Fenantreen	0,09	0,16	0,29	0,20	0,33	0,60
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	0,08	n.a.	0,28	0,24	0,03	0,68
Pyreen	0,03	0,01	0,08	0,08	0,09	0,25
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	0,07	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	n.a.	0,14	0,02	n.a.	n.a.
Benzo(b)fluoranteen	n.a.	n.a.	0,02	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(k)fluoranteen	n.a.	n.a.	0,05	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)pyreen	n.a.	n.a.	0,06	n.a.	n.a.	n.a.
Dibenzo(a,h)antraceen	n.a.	n.a.	0,01	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.	0,11	n.a.	n.a.	n.a.

<sup>1)</sup> niet aantoonbaar, gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IIb PAK-gehalten per component in boerenkool (mg kg<sup>-1</sup> d.s.) op vier locaties rondom VVI-Alkmaar.

Component	Meetpunt 0			Meetpunt 1		
	Week 11	Week 43	Week 51	Week 11	Week 43	Week 51
Naftaleen	n.a. <sup>1)</sup>	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
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.	0,06	0,03	n.a.	n.a.	0,03
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	n.a.	0,01	n.a.	n.a.	n.a.
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.

	Meetpunt 1*			Meetpunt 2		
	Week 11	Week 43	Week 51	Week 11	Week 43	Week 51
Naftaleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
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.	0,06	0,02	n.a.	n.a.	n.a.
Antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluoranteen	n.a.	0,08	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Pyreen	n.a.	n.a.	0,01	n.a.	n.a.	n.a.
Benzo(a)antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Chryseen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
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.

<sup>1)</sup> niet aantoonbaar, gehalte ligt beneden de detectiegrens.

## Bijlage III:

# Dioxinegehalten per component in melk

Tabel IIIa Dioxinegehalten in koemelk (pg TEQ/g vet) op twee locaties rondom VVI-Alkmaar.

Component	TEF	Melk 1		Melk 2	
		Week 23	Week 39	Week 23	Week 39
2, 3, 7, 8-TCDF	0,1	n.a. <sup>1)</sup>	0,005	n.a.	n.a.
2, 3, 7, 8-TCDD	1	0,260	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	0,426	0,274	0,142	0,252
1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	0,5	0,126	0,107	n.a.	0,111
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	0,1	n.a.	0,019	n.a.	n.a.
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	0,1	0,031	0,020	0,015	n.a.
2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	0,1	n.a.	0,025	n.a.	0,020
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.	0,028	n.a.	0,023
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.	n.a.	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.	0,002	0,006
OCDF	0,001	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OCDD	0,001	n.a.	0,004	n.a.	0,004

<sup>1)</sup> niet aantoonbaar, het gehalte ligt beneden de detectiegrens.

Tabel IIIb Dioxinegehalten in koemelk (pg/g vet; niet gecorrigeerd m.b.v. Toxiciteits-Equivalentie-Factoren) op twee locaties rondom VVI-Alkmaar.

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	0,26	<0,05	<0,05	<0,05
1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	0,85	0,55	0,28	0,50
1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	0,25	0,21	<0,10	0,22
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	<0,10	0,19	<0,10	<0,10
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	0,31	0,20	0,15	<0,10
2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	<0,10	0,25	<0,10	0,20
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	<0,10	0,28	<0,10	0,23
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	<0,25	<0,25	<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	0,61
OCDF	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
OCDD	<0,50	3,66	<0,50	4,41