

**DHV Milieu en Infrastructuur BV**

Laan 1914, nr. 35  
Postbus 1076  
3800 BB Amersfoort  
Telefoon 033 - 68 27 00  
Telefax 033 - 68 28 01

*Regiokantoor Delft*  
Martinus Nijhofflaan 2  
Postbus 412  
2600 AK Delft

Telefoon 015 - 62 83 63  
Telefax 015 - 61 98 40

*Regiokantoor Heemskerk*  
Karshoffstraat 39  
Postbus 305  
1960 AH Heemskerk

Telefoon 02510 - 5 32 32  
Telefax 02510 - 5 31 38

**PROVINCIE ZUID-HOLLAND**

Luchtkwaliteit Coupépolder, Alphen a/d Rijn

Fase 1a: Inventarisatie voorgaande onderzoeken

Fase 1b: Risico-evaluatie

boekingsnummer      H 1323-81-001  
registratienummer    MT-RE942663

17 mei 1994

## 0 SAMENVATTING

Dit rapport bevat een beschrijving van een onderzoek van de Coupepolder te Alphen aan de Rijn. Het onderzoek betreft een evaluatie en beoordeling van reeds uitgevoerde onderzoeken door IWACO, Heidemij, TNO en DCMR en heeft zich gericht op de risico's voor de volksgezondheid en milieu als gevolg van het vrijkomen van verontreinigingen via de lucht vanuit de stort. In bijlage 4 van dit rapport is een trefwoordenlijst met verklarende betekenissen opgenomen. De woorden die met ® zijn gemarkeerd zijn in bijlage 4 opgenomen.

Allereerst is een inventarisatie en evaluatie van de beschikbare gegevens en de gebruikte verspreidingsmodellen (box-modellen) gemaakt, vervolgens zijn de beschreven risico-evaluaties beoordeeld. De belangrijkste conclusies van deze studie zijn:

1. In dit rapport worden "worst-case" benaderingen beschouwd van IWACO, Heidemij en DHV. In alle gevallen liggen de berekende maximale blootstellingsniveau's ruimschoots onder de gehanteerde normen. Dit is eveneens het geval indien de vigerende Nederlandse luchtkwaliteitsgrens- en richtwaarden worden gehanteerd. Het betreft hier zowel blootstelling door gebruