

Rapport nr. 730501043

VERBRANDING VAN HUISHOUELIJK AFVAL IN NEDERLAND
Emissies optredend bij verbranding
Verspreiding en risico's van dioxinen

W. Slob¹, L.M. Troost², M. Krijgsman³,
J. de Koning² en A.A. Sein¹

April 1992

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE, BILTHOVEN

NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK
ONDERZOEK, APELDOORN

MINISTERIE VOOR VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER,
DE HOOFDINSPECTIE VAN DE VOLKSGEZONDHEID VOOR DE MILIEUHYGIENE,
LEIDSCHENDAM

Rapport nr. 730501043

VERBRANDING VAN HUISHOUELIJK AFVAL IN NEDERLAND

Emissies optredend bij verbranding

Verspreiding en risico's van dioxinen

W. Slob¹, L.M. Troost², M. Krijgsman³,
J. de Koning² en A.A. Sein¹

April 1992

Met bijdragen van:

R. v.d. Berg¹, H.J.G.M. Derks¹, W.F.M. Hesseling²,
R. Hoogerbrugge¹, P.R. Kootstra¹, G. Kuipers²,
A.K.D.Liem¹, M. Olling¹, F.C. Poot²,
L.J.M. Rodenburg², M.A.A. Schutter¹, R.M.C. Theelen¹

¹ RIVM, ² TNO, ³ VROM



Dit onderzoek is verricht in opdracht van Hoofdinspecties en Directies van de ministeries van VROM, WVC en LNV en in overleg met de Interdepartementale Coördinatie Commissie Dioxinen, bestaande uit vertegenwoordigers van genoemde ministeries en van het RIVM.

VERZENDLIJST

- 1 - 5 Hoofdingspectie van de Volksgezondheid voor de Hygiëne van het Milieu.
- 6 - 9 Hoofdingspectie Gezondheidsbescherming.
- 10 - 13 Directie Voedings- en Veterinaire Aangelegenheden en Produktveiligheid.
- 14 - 16 Geneeskundige Hoofdingspectie van de Volksgezondheid.
- 17 - 21 Veterinaire Hoofdingspectie van de Volksgezondheid.
- 22 Directeur-Generaal van de Volksgezondheid.
- 23 Hoofdingspecteur van de Inspectie Gezondheidsbescherming.
- 24 Directeur-Generaal Milieubeheer.
- 25 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer.
- 26 - 28 DGM Directie Afvalstoffen.
- 29 - 31 DGM Directie Lucht en Energie.
- 32 - 34 DGM Directie Stoffen, Veiligheid en Straling.
- 35 - 39 Directie Voedings- en Kwaliteitsaangelegenheden van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- 40 - 55 Regionale Inspecties van de Volksgezondheid voor de Hygiëne van het Milieu.
- 56 - 63 Regionale Inspecties belast met het toezicht op levensmiddelen en de keuring van waren te Alkmaar, Amsterdam, Leeuwarden, Nijmegen, 's Gravenhage, Rotterdam, Utrecht en Goes.
- 64 - 79 Voorzitter Interdepartementale Coördinatiecommissie Dioxineproblematiek.
- 80 - 90 Voorzitter begeleidingscommissie dioxine-onderzoek.
- 91 - 100 Overleggroep Dioxine-onderzoek RIKILT-RIVM.
- 101 - 110 Projectgroep Dioxine-onderzoek RIVM.
- 111 - 123 Secretariaat Inter Provinciaal Overleg.
- 124 - 136 Secretariaat Vereniging Nederlandse Gemeenten.
- 137 - 151 Vereniging van Afvalverwerkers.
- 152 - 165 Stuurgroep Richtlijn Verbranden 1989.
- 166 Depot Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie.
- 167 - 168 Centrale bibliotheek TNO, complex Apeldoorn.
- 169 Centraal archief TNO, complex Apeldoorn.
- 170 Directie IMET-TNO.
- 171 Directie RIVM.
- 172 Prof.Dr.Ir. C. van den Akker
- 173 Ir. F. Langeweg.
- 174 Dr.Ir. G. de Mik
- 175 Ir. A.Verbeek.
- 176 Dr.Ir. E.W.B. de Leer.
- 177 Dr. R.M. van Aalst.
- 178 Ir. A.H.M. Bresser.
- 179 Drs. A. van der Giessen.
- 180 Dr. H.A. van 't Klooster.
- 181 Drs. L.H.M. Kohsiek.
- 182 Dr. W.H. Könemann.
- 183 Dr. F.J.J. Brinkmann.
- 184 Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
- 185 - 210 Auteurs en medewerkers.
- 211 Documentatiecentrum ACT.
- 212 Bibliotheek RIVM.
- 213 Bureau Projecten en Rapportenregistratie.
- 214 - 330 Reserve RIVM.
- 331 - 350 Reserve TNO.
- 351 - 425 Reserve HIMH.

Voorwoord

Uit een onderzoek naar de emissies bij afvalverbrandingsinstallaties kwam medio 1989 naar voren dat afvalverbranding een overschrijding van de toelaatbare hoeveelheid dioxinen in koemelk tot gevolg zou kunnen hebben. Vrijwel tegelijkertijd bleek uit metingen dat de norm voor dioxinen in koemelk in het Lickebaert-gebied nabij Vlaardingen inderdaad werd overschreden. Kort daarop werd de Interdepartementale Coördinatiecommissie Dioxineproblematiek ingesteld, onder voorzitterschap van ondergetekende. De commissie had tot doel om aan betrokken bewindslieden van de Ministeries van VROM, WVC en LNV gebiedsgerichte maatregelen voor te stellen om de schade voor burgers en vee-teelt beperkt te houden. Door het uit de handel nemen van verontreinigde melk en later door de sluiting van een viertal AVI's kon aan het gestelde doel worden voldaan.

Er is inmiddels veel onderzoek uitgevoerd en nog in uitvoering. Veldmetingen aan koemelk, bodem en gras werden verricht rond de huisvuilverbrandingsovens en op andere plaatsen. Emissiemetingen werden verricht aan huisvuilverbrandingsovens en ook aan ziekenhuisafvalverbrandingsovens en crematoria. Op dit moment worden nog andere bronnen onderzocht, zoals industriële installaties. Verder vindt onderzoek plaats naar de standaardisering van monsternamen- en analysemethoden voor de dioxine-emissiemetingen. Een deel van dit onderzoek geschiedt in EG-kader. Verwacht mag worden dat de standaardisatie zal zijn voltrokken voordat de Richtlijn Verbranden 1989 in werking treedt. Dit is van belang om een goede handhaving van deze Richtlijn te realiseren.

Door de invoering van de Richtlijn Verbranden 1989 werd het mogelijk een milieuhygiënische sanering voor alle in ons land aanwezige afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) en soorgelijke bronnen door te voeren. Deze Richtlijn wordt overigens momenteel omgezet in een Algemene Maatregel van Bestuur, dat wil zeggen, in concrete wetgeving. Verwacht mag dan ook worden dat de dioxineproblematiek in de sfeer van de afvalverbranding zoals deze speelde in de jaren 1989-1990, daarmee onder controle zal zijn.

Het voorliggende rapport is een overzicht van eerder gepubliceerd onderzoek. Zowel van de veldmetingen als van het emissieonderzoek van de AVI's verscheen een reeks rapporten. Een overzicht van de totale Nederlandse situatie ontbrak echter nog. Dit rapport vult deze leemte op. Het geeft een goed inzicht in hetgeen er in het recente verleden heeft plaatsgevonden, maar laat vooral ook zien hoe er momenteel met dat "slechte" verleden wordt afgerekend.

Tot slot wil ik hiermee naast de medewerkers van TNO, RIVM en IMH al degenen danken die het mogelijk hebben gemaakt dat dit onderzoek plaatsvond. Ik denk daarbij vooral aan veehouders en medewerkers van AVI's.

Ik hoop dat dit rapport in vele opzichten verhelderend zal werken en beveel het van harte in uw aandacht aan.

De Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid
voor de Miliehygiëne



ir. P.J. Verkerk

Inhoudsopgave

	SUMMARY	9
	SAMENVATTING	13
1	INLEIDING	17
2	EMISSIE-ONDERZOEK	21
2.1	Inleiding	21
2.2	Uitvoering emissie-onderzoek	22
2.2.1	Meetprogramma	22
2.2.2	Meetmethoden	22
2.3	Proces- en bedrijfsgegevens	23
2.3.1	Procesbeschrijvingen	23
2.3.2	Vuurhaardmetingen	25
2.3.3	Bedrijfsgegevens en waarnemingen	27
2.4	Resultaten emissiemetingen	28
2.4.1	Continu registrerend gemeten componenten (O ₂ , CO ₂ , CO, C _x H _y , NO _x en SO ₂)	28
2.4.2	Chloriden, fluoriden en bromiden	29
2.4.3	Stof en zware metalen	30
2.4.4	Deeltjesgrootteverdeling geëmitteerd vliegstof	31
2.4.5	Dioxinen	32
2.5	Beschouwing dioxine-emissies	35
2.5.1	Vorming van dioxinen	35
2.5.2	Bespreking meetresultaten	36
2.5.3	Vergelijking met vroegere meetresultaten	38
3	VERSPREIDING DOOR LUCHT EN DEPOSITIE	39
3.1	Procesbeschrijving	39
3.2	Modelberekening	39
4	DIOXINEGEHALTEN IN GROND	47
5	DIOXINEGEHALTEN IN MELK	49
5.1	Inleiding	49
5.2	Voortgezet onderzoek	49
5.3	Dioxinegehalten in vee	51
6	TOXICOKINETIEK IN DE KOE	53
6.1	Inleiding	53
6.2	Enkele onderzoeksresultaten	53
6.3	Toxicokinetisch model	55
7	KWANTITATIEVE RELATIES	57
7.1	Inleiding	57
7.2	Depositie en gehalten in grond	57
7.3	Afname gehalten in melk na sluiting AVI	59
7.4	Het ketenmodel	60
7.4.1	Gemeten en voorspelde melkgehalten bij 3 AVI's	60
7.4.2	Toepassing van het ketenmodel	61
7.5	Congeneerpatronen	62

8	BLOOTSTELLING EN TOXICOLOGISCHE NORMEN	65
8.1	Normen voor de inname	65
8.2	Inname door de Nederlandse bevolking en gezondheidsrisico's	67
9	BEVINDINGEN MILIEU-INSPECTIES	71
9.1	Inleiding	71
9.2	Algemene bevindingen	71
9.3	Toetsing aan de vergunningen	71
9.4	Vergelijking met de richtlijnen	72
9.4.1	Richtlijn Verbranden 1985	72
9.4.2	Richtlijn Verbranden 1989	74
9.5	Emissies van dioxinen	76
9.6	Toekomstige ontwikkelingen	77
10	LOPEND EN VOORGENOMEN ONDERZOEK	79
11	DISCUSSIE	81
12	CONCLUSIES	83
13	OVERZICHT RAPPORTEN	85
14	LITERATUUR	87
15	OVERZICHT GEBRUIKTE AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	95
	BIJLAGEN (zie aparte inhoudsopgave)	100

SUMMARY

During the second half of 1989 high dioxin concentrations were found in cow's milk originating from areas located near municipal solid waste (MSW) incinerators. These findings led to a programme for the measurement by TNO of the emissions from all Dutch MSW incinerators. This measurement programme not only concerned the emission of dioxins, but also of other components, in particular those mentioned in the Incineration Directive 1985 (RV'85). At each MSW incinerator the Dutch Inspectorate of Public Health for Environmental Protection (IMH) carried out an ensuing inquiry, testing the emission measurements for compliance with licences and directives. At the same time RIVM investigated dispersion and occurrence of dioxins in air, in soil and among cattle (cow's milk), as well as exposure of and possible risks for the Dutch population. The results of these investigations were used to develop a mathematical model that can be used as a policy tool to estimate the risks of dioxin emissions and the consequences of policy measures.

The complete research programme was carried out on behalf of inspectorates and directorates of the Departments of Environment (VROM), Public Health (WVC) and Agriculture (LNV), and in consultation with the Interdepartmental Coordination Commission on Dioxins, consisting of representatives from the departments mentioned and RIVM.

In order to quickly inform the ministers involved, TNO reported the results of the emission measurements for each MSW incinerator separately. RIVM added an evaluation report to each TNO-report. The Regional Inspectorates of Public Health for Environmental Protection (RIHMs) compared the emission measurements to the relevant licences, as well as to the Incineration Directive 1985 (RV'85) and the Incineration Directive 1989 (RV'89).

Thus, for each MSW incinerator three separate reports appeared. The Minister of VROM (Environment) presented all these separate reports to parliament, as well as the RIVM reports on supplementary research on occurrence and risks of dioxins near MSW incinerators. This report summarizes all the separate reports, with the aim of providing a comprehensive overview of the results as such, as well as in relation to ensuing policy considerations and decisions.

The RIHMs found that 7 out of the 12 incinerators did not comply with the licence requirements. Only three incinerators did not exceed the emission limits of the RV'85. Chloride and mercury were the most prominent in exceeding the emission limits. In a number of cases the RIHMs observed that technical management of the installation, as well as process control, were not optimal. They concluded that maintenance of the installations and measuring equipment should be improved. Adequate training of the employees is essential. Furthermore, supervision appeared to be unsatisfactory; in some cases funds provided were not sufficient for a safe and responsible operation.

The emission of dioxins were (at most incinerators) measured on three consecutive days. The dioxin concentrations in flue gas varied considerably between incinerators, ranging from several to more than 100 ng TEQ¹⁾/m³. At one incinerator (Zaanstad) a single extreme concentration was measured (955 ng TEQ/m³).

Apart from the extreme measured at Zaanstad the consecutive measurements at a given incinerator resulted in similar values. Measured dioxin concentrations in soil and cow's milk agreed with model calculations based on the emission measurements. These two findings support the notion that the emission measurements of this programme could be reasonably representative for the yearly average emission.

In July 1989 a total of 13 MSW incinerators were operational in the Netherlands, with a total dioxin emission of approximately 700 g TEQ/y. After closing four of them (Zaanstad, Leiden, Leeuwarden

1) Toxicity equivalents; see chapter 8.

and Alkmaar) in 1990, the total emission decreased to approximately 400 g TEQ/y, 90% of which was produced by only two installations (AVR, ROTEB). The closure of the four incinerators reduced the total incineration capacity from 3300 kton/y to 2985 kton/y. In 1991 one of the closed installations (Alkmaar) was re-opened, after the installation of flue gas purification equipment.

The dispersion of dioxins in air and the ensuing deposition at a particular location can be calculated by an atmospheric transport model (OPS model), developed by RIVM. The model calculated a rural background deposition of 5-10 ng TEQ/m²/y. Near incinerators deposition reached levels of 170 ng/m²/y in 1990. As dioxins in soil are hardly degradable and almost immobile, they accumulate in the topsoil layer (approximately 10 cm in pastures). Therefore dioxin concentrations in soil surrounding an incinerator reflect its emission history. At a number of incinerators soil samples were analysed. The highest dioxin concentrations found (up to 252 ng TEQ/kg dry matter) were at Zaanstad. Reference samples showed concentrations below 10 ng TEQ/kg dry matter.

Cows ingest dioxins through consumption of grass and soil. The toxicokinetic studies showed that dioxins appear in cow's milk relatively soon after ingestion. Dioxin's half-life in cow's milk, expressed in TEQs, was found to be approximately 40 days.

Dioxin concentrations in cow's milk originating from areas near incinerators are usually elevated in comparison to background levels. At several incinerators the milk standard of 6 pg TEQ/g milk fat was exceeded. In a number of suspect areas a milk monitoring programme was started in which milk samples were analysed monthly. Since dioxin concentrations in cow's milk fluctuate in time (for instance because of fluctuations in weather conditions), the monitoring was ended when the milk standard had not been exceeded for a period of several months. At present, milk monitoring is carried out in only one area (Lickebaert, near AVR), since dioxin levels have not yet dropped below the milk standard here. Apart from this area, milk monitoring was resumed for control purposes at the re-opened and modernized incinerator at Alkmaar.

Based on the results of the various studies in this research programme, a mathematical chain model was developed, that succeeded in quantitatively relating dioxin emissions with amounts in cow's milk. The chain model showed that the elevated milk levels found near MSW incinerators can indeed be explained by the measured dioxin emission of the relevant incinerator. Near the Zaanstad incinerator the dioxin levels in milk decreased at a rate predicted by model calculations after the installation was closed down. Dioxins found in soil and grass sampled near incinerators showed congener patterns similar to those of dioxins emitted by incinerators.

A study on the Dutch population's exposure to dioxins showed that consumption of milk and milk products are, next to fish oil, the most important route of dioxin intake. The WHO proposed a Tolerable Daily Intake (TDI) of 10 pg TEQ/kg body weight. An exposure model, which took into account differences in consumption habits between individuals, showed that the TDI proposed by the WHO would be exceeded by less than 1% of the Dutch population if milk, milk products and beef contained 6 pg TEQ/g fat. Based on these results it was decided in July 1991 to maintain the, then still provisional, milk standard of 6 pg TEQ/g milk fat.

In the Incineration Directive 1989 (RV'89), which all existing incinerators will have to comply with from 30 November 1993 and new installations immediately, the requirements for dust, halogens and heavy metals are much more stringent than those of the RV'85. Another difference is that the RV'89 also contains requirements with respect to dioxins, CO, NO_x and SO₂. The results of the emission measurements of the present research programme greatly exceeded the dioxin requirement of 0.1 ng TEQ/m³ flue gas, as stated in the RV'89. To comply with the complete set of requirements of the RV'89, existing MSW incinerators will have to take significant measures with respect to improvement of process conditions and purification of flue gases. Besides reducing emissions, one will have to solve

the problem of contaminated purification residues. Therefore research will continue to be necessary, on the one hand, concerning process conditions leading to minimal formation of dioxins and possibilities to really destroy dioxins in the purification stage, and, on the other, concerning possibilities of treatment of cleaning residues. Several Dutch MSW incinerators as well as TNO are at present studying these issues. In other countries positive results have already been achieved.

Calculations by the chain model showed that the contribution of dioxins emitted by MSW incinerators to the dioxin concentration in cow's milk will be negligible if the emission is below the RV'89 requirement. Through the combination of improved process control and the installation of additional flue gas purification systems the required emission limit is considered to be attainable, also for existing installations. As a consequence of the dioxin affair in 1989/1990, Dutch MSW incinerators have initiated extensive projects to reduce their emissions to the required levels. Therefore it may be expected that the requirement of the RV'89 will be met before 30 November 1993. On the other hand, opposition from the Dutch population against municipal waste incineration increased significantly. This might necessitate amendment and expansion of old incinerators, rather than construction of new ones. Therefore a delay in growth in incineration capacity in the Netherlands may be expected.

SAMENVATTING

In de tweede helft van 1989 werden hoge dioxineconcentraties gevonden in koemelk afkomstig uit de omgeving van een aantal afvalverbrandingsinstallaties (AVI's). Naar aanleiding hiervan zijn in 1990 door TNO bij alle AVI's in Nederland emissiemetingen verricht. Het ging hierbij niet alleen om de emissie van dioxinen maar ook van andere componenten, met name degene die genoemd zijn in de Richtlijn Verbranden 1985 (RV'85). Aansluitend hierop werden door de Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne (IMH) vergunningen getoetst en vergelijkingen getrokken met de Richtlijn Verbranden 1985 (RV'85) en de Richtlijn Verbranden 1989 (RV'89). Tegelijkertijd werd door het RIVM onderzoek uitgevoerd naar verspreiding en voorkomen van dioxinen in lucht, bodem en vee, (melk) en naar blootstelling van en mogelijke risico's voor de bevolking. De resultaten uit het onderzoek zijn gebruikt voor het ontwikkelen van een wiskundig model dat als beleidsinstrument kan worden gehanteerd voor het schatten van risico's van dioxine-emissies en voor het schatten van de gevolgen van te nemen maatregelen.

Deze onderzoeken werden uitgevoerd in opdracht van Hoofdinspecties en Directies van de Ministeries van VROM, WVC en LNV en in overleg met de Interdepartementale Coördinatiecommissie Dioxine-problematiek, bestaande uit vertegenwoordigers van genoemde Ministeries en van het RIVM.

Om de betrokken bewindslieden snel te informeren werden door TNO de meetresultaten per AVI gerapporteerd. De TNO-rapporten werden aangevuld met evaluatierapporten van het RIVM. De Regionale Inspecties van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne (RIMH's) rapporteerden de resultaten van het toetsingsonderzoek samen met een aantal conclusies en aanbevelingen voor de korte termijn.

Aldus verschenen per AVI drie deelrapporten. Deze deelrapporten werden door de Minister van VROM aan de Tweede Kamer der Staten Generaal aangeboden. Dit geldt tevens voor de deelrapporten van het RIVM over het aanvullende onderzoek naar het voorkomen van dioxinen in de omgeving van AVI's en naar de risico's voor de volksgezondheid. Dit rapport geeft een samenvatting van de deelrapporten welke in het kader van dit onderzoek verschenen, met als doel een samenhangend overzicht te geven van de gerapporteerde resultaten, mede in relatie tot beleidsmatige overwegingen en beslissingen.

Bij toetsing van de AVI's aan de vergunningen werd door de RIMH's vastgesteld dat zeven van de twaalf AVI's niet aan de in de vergunningen gestelde eisen voldeden. Slechts drie AVI's haalden de emissiegrenswaarden van de RV'85. Met name de emissienormen voor chloriden en kwik werden overschreden. Daarnaast stelden de RIMH's in een aantal gevallen vast dat de bedrijfsvoering en de processturing niet optimaal waren. Onderhoud van de installaties en van meetapparatuur zullen meer aandacht moeten krijgen. Een goede opleiding van het personeel is van groot belang. Verder werd geconstateerd dat het beheer tekort schoot; in enkele gevallen werden onvoldoende gelden beschikbaar gesteld voor een veilige en verantwoorde exploitatie.

De emissie van dioxinen werd (bij de meeste AVI's) op drie achtereenvolgende dagen gemeten. De dioxineconcentraties in het rookgas varieerden sterk tussen de AVI's: van enkele ng TEQ¹⁾/m³ tot ruim 100 ng TEQ/m³. Bij de AVI-Zaanstad werd op de derde meetdag een extreem hoge waarde gemeten (955 ng TEQ/m³).

Met uitzondering van de extreme waarde bij de AVI-Zaanstad waren de achtereenvolgende metingen bij elke AVI vrij stabiel. Ook bleek dat gemeten dioxineconcentraties in grond en in koemelk overeenkwamen met modelberekeningen welke gebaseerd waren op de emissiemetingen. Deze overwegingen ondersteunen de veronderstelling dat de meetresultaten, zoals verkregen in dit onderzoek, redelijk representatief zijn voor de jaargemiddelde emissie.

1) Toxiciteitsequivalenten; zie hoofdstuk 8

In juli 1989 waren dertien AVI's in bedrijf met een totale dioxine-emissie van ca 700 g TEQ per jaar. Na de sluiting van de installaties van Zaanstad, Leiden, Leeuwarden en Alkmaar in 1990 bedroeg de emissie ca 400 g TEQ per jaar. Hiervan komt bijna 90% voor rekening van de AVR en ROTEB, welke een gezamenlijke verbrandingscapaciteit hebben van ruim 1300 kton per jaar. De totale verbrandingscapaciteit is met de sluiting van de vier installaties gedaald van 3300 kton tot 2985 kton per jaar. In 1991 is de AVI van Alkmaar heropend na het installeren van rookgasreinigingsapparatuur.

De verspreiding van dioxinen door de lucht en de daaropvolgende depositie op een bepaalde plaats kan worden berekend met behulp van een door het RIVM ontwikkeld model (OPS-model). De modelberekeningen leveren voor de landelijke achtergronddepositie een waarde van ca 5-10 ng TEQ/m²/jaar. Nabij AVI's bereikte de depositie waarden tot ca 170 ng TEQ/m²/jaar. Omdat dioxinen in grond nauwelijks worden afgebroken en weinig mobiel zijn, hopen zij zich op in de toplaag van de bodem (ca 10 cm in weiland). Daardoor weerspiegelen de concentraties in de bodem rondom een AVI de emissiehistorie. Bij een aantal AVI's werden grondmonsters geanalyseerd. De hoogste dioxinegehalten werden gevonden bij de AVI-Zaanstad, tot 252 ng TEQ/kg droge stof. Referentiemonsters vertoonden gehalten onder de 10 ng TEQ/kg droge stof.

Door consumptie van gras en grond worden dioxinen door koeien opgenomen. Het toxicokinetisch onderzoek bij de koe liet zien dat dioxinen na inname relatief snel in de melk verschijnen. De halfwaardetijd voor dioxinen in koemelk, uitgedrukt in TEQ's, bleek ca 40 dagen te bedragen.

De dioxinegehalten in koemelk afkomstig van melkveebedrijven nabij een AVI zijn in het algemeen verhoogd ten opzichte van het achtergrondniveau. Bij een aantal AVI's werd de norm van 6 pg TEQ/g melkvet overschreden. In enkele verdachte gebieden werd een monitoring-programma gestart, waarin maandelijks melkmonsters geanalyseerd werden. Omdat de dioxinegehalten in koemelk fluctueren in de tijd, o.a. vanwege fluctuaties in de weersomstandigheden, werd het monitoren van melk pas weer beëindigd wanneer gedurende enige maanden geen overschrijding van de melknorm optrad. Op dit moment wordt het monitoringprogramma alleen nog voortgezet in het Lickebaert-gebied, waar nog steeds overschrijding van de melknorm van 6 pg TEQ/g melkvet voorkomt. Daarnaast werd het monitoren van melk rondom de heropende en gemoderniseerde AVI van Alkmaar ter controle hervat.

Met behulp van de resultaten uit de verschillende deelonderzoeken werd een wiskundig ketenmodel ontwikkeld waarin een kwantitatieve relatie wordt gelegd tussen de dioxine-emissie en dioxinegehalten in melk van koeien in de omgeving van een bron. Uit berekeningen met dit ketenmodel bleek dat de gevonden verhoogde dioxinegehalten in melk inderdaad te verklaren zijn met de gemeten dioxine-emissie van de naburige AVI. Bij de AVI-Zaanstad daalden de dioxinegehalten in koemelk na de sluiting met een snelheid die overeenkwam met modelberekeningen. In grond en gras uit de risicogebieden werden dioxinen aangetroffen, waarvan het congeniepatroon overeenkomsten vertoont met dat van de door AVI's geëmitteerde dioxinen.

Uit een voedingsmiddelenonderzoek blijkt dat consumptie van melk en melkprodukten naast visolie de belangrijkste route is voor inname van dioxinen door de mens. Door de WHO is een Tolerable Daily Intake (TDI) van 10 pg TEQ per kg lichaamsgewicht voorgesteld. Uit het voedingsmiddelenonderzoek, waarbij ook individuele variatie in consumptie werd beschouwd, bleek dat de grenswaarde van 10 pg TEQ door minder dan 1% van de Nederlanders wordt overschreden indien het dioxinegehalte van melkprodukten en rundvlees 6 pg TEQ/g melkvet zou bedragen. Op grond van deze resultaten werd in juli 1991 besloten de, op dat moment nog tijdelijke, melknorm van 6 pg TEQ/g melkvet te handhaven.

In de RV'89, waaraan bestaande AVI's vanaf 30 november 1993 moeten voldoen (en nieuwe AVI's onmiddellijk), zijn de eisen voor stof, halogenen en zware metalen aanzienlijk aangescherpt in vergelijking met de RV'85. Een tweede verschil is dat de RV'89 ook emissienormen stelt voor dioxinen,

koolmonoxide, stikstofoxiden en zwaveloxiden. De in dit onderzoek gemeten dioxine-emissies liggen ver boven de eis van 0,1 ng TEQ/m³ rookgas welke in de RV'89 gesteld is. Om aan het totale eisenpakket van de RV'89 te voldoen, zullen bij bestaande installaties soms ingrijpende maatregelen moeten worden getroffen ter verbetering van de procesomstandigheden en de reiniging van de rookgassen. Naast het streven om aan de emissie-eisen te voldoen, zal het probleem van verontreinigde reinigingsresiduen aangepakt moeten worden. Daarom zal onderzoek nodig blijven, enerzijds naar procesomstandigheden in de verbranding waarbij zo weinig mogelijk dioxinen gevormd worden en naar mogelijkheden waarbij gevormde dioxinen daadwerkelijk in de reinigingsfase afgebroken worden, anderzijds naar mogelijkheden van het opwerken van reinigingsresiduen. Door verschillende AVI's en door TNO wordt aan dergelijk onderzoek veel aandacht besteed. In het buitenland zijn op deze gebieden op praktijkschaal reeds positieve resultaten behaald.

Uit berekeningen met het ketenmodel blijkt dat de bijdrage van door AVI's geëmitteerde dioxinen aan koemelk te verwaarlozen zal zijn, indien aan de RV'89 wordt voldaan. Door een combinatie van een verbeterde procesvoering en het aanbrengen van additionele rookgasreinigingssystemen wordt de gestelde emissienorm voor dioxinen haalbaar geacht, ook voor bestaande AVI's. Naar aanleiding van de dioxine-affaire in de jaren 1989 en 1990 zijn door de Nederlandse AVI's inmiddels omvangrijke projecten gestart, zodat het halen van de RV'89 per 30 november 1993 goed mogelijk lijkt. De weerstand bij de bevolking tegen afvalverbranding is sterk toegenomen. Dit kan ertoe leiden dat oude installaties worden opgeknapt en vergroot in plaats van nieuwe gebouwd. Met vertraging in de uitbreiding in de verbrandingscapaciteit in ons land zal rekening gehouden dienen te worden.

1. INLEIDING

In juni 1989 werd een emissieonderzoek bij een drietal afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) afgesloten, dat in opdracht van het Directoraat-Generaal Milieubeheer van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) was uitgevoerd door het RIVM in samenwerking met TNO en de Rijksuniversiteit Utrecht. Het onderzoek had tot doel een indruk te krijgen van de omvang van emissies van onder andere polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en polychloordibenzofuranen (PCDF's) - ook wel kortweg dioxinen genoemd - bij de verbranding van huishoudelijk en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval, van de omstandigheden waaronder deze verbindingen worden gevormd of afgebroken en van de risico's van de geëmitteerde verbindingen voor de volksgezondheid.

Op grond van verspreidingsberekeningen en literatuurgegevens over opname in dieren en gemiddelde voedingsinname bij de bevolking werd geconcludeerd dat in de directe omgeving van een afvalverbrandingsinstallatie (AVI) door consumptie van lokaal geproduceerde melk de maximaal toelaatbare inname overschreden kan worden (Sein et al., 1989).

In dezelfde periode werden in opdracht van een veehouder door de Vakgroep Milieu- en Toxicologische Chemie van de Universiteit van Amsterdam hoge concentraties dioxinen gemeten in een monster melk en een monster kaas afkomstig van een bedrijf in het Lickebaertgebied, onder de rook van de afvalverbrandingsinstallatie AVR (Afvalverbranding Rijnmond).

Naar aanleiding van deze bevinding werden van elf bedrijven in dit gebied en, als referentie, van twee bedrijven buiten dit gebied de dioxine-concentraties in melk gemeten. Om een indruk te krijgen van de landelijke achtergrondconcentratie van dioxinen in koemelk werden tevens acht melkmonsters uit vier gebieden in Nederland geanalyseerd. Deze analyses werden uitgevoerd door de Universiteit van Amsterdam en door het RIVM (Liem et al., 1989a).

De rapportage van het emissieonderzoek en van het melkonderzoek zijn tegelijkertijd aan de Tweede Kamer aangeboden door de toenmalige Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, de toenmalige Minister van Landbouw en Visserij en de toenmalige Staatssecretaris van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur (brief HIMH/HS/CC 1479001 d.d. 14 juli 1989, zie appendix 1A van de bijlagen). Geconstateerd werd dat het dioxine-gehalte in boerderijmelk in de Lickebaert (het Zuid-Hollandse gebied tussen de Nieuwe Waterweg, de Noordvliet en de Vlaardingervaart) te hoog was ten opzichte van de (tijdelijk geldende) toelaatbare waarde van 6 picogram toxiciteitsequivalenten (TEQ) per gram melkvet. Om die reden werd door de Staatssecretaris van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur besloten op grond van de Warenwet een maatregel uit te vaardigen die inhield dat melk van vee uit het aangegeven gebied niet in de handel mocht worden gebracht. Een vergelijkbare maatregel is getroffen voor vet en organen van slachtdieren.

Als voorzorgsmaatregel werden melkveeprodukten uit een gebied ten noordoosten van de AVI van Amsterdam-Noord aan dezelfde regeling onderworpen. Deze beslissing was gebaseerd op de, achteraf onjuist gebleken, veronderstelling dat de emissie per eenheid verbrand afval van deze AVI van dezelfde orde van grootte zou zijn als die van de AVR. Gezien de capaciteit van de AVI van Amsterdam en de afstand tot melkveegebieden werd een overschrijding van de norm verwacht.

In bovengenoemde brief van 14 juli 1989 werd tevens door de bewindslieden toegezegd dat ook in de omgeving van andere AVI's eenzelfde monsternamen- en analyse-programma zou worden uitgevoerd en dat op grond van de geconstateerde problematiek strenge emissiebeperkende voorwaarden aan AVI's zouden worden opgelegd.

De Richtlijn Verbranden 1985 werd vervangen door de Richtlijn Verbranden 1989, waaraan nieuwe installaties direct moeten voldoen en bestaande installaties vanaf 30 november 1993. In de Richtlijn Verbranden 1989 worden voor het eerst emissienormen gegeven voor dioxinen, koolmonoxide, stikstofoxiden en zwaveloxiden en worden de emissienormen voor stof, halogenen (Cl⁻, F⁻) en zware metalen aanzienlijk aangescherpt. Door de Hoofdingspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne (HIMH) werd aan TNO de opdracht gegeven om emissiemetingen bij alle AVI's in Nederland uit te voeren, met het doel een beeld te krijgen van de algehele emissie en om na te gaan in hoeverre wordt voldaan aan de vergunning en de Richtlijn Verbranden 1985, en om een indruk te krijgen van de verschillen met de waarden van de Richtlijn Verbranden 1989. Dit onderzoek werd in 1990 uitgevoerd in overleg met de Interdepartementale Coördinatiecommissie Dioxinen, bestaande uit vertegenwoordigers van de Ministeries van VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer), WVC (Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur) en LNV (Landbouw, Natuurbescherming en Visserij) en van het RIVM.

In opdracht van dezelfde Commissie deed het RIVM, deels in samenwerking met het RIKILT (Rijkskwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouwprodukten), onderzoek naar de verspreiding van de geëmitteerde dioxinen in lucht, bodem, en vee. Dit betrof het regelmatig meten van koemelk, het meten van bodemonsters en het uitvoeren van toxicokinetisch onderzoek bij de koe. Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek werd een wiskundig model ontwikkeld om de relatie te leggen tussen de emissie van dioxinen en het voorkomen van deze verbindingen in bodem, gras en melk. De belangrijkste blootstellingsroute bij de mens, namelijk via inname van voedingsmiddelen, werd onderzocht door concentraties van dioxinen in voedingsmiddelen te meten, zodat een nauwkeurige vergelijking gemaakt kon worden met de toelaatbaar geachte inname van dioxinen door de mens. Het dioxine-onderzoek werd begeleid door een begeleidings-commissie bestaande uit vertegenwoordigers van de ministeries van VROM, WVC en LNV en van de onderzoeksinstituten RIVM en RIKILT.

Om de betreffende autoriteiten snel van de nieuwste onderzoeksresultaten te voorzien, werd steeds op korte termijn gerapporteerd, hetgeen resulteerde in een lange reeks rapporten. Zo werden de resultaten van de emissiemetingen door TNO telkens per AVI gerapporteerd. Deze werden door het RIVM, eveneens per AVI, aangevuld met evaluatie-rapporten, waarin gevolgen voor dioxinegehalten in lucht, bodem en vee (koemelk) aan de orde kwamen. De Regionale Inspecteurs van de volksgezondheid voor de milieuhygiëne (RIMH's) vergeleken de gerapporteerde gegevens met de verleende vergunningen en legden conclusies ten aanzien van de bedrijfsvoering voor aan de HIMH. De hoofdinspecteur informeerde de minister, die op zijn beurt de Tweede Kamer inlichtte. Ook bij het melkonderzoek werd gerapporteerd zodra nieuwe resultaten beschikbaar waren. Deze rapporten werden gebruikt om te beslissen of de melk (en het rundvlees) uit een bepaald gebied wel of niet geschikt was voor consumptie. De betrokken bewindslieden werden door de secretaris van de Interdepartementale Coördinatiecommissie geïnformeerd en vervolgens werd de Tweede Kamer op de hoogte gebracht. Verder verschenen rapporten over de grondmetingen en het kinetisch onderzoek bij de koe.

Het grote aantal tussentijdse rapporten maakt het krijgen van een volledig beeld van het onderzoek niet eenvoudig. Daarom worden in dit rapport de deelrapporten die in het kader van dit onderzoek verschenen (zie hoofdstuk 13), samengevat, met de bedoeling de samenhang tussen al deze rapporten naar voren te laten komen, alsmede de relaties met de relevante beleidsmatige overwegingen en beslissingen. Voor details kan men terecht bij de betreffende deelrapporten, waarnaar regelmatig verwezen zal worden. Een overzicht van de deelrapporten die in dit verband verschenen, wordt gegeven in hoofdstuk 13.

Dit rapport bestaat ruwweg uit drie delen. Het eerste deel geeft een samenvatting van de bij de Nederlandse AVI's uitgevoerde emissiemetingen, waarbij het gaat om een reeks van verbindingen, waaronder dioxinen en furanen (hoofdstuk 2). Het tweede deel gaat vervolgens verder in op het lot van dioxinen en furanen in de omgeving van de AVI's en de mogelijke gevolgen voor de volksgezond-

heid (hoofdstukken 3 t/m 8). In hoofdstuk 3 wordt de verspreiding via lucht en de depositie op de bodem besproken. Ophoping in de bodem en voorkomen in koemelk komt aan de orde in de hoofdstukken 4 en 5. Het toxicokinetisch onderzoek, beschreven in hoofdstuk 6, gaat in op de route van inname door de koe tot de ophoping in melkvet en lichaamsvet. In hoofdstuk 7 worden de relaties tussen gemeten emissies en gevonden dioxinegehalten in bodem en koemelk gekwantificeerd. Op de blootstelling van de mens in relatie tot toxicologische normen wordt in hoofdstuk 8 ingegaan. Het derde deel (hoofdstuk 9) beschrijft de bevindingen van de inspecties (IMH). Besproken wordt hoe de gevonden emissies zich verhouden tot de Richtlijn Verbranden 1985 en de Richtlijn Verbranden 1989 en de afgegeven vergunningen. Tenslotte wordt in hoofdstuk 10 aangegeven welk onderzoek nog loopt of op korte termijn uitgevoerd zal worden.

2. EMISSIE-ONDERZOEK

2.1. Inleiding

Om een goed beeld te verkrijgen van de emissies van AVI's werd door de HIMH opdracht gegeven een omvangrijk meetprogramma uit te voeren. Niet alleen moest de emissie aan dioxinen worden vastgelegd, ook moesten de meetresultaten informatie verschaffen in hoeverre aan de Richtlijn Verbranden 1985 en de afgegeven milieu vergunningen werd voldaan. Verder moesten voldoende gegevens worden verzameld om verspreidingsberekeningen te kunnen uitvoeren.

Wegens sluiting van de AVI-Leiden werd deze installatie niet in het onderzoek betrokken. Van de installatie was echter reeds een beperkt aantal emissiegegevens bekend. Deze gegevens zijn wat betreft de dioxinen in deze samenvattende rapportage in een enkel geval gebruikt.

Tijdens de metingen werden de bedrijfscondities vastgelegd. Deze informatie is nodig om te kunnen beoordelen of de installatie tijdens de metingen op de gebruikelijke wijze werd bedreven. De informatie werd tevens gebruikt om inzicht te krijgen in de invloed van de procesomstandigheden op de emissies. Vanwege de discussie over broomdioxines (die op dit moment nog niet goed kunnen worden gemeten) werd ook het gehalte aan anorganische gasvormige bromiden (Br^-) in de rookgassen bepaald.

Om het programma niet te uitgebreid te laten worden werd in principe aan één verbrandingslijn per installatie gemeten dan wel in de eventueel aanwezige centrale schoorsteen. Alleen wanneer bepaalde lijnen binnen een installatie zodanig verschilden dat sterk verschillende dioxine-emissies konden worden verwacht, werden meerdere lijnen per installatie doorgemeten.

Om een indruk te krijgen van de optredende fluctuaties in de te meten grootheden werd het meetprogramma aan elke verbrandingslijn gedurende drie achtereenvolgende dagen uitgevoerd. Deeltjesgrootteverdelingsmetingen, die nodig zijn voor de verspreidingsberekeningen, werden in een later stadium uitgevoerd omdat de ruimte op de meetplaatsen het niet toeliet dat deze metingen gelijktijdig werden uitgevoerd met de andere metingen.

In dit onderzoek worden de dioxineconcentraties in toxiciteitsequivalenten (TEQ) uitgedrukt op basis van internationaal aanvaarde toxiciteitsequivalentiefactoren ((i)-TEF waarden). Voor een nadere uitleg hierover wordt verwezen naar hoofdstuk 8. Tenzij anders vermeld zijn de vermelde concentraties en rookgasdebieten betrokken op droge rookgassen onder standaard condities (273 K; 101,3 kPa), omgerekend naar 11% O_2 .

In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de bij het onderzoek verkregen resultaten. De gemiddelde waarden van de gemeten concentraties zijn samengevat weergegeven in tabel 2.1A van de bijlagen. In tabel 2.1B van de bijlagen zijn ter informatie de rookgasdebieten alsmede de gemiddelde rookgas-temperatuur en het vochtgehalte van de rookgassen vermeld. Daarnaast zijn in deze tabel tevens de emissies (in kg/h) vermeld van een aantal gemeten componenten.

Het emissie-onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode januari tot en met december 1990. In de tabellen worden de AVI's genoemd in de volgorde waarin ze gemeten werden. In de tabellen van de bijlagen zijn de data vermeld waarop de metingen zijn uitgevoerd.

2.2. Uitvoering emissie-onderzoek

2.2.1. Meetprogramma

In onderling overleg werd door vertegenwoordigers van HIMH, RIVM en TNO het volgende basis-meetprogramma vastgesteld:

- a. Rookgassen: temperatuur, debiet en de concentraties aan O_2 , CO , CO_2 , C_xH_y , NO_x , SO_2 , Cl^- , F^- , Br^- , stof, H_2O , Cd , Zn , Pb , Hg , As , PCDD/PCDF.
- b. Vuurhaard: op verschillende plaatsen de temperatuur en het gehalte aan O_2 en CO .
- c. Vliegstof: deeltjesgrootteverdeling.
- d. Bedrijfsgegevens: afvaldoorzet, soort afval, vuurhaardtemperaturen e.d.

Per AVI werd, in overleg tussen vertegenwoordigers van de AVI, de Hoofdinspectie, Regionale Inspectie en/of Provincie, RIVM en TNO, een definitief meetprogramma geformuleerd. Hierbij werd ook rekening gehouden met de specifieke omstandigheden en de technische (on)mogelijkheden bepaalde metingen uit te voeren. Met name het uitvoeren van vuurhaardmetingen en deeltjesgrootteverdelingsmetingen was niet bij alle installaties mogelijk.

Bij drie installaties werd sterk van het basismeetprogramma afgeweken; deze installaties zijn de volgende:

- AVI Zaanstad:
In verband met de politieke verwickelingen rond deze installatie werden beide ovens simultaan doorgemeten. TNO werd daarbij geassisteerd door de Dienst Milieu en Water van de Provincie Noord-Holland. Het emissiemeetprogramma omvatte ook het controleren of aan de Richtlijn Verbranden 1985 werd voldaan. Tevens werden de emissies aan componenten als genoemd in de RV'89 gemeten.
- AVIRA te Duiven:
AVIRA bezit drie verbrandingslijnen die elk een andere wijze van energietoepassing hebben. In de ene lijn wordt stoom geproduceerd, in de tweede lijn heet water. De derde lijn heeft waterinspuiting om de rookgassen te koelen (geen energiebenutting). Omdat deze verschillen van invloed kunnen zijn op de dioxine-emissie, werd besloten aan alle drie de lijnen metingen uit te voeren. Ook het feit dat de veldmetingen relatief hoge dioxinegehalten in de melk hadden opgeleverd, droeg daartoe bij. Om het programma per AVI niet te groot te maken werd besloten niet drie, maar twee dagen per lijn te meten en bij twee lijnen niet het volledige meetprogramma uit te voeren.
- ARN te Weurt:
Tijdens een onderzoek in opdracht van ARN in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik Afvalstoffen (NOH) was in 1990 een uitgebreid emissiemeetprogramma aan de ARN-installatie uitgevoerd, inclusief metingen van het dioxinegehalte van de rookgassen. Hoewel de opzet van het meetprogramma afwijkend was, werden de resultaten goed toepasbaar geacht zodat geen aparte emissiemetingen meer werden uitgevoerd. ARN en NOH verleenden toestemming de meetresultaten ten behoeve van het onderhavige onderzoek te gebruiken.

2.2.2 Meetmethoden

Bij het controleren of aan emissiegrenswaarden wordt voldaan staan soms grote belangen op het spel. Daarom is het van essentieel belang dat duidelijkheid bestaat, niet alleen over de hoogte van de grenswaarden, maar ook over meet- en monsternamemethodieken die worden toegepast om de emissies vast te stellen. Daarom is in de Richtlijn Verbranden 1989 onder andere aangegeven op welke wijze de emissies moeten worden vastgesteld. Een aanbeveling voor de te hanteren normen en praktijkrichtlijnen werd in 1990 opgesteld door de werkgroep 'Meetmethoden Richtlijn Verbranden 1989' (VROM, 1990). In deze werkgroep waren vertegenwoordigd VROM, IPO, VEABRIN en TNO. In de aanbeveling is in principe de laatste stand der techniek op het gebied van (normalisatie van) meet-

methoden verwerkt. De aanbeveling resulteerde onder andere in een bijstelling (VROM, 1991) van het hoofdstuk "Luchtverontreiniging" van de Richtlijn Verbranden 1989 (versie augustus 1989).

De metingen zijn, voor zover onder de heersende omstandigheden mogelijk, uitgevoerd overeenkomstig de normen en richtlijnen vermeld in de aangepaste Richtlijn Verbranden 1989. Een beschrijving van de toegepaste meet- en monsternametechnieken wordt gegeven in Appendix 2.2A in de bijlagen.

Voor het bemonsteren van dioxinen in rookgassen is in de literatuur een aantal verschillende monsternamemethodieken beschreven (VDI, 1990; Lütze, 1987). Deze methoden kunnen worden onderverdeeld in de "verdunningsmethode" en verschillende "condensatiemethoden". Bij TNO was ervaring opgedaan met beide methodieken. Op basis van die ervaringen is ervoor gekozen de verdunningsmethode te gebruiken (gebruiksgemak, kans op verontreinigingen klein, enz.).

Vergelijkende onderzoeken hebben aangetoond dat bij concentraties boven 1 ng TEQ/m³ de condensatie- en de verdunningsmethode nagenoeg dezelfde resultaten opleveren (VDI, 1990; Lütze, 1987; VDI, 1986; De Koning, 1987). Momenteel wordt door TNO deelgenomen aan een CEN-ringonderzoek*) in het kader van een Europese normalisatie. Bij dit onderzoek worden de resultaten van verschillende monsternamemethodieken onderling vergeleken bij concentraties van ca 0,1 ng TEQ/m³ (de RV'89-eis). De eerste resultaten van dit onderzoek worden eind 1992 verwacht.

De voor de bepaling van dioxinen genomen rookgasmonsters genomen bij de AVI's Zaandam, Alkmaar en Leeuwarden werden, na opwerking door TNO, zowel door TNO als RIVM geanalyseerd (totaal 12 monsters). De spreiding van de analyseresultaten tussen de laboratoria van TNO en RIVM, berekend op basis van de variatiecoëfficiënt voor duplo's, was minder dan 15% (Kuipers, 1990; De Koning, 1990a; Kuipers et al., 1990a; De Jong et al., 1990d). Deze goede overeenstemming leidde tot het besluit de andere in dit project uitgevoerde analyses alleen door TNO uit te laten voeren.

In Nederland wordt momenteel eveneens een ringonderzoek uitgevoerd. Het doel van dit onderzoek is de validatie van met name de analysemethode voor dioxinen. Hiertoe zijn monsters verzameld in rookgastromen met ca 0,1 ng TEQ/m³ (RV'89-eis). Deze monsters worden, na opwerking, door verschillende laboratoria geanalyseerd. De opwerking- en analysemethoden zijn dezelfde als toegepast bij het onderzoek aan de AVI's. De resultaten van dit onderzoek worden eind 1992 verwacht.

2.3 Proces- en bedrijfsgegevens

2.3.1 Procesbeschrijvingen

In juli 1989, het moment waarop de warenwetregeling met betrekking tot de dioxinen in melk van kracht werd, waren er 13 AVI's in bedrijf met een totale nominale capaciteit van 3,3x10⁶ ton/jaar. De in 1989 gerealiseerde afvaldoorzetten staan vermeld in tabel 2.7 van hoofdstuk 2.4.5. In 1990 werd een aantal installaties gesloten. Thans, na de heropening van AVI-Alkmaar zijn nog 10 installaties in bedrijf met een totale nominale capaciteit van 3,0x10⁶ ton/jaar (Op dit moment is een nieuwe AVI in aanbouw te Amsterdam-West. Verder wordt de bouw van nieuwe AVI's te Buggenum, Wijster, Hengelo, Alkmaar, Ypenburg en Moerdijk voorbereid).

Een AVI bestaat uit één of meerdere verbrandingslijnen. Onder verbrandingslijn wordt verstaan de combinatie oven, ketel, rookgasreiniging, schoorsteen. In tabel 2.1 zijn per installatie de nominale verwerkingscapaciteit en het aantal lijnen vermeld. Voor de volledigheid zijn tevens de gegevens van Leiden opgenomen.

*) Comité Européen de Normalisation (CEN)

Tabel 2.1 Nominale capaciteiten van de afvalverbrandingsinstallaties, volgens oorspronkelijke ontwerp-specificaties

Installatie	Aantal lijnen	Nominale capaciteit per installatie		Energierterug- winning
		ton per uur	kton per jaar ¹⁾	
Leiden ²⁾	3	12	90	neen
Zaanstad ²⁾	2	18	135	neen
Alkmaar ²⁾	3	18	135	neen
Leeuwarden ²⁾	2	12	90	neen
Amsterdam-Noord	4	68	510	ja
Den Haag	4	52,5	394	ja
AVR	6 ⁴⁾	126	945	ja
ROTEB	4	50	375	ja
Philips	1	3,5	26	ja
Roosendaal	2	8	60	ja
GEVUDO	3 ³⁾	21	158	ja, één lijn ³⁾
AVIRA	3 ⁴⁾	42	315	ja, twee lijnen
ARN	1 ⁴⁾	9	69	ja
Totaal				
voor sluitingen	38	440	3300	
na sluitingen	28	380	2985	

¹⁾ Op basis van 7500 bedrijfsuren per jaar.

(Gerealiseerde afvaldoorzetten in tabel 2.7, hoofdstuk 2.4.5)

²⁾ In de loop van 1990 zijn de AVI's Leiden, Zaanstad, Alkmaar en Leeuwarden gesloten; de installaties van Alkmaar is in juli 1991 heropend met additionele rookgasreiniging.

³⁾ Deze installatie wordt met nog een verbrandingslijn uitgebreid terwijl een bestaande lijn wordt uitgebreid met stoomketel; dan op drie van de vier lijnen energierterugwinning.

⁴⁾ Deze installatie zal naar verwachting in de nabije toekomst met nog een verbrandingslijn worden uitgebreid.

Alle in Nederland in gebruik zijnde ovens zijn roosterovens. Er zijn diverse typen in gebruik. Bij 12 van de 38 verbrandingslijnen werd geen energie teruggewonnen. De rookgassen worden hier gekoeld door middel van zogenaamde verdampingskoelers. In de meeste installaties wordt de energie teruggevoerd met behulp van een stoomketel.

Bij twee installaties (Roosendaal en AVIRA, oven 3) wordt alleen warm water geproduceerd, terwijl bij één van deze installaties (Roosendaal) tevens slib van een rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt gedroogd. Bij één van de ovens van GEVUDO (Dordrecht) worden de rookgassen geleid naar een etage-oven waarin zuiveringsslib wordt verbrand.

Alle verbrandingslijnen zijn voorzien van een zgn. "electrostatische stofafscheider" (E-filter). Het werkingsprincipe berust op de elektrostatische oplading door een positieve sproeielectrode van de stofdeeltjes die vervolgens met behulp van een elektrisch veld naar een negatieve verzamelelektrode worden geleid en daarop neerslaan. Het vangstrendement van dergelijke E-filters is in het algemeen 99% of hoger. Bij een ingangconcentratie van 10 g/m³ betekent dit toch nog een emissie van enkele tientallen mg/m³, hetgeen nog duidelijk hoger is dan de in de RV'89 vereiste waarde van 5 mg/m³. Voor het binden van zure componenten wordt in de installaties van Amsterdam-Noord, Den Haag en ROTEB kalk ingespoten. De installaties van Philips, GEVUDO, AVIRA en ARN zijn behalve met een E-filter nog uitgerust met natte wassers. Momenteel wordt bij diverse installaties de rookgasreiniging sterk uitgebreid teneinde aan de RV'89 te kunnen voldoen. De schoorsteenhoogtes van de installaties liggen tussen de 49 en 110 meter (zie tabel 2.3.1A in de bijlagen).

Als voorbeeld van een AVI is in *figuur 2.1* een schema weergegeven van de ARN. Een procesbeschrijving van elke installatie afzonderlijk is opgenomen in de betreffende deelrapporten van TNO. De belangrijkste gegevens van de installaties zijn samengevat in tabel 2.3.1A van de bijlagen.

2.3.2 Vuurhaardmetingen

Om een verbrandingsproces volledig te laten verlopen moet voldaan worden aan drie voorwaarden:

- een voldoende hoge temperatuur;
- een voldoende hoeveelheid zuurstof;
- een voldoende verblijftijd van de te verbranden gassen.

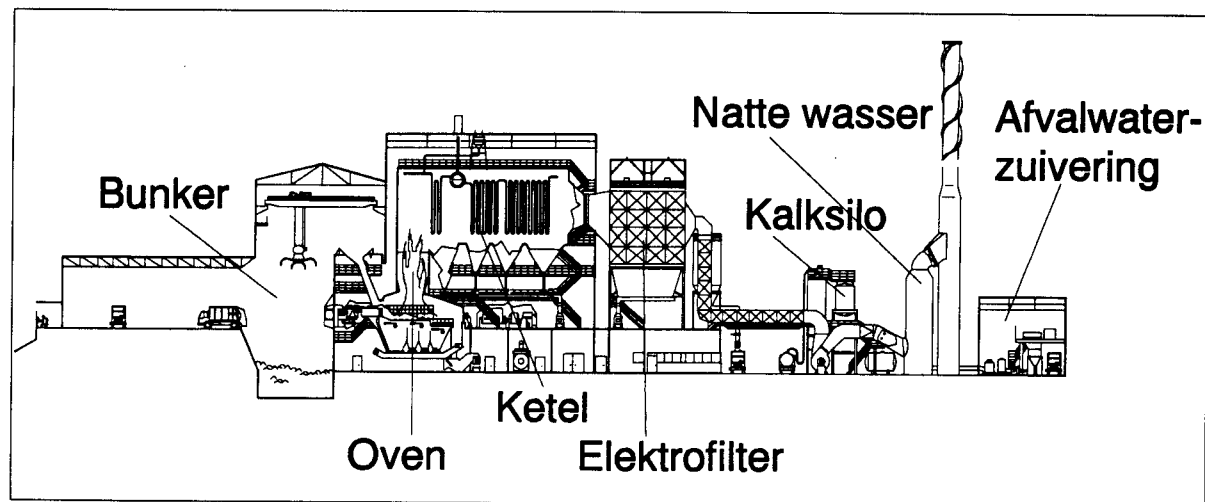
Richtlijn Verbranden 1989 schrijft voor dat de rookgassen gedurende 2 seconden op een temperatuur van minstens 850 °C bij een zuurstofgehalte van minstens 6% moeten verblijven. Het is daarbij van belang, dat op elke plaats in de vuurhaard aan deze eisen wordt voldaan. Bij AVI's, waarvan de roosters oppervlakken kunnen hebben van 20 m² of meer, wordt soms niet overal een volledige menging van de verbrandingslucht met de rookgassen gerealiseerd. Hierdoor kunnen lokaal omstandigheden voorkomen waarbij de verbranding slecht verloopt. Dit kan de oorzaak zijn van hoge emissies.

Om te kunnen vaststellen in hoeverre de verbrandingsomstandigheden op alle plaatsen in de vuurhaard optimaal zijn, dienen vuurhaardmetingen te worden uitgevoerd. In dit project zijn deze metingen bij een aantal ovens verricht. Hierbij werd op verschillende plaatsen in de vuurhaard gemeten het gehalte aan O₂, de temperatuur en het gehalte aan CO (CO is een goede indicator voor de volledigheid waarmee de verbranding heeft plaatsgevonden).

De mogelijkheden tot het uitvoeren van vuurhaardmetingen zijn in de praktijk vaak beperkt, met name door het ontbreken van meetopeningen en door onvoldoende ruimte om te kunnen manoeuvreren met de soms zeer grote watergekoelde monsternamesondes. Daarom werden deze metingen niet bij alle installaties uitgevoerd.

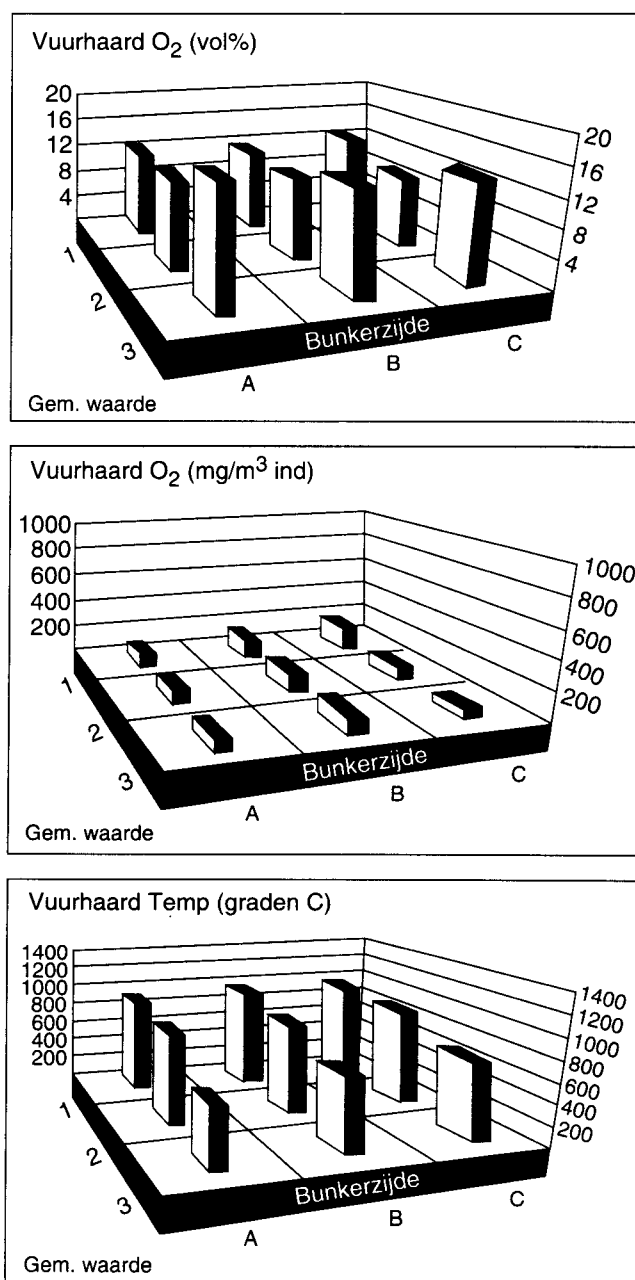
Het interpreteren van de resultaten van de vuurhaardmetingen bleek vaak moeilijk. De belangrijkste reden daarvoor is het feit dat op de verschillende plaatsen in de oven niet tegelijkertijd maar achtereenvolgens werd gemeten. Verschillen in meetsignalen behoeven daarom niet alleen door de plaats te worden veroorzaakt, maar kunnen ook het gevolg zijn van fluctuaties van het proces met de tijd. Deze problematiek speelde met name een rol bij de AVR en ROTEB, waardoor deze installaties niet goed konden worden beoordeeld.

Figuur 2.1 Afvalverbrandingsinstallatie van de ARN



Bij Zaanstad (oven B) werd een zeer slechte verdeling van de gemeten componenten over de vuurhaard gemeten. Bij Den Haag waren de gemeten profielen scheef. Bij de overige installaties werd een redelijk gelijkmatige verdeling geconstateerd. *Figuur 2.2* geeft een indruk van de resultaten van de vuurhaardmetingen. Voor specifieke informatie betreffende deze metingen aan de verschillende installaties wordt verwezen naar de TNO-deelrapporten.

Figuur 2.2 Voorbeeld resultaten vuurhaardmetingen AVI-Den Haag (metingen aan oven 1 op 7 juni 1990). De meetresultaten laten zien dat de temperatuur aan de bunkerzijde doorgaans meer dan 200°C lager is dan aan de andere zijde van de vuurhaard. Het O₂-gehalte aan de bunkerzijde is verhoogd. De oorzaak van deze verschillen is waarschijnlijk de toevoer van secundaire lucht aan de bunkerzijde. In het vlak waar de metingen zijn verricht is deze lucht blijkbaar nog niet goed opgemengd met de rookgassen. In dit geval heeft de lokaal erg lage temperatuur geen invloed op het CO-gehalte ter plaatse. Blijkbaar is het verbrandingsproces reeds ver gevorderd voordat de koele zone begint.



Gebleken is dat in elke vuurhaard waaraan werd gemeten, plaatsen waren waar de temperatuur soms of permanent beneden de 850 °C was. Ook O₂-gehaltes van minder dan 6% werden lokaal regelmatig aangetroffen in de vuurhaard. Ten aanzien van de verblijftijd (2 seconden) werden in het kader van dit onderzoek geen metingen verricht cq berekeningen uitgevoerd.

De resultaten van de vuurhaardmetingen geven veel informatie over de mogelijkheden om emissieproblemen van een specifieke installatie te verminderen. Er zijn echter onvoldoende kwantitatieve gegevens naar voren gekomen om algemene regels te geven voor de relatie tussen de resultaten van de vuurhaardmetingen en de gemeten emissies.

2.3.3 *Bedrijfsgegevens en waarnemingen*

De relatief korte periode waarin de metingen werden uitgevoerd (3 dagen per installatie of verbrandingslijn) doet de vraag rijzen in hoeverre de verkregen meetresultaten representatief zijn voor een geheel jaar.

Om de representativiteit zo goed mogelijk te doen zijn, werd met de AVI-beheerders afgesproken, dat de metingen alleen bij "normaal" bedrijf zouden worden uitgevoerd. Ter controle hierop werd een aantal bedrijfsgegevens verzameld en veelal de aanvoer van het afval visueel beoordeeld. Het verkrijgen van betrouwbare bedrijfsgegevens was overigens niet in alle gevallen mogelijk. Op basis van de verkregen gegevens alsmede de ervaringen van TNO op dit gebied kan worden gesteld dat in het algemeen de metingen onder bedrijfscondities werden uitgevoerd die redelijk overeenkwamen met de dagelijkse praktijk. Het lijkt daarom redelijk om de verkregen meetresultaten, zij het met enige voorzichtigheid, te gebruiken voor het berekenen van de jaaremissies.

Een andere reden om bedrijfsgegevens te verzamelen was de wens om in een later stadium na te kunnen gaan in hoeverre de emissies, met name van dioxinen, door bedrijfsomstandigheden werden beïnvloed.

Over de verzamelde gegevens wordt nog het volgende opgemerkt:

- De samenstelling van het tijdens de metingen gedoseerde afval.
Deze samenstelling werd visueel, en dus globaal, beoordeeld. Voor zover kon worden waargenomen, werd vrijwel steeds met "normaal" afval gestookt. Bij ROTEB en AVI-Amsterdam-Noord werd geconstateerd dat aan de gemeten ovens voornamelijk huishoudelijk (zakken) afval werd gedoseerd; het meeste andere afval (b.v. bedrijfsafval) ging naar de andere ovens. De kraanmachinist bij een AVI heeft, naast het vullen van de ovens, ook de taak het afval enigszins te mengen, zodat de samenstelling van het aan de oven aangeboden afval niet te veel fluctueert. Bij AVR, AVI-Amsterdam-Noord en AVI-Den Haag was voor de kraanmachinist soms te weinig tijd of ruimte om het afval te mengen.
- De belasting van de installatie.
Indien stoom werd geproduceerd werd de belasting van de installatie c.q. verbrandingslijn gecontroleerd door de tijdens de metingen geproduceerde hoeveelheid stoom te vergelijken met de nominale stoomcapaciteit van de installatie. Voorzover mogelijk werd door het bedrijf de tijdens de metingen verbrande hoeveelheid afval geregistreerd. De doorzet werd tevens globaal gecontroleerd aan de hand van het rookgasdebiet. De installaties draaiden tijdens de metingen veelal op nominale capaciteit. (In hoofdstuk 2.4.5, tabel 2.7, zijn de in 1989 gerealiseerde afvaldoorzetten per AVI vermeld.)
- Aanwijzingen van bedrijfsmeters voor de rookgassamenstelling.
De aanwijzing van de aanwezige instrumenten werd gecontroleerd met die van de TNO-meetapparatuur. Geconcludeerd kan worden, dat ongeveer de helft van de geïnstalleerde apparatuur niet goed of in het geheel niet functioneerde.
- Storingen in het proces.
Tijdens de metingen traden bij diverse installaties processtoringen op die een duidelijke invloed

hadden op de rookgasemissies. Dit is met name te zien aan de registrerend gemeten CO-gehaltes.

Algemeen kan worden gesteld, dat de voornaamste storingen werden veroorzaakt door de volgende factoren:

- de sterk wisselende afvalsamenstelling en -stookwaarde;
- verstopping doseertrechter;
- onvoldoende toezicht (bij handbediening).

Uit de waarnemingen is de indruk verkregen dat in een aantal gevallen de bedrijfsvoering en procesbesturing voor verbetering vatbaar is. Dit geldt zeker ten aanzien van het beheer en onderhoud van bedrijfsmeters.

2.4 Resultaten emissiemetingen

2.4.1 Continu registrerend gemeten componenten: O_2 , CO_2 , CO , C_xH_y , NO_x , SO_2

Om een goede beoordeling van het verbrandingsproces te kunnen geven werden de rookgascomponenten O_2 , CO_2 , CO en C_xH_y , zoals veelal gebruikelijk is, continu registrerend gemeten. Daarnaast werden tevens de verzurende componenten NO_x en SO_2 continu registrerend gemeten.

De concentratie aan bovengenoemde componenten werd in het algemeen gedurende de gehele meetperiode (ook gedurende de nacht) gemeten. Hierdoor wordt een beeld verkregen van de mate waarin het proces gelijkmatig is. De diagrammen van deze metingen zijn weergegeven in de door TNO uitgebrachte deelrapporten per AVI. In de tabellen 2.4.1.A en 2.4.1.B van de bijlagen zijn de gemiddelde concentraties van deze componenten vermeld gedurende de perioden dat de rookgassen op dioxinen werden bemonsterd. Deze gemiddelde waarden zijn in de bijlagen bovendien grafisch (als staafdiagrammen) weergegeven in de figuren 2.4.1A t/m 2.4.1E (bijlagen). De in dit rapport gepresenteerde resultaten zijn betrokken op 11% O_2 (behalve voor O_2 en CO_2). Dit laatste is nodig om de effecten van concentratieverlaging door luchtverduunning te kunnen verrekenen.

Afhankelijk van de omstandigheden ligt het optimale O_2 -gehalte in de rookgassen tussen 8 en 12 vol%. De meeste AVI's voldoen hieraan met als uitzondering Zaanstad (gemiddeld 13,5%) en Roosendaal (16,9%). Bij AVI-Zaanstad wordt het hoge O_2 -gehalte veroorzaakt door een slechte beheersing van het verbrandingsproces. Het hoge O_2 -gehalte wordt bij AVI Roosendaal veroorzaakt door het feit dat vanwege de slibdroger onder de nominale capaciteit wordt gewerkt (zie hoofdstuk 2.3.1 en 2.4.5), terwijl de luchtdoorzet constant op nominale capaciteit is ingesteld.

Het gemiddelde CO-gehalte in de rookgassen vertoont grote verschillen. De hoogste concentratie (tot 2700 mg/m³) werd gemeten bij verbrandingslijn 2 van GEVUDO. Deze werd veroorzaakt door de er achtergeschakelde slibverbrandingsoven (etage-oven). In tabel 2.2 zijn de gemiddeld gemeten concentraties aan O_2 en CO vermeld. Hieruit blijkt dat bij ongeveer de helft van de installaties het CO-gehalte minder dan de in de RV'89 gestelde grenswaarde van 50 mg/m³ bedraagt. In hoofdstuk 9 wordt verder ingegaan op de vraag in hoeverre aan emissie-grenswaarden wordt voldaan.

De C_xH_y -emissies vertonen een patroon vergelijkbaar met dat van CO , zoals te verwachten is bij verbrandingsinstallaties. Bij de meeste installaties worden concentraties lager dan 10 mg/m³ (zoals voorgeschreven in de Richtlijn Verbranden 1989) gemakkelijk gerealiseerd.

De NO_x - en SO_2 -gehalten vertonen soms aanzienlijke verschillen per verbrandingslijn. De SO_2 -emissies variëren tussen 38 en 468 mg/m³. Deze emissies worden met name bepaald door de brandstofsamenstelling en de toegepaste rookgasreiniging. De geconstateerde fluctuaties in het SO_2 gehalte (per verbrandingslijn) moeten daarom zijn veroorzaakt door een fluctuerend zwavelgehalte van

het afval. De NO_x -emissies variëren tussen 221 en 497 mg/m^3 . Verschillen in het NO_x -gehalte worden voornamelijk door verbrandingsomstandigheden (zoals verbrandingstemperatuur en beschikbaarheid van zuurstof) bepaald. Binnen de bij afvalverbranding gestelde randvoorwaarden (voldoende O_2 , temperatuur en verblijftijd) zijn de mogelijkheden om dit gehalte door verbrandingstechnische maatregelen te beïnvloeden, zeer beperkt.

Tabel 2.2 Gemiddeld O_2 - en CO- gehalte per installatie

Installatie	O_2 -gehalte [vol.%]	CO-gehalte [mg/m^3]
Zaanstad	13,3	124
Alkmaar	11,7	32
Leeuwarden	12,5	38
Amsterdam-Noord	10,8	44
Den Haag	11,8	47
AVR	11,7	219
ROTEB	12,4	98
Philips	11,7	10
Roosendaal	16,9	751
GEVUDO oven 2 + etageoven	12,4	2717
GEVUDO overig	12,1	16
AVIRA oven 2	9,8	640
AVIRA overig	9,3	22
ARN	9,3	22

De relatief lage SO_2 concentraties bij Amsterdam-Noord en Den Haag moeten worden toegeschreven aan de toegepaste kalkdosering. Bij ROTEB is het effect van de kalkdosering niet duidelijk zichtbaar, waarschijnlijk omdat de gedoseerde hoeveelheid te klein was (zie ook hoofdstuk 2.4.2).

De gemeten concentraties komen qua grootte-orde overeen met in het buitenland gemeten waarden (Greiner, 1991; Hahn en Sofaer, 1988). Om te voldoen aan de in de RV'89 gestelde emissie-grenswaarden zullen met name ten aanzien van SO_2 en NO_x nog maatregelen bij de rookgasreiniging nodig zijn. Voor wat betreft is CO en C_xH_y zullen hiertoe alleen bij enkele bestaande installaties maatregelen moeten worden getroffen bij de ovens. Met name CO kan immers niet door rookgasreiniging worden weggenomen.

Belangrijk voor met name de dioxine-emissies zijn procesverstoringen waarbij piekemissies van CO en koolwaterstoffen ontstaan. Bij een aantal installaties werd een onrustig stookgedrag waargenomen aan de hand van de optredende pieken in de CO-concentratie. Dit was met name het geval bij de AVI's van Zaanstad, AVR, ROTEB en AVIRA (oven 2). Het proces bij Den Haag was opvallend goed. Het algemene beeld is dat in veel gevallen de procesregeling verder kan worden verbeterd.

2.4.2 Chloriden, fluoriden en bromiden

Voor de bepaling van de gasvormige anorganische chloriden, fluoriden en bromiden werden per meetdag de rookgassen meestal tweemaal bemonsterd (monsterduur totaal 4 h). De per meetdag gemiddelde waarden zijn vermeld in de tabellen 2.4.2A en 2.4.2B (bijlagen) en grafisch weergegeven in de figuren 2.4.2A, 2.4.2B en 2.4.2C (bijlagen). De gemiddelde waarden over de gehele meetperiode zijn eveneens vermeld in genoemde tabellen.

De in het afval aanwezige halogenen komen vrijwel geheel in de rookgassen terecht. De halogeconcentratie van de ongereinigde rookgassen wordt daarom vooral bepaald door de samenstelling van het afval. Met behulp van rookgasreinigingstechnieken, zoals kalkinspuiting (in de oven of na de ketel) en natte rookgasreiniging kunnen de halogeconcentraties worden verminderd. Natte wassers en kalkinspuiting na de ketel zijn het meest effectief. Dit verklaart de relatief lage emissies bij de AVI's van Philips, GEVUDO, AVIRA en ARN die alle met natte wassers zijn uitgerust. Kalkinspuiting in de oven is bij Amsterdam-Noord, ROTEB en Den Haag enige jaren geleden ingevoerd als tijdelijke maatregel om met name de HCl-emissies terug te dringen (Schmal, 1989). Het effect is echter, zeker vergeleken met dat van natte wassing, beperkt. De soms hoge Cl⁻ en F⁻-concentraties bij ROTEB kunnen worden verklaard uit het feit dat de kalk-inspuiting hier om keteltechnische redenen slechts beperkt van omvang kon zijn.

Enkele extreem hoge concentraties in de rookgassen moeten een gevolg zijn van de samenstelling van het aangevoerde afval. Het Br-gehalte van de rookgassen van de AVR is o.a. steeds aanzienlijk hoger dan bij de andere AVI's. In tabel 2.3 zijn de ranges van de gemiddeld gemeten halogeconcentraties weergegeven afhankelijk van het type rookgasreiniging. Duidelijk blijkt de grote invloed van het type reiniging op de emissies.

Tabel 2.3 Ranges van gemiddelde halogeconcentraties bij AVI's

Type rookgasreiniging	Cl-gehalte [mg/m ³]	F-gehalte [mg/m ³]	Br-gehalte [mg/m ³]
alleen E-filter	614 - 892	3,5 - 5,7	1,6 - 5,5
E-filter+kalkinspuiting ¹⁾	423 - 714	1,5 - 3,7	0,9 - 2,6
E-filter+wasser	0,4 - 4,1	0,04 - < 0,3	< 0,04 - < 0,4

¹⁾ resultaten AVI Roosendaal niet meegenomen omdat een gedeelte van de rookgassen (van slibdroger) wel in een wasser wordt behandeld

2.4.3 Stof en zware metalen

Van elke installatie werd het stofgehalte in de rookgassen gemeten en het gehalte aan de in de Richtlijn Verbranden 1985 genoemde metalen cadmium (Cd), lood (Pb), zink (Zn) en kwik (Hg). Omdat in veel vergunningen ook een eis aan de emissie van arsenicum (As) is gesteld werd ook dit element doorgaans gemeten. Om dezelfde reden werd bij ROTEB tevens beryllium (Be) gemeten. Bij AVI-Zaanstad werden alle in de Richtlijn Verbranden 1989 genoemde metalen in het onderzoek betrokken.

De meetresultaten, gemiddeld per meetdag en over de gehele meetperiode, zijn opgenomen in de tabellen 2.4.3A en 2.4.3B (bijlagen). In figuur 2.4.3A (bijlagen) zijn de resultaten van de stofconcentratie-metingen, gemiddeld per meetdag, ook grafisch weergegeven. Voor meer informatie wordt verwezen naar de betreffende deelrapporten. Van het stof in de rookgassen werd niet altijd alleen de concentratie gemeten; ten behoeve van uit te voeren verspreidingsberekeningen werden ook zo veel mogelijk deeltjesgrootteverdelingsmetingen uitgevoerd. De resultaten van die metingen zijn opgenomen in hoofdstuk 2.4.4.

Tijdens het verbrandingsproces komt een deel van de zware metalen in de gasfase. Dit geldt onder andere voor de metalen Hg, Cd, Pb, Zn en As. Bij het afkoelen van de rookgassen condenseren deze metalen weer grotendeels op de aanwezige vliegasseeltjes. Doordat kleine vliegasseeltjes een relatief groot oppervlak hebben, zullen deze doorgaans een hogere concentratie aan metalen bevatten dan grote vliegasseeltjes. Metalen of metaalverbindingen met een geringe vluchtigheid zoals bijvoorbeeld

koper (Cu) worden met het vlieggas meegenomen in de rookgasstroom. Omdat zij niet of weinig verdampen en bij de afkoeling condenseren zijn zij minder op kleine deeltjes verrijkt.

Bij de rookgastemperaturen van ca 200 °C kan worden gesteld dat de in de richtlijnen genoemde metalen (behalve kwik), voor meer dan 90% aan stof gebonden zijn. Voor het verlagen van deze metaalemissies is daarom een vergaande stofafvangst een eerste vereiste. Kwik is bij rookgastemperaturen van circa 200 °C gasvormig en zal via rookgaswassing of adsorptie uit de rookgassen moeten worden verwijderd.

In *tabel 2.4* zijn de meetresultaten samengevat, onderverdeeld naar systemen met alleen een E-filter (eventueel met kalkdosering) als rookgasreiniging en die met een natte wasser daarbij. De natte wasser heeft een verlagend effect op de stofemissies en daardoor eveneens op de emissies van de stofgebonden metalen. Dit effect wordt bevestigd in de literatuur (Siebert et al., 1991). Voor Hg blijkt het effect minder duidelijk. Dit komt overeen met het algemeen bekende feit, dat het verwijderen van Hg uit een gasstroom tot een niveau van 0,05 mg/m³ met een wasser, niet eenvoudig is. Voor het bereiken van deze lage waarde wordt doorgaans actief kool toegepast. In het "ontwerp-besluit luchtemissies afvalverbranding" (Staatscourant 67, 1992) is opgenomen dat indien de emissiegrenswaarde van 0,05 mg/m³ niet wordt bereikt, een maximale waarde van 0,1 mg/m³ is toegestaan onder voorwaarde dat wordt aangetoond dat het reinigingsrendement voor Hg meer bedraagt dan 90%.

Bij installaties met E-filter en kalkdosering werden overigens gemiddeld lagere stof- en metaalgehalten gevonden dan bij installatie zonder kalkdosering (dus alleen E-filter). De oorzaak hiervoor zal niet de kalkdosering zijn, maar moet worden gezocht in een betere werking/afstelling van het E-filter.

Tabel 2.4 Stofgehalte en gehalte aan zware metalen afhankelijk van type rookgasreiniging

Component	Gehalte in mg/m ³			
	E-filter ¹⁾		E-filter met natte wasser	
	range	gemiddeld	range	gemiddeld
stof	11 - 123	55	0,6 - 29	13
Arseen (As)	0,001 - 0,010	0,005	< 0,0001 - 0,005	0,002
Cadmium (Cd)	0,03 - 0,10	0,06	0,0001 - 0,04	0,02
Lood (Pb)	0,8 - 2,2	1,3	0,003 - 0,7	0,3
Zink (Zn)	0,9 - 6,1	2,7	0,024 - 1,5	0,5
Kwik (Hg)	0,02 - 0,25	0,12	< 0,002 - 0,33	0,1

¹⁾ al dan niet met kalkdosering; resultaten AVI Roosendaal niet meegenomen omdat een gedeelte van de rookgassen (van slibdroger) wel in een wasser wordt behandeld

2.4.4 Deeltjesgrootteverdeling geëmitteerd vliegstof

Na afkoeling van de door de schoorsteen geëmitteerde rookgassen zullen de daarin aanwezige dioxinen vrijwel geheel aan vlieggasdeeltjes zijn geadsorbeerd. Voor het berekenen van de verspreiding en depositie van de dioxinen is daarom kennis van de deeltjesgrootteverdeling van de het geëmitteerde vliegstof een vereiste (zie hiervoor verder in hoofdstuk 3). Ten tijde van de metingen was de techniek van het meten van de deeltjesgrootteverdeling van vliegstof in natte rookgassen nog niet goed ontwikkeld. Daarom werden geen of onvolledige metingen uitgevoerd bij de AVI's Philips, GEVUDO, AVIRA en ARN. Wegens de goede vergelijkbaarheid van de AVI Leeuwarden met die van Alkmaar en Zaanstad werden metingen aan AVI Leeuwarden niet noodzakelijk geacht.

Voor gedetailleerde meetresultaten wordt verwezen naar de verschillende TNO deelrapporten. In *tabel 2.5* zijn de resultaten per AVI gemiddeld en genormaliseerd naar grootteklasse weergegeven. De deeltjesgrootte wordt uitgedrukt in aërodynamische diameters. Dit houdt in dat de deeltjes worden beschouwd als bolletjes van een bepaalde diameter met een soortelijke massa van 1000 kg/m³.

Tabel 2.5 Gemiddelde deeltjesgrootteverdeling vliegstof

Installatie	Percentage van totaal stof per grootteklasse				
	< 0,95 µm	0,95-4 µm	4-10 µm	10-20 µm	>20 µm
Zaanstad	14	9	10	17	50
Alkmaar	9	11	15	16	49
Amsterdam-Noord	35	26	19	9	11
Den Haag	41	25	13	8	13
AVR	37	26	10	9	18
ROTEB	24	26	20	14	16
Roosendaal	40	29	11	10	10

Hoewel de gemeten deeltjesgrootteverdeling bij een AVI per meting soms aanzienlijke verschillen vertoonden (zie de afzonderlijke deelrapporten) blijkt uit bovenstaande tabel dat de gemiddelde verdelingen van de diverse AVI's goed overeenkomen. Uitzonderingen daarbij zijn Zaanstad en Alkmaar. Het door die AVI's geëmitteerde vliegstof is duidelijk grover dan van de andere AVI's. Het feit dat deze installaties de enigen in de tabel zijn waarbij een inspuitskoeler aanwezig is en geen ketel, is mogelijk een oorzaak voor deze afwijking.

2.4.5 Dioxinen

Bij het emissieonderzoek werden per verbrandingslijn standaard drie rookgasmonsters genomen, elk over een periode van zes uur, ter analyse op dioxinen. Bij AVIRA en ARN werd van deze regel afgeweken (zie hoofdstuk 2.2.1).

De per verbrandingslijn gemeten gemiddelde dioxineconcentraties van de rookgassen zijn weergegeven in *tabel 2.6*. Met behulp van informatie over rookgasdebieten en bedrijfsgegevens werd per installatie de dioxine-emissie per jaar en per ton afval berekend (Matthijssen et al., 1991a en 1991f). De resultaten van deze berekeningen zijn in *tabel 2.7* opgenomen. Voor de volledigheid en ter vergelijking zijn in deze tabel tevens de betreffende gegevens van Leiden vermeld. Een nadere specificatie van de meetresultaten is weergegeven in de tabellen 2.4.5A en 2.4.5B en figuur 2.4.5A van de bijlagen.

Uit *tabel 2.6* blijkt dat de installaties onderling sterk verschillende concentraties aan dioxinen in de rookgassen vertonen. Per verbrandingslijn waren de verschillen gedurende de meetdagen doorgaans minder dan een factor 2.

Het kwantitatief bestuderen van de relatie van de dioxine-emissies met bekende bedrijfsgegevens is onderwerp van een lopende studie die apart zal worden gerapporteerd (Brem, 1992).

Tabel 2.6 Gemiddelde dioxineconcentraties van de rookgassen per AVI in 1990

Installatie	PCDD/F-gehalte (TEQ) [ng/m ³]
Zaanstad, oven A	79
Zaanstad, oven B	360 ¹⁾
Alkmaar, oven 1	32
Leeuwarden, oven 1 en 2	110
Amsterdam Noord, oven 3	4,8
Den Haag, oven 1	10
Den Haag, oven 4	2,2
AVR, oven 3	53
ROTEB, oven 1	92
Philips	7,7
Roosendaal	
- met slibdroging	14
- zonder slibdroging	30
GEVUDO, oven 2 + etageoven	23
GEVUDO, oven 3	2,2
AVIRA, oven 1	4,0
AVIRA, oven 2	14
AVIRA, oven 3	2,5
ARN	4,1

¹⁾exclusief de hoge waarde van de derde meetdag (955 ng/m³)
bedraagt de gemiddelde concentratie 63 ng/m³

Enkele opmerkingen van belang bij de interpretatie van de resultaten zijn:

- Bij oven B van Zaanstad werd op één dag een extreem hoge dioxineconcentratie gemeten van 955 TEQ ng/m³, terwijl een duidelijke oorzaak uit de bekende gegevens niet kon worden aangewezen. Uit bodemanalyses van het RIVM in de omgeving van deze AVI (Mathijssen et al., 1990a) is geconcludeerd dat de gemiddelde emissie van AVI Zaanstad aanzienlijk hoger moet zijn geweest dan nu, exclusief deze hoge waarde, werd gemeten (zie hoofdstuk 7.2). Het is daarom zeker niet onmogelijk dat emissies zoals de eenmalig gemeten hoge waarde in het verleden regelmatig zijn voorgekomen. De gevonden dioxinegehalten in koemelk suggereren echter dat dergelijke hoge emissies recentelijk minder frequent optraden (zie hoofdstuk 7.4.2).
- Uit de meetresultaten van GEVUDO blijkt, dat de etage-oven voor het verbranden van slib mogelijk een extra bijdrage levert aan de dioxine-emissie.
- In Roosendaal blijkt, dat de emissies lager zijn als de achtergeschakelde slibdroger in bedrijf is. Oorzaken daarvan kunnen zijn:
 - de lagere rookgastemperaturen
 - de adsorptie van de in de rookgassen aanwezige dioxinen aan het slib.

Uit tabel 2.7 blijkt, dat de AVI's in totaal 697 g TEQ per jaar emitteren. Van deze installaties zijn er inmiddels vier gesloten, zodat momenteel nog een emissie resteert van 411 g TEQ/jaar. Hierbij is de emissie van de inmiddels heropende installatie van Alkmaar niet meegeteld.

Opvallend zijn de grote verschillen in emissies per ton afval; deze variëren tussen 27 µg/ton bij AVIRA en 1328 µg/ton bij Zaanstad. Mede gezien de grote verschillen in afvaldoorzetten van de installaties vertonen de emissies per jaar evenzeer een grote spreiding. Zo is van de totale dioxine-emissie door AVI's (na sluiting van de vier genoemde AVI's) 62% voor rekening van de AVR en 26% van de

ROTEB. De bijdrage van de andere individuele installaties aan het geheel is steeds kleiner dan 4% (zie fig 9.4). Uit de gegevens in *tabel 2.7* blijkt overigens dat de totale afvaldoorzet ruim 90% van de totale nominale capaciteit bedraagt (zie *tabel 2.1*).

Tabel 2.7 Gemiddelde dioxine emissies per installatie (Matthijssen et al., 1990f, 1991a en 1991f). De hoeveelheden in g/j betreffen geëxtrapoleerde schattingen gebaseerd op de resultaten van de emissiemetingen vermeld in tabel 2.6 en van de genoemde afvaldoorzetten.

Installatie	Afvaldoorzet (1989) [kton/jaar]	Dioxine-emissie (TEQ)	
		[g/jaar]	[µg/ton]
Leiden ¹⁾	90	49	544
Zaandstad ^{1) 3)}	134	178	1328
Alkmaar ²⁾	117	21	179
Leeuwarden ¹⁾	75	38	507
Amsterdam-Noord	508	14	28
Den Haag	336	15	45
AVR	967	253	262
ROTEB	386	107	277
Philips ⁴⁾	26	1,1	43
Roosendaal	33	1,4	42
GEVUDO	133	11	81
AVIRA	225	6,1	27
ARN ⁴⁾	69	2,8	40
Totaal			
voor sluitingen	3099	697	
na sluitingen	2683	411	

¹⁾ gesloten

²⁾ gesloten en inmiddels (juli 1991) heropend met additionele rookgasreiniging

³⁾ exclusief de hoge meetwaarde (3e meetdag) bedraagt de dioxine-emissie 52 g/jaar en 388 mg/ton (Matthijssen et al., 1990f)

⁴⁾ verbranden RDF

Het blijkt dat met moderne optimaal functionerende AVI's met alleen een stoffilter als rookgasreiniging, de dioxine-emissies kunnen worden teruggebracht tot circa 1 ng TEQ/m³ (Hagenmaier en Brunner, 1990; Hahn, 1991; Marklund et al., 1991; Reeck et al., 1991).

Over heel Nederland gemiddeld bedraagt de dioxine-emissie op dit moment (excl. Alkmaar) 150 µg/ton afval. Ter vergelijking: de gemiddelde emissie in Duitsland wordt geschat op 50 µg/ton afval (Hagenmaier en Brunner, 1990). Om te voldoen aan RV '89 moeten de emissies worden teruggebracht tot ca 0,5 µg/ton afval.

Door enkele Nederlandse AVI's wordt al een dioxineconcentratie van 2 a 3 ng TEQ/m³ bereikt (*tabel 2.6*). Technisch is het mogelijk om lagere concentraties te bereiken, ook zonder rookgasreiniging op dioxinen achteraf. Verbetering van de installaties is daarom zeker nog mogelijk. Voor het bereiken van de emissiegrenswaarde van 0,1 ng TEQ/m³ (RV'89 eis) wordt met name bij de grootste bronnen in Nederland (AVR en ROTEB) hard aan verbetering gewerkt (Ruitenbeek, 1990; ROTEB, 1991). De AVI Alkmaar is reeds opgestart met een nieuwe rookgasreiniging waarmee als eerste resultaat een dioxine-emissie van gemiddeld 1,3 ng TEQ/m³ is bereikt (Kuipers, 1991). In diverse landen, zoals Zweden, Duitsland, Oosten-

rijk, functioneren reeds installaties die aan de in Nederland gestelde dioxine-eis voldoen (Carlsson, 1991; Hahn, 1991; Marklund et al., 1991; Krijgsman, 1990).

In de figuren 2.4.5B, 2.4.5C en 2.4.5D van de bijlagen zijn de congenerpatronen van de dioxinen per meting weergegeven (uitgedrukt in procenten van totaal TEQ). Hoewel het congenerpatroon per AVI verschillen vertoont, is toch een algemeen karakteristiek patroon te herkennen. In *figuur 2.3* is het gemiddelde patroon van alle metingen weergegeven. Bij GEVUDO werd bij de metingen na de etage-oven (bij oven 2) een duidelijk afwijkend patroon gevonden. Dit verschil in patroon tussen oven 3 en oven 2 (zie *figuur 2.4.5D* in de bijlagen) kan worden toegeschreven aan de invloed van de slibverbranding.

De grootste bijdrage aan de totale TEQ-waarde wordt geleverd door de congenen 12378 PCDD (nr. 2), 23478 PCDF (nr. 10) en 234678 HxCDF (nr. 14), namelijk te samen meer dan 55% van de totale TEQ-waarde (zie *figuur 2.3*). Congenerpatronen (als percentage van totaal TEQ) die overeenkomen met het patroon als weergegeven in *figuur 2.3* worden ook in de literatuur gevonden (Schetter, 1987). Deze patronen zijn opgenomen in *figuur 2.4*. Op het congenerpatroon in de rookgassen van AVI's en het congenerpatroon van dioxinen in melk, gras en grond, wordt in hoofdstuk 7.5 nader ingegaan.

In de nog te verschijnen "Parameterstudie" zal nader ingegaan worden op het congenerpatroon en de invloed daarop van verschillende typen rookgasreiniging (Brem, in prep).

2.5 Beschouwing dioxine-emissies

2.5.1 Vorming van dioxinen

Ter verklaring voor de aanwezigheid van dioxinen in de rookgassen van een (afval)verbrandingsinstallatie bestaan verschillende hypothesen, te weten:

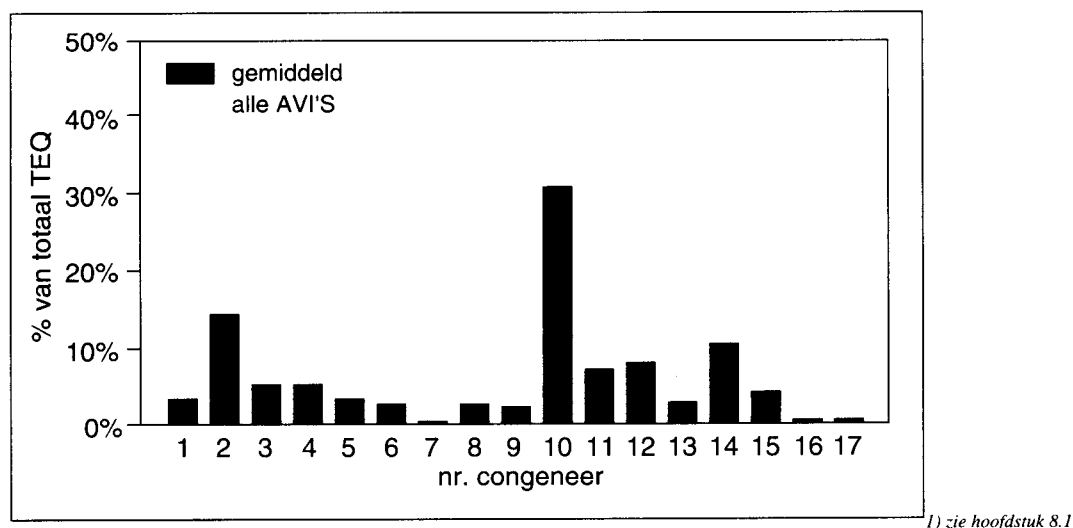
1. De in het afval aanwezige dioxinen worden tijdens de verbranding niet of onvoldoende vernietigd.
2. De dioxinen worden gevormd uit de sterk op dioxinen gelijkende precursors (= "bouwstenen"), zoals gechlloreerde fenolen en polychloorbifenylen (PCB's).
3. Dioxinen worden gevormd uit sterk verschillende precursors door chemische reacties ("trace chemistry of fire" hypothese).
4. De zogenaamde de-novo-synthese waarbij uit niet gechlloreerde organische verbindingen en roet met een chloorbron, onder invloed van een katalysator (met name Cu) dioxinen worden gevormd.

Bij een goede verbranding zullen de in het afval aanwezige dioxinen grotendeels worden afgebroken. In het eerder door RIVM-TNO uitgevoerde onderzoek werd namelijk geconstateerd, dat de dioxine concentratie in de rookgassen in de vuurhaard verwaarloosbaar was ten opzichte van de concentratie na het E-filter (Sein et al., 1989). Ditzelfde geldt ook voor precursors zoals chloorfenolen.

Algemeen wordt aangenomen dat de in de rookgassen van AVI's aanwezige dioxinen vooral gevormd worden in het afkoeltraject van de rookgassen. Over de exacte mechanismen van deze vorming bestaat nog geen overeenstemming. Belangrijke factoren bij de vorming zijn:

- De verblijftijd van de rookgassen in het temperatuurtraject van circa 250 - 450 °C
- De aanwezigheid van een katalysator (op vliegase aanwezige metalen).
- De concentratie van precursors (organische verbindingen), zuurstof en chloorverbindingen.

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2.4.5 kunnen met moderne optimaal functionerende AVI's, met alleen een stoffilter als rookgasreiniging, dioxine-emissies worden gerealiseerd van 1 ng TEQ/m³. Om echter de grenswaarde van de RV '89 van 0,1 ng TEQ/m³ te realiseren is extra rookgasreiniging noodzakelijk.

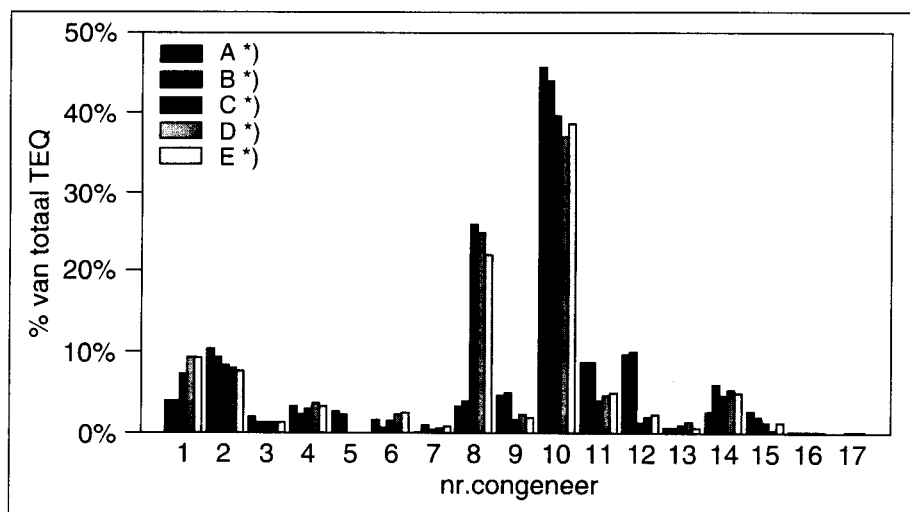


Figuur 2.3 Gemiddeld congeneerpatroon (in TEQ's) van dioxinen in rookgassen zoals in 1990 gemeten bij 12 AVI's in Nederland.

Nummer	Congeneer	(i)-TEF waarde ¹⁾
1	2378-TCDD	1
2	12378-PCDD	0,5
3	123478-HxCDD	0,1
4	123678-HxCDD	0,1
5	123789-HxCDD	0,1
6	1234678-HpCDD	0,01
7	OCDD	0,001
8	2378-TCDF	0,1
9	12378-PCDF	0,05
10	23478-PCDF	0,5
11	123478-HxCDF	0,1
12	123678-HxCDF	0,1
13	123789-HxCDF	0,1
14	234678-HxCDF	0,1
15	1234678-HpCDF	0,01
16	1234789-HpCDF	0,01
17	OCDF	0,001

2.5.2 Bespreking meetresultaten

Het voornaamste doel van het emissie-onderzoek was inventarisatie van de emissies (met name dioxinen) van de bestaande AVI's in Nederland. In dit rapport is derhalve niet getracht een gedetailleerde analyse van de meetresultaten te geven. Een dergelijke analyse is wel onderwerp van een nog lopende studie met als doel te achterhalen wat de belangrijke parameters zijn die de dioxine-emissies bepalen (de zogenaamde "Parameterstudie"; Brem, in prep). In de bijlagen van dit rapport is een aantal grafieken opgenomen waarbij de gemeten dioxine-gehalten tegen de gehalten aan andere rookgascomponenten zijn uitgezet (zie de figuren 2.5A en 2.5B van de bijlagen).



Figuur 2.4 Congeneerpatroon (in TEQ's) van dioxinen in rookgassen van AVI's in het buitenland (zie figuur 2.3 voor verklaring van de nummers van de congenen).

* Uit Milieu und Umwelt 2 (Schetter, 1987); A = Stuttgart 11-6-85; B = Stuttgart 12-6-85; C = MVA Tulsa (USA) 1; D = MVA Tulsa 2; E = MVA Tulsa 3. (MVA is de Duitse term voor AVI)

De dioxinen zijn steeds op een logaritmische schaal uitgezet. Om duidelijke plaatjes te krijgen is voor de andere componenten soms voor een logaritmische en soms voor een lineaire schaal gekozen. Echt duidelijke correlaties zijn niet zichtbaar. In het algemeen kan wel worden geconcludeerd dat lage dioxine-emissies (b.v. $< 5 \text{ ng TEQ/m}^3$) alleen voorkomen bij lage gehalten aan CO , C_xH_y en stof. Het omgekeerde is echter niet het geval; lage CO , C_xH_y en stofgehalten garanderen nog geen lage dioxine-emissies. In de grafieken waarbij het dioxinegehalte is uitgezet tegen het Cl^- -gehalte en de temperatuur (figuur 2.5B van de bijlagen), zijn duidelijk twee groepen te onderscheiden. Deze groepen worden gekarakteriseerd door het al dan niet aanwezig zijn van een natte wasser.

Bovengenoemde bevindingen zijn in overeenstemming met de conclusies van het vroegere TNO-RIVM onderzoek (Sein et al., 1989). In dat onderzoek is overigens wel gebleken dat beschouwd per verbrandingslijn het CO gehalte een duidelijke relatie heeft met het niveau van de dioxine-emissie. Bovendien is daar geconcludeerd, dat vooral de variatie in het CO -gehalte (CO pieken veroorzaakt door onregelmatig stoken) invloed blijkt te hebben op de dioxine-emissies. Deze laatste waarneming wordt in het huidige onderzoek bevestigd. Volstaan wordt hier met het nogmaals onderstrepen van het belang van optimale stookcondities zonder storingen. Dit werd niet bij alle onderzochte installaties gerealiseerd (zie hoofdstuk 2.3.3).

Bij GEVUDO (oven 2 met slibverbrandingsoven) werden CO - en C_xH_y -gehalten gemeten die, vergeleken met de andere AVI's, extreem hoog waren. Toch was het dioxinegehalte in de rookgassen niet het hoogst. Waarschijnlijke reden hiervoor is het feit, dat de rookgassen in een quench zeer snel worden afgekoeld van 800 naar 75°C . De verblijftijd in het temperatuurtraject $250\text{--}450^\circ\text{C}$ is hierdoor minimaal.

Voor het achterhalen wat de werkelijke parameters zijn waarmee de dioxineconcentraties kunnen worden voorspeld, moet voor de onderlinge verbanden tussen de verschillende parameters worden gecorrigeerd. Dit is o.a. het doel van de eerder genoemde parameterstudie bij TNO (Brem, in prep).

2.5.3 *Vergelijking met vroegere meetresultaten*

In een eerder door RIVM/ TNO uitgevoerd onderzoek werden dioxine-emissies gemeten bij de AVI's van Alkmaar, AVR en ROTEB (Sein et al., 1989). In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een andere chemisch-analytische methode, de zogenaamde groepsbepaling, terwijl in het huidige onderzoek gebruik gemaakt werd van de later ontwikkelde isomeer-specifieke methode. Hoewel de resultaten van het eerdere emissie-onderzoek wel onderling te vergelijken zijn, is een vergelijking met het huidige onderzoek niet mogelijk.

Bij de groepsmethode werd per homologe groep (tetra t/m octa) de totale respons bepaald van *alle* isomeren (d.i. congenen met evenveel chloor-atomen) ten opzichte van een enkele koolstof-13 gemerkte gids-stof. Bij de thans gehanteerde isomeer-specifieke bepaling worden slechts 17 toxisch relevant geachte congenen gemeten, elk ten opzichte van een eigen koolstof-13 gemerkte representant met dezelfde chloorsubstitutie.

Om een aantal redenen kan gesteld worden dat de groepsbepaling tot minder betrouwbare resultaten zal leiden dan de isomeer-specifieke bepaling. Allereerst kunnen binnen een groep de afzonderlijke isomeren aanzienlijk verschillen in analytische respons ten opzichte van de gids-stof. Verder bestaat bij groepsanalyse enerzijds de kans dat andere verbindingen ten onrechte worden meegerekend, anderzijds dat wel tot de groep behorende componenten niet worden herkend. Hierdoor kan de werkelijke concentratie van de betreffende groep worden overschat of onderschat. Bovendien werd in de vroegere analyses met lagere hoeveelheden gids-stoffen gewerkt, hetgeen waarschijnlijk tot te lage bepalingen geleid heeft.

Tenslotte geldt dat de omrekening van concentraties naar toxische equivalenten in het geval van groepsanalyse noodgedwongen op een grovere wijze gebeurde, nl. door de concentraties per groep te vermenigvuldigen met een voor die groep geldende TEF-waarde. In de isomeer-specifieke bepaling wordt aan elk van de 17 congenen een eigen TEF-waarde toegekend. Hierdoor zal de omrekening naar toxische equivalenten in geval van een groepsbepaling tot andere resultaten leiden dan in geval van een isomeer-specifieke bepaling.

Overigens moet worden gesteld, dat over de huidige wijze van bemonstering, opwerking en analyse internationaal nagenoeg overeenstemming bestaat. Via ringtesten worden momenteel de toepasbaarheidsgrenzen van de methodieken onderzocht (zie ook hoofdstuk 2.2.2). De in de regelgeving gestelde grenswaarden of emissie-eisen, ook die van de RV'89, zijn gebaseerd op de huidige technieken. Hieruit moet worden geconcludeerd, dat alleen de volgens de huidige monsternamen- en analysemethoden verkregen meetresultaten bruikbaar moeten worden geacht en geschikt zijn voor handhavingsmetingen. Op de representativiteit van de op drie achtereenvolgende dagen gemeten dioxinegehalten wordt in de hoofdstukken 7 en 11 verder ingegaan.

3. VERSPREIDING DOOR LUCHT EN DEPOSITIE

3.1 Procesbeschrijving

De door de AVI's geëmitteerde dioxinen worden getransporteerd door de lucht en komen vroeg of laat door depositie op het aardoppervlak terecht. Dit gebeurt zowel rechtstreeks (droge depositie) als via regen (natte depositie). De hoeveelheid op een bepaalde plaats gedeponeerde dioxinen hangt enerzijds af van een aantal bronkarakteristieken, anderzijds van de toestand van de atmosfeer, die weer bepaald wordt door de klimatologische omstandigheden.

De bronkarakteristieken welke (naast de emissie) van invloed zijn op de depositie zijn (i) de schoorsteenhoogte, (ii) de warmte-inhoud van het rookgas en (iii) de deeltjesgrootteverdeling van het stof. De deeltjesgrootteverdeling werd bij de meeste AVI's gemeten (zie 2.4.4). De warmte-inhoud wordt bepaald door het totale natte rookgasdebiet en de temperatuur van het rookgas, welke eveneens beide gemeten werden (zie tabel 2.1B van de bijlagen). De relatie van deze bronkarakteristieken met de depositie is als volgt (zie ter illustratie *fig. 3.1*). Een hogere schoorsteen en een grotere warmte-inhoud hebben beiden tot gevolg dat het depositiemaximum verder van de bron af ligt, terwijl de hoeveelheid depositie daar dan kleiner is. De deeltjesgrootteverdeling van het stof is van belang omdat aangenomen wordt dat de geëmitteerde dioxinen gebonden zijn aan stofdeeltjes (hoewel er aanwijzingen zijn dat m.n. de lager gechlореerde congenen ook in dampvorm verspreid zouden worden, zie Koester et al., 1989). Grotere (zwaardere) deeltjes worden met een grotere snelheid naar de bodem afgevoerd dan kleinere deeltjes. Bij een bron die relatief veel grote deeltjes emitteert zal daarom de hoeveelheid depositie dicht bij de bron relatief groot zijn. In tabel 3.1A en 3.1B (bijlagen) zijn de bronkarakteristieken zoals gebruikt in de depositieberekeningen voor de 12 AVI's samengevat.

Klimatologische factoren die een belangrijke invloed hebben op depositie zijn de windrichting, de windsnelheid, de globale straling (d.w.z. straling die direct of indirect afkomstig is van de zon) en de neerslag. Omdat de overheersende windrichting in Nederland zuidwest is, zal op lange termijn gezien de meeste depositie in noordoostelijke richting vanaf de bron plaats vinden. De globale straling heeft invloed op de menhoogte en de stabiliteit van de atmosfeer, hetgeen gevolgen heeft voor de (verticale) dispersie van het materiaal in de lucht. De neerslag is van groot belang omdat in geval van regen materiaal door regendruppels meegenomen zal worden (natte depositie).

3.2 Modelberekeningen

De hoeveelheid gedeponeerde dioxinen op een bepaalde plaats kan voorspeld worden met behulp van het zogenaamde OPS(Operationeel Prioritaire Stoffen)-model, dat ontwikkeld werd door het RIVM (Van Jaarsveld, 1989). Dit is een universeel model voor atmosferisch transport en depositie van materiaal, hetzij in gasvorm, hetzij als deeltjes. Bij de modelberekeningen in dit onderzoek werd steeds aangenomen dat dioxinen voor 100% aan het geëmitteerde stof gebonden zijn. Daarbij werd verondersteld dat geen verrijking optreedt (hoeveelheid per stofdeeltje is evenredig met gewicht van het deeltje).

Doordat de klimatologische gegevens een beperkte graad van nauwkeurigheid hebben (b.v. windrichting gediscetiseerd in 12 sectoren), hebben de resultaten van het model een statistisch karakter, d.w.z. de voorspellingen worden minder nauwkeurig wanneer deze voor kortere periodes gelden. Uit een validatie-onderzoek op basis van gegevens van het RIVM-meetnet bleken depositievoorspellingen geldend voor een periode van een jaar een gemiddelde fout van 20% te vertonen ten opzichte van gemeten depositiewaarden (Van Jaarsveld, 1989). Bij voorspellingen geldend voor een periode van een maand bleek de voorspelfout 40%. Het ging hierbij om voorspellingen op regionale schaal, in welk geval luchtconcentraties en deposities het gevolg zijn van meerdere bronnen.

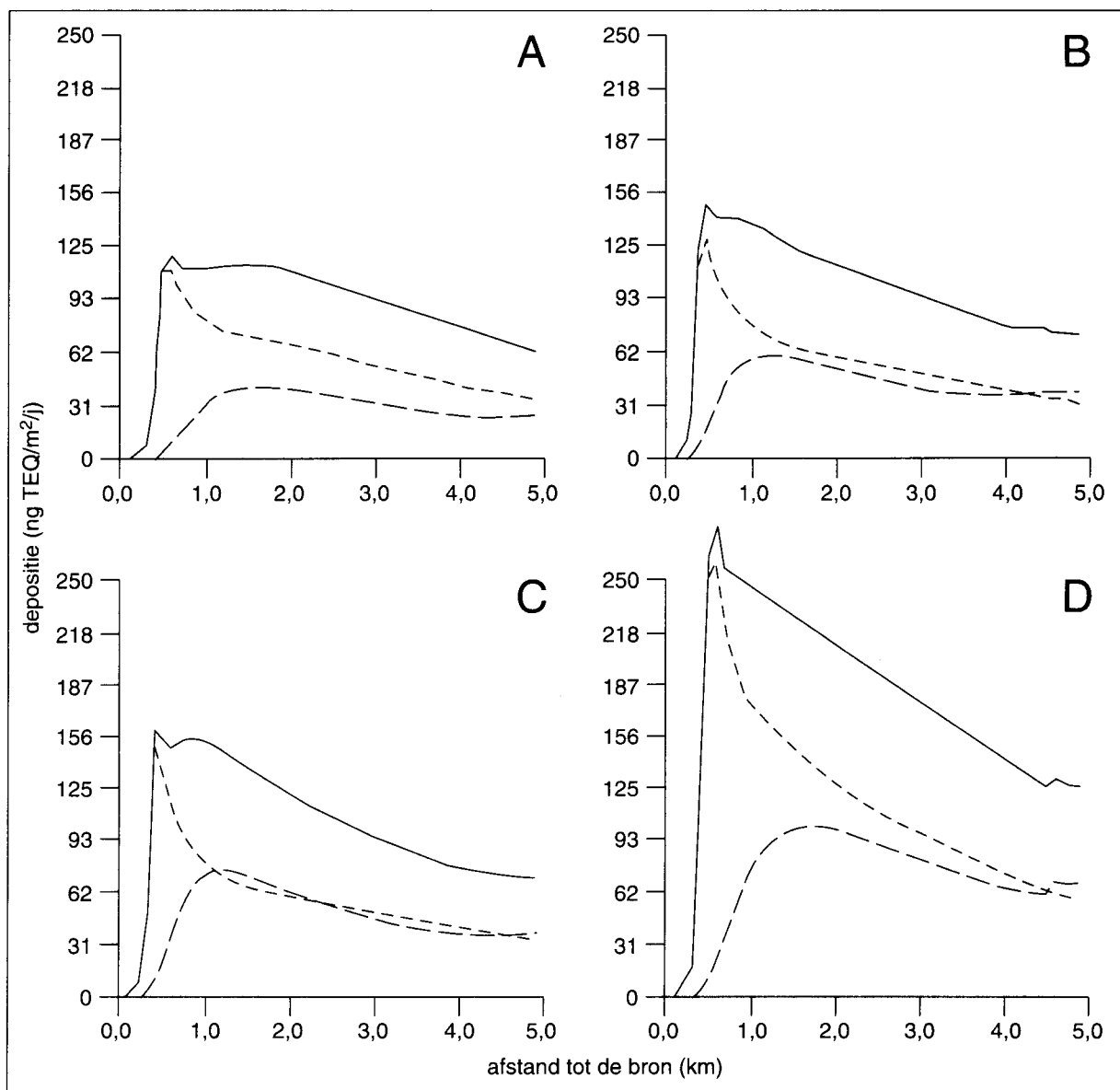


Fig. 3.1 Illustratie van het effect van bronkarakteristieken op het depositieprofiel

A: Situatie bij een AVI met schoorsteenhoogte 110 m, warmte-inhoud 35 MW en een deeltjesgrootteverdeling met relatief veel kleine deeltjes.

B: Als A met schoorsteenhoogte 55 m.

C: Als A met warmte-inhoud 17 MW.

D: Als A met relatief veel grote deeltjes.

Deze depositieberekeningen gelden voor de noord-oostelijke richting ten opzichte van de bron.

--- : droge depositie

.... : natte depositie

— : totale depositie

Op lokale schaal, d.w.z. in de directe omgeving van een enkele bron, was het model bij de aanvang van het dioxine-onderzoek nog niet gevalideerd met metingen, zodat de betrouwbaarheid van het model voor het voorspellen van deposities direct rondom een AVI aanvankelijk onzeker was. Inderdaad bleek in de loop van het dioxine-onderzoek dat het OPS-model het depositiemaximum op een grotere afstand tot de bron voorspelde dan uit de gemeten gehalten in melk af te leiden viel. Op grond hiervan werd het model aangepast door een grotere verticale dispersie vanaf de bron aan te nemen. Validatie met metingen rondom een kolencentrale in Illinois, V.S. (EPRI, 1983) ondersteunt deze aanpassing. In

de loop van het dioxine-onderzoek bleek dat de depositievoorspellingen van het aldus aangepaste model goed overeenstemden met de gemeten dioxinegehalten in lokale grond en melk.

Omdat de aanpassing van het OPS-model in de loop van het dioxine-onderzoek werd aangebracht (eind 1990) zijn de berekende depositievelden in de evaluatie-rapporten grotendeels nog met het oorspronkelijke model uitgevoerd. Daarom zijn de (totale) depositievelden rondom de 12 AVI's nogmaals, met het aangepaste model, berekend (zie figuren 3.2A t/m 3.2L van de bijlagen). Zoals op grond van de overheersende zuidwesten wind in Nederland te verwachten valt, laten deze lange termijn depositievelden duidelijk zien dat de meeste depositie valt in noordoostelijke richting vanaf de bron.

Tabel 3.1. Modelmatig berekende jaargemiddelde maxima (ng TEQ/m²/j) voor droge, natte en totale depositie uitgaande van de gemeten emissie (tabel 2.7), gebaseerd op depositie-berekeningen in een rooster met roosterpunten per 0.1 km. Tussen haakjes: afstand tot de bron (km).

	droge depositie	natte depositie	totale depositie
Zaanstad ¹⁾	52 (1.45)	120 (0.50)	125 (0.50)
Alkmaar	54 (1.04)	40 (0.42)	69 (0.86)
Leeuwarden	130 (0.85)	90 (0.36)	161 (0.85)
Amsterdam-Noord	4 (1.61)	10 (0.57)	11 (0.57)
Den Haag	5 (1.54)	11 (0.52)	12 (0.57)
AVR	43 (2.25)	120 (0.78)	126 (0.78)
ROTEB	90 (1.12)	150 (0.38)	170 (0.42)
Philips	5 (0.52)	3 (0.14)	6 (0.42)
Roosendaal	5 (0.45)	3 (0.14)	7 (0.36)
GEVUDO	22 (0.64)	16 (0.22)	29 (0.58)
AVIRA	25 (0.60)	16 (0.22)	32 (0.50)
ARN	11 (0.58)	6 (0.22)	14 (0.36)

¹⁾ Berekend zonder de hoge emissiemeting op de derde meedag (zie hoofdstuk 7).

Tabel 3.1 geeft voor de verschillende AVI's de berekende maxima van de jaargemiddelde droge, natte en totale depositie. Omdat het maximum van de natte depositie altijd (althans op lange termijn) dichterbij de bron ligt dan het maximum van de droge depositie, is het maximum van de totale depositie niet gelijk aan de som van de maxima van de droge en natte depositie.

Fig. 3.2 en fig. 3.3 laten het verband zien tussen de emissie en het droge, respectievelijk het natte depositiemaximum voor de 12 AVI's. Ten aanzien van het natte depositiemaximum geldt min of meer een evenredig verband met de emissie, hoewel de AVR en de AVI's van Amsterdam en Den Haag enigszins van het algemene patroon afwijken. De relatie tussen emissie en droge depositie wijkt echter aanzienlijk af van een evenredig verband. De oorzaak hiervan ligt in de eerdergenoemde bronkarakteristieken. De AVR en de AVI's van Amsterdam en Den Haag hebben de hoogste schoorstenen, een relatief hoge warmteinhoud en een deeltjesgrootteverdeling met relatief veel kleine deeltjes, zodat het depositiemaximum relatief laag uitvalt in vergelijking met de andere AVI's.

Fig. 3.4 laat de depositie van dioxinen in geheel Nederland zien, zoals berekend met het OPS-model voor de situatie van 1989, waarbij alle AVI's nog operationeel zijn (Van Jaarsveld en Schutter, in prep). Bij deze berekening werd behalve de gemeten emissies van de 12 in dit rapport beschreven AVI's ook rekening gehouden met de emissies van Hoogovens en de AVI van Leiden, de andere Nederlandse bronnen (zie fig. 9.3) en de buitenlandse bronnen (gedeeltelijk geschat). In fig. 3.5 is te zien hoe de de-

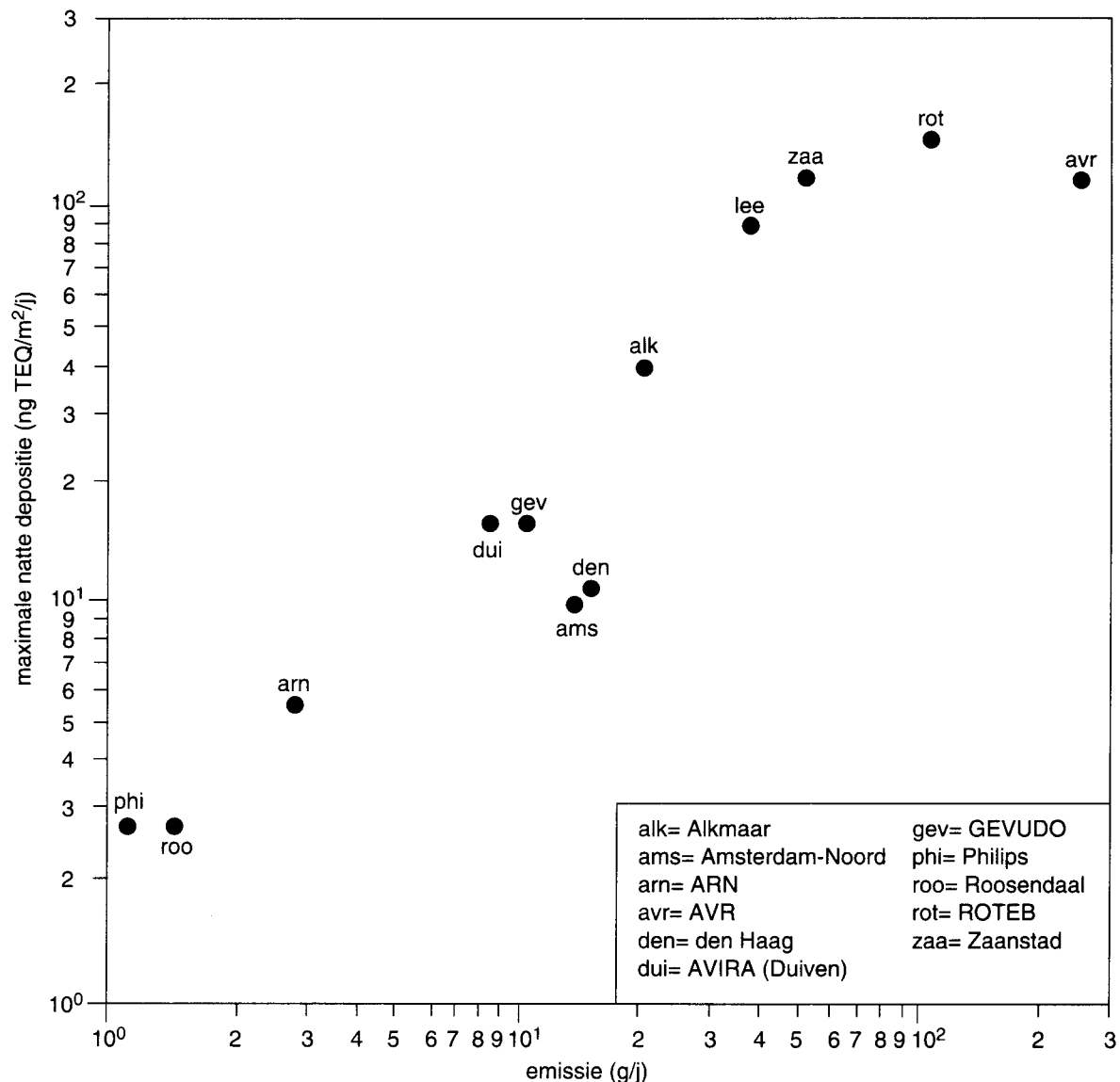


Fig. 3.2. Relatie tussen de berekende jaarlijkse emissie en het jaargemiddelde natte depositiemaximum. Een rechtevenredige relatie zou bij de hier gebruikte log-schalen een rechte met een helling van 45° impliceren.

positie van dioxinen in Nederland afgenomen is na sluiting van de AVI's van Alkmaar, Leiden, Leeuwarden en Zaanstad.

De landelijke achtergronddepositie bedroeg voor de sluiting van de vier AVI's ca 5-10 ng/m²/j (zie fig. 3.5). Wanneer AVI's dicht bij elkaar liggen zullen zij elkaars achtergronddepositie (d.w.z. depositie afkomstig van alle andere bronnen dan de lokale bron) onderling beïnvloeden. Zo berekende het OPS-model voor Amsterdam-Noord, vóór de sluiting van de AVI's van Zaanstad en Alkmaar, een achtergronddepositie van ca. 32 ng TEQ/m²/j en voor Zaanstad van ca. 15 ng TEQ/m²/j. Fig. 3.2M (bijlagen) illustreert een gemeenschappelijk depositieveld rondom twee naburige AVI's (nl. AVR en ROTEB).

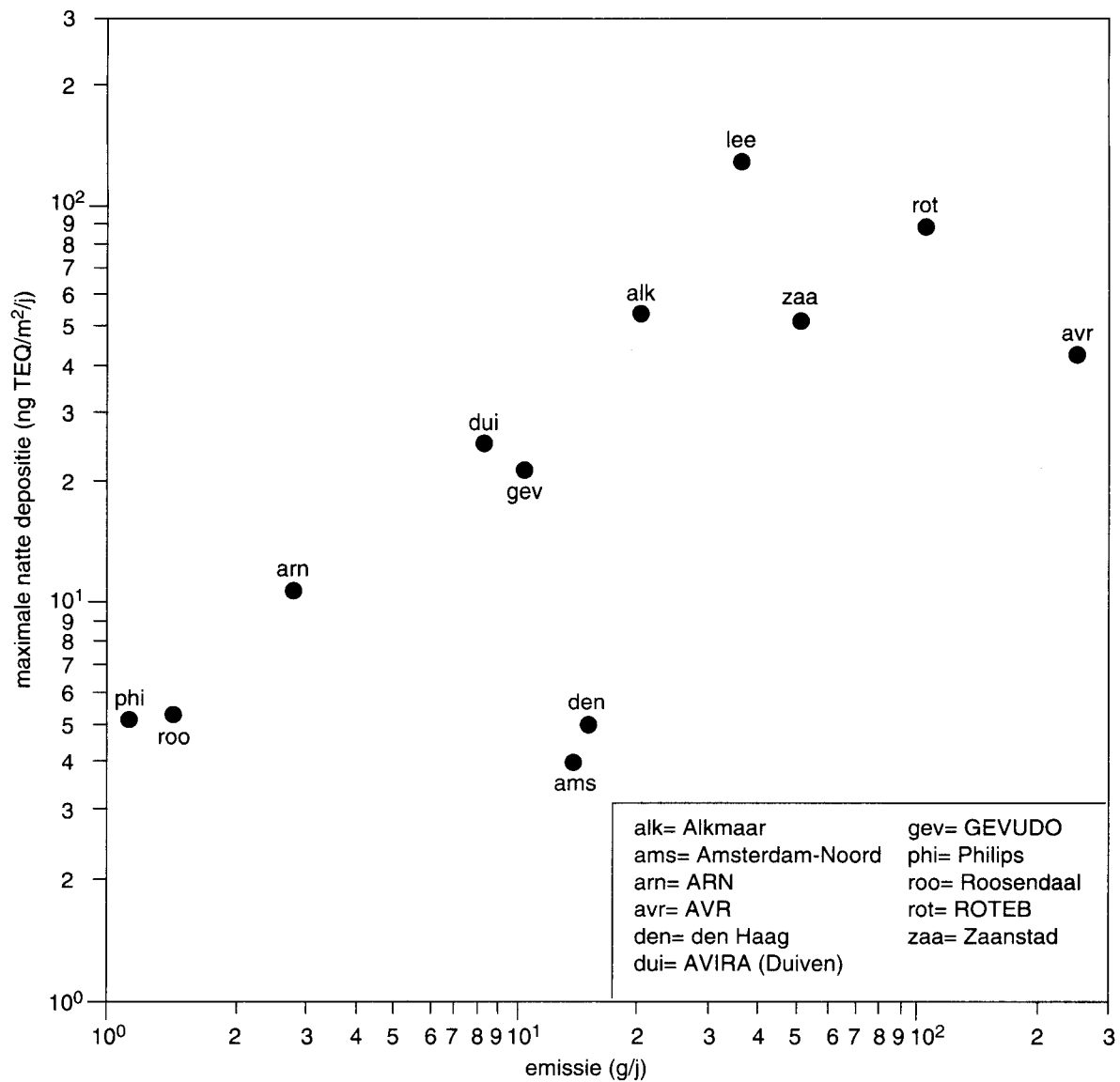


Fig. 3.3. Relatie tussen de berekende jaarlijkse emissie en het jaargemiddelde droge depositie maximum. Een rechtevenredige relatie zou bij de hier gebruikte log-schalen een rechte met een helling van 45° impliceren.

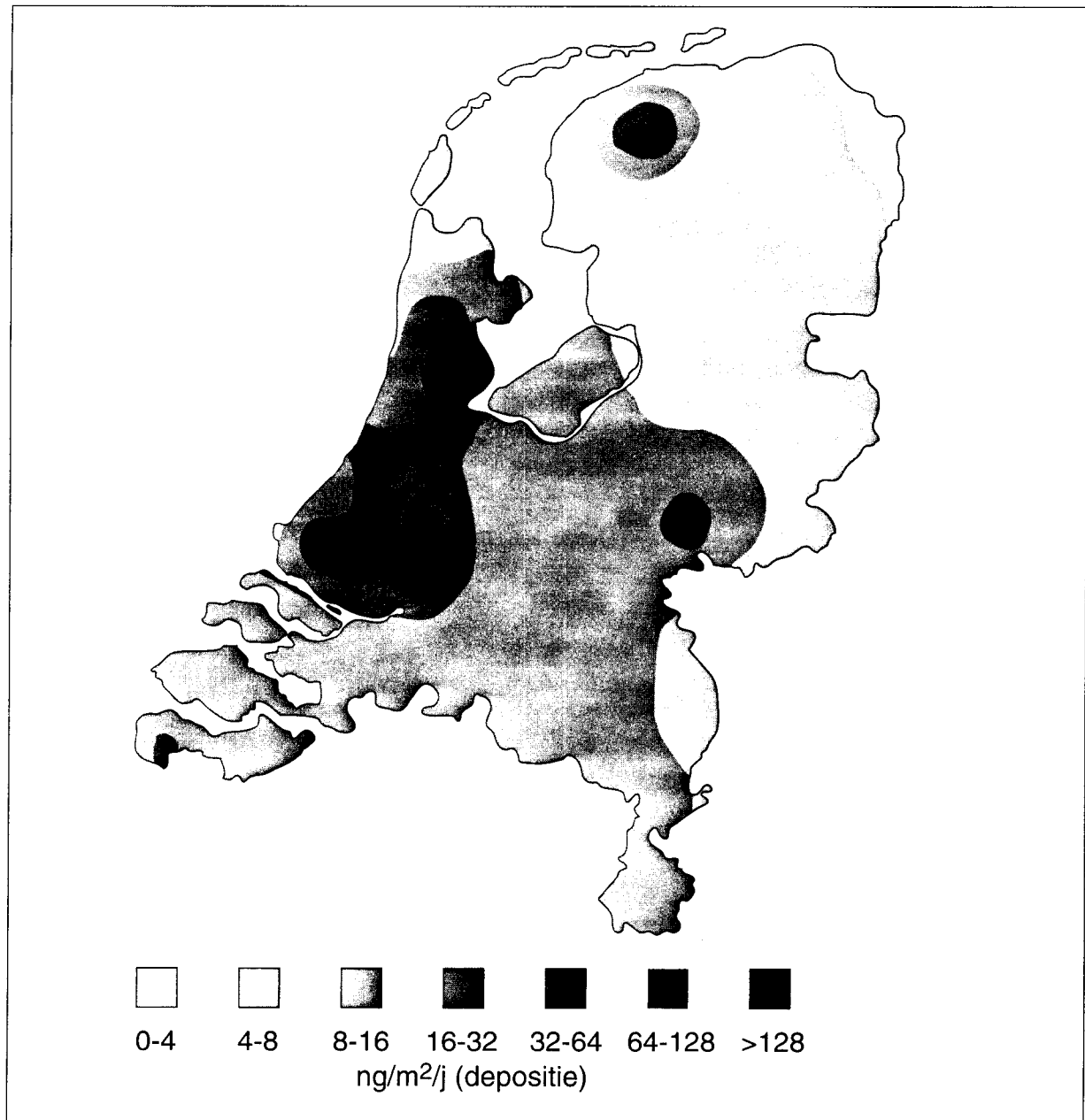


Fig. 3.4. Jaargemiddelde depositie van dioxinen over geheel Nederland, berekend voor de situatie dat alle AVI's nog operationeel zijn. De berekeningen zijn gebaseerd op de in 1990 gemeten emissies van de Nederlandse AVI's en van schattingen van de overige Nederlandse en van de buitenlandse bronnen

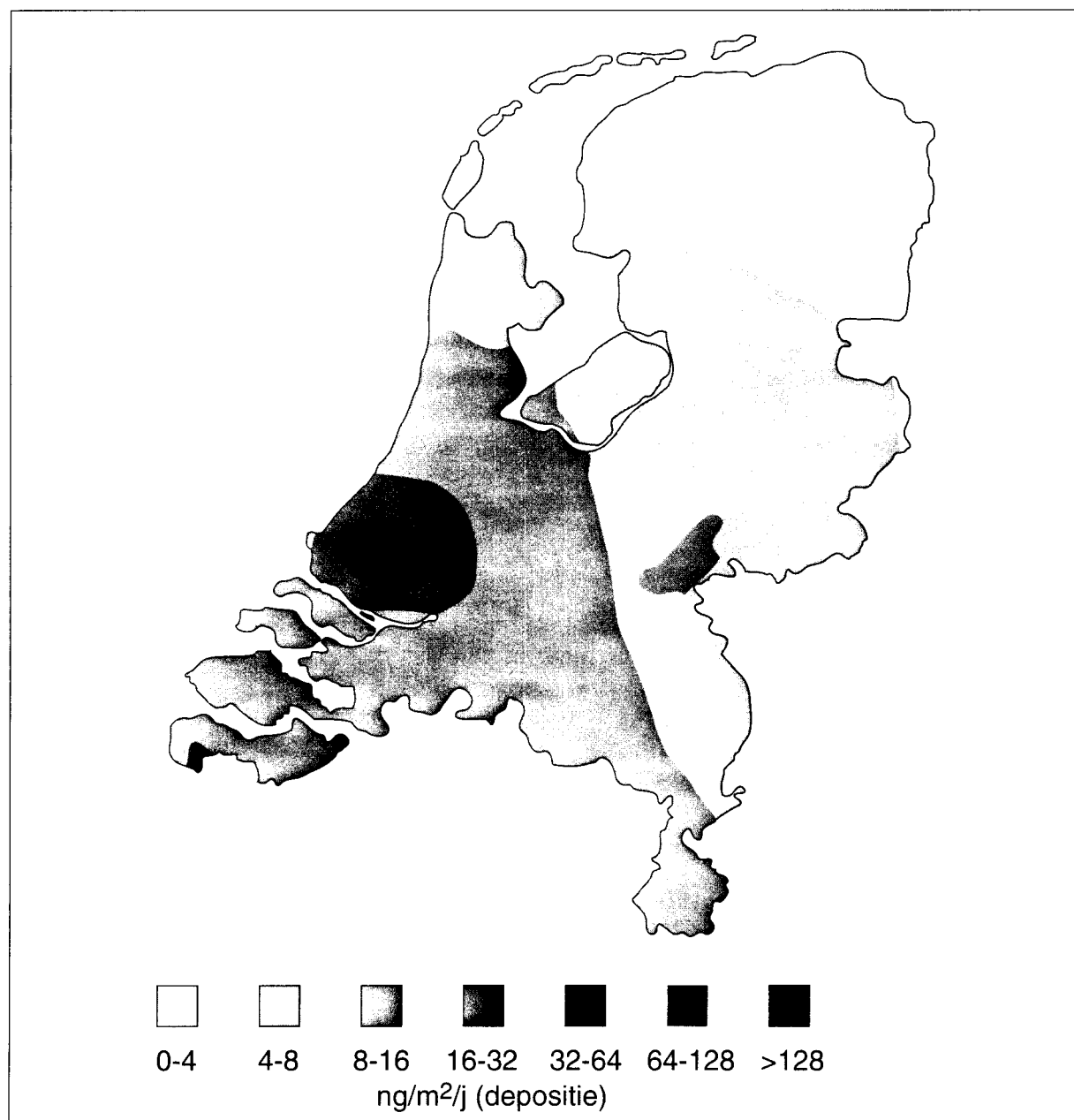


Fig. 3.5. Jaargemiddelde depositie van dioxinen over geheel Nederland, berekend voor de situatie vlak na de sluiting van 4 AVI's. De berekeningen zijn gebaseerd op de in 1990 gemeten emissies van de Nederlandse AVI's en van schattingen van de overige Nederlandse en van de buitenlandse bronnen.

4. DIOXINEGEHALTEN IN GROND

In een drietal risicogebieden, rond de AVI's van Rozenburg (AVR), Zaanstad en Leeuwarden, werden grondmonsters genomen ter bepaling van het dioxinegehalte in de grond in deze gebieden. Voor woon-gebieden wordt in Nederland een signaalwaarde van 1000 ng TEQ/kg grond (droge stof) gehanteerd (Van Zorge, 1987; Staatstoezicht op de Volksgezondheid, 1990). Voor veeteeltgebieden wordt een overschrijding van 10 ng TEQ/kg (droge stof) al onwenselijk geacht. De reden hiervoor is dat de in grond aanwezige dioxinen door het vee tijdens het grazen opgenomen worden en vervolgens terecht komen in vlees en melk (Van Zorge, 1987).

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de gevonden dioxinegehalten in grond (zie De Jong et al. 1990b voor monster- en analysemethode). De analyses werden gedeeltelijk door TAUW en gedeeltelijk door het RIVM uitgevoerd. Bij een ringonderzoek bleek dat beide instituten tot vergelijkbare resultaten kwamen (Liem et al., 1990a).

In het Lickebaert-gebied (bij de AVR) werden in een vijftal percelen monsters genomen en tevens, als referentie, in twee percelen bij Bergambacht (De Jong et al., 1990b). Per perceel werden drie meng-monsters gemaakt voor resp. 0-1, 1-2 en 2-10 cm diepte. In de eerste twee lagen bleek het gehalte ongeveer gelijk te zijn. Voor de laag 0-2 cm was het gehalte gemiddeld ca. 28 ng TEQ/kg. Het gehalte van de laag 2-10 cm was gemiddeld ca. 40% lager dan dat in de toplaag. In de referentiemonsters werden duidelijk lagere gehalten aangetroffen (1-9 ng TEQ/kg).

In de omgeving van de AVI van Leeuwarden werden monsters genomen op een tiental lokaties in noord-oostelijke richting met steeds toenemende afstand van de AVI, tot op 8 km (Matthijssen et al., 1991c). Hier werden de dioxinegehalten alleen gemeten in de laag 0-5 cm. De gehalten varieerden van ca. 3 ng TEQ/kg op een afstand van 8 km tot 23 ng TEQ/kg op 2,5 km afstand van de bron.

In de omgeving van de AVI van Zaanstad werden op een afstand van 1-2 km in de toplaag (0-2 cm) gehalten aangetroffen van meer dan 200 ng TEQ/kg, hetgeen veel hoger is dan de hoogste waarden die bij het Lickebaert-gebied en bij Leeuwarden werden gevonden (De Jong et al., 1991). De oorzaak hiervoor ligt waarschijnlijk in relatief hoge emissies in het verleden, veroorzaakt door onregelmatigheden in de procesvoering bij de AVI van Zaanstad (zie 2.4.5. en 7.2.).

In alle drie risicogebieden werden op de lokaties waar hoge deposities te verwachten zijn, dioxinegehalten aangetroffen die boven de voorgestelde signaalwaarde voor veeteeltgebieden (10 ng TEQ/kg) liggen. De signaalwaarde voor woongebieden (1000 ng TEQ/kg) werd geen enkele keer overschreden. Bij een grasveldje in een woonwijk (Leeuwarden, meetlocatie nr. 4) werd een dioxinegehalte van 11 ng TEQ/kg gemeten. De additionele blootstelling aan dioxinen door spelende kinderen werd hier geschat op 1 pg per dag, hetgeen te verwaarlozen is ten opzichte van de inname van dioxinen via de voeding (Matthijssen et al., 1991c; Liem et al., 1991).

Op een grotere diepte dan 10 cm werden steeds lage dioxinegehalten aangetroffen. Dit stemt overeen met de heersende opvatting dat dioxinen in grond vrijwel immobiel zijn (Helling, 1971; Young, 1983). Dit betekent dat bij continue emissie rondom een bron accumulatie op zal treden, zodat de gehalten in de grond daar voortdurend zullen stijgen. De relatieve bijdrage van in de grond aanwezige dioxinen aan de gehalten in melk zal daarom met de tijd toenemen (bij gelijkblijvende emissie).

Op dit moment loopt een systematisch onderzoek naar de dioxinegehalten in grond afkomstig van achtergrondlokaties in geheel Nederland. De resultaten zullen in 1992 beschikbaar komen.

De resultaten van het onderzoek naar de gehalten in grond zijn van belang voor het leggen van kwantitatieve relaties tussen emissies en gehalten in melk (zie hoofdstuk 7). Van nog groter belang zijn de gehalten op gras. Er zijn nog weinig systematische gegevens van gehalten op gras beschikbaar vanwege aanvankelijke problemen van analytisch-methodische aard, welke onlangs opgelost werden. In enkele recent geanalyseerde grasmonsters, afkomstig van het Lickebaert-gebied werden enkele nanogrammen per kg droge stof gevonden. Overigens zullen gehalten op gras waarschijnlijk sterk fluctueren vanwege de afspoeling door neerslag, zodat een incidenteel monster weinig houvast biedt. Voor 1992 is een onderzoek gepland, waarin gehalten op gras systematisch gemeten zullen worden en waarin tevens getracht zal worden de afspoeling van het gras veroorzaakt door neerslag te kwantificeren.

De congenerpatronen van de verschillende monsters zijn onderling vergelijkbaar en komen in grote lijnen overeen met de patronen zoals aangetroffen in het door AVI's uitgestoten stof (zie fig. 7.3, hoofdstuk 7.5), hoewel opvalt dat de relatieve hoeveelheid aan furanen in de grond kleiner is dan in vlieggas. Een duidelijke verklaring hiervoor kan nog niet gegeven worden.

Tabel 4.1. Dioxinegehalten (ng TEQ/kg droge stof) gemeten in grond van weilanden in de omgeving van een AVI.

lokatie	diepte (cm)					
	0-1	1-2	0-2	0-5	2-10	10-50
Lickebaert						
B	22	27			26	
C	22	13			10	
D	25	28			16	<1
H	51	55			19	<1
K	18	21			10	
Bergambacht						
R	9	3			9	
S	5	1			2	
Leeuwarden						
1				20		
2				8		
3				3		
4				11		
5				23		
6				19		
7				17		
8				13		
9				12		
10				3		
Zaanstad						
A			252		46	
B			60		44	
C			207		45	5
D			82		35	
E			13		12	

5. DIOXINEGEHALTEN IN MELK

5.1 Inleiding

In het voorjaar van 1989 vond de Vakgroep Milieu- en Toxicologische Chemie van de Universiteit van Amsterdam (UvA) in een monster melk en een monster kaas relatief hoge concentraties dioxinen, ongeveer 14 pg TEQ/g vet. De monsters waren afkomstig van een melkveebedrijf in het Lickebaart-gebied, gelegen tussen Vlaardingen en Maassluis, in noordoostelijke richting van de AVR. Ter bevestiging van deze meting en om meer inzicht te krijgen in de dioxine-concentraties in melk afkomstig uit dit gebied werd van 11 bedrijven en van 2 referentiebedrijven de melk onderzocht. Tevens werden acht melkmonsters uit vier andere gebieden in Nederland geanalyseerd om een indruk te krijgen van de landelijke achtergrondconcentratie van dioxinen in koemelk. Dit onderzoek, parallel uitgevoerd door het RIVM en de Universiteit van Amsterdam, bevestigde het eerder gevonden resultaat (Liem et al., 1989a). In de melk afkomstig van het Lickebaart-gebied werden gehalten van 5,3 tot 12,2 pg TEQ/g vet aangetroffen met een gemiddelde van 8,6 pg TEQ/g vet, een duidelijke overschrijding van de (op dat moment voorlopige) norm van 6 pg TEQ/g vet. Het landelijk achtergrondniveau bleek te liggen in de range 0,8 tot 2,5 pg TEQ/g melkvet. De uitkomsten van UvA en RIVM bleken niet significant te verschillen.

Mede naar aanleiding van deze resultaten werden maatregelen getroffen ten aanzien van de handel in melk, melkprodukten en vlees uit het Lickebaart-gebied. Uit voorzorg (zie hoofdstuk 1) werden voor de omgeving van de AVI van Amsterdam-Noord dezelfde maatregelen getroffen als voor het Lickebaart-gebied. Tevens werd door de betrokken bewindslieden besloten de melk afkomstig uit de omgeving van de andere AVI's te onderzoeken.

In het voortgezet onderzoek werd de melk aanvankelijk per dag bemonsterd (dagmonsters). Toen na verloop van tijd bleek dat aanzienlijke fluctuaties konden optreden in de dioxinegehalten, werd besloten over te gaan tot het nemen van maandmonsters, d.w.z. mengmonsters bestaande uit een aantal over de maand verspreid genomen dagmonsters.

5.2 Voortgezet onderzoek

Na het Lickebaart-gebied kwam het gebied in de omgeving van de AVI van Amsterdam-Noord als eerste in aanmerking voor het onderzoeken van de melk. De dioxinegehalten in een achttal dagmonsters koemelk bleken lager dan verwacht en lagen allen onder de tijdelijke warenwetnorm (1,6 tot 3,3 pg TEQ/g melkvet; van 't Klooster et al., 1989a). De getroffen maatregelen werden hier weer ingetrokken en de melk vrijgegeven. Later onderzochte maandmonsters (in het monitoring-programma, zie verder) bleken vergelijkbare gehalten op te leveren (zie tabel 5.2A van de bijlagen). Dit is in overeenstemming met de in april 1990 gemeten emissie van de AVI, die veel lager bleek dan aanvankelijk aangenomen.

Om een snelle indruk te krijgen van de situatie rond andere AVI's, werden in een aantal veeteeltgebieden mengmonsters melk verzameld, elk bestaande uit (dagmonsters) melk afkomstig van een aantal verschillende melkveebedrijven, hoofdzakelijk gelegen in noordoostelijke richting van de betreffende AVI. In de omgeving van Leiden en Alkmaar werd een lichte verhoging ten opzichte van de landelijke achtergrondconcentratie gevonden. In de omgeving van de AVI-Zaanstad en de AVIRA in Duiven werden dioxinegehalten gemeten van resp. 5,4 en 4,4 pg TEQ/g melkvet. Aangezien het hier gaat om gemiddelde waarden over een aantal verschillende melkveebedrijven kon niet uitgesloten worden dat bij sommige van deze individuele bedrijven de melknorm overschreden werd (van 't Klooster et al., 1989b).

In het najaar van 1989 werden maandmonsters (zie boven) genomen bij een aantal melkveebedrijven in de omgeving van de AVR en de AVIRA en van de AVI's van Zaanstad en Alkmaar. De resultaten van dit onderzoek zouden pas begin 1990 beschikbaar komen.

Ondertussen werd besloten om per 1 januari 1990 een monitoring-programma te starten, met de bedoeling de risico-gebieden continu te bemonsteren door het nemen van maandmonsters. Aanvankelijk ging het om de gebieden rondom de AVR, de AVIRA en een gebied rondom een kabelbranderij in Culemborg. Later zijn daar, al of niet tijdelijk, gebieden aan toegevoegd. De resultaten van het monitoring-programma werden periodiek gerapporteerd (Kootstra et al., 1990a, 1990b, 1991a en 1991b). Een samenvatting van de uitkomsten, inclusief eerdere resultaten uit 1989, is gegeven in tabel 5.2A van de bijlagen.

In februari 1990 kwamen de resultaten beschikbaar van de monsters welke in het najaar van 1989 genomen werden. Bij Duiven lagen de gehalten onder de norm, maar boven het landelijk achtergrondniveau. Echter, zowel bij Zaanstad als bij Alkmaar werd de norm van 6 pg TEQ/g vet bij een aantal bedrijven overschreden. De warenwetregeling werd toegepast op een gebied rondom de AVI-Zaanstad, nadat gebleken was dat ook in maart 1990 de norm bij een aantal bedrijven in die omgeving werd overschreden. Na sluiting van de AVI-Zaanstad daalden de dioxinegehalten in melk na enkele maanden tot een aanvaardbaar niveau (Langeweg et al., 1990). De monitoring bij Zaanstad werd in december 1990 gestaakt. De installatie van Alkmaar werd (wegens te hoge zoutzuuremissies) gesloten en ook hier trad een daling in de dioxinegehalten in melk op. Het monitoren werd hier in augustus 1990 gestaakt. In juni 1991 werd het monitoren weer hervat omdat de AVI van Alkmaar toen met proefnemingen begon na ingebruikneming van een additionele rookgasreinigingsinstallatie. De dioxinegehalten in melk in de maanden juni t/m september 1991 bleken op hetzelfde lage niveau van juni 1990 te liggen.

In het voorjaar van 1990 bleken maandgemiddelde dioxineconcentraties in melk van bedrijven uit de omgeving van Leiden verhoogd t.o.v. het landelijk achtergrondniveau, maar zij lagen beneden de grenswaarde van 6 pg TEQ/g melkvet.

In mei 1990 bleek dat de uitstoot van dioxinen bij de AVI te Leeuwarden ruim 100 ng TEQ/m³ rookgas bedroeg. Volgens het OPS-model zou deze emissie resulteren in hoge deposities voor de omliggende weilanden, waardoor verhoogde gehalten in melk verwacht werden. De installatie werd gesloten en ongeveer een maand daarna, in augustus 1990 werd melk van acht melkveebedrijven in de omgeving van de AVI bemonsterd. De concentraties varieerden van 1-2,4 pg TEQ/g melkvet en waren op dat moment niet hoger dan de eerder geanalyseerde dagmonsters. Een maand later bleken de gehalten nog verder gedaald te zijn en werd de bemonstering stopgezet.

In het kader van het monitoring-programma werd het verloop van de gehalten in melk gevolgd bij een melkveehouder uit het Lickebaertgebied (Li-C, zie Tabel 5.2A) die in juni 1990 verhuisd was naar Zeeland (daarbij vallend onder de keuringsdienst van Goes). Er bleek duidelijk een afname op te treden, zodat de melk van deze veehouder vrijgegeven werd.

In de omgeving van de AVIRA van Duiven werden in het najaar van 1989 relatief hoge dioxinegehalten in melk gemeten, ondanks de gemeten lage dioxine-emissie van de AVIRA. Toch is dit niet verwonderlijk, omdat vlak voor de emissiemetingen een natte winter in gebruik is genomen, zodat aangenomen kan worden dat de emissie van de AVIRA voor deze voorziening hoger geweest is. De gehalten in melk bleken vanaf de zomer van 1991 tot onder de 3 pg/g melkvet te zijn gezakt. Besloten is om per december 1991 de melkmonitoring bij Duiven te stoppen.

Bij de AVR werden in de jaren 1987-1989 de ovens gemoderniseerd (verbeterde luchtdosering). Bij een gelijktijdig uitgevoerde emissiemeting in een oude en een nieuwe oven werd een driemaal lagere

emissie in het nieuwe type gevonden (Sein et al., 1989). Dit zou kunnen betekenen dat de emissie bij de AVR sinds de modernisering verminderd is. Onderzoek aan 8 kazen, geproduceerd op verschillende tijdstippen bij een melkveebedrijf in het Lickebaert-gebied, leken dit aanvankelijk te bevestigen. In de kaasmonsters uit 1987 en 1988 werden dioxinegehalten gevonden variërend tussen 8,0 en 11,5 pg TEQ/g melkvet, terwijl in kaas uit 1989 gehalten tussen 4,8 en 8,7 pg TEQ/g vet werden aangetroffen (Liem et al., 1990b). De laatste waarden kwamen goed overeen met de in dezelfde periode gevonden gehalten in melk bij hetzelfde bedrijf (Li-K, zie Tabel 5.2A). Echter, vanaf juli 1990 werden bij dit bedrijf weer hogere gehalten gevonden. Geconcludeerd moet worden dat sprake was van een tijdelijke verlaging welke valt binnen de fluctuaties die o.a. optreden onder invloed van wisselingen in de weersomstandigheden (m.n. windrichting en neerslagintensiteit). Dit illustreert dat het gevaarlijk is om op grond van een beperkt aantal meetresultaten een uitspraak te doen over structurele veranderingen in de tijd.

Momenteel worden alleen in het Lickebaert-gebied nog gehalten in melk gevonden welke schommelen rond de maximaal toelaatbare waarde van 6 pg TEQ/g vet. Daarom wordt hier de monitoring vooralsnog voortgezet.

5.3 Dioxinegehalten in vee

Bij een aantal dieren (4 stieren, 1 koe, 2 schapen, 1 ram), afkomstig uit de omgeving van de AVR en van een koelebrandrij te Culemborg, werden dioxinegehalten van lichaamsvet en spiervlees onderzocht (De Jong et al., 1990a). Door het geringe aantal waarnemingen kunnen slechts voorzichtige conclusies getrokken worden. De gehalten in lichaamsvet lijken vergelijkbaar met de gehalten in melk van hetzelfde dier (of van dieren van hetzelfde bedrijf). Dit is in overeenstemming met de resultaten van de toxicokinetische experimenten bij de lacterende koe (zie hoofdstuk 6), waarbij een verhouding tussen concentraties in lichaamsvet en melkvet van ca. 1,4 gevonden werd. Verder lijken de gehalten bij het schaap en de ram hoger te zijn dan bij rundvee. Omdat koeien een deel van de dioxinen uitscheiden via de melk, zou verwacht kunnen worden dat de gehalten in het lichaamsvet van stieren hoger is dan dat van koeien. Een dergelijke verhoging werd echter niet gevonden. Als mogelijke verklaringen hiervoor kunnen genoemd worden (i) dat de belasting bij stieren minder is omdat zij minder eten dan koeien, terwijl zij bovendien vaak meer maïs-silage bijgevoerd krijgen en (ii) dat bij stieren het vetcompartiment in volume toeneemt met de leeftijd.

6. TOXICOKINETIEK IN DE KOE

6.1 Inleiding

De inname via het voedsel vormt bij de koe verreweg de belangrijkste blootstellingsroute voor dioxinen (de inname via ademhaling is te verwaarlozen). Een (groot) gedeelte van de ingenomen dioxinen verlaat het maagdarmkanaal weer zonder door het bloed te zijn opgenomen. Het gedeelte dat de koe bij de spijsvertering daadwerkelijk opneemt wordt de biobeschikbaarheid genoemd. De werkelijk opgenomen (biobeschikbare) dioxinen verspreiden zich door het lichaam. Dioxinen worden slechts langzaam door het lichaam afgebroken. Daardoor vindt bij continue blootstelling ophoping plaats in het lichaam. Vanwege het lipofiele (vetminnende) karakter van dioxinen gebeurt dit vooral in vetweefsel. Daarnaast vindt ophoping in de lever plaats, doordat dioxinen de lever aanzetten tot het produceren van eiwitten waar zij makkelijk aan binden. Bij lacterende koeien worden dioxinen, ook weer vanwege het lipofiele karakter, opgenomen in melkvet, zodat zij via de melkexcretie het lichaam kunnen verlaten.

6.2 Enkele onderzoeksresultaten

Inname van dioxinen via voedsel vindt bij de koe plaats door het eten van verontreinigd gras en grond. Een koe eet in de wei ca. 15 kg gras (droge stof) en ca. 0,225 kg grond (droge stof) per dag (zie Berende, 1990). In de winter wordt ze doorgaans met kuilgras gevoederd, waarbij de consumptie iets lager ligt. Dit kuilgras is eveneens vaak gecontamineerd met dioxinen, zij het dat het moment waarop de contaminatie plaats vond enkele maanden tot een jaar vooraf kan gaan aan de consumptie.

De biobeschikbaarheid hangt (onder andere) af van de matrix waarin de dioxinen in het voer voorkomen. Zo zullen dioxinen die aan vliegstof gebonden zijn een lagere biobeschikbaarheid hebben dan dioxinen welke in vet zijn opgelost. Bij lacterende koeien bleek de biobeschikbaarheid 25% te bedragen voor experimenteel toegediende dioxinen (uitgedrukt in TEQ's) die in olijfolie waren opgelost (Olling et al., 1990). In het veld, waar de inname via het vliegstof plaatsvindt, zal de biobeschikbaarheid lager zijn. In een experiment waarbij ratten werden blootgesteld aan dioxinen die gebonden waren aan vliegafval, werd (uitgedrukt in TEQ's) een biobeschikbaarheid van 10% gevonden (Theelen en Van Laar, 1989). Op dit moment worden de resultaten van een dergelijk experiment met twee koeien uitgewerkt. Deze resultaten duiden erop dat bij de koe de biobeschikbaarheid voor aan vliegafval gebonden dioxinen nog lager is.

Overigens blijkt de biobeschikbaarheid niet voor alle congenen hetzelfde te zijn. Met name de substitutiegraad (het aantal chlooratomen in het congeen) speelt hierbij een rol. Naarmate de substitutiegraad toeneemt, neemt de biobeschikbaarheid af. Vooral bij dioxinen en furanen met 7 of 8 chlooratomen is de biobeschikbaarheid laag.

Uit experimenten blijkt dat een tot twee dagen na toediening van een eenmalige dosis aan lacterende koeien de dioxineconcentratie in het bloed een maximum bereikt. Door opname in de weefsels (met name vet) daalt daarna de concentratie in het bloed aanvankelijk vrij snel. Dit verdelingsproces duurt ongeveer een week. Ondertussen wordt een deel van de met het bloed circulerende dioxinen in de melk uitgescheiden, zodat de concentratie in de melk die van het bloed weerspiegelt. Na de verdelingsfase dalen de concentraties in het bloed en daarmee in de melk langzamer. De daling in deze fase is het gevolg van uitscheiding. De snelheid waarmee de dioxineconcentratie in de melk (in de langzame fase) daalt wordt aangegeven met de halfwaardetijd (de tijd waarin de concentratie halveert). In de literatuur worden halfwaardetijden gerapporteerd welke, afhankelijk van het congeen, variëren van 30 tot 50 dagen (Firestone et al., 1979; Jensen en Hummel, 1982). De onderzoeksresultaten van het RIVM

stemmen hiermee goed overeen: 27-56 dagen (Olling et al., 1990; zie tabel 6.1). Bij langdurig blootgestelde lacterende koeien worden, na overschakelen op schoon voer, over het algemeen iets langere halfwaardetijden gevonden (tabel 6.1). Roos et al. (1991) vonden bij koeien, die tijdens de droogzettingsperiode (periode waarin een koe niet gemolken wordt) werden opgeladen met dioxinen via veekoeken en grassilage uit het Lickebaertgebied, na het afkalven veel langere halfwaardetijden in melkvet, namelijk van 65 dagen tot 180 dagen. Bij niet-lacterende koeien (vetweiders) uit het Lickebaertgebied (Olling et al., 1991) werden halfwaardetijden voor lichaamsvet gevonden die, zoals verwacht werd, veel langer zijn, namelijk 160 tot 280 dagen (zie tabel 6.1).

Wanneer de koe over langere periode aan dezelfde hoeveelheid dioxinen blootgesteld wordt zal zich een evenwichtssituatie instellen, waarbij de concentraties in de weefsels en in de melk op een constant niveau blijven. In deze situatie is de concentratieverhouding voor dioxinen in lichaamsvet en in melkvet gemiddeld ca. 1,4:1.

De in verhouding met andere diersoorten korte halfwaardetijden in de niet-lacterende koe suggeren een relatief hoog metabolisme, maar het is niet zeker dat metabolisme de enige of zelfs maar voorname rol bij de eliminatie speelt (er zou b.v. ook directe uitscheiding via de gal kunnen plaats vinden). Het congeener 2,3,7,8-TCDF wordt (bij wijze van uitzondering) echter zo snel uit de koe geëlimineerd (halfwaardetijd: 1 dag, zie tabel 6.1) dat aangenomen mag worden dat dit congeener inderdaad snel gemetaboliseerd wordt.

Hoe de verdeling (verspreiding binnen het organisme) van dioxinen bij drachtige dieren verloopt is nog niet bekend. Een experiment waarbij drachtige schapen gedurende langere periode met dioxinen verrijkte veekoeken te eten kregen, bevindt zich thans in de analyse-fase. Hierbij worden de dioxineconcentraties in de weefsels van zowel de ooien als de lammeren in de tijd gevolgd. Met de resultaten van dit onderzoek zal enig inzicht verkregen worden in de overdracht via de placenta en de opname van dioxinen via de melk bij lammeren (Olling et al., in prep).

Tabel 6.1. Halfwaardetijden (in dagen) in lacterende en niet-lacterende koeien (vetweiders).

Congeneer	Lacterende koeien		Vetweiders
	Eenmalige toediening	Langdurige toediening	
2378-TCDD	40	159	
12378-PCDD	43	53	203
123478-HxCDD		94	219
123678-HxCDD	48	54	258
123789-HxCDD		110	160
1234678-HpCDD	27		200
2378-TCDF	1		
23478-PCDF	49	45	266
123478-HxCDF	56	88	279
123678-HxCDF		63	170
234678-HxCDF		63	238
1234678-HpCDF	35	101	171

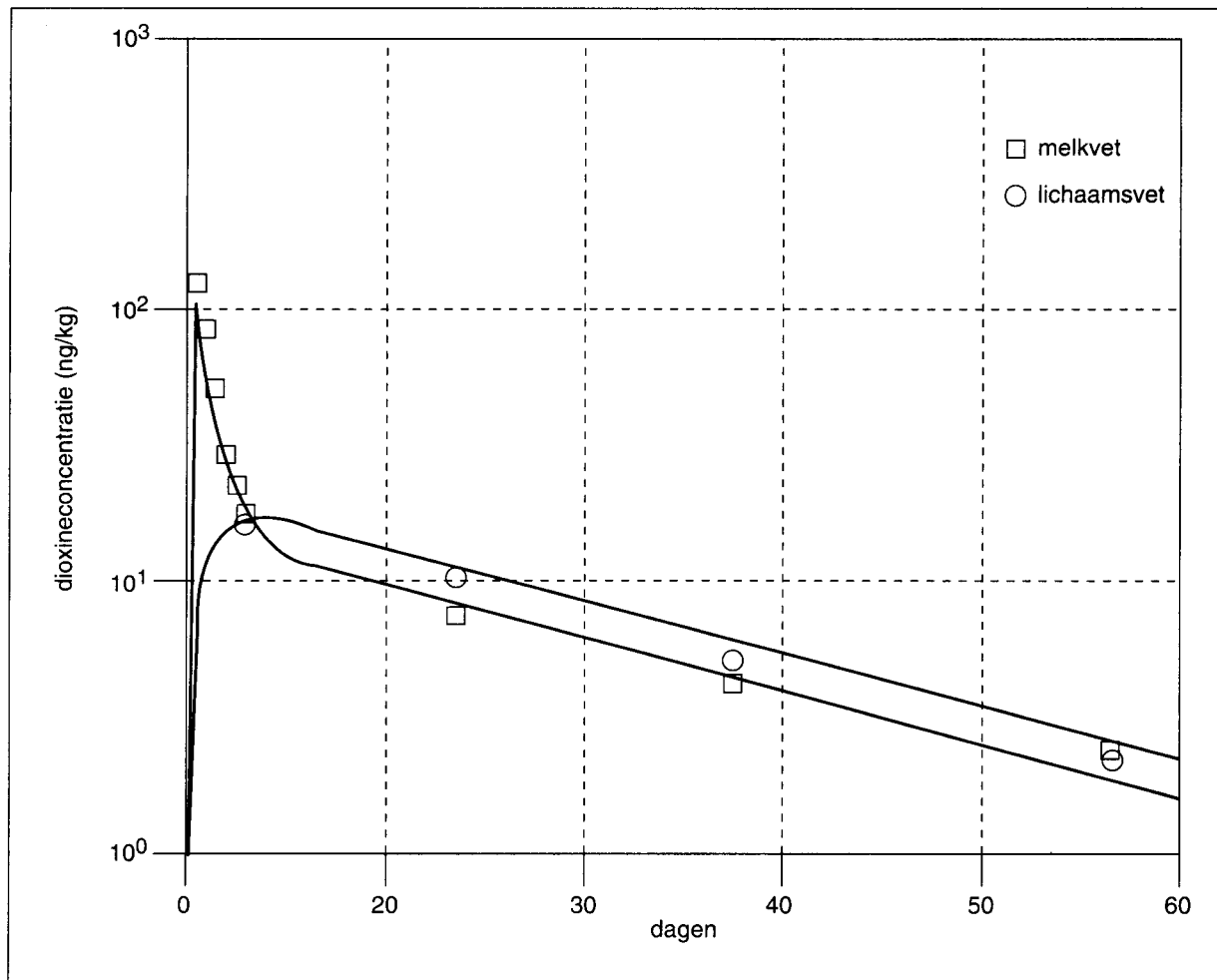


Fig. 6.1. Uitscheiding van $[^{13}\text{C}]$ -TCDD bij de lacterende koe na eenmalige toediening. Gemeten waarden (punten) en modelvoorspelling (lijnen).

6.3. Toxicokinetisch model

De gegevens uit de literatuur en uit het RIVM-onderzoek (Olling et al., 1990; Derks et al., 1991; Olling et al., 1991) werden gebruikt om een fysiologisch-kinetisch model (PBPK-model) voor dioxinen in de lacterende koe te toetsen. Het model dat afgeleid is van een bestaand model voor knaagdieren (Leung et al., 1990) bleek de concentratie van 2,3,7,8-TCDD in melk en lichaamsvet van koeien met redelijke nauwkeurigheid te kunnen simuleren (fig.6.1). Verdere ontwikkeling moet het model geschikt maken voor andere diersoorten waaronder de mens, hetgeen van belang is voor een verbeterde schatting van de humane risico's van dioxinen (zie hoofdstuk 8).

7. KWANTITATIEVE RELATIES

7.1 Inleiding

Het inzicht in de relaties tussen dioxinegehalten in rookgas van AVI's (hoofdstuk 2), in grond (hoofdstuk 4) en in koemelk (hoofdstuk 5) kan aanzienlijk verbeterd worden wanneer de gemeten waarden geëvalueerd worden met modelberekeningen welke gebaseerd zijn op de beschikbare kennis van de processen die zich hierbij afspelen. In de volgende hoofdstuk zal, met behulp van modelberekeningen, besproken worden in hoeverre de gemeten gehalten in grond rondom een bron verklaard kunnen worden vanuit de gemeten emissie. Vervolgens laat hoofdstuk 7.3. zien dat de daling van dioxineconcentraties in melk die optreedt wanneer de naburige AVI gesloten wordt, overeenstemt met wat op grond van de toxicokinetiek van de koe verwacht wordt. Om de relatie tussen emissie en koemelk te kwantificeren werd een ketenmodel ontwikkeld, bestaande uit het OPS-model (hoofdstuk 3), een model dat het gedrag van dioxinen in het weiland beschrijft en het toxicokinetisch model voor de koe (hoofdstuk 6). De structuur van dit ketenmodel wordt in hoofdstuk 7.4. kort beschreven. Een uitgebreidere beschrijving is in voorbereiding (Slob, in prep.). Vervolgens zullen de dioxinegehalten van een verzameling van 62 melkmonsters met de door het ketenmodel voorspelde gehalten vergeleken worden (hoofdstuk 7.4.1.). Omdat het ketenmodel in staat blijkt de gemeten dioxinegehalten in melk goed te voorspellen, kan het model gebruikt worden om voorspellingen te doen en om beleidsvragen te beantwoorden. Enkele voorbeelden hiervan worden gegeven in hoofdstuk 7.4.2.

7.2 Depositie en gehalten in grond

Omdat dioxinen in de grond persistent zijn en nauwelijks mobiel, kan aangenomen worden dat de gehalten in grond een goede weerspiegeling vormen van de depositiehistorie. Dit zou betekenen dat de ruimtelijke verdeling van de dioxinegehalten in grond rondom een AVI overeenstemmen met de (totale) depositievelden zoals voorspeld door het OPS-model (zie figuren 3.2A t/m 3.2M van de bijlagen). De juistheid van deze veronderstelling kan onderzocht worden door de gehalten in grond te berekenen met de door het OPS-model voorspelde depositie en deze te vergelijken met geanalyseerde grondmonsters. Met name de monsters die genomen zijn bij Leeuwarden zijn hiervoor geschikt, omdat het gaat om een tiental grondmonsters gelegen in de noord-oostelijke richting, met steeds toenemende afstand tot de bron (Matthijsen et al. 1991c).

De voorspelling van de gehalten in grond geschiedt door de depositie, zoals berekend door het OPS-model op basis van de gemeten emissie, te cumuleren over de operationele periode van de betreffende AVI. Er wordt dus aangenomen dat er geen afbraak van dioxinen in deze periode heeft plaats gevonden. Verder wordt er van uitgegaan dat alle dioxinen zich ophopen in de bovenste 10 cm van de bodem. Omdat deze berekeningswijze leidt tot een gehalte in ng TEQ/dm³ worden de gemeten gehalten van ng TEQ/g droge stof omgerekend tot ng TEQ/dm³, op basis van de gemeten of geschatte volumieke massa van het betreffende grondmonster.

Bij de monsters van Leeuwarden blijken de voorspelde gehalten in grond goed overeen te komen met de gemeten gehalten, behalve op twee lokaties (2 en 3), hetgeen waarschijnlijk te wijten is aan grondbewerking (zie *tabel 7.1*). Ook bij de AVR blijken voorspelde en gemeten gehalten redelijk overeen te stemmen. De gehalten in de grondmonsters genomen bij Zaanstad bleken duidelijk hoger dan op grond van de gemeten emissie (met weglaten van de hoge waarde op de derde meetdag) voorspeld werd. Volgens de lokale inspectie is het niet denkbeeldig dat de emissie van de AVI-Zaanstad in het verleden veel hoger geweest is dan ten tijde van de emissiemeting. Daarom werd geschat met welke factor de emissie verhoogd zou moeten worden om de beste overeenstemming te krijgen tussen de voorspelde en gemeten gehalten in grond. Bij toepassing van een correctiefactor ter waarde van 5,5 werd de beste

overeenstemming tussen gemeten en voorspelde waarden bereikt. Deze correctiefactor werd toegepast in het ketenmodel voor het voorspellen van gehalten in melk, hetgeen tot goede resultaten leidde, zowel vóór als na de sluiting van de AVI (zie 7.4.1.).

Overigens is het tamelijk verrassend dat bij de AVR en de AVI-Leeuwarden de gehalten in grond ook in absolute zin goed voorspeld worden. Immers, de voorspellingen werden gebaseerd op de emissie zoals gemeten op drie opeenvolgende dagen, hetgeen de veronderstelling impliceert dat deze emissie representatief was voor de gemiddelde emissie over de gehele operationele periode van de betreffende AVI.

De hier beschreven berekening van gehalten in grond op basis van de depositie wordt gebruikt in het ketenmodel als onderdeel voor het voorspellen van gehalten in melk.

Tabel 7.1. Vergelijking tussen gemeten en voorspelde dioxinegehalten (ng TEQ/dm³) in grond voor de laag 0-10 cm van enkele locaties bij de AVI-Leeuwarden, bij de AVR en bij de AVI-Zaansstad.

Lokatie-code	voorspeld gehalte (ng TEQ/dm ³)	gemeten gehalte (ng TEQ/dm ³)	afstand tot bron (km)
AVI-Leeuwarden:			
1	24,6	18,1	0,9
2	20,4	8,3	1,4
3	15,3	2,8	1,9
4	10,7	9,7	2,5
5	12,1	14,7	2,4
6	10,7	11,2	2,7
7	9,5	10,1	3,0
8	7,1	6,1	4,6
9	5,9	4,5	5,7
10	3,6	2,1	8,1
AVR:			
B	20,4	26,0	
C	23,7	13,4	
D	19,8	18,0	
H	19,4	22,4	
K	17,7	11,6	
AVI-Zaansstad:			
A	46,1 ¹⁾	38,6	
B	34,5 ¹⁾	42,0	
C	37,6 ¹⁾	45,8	
D	39,9 ¹⁾	30,6	
E	9,9 ¹⁾	15,6	

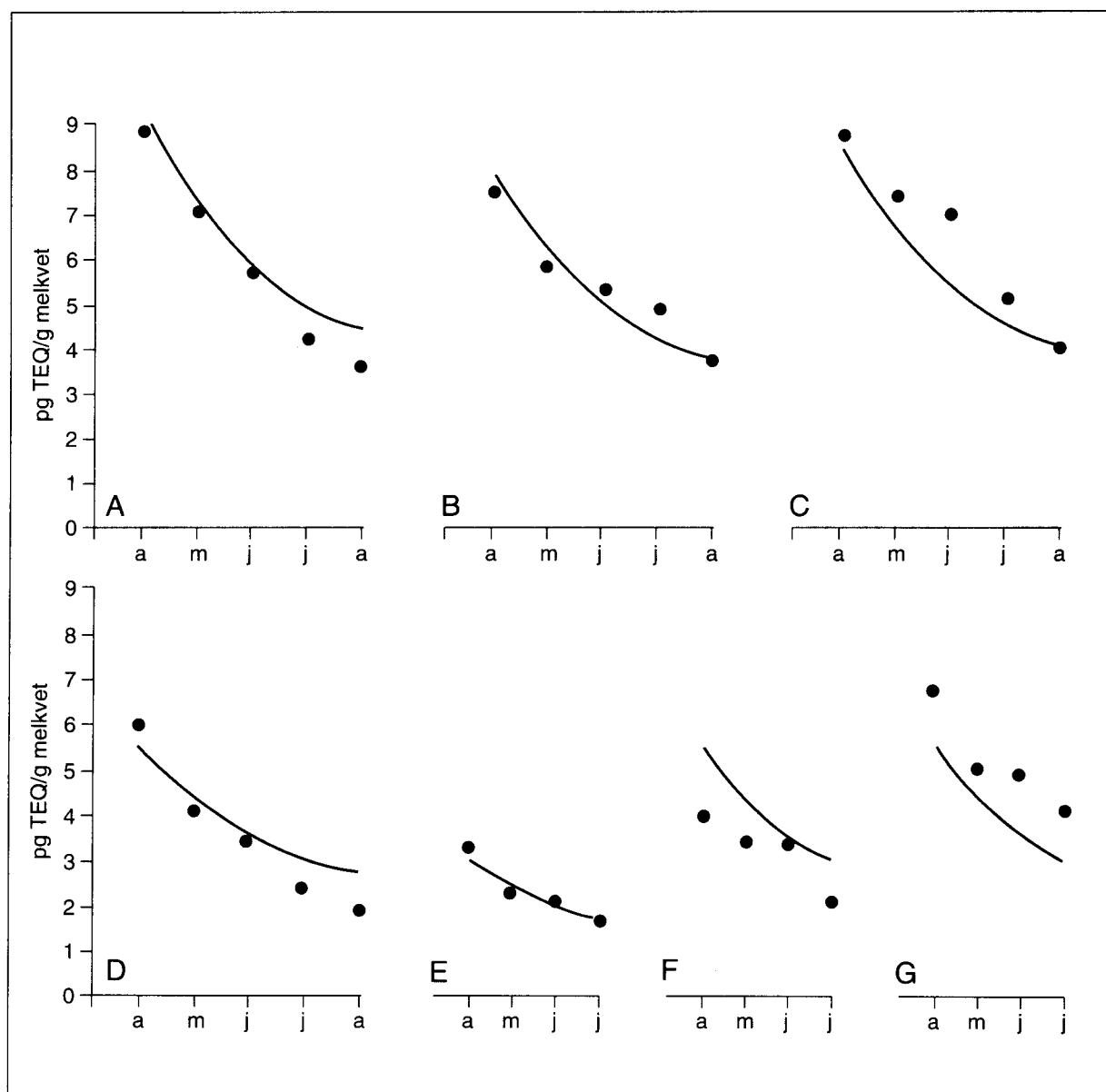
Bij Leeuwarden werd aangenomen dat het dioxinegehalte in de grond lineair afneemt tot nul op een diepte van 10 cm diep (het gemeten gehalte betrof slechts de eerste 5 cm). Bijzonderheden van de locaties bij Leeuwarden: 1 t/m 4: rond 1974 opgehoogd met zand; 3: bewerkt; 2: mogelijk bewerkt; 4: in woonwijk; 5, 6, 7 en 10: weiland; 8 en 9: natuurgebied met beperkte landbouw.

¹⁾ Na toepassing correctiefactor (5,5).

7.3 Afname gehalten in melk na sluiting AVI

Op basis van experimenteel onderzoek bij lacterende koeien (zie hoofdstuk 6) werd een halfwaardetijd afgeleid voor dioxineconcentraties in koemelk (uitgedrukt in TEQ). De waarde van deze experimenteel gevonden halfwaardetijd voor de natuurlijke situatie kon getoetst worden aan het verloop van de concentraties in melk van koeien in de omgeving van de AVI-Zaanstad, na sluiting van de AVI in april 1990 (Langeweg et al. 1990). Het blijkt dat een (niet-lineair) regressie-model (Hoogerbrugge en Slob, in prep), waarin de experimenteel vastgestelde halfwaardetijd als vaste parameter opgenomen was, de snelheid in afname goed voorspelde. (Zie Fig. 7.1).

Fig. 7.1. Vergelijking van gemeten (punten) en voorspelde (lijnen) dioxineconcentraties in melk voor 7 locaties (A t/m G) in de omgeving van de AVI van Zaanstad, na sluiting in april 1990, voor de maanden april (a), mei (m), juni (j), juli (j) en aug (a). N.B. het gebruikte model beschrijft tevens de spreiding tussen locaties.



7.4 Het ketenmodel

Het OPS-model (hoofdstuk 3) werd via een weidemodel gekoppeld aan het toxicokinetisch model (hoofdstuk 6) tot een ketenmodel. Hiermee kan op een willekeurige lokatie en voor een willekeurig tijdstip (waarvoor de weersomstandigheden bekend zijn) de dioxineconcentratie in koemelk voorspeld worden. In hoofdlijnen voert het ketenmodel de volgende stappen uit.

Dioxinen worden door de koe zowel via gras als via grond opgenomen. De opname via grond berekent het ketenmodel door het gehalte in de grond van een bepaalde lokatie te schatten op basis van lange termijn depositievoorspellingen (zie 7.2.) en dit vervolgens te vermenigvuldigen met de hoeveelheid grond die een koe bij het grazen binnenkrijgt. In tegenstelling tot gehalten in grond, zullen grasgehalten fluctueren onder invloed van het weer. Daarom wordt, om de opname via gras te berekenen, voor een aantal maanden (de actuele maand en een aantal voorafgaande maanden) de depositie afzonderlijk berekend, uitgaande van de werkelijke weersomstandigheden. Vervolgens berekent het model, hoeveel van de gedeponeerde dioxinen van het gras afspoelt en hoeveel op het gras achterblijft. Deze hoeveelheden, zowel van de droge als van de natte depositie, worden verondersteld af te hangen van de hoeveelheid neerslag die de betreffende maand gevallen is (volgens een exponentieel verband). De aldus verkregen gehalten op gras worden omgerekend in een maandelijkse inname door de koe. Naast de inname via grond dient dit als invoer van het toxicokinetisch model (zie hoofdstuk 6), hetgeen resulteert in het voorspelde gehalte in melk.

Op twee na worden alle parameters van het ketenmodel bekend verondersteld. De twee onbekende parameters zijn gerelateerd aan de fracties van de droge en de natte depositie welke onder invloed van neerslag van het gras afspoelt (op maandbasis). Deze parameters werden geschat door modelvoorspellingen te ijken op een deelverzameling van de gemeten dioxinegehalten in melk. In het voorjaar van 1992 zal een systematisch grasonderzoek uitgevoerd worden, met de bedoeling de gehalten op gras in relatie tot de hoeveelheid neerslag direct te meten.

7.4.1 *Gemeten en voorspelde gehalten in melk bij 3 AVI's*

In tabel 7.4.1A (bijlagen) zijn de gemeten dioxinegehalten van 62 melkmonsters en de door het ketenmodel voorspelde waarden weergegeven. In fig. 7.2 zijn de voorspelde en gemeten gehalten tegen elkaar uitgezet. Het gaat om melkmonsters welke in verschillende perioden in de jaren 1989 en 1990 genomen zijn bij een viertal AVI's (Zaanstad, AVR, Leeuwarden, Duiven).

Met het model kunnen de afzonderlijke bijdragen van de routes via het gras en via de grond berekend worden. De route via het gras kan nog opgesplitst worden in een bijdrage welke bepaald wordt door de depositie die afkomstig is van de lokale bron en een bijdrage afkomstig van de achtergronddepositie (zie tabel 7.4.1A van de bijlagen). De route via het gras betreft de korte termijn depositie en fluctueert daarom onder invloed van de actuele weersomstandigheden. De route via de grond wordt bepaald door de lange termijn depositie en fluctueert daarom niet, maar neemt met de jaren langzaam toe.

Bij deze modelberekeningen werd uitgegaan van het gemiddelde van de in dit onderzoek uitgevoerde emissiemetingen. In het geval van Zaanstad werd de hoge emissiemeting van de derde meetdag niet meegenomen (zie 7.4.2). Wel werd verondersteld dat de emissie in het verleden een factor 5,5 hoger geweest is (zie 7.2.), hetgeen van belang is voor het berekenen van de bijdrage via de grond. Het blijkt dat de gehalten in melk in het algemeen goed voorspeld worden. De gemiddelde afwijking bedraagt ca. 25%, terwijl de chemisch-analytische fout van de metingen ca. 10% bedraagt. Een sterk afwijkende voorspelling wordt gevonden bij Zaanstad (locatie D). De reden hiervoor is waarschijnlijk dat deze

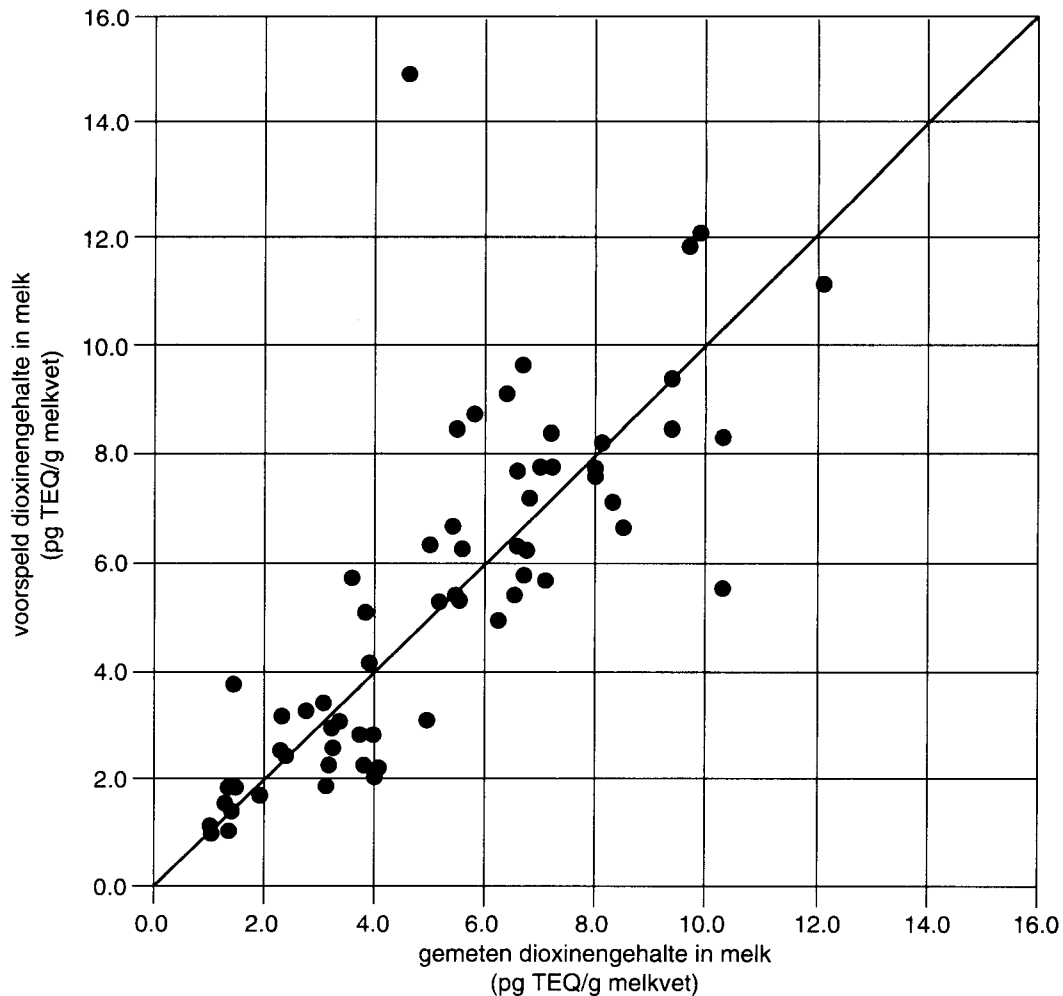


Fig. 7.2 Vergelijking voorspelde en gemeten dioxinegehalten in melk (zie ook tabel 7.4.1A van de bijlagen).

locatie in de buurt van het maximum van het natte depositieprofiel valt, welke hier een zeer sterke gradiënt heeft. Daardoor kan een kleine afwijking van de werkelijke locatie drastische gevolgen hebben (de positie waar de koeien gegraasd hebben is niet exact bekend).

De modelberekeningen laten duidelijk zien dat in geval van hoge gehalten in melk de naburige AVI verreweg de belangrijkste bijdrage levert. Verder laten de modelberekeningen zien dat de bijdrage aan de melk via de grond in het algemeen gering is (<1 pg TEQ/g), behalve bij Zaanstad, waar de bijdrage tot 3 pg TEQ/g melkvet kan oplopen. Door de achtergrondbijdrage via het gras op te tellen bij de bijdrage via de grond kan voorspeld worden op welke waarden de gehalten in melk op termijn (ca 5 maanden) zullen uitkomen wanneer de lokale bron gesloten wordt. In het geval van Zaanstad blijken de aldus verkregen waarden overeen te komen met de waarden welke 5 maanden na sluiting van de AVI in de melk gevonden werden.

7.4.2 Toepassingen van het ketenmodel

Meetresultaten geven altijd een beperkte momentopname van de werkelijkheid. Bij zulke kostbare analyses zoals het geval is bij dioxinen, is het aantal metingen in het algemeen beperkt. Het ketenmodel levert wel een volledig beeld en kan daardoor, indien de modelvoorspellingen overeenkomen met de

beschikbare gemeten waarden, het beeld aanvullen voor lokaties en tijdstippen waarvoor geen metingen beschikbaar zijn. De mogelijke toepassingen van het ketenmodel kunnen onderverdeeld worden in een aantal categorieën, te weten (i) het evalueren van de meetresultaten, (ii) het sturen van de monstername en (iii) het voorspellen van gehalten in melk na genomen maatregelen. De volgende voorbeelden illustreren dit.

Evalueren van meetresultaten.

Terwijl de emissiemetingen per AVI steeds redelijk stabiel waren, werd bij de AVI van Zaanstad op de derde meetdag een sterk afwijkende hoge waarde gevonden. Hiervoor werd geen verklaring gevonden, terwijl een meetfout onwaarschijnlijk geacht werd. De vraag is of een dergelijke piek in de emissie van de AVI van Zaanstad als een regelmatig voorkomend verschijnsel gezien moet worden dan wel als een incident welke bij toeval optrad tijdens de emissiemetingen. Op grond van de emissiemetingen zelf kan hierover geen uitspraak gedaan worden, omdat het aantal metingen daarvoor te klein is. In 7.2. werd besproken dat de gemeten dioxinegehalten in grond een factor 5,5 hoger waren dan de gehalten die voorspeld werden op grond van de gemeten emissie. Hierbij werd de emissie geschat met weglaten van de hoge waarde van de derde meetdag. Wanneer deze hoge waarde wel wordt meegenomen bij het schatten van de emissie, komen voorspelde en gemeten gehalten in grond veel beter overeen. Dit zou erop duiden dat de hoge waarde als een normaal voorkomend verschijnsel gezien moet worden. Het blijkt echter dat met deze hogere emissie als uitgangspunt de gehalten in melk met een factor van ca. 3 overschat worden door het ketenmodel, terwijl de melkgehalten wel goed worden voorspeld wanneer de lagere emissie (met weglaten van de hoge meting op de derde meetdag) als uitgangspunt genomen wordt. De emissiemetingen kunnen daarom alleen in verband gebracht worden met zowel de gehalten in grond als in melk door aan te nemen dat hoge waarden als gevonden op de derde meetdag in het verleden wel regelmatig optraden, maar recentelijk slechts zelden.

Sturen van de monstername

Het model kan, voordat metingen gedaan zijn, aangeven op welke lokaties hoge concentraties in melk te verwachten zijn. Dit kan gebruikt worden voor een efficiënte keuze van lokaties voor het nemen van melkmonsters. Indien het model voorspelt dat bij een bepaalde bron in het geheel geen hoge concentraties in melk te verwachten zijn, zou besloten kunnen worden het meten van de melk bij die bron achterwege te laten.

Gevolgen van maatregelen

De door het model berekende bijdrage aan de melk afkomstig van de grond kon in het geval van de AVR gebruikt worden om te adviseren over het nut van grondbewerking in het Lickebaert-gebied. Het bleek dat voor dit gebied de bijdrage via de grond gering is, nl. minder dan 1 pg TEQ/g vet (zie tabel 7.4.1. van de bijlagen), zodat een dergelijke maatregel afgeraden werd.

Met het model kan voorspeld worden welke gehalten in melk rondom een bron te verwachten zijn indien voldaan wordt aan de RV'89, d.w.z. een emissie van 0,1 ng TEQ/m³ rookgas. Deze berekening werd uitgevoerd voor Alkmaar. Het bleek dat de bijdrage van de lokale bron aan de gehalten in melk in dat geval te verwaarlozen is.

7.5 Congeneerpatronen

Fig. 7.3 laat zien dat de congeneerpatronen van monsters vliegstof vrij goed overeenkomen met die van monsters grond en gras uit de directe omgeving van een AVI. Wel valt op dat de relatieve hoeveelheid furanen in grond lager is dan in vliegstof. Het congeneerpatroon van dioxinen in koemelk wijkt daarentegen nogal af. Dit kan verklaard worden met het feit dat zowel de biobeschikbaarheid als de

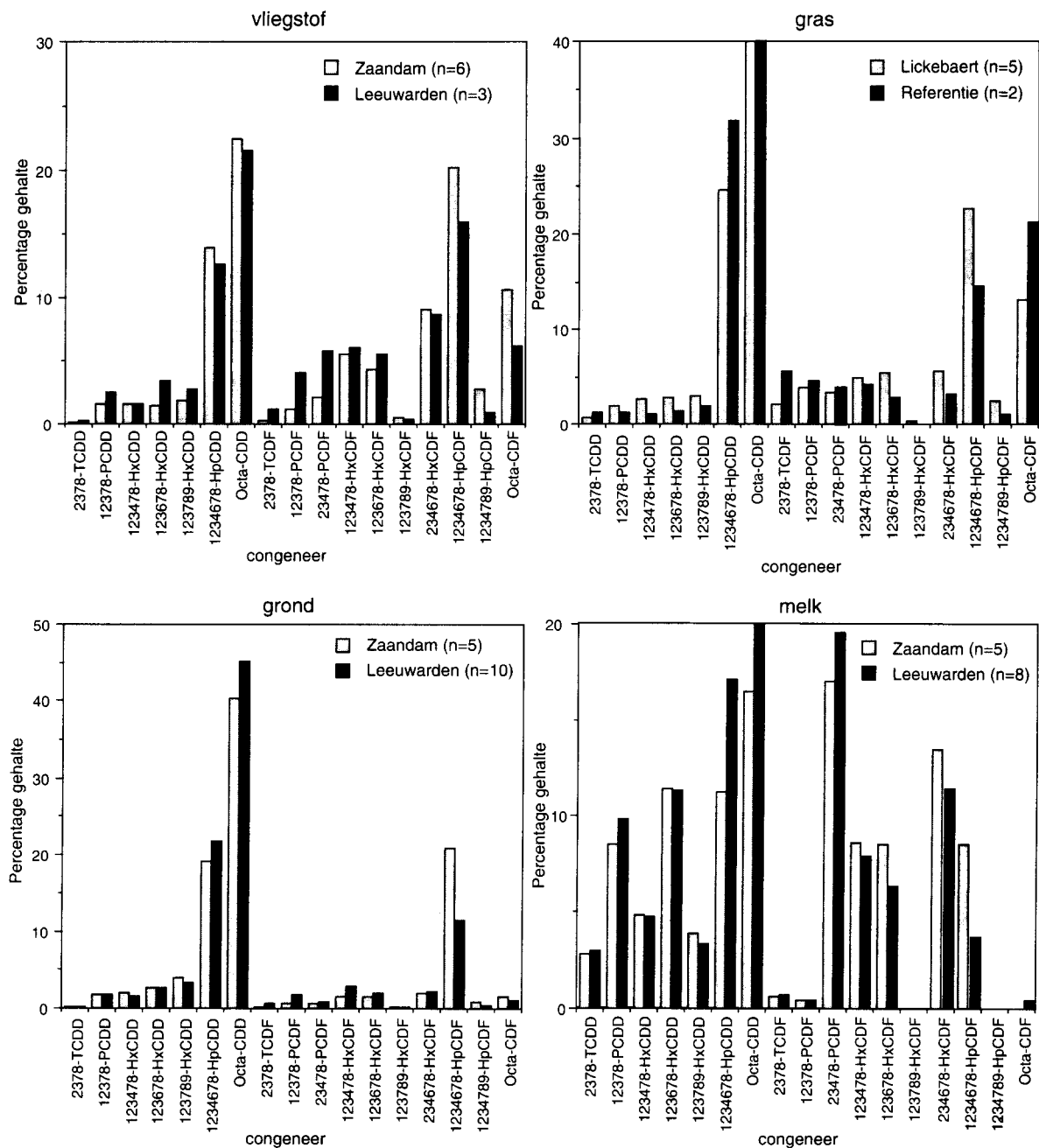
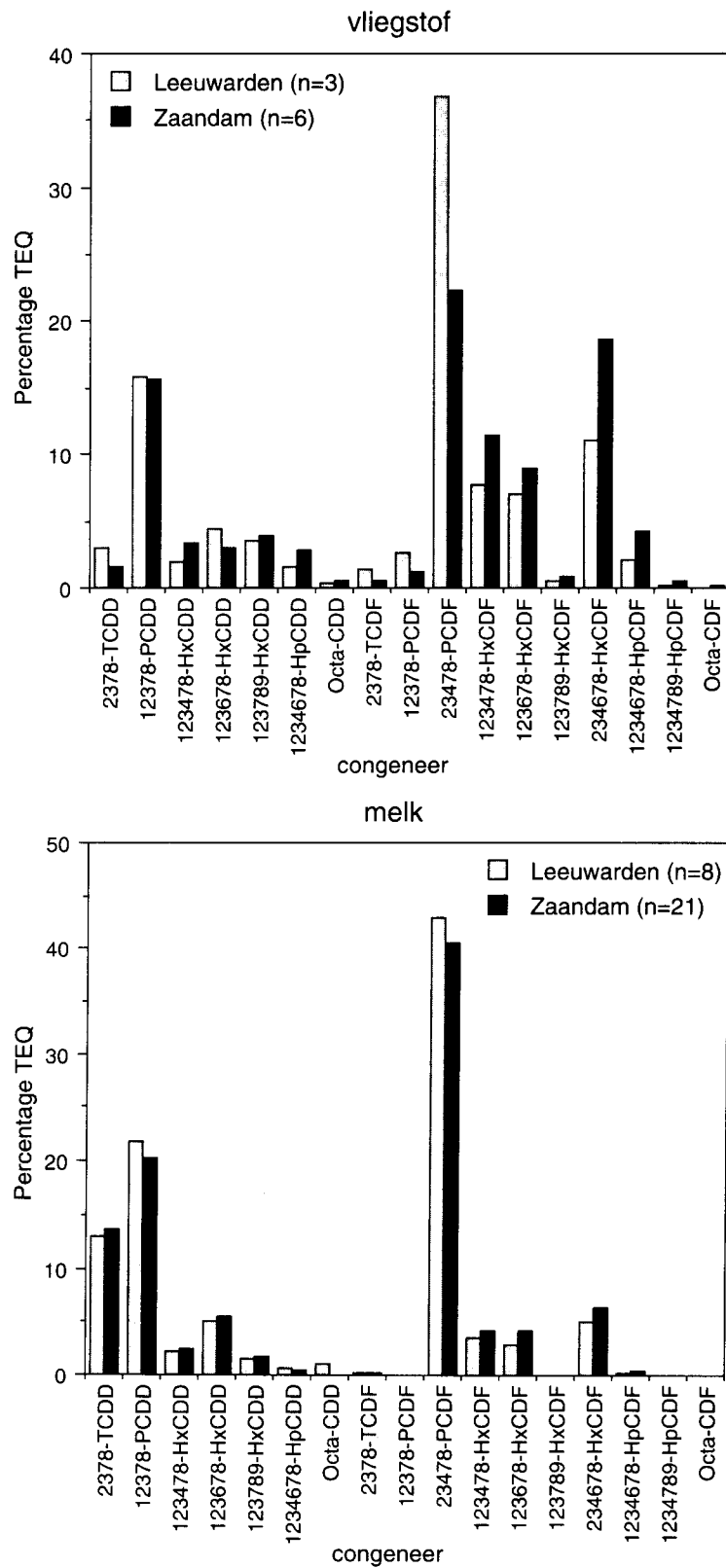


Fig. 7.3. Gemiddelde congenerpatronen van enkele monsters vliegstof, grond, gras en melk. N.B. de grasmonsters betreffen niet dezelfde locaties als de andere monsters

halfwaardetijd in koemelk congener-afhankelijk is (zie hoofdstuk 6.2) Wanneer de congenerpatronen van vliegstof en van koemelk niet in gemeten gehalten maar in eenheden TEQ worden weergegeven, blijken de verschillen minder groot (fig. 7.4).

Ondanks het feit dat het congenerpatroon van koemelk afwijkt van dat van gras- en grondmonsters, vonden Liem et al. (1992) dat koemelk van melkveebedrijven uit de omgeving van een kabelbrandrij een ander congenerpatroon vertoonde dan koemelk uit de omgeving van een AVI.

Fig. 7.4. Gemiddelde congeenerpatronen van enkele monsters vliegstof en melk, uitgedruk in TEQ's. N.B. de melkmonsters betreffen andere locaties als de vliegstofmonsters.



8. BLOOTSTELLING EN TOXICOLOGISCHE NORMEN

8.1 Normen voor de inname

Omdat 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-*p*-dioxine (TCDD) in de Verenigde Staten als een zg. "carcinogen" wordt beschouwd is de norm aldaar gebaseerd op een extrapolatie met een aanvaardbaar kankerrisico van 10^{-6} . De hierop gebaseerde norm bedraagt 0.006 pg TCDD per kg lichaamsgewicht per dag (Kimbrough et al., 1984; Roberts, 1991). Een aantal Europese landen en Canada hebben voor TCDD en verwante verbindingen een toelaatbare dagelijkse inname (TDI) gekozen volgens het principe van de zogenaamde *no effect levels* bij proefdieren in combinatie met veiligheidsfactoren. Ten gevolge van verschillen in de interpretatie van resultaten uit relevante experimenten zijn diverse *no effect levels* van onderling verschillende parameters vastgesteld. Canada heeft een TDI van 10 pg per kg lichaamsgewicht per dag (Grant, 1990). De Scandinavische landen adviseren een toelaatbare inname van maximaal 35 pg per kg lichaamsgewicht per week. Daarbij komt tot uiting dat kortstondige overschrijdingen van een gemiddelde inname van 5 pg/kg lichaamsgewicht toelaatbaar geacht worden (Ahlborg et al., 1988). Nederland heeft sinds 1982 een TDI van 4 pg per kg lichaamsgewicht per dag (Van der Heijden et al., 1982). Soortgelijke benaderingen worden in Engeland (Pollution Paper, 1989), Duitsland en Zwitserland gehanteerd, resulterend in richtwaarden van 1 tot 10 pg per kg lichaamsgewicht per dag. Japan kent een richtwaarde van 100 pg per kg lichaamsgewicht per dag gebaseerd op een risicoschatting waarbij gebruik gemaakt werd van waargenomen klinische effecten op patiënten die blootgesteld geweest waren aan met dioxinen verontreinigde consumptie-olie (Masuda, 1990).

Om aan deze verwarrende situatie een eind te maken werd van 4-7 december 1990 in Bilthoven een WHO-bijeenkomst gehouden, "Consultation on Tolerable Daily Intake (TDI) from food of PCDD's and PCDF's". Tijdens deze bijeenkomst werden experimentele gegevens geëvalueerd en *no effect levels* voor de diverse effecten bij proefdieren vastgesteld. Daarnaast werden gehalten TCDD in serum van blootgestelde mensen uit Seveso gerelateerd aan klinische gegevens van deze groep. Hieruit bleek, dat bij deze groep concentraties TCDD in het serum aanwezig waren, die bij proefdieren tot effecten geleid zouden hebben. Bij deze personen zelf werden echter géén eenduidige klinische veranderingen waargenomen (Mocarelli et al., 1991). Aan de andere kant bleek uit modelsimulaties dat een zekere levenslange blootstelling aan dioxinen bij de mens tot veel hogere concentraties TCDD in de lever leidt dan eenzelfde levenslange blootstelling bij proefdieren. Op grond van deze overwegingen werd voor de mens een *no effect level* voor levenslange blootstelling van 100 pg TCDD per kg lichaamsgewicht per dag berekend. Omdat uit de Seveso-gegevens echter niet voldoende informatie kon worden verkregen over mogelijke effecten op de voortplanting en over de individuele variatie werd een veiligheidsfactor van 10 gebruikt om te komen tot een aan te bevelen TDI van 10 pg TCDD per kg lichaamsgewicht per dag.

Hoewel deze advieswaarde in feite alleen betrekking heeft op TCDD, kan ze ook gebruikt worden ter evaluatie van een groep van aan TCDD verwante verbindingen. Verwante verbindingen vertonen na blootstelling effecten die in kwalitatieve zin identiek zijn aan die van TCDD, maar waarbij de mate van het effect bij gelijke dosis kan verschillen. Dat biedt de mogelijkheid verwante verbindingen te relateren aan TCDD door middel van een TCDD Toxiciteits Equivalentie Factor (TEF). Vanwege verschillen in interpretatie van experimentele proefdiergegevens zijn voor eenzelfde congeneer diverse TEF's in omloop. In een internationaal samenwerkingsverband, voorgezeten door de NATO/CCMS, waarin Nederland participeerde, is in 1988 consensus bereikt over één TEF-schema. In Nederland wordt dan ook gebruik gemaakt van dit internationale schema met TEF's, de zg. (i)-TEF's (Van Zorge et al., 1989). Hierin worden alleen de zeventien 2,3,7,8-chloor gesubstitueerde dioxinen en furanen als TCDD verwante verbindingen beschouwd (zie tabel 8.1). Door vermenigvuldiging van het gehalte van een aan TCDD verwante verbinding met de betreffende (i)-TEF, ontstaat het gehalte TCDD Toxische

Equivalentie ((i)-TEQ) van dat congeneer. Door nu alle (i)-TEQ's van de 17 verwante verbindingen in een mengsel op te tellen, wordt het gehele mengsel uitgedrukt in (i)-TEQ en kan het gehele mengsel beoordeeld worden als een hoeveelheid TCDD. In dat geval is een advieswaarde of norm voor een hoeveelheid (i)-TEQ numeriek gelijk aan die van TCDD. In dit rapport wordt gewoonlijk kortweg van TEQ gesproken, waarmee (i)-TEQ bedoeld wordt.

Zoals boven werd aangegeven, kan in Nederland voor de aanbeveling van 10 pg TCDD een TDI voor verwante verbindingen van 10 pg (i)-TEQ gelezen worden. De WHO bijeenkomst concludeerde dat de TEQ-benadering als interim benadering gebruikt kan worden, maar waarschijnlijk het risico overschat (WHO/EURO, 1991). Daarom wordt geadviseerd (i)-TEQ's alleen bij risico-management te gebruiken. Men mag er vanuit gaan dat het mogelijke risico van een blootstelling aan een mengsel TCDD verwante verbindingen voor de volksgezondheid minder ernstig zal zijn, dan op basis van het gehalte (i)-TEQ wordt verondersteld (WHO/EURO, 1991).

Tabel 8.1. Toxiciteits Equivalentie Factoren voor de 17 dioxinen en furanen en voor 3 planaire PCB's.

Congeneer	TEF
dioxinen	
2378-TCDD	1
12378-PCDD	0.5
123478-HxCDD	0.1
123678-HxCDD	0.1
123789-HxCDD	0.1
1234678-HpCDD	0.01
octa-CDD	0.001
furanen	
2378-TCDF	0.1
12378-PCDF	0.05
23478-PCDF	0.5
123478-HxCDF	0.1
123678-HxCDF	0.1
123789-HxCDF	0.1
234678-HxCDF	0.1
1234678-HpCDF	0.01
1234789-HpCDF	0.01
octa-CDF	0.001
planaire PCB's	
343'4'TCB (77)	0.01
3453'4'PeCB (126)	0.1
3453'4'5'HxCB (169)	0.005

Bij deze aanbeveling dient echter een aanvullende opmerking te worden gemaakt. In de meer recente wetenschappelijke publikaties worden, behalve de zeventien 2,3,7,8-chloor-gesubstitueerde dioxinen en furanen, ook de zg. planaire PCB's en mono-ortho-gesubstitueerde planaire PCB's als aan TCDD verwante verbindingen beschreven. In feite bestaat er zelfs al een aanbeveling van de Nederlandse Werkgroep Toxiciteits Equivalentie Factoren om aan deze verbindingen ook een TEF toe te kennen en in een risico-beoordeling als TCDD verwant te beschouwen (zie *tabel 8.1*).

8.2. Inname door de Nederlandse bevolking en gezondheidsrisico's

Om inzicht te hebben in het mogelijke risico van dioxinen en verwante verbindingen voor de volksgezondheid, moet de algehele blootstelling van de Nederlandse bevolking bepaald worden. Indien de blootstelling onder de norm blijft, kan aangenomen worden dat er geen risico bestaat. Wanneer de norm overschreden wordt, zal een specifieke risicoschatting in relatie tot de hoogte van de blootstelling inzicht moeten geven omtrent de omvang van het risico.

De algehele blootstelling van de Nederlandse bevolking geschiedt voor tenminste 95% via de voeding (Theelen, 1989). Daarom is chemisch-analytisch onderzoek gedaan naar gehalten 2,3,7,8-chloor-ge-substitueerde PCDD's en PCDF's en planaire PCB's in diverse Nederlandse voedingsmiddelen (Liem et al., 1991). Combinatie van de resultaten van een uitgebreide voedselconsumptiepeiling (VCP, 1988) met de resultaten van dit voedingsmiddelenonderzoek toonde aan, dat de mediane blootstelling voor de bevolking, ouder dan 20 jaar, ongeveer 1 pg TEQ bedraagt (*Fig. 8.1.*). Indien tevens rekening gehouden wordt met de drie planaire PCB's bedraagt deze ruim 2 pg TEQ per kg lichaamsgewicht per dag (*Fig. 8.2.*). Vooral melkprodukten en produkten met visolie bleken substantieel bij te dragen aan de algehele blootstelling van dioxinen en verwante verbindingen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt, dat een gering percentage van de bevolking, jonger dan 7 jaar, de WHO-norm van 10 pg TEQ per kg per dag in geringe mate overschrijdt vanwege blootstelling aan PCDD's, PCDF's en planaire PCB's via de voeding. Men bedenke echter, dat de norm gebaseerd is op een berekening van levenslange (70-jarige) blootstelling.

Bij deze blootstellingsberekeningen werden de gehalten in melkprodukten en rundvlees gesteld op het gehalte dat gevonden werd in landelijke mengmonsters. Daarnaast werd in een scenario-analyse doorerekend welk deel van de populatie de TDI levenslang zou overschrijden voor een reeks fictieve gehalten in koemelkvet - en daaraan geassocieerd, in boter, kaas en rundvlees - variërend van 0 tot 14 pg TEQ per g melkvet. Uit *Fig. 8.3.* blijkt dat minder dan 1% van de populatie bij 6 pg TEQ per g vet de TDI levenslang zou overschrijden (zie verder Liem et al., 1991). Op grond van deze resultaten werd in juli 1991 besloten de tijdelijke melknorm van 6 pg TEQ/g melkvet niet te veranderen en deze waarde te handhaven als uiteindelijke warenwetnorm (zie Appendix 8.2A van de bijlagen).

Op dit moment wordt op het RIVM gewerkt aan de ontwikkeling van een model waarmee de verspreiding van dioxinen door het menselijk lichaam en mogelijke effecten voorspeld kunnen worden. Verwacht wordt dat een dergelijk model, in combinatie met de nu beschikbare informatie over de werkelijke blootstelling van de Nederlandse bevolking, zoals samengevat in *Fig. 8.1.* en *8.2.*, een verbeterde risicoschatting op zal leveren ten opzichte van de bovenbeschreven TDI-benadering. Daarnaast wordt gewerkt aan een model voor de zuigeling. Hiermee zal getracht worden de risico's van het drinken van moedermelk te schatten.

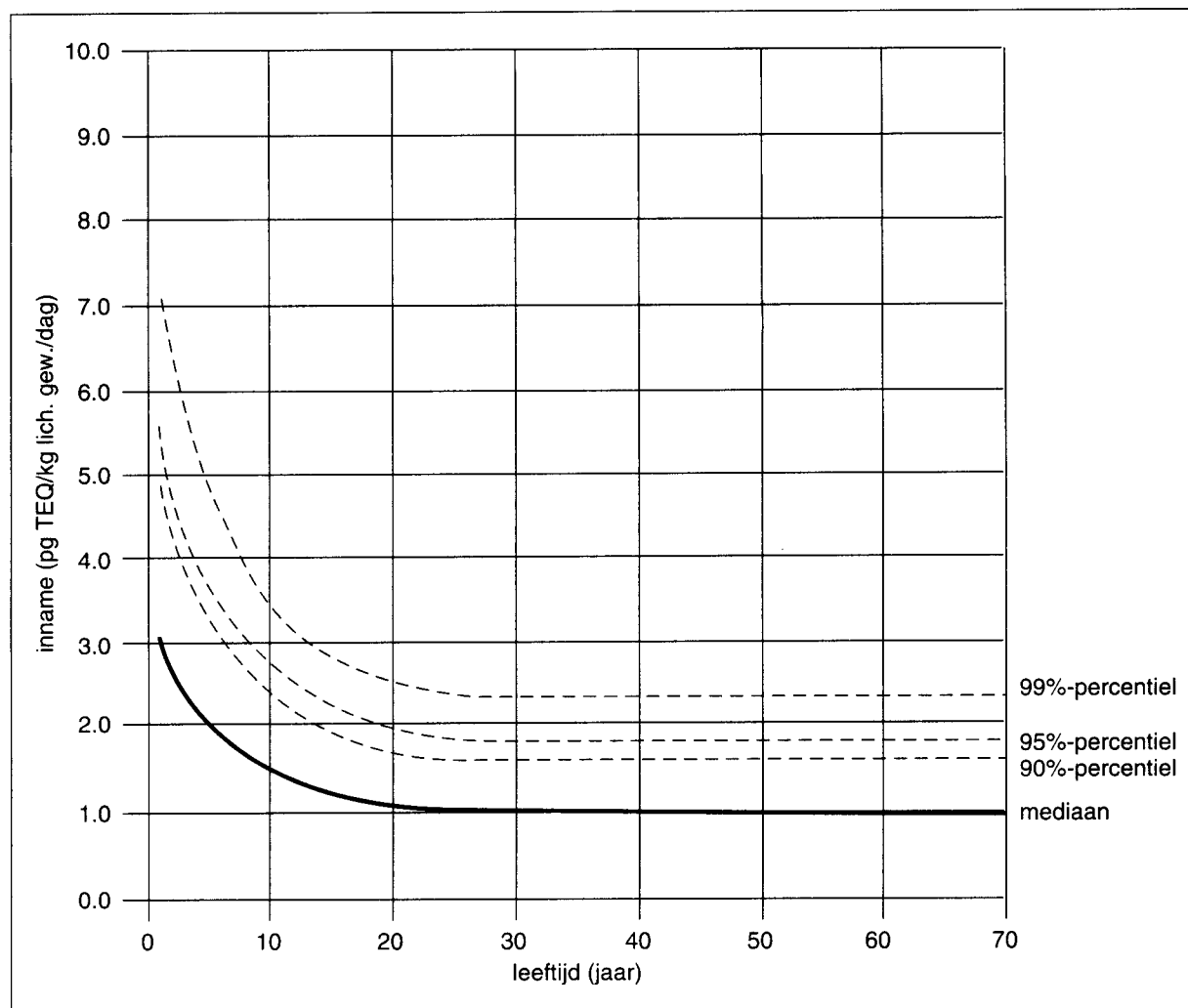


Fig. 8.1. Inname van dioxinen via voedsel door de Nederlandse bevolking, als functie van de leeftijd.

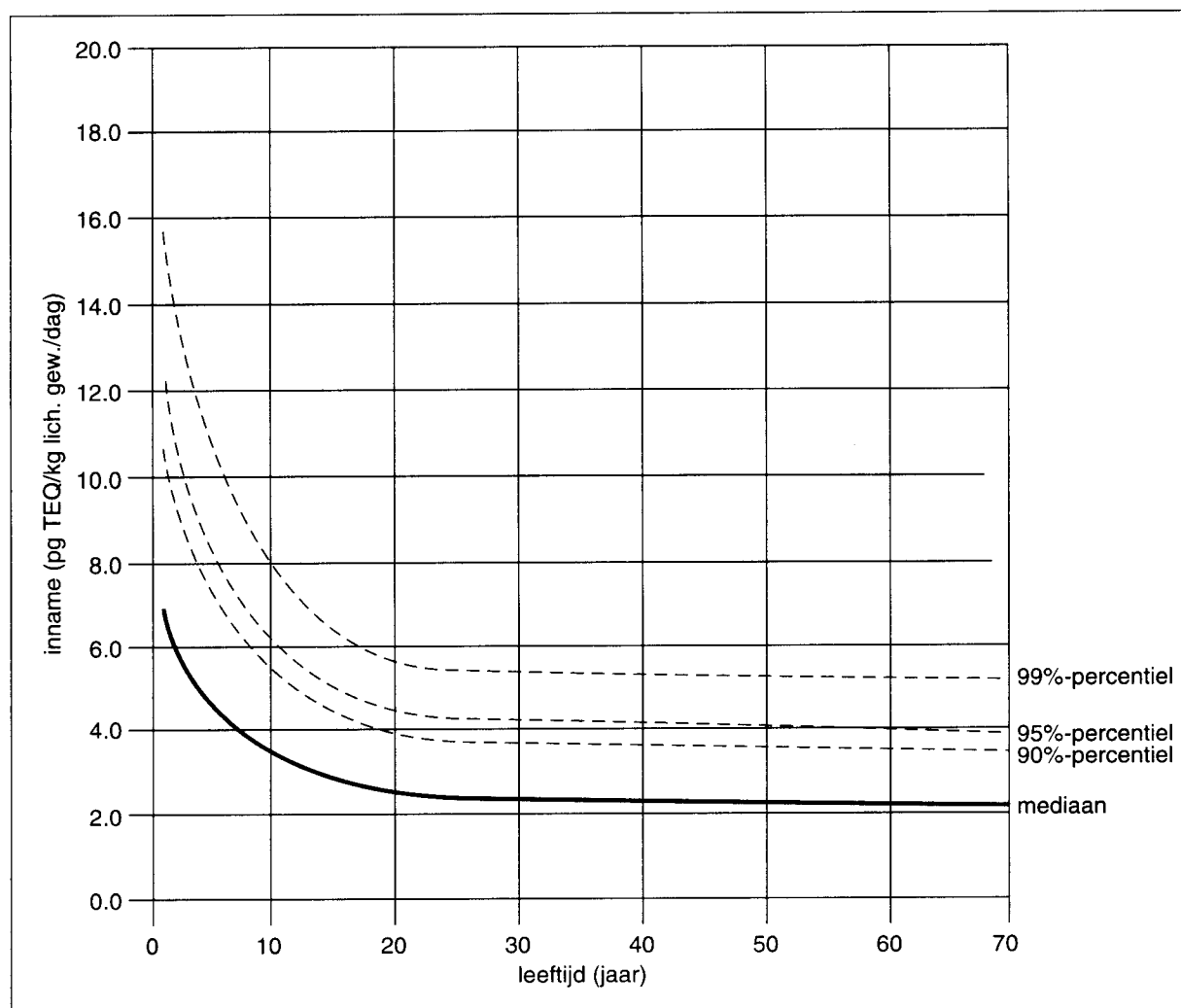


Fig. 8.2. Inname van dioxinen en PCB's via voedsel door de Nederlandse bevolking, als functie van de leeftijd.

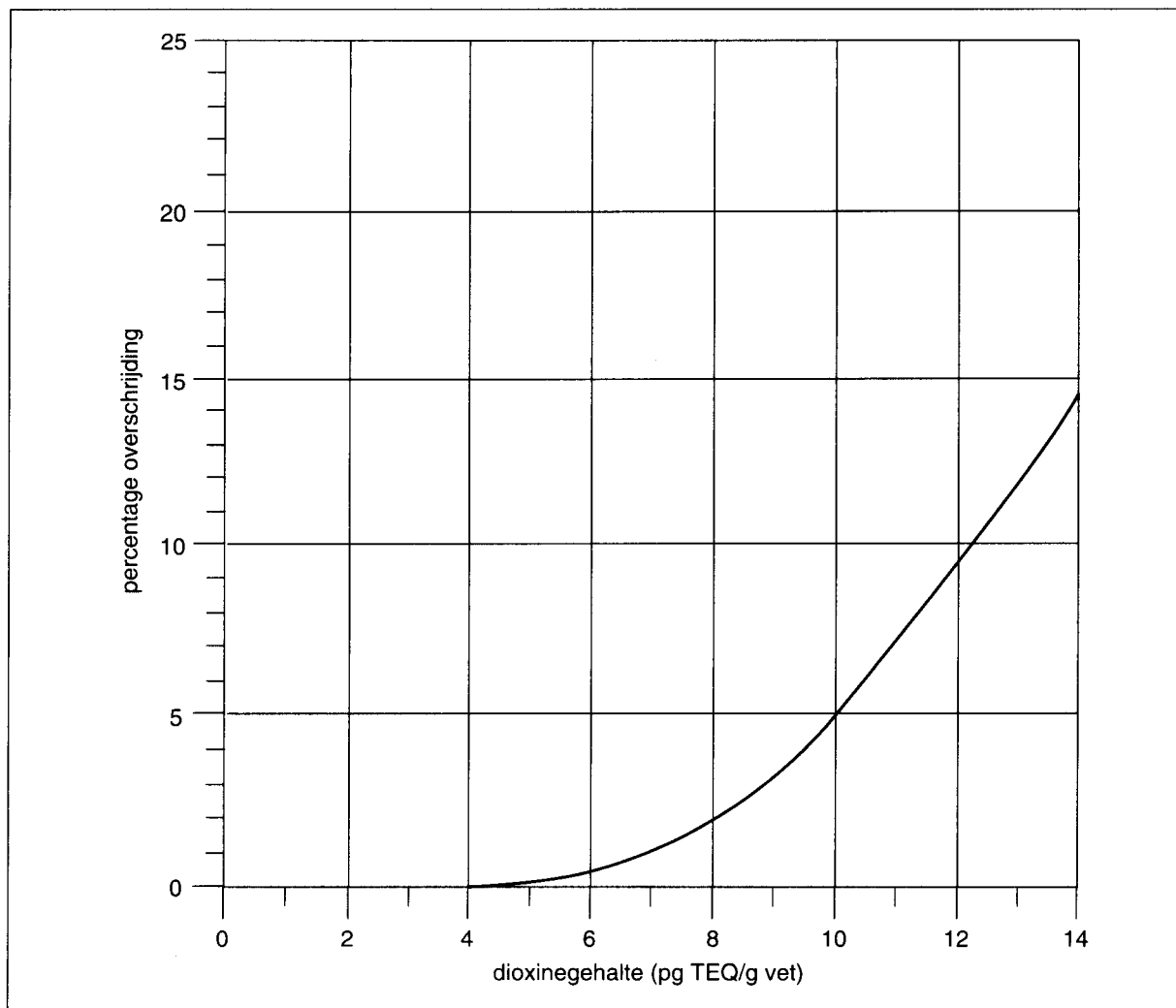


Fig. 8.3. Percentage van de bevolking dat de TDI (10 pg TEQ/kg lich.gew./dag, gemiddeld over het leven) zou overschrijden bij een bepaald gehalte aan dioxinen in melk, boter, kaas en rundvlees.

9. BEVINDINGEN MILIEU-INSPECTIES

9.1 Inleiding

De verslagen van de Regionale Inspecteurs van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne (RIMH's) bevatten per AVI een toetsing van de door TNO gevonden emissiewaarden (zie hoofdstuk 2) aan de vergunning en aan de Richtlijn Verbranden 1985 (RV'85). Daarnaast wordt melding gemaakt van de bevindingen van TNO en de waarnemingen van de inspecteurs ten aanzien van stookwijze, afvaldoorzet, kwaliteit en voorbewerking van het afval, onderhoud van de installatie en registratie van de procesomstandigheden door de AVI. De toekomstplannen van de AVI worden besproken, waarbij vooral wordt ingegaan op de wijze en het tijdstip waarop aan de eisen uit de Richtlijn Verbranden 1989 (RV'89) zal kunnen worden voldaan. Voorts wordt verslag gedaan van het met de betreffende AVI en het bevoegd gezag gevoerde overleg. Tenslotte bevatten de verslagen van de Regionale Inspecteurs een aantal aanbevelingen.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van deze verslagen, waarbij enkele algemeen geldende conclusies getrokken worden. Voor een samenvatting van de inspectie-rapporten, zie appendix 9.1A (bijlagen).

9.2 Algemene bevindingen

Inspecties en TNO hebben bij herhaling kunnen vaststellen dat de meetapparatuur van de AVI's niet of slechts gebrekkig functioneerde. Ook werd door de Regionale Inspecteurs vastgesteld dat bepaalde installaties zeer slecht werden onderhouden. De AVI Zaanstad spande daarbij de kroon. De Inspecteur stelt in dat geval: "De bedrijfsvoering en het hierop uitgeoefende toezicht zijn in gebreke gebleven." In het geval van de ROTEB wordt er gerapporteerd: "Het hele terrein en de installatie maken een uitzonderlijk slecht verzorgde indruk." Noodzakelijke onderhoudsinvesteringen zijn te vaak achterwege gebleven. Het opleidingsniveau van het personeel liet op een aantal plaatsen te wensen over. Op andere plaatsen werd echter weer goed opgeleid personeel aangetroffen (o.a. Leeuwarden). Bij sommige installaties schoot vooral het beheer te kort. In veel gevallen werden onvoldoende gelden beschikbaar gesteld voor een veilige en verantwoorde exploitatie.

9.3 Toetsing aan de vergunningen

Door de RIMH's werd vastgesteld dat twee van de twaalf AVI's geen vergunning hadden en derhalve werden gedoogd. Uitgedrukt in termen van afvaldoorzet is dit 14%. Van de overige AVI's bleken zeven AVI's niet aan de eisen van de verleende milieuvergunningen te voldoen. In termen van afvaldoorzet is dit 60%. Naast het niet in orde zijn van de meetapparatuur werden overschrijdingen van de emissie-eisen geconstateerd, m.n. voor de componenten HCl, HF, stof, Hg en CO. De vergunningen variëren onderling en zijn vaak ruim gesteld ten opzichte van de RV'85 (zie *fig. 9.1*). Omdat de RV'85 voor de tweede helft van de jaren tachtig als redelijk gezien kan worden, zijn de emissies tevens vergeleken met de hierin geformuleerde grenswaarden. Omdat vanaf 30 november 1993 alle bestaande AVI's moeten voldoen aan de RV'89, zijn de emissies bovendien met deze richtlijn vergeleken, om een beeld te krijgen van de inspanningen die door de AVI's moeten worden verricht om op de gestelde datum aan de RV'89 te voldoen.

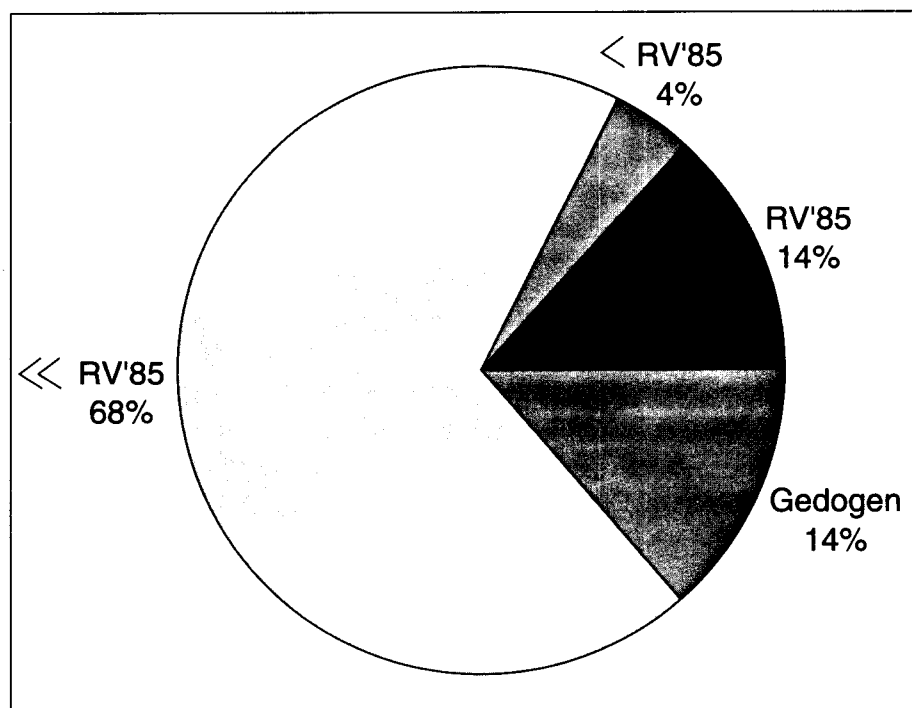


Fig. 9.1 Niveau Afvalstoffenwet-vergunningen 1990. De percentages hebben betrekking op de totale hoeveelheid verbrand afval in Nederland.

RV'85 : vergunningseisen op niveau van RV'85
 <RV'85 : vergunningseisen ruimer dan RV'85
 << RV'85 : vergunningseisen veel ruimer dan RV'85
 gedogen : geen vergunning verleend

9.4 Vergelijking met de richtlijnen

Tabel 9.1 geeft een globaal beeld van de marges waarmee de emissies van de doorgemeten verbrandingslijnen afwijken van de eisen van de RV'85 en RV'89. Hierbij werd voor iedere component uitgegaan van het gemiddelde van de gemeten concentraties, zoals weergegeven in tabel 2.1A van de bijlagen. De belangrijkste conclusies worden hieronder besproken.

9.4.1 Richtlijn Verbranden 1985

Tijdens de metingen anno 1990 voldeden alleen de AVI's van Philips, ARN en AVIRA (oven 1 en 3) aan het totale pakket van eisen dat in de RV '85 gesteld is. Met andere woorden, negen van de twaalf AVI's voldeden in 1990 niet aan de RV'85. In termen van afvaldoorzet komt dit neer op 87%.

Het emissieniveau van de RV'85 wordt vooral niet gehaald voor HCl en Hg. Fig. 9.2 toont aan dat de emissie van HCl sterk kan worden teruggedrongen door het plaatsen van een enkelvoudige wasser. Dergelijke wassers werden in het begin van de tachtiger jaren in Duitsland reeds standaard bij AVI's geplaatst. Fig. 9.2 laat ook zien dat het direct inspuiten van kalk in de ovens, zoals op enkele plaatsen in ons land geschiedde, minder effectief is.

Tabel 9.1 *Vergelijking emissies met de Richtlijn Verbranden 1985 en de Richtlijn Verbranden 1989 4)*

Installatie/oven	Richtlijn Verbranden 1985					Richtlijn Verbranden 1989					Richtlijn Verbranden 1989					Pb	Hg
	Cl ⁻	F ⁻	Stof	Cd	Pb+Zn	Hg	PCDD/F-TEQ	CO	C _x H _y	NO _x	SO ₂	Cl ⁻	F ⁻	Stof	Cd		
Zaanstad, oven A	--	-	+	++	++	-	--	--	+	--	--	--	--	--	+	?	--
Zaanstad, oven B	--	+	--	+	+	-	--	--	-	--	--	--	--	--	-	-	--
Alkmaar, oven 1	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	--	+	++	--	--	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
Leeuwarden, oven 1/2	--	+	--	+	-	-	--	+	+	--	--	--	--	--	-	?	--
A'dam-Noord, oven 3	--	+	++	+	+	-	--	+	++	--	--	--	--	--	+	-	--
Den Haag, oven 4	--	+	+	+	+	+	--	+	+	--	--	--	--	--	+	-	--
Den Haag, oven 1	--	++	+	+	+	-	--	-	+	--	--	--	--	--	+	-	--
AVR, oven 3	--	+	-	+	-	-	--	--	++	--	--	--	--	--	-	-	--
ROTEB, oven 1	--	+	++	++	++	+	--	-	+	--	--	--	--	--	+	?	--
Philips Eindhoven	++	++	++	++	++	++	--	++	+	--	--	++	++	--	++	?	--
Roosendaal	--	--	--	-	-	-	--	--	-	--	--	--	--	--	--	--	--
slibdr. in bedrijf	--	+	-	+	-	+	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--	--
slibdr. uit bedrijf	++	++	++	++	++	--	--	--	--	--	--	++	++	--	+	?	--
GEVUDO,oven 2+etageoven	++	++	++	++	++	--	--	--	++	--	--	++	++	--	++	?	--
GEVUDO, oven 3	++	++	++	++	++	--	--	++	++	--	--	+	++	--	++	?	--
AVIRA, oven 1	++	++	++	++	++	++	--	++	++	--	--	++	++	++	++	?	++
AVIRA, oven 2	++	++	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	--	--	-	--	--	++	++	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
AVIRA, oven 3	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	--	++	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	++	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
ARN	++	++	++	++	++	++	--	++	++	--	--	++	++	n.g.	++	?	++
stookproef 1	++	++	++	++	++	++	--	++	n.g.	--	--	++	-	--	++	?	++
stookproef 2	++	++	++	++	++	++	--	+	++	--	--	++	+	-	++	?	+
stookproef 3	++	++	++	++	++	+	--	++	++	--	--	++	++	-	++	?	-

Emissiegrenswaarden

RV'85	50	5	50	0,1	5,0	0,1	0,1	50	10	70	40	10	1	5	0,05	1,0 ¹⁾	0,05 ²⁾
RV/89																	

1) emissie eis geldt voor de zware metalen: Sb+Pb+Cr+Cu+Mn+V=Sn+As+Co+Co+Ni+Se+Te
alleen de negatieve beoordeling is derhalve vermeld (Pb gehalte > 1,0 mg/m³)

2) beoordeling alleen op basis van de concentratie; bij een emissie concentratie
groter dan 0,05 mg/m³ dient het rendement voor kwik van de rookgasreinigingsinstallatie
meer dan 90% te bedragen.

3) alleen betrokken op de meetperiode; beoordeling moet eigenlijk worden betrokken
op het kalenderjaar.

waarbij C
= gemeten concentratie
en E
= emissiegrenswaarde
n.g.
= niet gemeten
? = niet bekend, zie noot 1

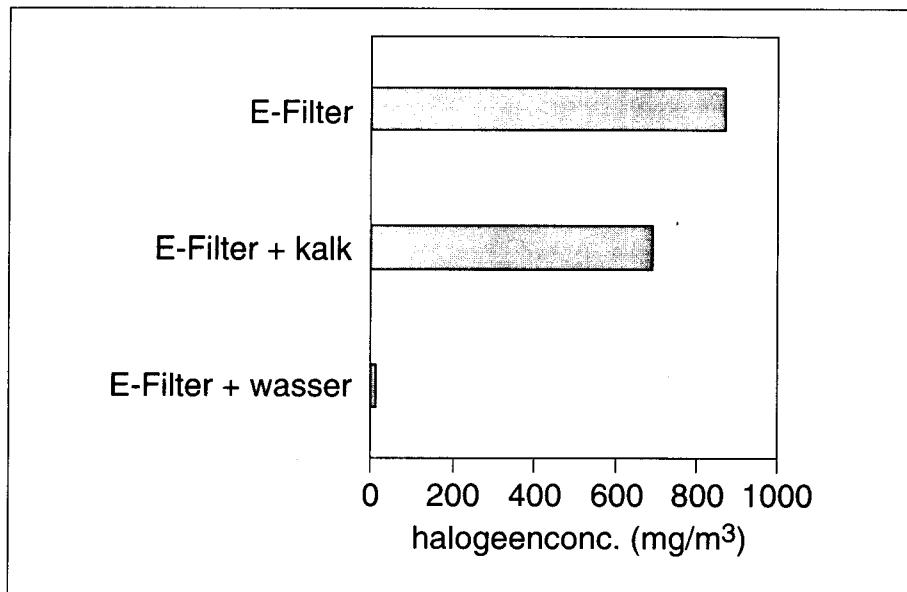


Fig. 9.2 Invloed type reinigingsinstallatie op de chlorideconcentratie in de rookgassen van AVI's.

9.4.2. Richtlijn Verbranden 1989

Tabel 9.2 geeft de richtlijnwaarden voor enkele hoofdcomponenten uit de RV' 89, samen met emissiegrenswaarden in Oostenrijk en Duitsland. De belangrijkste verschillen betreffen stof en NO_x , waarvoor geldt dat de Nederlandse eisen het strengst zijn.

Ten aanzien van de toetsing van de meetwaarden aan de RV'89 dienen twee kanttekeningen gemaakt te worden. De eerste is dat deze richtlijn eisen stelt aan de emissie van een aantal metalen die niet werden gemeten. De tweede is dat de toetsing van de continu registrerend gemeten componenten alleen kan plaatsvinden over de perioden waarin de metingen werden uitgevoerd, terwijl volgens de RV'89 de beoordeling van deze componenten moet geschieden over een geheel kalenderjaar (97% van alle uurgemiddelde waarden niet hoger dan de emissiegrenswaarde). De uitgevoerde metingen konden derhalve geen uitsluitsel geven of geheel aan de richtlijn werd voldaan. Er komt echter duidelijk naar voren dat voor de meeste componenten de eisen met de huidige installaties niet worden gehaald. Dit geldt met name voor dioxinen, stof, NO_x , SO_2 en kwik (zie tabel 9.1).

Dioxinen en stof

De grenswaarde uit de RV'89 voor dioxinen van $0,1 \text{ ng TEQ/m}^3$ werd in 1990 door geen enkele AVI gehaald. Voor het halen van deze grenswaarde is, naast optimalisering van het stookproces, additionele rookgasreiniging noodzakelijk. Op dit moment wordt hier door de AVI's aan gewerkt. De verwachting is dat de meeste AVI's hieraan tegen het eind van 1993 zullen voldoen. Bij Alkmaar zijn al voorzieningen getroffen ter vermindering van de dioxine-emissie. De grenswaarde voor stof van 5 mg/m^3 wordt bij oven 1 van AVIRA en bij de heropende AVI-Alkmaar (Kuipers, 1991) gerealiseerd. Alle andere installaties lagen doorgaans ruim boven deze waarde.

NO_x en SO_2

De emissie van NO_x wordt momenteel in Duitsland en Oostenrijk op praktijkschaal met succes tot lage waarden gereduceerd. In ons land zijn een viertal demonstratie-projecten op praktijkschaal in uitvoering. Hierbij zal de werking van verschillende systemen worden gedemonstreerd. De emissiegrenswaarde van 40 mg/m^3 voor SO_2 uit de RV'89 wordt momenteel bij geen van de installaties gehaald. De bij sommige installaties geïnstalleerde wassers werken bij een te lage zuurgraad om SO_2 goed af te kunnen vangen. Door bijstelling met bijvoorbeeld natronloog kan hierin verbetering gebracht worden.

Tabel 9.2 Globaal overzicht van enkele emissiegrenswaarden in drie landen. N.B. Bij vergelijking dient rekening gehouden te worden met de middelingstijd

Land Maatregel Middelingsperiode Eenheid	Oostenrijk LRG-K halfuur gem. mg/m ³	Nederland RV'89 uur gem. mg/m ³	Duitsland 17.BImSchV 24 uur gem. mg/m ³
Stof	15	5	10
HCl	10	10	10
HF	0,7	1,0	1,0
SO ₂	50	40	50
NO _x	100	70	200
Hg ¹⁾	0,05	0,05	0,05
PCDD/F ¹⁾	0,1 ²⁾	0,1 ²⁾	0,1 ²⁾

¹⁾ Betrokken op monstertijd

²⁾ ng TEQ/m³

Halogenen

De emissiegrenswaarden van de RV'89 voor halogenen worden door vrijwel alle installaties met een natte wasser gehaald, meestal zelfs ruimschoots. Verwacht mag worden dat installaties die zijn voorzien van een speciale reactor voor kalkdosering met bijvoorbeeld een doekfilterinstallatie, of een installatie voor de verneveling van kalkmelk, aan de eisen van de RV'89 voor halogenen kunnen voldoen. Bij de installatie te Alkmaar is inmiddels de eerstgenoemde voorziening getroffen.

Cadmium en kwik

Opvallend is dat het voldoen aan de grenswaarde voor cadmium een relatief klein probleem blijkt te zijn. Behalve bij Zaanstad, Leeuwarden, AVR en Roosendaal wordt nu al door de overige AVI's aan deze norm voldaan. Verwacht wordt, dat als aan de emissiegrenswaarde voor stof wordt voldaan, dit automatisch zal gelden voor die van cadmium en de andere zware metalen (exclusief kwik). Voor kwik geldt dat alleen de installaties met een natte wasser (Philips, AVIRA en ARN) de grenswaarde momenteel halen.

Lood

Voor lood kunnen geen duidelijke uitspraken worden gedaan, omdat de RV'89 een grenswaarde geeft voor de som van een aantal metalen. In een aantal gevallen is echter momenteel de lood-concentratie al hoger dan de grenswaarde voor de som van de metalen genoemd in de RV'89. De emissie aan zware metalen (behalve cadmium) is derhalve op dit moment nog in een aantal gevallen te hoog.

CO en C_xH_y

De grenswaarde voor CO kan niet door rookgasreiniging worden gerealiseerd, maar alleen door een optimaal stookproces. Dit geldt eveneens voor de grenswaarde voor C_xH_y. De CO-norm kan door de meeste installaties zonder meer worden gehaald, indien het stookproces inderdaad geoptimaliseerd wordt. Bij de betreffende installaties zijn daartoe inmiddels acties ondernomen. Voor sommige bestaande installaties kan dit betekenen dat daarbij tevens ingrijpende wijzigingen aan de vuurhaard moeten worden aangebracht. Bij ROTEB wordt momenteel een ovenaanpassing uitgevoerd. Bij AVR zal dit binnenkort eveneens geschieden. Installaties waar slib wordt gedroogd of verbrand hebben een hoge CO-emissie. Een AVI die wordt gecombineerd met een droog- of verbrandingsinstallatie voor slib zal zonder extra maatregelen niet aan de CO-waarde uit de RV'89 kunnen voldoen.

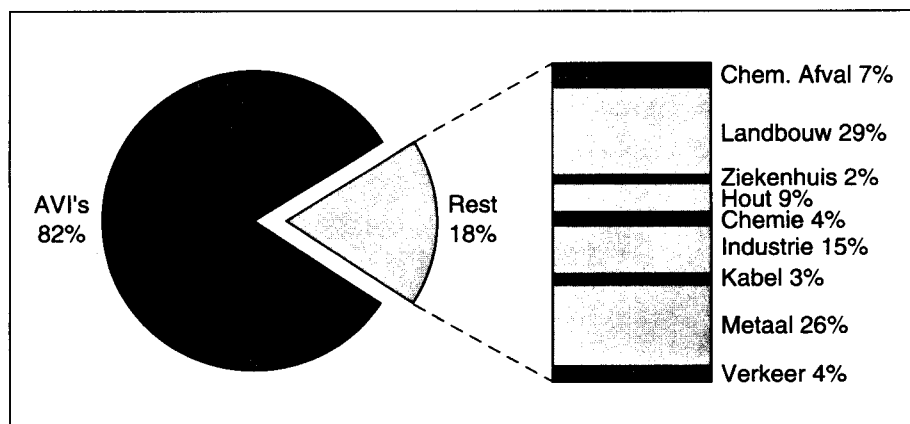


Fig. 9.3 Bronnen van dioxinen in Nederland in 1989. Uit: Bremmer, 1991.

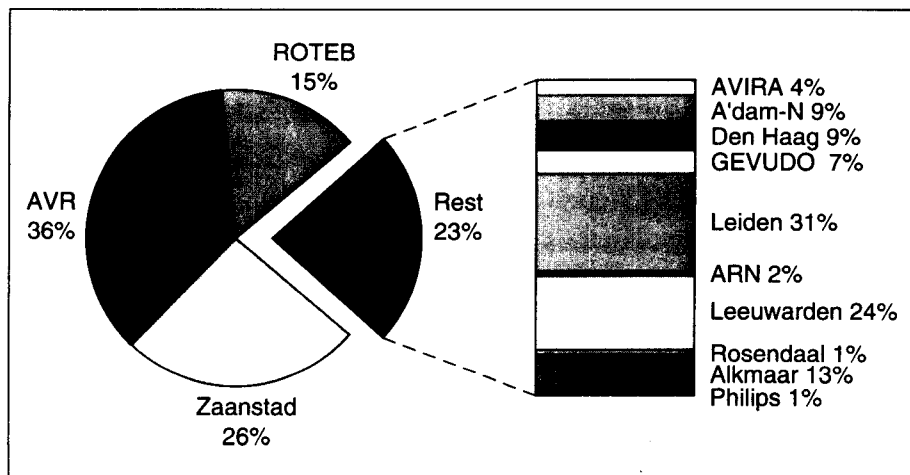
Algemeen

Algemeen kan worden geconcludeerd, dat er nog de nodige inspanningen moeten worden verricht voordat alle installaties voldoen aan de RV'89, met name wat betreft de vermindering van de emissies aan dioxinen, NO_x , SO_2 en stof. Op dit moment worden aan diverse installaties ingrijpende maatregelen uitgevoerd of voorbereid om dit te bereiken. Hierbij moet worden opgemerkt dat het de bedoeling is dat de AVI's in de toekomst meer als verwerker van afvalstoffen dan als verbrander zullen gaan functioneren. De naamsaanpassing van de "Vereniging van Exploitanten van Afvalverbrandingsinstallaties in Nederland" (VEABRIN) in "Vereniging van Afvalverwerkers" (VVAV) welke onlangs werd gerealiseerd, wijst daar al op. De Vereniging heeft daarbij haar werkterrein aanzienlijk uitgebreid. Uitbouw van de bestaande AVI's naar een meer geïntegreerd bedrijf, waar scheiding en verdere ver- en bewerking van afvalstoffen tot bruikbare producten plaats vindt, zal noodzakelijk zijn, om aan de doelstellingen van het NMP (meer hergebruik) te kunnen voldoen.

9.5 Emissies van dioxinen

De angst bij de bevolking voor afvalverbranding is sterk toegenomen. Daarbij wordt vooral de schadelijke invloed op de gezondheid gevreesd, o.a. van enkele zware metalen en vooral van dioxinen. Vergelijken met de emissie van dioxinen door andere bronnen in ons land (Bremmer, 1991) bleken de AVI's inderdaad het grootste deel (nl. 82%) voor hun rekening te nemen (fig. 9.3), waarvan AVR, ROTEB, en

Fig. 9.4 Relatieve bijdrage per AVI aan de totale emissie van de Nederlandse AVI's in 1989. Gegevens van tabel 2.7.



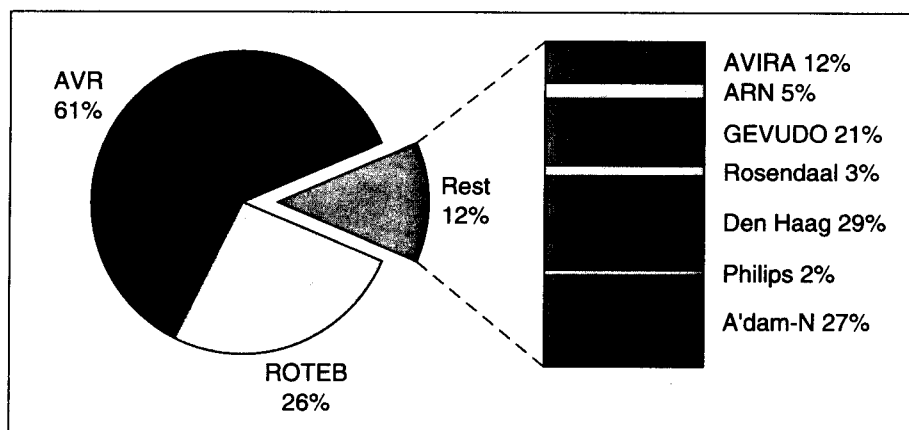


Fig. 9.5 Relatieve bijdrage per AVI aan de totale emissie van de Nederlandse AVI's na sluiting van vier AVI's in 1990. Gegevens van tabel 2.7.

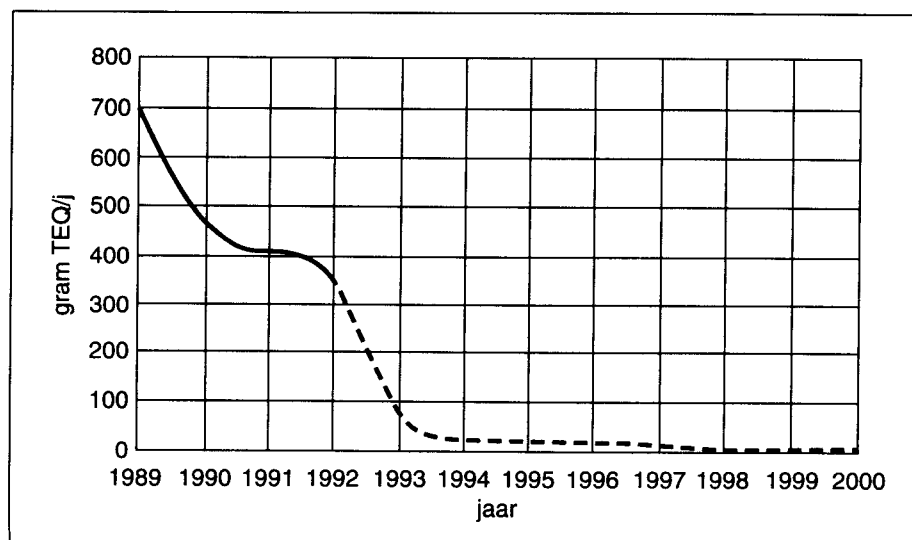
Zaanstad de grootste bronnen vormden (fig. 9.4). Gezamenlijk emitteerden de AVI's voor de sluiting van vier AVI's ca. 700 gram TEQ per jaar. Na de sluiting van de vier AVI's liep dit terug tot ca. 400 gram TEQ per jaar. In 1991 was de AVR verreweg de grootste bron, gevolgd door ROTEb (zie fig. 9.5).

Nu er door de meeste AVI's ingrijpende maatregelen worden getroffen om de dioxine-emissies terug te dringen kan een zeer snelle afname van de deze emissies worden verwacht (fig. 9.6). De prognose is dat de emissie vooral in het jaar 1992 zeer sterk zal dalen. Door vertragingen bij de AVI Den Haag en bij de ARN zal het beoogde lage niveau nog niet geheel worden gehaald in 1993.

9.6 Toekomstige ontwikkelingen

Verwacht moet worden dat na een daling in de verbrandingscapaciteit in Nederland als gevolg van de sluiting van vier AVI's, deze de komende jaren weer zal toenemen. Er zal echter met flinke vertragingen rekening gehouden moeten worden. De acceptatie door de bevolking van nieuwe AVI's is niet groot. In de lopende procedures voor nieuwe verbrandingsovens te Wijster en te Ypenburg lieten omwonenden duidelijk blijken niet geïnteresseerd te zijn voor de bouw van nieuwe AVI's aldaar, ook al voldoen zij aan de RV'89. Voor de komende periode, waarin vuilverbranding noodzakelijk is, kan dit ertoe leiden dat men gedwongen wordt om de bestaande installaties op te knappen en te vergroten. Het

Fig. 9.6 Prognose totale dioxine-emissie van de Nederlandse AVI's.



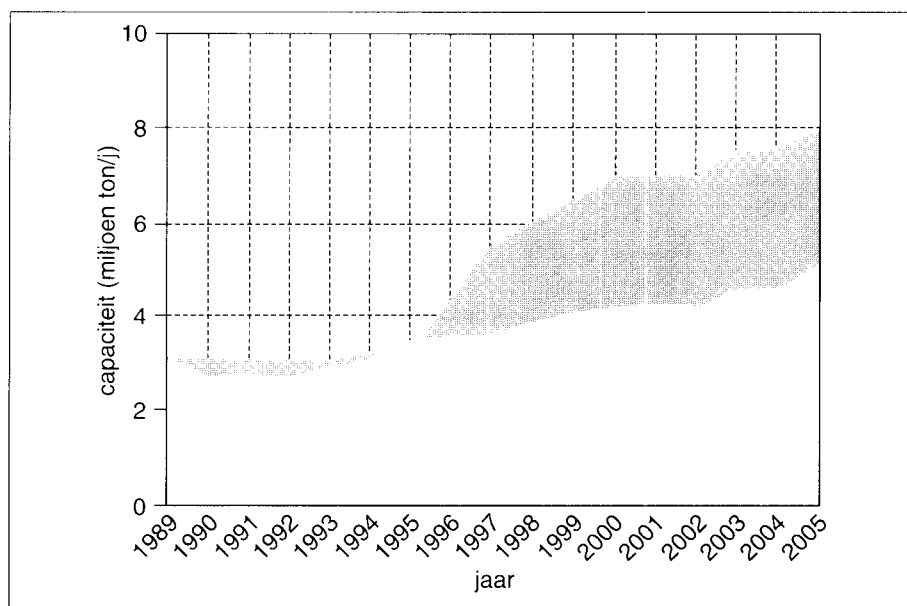
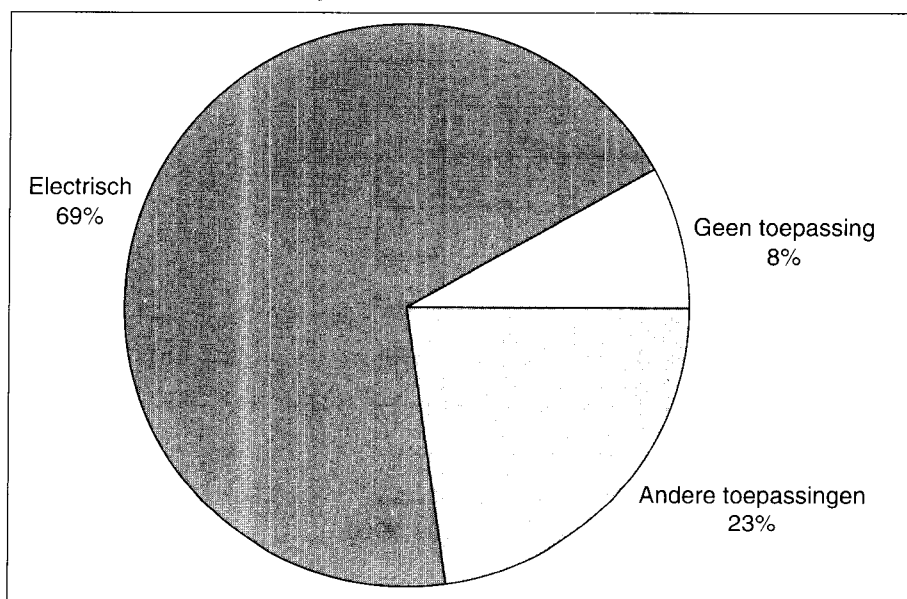


Fig. 9.7 Verwachte verbrandingscapaciteit in Nederland in vergelijking met de oorspronkelijke planning.

is de vraag of dit milieutechnisch gezien een goede ontwikkeling is. *Figuur 9.7* toont een verwachtingsbeeld dat rekening houdt met de situatie dat de groei in afvalverwerkingscapaciteit door AVI's vertraagd zal worden ten opzichte van de geplande capaciteit. Hieruit blijkt dat rekening gehouden moet worden met het ontstaan van een capaciteitstekort. Indien geen extra maatregelen worden getroffen zal daarom meer afval gestort moeten worden dan gepland.

Door de meeste installaties wordt gebruik gemaakt van de vrijkomende energie, voornamelijk voor het opwekken van elektrisch vermogen. Daarnaast wordt de vrijkomende energie gebruikt voor het drogen en verbranden van slib en de productie van gedistilleerd water (*fig 9.8*). In de komende tijd zal het terugwinnen van elektrische energie toenemen. Omdat de AVI's van plan zijn zich vooral op het verwerken van afvalstoffen te gaan toeleggen, kan in de toekomst tevens op meer hergebruik van afvalstoffen vanuit deze verwerkingscentra worden gerekend.

Fig. 9.8. Warmtetoepassing door de Nederlandse AVI's. De percentages hebben betrekking op de totale hoeveelheid verbrandafval.



10. LOPEND EN VOORGENOMEN ONDERZOEK

Een groot deel van het beleidsrelevante dioxineonderzoek is in 1991 gereed gekomen. Dit leverde een vrij goed totaalbeeld op van het dioxineprobleem in Nederland, zoals beschreven in dit rapport. Toch zijn op een aantal deelgebieden nog hiaten. Daarom zal het onderzoek nog enige tijd voortgezet worden om deze hiaten voorzover mogelijk verder op te vullen.

In verband met de ontstaanswijze van dioxinen in de verbrandingsinstallaties zal TNO binnenkort rapporteren over de samenhang van verschillende bij het onderzoek gemeten parameters met de emissies van PCDD's en PCDF's (parameterstudie; Brem, in prep.).

Behalve bij afvalverbranding worden ook dioxinen gevormd bij andere processen (Bremmer, 1991). Onderzoek naar de emissies bij een aantal van deze processen wordt thans uitgevoerd in het project "meten overige bronnen" (MOB).

De concentratiemetingen van dioxinen in bodem worden momenteel voortgezet om een duidelijker beeld te krijgen van achtergrondniveaus. Ook werd een begin gemaakt met het meten van dioxineconcentraties in lucht. Er is overleg met onderzoeksinstituten in Engeland en Zweden over een gezamenlijk project in EEG verband.

Tot op heden werd nog geen systematisch onderzoek gedaan naar dioxinegehalten op gras. Het is de bedoeling om in het voorjaar van 1992 onderzoek uit te voeren naar de gehalten op gras in relatie tot neerslag. Hierbij zullen tevens enkele andere stoffen worden gemeten, m.n. planaire PCB's en enkele metalen. De resultaten zijn van belang omdat gras de belangrijkste blootstellingsroute vormt voor de koe. Daarbij zal deze informatie nuttig zijn voor een verdere onderbouwing van het ketenmodel.

Het toxicokinetisch onderzoek zal in 1992 worden voortgezet. Het onderzoek zal mede worden gericht op het verkrijgen van gegevens over de opname van dioxinen in de mens. Daarbij zal een toxicokinetisch model voor de mens ontwikkeld worden, hetgeen zal leiden tot een verbeterde risicoschatting van dioxinen bij de mens. Ook zal aandacht worden besteed aan het toxicokinetisch gedrag van broom-dioxinen.

De aandacht is tot op heden sterk gericht geweest op emissie en diffuse verspreiding van dioxinen. Een in absolute zin veel grotere hoeveelheid dioxinen bevindt zich in E-filteras. Ook in slak komen dioxinen voor. Bij nieuwe of gemoderniseerde installaties zal het aandeel van de dioxinen in de rookgasreinigingsresiduen nog groter zijn. In 1992 zullen de dioxineconcentraties in deze vaste afvalstromen worden gemeten.

Slak en E-filteras worden als secundaire grondstof toegepast onder andere in de wegenbouw. Het is van belang om na te gaan of bij deze toepassing dioxinen worden uitgelooagd, waardoor zij in het grondwater terecht zouden kunnen komen.

Op dit moment is nog niets bekend over de risico's van stofbelasting bij transport en verwerking van E-filteras. Onderzoek in samenwerking met een verwerkend bedrijf is in voorbereiding.

Het voedingsmiddelenonderzoek zal voortgezet worden met het meten van andere dan de drie planaire PCB's in voedingsprodukten en met het onderzoeken van variaties in het TEQ-gehalte in stromen visolie en de invloed van raffinageprocessen op het TEQ-gehalte in visolie.

Naast onderzoek in het kader van dit project werd door AVI's onderzoek geïnitieerd, dat zij, mede door de overheid gesteund, uitvoeren om aan de eisen van de RV'89 te kunnen voldoen. Zo wordt onder-

zocht wat de invloed is van de gescheiden inzameling van GFT-afval op de verbrandingscondities en daarmee op de emissies van schadelijke verbindingen. Bij de AVR loopt een onderzoek naar noodzakelijke aanpassingen van de oven/ketelcombinatie. Een ingrijpende wijziging is nodig om emissies te beperken. Verder kunnen worden genoemd de voorbereiding van een demonstratieproject ter beperking van de NO_x -emissie met een waarschijnlijk gunstige invloed op de afbraak van dioxinen, de inspuiting van actiefkoolpoeder in de rookgasstroom en het opwerken van reinigingsresiduen.

11. DISCUSSIE

Het dioxine-onderzoek van de afgelopen jaren heeft geresulteerd in een vrij volledig beeld van de dioxine-problematiek in Nederland. Uitgebreide meetprogramma's leverden inzicht in de emissies van de Nederlandse vuilverbrandingsinstallaties en in de gehalten in melk en grond. Tegelijkertijd werd een ketenmodel ontwikkeld, dat de route van geëmitteerde dioxinen tot aan de koemelk beschrijft. De voorspellingen van dit model bleken redelijk in overeenstemming met gemeten waarden. Hieruit blijkt dat het proces van emissie van dioxinen tot aan het voorkomen in koemelk in hoofdlijnen goed begrepen wordt. Geconcludeerd werd dat het ketenmodel voldoende gevalideerd was om het te gebruiken voor het aanvullen van de metingen met modelvoorspellingen en voor het doorrekenen van te nemen maatregelen.

Omdat de emissiemetingen slechts drie dagen per installatie betroffen, welke bovendien aaneensloten, kan de vraag gesteld worden in hoeverre de emissiemetingen als representatief beschouwd kunnen worden voor de gemiddelde dioxine-emissie op langere termijn. De in dit onderzoek uitgevoerde replicatiemetingen bleken over de drie dagen verrassend stabiel (met uitzondering van één enkele meting bij de AVI van Zaanstad). Over mogelijke fluctuaties in emissie op langere termijn bij de Nederlandse AVI's, bijvoorbeeld tussen seizoenen, zijn geen duidelijke meetresultaten beschikbaar. Een aanwijzing dat de in dit onderzoek geschatte dioxine-emissies van de Nederlandse AVI's redelijk representatief zijn, wordt geleverd door het feit dat het mogelijk bleek de dioxine-emissie via modelberekeningen te relateren aan de gevonden gehalten in grond en melk. Bij de AVR werden zelfs de gehalten van 12 verschillende maandmonsters melk redelijk goed voorspeld terwijl steeds uitgegaan werd van dezelfde gemeten emissie. Toch is enige voorzichtigheid op zijn plaats, zeker wanneer tussen de drie meetdagen afwijkingen in de emissie gevonden worden, zoals in het geval van Zaanstad.

Bij het omrekenen van de depositie naar gehalten in grond werd aangenomen dat afbraak van dioxinen te verwaarlozen is, zowel tijdens het (kortdurende) transport door de lucht naar de grond, als tijdens het verblijf in de grond over langere periode. Bovendien werd aangenomen dat de geëmitteerde dioxinen voor 100% aan vliegstof gebonden zijn, waarbij de hoeveelheid per stofdeeltje evenredig is met de massa van het deeltje. De modelvoorspellingen bleken niet alleen in relatieve zin, maar ook in absolute zin goed met de grondmetingen overeen te komen. In de literatuur wordt regelmatig gerapporteerd dat, onder bepaalde omstandigheden, afbraak van dioxinen via fotolyse kan plaats vinden. Ook bestaat de hypothese dat met name de lager gechloreerde dioxinen gedeeltelijk in dampvorm de schoorsteen verlaten. Gezien de goede overeenstemming tussen voorspelde en gemeten gehalten in dit onderzoek werd geen duidelijke aanwijzing gevonden dat fotolyse dan wel dampvormige emissie van dioxinen een rol van kwantitatieve betekenis spelen bij het leggen van relaties tussen gehalten in de verschillende compartimenten.

Verwacht wordt dat na invoering van de emissiebeperkende maatregelen gericht op de RV'89, de emissie van een individuele AVI beperkt zal zijn tot minder dan 0,5 gram TEQ per jaar. Met het ketenmodel werd berekend dat een dergelijke emissie een te verwaarlozen bijdrage aan het gehalte in koemelk levert. Dit wil echter nog niet zeggen dat het dioxineprobleem opgelost is, zodra alle AVI's de RV'89 halen. Immers, zolang dioxinen gevormd worden in de verbrandingsinstallatie, zullen geavanceerde rookgasreinigings-systemen weliswaar de emissie beperken, maar het probleem van met dioxinen vervuilde reinigingsresiduen blijft bestaan. Daarom blijft onderzoek noodzakelijk, enerzijds naar procesomstandigheden waarbij zo weinig mogelijk dioxinen gevormd worden en naar mogelijkheden waarbij gevormde dioxinen daadwerkelijk in de reinigingsfase afgebroken worden, anderzijds naar mogelijkheden van het opwerken van reinigingsresiduen. In het buitenland (o.a. Duitsland, Zwitserland) zijn op deze gebieden reeds positieve resultaten behaald.

Behalve het inzicht in de route van emissie tot koemelk werd een duidelijk beeld verkregen van de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan dioxinen via de voeding. Ook hier werd een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd en werden de resultaten verwerkt in een model. Hoewel de blootstelling hiermee zeer nauwkeurig kon worden beschreven, was het nog niet mogelijk deze resultaten te vertalen in een werkelijk risico voor de volksgezondheid. In plaats daarvan werd de blootstelling vergeleken met de door de WHO vastgestelde *Tolerable Daily Intake* (TDI). Deze moet echter vanwege het op dit moment nog vrij magere inzicht in het werkingsmechanisme van dioxinen, slechts als schatting van een veilige waarde gezien worden. Verder onderzoek op dit terrein is nodig om een meer gefundeerde uitspraak over risico's voor de volksgezondheid te kunnen doen, temeer daar een aantal andere verbindingen, zoals enkele PCB's en broomdioxinen, vergelijkbare effecten hebben.

De dioxine-affaire in Nederland welke zich in 1989 - 1990 afspeelde heeft geleid tot het stellen van hoge eisen ten aanzien van de emissies. Aansluitend hierop worden bij AVI's ingrijpende maatregelen getroffen om de emissies tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. Bij de bevolking heeft de dioxine-problematiek geleid tot een afwijzende houding ten opzichte van afvalverbranding. Voor de eerstkomende 15 jaar echter zal verbranding van afval een belangrijke optie zijn. Voor de langere termijn zal ook moeten worden gekeken naar andere oplossingen van het afvalprobleem. Hierbij is nog veel onderzoek nodig naar preventie, hergebruik en alternatieve verwerkingswijzen.

12. CONCLUSIES

Emissies, algemeen

1. Zeven van de twaalf in 1990 onderzochte AVI's voldeden niet aan de vergunningsvoorwaarden. De vergunningen varieerden onderling sterk en waren in het algemeen ruim gesteld ten opzichte van de RV'85 (hoofdstuk 2, 9).
2. Negen van de twaalf in 1990 onderzochte AVI's haalden het totale eisenpakket van de RV'85 niet. Vooral de emissiegrenswaarden van chloriden en kwik werden door veel AVI's niet gehaald. (hoofdstuk 2, 9).
3. Bij de bestaande AVI's is voor de komende periode een grote krachtsinspanning nodig om op 30 november 1993 (voor NO_x op 1 januari 1995) aan de RV'89 te voldoen. Met name de volgende componenten verdienen daarbij de aandacht: stof, dioxinen, SO₂, NO_x en kwik (hoofdstuk 2, 9).

Emissies, dioxinen

4. In juli 1989 waren er dertien AVI's in bedrijf met een totale dioxine-emissie van ca 700 g TEQ per jaar. Na sluiting van 4 AVI's in 1990 daalde de totale dioxine-emissie in dat jaar tot circa 400 g TEQ. Hiervan komt 62 % voor rekening van de AVR (Rozenburg) en 26% van de ROTEB (Rotterdam). De andere AVI's dragen elk minder dan 4% bij aan het totaal. (hoofdstuk 2)
5. Tussen de AVI's bleken aanzienlijke verschillen te bestaan in gemiddelde dioxineconcentraties van het rookgas, variërend van 2,2 tot 360 ng TEQ/m³. Per ton afval varieerden de dioxine-emissies van 27 tot 1328 µg TEQ. Volgens de RV'89 moet de dioxine-emissie van bestaande AVI's vanaf 30 november 1993 lager zijn dan 0,1 ng/m³ rookgas; omgerekend per ton afval is dit ca. 0,5 µg TEQ. (hoofdstuk 2).
6. De gemeten dioxine-emissies zijn aanzienlijk hoger dan de niveau's die met moderne ovens (met alleen een stoffilter) bereikt kunnen worden. Een belangrijk aspect hierbij is een constante procesvoering zonder storingen. (hoofdstuk 2)

Depositie

7. De achtergronddepositie van dioxinen in Nederland wordt geschat op 5-10 ng/m²/jaar. In de risicogebieden rondom AVI's was de depositie in 1990 duidelijk hoger, tot waarden van ca. 170 ng/m²/jaar. (hoofdstuk 3)

Grond

8. De gemeten dioxineconcentraties in grond rondom een bron zijn verhoogd ten opzichte van het achtergrondniveau. Zij komen goed overeen met de berekende depositievelden rond de bron en weerspiegelen de emissiehistorie. (hoofdstuk 7) .

Melk

9. Dioxinegehalten in melk afkomstig uit de omgeving van AVI's zijn in het algemeen verhoogd ten opzichte van het achtergrondniveau. Bij een aantal AVI's werd de norm van 6 pg TEQ/g vet overschreden. (hoofdstuk 5).
10. Doordat de opname van dioxinen in koemelk relatief snel verloopt treden bij eenzelfde melkveebedrijf fluctuaties in dioxinegehalten in melk op, o.a. als gevolg van wisselende weersomstandigheden. (hoofdstuk 3, 6, 7).

11. Via een wiskundig ketenmodel werd kwantitatief de relatie gelegd tussen de emissie van dioxinen en gehalten in melk in de omgeving van AVI's. Hiermee kon aangetoond worden dat het optreden van lokaal verhoogde gehalten in melk inderdaad zijn oorsprong vindt in de emissies van dioxinen door de naburige AVI. (hoofdstuk 9).
12. Het uit het dioxine-onderzoek voortgekomen ketenmodel kan gebruikt worden voor beleidsonderbouwend advies. Zo blijkt uit berekeningen met dit model dat de bijdrage van door AVI's geëmitteerde dioxinen aan koemelk te verwaarlozen zal zijn, indien aan de richtlijn verbranden 1989 wordt voldaan. (hoofdstuk 7).
13. Op dit moment is de in het kader van de warenwetregeling getroffen gebiedgerichte maatregel voor het Lickebaertgebied nog steeds van kracht; de dioxinegehalten in dit gebied schommelen nog steeds rond de 6 pg/g melkvet. (hoofdstuk 5).
14. Verwacht wordt dat, vanaf het moment dat de Nederlandse AVI's voldoen aan de RV'89, geen overschrijding van de melknorm voor dioxinen van 6 pg TEQ/g melkvet meer zal voorkomen in Nederland. Wel zullen, in gebieden waar cumulatie van dioxinen in de bodem plaats heeft gevonden door emissies in het verleden, de dioxinegehalten in melk voorlopig hoger blijven dan het landelijke niveau, maar waarschijnlijk zullen zij niet hoger uitkomen dan ca 3-4 pg TEQ/g melkvet. (hoofdstuk 7).

Volksgezondheid

15. De blootstelling aan dioxinen bij de bevolking vindt voornamelijk via voeding plaats, met name via melkprodukten en visolie. De dagelijkse inname voor de mediane Nederlander tussen 20 en 70 jaar is ca 1 pg TEQ per kg lichaamsgewicht. Onder de 20 jaar is deze inname een factor 2 tot 3 hoger. (hoofdstuk 8).
16. De door de WHO voorgestelde TDI (Tolerable Daily Intake) van 10 pg TEQ per kg lichaamsgewicht wordt door minder dan 1% van de Nederlanders overschreden indien het dioxinegehalte van melkprodukten en rundvlees 6 pg TEQ/g melkvet zou bedragen. (hoofdstuk 8).

Bevindingen inspecties, algemeen

17. Bij een aantal AVI's bleek de bedrijfsvoering en processturing voor verbetering vatbaar, met name ten aanzien van het beheer en onderhoud van bedrijfsmeters. (hoofdstuk 2, 9).
18. Bij een aantal installaties schoot vooral het beheer tekort en werden onvoldoende gelden beschikbaar gesteld voor een veilige en verantwoorde exploitatie. (hoofdstuk 9).
19. Gezien de omvangrijke projecten die inmiddels door de Nederlandse AVI's zijn gestart, lijkt het halen van de RV'89 per 30 november goed mogelijk. (hoofdstuk 9).
20. De weerstand bij de bevolking tegen afvalverbranding is sterk toegenomen. Dit kan ertoe leiden dat oude installaties worden opgeknapt en vergroot in plaats van nieuwe gebouwd. Met vertraging in de uitbreiding in de verbrandingscapaciteit in ons land zal rekening gehouden dienen te worden.

13. OVERZICHT RAPPORTEN

Onderstaand is een overzicht gegeven (gerangschikt naar plaatsnaam) van de rapporten die door TNO, het RIVM zijn uitgebracht als bijdrage aan het onderzoek.

ONDERWERP	UITVOERING	REFERENTIE
METINGEN PER AVI		
<i>Alkmaar</i>		
Emissiemeting	TNO	de Koning 1990a
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1990b
<i>Amsterdam-Noord</i>		
Emissiemeting	TNO	de Koning 1990b
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1990f
Analyse melkmonsters	RIVM	van 't. Klooster et al. 1989a
<i>GEVUDO (Dordrecht)</i>		
Emissiemeting	TNO	Kuipers en Troost 1991a
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1991e
<i>AVIRA (Duiven)</i>		
Emissiemeting	TNO	Kuipers en Troost 1991b
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1991d
Analyse melkmonsters	RIVM	Liem et al. 1989b.
<i>Philips (Eindhoven)</i>		
Emissiemeting	TNO	Kuipers en Troost 1990a
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1991a
<i>Den Haag</i>		
Emissiemeting	TNO	Poot en de Koning 1990a
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1990e
<i>Leeuwarden</i>		
Emissiemeting	TNO	Kuipers en de Koning 1990a
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1990c
Relatie emissie/grond/melk	RIVM	Matthijsen et al. 1991c
<i>Roosendaal</i>		
Emissiemeting	TNO	Kuipers en Troost 1990b
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1990g
<i>ROTEB (Rotterdam)</i>		
Emissiemeting	TNO	Kuipers en de Koning 1990b
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijsen et al. 1990h

AVR (Rozenburg)

Emissiemeting	TNO	Poot en de Koning 1990b
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijssen et al. 1990d
Vervolgmetingen Lickebaert	RIVM	de Jong et al. 1989
Gehalten in grond Lickebaert	RIVM	de Jong et al. 1990d

ARN (Weurt)

Emissiemeting	TNO	Troost en Hesseling 1991
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijssen et al. 1991f

Zaanstad

Emissiemeting	TNO	Kuipers 1990
Evaluatie emissiemeting	RIVM	Matthijssen et al. 1990a
Gehalten in grond	RIVM	de Jong et al. 1991
Relatie emissie/grond/melk	RIVM	Langeweg et al. 1990

METINGEN IN ZUIVEL/VLEES

Meting rond negen AVI's	RIVM	van 't Klooster et al. 1989b
Metingen Zaandam en Alkmaar	RIVM	de Jong et al. 1990c
Monitoring in risicogebieden	RIVM	Kootstra et al. 1990a
Idem deel II	RIVM	Kootstra et al. 1990b
Idem deel III	RIVM	Kootstra et al. 1991a
Idem deel IV	RIVM	Kootstra et al. 1991b
Dioxinen in kaas	RIVM	Liem et al. 1990b
Dioxinen in slachtprodukten	RIVM	de Jong et al. 1990a

TOXICOKINETIEK

Toxicokinetiek lacterende koe I	RIVM/IVVO	Olling et al. 1990
Idem deel II	RIVM/IVVO	Derks et al. 1991
Toxicokinetiek niet-lacterende koe	RIVM/IVVO	Olling et al. 1991

VOEDING

Dioxinen in voedingsprodukten	RIVM/GG en GD	Liem et al. 1991
-------------------------------	---------------	------------------

RINGONDERZOEK

Ringonderzoek grondgehalten	RIVM/TAUW/UvA	Liem et al. 1990a
-----------------------------	---------------	-------------------

14. LITERATUUR

- Ahlborg, U.G., H. Hakansson, F. Waern, A. Hanberg (1988).
Nordisk dioxinriskbedömning.
Nordiska Ministerradet, Miljörapport 7.
Berende, P.L.M. (1990).
Grondopname door melkkoeien.
IVVO, rapportnr. 312, 1990.
Brem, G. (in prep.)
Verbranden van huishoudelijk afval in Nederland - Parameterstudie dioxine-emissies
IMET-TNO, rapport in voorbereiding
Bremmer, H.J. (1991).
Bronnen van dioxinen in Nederland. Werkdocument.
RIVM, rapportnr. 73050104, februari 1991.
Carlsson, K.B. (1991).
Dioxin destruction in catalyst for NO_x-reduction (SCR-DENO_x).
11th Int. Symp. on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, pg 48. DIOXIN '91, Res. Triangle Park, North Carolina, USA.
Derks, H.J.G.M., P.L.M. Berende, M. Olling, A.K.D. Liem, H. Everts en A.P.J.M. de Jong. (1991).
De toxicokinetiek van PCDD's en PCDF's in de lacterende koe (II).
RIVM/IVVO, rapportnr. 328904002, maart 1991.
EPRI (1983).
Overview, results and conclusions for the EPRI plume model validation and development project: Plains Site.
EPRI-EA-3074, RP 1616--1.
Firestone, D., M. Clower Jr, A.P. Borsetti, R.H. Teske en P.E. Long (1979).
Polychlorodibenzo-p-dioxin and pentachlorophenol residus in milk and blood of cows fed technicalpentachlorophenol.
J Agric Food Chem 27: 1171.
Grant D.L. (1990).
Approach to risk assessment of PCDDs and PCDFs in Canada.
Discussion paper for WHO, 29 november 1990.
Greiner, B. en E. Stelzner (1991).
Koordination, Erfassung und Auswertung von Dioxinmessungen an Abfallverbrennungsanlagen.
TU Berlin, ARGUS, April 199.
Hagenmaier, H.P. en H. Brunner (1990)
Belasting der Umwelt mit Dioxinen; Versuch einer Wichtung der Eintragsquellen.
VGB-Fachtagung "Thermische Abfallverwertung 1990". Essen, 20 september 1990.
Hahn, J.L. en D.S.Sofaer (1988).
Variability of NO_x-emissions from modern mass-fired resource recovery facilities.
Proc. 81st Annual Meeting of APCA, Dallas, Texas, June 1-24, 1988.
Hahn, J. (1991).
Technologies for dioxin control beyond good combustion practices (GCP) and dry scrubbers/fabric filters.
11th Int. Symp. on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, pg 21. DIOXIN '91, Res. Triangle Park, North Carolina, USA.
Heijden, C.A. van der, A.G.A.C. Knaap, P.G.N. Kramers, M.J. van Logten (1982).
Evaluatie van de carcinogeniteit en mutageniteit van 2,3,7,8-TCDD; classificatie en normstelling.
RIVM, rapportnr. 6627915007, februari 1982
Helling, C.S. (1971)
Pesticide mobility in soils II. Applications of soil thin-layer chromatography.
Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 737-743.
Jaarsveld, J.A. van (1989).
Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik.
RIVM, rapportnr. 228603008, november, 1989.
Jaarsveld, J.A. van en M.A.A. Schutter (in prep.).
RIVM, rapportnr. 730501036.

- Jensen, D. en R.A. Hummel (1982).*
Secretion of TCDD in milk and cream following the feeding of TCDD to lactating dairy cows.
Bull Environm Contam Toxicol 29: 440.
- Jong, A.P.J.M. de, P.R. Kootstra, H. van Buuren, A.K.D. Liem, R. Hoogerbrugge, J.A. Marsman, A.C. den Boer, R.S. den Hartog, G.S. Groenemeijer, A.A. Sein, H.A. van 't Klooster (1989).*
Vervolgonderzoek dioxinen in koemelk van melkveebedrijven in het Lickebaartgebied, binnen- en buitenblokkers.
RIVM, rapportnr. 748704030, 20-12-1989.
- Jong, A.P.J.M. de, A.K.D. Liem, P.R. Kootstra, H.J.G.M. Derks en H.A. van 't Klooster (1990a).*
Dioxinen in vlees en slachtprodukten van slachtdieren uit het Lickebaartgebied en de omgeving van kabelbranderijen te Culemborg.
RIVM, rapportnr. 730501004, mei 1990.
- Jong, A.P.J.M. de, S. van den Berg, A.K.D. Liem, R. van den Berg en H.A. van 't Klooster (1990b).*
Onderzoek naar het dioxinegehalte in grond van weilanden in het Lickebaartgebied.
RIVM, rapportnr. 730501011, juni 1990.
- Jong, A.P.J.M. de, A.K.D. Liem, J.A. Marsman, A.C. den Boer, R.S. den Hartog, G.S. Groenemeijer, P.R. Kootstra, R. Hoogerbrugge, H.J. Bremmer, H.J.G.M. Derks, H.A. van 't Klooster (1990c).*
Dioxinen in koemelk afkomstig van melkveebedrijven in de nabijheid van de afvalverbrandingsinstallaties te Zaandam en Alkmaar. Vervolgonderzoek.
RIVM, rapportnr. 730501001, februari 1990.
- Jong, A.P.J.M. de, A.K.D. Liem, G.S. Groenemeijer, R.S. den Hartog, A.C. den Boer, P.R. Kootstra, S.H.M.A. Linders, H.A. van 't Klooster (1990d).*
Vergelijkingsonderzoek analyse dioxinen in vliegstof van AVI's (RIVM-TNO).
RIVM, rapportnr. 730501015, augustus 1990.
- Jong, A.P.J.M. de, R. van den Berg, J.A. Marsman, R.S. den Hartog, A.C. den Boer, A.K.D. Liem, S. van den Berg, P.R. Kootstra, R. Hoogerbrugge en H.A. van 't Klooster (1991).*
Dioxinegehalten in grond van weilanden in de omgeving van de afvalverbrandingsinstallatie te Zaandam.
RIVM, rapportnr. 730501021, januari 1991.
- Kimbrough, R.D., H. Falk, P. Stehr, G. Fries (1984).*
Health implications of 2,3,7,8-TCDD contamination of residential soil.
J Toxicol Environ Health 14: 47-93.
- Koester, C.J., B.D. Eitzer en T.A. Hites (1989).*
Atmospheric fate and transport of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans, AIR-01.
DIOXIN '89. 9th International symposium on chlorinated dioxins and related compounds.
Toronto, Ontario, Canada, sept. 17-22.
- Klooster, H.A. van 't, A.A. Sein, A.K.D. Liem, L.A. Marsman, A.C. den Boer, G.S. Groenemeijer, R.S. den Hartog, G.A.L. de Korte, E. van der Heeft, R. Hoogerbrugge, P.R. Kootstra, D. Onderdelinden (1989a).*
Dioxinen in koemelk afkomstig van melkveebedrijven in de nabijheid van de gemeentelijke afvalverwerkingsinrichting Amsterdam-Noord.
RIVM, Rapport nr. 748704025, 27-7-1989
- Klooster, H.A. van 't, A.K.D. Liem, A.P.J.M. de Jong, J.A. Marsman, A.C. den Boer, R.S. den Hartog, R. Hoogerbrugge, P.R. Kootstra, G.S. Groenemeijer, G.A.L. de Korte, E. van der Heeft, A.A. Sein (1989b).*
Dioxinen in koemelk afkomstig van melkveebedrijven in de nabijheid van negen afvalverbrandingsinstallaties in Nederland.
RIVM, rapportnr. 748704026, 16-8-1989.
- Koning, J. de en A.H. Kleinveld (1987).*
Vergelijking monsternamemethoden voor organische microcomponenten in rookgassen.
MT-TNO, rapport nr. 87-057, november 1987 (NP)
- Koning, J. de (1990a).*
Emissieonderzoek Afvalverbrandingsinstallatie Alkmaar.
TNO, rapportnr. 90-151, mei 1990.
- Koning, J. de (1990b).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie Amsterdam-Noord.
TNO, rapportnr. 90-197, juni 1990.

- Kootstra, P.R., A.P.J.M. de Jong, A.K.D. Liem, R. Hoogerbrugge, A.C. den Boer, J.A. Marsman, W.C. Hijman, R.S. den Hartog, E.G. van der Velde en H.A. van 't Klooster (1990a).*
Monitoring van dioxinen in koemelk in risicogebieden. Deelrapport I.
RIVM, rapportnr. 730501012, juli 1990
- Kootstra, P.R., A.P.J.M. de Jong, A.K.D. Liem, R. Hoogerbrugge, A.C. den Boer, J.A. Marsman, W.C. Hijman, R.S. den Hartog en H.A. van 't Klooster (1990b).*
Monitoring van dioxinen in koemelk in risicogebieden. Deelrapport II.
RIVM, rapportnr. 730501023, november 1990.
- Kootstra, P.R., A.K.D. Liem, R. Hoogerbrugge en A.P.J.M. de Jong (1991a).*
Monitoring van dioxinen in koemelk in risicogebieden. Deelrapport III.
RIVM, rapportnr. 730501030, maart 1991.
- Kootstra, P.R., A.K.D. Liem, R. Hoogerbrugge en A.P.J.M. de Jong (1991b).*
Monitoring van dioxinen in koemelk in risicogebieden. Deelrapport IV.
RIVM, rapportnr. 730501033, juli 1991.
- Krijgsman, M. (1990).*
Kunnen de waarden uit RV'89 in de praktijk worden waargemaakt?
Lucht en Omgeving, september 1990, 104-106.
- Kuipers, G. (1990).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie Zaanstad.
TNO, rapportnr. 90-114, april 1990.
- Kuipers, G. (1991).*
Garantiemetingen rookgasreinigingsinstallatie VVI te Alkmaar.
IMET-TNO rapport nr. 91-390, november 1991.
- Kuipers, G., J. de Koning (1990a).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie Leeuwarden.
TNO, rapportnr. 90-178, mei 1990.
- Kuipers, G., J. de Koning (1990b).*
Emissie-onderzoek afvalverbrandingsinstallatie ROTEB.
TNO, rapportnr. 90-249, augustus 1990.
- Kuipers, G., L.M. Troost (1990a).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie Philips.
TNO, rapportnr. 90-340, november 1990.
- Kuipers, G., L.M. Troost (1990b).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie Roosendaal.
TNO, rapportnr. 90-363, november 1990.
- Kuipers, G., L.M. Troost, (1991a).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie GEVUDO.
TNO, rapportnr. 91-003, januari 1991.
- Kuipers, G., L.M. Troost (1991b).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie AVIRA te Duiven.
TNO, rapportnr. 91-066, maart 1991.
- Langeweg, F., R. van den Berg, W. Slob, A.P.J.M. de Jong, H.J.G.M. Derks, J.A. van Jaarsveld en A.J.C.M. Matthijsen (1990).*
Evaluatie van de relaties van dioxine-emissiemetingen aan de AVI-Zaanstad met gehalten in grond en melk in de omgeving.
RIVM, rapportnr. 730501025, december 1990.
- Leung, H.W., D.J. Paustenbach, F.J. Murray and M. Andersen (1990).*
A physiological pharmacokinetic description of the tissue distribution and enzym-inducing property of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin in the rat.
Toxicology and applied pharmacology 103: 399-410.
- Liem, A.K.D., K. Olie, A.P.J.M. de Jong, R.M.C. Theelen, J.A. Marsman, A.C. den Boer, G.S. Groenemeijer, R.S. den Hartog, A. van Laar, G.v.d. Werken, R. Hoogerbrugge, A.G.A.C. Knaap, M.A. van 't Klooster en C.A. v.d. Heyden (1989a).*
Dioxinen en dibenzofuranen in koemelk afkomstig van melkveebedrijven in het Rijnmondgebied en enkele andere locaties in Nederland.
RIVM/UvA, rapportnr. 748762001, Juli 1989.

- Liem, A.K.D., A.P.J.M. de Jong, J.W.M. Jennissen, R.S. den Hartog, J.A. Marsman, A.C.den Boer, G.S. Groenemeijer, P.R. Kootstra, R. Hoogerbrugge, H.J. Bremmer, H.A. van 't Klooster (1989b).*
Dioxinen in koemelk afkomstig van melkveebedrijven in de nabijheid van een afvalverbrandingsinstallatie te Duiven.
RIVM, rapportnr. 748704031, december 1989.
- Liem, A.K.D., A.P.J.M. de Jong, R. Hoogerbrugge, G.S. Groenemeijer, R.S. den Hartog, A.C. den Boer, H.A. van 't Klooster (1990a).*
Interlaboratorium onderzoek dioxinen in grond.
RIVM, rapportnr. 730501005, juni 1990.
- Liem, A.K.D., A.P.J.M. de Jong, J.A. Marsman, R.S. den Hartog, W.C. Hijman, A.C. den Boer, R. Hoogerbrugge, P.R. Kootstra en H.A. van 't Klooster (1990b).*
Onderzoek naar de gehalten dioxinen in monsters kaas van een melkveebedrijf te Maassluis (Lickebaertgebied).
RIVM, rapportnr. 730501020, augustus 1990.
- Liem, A.K.D., R.M.C. Theelen, W. Slob en J.H. van Wijnen (1991).*
Dioxinen en planaire PCB's in voeding. Gehalten in voedingsprodukten en inname door de Nederlandse bevolking.
RIVM, rapportnr. 730501034, juli 1991.
- Liem, AKD, R.Hoogerbrugge, P.R.Kootstra, E.G. van der Velde and A.P.J.M. de Jong (1992).*
Occurrence of dioxins in cow's milk in the vicinity of municipal waste incinerators and a metal reclamation plant in the Netherlands.
Chemosphere, in press.
- Lützke, K. (1987).*
Emissionsmessungen von PCDD und PCDF.
VDI Berichte 634.
- Masuda, Y. (1990).*
Toxic evaluation of PCBs and PCDFs by Yusho, approach to risk assessment of PCDDs and PCDFs in Japan.
Discussion paper for WHO, 29 november 1990.
- Marklund, S, I. Fångmark and C. Rappe (1991).*
Formation and degradation for chlorinated aromatic compounds in an air pollution control device for MSW combustor.
In: 11th Int. Symp. on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, pag S49.
Dioxin '91, Sept. 23-27, 1991, Res. Triangle Park, North Carolina, USA.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros en J.J.Vos (1990a).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Zaandam.
RIVM, rapportnr. 730501003, april 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros, M.A.A. Schutter en J.J. Vos (1990b).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Alkmaar.
RIVM, rapportnr. 730501008, mei 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros, M.A.A. Schutter en J.J. Vos (1990c).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Leeuwarden.
RIVM, rapportnr. 730501009, juni 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros, M.A.A. Schutter en J.J. Vos (1990d).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Rozenburg.
RIVM, rapportnr. 730501017, september 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros, M.A.A. Schutter en J.J. Vos (1990e).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie AVI-Den Haag.
RIVM, rapportnr. 730501016, september 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros, M.A.A. Schutter en J.J.Vos (1990f).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie AVI-Noord, Amsterdam.
RIVM, rapportnr. 730501013, november 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, M.A.A. Schutter en J.J. Vos (1990g).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Roosendaal.
RIVM, rapportnr. 730501026, december 1990.

- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, J.P.M. Ros, M.A.A. Schutter, R.M.C. Theelen, J.J. Vos (1990h).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Rotterdam.
RIVM, rapportnr. 730501018, november 1990.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, M.A.A. Schutter en J.J. Vos (1991a).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie AVI-Philips te Eindhoven.
RIVM, rapportnr. 730501028, januari 1991.
- Matthijsen, A.J.C.M., R. van den Berg, H.J.G.M. Derks, J.A. van Jaarsveld, A.P.J.M. de Jong, W. Slob, R.M.C. Theelen en A.A. Sein (1991c).*
Evaluatie van de relaties van dioxine-emissiemetingen aan de OLAF-Leeuwarden met gehalten in grond en melk in de omgeving.
RIVM, rapportnr. 730501027, februari 1991.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld en A.A. Sein (1991d).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Duiven.
RIVM, rapportnr. 730501031, april 1991.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld en A.A. Sein (1991e).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Dordrecht.
RIVM, rapportnr. 730501029, april 1991.
- Matthijsen, A.J.C.M., J.A. van Jaarsveld en A.A. Sein (1991f).*
Evaluatie van de dioxine-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie in Weurt.
RIVM, rapportnr. 730501032, mei 1991.
- Mocarelli, P., L.L. Needham, A. Marocchi (1991).*
Serum concentrations of 2,3,7,8-TCDD and test results from selected residents of Seveso, Italy.
J Toxicol Environ Health 32: 357-366.
- NN (ROTEB 1990).*
Ultramoderne rookgasreinigingsinstallatie.
ROTEB-Magazine 91/1, 2-4.
- Olling, M., H.J.G.M. Derks, P.L.M. Berende, F. van Vugt, A.K.D. Liem en A.P.J.M. de Jong (1990).*
De toxicokinetiek van polychloor-dibenzo-p-dioxinen en -furanen in de lacterende koe (I).
RIVM/IVVO, rapportnr. 328904001, mei 1990.
- Olling, M., P.L.M. Berende, H.J.G.M. Derks, A.K.D. Liem, H. Everts en A.P.J.M. de Jong (1991).*
De toxicokinetiek van PCDD's en PCDF's in niet-lacterende koeien (vetweiders).
RIVM/IVVO, rapportnr. 328904003, sep 1991.
- Pollution Paper (1989).*
Report of an interdepartmental working group on PCDD and PCDF. Dioxins in the environment: Department of the environment, London, Pollution paper 27.
- Poot, F.C. en J. de Koning (1990a).*
Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie Den Haag.
TNO, rapportnr. 90-234, augustus 1990.
- Poot, F.C. en J. de Koning (1990b).*
Emissie-onderzoek afvalverbrandingsinstallatie AVR.
TNO, rapportnr. 90-244, augustus 1990.
- Reeck, G. Schröder, W. Schetter, G. (1991).*
Zukunftorientierte Abfallverbrennung in dem MVA Ludwigshafen - Betriebsergebnisse und Leistungsnachweis.
Müll und Abfall 10/91, 661-673.
- Roberts, L. (1991).*
Dioxin risks revisited.
Science 251: 624-626.
- Roos A.H., P.L.M. Berende, W.A. Traag, J.A. van Rhijn, M.J.B. Mengelers, L.G.M.Th. Tuinstra.*
Uitscheiding van polygechloreerde dibenzo-p-dioxinen en -furanen in melk van koeien, die tijdens de droogstand zijn gevoerd met dioxinen besmet voer.
RIKILT, rapportnr. 91.01, 1991
- Ruitenbeek, A. (1990)*
Nieuwe rookgasreiniging AVR heeft nageschakeld actief koolfilter
I²-Procestechnologie, november 1990, 11-13.

Schetter, G. (1987)

PCDD- und PCDF Emissionen aus modernen Müllverbrennungsanlagen und ihre Bedeutung für die Umwelt.

uit: K.J.Thomé-Kozmiensky (uitgever), Müllverbrennung und Umwelt 2 EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin 1987, p 631

ISBN 3-924511-28-4

Schmal, D. et al. (1989)

Dry techniques for abatement of acid emissions in flue gases.

Proc. 8th World Clean Air Congress 1989. The Hague, Netherlands

11-15 September 1989. vol.4, pp 213-218.

Sein, A.A., J.J. Sluijmers en E.J.H. Verhagen (1989).

Onderzoek emissies afvalverbrandingsinstallaties. Eindrapport.

RIVM, rapportnr. 738473006, Juni 1989.

Siebert, P.C, D.R.Alston and K.H.Jones (1991).

Toxic Trace Pollutants from Incineration.

Env. Progress, Vol.10, No.1, 1-12.

Slob, W. (in prep.).

A chain model for dioxins: from emission to cow's milk.

RIVM, rapportnr. 730501039, 1992.

Staatstoezicht op de Volksgezondheid - Hoofinspectie voor de hygiëne van het milieu.(1990).

Voorlopige Inspectie richtlijn blootstellingsrisico bij bodemverontreiniging. Publicatie Hoofinspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne, Ministerie van VROM, 1990.

Theelen, R.M.C. (1989).

Humane blootstelling aan dioxinen en furanen en bijdrage van afval-verbrandingsinstallaties aan deze blootstelling door depositie van vliegstof.

RIVM, rapportnr. 738473009

Theelen, R.M.C. en A. van Laar (1989).

Toxiciteit van vliegstof bij de rat en de cavia en bioretentie van 2,3,7,8-chloor gesubstitueerde dioxinen en furanen uit vliegstof bij de rat.

RIVM, rapportnr. 738473008, april 1989.

Troost, L.M. en W.F.M. Hesseling (1991).

Emissieonderzoek afvalverbrandingsinstallatie AVR te Weurt.

TNO, rapportnr. 91-125, april 1991.

VCP (1988).

Wat eet Nederland, Resultaten van de voedselconsumptiepeiling 1987-1988.

Uitgave van de ministeries van WVC en LNV, Rijswijk, oktober 1988

VDI (1986).

Dioxine Vorkommen-Bestimmung-Bewertung-Entsorgung.

VDI-Tagung 22 (23) April 1986, Essen, blz. 23 e.v.

VDI (1990).

VDI 3499 Blatt 1, Entwurf, März 1990

Messen von Emissionen - Messen von Reststoffen - Messen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen im Rein- und Rohgas von Feuerungsanlagen mit der Verdünnungsmethode. - Bestimmung im Filterstaub, Kesselasche und in Schlacken.

VDI 3499 Blatt 2, Vorentwurf, Dezember 1990

Messen von Emissionen - Messen von polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen (PCDD) und Dibenzofuranen (PCDF) in Abgasen industrieller Anlagen und Feuerungsanlagen. - Kondensationsmethode mit Staubfilter.

VDI 3499 Blatt 3, Vorentwurf, Juni 1990

Messen von Emissionen - Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen in an industrieller Anlagen. - Kondensationsmethode. - Gekühltes Absaugrohr.

VDI 3499 Blatt 4, Vorentwurf, Dezember 1988

Messen von polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD's) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF's) in Emissionen von Verbrennungsanlagen und bei anderen Verbrennungsprozessen.

VROM (1990).

Technische werkgroep "Meetmethoden Richtlijn Verbranden 1989".

Voorstel aanpassing hoofdstuk "Luchtverontreiniging" van de Richtlijn Verbranden 1989, Apeldoorn, mei 1990.

- VROM (1991).*
Wijzigingen van de paragrafen 4 en 8 van de RV'89.
Brief Ministerie van VROM van 14 mei 1991, nr. MBA 10491008
- WHO/EURO (1991).*
Summary report: Consultation on tolerable daily intake from food of PCDDs and PCDFs, Bilthoven,
4-7 December 1990.
Kopenhagen, 1991.
- Young, A.L. (1983).*
Persistence, movement and decontamination studies of TCDD in storage sites massively contaminated
with phenoxy herbicides.
Chemosphere 12: 713-726.
- Zorge, J.A. van (1987).*
Dioxines in bodem en waterbodem, een voorstel tot saneringswaarden (water)bodem.
DGM-notitie, Leidschendam, 25 november 1987.
- Zorge, J.A. van, J.H. van Wijnen, R.M.C. Theelen, K. Olie and M. van den Berg (1989).*
Assessment of the toxicity of mixtures of halogenated dibenzodioxins and dibenzofurans by use of
TEF.
Chemosphere 19: 1881-1895.

15. OVERZICHT GEBRUIKTE AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

ARN	- Afvalverwerking Regio Nijmegen
As	- arseen
AVI	- Afvalverbrandingsinstallatie (bestaande uit één of meer verbrandingslijnen)
AVIRA	- Afvalverwerkingsinstallatie Regio Arnhem
AVR	- Afvalverwerking Rijnmond
Be	- beryllium
biobeschikbaarheid	- het gedeelte van de het lichaam binnenkomende stoffen dat daadwerkelijk door het bloed opgenomen wordt
Br ⁻	- gasvormige anorganische bromiden (berekend als HBr)
Cd	- cadmium
CEN	- Comité Européen de Normalisation
Cl ⁻	- gasvormige anorganische chloriden (berekend als HCl)
Co	- kobalt
CO	- koolmonoxide
CO ₂	- kooldioxide
congeeneer	- één van de verbindingen behorende tot de groep van PCDD's en PCDF's
Cr	- chroom
Cu	- koper
C _x H _y	- gasvormige organische verbindingen (koolwaterstoffen)
dioxinen	- de zeventien 2,3,7,8-chloorgesubstitueerde polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en polychloordibenzofuranen (PCDF's); ook wel aangeduid als PCDD/F
E-filter	- electrostatische stofafscheider
F ⁻	- gasvormige anorganische fluoriden (berekend als HF)
GEVUDO	- Gemeenschappelijke Vuilverwerkingsinstallatie Dordrecht en Omstreken
halfwaardetijd	- de tijd waarin een hoeveelheid of concentratie halveert
halogenen	- verzamelnaam voor chloor, fluor en broom
HBr	- broomwaterstof
HCl	- chloorwaterstof (zoutzuurgas)
HF	- fluorwaterstof
Hg	- kwik
HIMH	- Hoofdinspectie van de volksgezondheid voor de milieuhygiëne
huishoudelijk afval	- Het afval dat wordt verwerkt in de installaties (AVI's) die in dit rapport worden besproken. Dit afval omvat naast afval uit huishoudens ook daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval en grof afval.
ICD	- Interdepartementale Coördinatiecommissie Dioxinen
IMET-TNO	- Instituut voor Milieu en Energietechnologie TNO
IMH	- Inspectie van de volksgezondheid voor de milieuhygiëne
ind	- in normaal toestand droog (m.b.t. de toestand van rookgassen; 101,3 kPa, 273 K)
inv	- in normaal toestand vochtig (m.b.t. de toestand van rookgassen; 101,3 kPa, 273K)
IPO	- Interprovinciaal Overleg
isomeer	- congeeneer met gelijk molecuulgewicht (evenveel Cl-atomen)
IVVO	- Instituut voor Veevoedingsonderzoek
ketenmodel	- uit 3 modellen bestaand modelsysteem dat de dioxineconcentratie in koemelk voorspelt op grond van de emissie van dioxinen
lacterend	- melkgevend

lipofiel	- vetminnend, d.w.z. met affiniteit voor vet en vetachtige stoffen
LNV	- ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
mg	- milligram; 10^{-3} gram
μg	- microgram; 10^{-6} gram
Mn	- mangaan
ng	- nanogram; 10^{-9} gram
Ni	- nikkel
NO_x	- stikstofoxiden (NO en NO_2)
O_2	- zuurstof
OLAF	- Openbaar Lichaam Afvalverwijdering Friesland
OPS-model	- Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen
PBPK-model	- Physiologically Based Pharmacokinetic model
Pb	- lood
PCB's	- Polychloorbifenylen; groep van 209 chemische verbindingen met wisselende chloreringsgraad (1-10 chlooratomen)
PCDD	- polychloordibenzo-p-dioxinen; groep van 75 chemische verbindingen met wisselende chloreringsgraad (1-8 chlooratomen); in dit rapport worden slechts de zeven 2,3,7,8-chloorgesubstitueerde dibenzo-p-dioxinen bedoeld
PCDF	- polychloordibenzofuranen; groep van 135 chemische verbindingen met wisselende chloreringsgraad (1-8 chlooratomen); in dit rapport worden slechts de tien 2,3,7,8-chloorgesubstitueerde dibenzofuranen bedoeld
Planaire PCB's	- drie van de 209 PCB's, nl. 3,3',4,4'-tetraCB (PCB-77), 3,3',4,4',5-pentaCB (PCB-126), en 3,3',4,4',5,5'-hexaCB (PCB-169); deze drie PCB's hebben een toxiciteit welke verwant is met die van dioxinen
pg	- picogram; 10^{-12} gram
quench	- snelle afkoeling door waterinspuiting
Reinigingsresidu	- vaste residu dat overblijft na een additionele reiniging van rookgassen
RIKILT	- Rijksinstituut voor Kwaliteitsonderzoek voor Land- en Tuinbouw-producten
RDF	- Refuse derived fuel (brandstof gemaakt uit afval).
RIMH	- Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne
ROTEB	- Dienst voor Reiniging en Ontsmetting, Transport en Bedrijfsworkplaatsen van de gemeente Rotterdam
RV'85	- Richtlijn Verbranden 1985
RV'89	- Richtlijn Verbranden 1989
Sb	- antimoon
Se	- selenium
slak	- vaste reststoffen welke na verbranding overblijven en uit de oven worden afgevoerd.
Sn	- tin
SO_2	- zwaveldioxide
Substitutiegraad	- Het aantal Cl-atomen in het dioxine-molecuul (of: het aantal H atomen van de benzeenringen dat vervangen is door een chloor-aatoom).
TCDD	- 2,3,7,8- tetrachloordibenzo-p-dioxine, het bekendste en meest toxische congeneer van de dioxinen
TDI	- Toelaatbare Dagelijkse Inname
Te	- tellurium
TEF of (i)-TEF	- Toxiciteit equivalentie factor ten opzichte van 2,3,7,8-TCDD zoals voorgesteld door de Werkgroep TEF (Van Zorge et al. 1989)
TEQ of (i)-TEQ	- 2,3,7,8-TCDD toxiciteitsequivalenten, berekend op basis van de TEF's
V	- vanadium
VCP	- Voedsel Consumptie Peiling

VDI	- Verein Deutsche Ingenieure
VEABRIN	- Vereniging van Exploitanten van Afvalverbrandingsinstallaties in Nederland.
verbrandingslijn	- combinatie van oven, ketel, rookgasreiniging en schoorsteen
vlieggas	- verbrandingsresten die door hun zeer geringe afmeting in de rookgasstroom worden meegenomen (NEN 6410)
vliegstof	- de resterende, vaste bestanddelen in de rookgassen van een afvalverbrandingsinstallatie, nadat de rookgassen een vliegsvanger zijn gepasseerd (NEN 6410)
VROM	- Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VVAV	- Vereniging van Afvalverwerkers.
WHO	- World Health Organization
WVC	- ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
Zn	- zink

BIJLAGEN

	pag.
app. 1A	101
tab. 2.1A	106
tab. 2.1B	107
app. 2.2A	108
tab. 2.3.1A	111
tab. 2.4.1A	112
tab. 2.4.1B	113
fig. 2.4.1A	114
fig. 2.4.1B	115
fig. 2.4.1C	116
fig. 2.4.1D	117
fig. 2.4.1E	118
tab. 2.4.2A	119
tab. 2.4.2B	120
fig. 2.4.2A	121
fig. 2.4.2B	122
fig. 2.4.2C	123
tab. 2.4.3A	124
tab. 2.4.3B	125
fig. 2.4.3A	126
tab. 2.4.5A	127
fig. 2.4.5A	128
fig. 2.4.5B	129
fig. 2.4.5C	130
fig. 2.4.5D	131
fig. 2.5A	132
fig. 2.5B	133
tab. 3.1A	134
tab. 3.1B	134
fig. 3.1A	135
fig. 3.1B	136
fig. 3.1C	137
fig. 3.1D	138
fig. 3.1E	139
fig. 3.1F	140
fig. 3.1G	141
fig. 3.1H	142
fig. 3.1I	143
fig. 3.1J	144
fig. 3.1K	145
fig. 3.1L	146
fig. 3.1M	147
tab. 5.2A	148
tab. 7.4.2A	149
app. 8.2A	150
app. 9.1A	153



Aan: de Voorzitter van de
Tweede Kamer der Staten
Generaal
Binnenhof 1A
2513 AA 's-GRAVENHAGE

Uw kenmerk	Uw brief van	Kenmerk	Datum
		HIMH/HS/CC 1479001	14 juli 1989
Onderwerp			

Geachte Voorzitter,

Hierdoor berichten de ondergetekenden als volgt over problemen die aan het licht gekomen zijn met betrekking tot de emissies van verbrandingsinstallaties voor huishoudelijk afval en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval (AVI's).

Een rapportage van het RIVM over luchtverontreinigingsaspecten van huisvuilverbrandingsinstallaties is thans gereedgekomen en wordt u hierbij vergezeld van een beleidsnotitie van de Minister van VROM aangeboden.

Deze notitie is een vervolg op een eerdere notitie van april 1984 waarin onderzoek werd aangekondigd aangaande de emissies naar de lucht van diverse verbrandingsinstallaties voor huishoudelijk afval en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval (AVI's).

Uit de rapporten komt naar voren dat bij de verbranding van huishoudelijk afval en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval in AVI's een aantal toxische verbindingen worden geëmitteerd met name zware metalen zoals cadmium, kwik, lood, zink en gechlloreerde organische componenten zoals polychloor-dibenzo-para-dioxines (PCDD's) en polychloor-dibenzofuranen (PCDF's). Deze toxische emissies zijn over het algemeen direct gelieerd aan de geëmitteerde vliegstof. De gemeten emissies liggen in lijn met resultaten uit het buitenland.

Verricht laboratoriumonderzoek bevestigt de toxiciteit van de emissies van AVI's. Blootstelling aan het geëmitteerde vliegstof leidt tot opname in het lichaam van zowel de anorganische als de organische componenten die hieraan gebonden zijn. De meest kritische bestanddelen van de emissie zijn de PCDD's en PCDF's. De

Bijlagen



Kenmerk

Datum

Bladnummer

HIMH/HS/CC
1479001

14 juli 1989

- 2 -

directe blootstelling aan deze stoffen, via inademing van vliegstof uit de omgevingslucht, is gering vergeleken met de indirecte blootstelling via de voeding.

Blootstelling via het voedsel draagt voor ongeveer 98% bij aan de totale blootstelling aan PCDD's en PCDF's en is het gevolg van de verspreiding van deze zeer persistente stoffen in het milieu.

Berekeningen wijzen uit dat lokaal, in de omgeving van een van de drie onderzochte AVI's waarover wordt gerapporteerd, de depositie van PCDD's en PCDF's van dien aard kan zijn dat, melk van daar grazende koeien een te hoog gehalte aan deze stoffen kan bevatten.

PCDD's en PCDF's komen in ons milieu terecht door depositie van deze stoffen uit verschillende bronnen. Er is depositie vanuit bronnen in het buitenland en naast de emissies van AVI's zijn er industriële emissies van deze stoffen en emissies van verkeer e.d..

Het algemene blootstellingsniveau aan PCDD's en PCDF's in ons land is zo wordt aangenomen, vergelijkbaar met dat in andere geïndustrialiseerde landen en wordt geschat op ongeveer de helft van het maximaal acceptabele niveau. Indien nu uitsluitend melk gedronken wordt die afkomstig is van vee in de omgeving van bronnen die genoemde PCDD's en PCDF's emitteren (o.m. AVI's) kan de grens van de aanvaardbare dagelijkse dosis worden bereikt dan wel worden overschreden, hetgeen volgens de in het rapport uitgevoerde berekeningen bij een van de onderzochte AVI's het geval is, namelijk bij de Afvalverbranding Rijnmond. Als naast consumptie van deze melk ook consumptie van daaruit bereide producten zoals kaas plaatsvindt kan de overschrijding worden versterkt.

Een conclusie van dit onderzoek was om de berekeningen nader te laten verifiëren door monsterneming en analyse van rauwe melk uit de omgeving van AVI's. Een eerder aangetroffen verhoogde concentratie van één melkmonster uit het zgn. Lickebaertgebied gelegen tussen Vlaardingen en Maassluis dat in de buurt ligt van de AVR (Afvalverwerking Rijnmond), was aanleiding daar met voorrang onderzoek aan melk te verrichten. Dit onderzoek is op last van de Ministers van VROM en WVC uitgevoerd door het RIVM en de Universiteit van Amsterdam. De uitkomsten van de analyse van de melkmonsters die thans onderzocht zijn wijzen uit dat in de meeste gevallen bij dagelijkse consumptie van de bemonsterde boerderijmelk de grens overschreden wordt van wat een mens levenslang dagelijks mag binnenkrijgen. De overschrijding leidt niet tot acute gezondheidseffecten. Bij voortdurende consumptie echter zijn lange



Kenmerk

Datum

Bladnummer

HIMH/HS/CC
1479001

14 juli 1989

- 3 -

termijneffecten op de gezondheid bij de geconstateerde overschrijding niet uit te sluiten.
Daarom is het noodzakelijk maatregelen te treffen omdat het hier een ongewenste situatie betreft.

Het rapport van deze analyses van het RIVM en de Universiteit van Amsterdam wordt eveneens hierbij aan de Tweede Kamer aangeboden.

Er bestaan geen normen voor PCDD's en PCDF's in voedingsmiddelen. Krachtens de Warenwet mogen hierin geen vreemde stoffen aanwezig zijn in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de volksgezondheid. In 1982 is door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) wel een norm (richtwaarde) voorgesteld voor de maximaal aanvaardbare dagelijkse inname. Deze bedraagt voor de meest toxische dioxine, 2,3,7,8-TCDD, 4 picogram per kg lichaamsgewicht. In de meeste andere landen ligt deze norm op een vergelijkbaar niveau.

Gelet op de grootte van de geconstateerde overschrijding is er in het algemeen geen direct gevaar voor de volksgezondheid. Dat neemt niet weg dat het wenselijk is, nu de gemeten concentraties boven de grens van het acceptabele niveau liggen, maatregelen te treffen om de risico's van blootstelling te verminderen. Daartoe hebben de ministers van LenV, WVC en VROM het volgende besloten.

Voor melk en melkprodukten is door het RIVM voor dit gebied een tijdelijk toelaatbare waarde voorgesteld van 6 picogram 2,3,7,8-TCDD equivalent per gram melkvet. Deze waarde dient op termijn te worden verlaagd naar 4 picogram/gr melkvet parallel aan de te nemen maatregelen aan de AVI's. Gelet op deze waarde en de gegevens uit de door het RIVM geanalyseerde monsters en de verrichte berekeningen komt in Zuid-Holland in het gebied tussen de Nieuwe Waterweg, de Noordvliet en de Vlaardingervaart een te hoog gehalte aan dioxine in boerderijmelk voor.

Om die reden heeft de Staatssecretaris van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur in overeenstemming met de ministers van Landbouw en Visserij, en van Economische Zaken, besloten op grond van de Warenwet een maatregel uit te vaardigen die inhoudt dat de melk van vee uit dat gebied naar één aangewezen melkfabriek moet worden afgevoerd. Tevens wordt in deze maatregel de bereiding van zuivelprodukten (zoals kaas) van dergelijke melk op de boerderij verboden. In de aangewezen melkfabriek zal het melkvet moeten worden afgescheiden. Dit melkvet zal niet in de handel mogen worden gebracht.

Met betrekking tot vlees wordt het Produktschap van Vee en Vlees verzocht een regeling te treffen, waarbij veehouders verplicht



Kenmerk

Datum

Bladnummer

HIMH/HS/CC 14 juli 1989
1479001

- 4 -

worden het vee in het betrokken gebied te merken met de bedoeling om het vet en de organen van het vee bij de slachting apart te kunnen houden.

Deze zullen worden afgekeurd omdat wordt aangenomen dat vet en organen eveneens gecontamineerd zijn met de eerder genoemde stoffen.

Daarnaast wordt door het Produktbedrijf voor Veevoeder een regeling voorbereid met betrekking tot veevoeder uit het betrokken gebied.

Aanvullende berekeningen, die nog niet worden onderbouwd door geanalyseerde melkmonsters wijzen uit dat ten aanzien van de overige AVI's in Nederland er een gebied is namelijk nabij de in Amsterdam Noord gevestigde AVI dat aandacht behoeft in verband met mogelijke overschrijding van de genoemde waarde voor melkvet. Het gaat om het gebied ten noord oosten van de bebouwde kom van Amsterdam Noord begrensd door de Kadoelerweg, Van Beekstraat, Broekmeerdijk en Broekergouw. Ter plaatse zijn reeds monsters genomen. De resultaten daarvan zijn binnen enkele weken te verwachten.

Om ieder risico te vermijden is besloten ook ten aanzien van dit gebied dezelfde maatregelen te treffen als in het gebied ten Noorden van de Nieuwe Waterweg. Indien in de komende weken uit het nu gestarte monsteronderzoek blijkt dat hier geen te hoge concentraties in melk worden gevonden zullen deze maatregelen weer worden ingetrokken.

Gelet op het voorgaande zullen voor de komende maanden maatregelen worden getroffen om de onmiddellijke schade die veehouders in het betrokken gebied lijden door de getroffen maatregelen te compenseren. Intussen zal worden nagegaan op welke wijze de schade in de agrarische bedrijfsuitoefening kan worden beperkt na deze periode en welke structurele maatregelen met betrekking tot de agrarische bedrijfsuitoefening eventueel getroffen dienen te worden.

Aan de landsadvocaat wordt opgedragen de mogelijkheden met betrekking tot aansprakelijkheidsstelling van de veroorzakers te onderzoeken.

Naar het zich thans laat aanzien treedt de gesignaleerde problematiek in het bijzonder op in de twee bovengenoemde gebieden. Van daar dat de landbouwkundige maatregelen daarop betrekking hebben. Om echter zeker te zijn omtrent de situatie rond andere AVI's dan die waarop het monsterneming- en analyse-onderzoek zich thans richtte is inmiddels een zelfde onderzoek in gang gezet voor alle overige AVI's in Nederland. De resultaten zullen naar het zich



Kenmerk

Datum

Bladnummer

HIMH/HS/CC
1479001

14 juli 1989

- 5 -

thans laat aanzien in de loop van de zomer beschikbaar komen en eveneens naar de Tweede Kamer worden gezonden.

Aan de AVI's zullen op grond van de geconstateerde problematiek strenge emissiebeperkende voorwaarden worden opgelegd; dit betekent enerzijds dat de beheersing van het verbrandingsproces zo optimaal mogelijk moet zijn en dat anderszijds de meest uitgebreide rookgasreinigingstechnieken in Nederland ingevoerd moeten worden bij nieuwe AVI's. Bij bestaande installaties moeten dezelfde voorzieningen worden aangebracht op de kortst mogelijke termijn waarbinnen dat technisch te realiseren is. Hierover wordt thans overleg gestart met de exploitanten, de beheerders en het betrokken bevoegd gezag van de AVI's, de provincies. Aan de betrokkenen wordt gevraagd een plan van aanpak op te stellen voor aanpassing van de bestaande AVI's. Dit zal zo spoedig mogelijk na ontvangst aan de Kamer worden toegezonden. Uiteraard zal een en ander moeten worden ingepast in de voorstellen van de Landelijke Coördinatie Commissie Afvalbeleid waarvan het rapport door de minister van VROM inmiddels aan de Kamer is aangeboden.

Zoals reeds in het Nationaal Milieubeleidsplan vermeld is, wordt binnenkort een nieuwe VROM-richtlijn verbranden uitgebracht. Daarir worden deze stringente eisen neergelegd. Het in het NMP genoemde tijdstip van realisatie van de voorzieningen zal moeten worden vervroegd. Indien noodzakelijk wordt deze richtlijn omgezet in een ministeriële aanwijzing op grond van de Afvalstoffenwet.

De Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,

Drs. E.H.T.M. Nijpels

De Minister van Landbouw
en Visserij,

Ir. G.J.M. Braks

De Staatssecretaris van Welzijn,
Volksgezondheid en Cultuur,

Drs. D.J.D. Dees

Tabel 2.1A

De gemiddelde gehalten aan rookgascomponenten (tijdens de monsternamperiodes voor dioxinen) en de toegestane emissiegrenswaarden volgens "Richtlijn Verbranden 1985" en de "Richtlijn Verbranden 1989" 3)

Installatie/ oven	PCDD/F-TEQ gehalte	O2 gehalte	CO2 gehalte	CO gehalte	CxHy gehalte	NOx gehalte	SO2 gehalte	Cl- gehalte	F- gehalte	Br- gehalte	Stof gehalte	Arseen gehalte	Cadmium gehalte	Lood gehalte	Zink gehalte	Kwik gehalte
	[ng/m3]	[vol%]	[vol%]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]	[mg/m3]
Zaanstad, oven A 1)	79	13,2	7,3	102	< 7	351	153	892	5,7	-	43	0,001	0,03	0,85	1,47	0,15
Zaanstad, oven B 1)	2) 360	13,9	6,5	146	11	291	187	853	3,5	-	102	0,002	0,08	1,42	2,8	0,11
Alkmaar, oven 1	32	11,7	8,0	32	< 5	480	152	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leeuwarden, oven 1/2	110	12,5	7,2	38	< 6	372	239	879	4,8	1,6	103	0,007	0,08	2,1	4,8	0,19
A'dam-Noord, oven 3	4,8	10,8	8,6	44	< 5	379	73	497	2,6	1,4	16	0,004	0,05	0,9	1,9	0,11
Den Haag, oven 4	2,2	11,1	8,6	26	7	341	77	619	2,8	2,6	27	0,004	0,05	1,6	2,2	0,07
Den Haag, oven 1	10,3	12,5	7,6	68	< 6	464	75	423	1,5	< 2,5	37	0,005	0,05	1,2	2,3	0,15
AVR, oven 3	53	11,7	8,0	219	< 5	368	317	614	4,0	5,5	95	0,008	0,08	1,6	4,1	0,13
ROTEB, oven 1	92	12,4	7,3	98	< 6	236	136	714	3,7	0,9	18	0,001	0,04	0,7	1,3	0,07
Philips Eindhoven	7,7	11,7	8,7	10	< 6	358	119	2	< 0,3	< 0,4	18	0,003	0,007	0,3	0,4	0,005
Rosendaal	14	16,9	3,4	751	31	259	163	320	6,8	0,9	142	0,013	0,17	3,3	6,3	0,18
slibdr. in bedrijf	30	16,2	3,9	618	10	264	186	560	4,4	1,1	83	0,009	0,10	1,7	4,3	0,08
GEVUDO, oven 2	23	12,4	7,1	2717	112	358	408	2,1	< 0,2	0,2	17	0,003	0,03	0,5	0,6	0,21
+ etage oven																
GEVUDO, oven 3	2,2	12,1	7,6	16	< 5	428	146	10	< 0,1	0,2	20	0,002	0,03	0,6	1,1	0,24
AVIRA, oven 1	4,0	8,6	10,5	21	< 4	267	187	0,4	< 0,04	< 0,04	1	0,0001	0,0002	0,004	0,029	0,016
AVIRA, oven 2	14,5	9,8	9,3	640	19,5	294	153	1,6	0,3	< 0,13	-	-	-	-	-	-
AVIRA, oven 3	2,5	10,0	9,7	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARN stookproef 1	5,8	9,1	11,4	18	-	291	105	3,0	1,4	-	13	-	0,009	0,18	0,29	0,010
ARN stookproef 2	2,3	9,8	9,3	29	< 4	312	198	4,1	0,6	-	9	-	0,011	0,26	0,37	0,036
ARN stookproef 3	4,3	9,1	9,7	19	< 4	337	142	1,9	0,2	-	6	-	0,016	0,32	0,89	0,052
Richtlijn Verbranden 1985																
Richtlijn Verbranden 1989	0,1			50	10	70	40	50	5	5	50	0,1	0,05	Pb+Zn	5,0	0,1
																0,05

1) De vermelde CO2-, CO- CxHy-, NOx- en SO2 concentraties zijn de daggemiddelden als vermeld in rapport van AVI Zaanstad; de gemiddelde concentraties tijdens PCDD/F monstername zijn niet vermeld in rapport van AVI Zaanstad; O2-gehalte is wel de gemiddelde waarde tijdens monsternamperiodes PCDD/F.

Van de overige componenten zijn de resultaten gemiddeld over de gehele meetperiode vermeld.

2) Exclusief hoge meetwaarde derde dag bedraagt gemiddelde 63 ng/m3 (TEQ).

3) De gehalten zijn betrokken op m3 ind bij 11% O2.

Tabel 2.1B

De gemiddelde rookgasdebieten en gemiddelde emissies (in kg/h) van een aantal rookgascomponenten 1).

Installatie/ oven	(inv) [m ³ /h]	Rookgas debiet (ind) [m ³ /h]	Temp. (ind) [°C]	Vocht- gehalte rookgas [g/m ³]	PCDD/F emissie (als TEQ) [kg/h]	CO emissie [kg/h]	CxHy emissie [kg/h]	NOx emissie [kg/h]	SO ₂ emissie [kg/h]	Cl- emissie [kg/h]	P- emissie [kg/h]	Stof emissie [kg/h]	Cadmium emissie [kg/h]	Lood emissie [kg/h]	Zink emissie [kg/h]	Kwik emissie [kg/h]
Zaanstad, oven A	8100	57000	44600	285	347	3,5E-06	4,53 < 0,22	15,67	6,81	39,8	0,25	1,9	0,001	0,037	0,063	0,006
Zaanstad, oven B	92900	67000	47700	295	288	1,7E-05	5) 6,98	13,90	8,90	40,7	0,17	5,0	0,003	0,064	0,125	0,005
Alkmaar, oven 1	46700	29400	27400	296	463	8,8E-07	0,88 < 0,14	13,16	4,16	-	-	-	-	-	-	-
Leeuwarden	83300	56900	48100	280	368	5,3E-06	1,81 < 0,29	17,91	11,51	42,28	0,23	4,95	0,0040	0,10	0,23	0,01
A'dam-Noord, oven 3	105300	91300	93100	243	124	4,4E-07	4,10 < 0,47	35,28	6,83	46,27	0,24	1,46	0,0046	0,08	0,17	0,01
Den Haag, oven 4	73700	63900	63000	245	124	1,4E-07	1,64	0,44	4,85	39,00	0,18	1,73	0,0032	0,10	0,14	0,004
Den Haag, oven 1	83000	73300	62500	276	119	6,5E-07	4,27 < 0,38	29,00	4,67	26,44	0,09	2,27	0,0029	0,07	0,15	0,01
AVR, oven 3	133700	114600	106200	315	134	5,6E-06	23,22 < 0,53	39,08	33,67	65,21	0,42	10,20	0,0080	0,17	0,44	0,01
ROTEB, oven 1	53200	44200	38100	222	163	3,5E-06	3,73 < 0,23	8,99	5,19	27,20	0,14	0,71	0,001	0,03	0,05	0,002
Philips Eindhoven	24500	21100	19500	56	143	1,5E-07	0,19 < 0,12	6,99	2,32	0,04 < 0,01	< 0,01	0,36	0,0001	0,01	0,01	0,0001
Roosendaal	39900	37100	15300	128	61	2,6E-07	11,49	0,47	2,49	4,90	0,10	2,11	0,003	0,04	0,10	0,003
slibdr. in bedrijf	49700	45400	21700	200	75	6,4E-07	13,41	0,22	4,04	12,15	0,10	1,86	0,002	0,04	0,10	0,002
GEVUDO, oven 2	64500	46400	39900	76	314	9,3E-07	108,42	4,48	14,30	16,28	0,08 < 0,005	0,70	0,0014	0,02	0,02	0,01
+ etage oven																
GEVUDO, oven 3	63900	43200	38600	76	384	8,2E-08	0,62 < 0,19	16,51	5,64	0,39 < 0,004	0,73	0,0013	0,02	0,04	0,04	0,01
AVIRA, oven 1	82600	63400	78700	70	244	3,2E-07	1,61 < 0,31	20,97	14,72	0,03 < 0,003	0,06	0,00001	0,0003	0,002	0,002	0,001
AVIRA, oven 2	72700	38300	43100	87	727	6,3E-07	27,58	0,84	12,67	6,57	0,07	0,01	-	-	-	-
AVIRA, oven 3	67700	52000	57200	71	242	1,5E-07	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARN stookproef 1	64900	56500	67300	65	223	3,9E-07	1,21	-	19,58	7,07	0,20	0,09	0,85	0,0006	0,01	0,02
ARN stookproef 2	61600	52400	58700	62	208	1,4E-07	1,70 < 0,23	18,31	11,62	0,24	0,04	0,52	0,0007	0,02	0,02	0,002
ARN stookproef 3	67100	57100	68000	66	207	2,9E-07	1,29 < 0,27	22,92	9,66	0,13	0,01	0,40	0,0011	0,02	0,06	0,003

1) De emissies in kg/h zijn berekend aan de hand van de concentraties vermeld in tabel 2.1A en het over de meetperiode gemiddeld rookgasdebiet.

2) Vermelde waarden veelal afwijkend van de waarden vermeld in het rapport van de betreffende AVI; in rapporten de gemiddelde emissies over gehele meetperiode berekend

3) Bij berekening van de emissies aan de hand van de concentraties vermeld in tabel 2.1A en de in deze tabel vermelde debieten kunnen afwijkende waarden worden gevonden. De reden hiervan is dat de hier vermelde waarden zijn berekend met niet afgeronde gegevens.

4) Gemiddeld gedurende monstername periode PCDD/F.

5) Exclusief meetresultaat derde dag (955 ng TEQ/m³) bedraagt de emissie 3,0E-06 kg/h.

De toegepaste meet- en monsternamemethodieken kwamen zoveel mogelijk overeen met de in de Richtlijn Verbranden 1989 voorgeschreven methodieken. Hieronder wordt volstaan met een korte samenvattende beschrijving.

O₂, CO₂, CO, C_xH_y, NO_x en SO₂

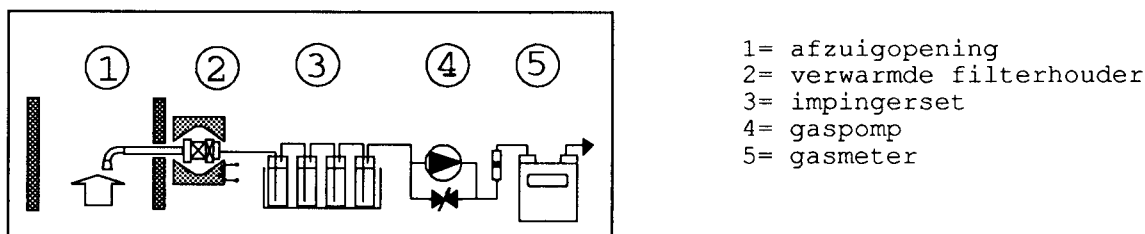
De meetapparatuur voor deze componenten bevond zich in een meetauto. De rookgassen werden gekoeld en gedroogd alvorens te worden geanalyseerd.

Meetprincipes:

CO₂, CO, SO₂: infraroodabsorptie
 O₂ : paramagnetisme
 C_xH_y : vlamionisatiedetectie
 NO_x : chemieluminescentie

Stof, Zware metalen(aan stofgebonden) en H₂O

Het gehalte aan stof, H₂O en de metalen Pb, Zn, Cd en As werd bepaald via een gecombineerde bemonstering. Zie voor het principe van deze bemonstering figuur B.1. Indien het niet mogelijk was een filter in het rookgaskanaal te gebruiken (bijvoorbeeld vochtige gassen) werd een verwarmd filter buiten het kanaal toegepast. De eerste twee impingers waren gevuld met 1 N salpeterzuur; van de laatste twee impingers was de eerste leeg (druppelvanger) en de tweede gevuld met silicagel (drogen monstergas). De impingers waren geplaatst in smeltend ijs. De afgevangen hoeveelheid stof en water werd gravimetrisch vastgesteld; de gehalten aan (stofgebonden) zware metalen werden bepaald aan de hand van analyse van de afgevangen hoeveelheid stof.



Figuur B.1 Schema monsternameset voor stof, zware metalen en waterdamp

Halogenen (Cl-, F- en Br-) en Hg

De bemonstering van de rookgassen op halogenen en kwik (Hg) werd uitgevoerd in aparte bemonsteringsets die qua opzet sterk op die voor stof lijken. Verschillen zijn dat de halogenen- en kwikset kleiner is en dat er niet isokinetisch werd afgezogen (gasvormige componenten). Voor de bemonstering van halogenen zijn de eerste twee impingers gevuld met 0,1 N natronloog (NaOH) en voor de bemonstering van kwik met kaliumpermanganaat/zwavelzuur (KMnO₄/H₂SO₄) mengsel. Van de laatste twee impingers was de eerste leeg (druppelvanger) en de tweede gevuld met silicagel (drogen monstergas). De impingers waren geplaatst in smeltend ijs.

Debiet en temperatuur

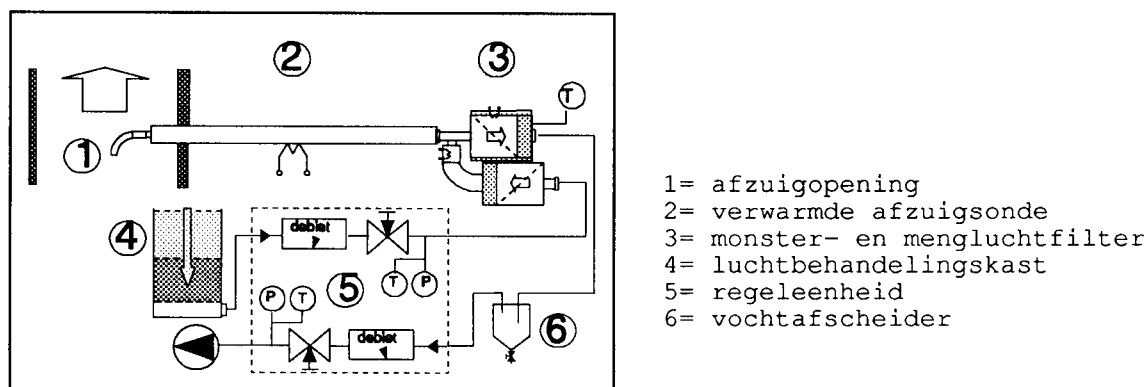
Het rookgasdebiet werd gemeten via snelheidsmetingen met behulp van een pitot-buis volgens Prandtl. Indien dit niet mogelijk was ("natte" rookgassen) werd gebruik gemaakt van een vleugelrad-anemometer. Temperaturen werden gemeten met thermokoppels (Cr/Al).

PCDD's en PCDF's (dioxinen)

Dioxinen werden bemonsterd volgens de Ströhlein verdunningsmethode (figuur B.2). Hierbij wordt een deelstroom van het rookgas met een elektrisch verwarmde monsternamesonde isokinetisch volgens NPR 2788 afgezogen. Het rookgas wordt in een menggedeelte met gedroogde, gefilterde en eventueel gekoelde of verwarmde lucht zeer snel op een temperatuur onder 40°C gebracht. Door deze wijze van

verdunden wordt voorkomen dat het waterdauwpunt wordt onderschreden. De in de verdunde rookgasstroom aanwezige tetra- tot en met octa-PCDD/F zijn onder deze condities stofgebonden en worden afgescheiden op een siliconengebonden glasvezelfilter.

Na monstername wordt het filter met zoutzuur ontsloten en geëxtraheerd met tolueen in een Soxhletopstelling. Het extract ondergaat, na te zijn ingedampt, een clean-up over een benzeensulfonzuurkolom en een silicagel SPE-kolom. De analyse van het eluaat geschiedt gaschromatografisch op een polaire kolom. Identificatie en kwantificering vindt plaats met behulp van een massaspectrometer in de "selected ion monitoring" mode.



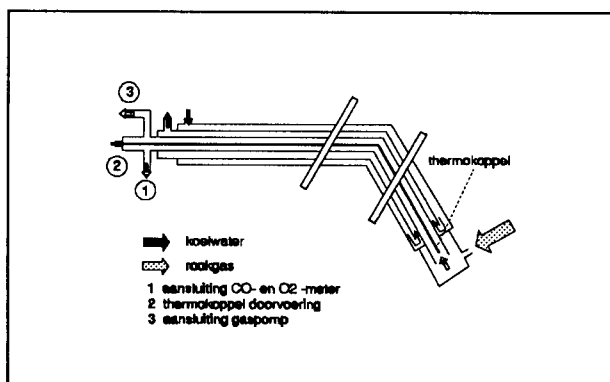
Figuur B.2 Schema Ströhlein verdunningsapparaat

Van monsters verzameld bij Zaanstad, Alkmaar en Leeuwarden werden door RIVM "schaduwanalyses" uitgevoerd. De resultaten kwamen daarbij goed overeen (zie de afzonderlijke rapporten van genoemde installaties).

Vuurhaardmetingen

De vuurhaardmetingen werden uitgevoerd met behulp van een watergekoelde zuigpyrometer (figuur B.3).

De vuurhaardtemperatuur werd gemeten met behulp van een Pt/Rh thermokoppel. Dit thermokoppel is door een dubbel keramisch stralingsschild afgeschermd. Door tevens met hoge snelheid (> 100 m/s) rookgassen uit de vuurhaard langs het koppel af te zuigen, kan de juiste rookgastemperatuur worden bepaald. In de sonde worden de afgezogen gassen gekoeld tot circa 120°C . Een deelstroom van deze afgezogen gassen wordt via een monsternamelleiding naar de meetauto gevoerd, waar zij worden geanalyseerd op CO en O_2 .

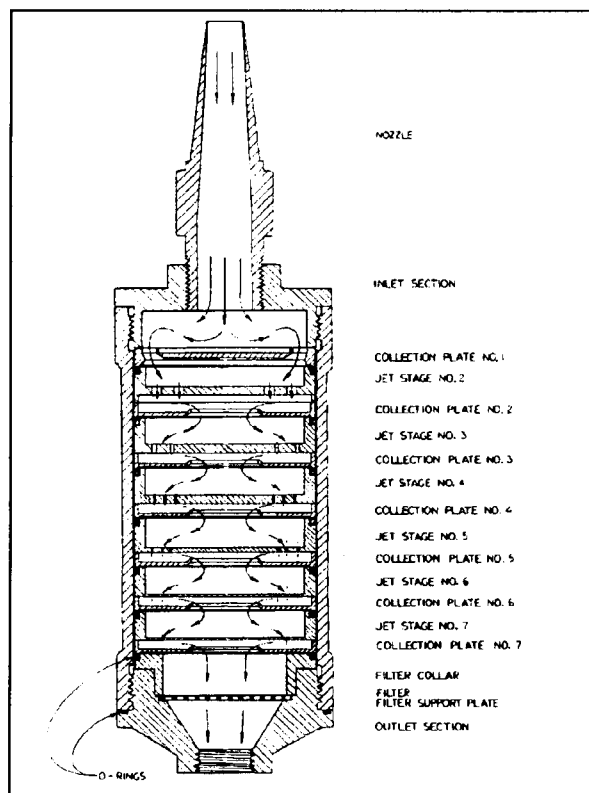


Figuur B.3 Schema watergekoelde zuigpyrometer

Deeltjesgrootteverdeling vliegstof

De deeltjesgrootteverdelingsmetingen werden uitgevoerd met een cascade-impactor (figuur B.4). Een cascade-impactor bevat een aantal impactieschotels en vervolgens een absoluutfilter. De stofdeeltjes komen op de impactieschotels door traagheidskrachten. Doordat bij elke cascade (trap) de snelheid van de gasstroom wordt opgevoerd wordt op elke verzamelplaat een andere deeltjesgroottefractie verzameld. Door de "gewichtstoename" van de verzamelplaten te meten wordt de deeltjes-grootteverdeling vastgesteld.

De deeltjesgrootte wordt uitgedrukt in aerodynamische diameters. Dit houdt in dat de deeltjes worden beschouwd als bolletjes van een bepaalde diameter met een soortelijke massa van 1000 kg/m^3 .



Figuur B.4 Pilat (University of Washington) Mark III
Source Test Cascade Impactor

Tabel 2.3.1A Gegevens van de installaties

Installatie	Totaal aantal ovens	Numerus oven	System	Capaciteit per oven	Energie-terugwinning	Gegevens stoomketel	Type rookgas-reinigingsinstallatie	Schoorsteen hoogte	Opmerkingen
				[ton/h]		[bar]	[°C]	1)	[m]
Zaanstad	2	A en B	Claudius Peters	9	nee			E	86 gesloten
Alkmaar	3		Martin	6	nee			E	62 gesloten 2)
Leeuwarden	2		Martin	6	nee			E	60 gesloten
Amsterdam-Noord	4		Martin	17	ja	40-45	40 400	K,E	101 nieuwe installatie, A'dam-West, in aanbouw
Den Haag	4	1,2,3 4	Von Roll (gemod.)	12,5 15	ja ja	25 35	37 410 40 450	K,E K,E	100 100
AVR	6		Dürr	21	ja	48	28 365	E	110 3)
ROTEB	4		Martin	12,5	ja	29	29 360	K,E	90
Philips Eindhoven			K&K Ofenbau	3,5	ja	16	20 340	E,W	80 verstoekt RDF
Roosendaal	2		Brunn en Sorensen	4	ja	waterverwarming		E 4)	waterpijpketel; slibdroger in serie;
GEVUDO	4	1 2 3 4	Martin Martin Martin Martin	7 7 7 7	ja ja nee ja	ja slibverbr.		W, E (nat) W, E (nat) W, E (nat) W, E (nat)	gereed medio 1992; 80 slibverbrandingsoven in serie met lijn 2 of 3; 80 in gebruik begin 1991;
AVIRA	3	1 2 3	Düsseldorf/Dürr	15 12 15	ja nee ja	40 40 waterverw.	40 400	E,W E,W E,W	90 90 90 waterpijpketel
ARN	1		K&K Ofenbau	9	ja	41	40 400	E,W	80 verstoekt RDF

- 1) E= E-filter; K= kalkinspuiting; W= natte wasser(s)
2) vernieuwde installatie weer in gebruik in juli 1991
3) een zevende verbrandingslijn wordt gebouwd
4) na slibdroger een multicycloon en natte wassers
5) Energieterugwinning oven 1 en 3 geïntegreerd in een zogenaamd Intergraal Energie Systeem (IES)

Tabel 2.4.1A

Het gehalte aan O₂, CO₂, CO, CxHy, NOx en SO₂ van de rookgassen gedurende de monstername periode van de dioxinen

Installatie oven	Datum	O ₂ gehalte	CO ₂ gehalte	CO gehalte bij 11% O ₂	CxHy gehalte bij 11% O ₂	NOx gehalte bij 11% O ₂	SO ₂ gehalte bij 11% O ₂
		[vol%]	[vol%]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]
Zaanstad oven A 1)	13-03-1990	12,7	7,7	127	< 6	323	171
	14-03-1990	13,7	6,9	83	< 7	393	175
	15-03-1990	13,1	7,3	95	< 6	338	112
	gemiddeld	13,2	7,3	102	< 7	351	153
Zaanstad oven B 1)	13-03-1990	13,9	6,3	24	—	330	255
	14-03-1990	14,2	6,4	199	10	299	149
	15-03-1990	13,5	6,7	216	12	245	156
	gemiddeld	13,9	6,5	146	11	291	187
Alkmaar oven 1	20-03-1990	11,7	8,0	49	< 5	459	—
	21-03-1990	11,6	8,0	18	< 5	485	137
	22-03-1990	11,7	8,1	29	< 5	497	167
	gemiddeld	11,7	8,0	32	< 5	480	152
Leeuwarden oven 1 en 2	03-04-1990	12,3	6,7	29	< 6	380	258
	04-04-1990	12,6	7,5	49	< 6	362	213
	05-04-1990	12,7	7,3	35	< 6	375	247
	gemiddeld	12,5	7,2	38	< 6	372	239
Amsterdam-Noord oven 3	24-04-1990	10,4	9,6	41	< 5	348	95
	25-04-1990	10,9	7,5	36	< 5	383	78
	26-04-1990	11,1	8,6	56	< 5	406	47
	gemiddeld	10,8	8,6	44	< 5	379	73
Den Haag oven 4	29-05-1990	11,7	8,7	34	< 5	369	93
	30-05-1990	10,9	8,7	23	9	318	52
	31-05-1990	10,8	8,5	21	7	337	86
	gemiddeld	11,1	8,6	26	7	341	77
Den Haag oven 1	05-06-1990	12,5	7,4	62	< 6	458	98
	06-06-1990	12,5	7,3	64	< 6	470	38
	07-06-1990	12,4	8,1	79	< 6	464	88
	gemiddeld	12,5	7,6	68	< 6	464	75
AVR oven 3	19-06-1990	11,6	8,0	167	< 5	348	468
	20-06-1990	11,1	8,7	125	< 5	379	244
	21-06-1990	12,5	7,3	364	< 6	377	239
	gemiddeld	11,7	8,0	219	< 5	368	317

1) vermelde waarden zijn de daggemiddelden als vermeld in rapport;
gemiddelden tijdens monstername periode dioxinen niet vermeld in rapport van AVI Zaanstad
O₂-gehalte wel gemiddeld tijdens monstername dioxinen

Tabel 2.4.1B

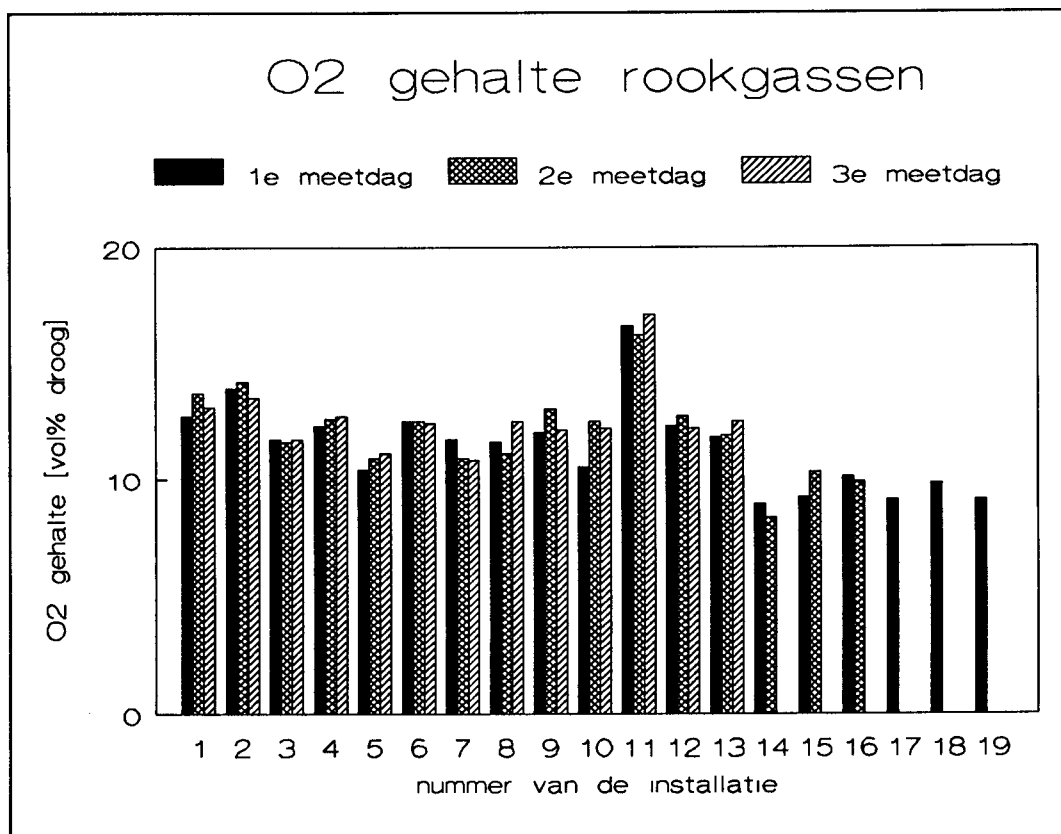
Het gehalte aan O₂, CO₂, CO, CxHy, NO_x en SO₂ van de rookgassen gedurende de monstername periode van de dioxinen (vervolg)

Installatie oven	Datum	O ₂ gehalte	CO ₂ gehalte	CO gehalte bij 11% O ₂	CxHy gehalte bij 11% O ₂	NO _x gehalte bij 11% O ₂	SO ₂ gehalte bij 11% O ₂	Opmerkingen
		[vol%]	[vol%]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	
ROTEB oven 1	26-06-1990	12,0	7,5	140	< 7	221	161	
	27-06-1990	13,0	6,9	63	< 6	262	134	
	28-06-1990	12,1	7,4	91	< 6	225	114	
	gemiddeld	12,4	7,3	98	< 6	236	136	
Philips Eindh,	04-09-1990	10,5	9,5	5	< 5	289	163	
	05-09-1990	12,5	8,3	16	< 6	411	89	
	06-09-1990	12,2	8,4	8	< 6	375	105	
	gemiddeld	11,7	8,7	10	< 6	358	119	
Roosendaal oven 1 en 2	25-09-1990	16,6	3,4	716	27	272	153	1)
	26-09-1990	16,2	3,9	618	10	264	186	2)
	27-09-1990	17,1	3,3	786	34	246	173	1)
	gemiddeld	16,9	3,4	751	31	259	163	1)
GEVUDO oven 2 + etage-oven	06-11-1990	12,3	7,2	3199	128	382	369	
	07-11-1990	12,7	6,7	2388	119	371	421	
	08-11-1990	12,2	7,4	2565	90	322	434	
	gemiddeld	12,4	7,1	2717	112	358	408	
GEVUDO oven 3	13-11-1990	11,8	7,6	14	< 5	430	147	
	14-11-1990	11,9	7,7	12	< 5	414	141	
	15-11-1990	12,5	7,4	22	< 6	439	150	
	gemiddeld	12,1	7,6	16	< 5	428	146	
AVIRA oven 1	11-12-1990	8,9	10,3	21	< 4	272	169	
	12-12-1990	8,3	10,7	20	< 4	261	205	
	gemiddeld	8,6	10,5	21	< 4	267	187	
AVIRA oven 2	13-12-1990	9,2	9,7	1069	33	274	180	
	14-12-1990	10,3	8,8	211	6	314	125	
	gemiddeld	9,8	9,3	640	19,5	294	153	
AVIRA oven 3	17-12-1990	10,1	9,2	23	-	-	-	
	18-12-1990	9,9	10,1	23	-	-	-	
	gemiddeld	10,0	9,7	23	-	-	-	
ARN	17-01-1990	9,1	11,4	18	-	291	105	stookproef 1
	03-05-1990	9,8	9,3	29	< 4	312	198	stookproef 2
	02-10-1990	9,1	9,7	19	< 4	337	142	stookproef 3

1) slibdroger in bedrijf

2) slibdroger uit bedrijf

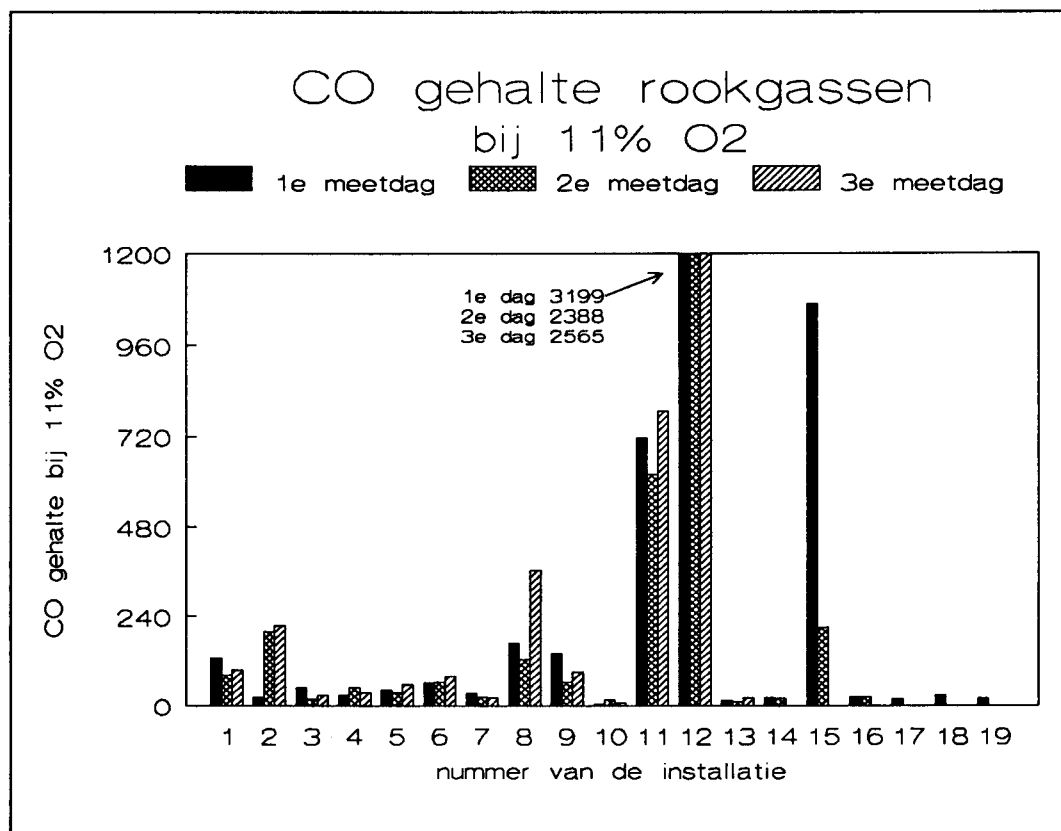
Figuur 2.4.1A Zuurstofgehalten van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

- 1) 2 meetdagen per installatie
 2) 1 meetdag per stookproef
 3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

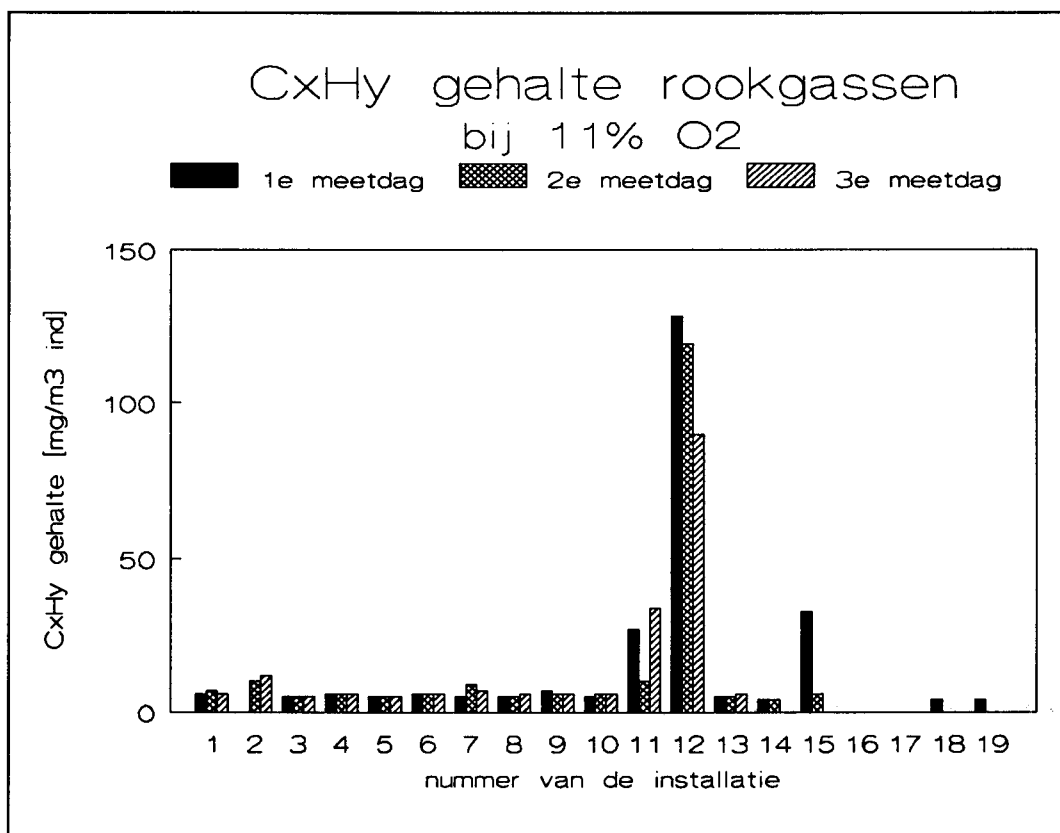
Figuur 2.4.1B CO-gehalten van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	
1	Zaansstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaansstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

- 1) 2 meetdagen per installatie
 2) 1 meetdag per stookproef
 3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

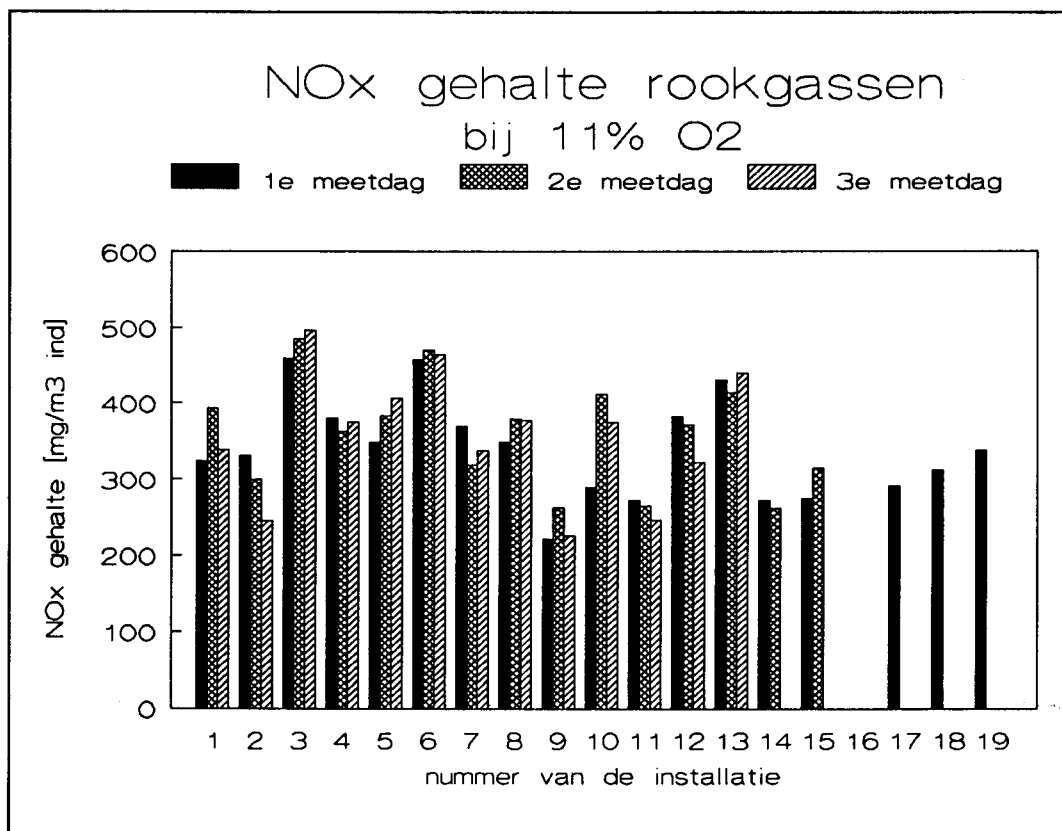
Figuur 2.4.1C C_xH_y-gehalten van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	5)
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1) 4)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2) 4)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

- 1) 2 meetdagen per installatie
 2) 1 meetdag per stookproef
 3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf
 4) niet gemeten
 5) bij diverse installaties gehalte kleiner dan een bepaalde waarde;
 zie de tabellen 2.4.1A en 2.4.1B

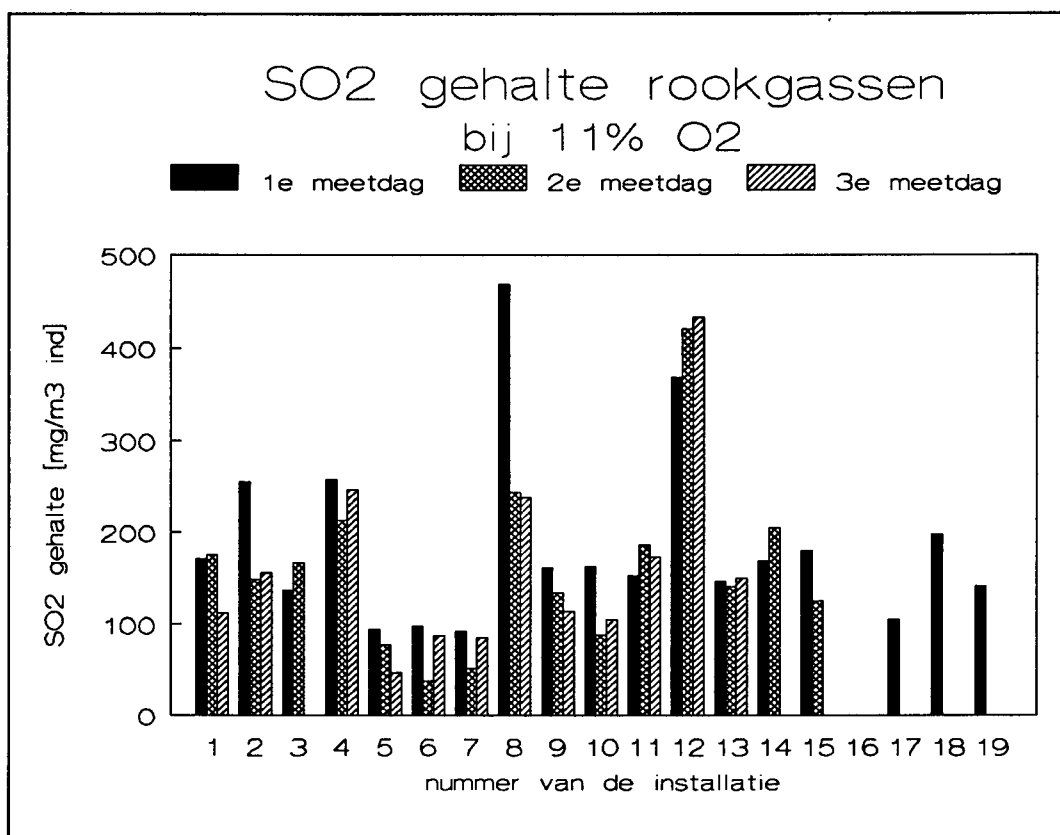
Figuur 2.4.1D NO_x-gehalten van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

- 1) 2 meetdagen per installatie
 2) 1 meetdag per stookproef
 3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

Figuur 2.4.1E SO₂-gehalten van rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1) 4)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

- 1) 2 meetdagen per installatie
- 2) 1 meetdag per stookproef
- 3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf
- 4) geen SO₂ gemeten
- 5) geen SO₂ gemeten op 1e meetdag

Tabel 2.4.2A

Cl-, F- en Br-gehalten van de rookgassen
(berekend als respectievelijk HCl, HF en HBr)

Installatie/ oven	Datum	Cl- gehalte bij 11% O ₂	F- gehalte bij 11% O ₂	Br- gehalte bij 11% O ₂
		[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]
Zaanstad oven A	13-03-1990	782	5,2	-
	14-03-1990	904	5,8	-
	15-03-1990	947	13,3	-
	gemiddeld	892	5,7	- *)
Zaanstad oven B	13-03-1990	426	1,6	-
	14-03-1990	903	4,2	-
	15-03-1990	725	20,4	-
	gemiddeld	853	3,5	- *)
Alkmaar oven 1	20-03-1990	-	-	-
	21-03-1990	-	-	-
	22-03-1990	-	-	-
	gemiddeld	-	-	-
Leeuwarden oven 1 en 2	03-04-1990	814	5,3	1,1
	04-04-1990	822	4,8	1,2
	05-04-1990	1002	4,5	2,6
	gemiddeld	879	4,8	1,6
Amsterdam-Noord oven 3	24-04-1990	496	0,7	1,5
	25-04-1990	441	5,6	1,2
	26-04-1990	553	1,7	1,5
	gemiddeld	497	2,6	1,4
Den Haag oven 4	29-05-1990	660	3,6	3,0
	30-05-1990	517	1,9	2,4
	31-05-1990	679	3,1	2,5
	gemiddeld	619	2,8	2,6
Den Haag oven 1	05-06-1990	437	1,8	< 2,2
	06-06-1990	313	1,3	< 2,0
	07-06-1990	519	1,3	1,5-2,5
	gemiddeld	423	1,5	< 2,5
AVR oven 3	19-06-1990	651	5,4	6,3
	20-06-1990	643	3,5	4,6
	21-06-1990	548	3,3	5,6
	gemiddeld	614	4,0	5,5

*) als vermeld in rapport

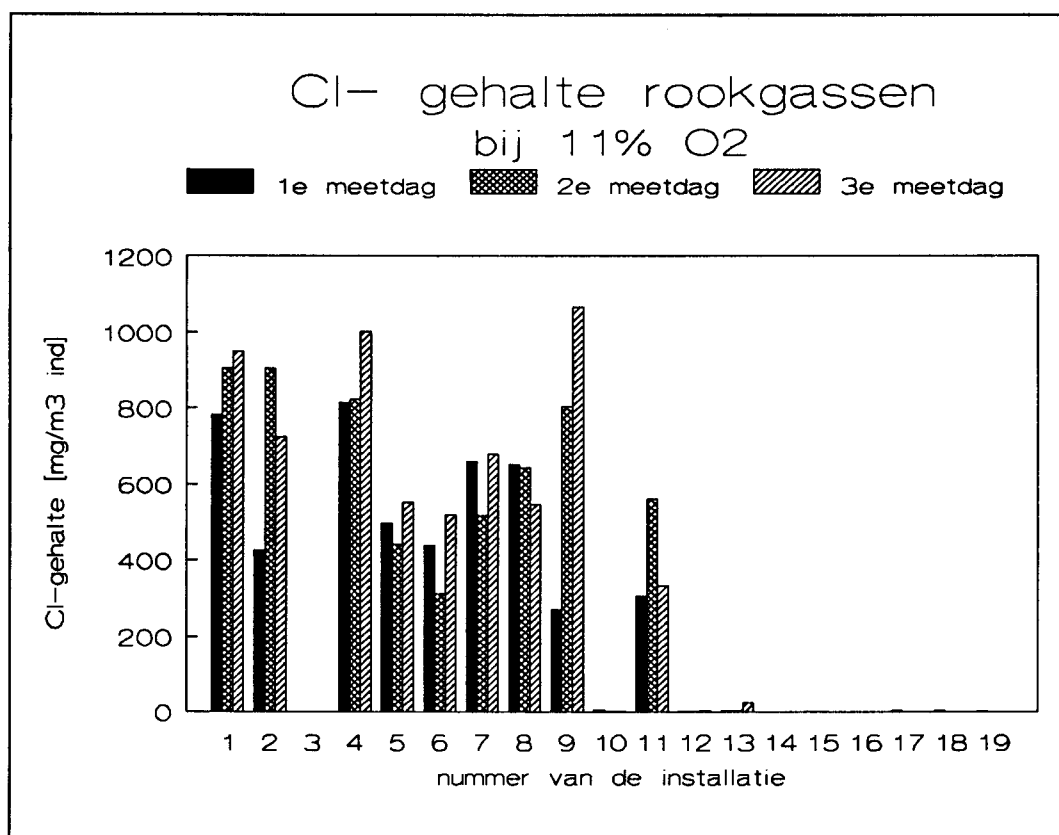
Tabel 2.4.2B

Cl-, F- en Br-gehalten van de rookgassen (berekend als respectievelijk HCl, HF en HBr) (vervolg)

Installatie oven	Datum	Cl- gehalte bij 11% O ₂	F- gehalte bij 11% O ₂	Br- gehalte bij 11% O ₂	Opmerkingen
		[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	
ROTEB oven 1	26-06-1990	271	2,3	0,6	
	27-06-1990	804	3,1	0,9	
	28-06-1990	1065	5,6	1,2	
	gemiddeld	714	3,7	0,9	
Philips Eindhoven	04-09-1990	5	0,3	< 0,4	
	05-09-1990	1	< 0,1	< 0,4	
	06-09-1990	1	< 0,2	< 0,4	
	gemiddeld	2	< 0,3	< 0,4	
Roosendaal oven 1 en 2	25-09-1990	306	11,8	1,1	slibdr. in bedrijf
	26-09-1990	560	4,4	1,1	slibdr. buiten bedrijf
	27-09-1990	332	1,8	0,7	slibdr. in bedrijf
	gemiddeld	320	6,8	0,9	slibdr. in bedrijf
GEVUDO oven 2 + etage-oven	06-11-1990	2,1	< 0,1	0,2	
	07-11-1990	1,5	0,2	0,2	
	08-11-1990	4,0	< 0,1	0,2	
	gemiddeld	2,1	< 0,2	0,2	
GEVUDO oven 3	13-11-1990	3	< 0,1	0,1	
	14-11-1990	4	< 0,1	0,4	
	15-11-1990	24	< 0,2	0,2	
	gemiddeld	10	< 0,1	0,2	
AVIRA oven 1	11-12-1990	0,4	< 0,04	< 0,04	
	12-12-1990	0,3	< 0,03	< 0,03	
	gemiddeld	0,4	< 0,04	< 0,04	
AVIRA oven 2	13-12-1990	1,5	0,32	< 0,13	
	14-12-1990	1,6	0,22	< 0,13	
	gemiddeld	1,6	0,27	< 0,13	
AVIRA oven 3	17-12-1990	-	-	-	
	18-12-1990	-	-	-	
	gemiddeld	-	-	-	
ARN	17-01-1990	3,0	1,4	-	stookproef 1
	03-05-1990	4,1	0,6	-	stookproef 2
	02-10-1990	1,9	0,2	-	stookproef 3

Figuur 2.4.2A

Gehalten aan gasvormige anorganische chloriden
(berekend als HCl) van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	5)
1	Zaansstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaansstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1) 4)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

1) 2 meetdagen per installatie

2) 1 meetdag per stookproef

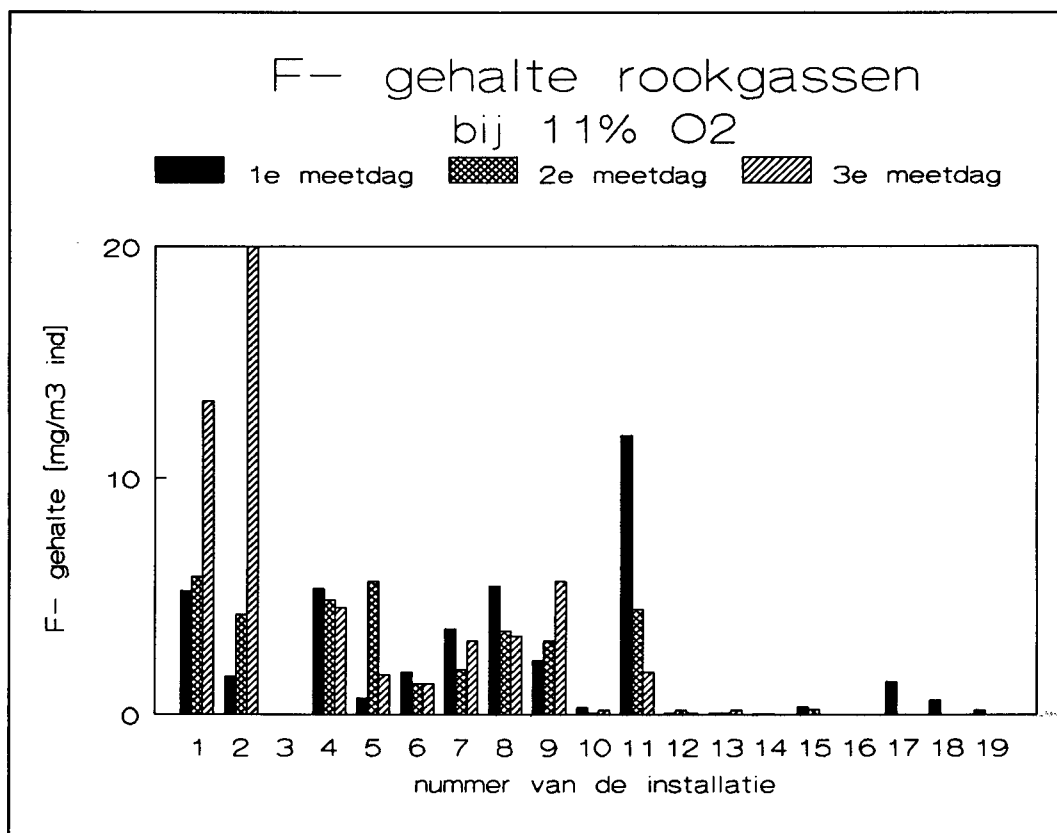
3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

4) niet gemeten

5) bij een aantal installaties is het gehalte kleiner dan een bepaalde waarde; zie de tabellen 2.4.2A en 2.4.2B

Figuur 2.4.2B

Gehalten aan gasvormige anorganische fluoriden
(berekend als HF) van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	5)
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1) 4)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

1) 2 meetdagen per installatie

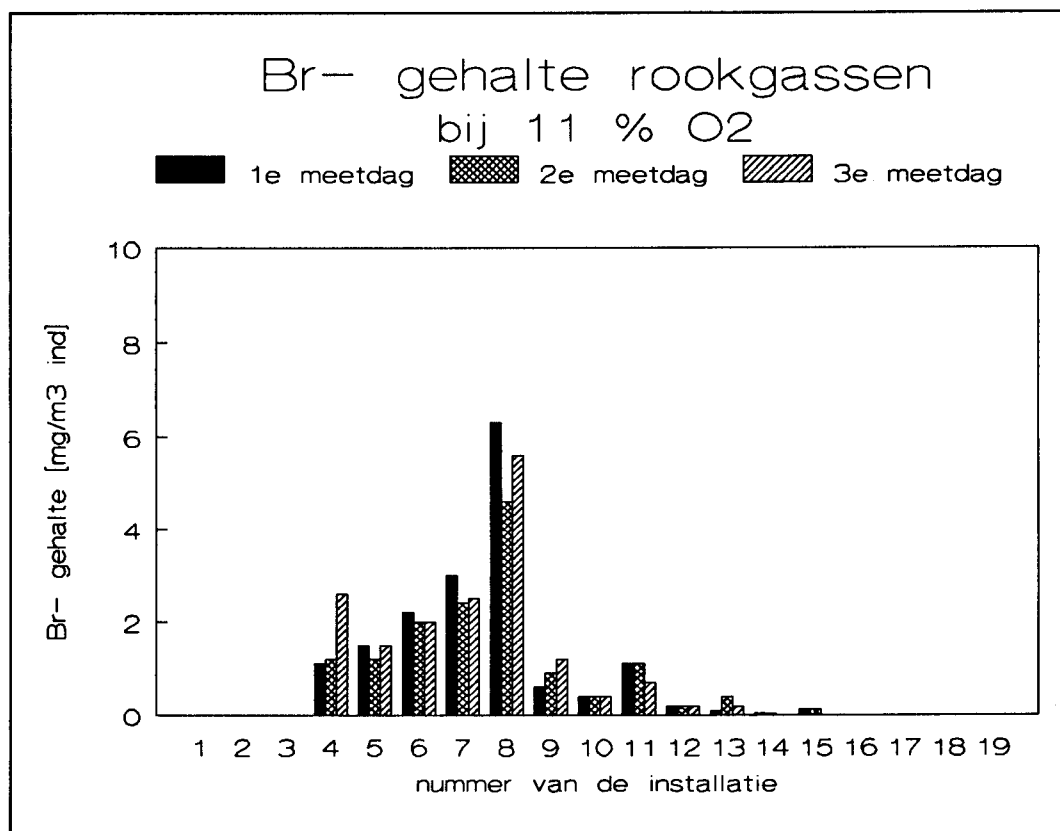
2) 1 meetdag per stookproef

3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

4) niet gemeten

5) bij een aantal installaties is gehalte kleiner dan een bepaalde waarde; zie de tabellen 2.4.2A en 2.4.2B

Figuur 2.4.2C Gehalten aan gasvormige anorganische bromiden (berekend als HBr) van de rookgassen



Nr.	Installatie		Nr.	Installatie	5)
1	Zaanstad, oven A	4)	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	4)	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar, oven 1	4)		+ etage-oven	
4	Leeuwarden, oven 1 en 2		13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3		14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1		15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4		16	AVIRA, oven 3	1) 4)
8	AVR, oven 3		17	ARN, stookproef 1	2) 4)
9	Roteb, oven 1		18	ARN, stookproef 2	2) 4)
10	Philips Eindhoven		19	ARN, stookproef 3	2) 4)

1) 2 meetdagen per installatie

2) 1 meetdag per stookproef

3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

4) niet gemeten

5) bij diverse installaties is het gehalte kleiner dan een bepaalde waarde; zie de tabellen 2.4.2A en 2.4.2B

Tabel 2.4.3A Gehalten aan stof en zware metalen van de rookgassen

Installatie oven	Datum	Stof gehalte bij 11% O ₂	Arseen gehalte bij 11% O ₂	Cadmium gehalte bij 11% O ₂	Lood gehalte bij 11% O ₂	Zink gehalte bij 11% O ₂	Kwik gehalte bij 11% O ₂
		[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]
Zaanstad oven A	13-03-1990	58					*)
	14-03-1990	37					
	15-03-1990	48					
	gemiddeld	43	0,001	0,03	0,85	1,47	0,15
Zaanstad oven B	13-03-1990	123					*)
	14-03-1990	104					
	15-03-1990	96					
	gemiddeld	102	0,0017	0,08	1,42	2,80	0,11
Alkmaar oven 1	20-03-1990	-	-	-	-	-	-
	21-03-1990	-	-	-	-	-	-
	22-03-1990	-	-	-	-	-	-
	gemiddeld	-	-	-	-	-	-
Leeuwarden oven 1 en 2	03-04-1990	140	0,006	0,10	2,2	6,1	0,16
	04-04-1990	84	0,007	0,08	2,1	4,6	0,16
	05-04-1990	86	0,007	0,07	2,1	3,8	0,25
	gemiddeld	103	0,007	0,08	2,1	4,8	0,19
Amsterdam-Noord oven 3	24-04-1990	11	0,004	0,04	0,8	1,7	0,14
	25-04-1990	18	0,004	0,05	0,9	2,1	0,11
	26-04-1990	19	0,005	0,05	1,0	1,8	0,07
	gemiddeld	16	0,004	0,05	0,9	1,9	0,11
Den Haag oven 4	29-05-1990	28	0,005	0,05	1,6	2,4	0,02
	30-05-1990	30	0,005	0,05	1,6	2,3	0,05
	31-05-1990	24	0,003	0,04	1,5	1,8	0,13
	gemiddeld	27	0,004	0,05	1,6	2,2	0,07
Den Haag oven 1	05-06-1990	30	0,008	0,05	1,4	2,7	0,19
	06-06-1990	39	0,003	0,05	0,8	1,6	0,10
	07-06-1990	41	0,004	0,05	1,4	2,7	0,16
	gemiddeld	37	0,005	0,05	1,2	2,3	0,15
AVR oven 3	19-06-1990	94	0,010	0,07	1,8	5,4	0,15
	20-06-1990	123	0,009	0,09	1,6	4,2	0,16
	21-06-1990	69	0,005	0,07	1,2	2,8	0,09
	gemiddeld	95	0,008	0,08	1,6	4,1	0,13

*) gemiddelden per dag niet berekend

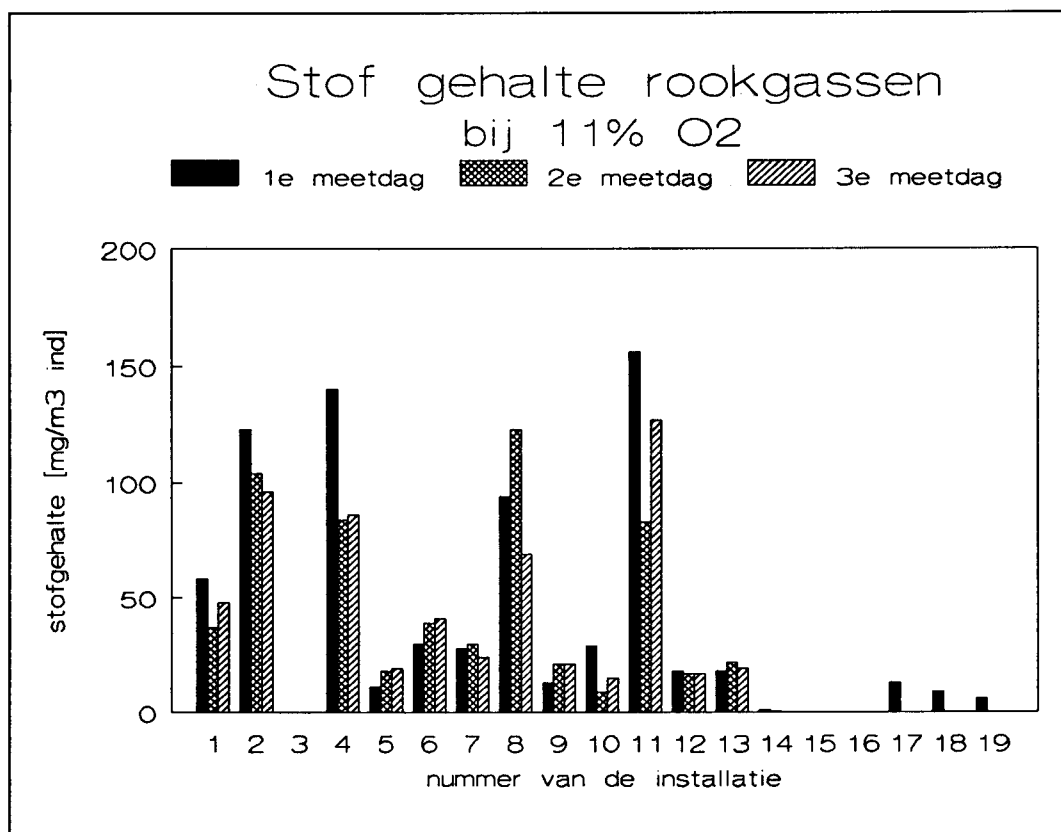
Tabel 2.4.3B Gehalten aan stof en zware metalen van de rookgassen (vervolg).

Installatie oven	Datum	Stof gehalte bij 11% O ₂	Arseen gehalte bij 11% O ₂	Cadmium gehalte bij 11% O ₂	Lood gehalte bij 11% O ₂	Zink gehalte bij 11% O ₂	Kwik gehalte bij 11% O ₂
		[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]	[mg/m ³ ind]
ROTEB oven 1	26-06-1990	13	0,001	0,03	0,6	0,9	0,06
	27-06-1990	21	0,001	0,04	0,7	1,6	0,09
	28-06-1990	21	0,001	0,04	0,8	1,3	0,05
	gemiddeld	18	0,001	0,04	0,7	1,3	0,07
Philips Eindh.	04-09-1990	29	0,004	0,015	0,6	0,6	< 0,002
	05-09-1990	9	0,004	0,005	0,1	0,3	0,009
	06-09-1990	15	0,002	0,002	0,1	0,1	0,005
	gemiddeld	18	0,003	0,007	0,3	0,4	0,005
Roosendaal	25-09-1990	156	0,013	0,16	2,9	7,0	0,26 1)
	26-09-1990	83	0,009	0,10	1,7	4,3	0,08 2)
	27-09-1990	127	0,012	0,17	3,0	5,5	0,10 1)
	gemiddeld	142	0,013	0,17	3,0	6,3	0,18 1)
GEVUDO oven 2 + etage oven	06-11-1990	18	0,002	0,03	0,5	0,5	0,19
	07-11-1990	17	0,003	0,03	0,7	0,6	0,23
	08-11-1990	17	0,005	0,04	0,4	0,8	0,20
	gemiddeld	17	0,003	0,03	0,5	0,6	0,21
GEVUDO oven 3	13-11-1990	18	0,001	0,03	0,6	0,8	0,33
	14-11-1990	22	0,002	0,03	0,7	1,5	0,24
	15-11-1990	19	0,002	0,03	0,6	1,1	0,15
	gemiddeld	20	0,002	0,03	0,6	1,1	0,24
AVIRA oven 1	11-12-1990	1,2	0,0001	0,0002	0,004	0,034	0,025
	12-12-1990	0,6	< 0,0001	0,0001	0,003	0,024	0,008
	gemiddeld	1,0	0,0001	0,0002	0,004	0,029	0,016
AVIRA oven 2	13-12-1990	-	-	-	-	-	-
	14-12-1990	-	-	-	-	-	-
	gemiddeld	-	-	-	-	-	-
AVIRA oven 3	17-12-1990	-	-	-	-	-	-
	18-12-1990	-	-	-	-	-	-
	gemiddeld	-	-	-	-	-	-
ARN stookproef 1	17-01-1990	13	-	0,009	0,18	0,29	0,010
	stookproef 2 02-05-1990	9	-	0,011	0,26	0,37	0,036
	stookproef 3 01-10-1990	6	-	0,016	0,32	0,89	0,052

1) slibdroger in bedrijf

2) slibdroger uit bedrijf

Figuur 2 4.3A Stofgehalten van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2
3	Alkmaar, oven 1		+ etage-oven
4	Leeuwarden, oven 1 en 2	13	Gevudo, oven 3
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3

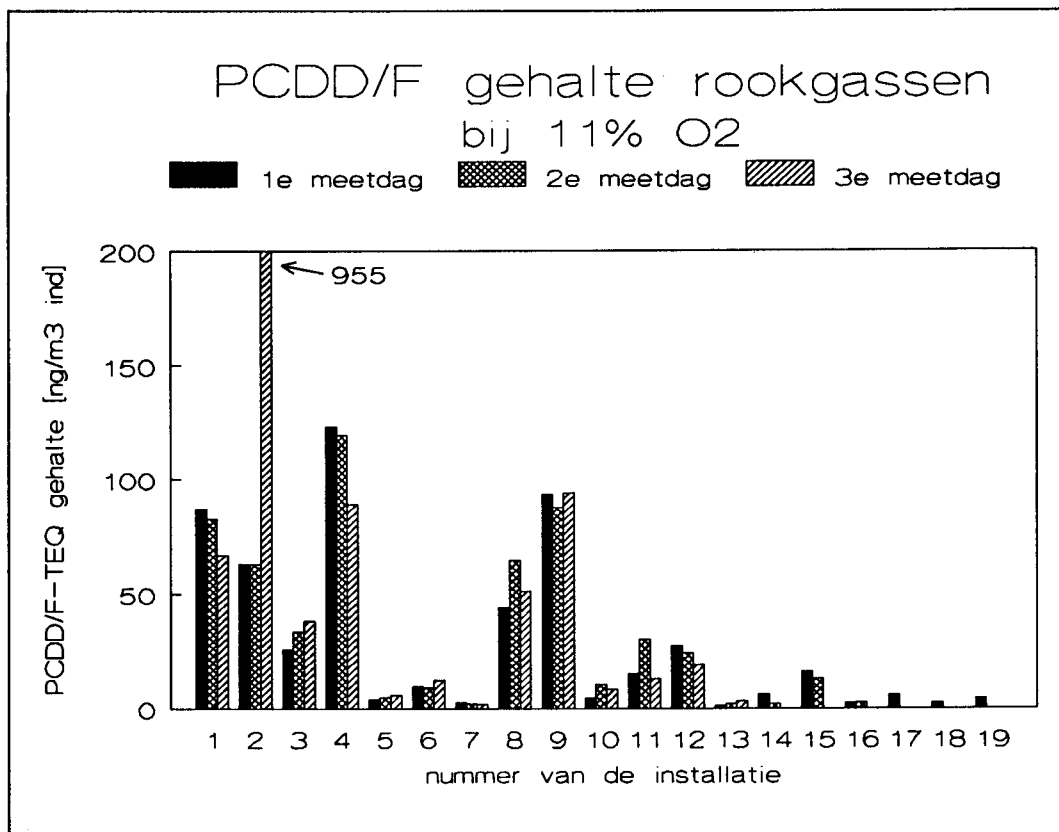
- 1) 2 meetdagen per installatie
 2) 1 meetdag per stookproef
 3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf
 4) niet gemeten

Tabel 2.4.5A Dioxinegehalten van de rookgassen

Installatie oven	Datum	PCDD/F gehalte bij 11% O ₂	Opmerkingen
[ng TEQ/m ³ ind]			
Zaanstad oven A	13-03-1990	87	
	14-03-1990	83	
	15-03-1990	67	
Zaanstad oven B	13-03-1990	63	
	14-03-1990	63	
	15-03-1990	955 ¹⁾	
Alkmaar	20-03-1990	25,6	
	21-03-1990	33,3	
	22-03-1990	38,1	
Leeuwarden	03-04-1990	123	
	04-04-1990	119	
	05-04-1990	89	
Amsterdam-Noord oven 3	24-04-1990	4,0	
	25-04-1990	4,9	
	26-04-1990	5,6	
Den Haag oven 4	29-05-1990	2,7	
	30-05-1990	2,1	
	31-05-1990	1,9	
Den Haag oven 1	05-06-1990	9,5	
	06-06-1990	9,1	
	07-06-1990	12,4	
AVR oven 3	19-06-1990	43,9	
	20-06-1990	64,5	
	21-06-1990	51,0	
ROTEB oven 1	26-06-1990	93,3	
	27-06-1990	87,5	
	28-06-1990	94,0	
Philips Eindh.	04-09-1990	4,6	
	05-09-1990	10,4	
	06-09-1990	8,2	
Roosendaal	25-09-1990	15	slibdr. in bedrijf
	26-09-1990	30	slibdr. uit bedrijf
	27-09-1990	13	slibdr. in bedrijf
GEVUDO oven 2 + etage oven	06-11-1990	27	
	07-11-1990	24	
	08-11-1990	19	
GEVUDO oven 3	13-11-1990	1,2	
	14-11-1990	2,1	
	15-11-1990	3,3	
AVIRA oven 1	11-12-1990	5,9	
	12-12-1990	2,1	
AVIRA oven 2	13-12-1990	16	
	14-12-1990	13	
AVIRA oven 3	17-12-1990	2,4	
	18-12-1990	2,7	
ARN	17-01-1990	5,8	stookproef 1
	03-05-1990	2,3	stookproef 2
	02-10-1990	4,3	stookproef 3

¹⁾ zie hoofdstuk 7.4.2

Figuur 2.4.5A Dioxinegehalten van de rookgassen



Nr.	Installatie	Nr.	Installatie	
1	Zaanstad, oven A	11	Roosendaal	3)
2	Zaanstad, oven B	12	Gevudo, oven 2	
3	Alkmaar		+ etage-oven	
4	Leeuwarden	13	Gevudo, oven 3	
5	A'dam Noord, oven 3	14	AVIRA, oven 1	1)
6	Den Haag, oven 1	15	AVIRA, oven 2	1)
7	Den Haag, oven 4	16	AVIRA, oven 3	1)
8	AVR, oven 3	17	ARN, stookproef 1	2)
9	Roteb, oven 1	18	ARN, stookproef 2	2)
10	Philips Eindhoven	19	ARN, stookproef 3	2)

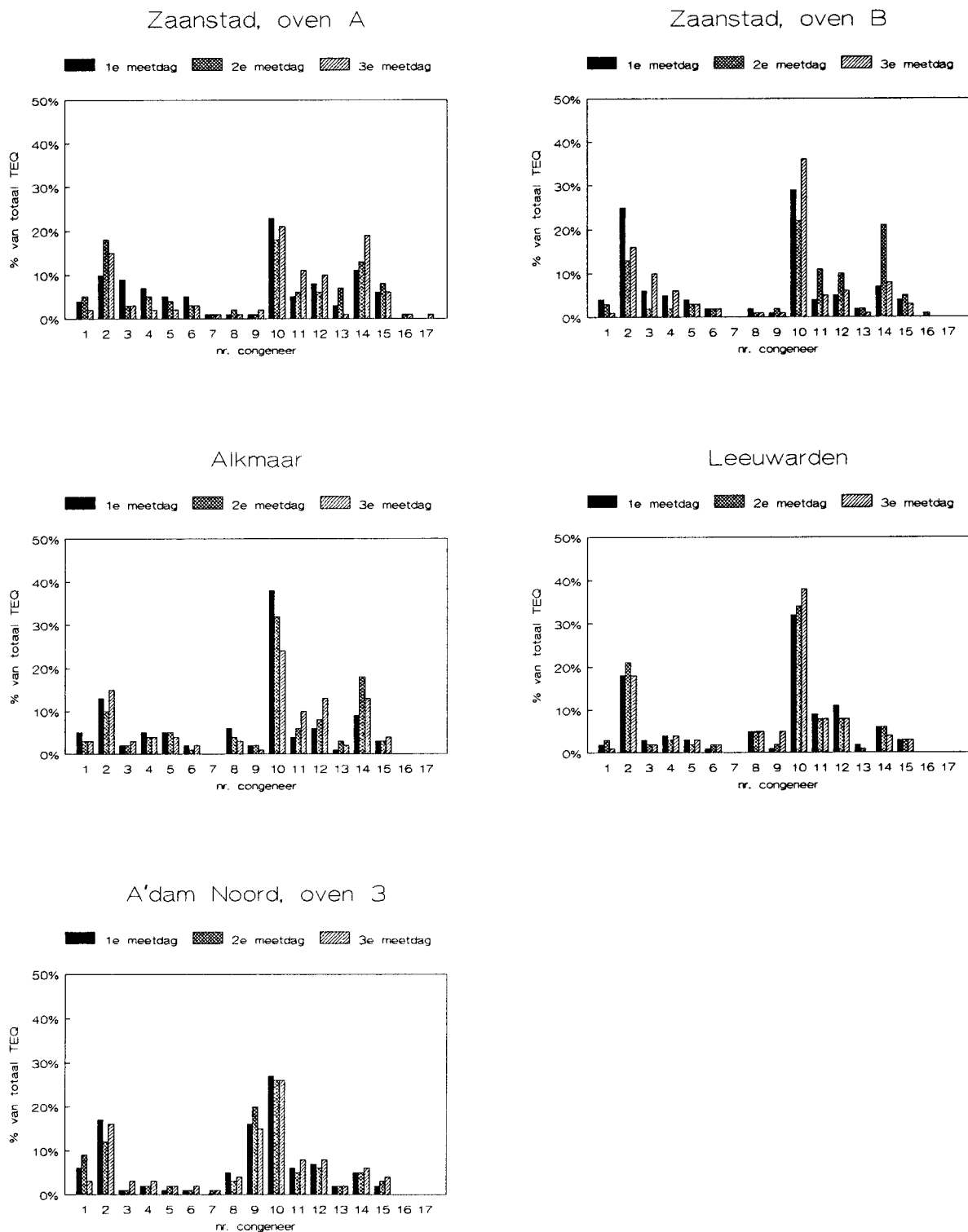
1) 2 meetdagen per installatie

2) 1 meetdag per stookproef

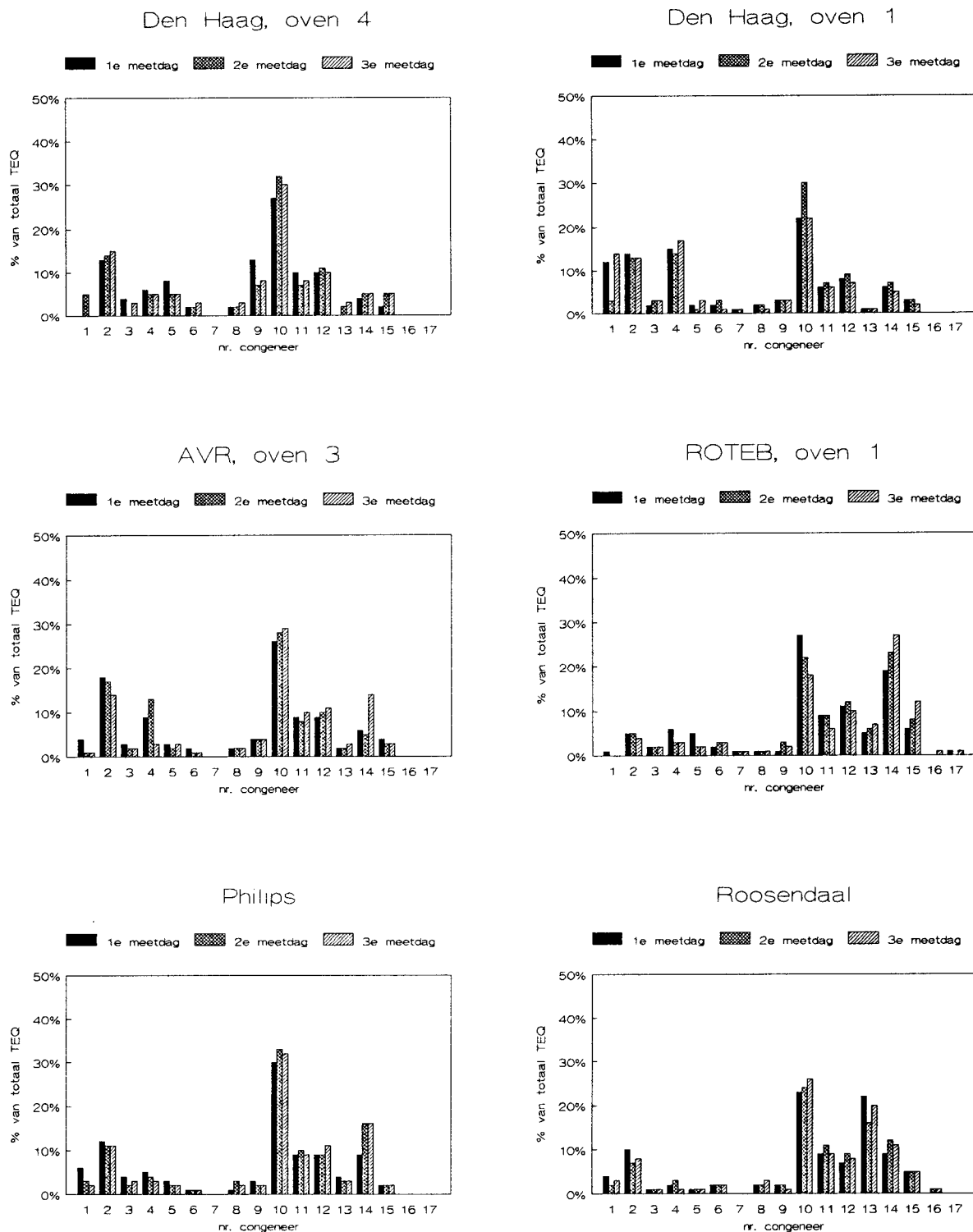
3) 2e meetdag slibdroger uit bedrijf

Figuur 2.4.5B

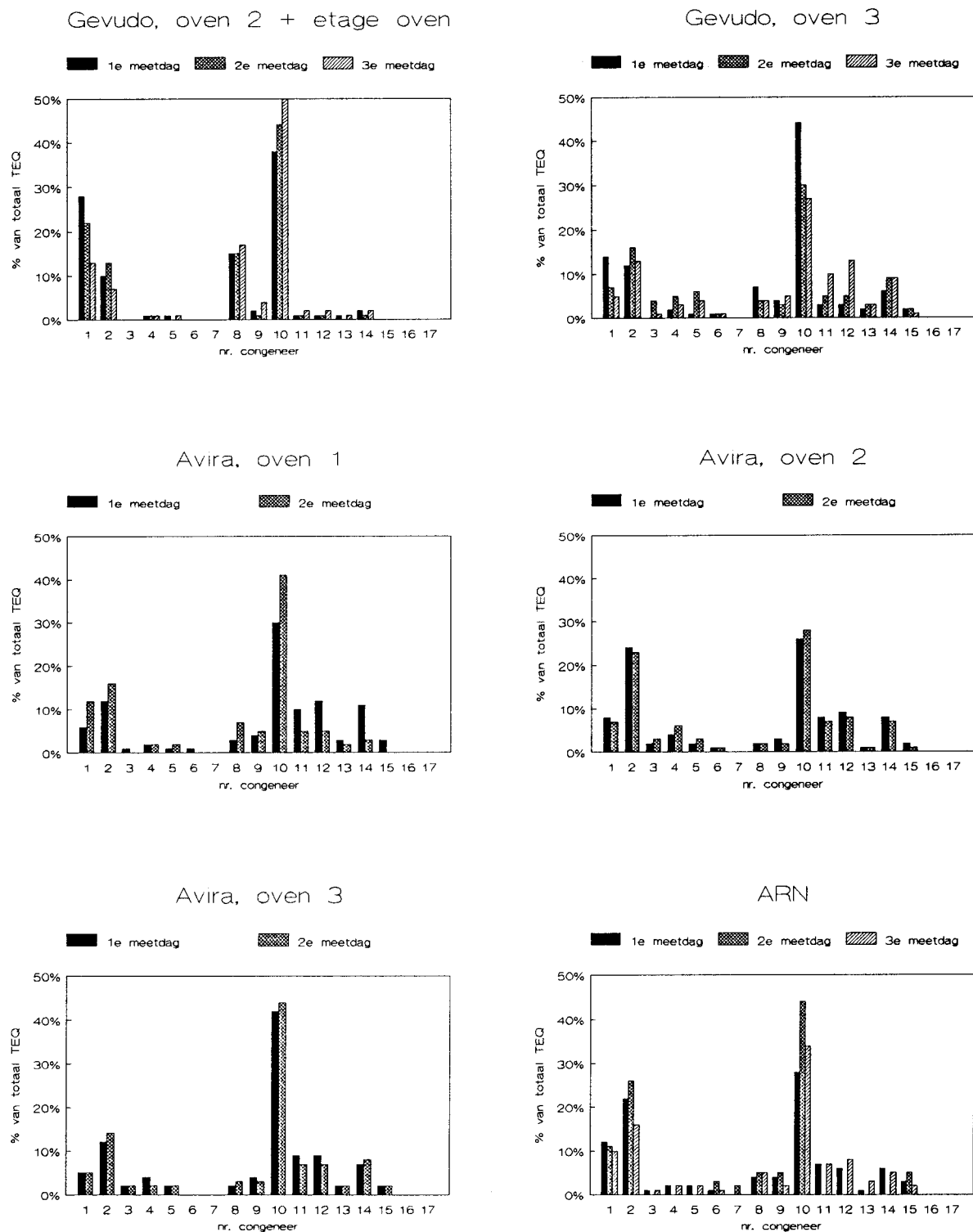
Congeneerpatroon dioxinen van de AVI's Zaanstad, Alkmaar, Leeuwarden en Amsterdam-Noord
(voor beschrijving congenen, zie figuur 2.3 van de hoofdttekst)



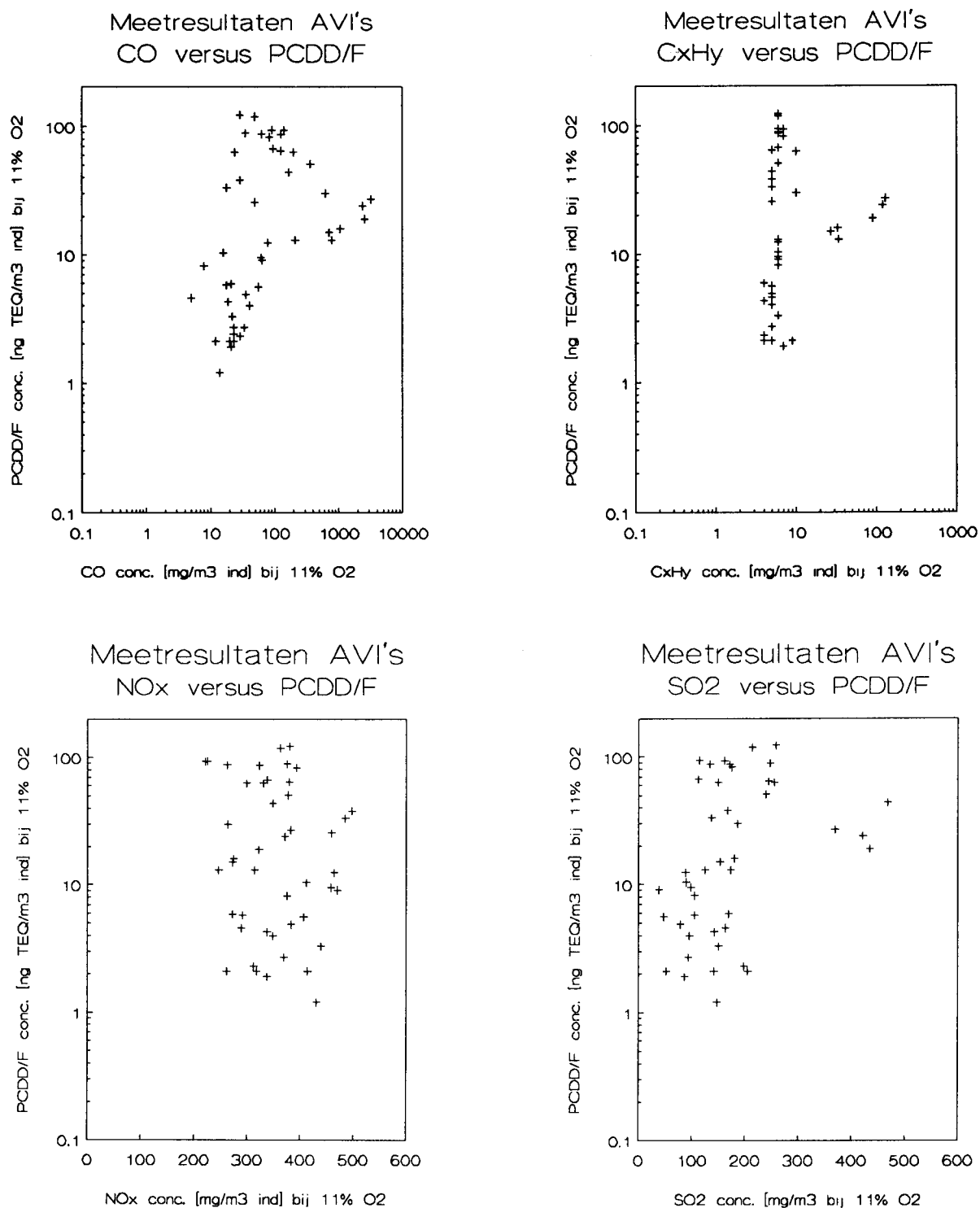
Figuur 2.4.5C Congeneerpatroon dioxinen van de AVI's van Den Haag, AVR, ROTEB, Philips en Roosendaal (voor beschrijving congenen, zie figuur 2.3 van de hoofdtekst)



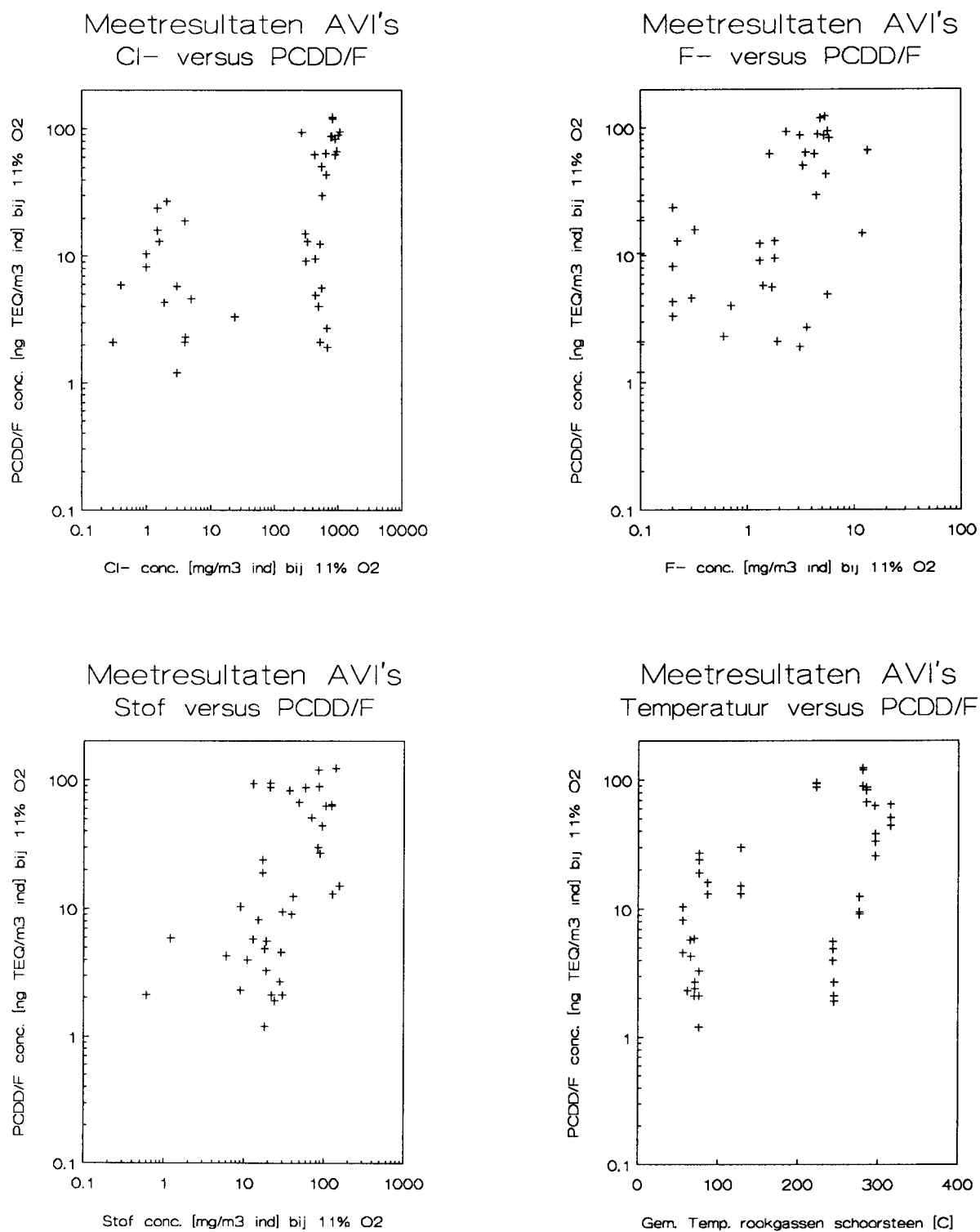
Figuur 2.4.5D Congeneerpatroon dioxinen van de AVI's GEVUDO, AVIRA en ARN (voor beschrijving congenen, zie figuur 2.3 van de hoofdttekst)



Figuur 2.5A Relaties dioxinegehalte met resp. CO-gehalte, C_xH_y-gehalte, NO_x-gehalte en SO₂-gehalte van het rookgas.



Figuur 2.5B Relatie dioxinegehalte met resp. Cl^- -gehalte, F^- -gehalte, stofgehalte en temperatuur van het rookgas.



Tabel 3.1A. Enkele bronkarakteristieken, zoals gebruikt bij de depositieberekeningen.

	totale emissie ¹⁾ (g/j)	schoorsteen- hoogte (m)	nat rook- gasdebiet ¹⁾ (10 ³ xNm ³ /h)	rookgas temp. (°C)	warmte- inhoud (MW)
Zaanstad	52,0	86	170,0	280	16,3
Alkmaar	21,0	63	137,0	280	13,1
Leeuwarden	38,2	60	83,0	280	7,9
Amsterdam-Noord	14,0	101	421,0	230	16,3
Den Haag I	9,5	100	166,1	270	15,3
Den Haag II ²⁾	5,7	100	156,7	250	13,3
AVR I	151,4	110	401,0	304	41,8
AVR II ²⁾	100,9	110	267,3	304	27,9
ROTEB I	61,2	90	106,4	213	7,6
ROTEB II ²⁾	45,7	90	79,8	213	5,7
Philips	1,1	80	24,5	56	0,4
Roosendaal	1,4	49	39,9	128	1,6
GEVUDO	10,6	80	192,6	76	1,3
AVIRA	8,5 ³⁾	90	148,6	65	1,5
ARN	2,8	80	64,9	57	1,1

Het hier genoemde natte rookgasdebiet betreft een geëxtrapoleerde waarde voor de gehele installatie op basis van de metingen volgens tabel 2.3.6. van de bijlagen.

¹⁾ Berekend voor de hele installatie.

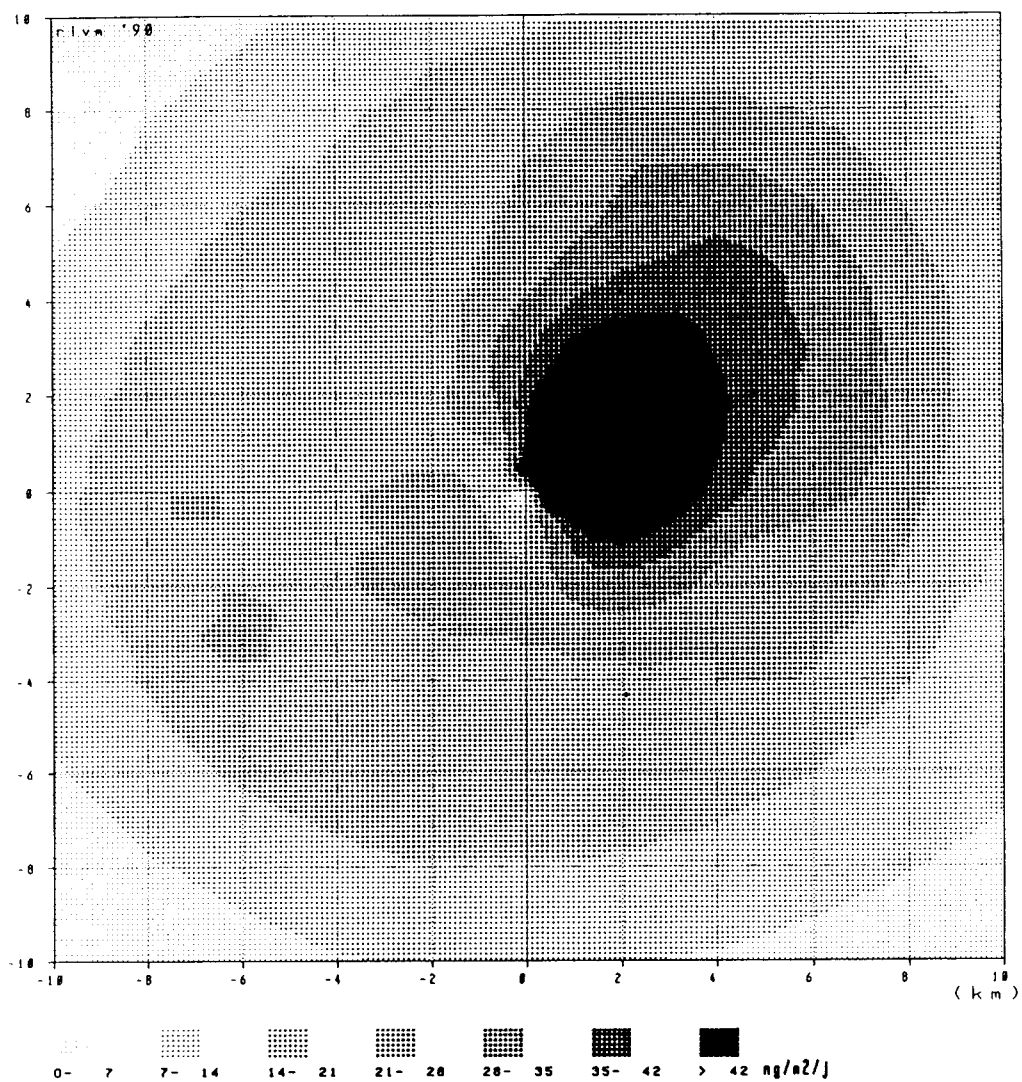
²⁾ Gesplitst vanwege verschillende schoorstenen

³⁾ Na correctie vanwege onderhoudswerkzaamheden tijdens de emissiemetingen

Tabel 3.1B. Deeltjesgrootteverdelingen, uitgedrukt in percentage per klasse.

	<0,95 µm	0,95-4 µm	4-10 µm	10-20 µm	>20 µm
Zaanstad	14	9	10	17	50
Alkmaar	9	11	15	16	49
Leeuwarden ¹⁾	9	11	15	16	49
Amsterdam-Noord	35	26	19	9	11
Den Haag	41	25	13	8	13
AVR	37	26	10	9	18
ROTEB	24	26	20	14	16
Philips ¹⁾	40	29	11	10	10
Roosendaal	40	29	11	10	10
GEVUDO ¹⁾	40	29	11	10	10
AVIRA ¹⁾	40	29	11	10	10
ARN ¹⁾	43	27	12	8	10

¹⁾ Bij deze AVI's werd de deeltjesgrootteverdeling niet gemeten en in plaats daarvan geschat op grond van analogie met andere AVI's.



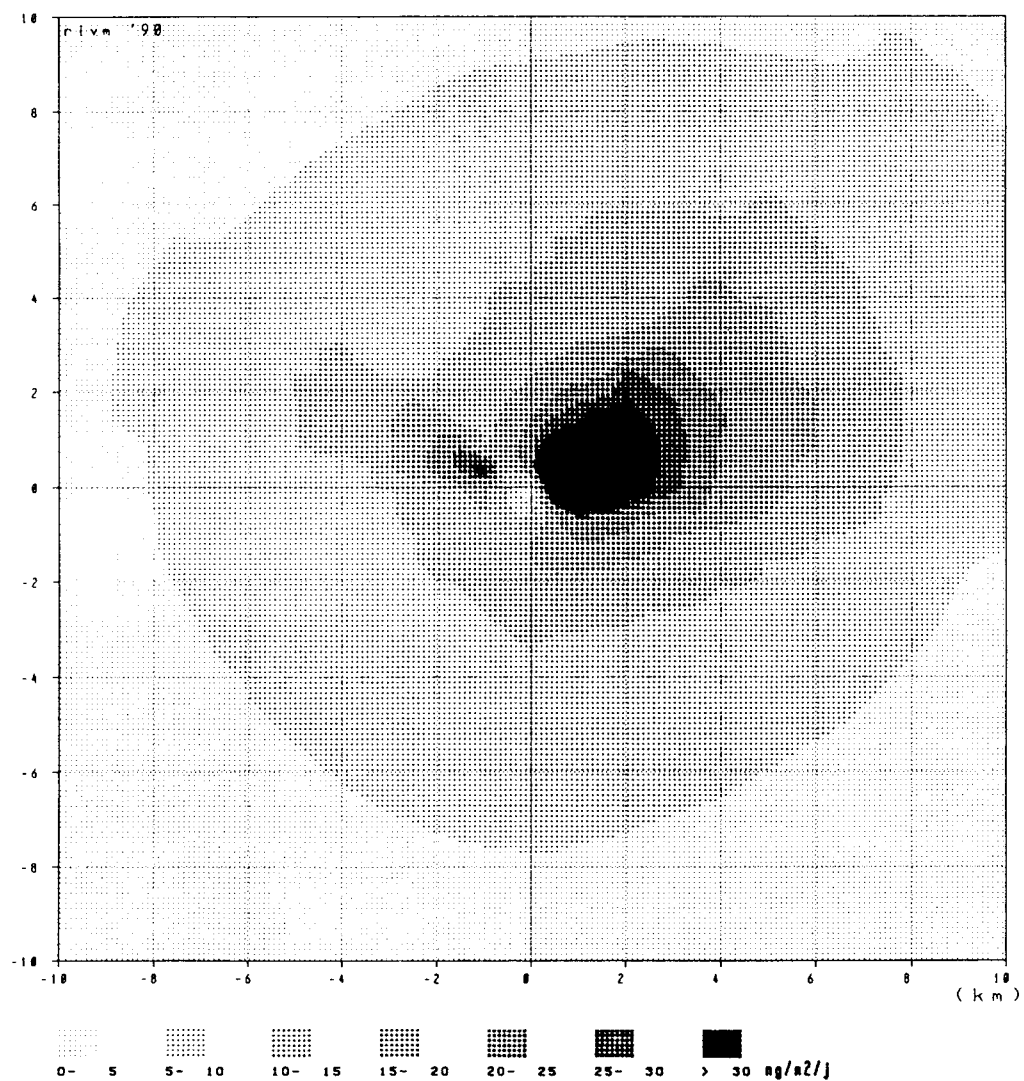


Fig. 3.1B. Depositieveld rondom de AVI van Alkmaar, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

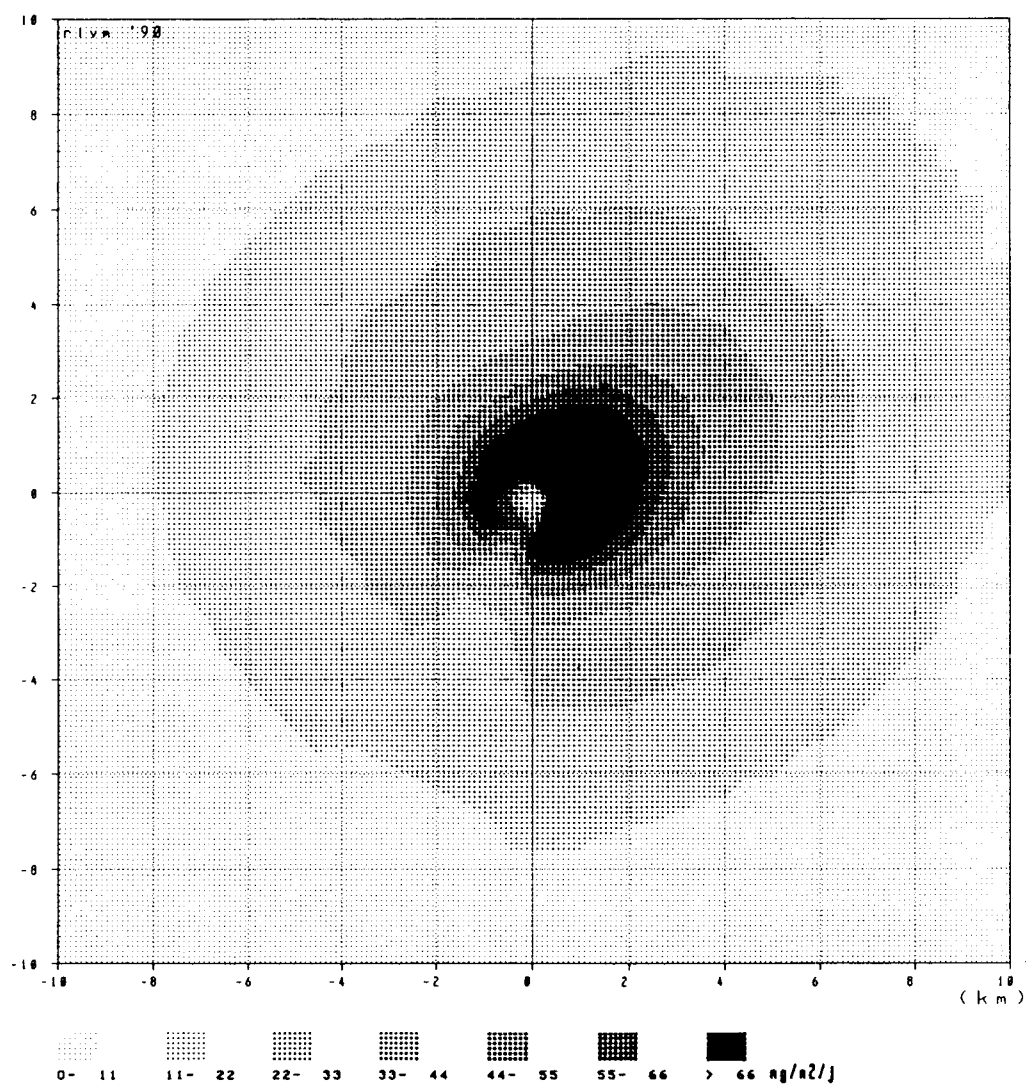


Fig. 3.1C. Depositieveld rondom de AVI van Leeuwarden, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

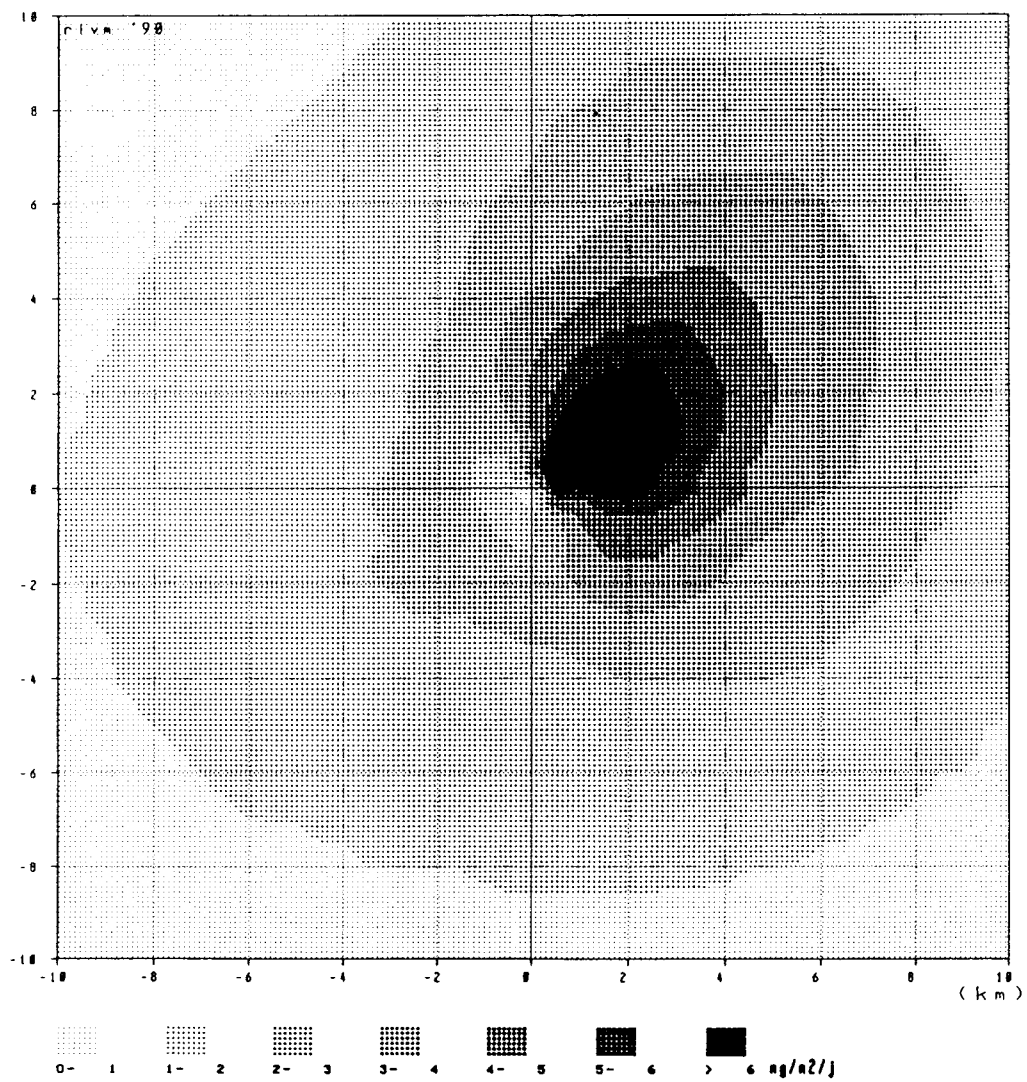


Fig. 3.1D. Depositieveld rondom de AVI van Amsterdam-Noord, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

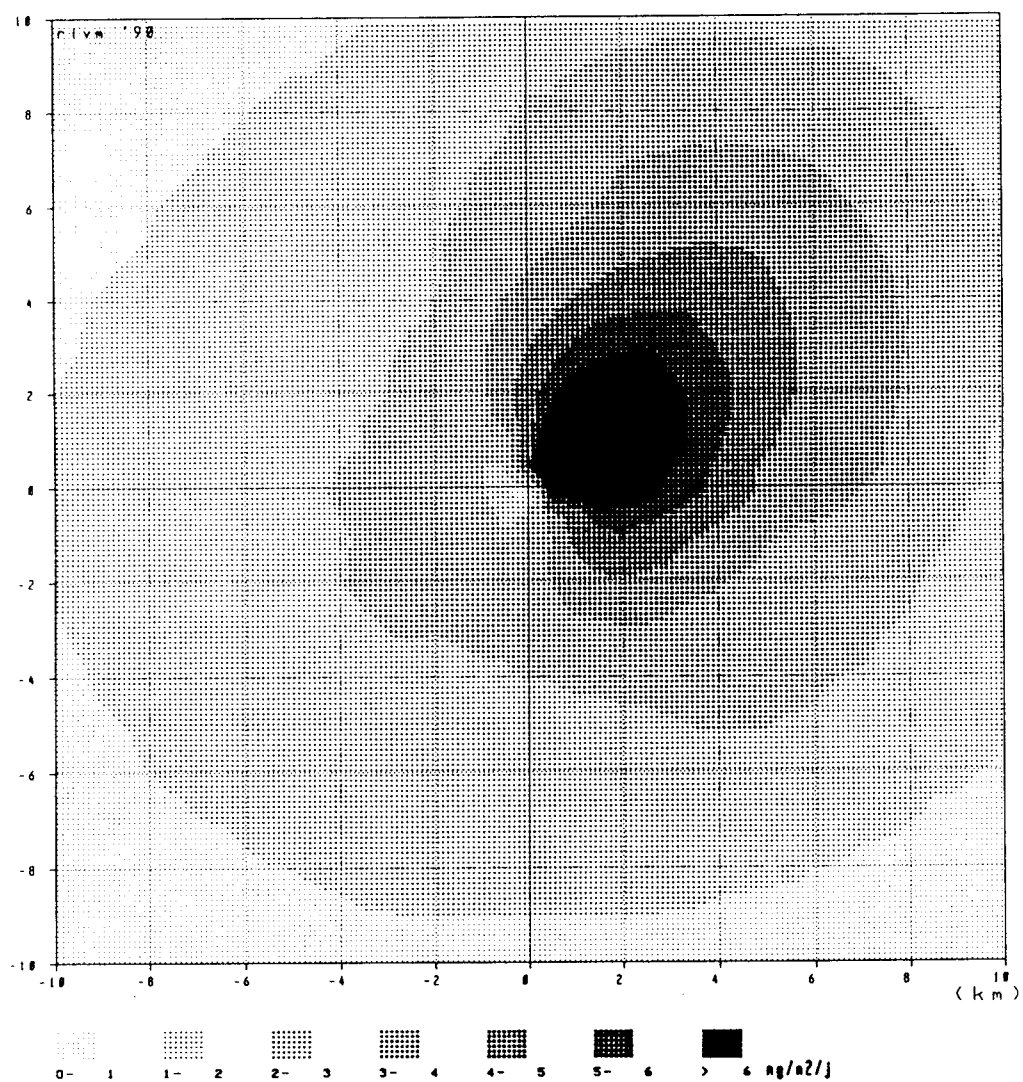


Fig. 3.1E. Depositieveld rondom de AVI van Den Haag, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

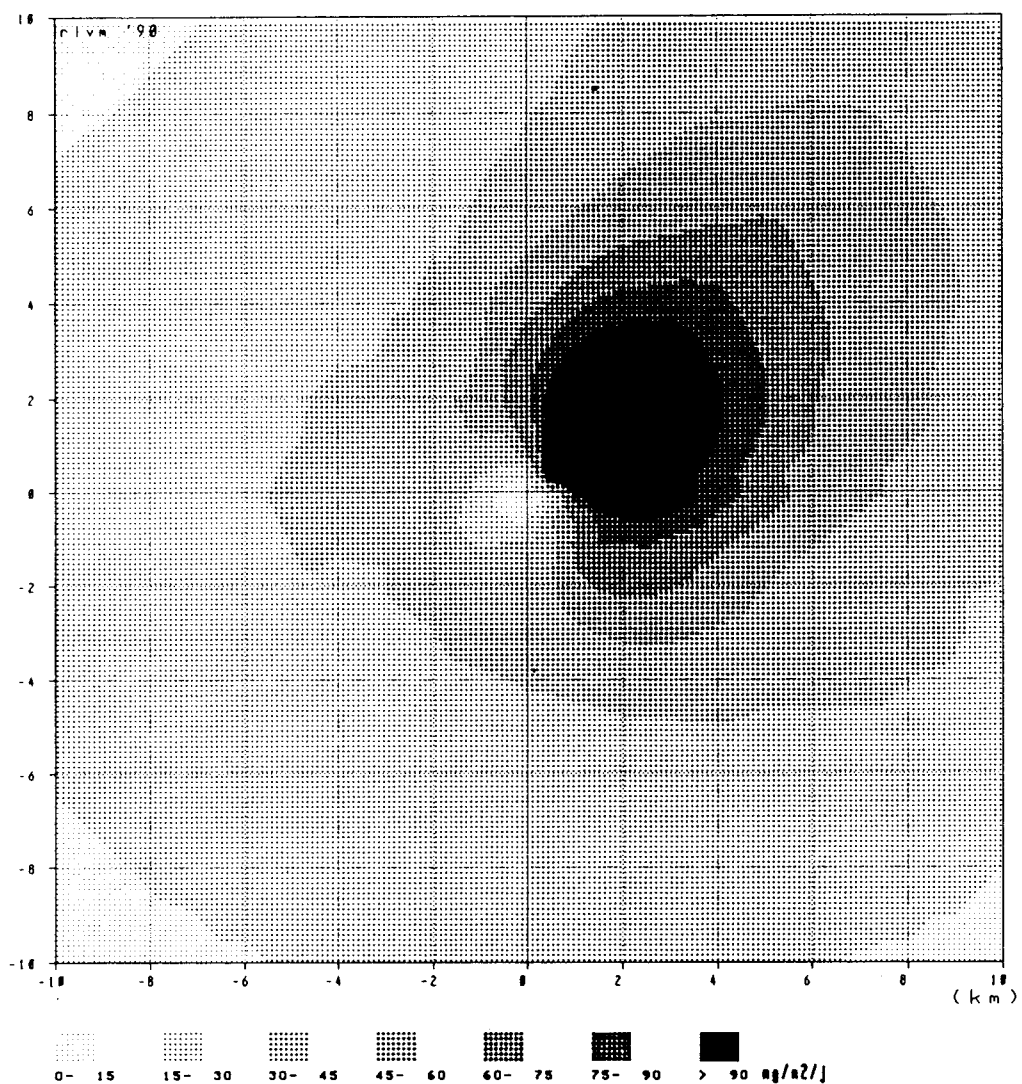


Fig. 3.1F. Depositieveld rondom de AVR, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

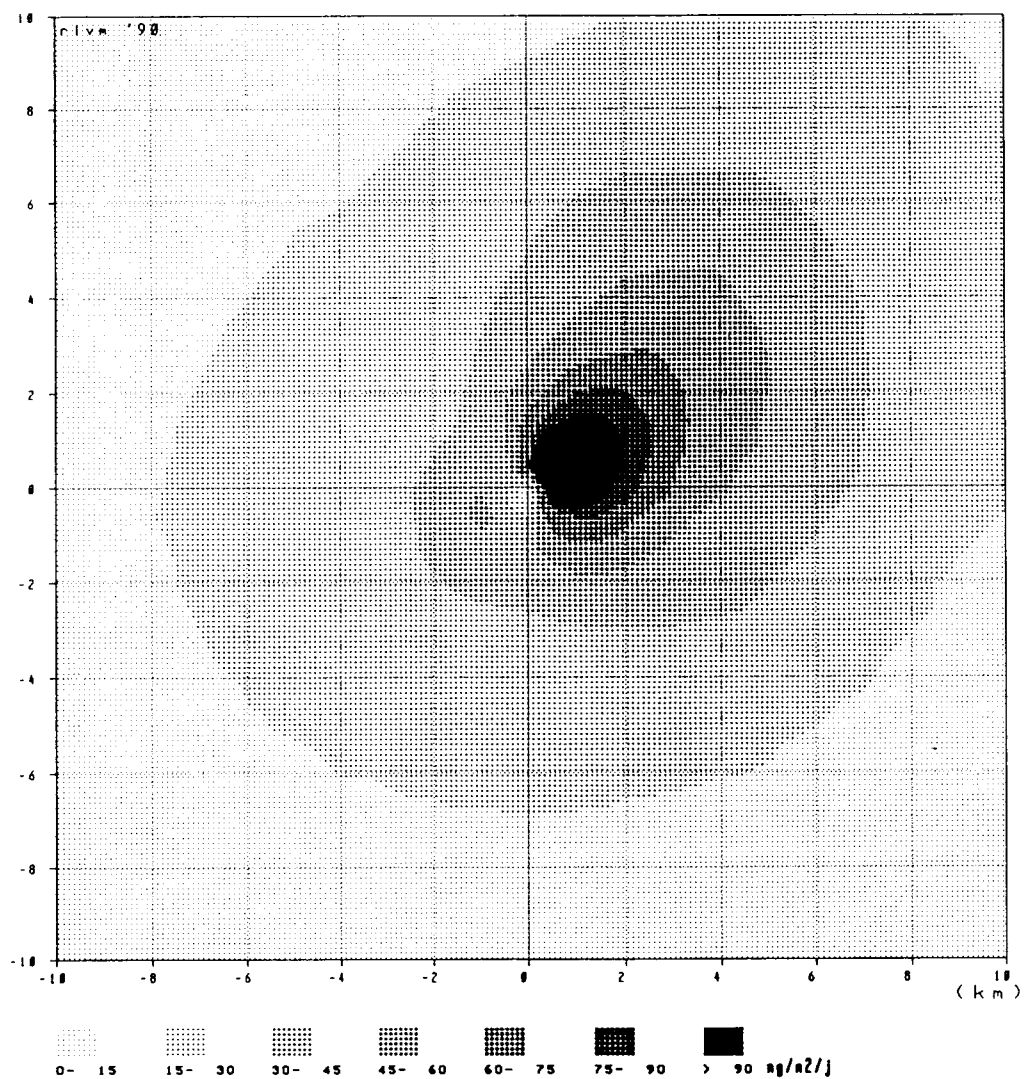


Fig. 3.1G. Depositieveld rondom de ROTEB, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

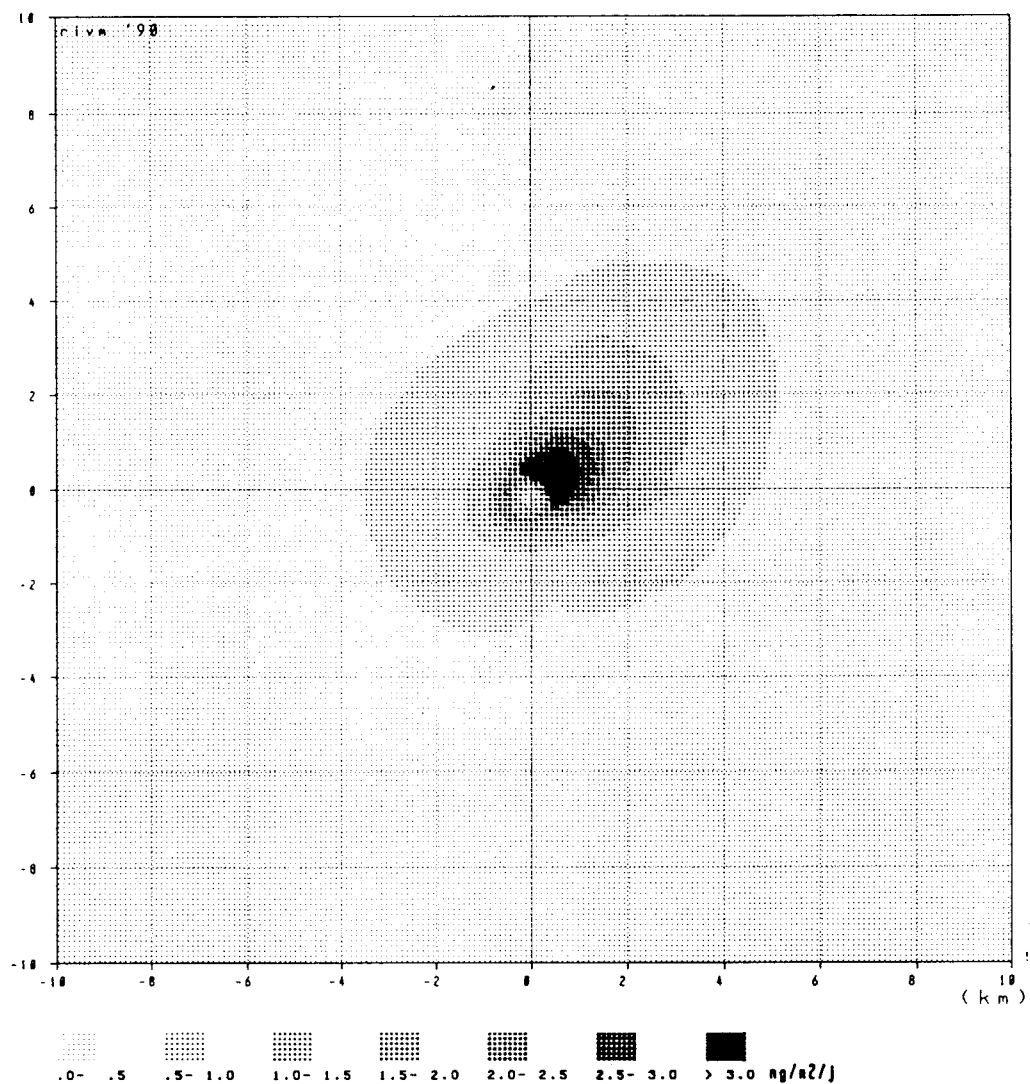


Fig. 3.1H. Depositieveld rondom de AVI van Philips, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

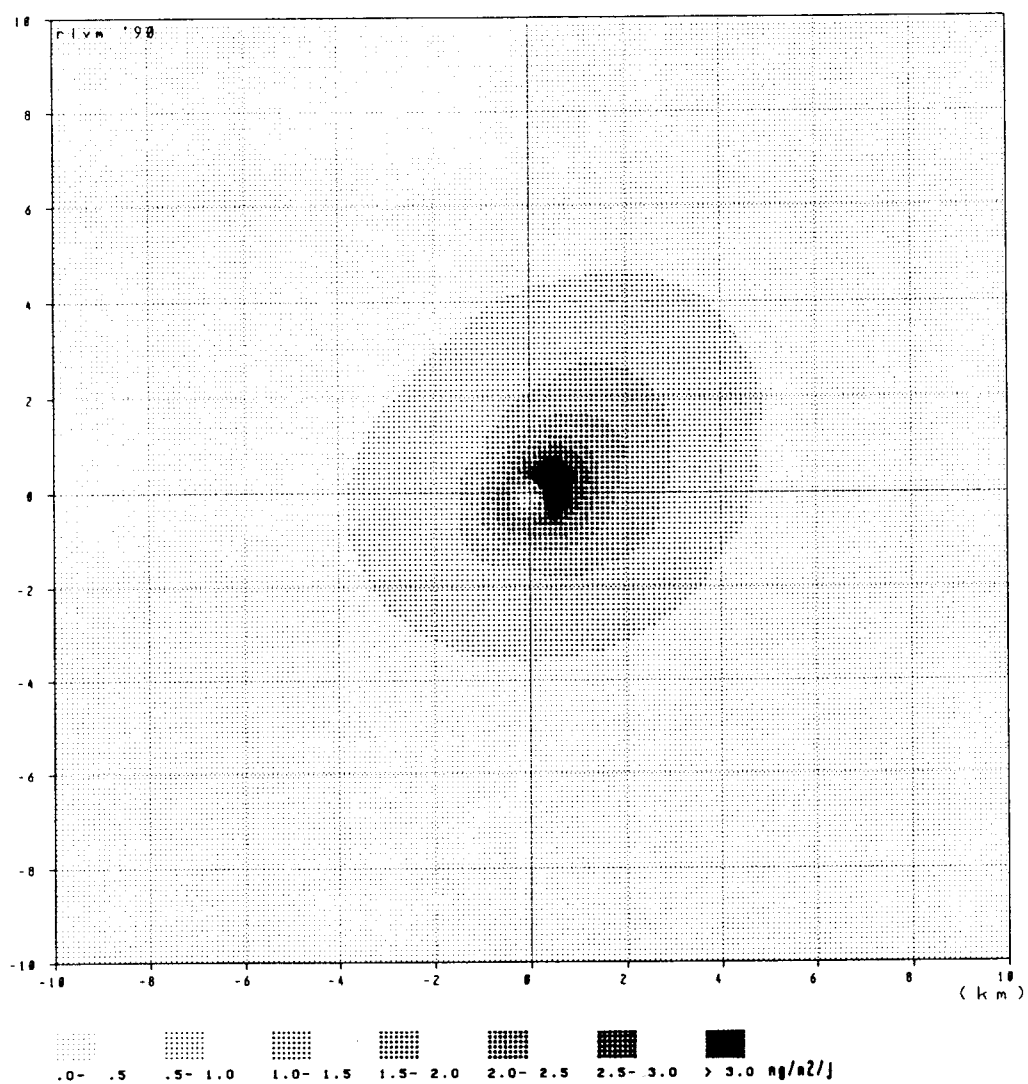


Fig. 3.1I. Depositieveld rondom de AVI van Roosendaal, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

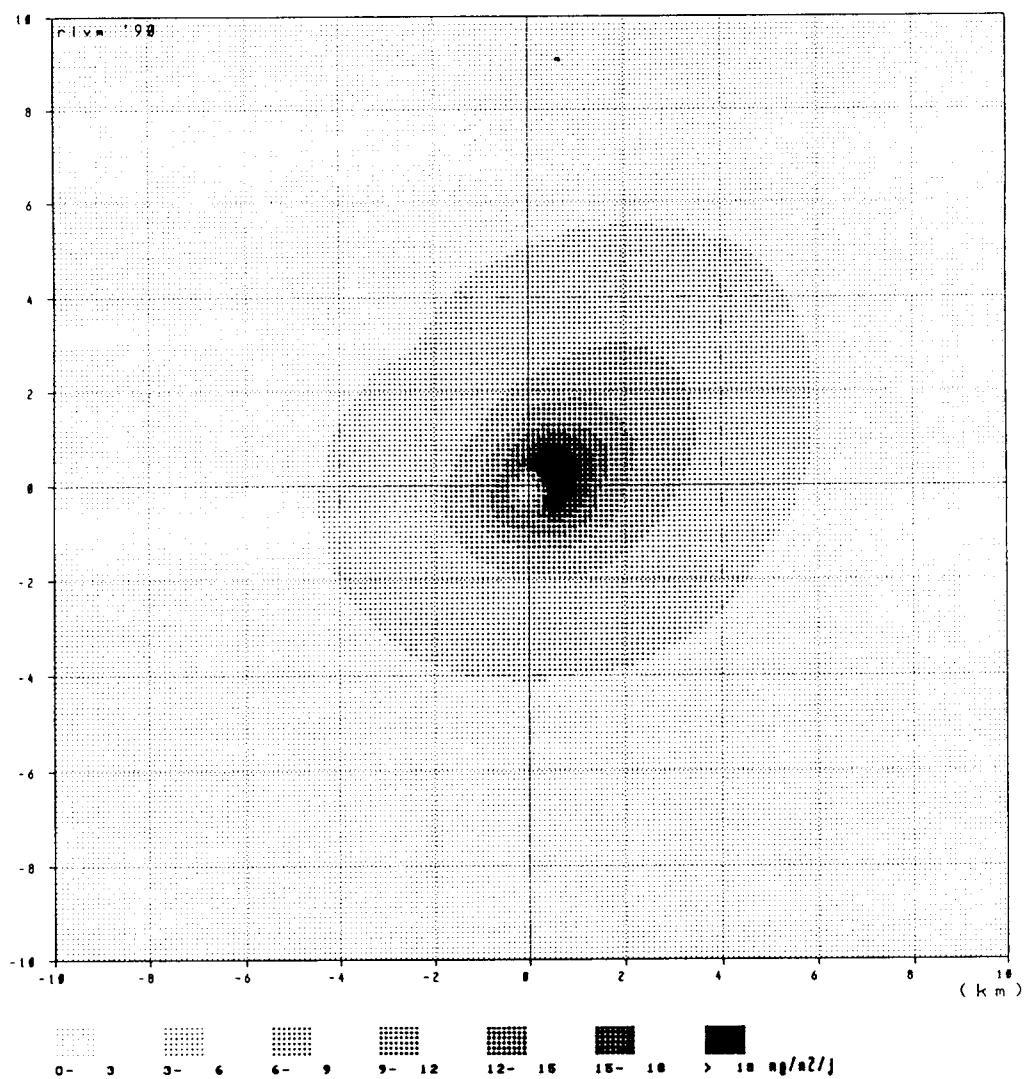


Fig. 3.1J. Depositieveld rondom de GEVUDO, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

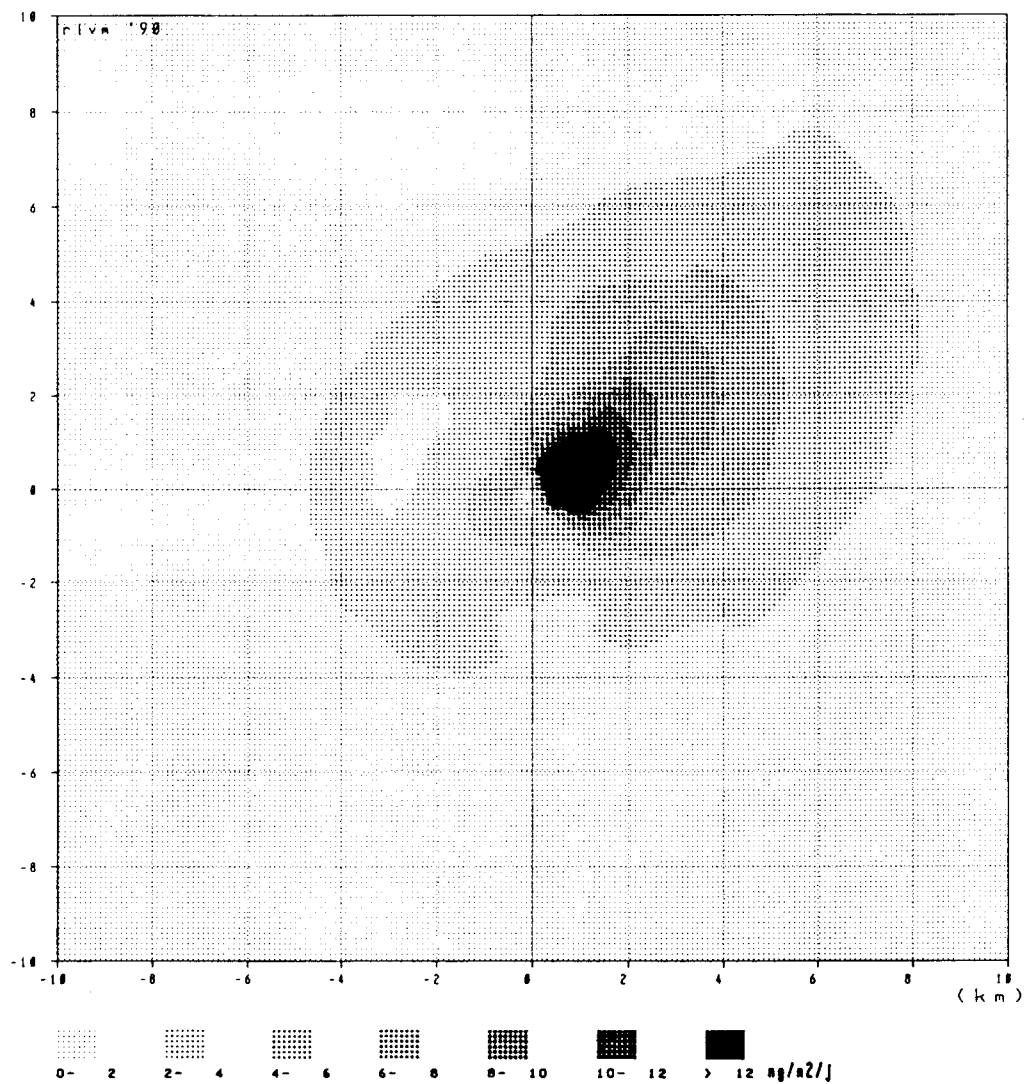


Fig. 3.1K. Depositieveld rondom de AVIRA, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

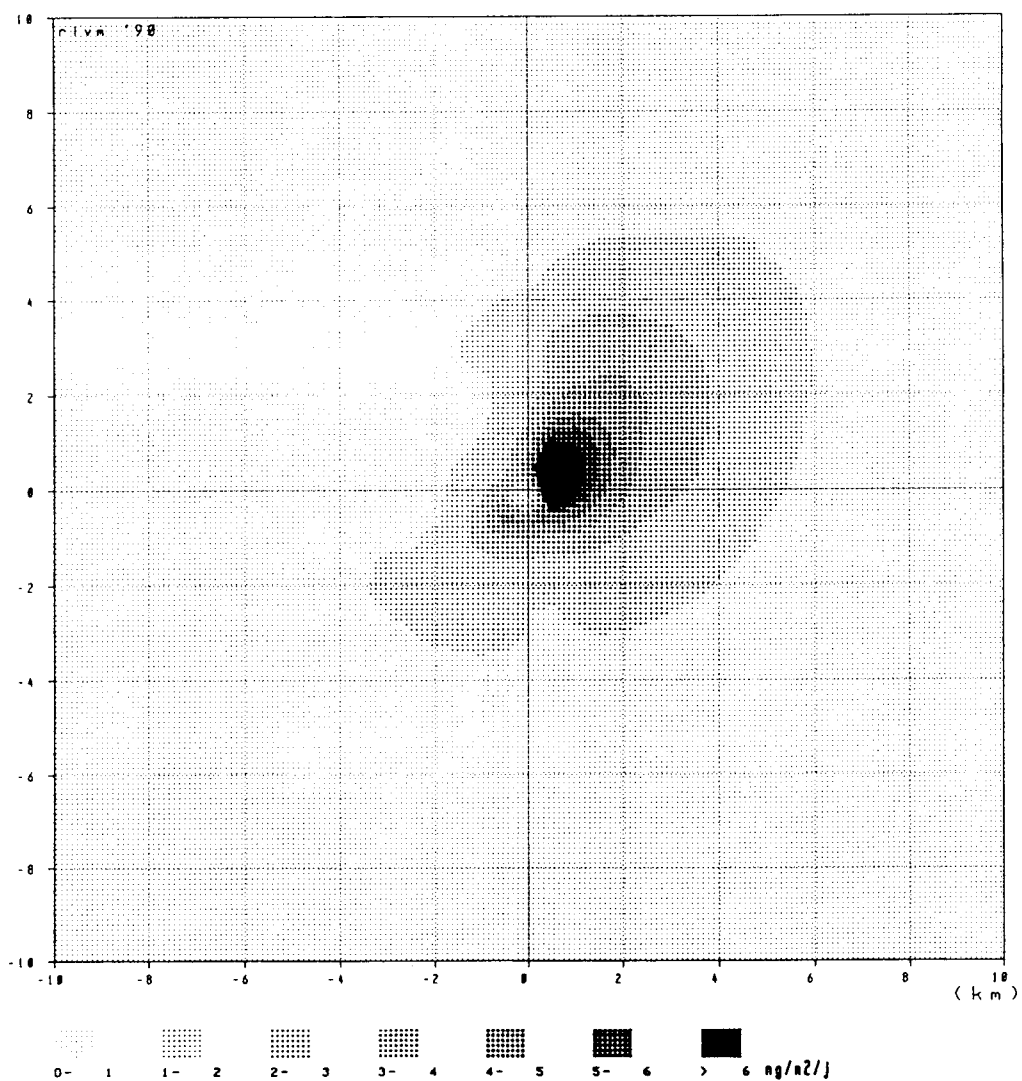


Fig. 3.1L. Depositieveld rondom de ARN, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

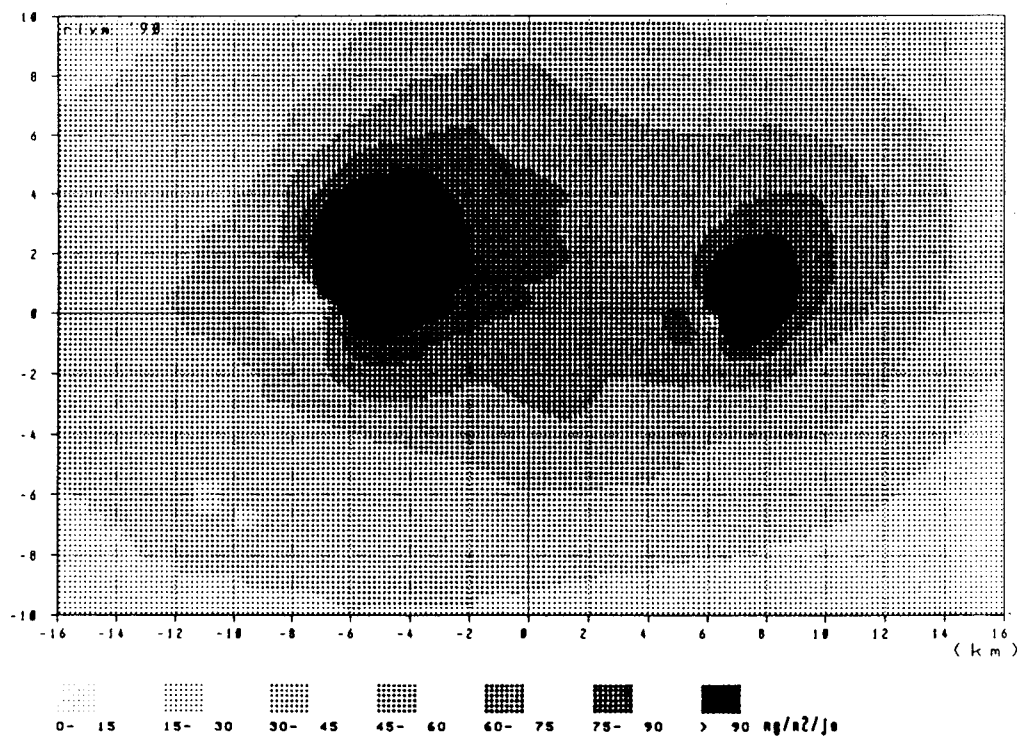


Fig. 3.1M. Depositieveld rondom de AVR en de ROTEB, berekend met het OPS-model. Weergegeven is de totale (droge plus natte) depositie, geldend voor de lange termijn. De bron bevindt zich in het centrum van het 20 bij 20 km kwadrant.

Tabel 5.2A. Maandgemiddelde dioxineconcentraties in melk (pg TEQ/g melkvet). **SI**=sluiting van de AVI.

	1989				1990												1991					
	sep/okt	jan	feb	maa	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	maa	apr	mei	jun	jul	aug	sep
Lickebaert																						
Li-B	7.2		7.4	6.7	7.9	7.1	7.2	8.3	8.0	7.0	9.4	9.4	7.3	6.3	5.0	5.1	6.0	7.8	4.7	6.4	4.5	6.5
Li-C	10.3		11.0	12.6	11.5	9.4	6.4															
Li-F	6.2																					
Li-G	5.5																					
Li-K	5.1		4.7	4.4	5.3	3.8	5.4	10.3	6.7	5.5	6.8	7.1	5.9	5.4	4.9	4.6	4.4	4.1	4.3	5.1		
Li-V	3.8		3.7	3.0	3.5	2.8	3.9	4.9														
Li-D	6.5								5.6	5.0	8.0	12.9	9.5	8.2	5.6	5.4	6.2	5.7	4.4	6.8	4.5	7.1
Li-H	6.5								8.5	6.7	8.1	13.7	10.7	11.0	5.8	4.8	5.1	5.8	5.1	5.9	4.3	6.4
Li-L									6.7	5.5	6.6	6.9	6.0	6.1	5.3	6.0	5.9	5.9	5.4	8.0	7.0	8.0
Li-M	3.2																					
Li-N	3.3																					
Li-O	3.2																					
Li-P	4.0																					
Li-Q	4.0																					
Li-T	3.8																					
Li-U	4.9																					
Zu-A								3.1														
Duiven																						
Dui-A	5.8	8.4	8.9	10.0		4.3	5.5	4.9	4.3	4.2	4.4	3.5	2.6	2.5	4.5	2.2	2.5	1.3	1.9			
Dui-B						4.2	4.4	4.0	3.3	3.6	3.5	3.9	5.2	5.9	2.6	3.5	3.0	2.2	2.3			
Dui-E	3.6																					
Dui-F	3.3																					
Dui-G	4.0																					
Zaandam																						
Za-A	12.1																					
Za-B	9.7																					
Za-C	9.9																					
Za-D	4.6																					
Za-E	3.1																					
Za-F																						
Za-G																						
Alkmaar																						
Al-B	8.1																					
Al-C	5.1																					
Al-E	5.2																					
Al-G	5.3																					
Al-H	6.5																					
Amsterdam																						
Am-B																						
Am-C																						
Am-F																						
Leiden																						
Lei-C																						
Lei-E																						
Leeuwarden																						
Le-A																						
Le-B																						
Le-C																						
Le-D																						
Le-E																						
Le-F																						
Le-G																						
Le-H																						
Goes																						
Li-C																						

Tabel 7.4.2A. Voorspelde en gemeten gehalten in melk bij vier AVI's, in verschillende maanden van 1989 en 1990. De voorspelde gehalten zijn opgesplitst in een bijdrage via gras afkomstig van de lokale bron, een bijdrage via gras afkomstig van de achtergrond-depositie en een bijdrage via de grond.

lokatie	voorspeld			totaal	gemeten
	gras (locaal)	gras (achtergr)	grond		
Duiven, sep/okt 89					
A	8.1	0.1	0.5	8.8	5.8
E	5.4	0.1	0.2	5.7	3.6
F	2.8	0.1	0.1	3.1	3.3
G	1.7	0.1	0.2	2.0	4.0
Zaanstad, sep/okt 89					
A	7.8	0.8	2.5	11.2	12.1
B	9.3	0.8	1.7	11.8	9.7
C	8.9	0.8	2.3	12.0	9.9
D	12.1	0.8	2.0	14.9	4.6
E	0.7	0.8	0.4	1.9	3.1
AVR, sep/okt 89					
B	6.7	0.7	0.4	7.8	7.2
C	7.2	0.7	0.4	8.3	10.3
D	4.4	0.7	0.4	5.4	6.5
F	4.0	0.7	0.3	5.0	6.2
G	4.3	0.7	0.4	5.4	5.4
H	5.3	0.7	0.4	6.4	6.5
K	4.3	0.7	0.4	5.3	5.2
M	1.5	0.7	0.2	2.3	3.2
N	1.8	0.7	0.2	2.6	3.2
O	2.1	0.7	0.2	2.9	3.2
P	1.9	0.7	0.2	2.8	4.0
Q	1.4	0.7	0.2	2.2	4.0
T	1.5	0.7	0.1	2.3	3.8
V	1.9	0.7	0.2	2.8	3.7
Leeuwarden, aug 90					
A	2.1	0.3	0.2	2.5	2.3
B	2.0	0.3	0.1	2.4	2.4
C	2.7	0.3	0.2	3.2	2.3
D	3.3	0.3	0.1	3.7	1.4
E	0.7	0.3	0.1	1.0	1.3
F	1.5	0.3	0.1	1.9	1.3
G	1.4	0.3	0.1	1.7	1.9
H	0.6	0.3	0.1	1.0	1.0
Leeuwarden, sep 90					
A	1.1	0.2	0.2	1.5	1.3
B	1.1	0.2	0.1	1.4	1.4
C	1.5	0.2	0.2	1.8	1.4
G	0.8	0.2	0.1	1.1	1.0
AVR, mei 90					
B	4.4	1.0	0.4	5.7	7.1
C	7.0	1.0	0.5	8.5	9.4
K	3.7	1.0	0.4	5.1	3.8
V	2.1	1.0	0.2	3.3	2.8
AVR, jun 90					
B	7.2	0.8	0.4	8.4	7.2
C	7.8	0.8	0.5	9.2	6.4
K	5.5	0.8	0.4	6.7	5.4
V	3.1	0.8	0.2	4.1	3.9
AVR, jul 90					
B	5.9	0.9	0.4	7.1	8.3
K	4.3	0.9	0.4	5.6	10.3
V	2.0	0.9	0.2	3.1	4.9
Zu A	2.5	0.9	0.1	3.4	3.1
AVR, aug 90					
B	6.5	0.8	0.4	7.7	8.0
D	5.0	0.8	0.4	6.3	5.6
H	5.5	0.8	0.4	6.7	8.5
K	4.6	0.8	0.4	5.8	6.7
L	8.4	0.8	0.5	9.7	6.7
AVR, sep 90					
B	6.8	0.6	0.4	7.8	7.0
D	5.4	0.6	0.4	6.4	5.0
H	5.3	0.6	0.4	6.3	6.7
K	4.3	0.6	0.4	5.3	5.5
L	7.4	0.6	0.5	8.5	5.5
AVR, okt 90					
B	8.4	0.7	0.4	9.4	9.4
D	6.5	0.7	0.4	7.6	8.0
H	7.2	0.7	0.4	8.3	8.1
K	6.2	0.7	0.4	7.2	6.8
L	6.6	0.7	0.5	7.7	6.6



DIRECTORAAT-GENERAAL MILIEUBEHEER

PROGRAMMA MILIEU EN
TECHNOLOGIE

AAN: de Voorzitter van de
Tweede Kamer der Staten-Generaal
Binnenhof 1A
2513 AA 's-Gravenhage

Uw kenmerk

Uw brief van

Kenmerk Datum
DGM/AL/PrMT 11 juli 1991
91/080

Onderwerp

Normstelling dioxinen en Warenwetregeling
Verlenging tijdelijke tegemoetkomingsregeling

Geachte Voorzitter,

Hierbij treft u aan het samenvattend rapport van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO), "Consultation on Tolerable Daily Intake from food of PCDDs and PCDFs", EUR/ICP/PCS 030(s). Dit rapport is het resultaat van de conferentie die op verzoek van de Staatssecretaris van WVC door de WHO is georganiseerd.

Daarnaast ontvangt u het rapport van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), "Dioxinen en planaire PCB's in voeding. Gehaltes in voedingsprodukten en inname door de Nederlandse bevolking, nr. 730501. 034".

Het eerste rapport geeft een evaluatie door WHO-deskundigen betreffende de toelaatbare belasting van de mens met dioxinen, het tweede rapport bevat een overzicht van de mate waarin dioxinen en bepaalde PCB's in de nederlandse voeding voorkomen.

Normstelling

Op 15 juli 1991 wordt de Warenwetregeling Dioxine in melk, vervangen door de Regeling Dioxine in melk (Warenwet), waarin de normstelling is vastgelegd en de Warenwetregeling Melk en dioxine, waarin de beperkende maatregelen voor het Lickebaertgebied zijn vastgelegd

In eerstgenoemde regeling is vooralsnog vastgelegd dat vanaf 15 juli 1991 de norm voor dioxinen in melk gehandhaafd blijft op het niveau van 6 pg TEQ/g melkvet. Deze beslissing is gebaseerd op de volgende overwegingen.

Bijlagen



Kenmerk

Datum

Bladnummer

DGM/AL/PrMT/91/080 juli 1991

2

In december 1990 heeft de WHO (zie voornoemd rapport) op grond van recente wetenschappelijke ontwikkelingen een toelaatbare dagelijkse inname (TDI) van 10 pg 2,3,7,8-TCDD/kg lichaamsgewicht geadviseerd. Dit is een faktor 2,5 zo hoog als de oorspronkelijk door het RIVM aanbevolen waarde, waarvan de vanaf medio '89 geldende norm voor dioxinen in melk is afgeleid.

Bij de vaststelling van de vanaf 15 juli 1991 te hanteren norm voor dioxinen in melk is uitgegaan van bovengenoemde WHO-aanbeveling. Conform het advies van het RIVM zullen in aanvulling hierop ook andere dioxinen dan 2,3,7,8-TCDD in de normstelling betrokken blijven worden. Derhalve zal de nieuwe norm, evenals de tot op heden geldende, worden uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten van 2,3,7,8-TCDD. Via door het RIVM geadviseerde omrekeningsfactoren wordt de toxiciteit van een aantal dioxinen uitgedrukt in equivalenten van 2,3,7,8-TCDD.

Op grond van de verruiming van de TDI met een faktor 2,5 wordt de in 1989 aangekondigde aanscherping van de norm naar een niveau van 4 pg TEQ/g melkvet niet langer noodzakelijk geacht.

Uit bovengenoemd onderzoek van het RIVM in combinatie met de aanbeveling van de WHO valt af te leiden dat een norm van 6 pg TEQ/g melkvet uit oogpunt van bescherming van de volksgezondheid aan de veilige c.q. strenge kant is.

Een versoepeling van de norm is op dit moment ongewenst, mede gezien de onzekerheid over de belasting van het voedingsmiddelenpakket met zogenoemde planaire PCB's; dit zijn PCB's met een met dioxine vergelijkbare toxische werking. Naar het voorkomen van deze verbindingen in levensmiddelen wordt nader onderzoek uitgevoerd. Vervolgens zal worden bekeken of deze stoffen bij de normstelling voor dioxinen betrokken moeten worden.

De norm voor dioxine in melk blijft dus voorlopig gehandhaafd op het niveau van 6 pg TEQ/g melkvet in afwachting van verdere, ook internationale, advisering over de aanpak van normstelling voor dioxinen en aanverwante stoffen.

Gebiedsaanwijzing

Tegelijkertijd met dit schrijven zijn u bij brief kenmerk DGM/AL/PrMt/91/074 de monitoringresultaten over het eerste kwartaal 1991 meege-deeld. In de maanden februari, maart en april van dit jaar lagen de dioxinegehalten in de melk uit het Lickebaertgebied over het algemeen nabij de Warenwetnorm van 6 pg TEQ/g melkvet. In de wintermaanden zijn veel hogere gehalten gesignaleerd. Gezien de aanzienlijke fluctuaties in de dioxinegehalten wordt het momenteel niet verantwoord geacht de nu geldende beperkende maatregelen te beëindigen.

Toekomstige normoverschrijdingen kunnen niet worden uitgesloten.



Kenmerk

Datum

Bladnummer

DGM/AL/PrMT/91/080 juli 1991

3

De consequentie van de normstelling en de monitoringresultaten is dat de op de Warenwet gebaseerde beperkende maatregelen voor het Lickebaertgebied moet worden voortgezet. De daaraan gekoppelde beperkende maatregelen voor slachtdieren en veevoeder en de Tijdelijke Regeling Tegemoetkoming Dioxinen zullen eveneens worden voortgezet.

Hoogachtend,

De Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,

J.G.M. Alders,

De Staatssecretaris van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij,

drs. J.D. Gabor,

De Staatssecretaris van Welzijn,
Volksgezondheid en Cultuur

Hans J. Simons

Appendix 9.1A. Bevindingen en aanbevelingen uit de inspectierapporten van de RIMH's.

AVI	Rapport	Opmerkingen
Zaansstad	RIMH-NH	- slecht funktionerende installatie. - bedrijfsvoering en toezicht daarop zijn in gebreke gebleven. - groot aantal vergunningvoorschriften werd niet nageleefd. - het RV'85 niveau werd op vele punten niet gehaald. - technisch onvoldoende garanties om niveau RV'89 te realiseren. - zeer hoge dioxine-emissie, waardoor een gebiedsgerichte maatregel moest worden ingesteld. - installatie definitief gesloten.
Alkmaar	RIMH-NH	- redelijk funktionerende installatie. - bedrijfsvoering en het toezicht daarop behoeven verbetering. - vergunningseisen werden niet nageleefd, waarbij overschrijding van de eis voor HCl opviel. - RV'85 niveau werd op enkele belangrijke punten niet gehaald; aanpassing aan de RV'85 eisen wordt zonder meer mogelijk geacht. - twijfels bestaan aan de haalbaarheid van m.n. de dioxine-eis uit de RV'89 met de voorgenomen investeringsplannen. - te hoge dioxine-emissie in 1989, waardoor het normniveau in melk werd benaderd. - de installatie is zelfstandig voor een bepaalde tijd gesloten, doch thans na de realisatie van de investeringsplannen weer in bedrijf; de nieuwe installatie wordt momenteel ingeregeld en zal, nadat aangetoond is dat aan de RV'89 eisen kan worden voldaan, in bedrijf blijven tot de nieuwe installatie Noord-Holland-Noord in gebruik is genomen.
Leeuwarden	RIMH-N	- redelijk tot goed funktionerende installatie. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop werden in orde bevonden. - men beschikte niet over een geldige vergunning; er was sprake van een gedoogsituatie. - het RV'85 niveau werd op vele punten niet gehaald. - aanpassing van de installatie aan het RV'89-niveau werd in 1989 niet wenselijk geacht. - te hoge dioxine-emissie waardoor een gebiedsgerichte maatregel werd ingesteld. - installatie werd gesloten; er is een MER-aanvraag ingediend voor het weer openen van de installatie; de installatie zal daarbij volledig aan de RV'89 moeten gaan voldoen (als nieuwe installatie).

Appendix 9.1A. Vervolg

AVI	Rapport	Opmerkingen
Amsterdam-Noord	RIMH-NH	- redelijk tot goed funktionerende installatie. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop behoeft in een bepaald opzicht verbetering. - enkele metingen geven aan dat op de grens van de vergunningseisen wordt gewerkt. - er werd niet voldaan aan de RV'85 eisen. - er zijn geen plannen voor aanpassing van deze installatie aan de RV'89-eisen. - de dioxine-emissie is hoog, doch voor een overschrijding van het normniveau in melk behoeft niet te worden gevreesd. - installatie zal worden gesloten als AVI-West wordt geopend, eind 1993.
Den Haag	RIMH-ZH	- redelijk tot goed funktionerende installatie. - installatie wordt op een zorgvuldige manier bedreven - de installatie bleek niet over een geldende vergunning te beschikken en werd ingevolge een gedoogbeschikking geëxploiteerd. - HCl en Hg uitworp zijn hoger dan RV'85 eis - ingevolge een uitspraak van de Raad van State moet deze installatie na 1 juli 1993 aan de eisen van de RV'85 voldoen, doch zal nadien aan de eisen van de RV'89 dienen te worden aangepast. - de dioxine-emissie is hoog, doch voor een overschrijding van het normniveau in melk behoeft niet te worden gevreesd. - de installatie zal worden gesloten als de nieuwe installatie te Ypenburg is geopend.
AVR	RIMH-ZH	- matig funktionerende installatie; een programma ter verbetering van het funktionieren van de installatie is in uitvoering. de ovens zullen geheel gerevideerd moeten worden. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop liet in 1989 in in een bepaald opzicht te wensen over, doch is thans op vele punten sterk verbeterd. - de vergunningseisen m.b.t. HCl en HF worden niet nageleefd. - een optimalisatieplan wordt uitgevoerd; resultaten worden vooral verwacht van het versneld uitvoeren van de nieuwbouwplannen. - de RV'85 eisen zijn gelijk aan de vergunningseisen. - zeer hoge dioxine-emissie waardoor een gebiedsgerichte maatregel werd getroffen. - een nieuwe rookgasreinigingsinstallatie is in aanbouw, geheel volgens de eisen van de RV'89; deze zal trapsgewijs in gebruik worden genomen en naar verwachting in zijn geheel ruim voor het in werking treden van de RV'89 funktionieren.

Appendix 9.1A. Vervolg

AVI	Rapport	Opmerkingen
ROTEB	RIMH-ZH	- matig funktionerende, oude installatie; inmiddels is een vernieuwingsplan tot renovatie van de ovens in uitvoering. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop lieten in 1989/90 te wensen over; de installatie en het terrein maakten een uitzonderlijk slecht verzorgde indruk. - de vergunningsvoorschriften m.b.t. stof en HCl werden niet nageleefd; deze situatie is inmiddels gecorrigeerd. - er wordt niet voldaan aan de eisen uit de RV'85. - een nieuwe rookgasreiniging is in aanbouw; hiermee zal kunnen voldaan aan de eisen uit de RV'89. - de dioxine-emissie is hoog; door de ligging van de installatie binnen de stadskern konden gebiedsgerichte maatregelen achterwege blijven. - verwacht moet worden dat de installatie door de aanpassing aan de RV'89 enige tijd met minder capaciteit zal functioneren.
Philips	RIMH-NB	- goed funktionerende installatie. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop werden in orde bevonden. - de installatie beschikt niet over een vergunning ingevolge de Afvalstoffen Wet; huidige situatie wordt gedoogd. - geen van de emissiewaarden uit de RV'85 wordt overschreden - er wordt gewerkt aan plannen tot aanpassing aan de RV'89. - de dioxine-emissie is matig hoog
Roosendaal	RIMH-NB	- matig funktionerende installatie. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop behoeven verbetering. - de vergunnings situatie is onduidelijk door een uitspraak van de Raad van State; aan de eisen van de uit 1974 daterende vergunning wordt niet voldaan. - aanpassing aan de eisen uit de RV'85 wordt gezien als een forse inspanning. - aanpassing aan de RV'89 wordt niet reël geacht; plannen voor aanpassing zijn echter in uitvoering. - de dioxine-emissie is matig hoog. - één oven is tijdelijk uit bedrijf genomen; er zal naar een alternatief voor het slibdrogen dienen te worden uitgezien.

AVI	Rapport	Opmerkingen
GEVUDO	RIMH-ZH	- redelijk funktionerende installatie. het slibdrogen en verbranden geeft problemen. een nieuwe slibverbrandingsinstallatie is in aanbouw. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop werden op enkele punten na in orde bevonden. - de vergunningseisen t.a.v. CO en Hg worden niet nageleefd; er wordt voorlopig gedoogd. de CO-eis wordt inmiddels nageleefd. - meetverplichtingen t.a.v. enkele componenten werden niet nagekomen; dit wordt voorlopig gedoogd. - er werd niet voldaan aan de eisen uit de RV'85. - plannen voor de aanpassing van de installatie aan de RV'89 zijn in gang gezet. - de dioxine-emissie is hoog, doch voor een overschrijding van het normniveau in melk hoeft niet te worden gevreesd. - een capaciteitsuitbreiding van de installatie zal noodzakelijk zijn wil men het kosten-niveau van de RV'89-eisen acceptabel houden; het aanpassingsprogramma zal gedeeltelijk voor het in werking treden van de RV'89 kunnen worden uitgevoerd.
AVIRA	RIMH-G	- redelijk tot goed funktionerende installatie; oven 2 dient te worden gerenoveerd. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop werden in orde bevonden. - er wordt aan alle voorwaarden uit de vergunning en de RV'85 voldaan. - er zijn plannen gemaakt en gedeeltelijk in uitvoering voor de verdere aanpassing van de installatie aan de eisen van de RV'89. - de dioxine-emissie is matig hoog. - er worden proeven genomen om tot een verdere verlaging van de dioxine-emissie te komen. verwacht wordt dat de installatie voor het in werking treden van de RV'89 aan de gestelde eisen zal voldoen.
ARN	RIMH-G	- goed funktionerende installatie. - de bedrijfsvoering en het toezicht daarop werden in orde bevonden. - er wordt aan alle voorwaarden uit de vergunning en de RV'85 voldaan. - er zijn plannen gemaakt voor het vergroten van de installatie en aanpassing aan de eisen uit de RV'89. - de dioxine-emissie is matig hoog. - er zal rekening gehouden moeten worden met het gegeven dat de nieuwe plannen niet voor het in werking treden van de RV'89 kunnen worden gerealiseerd.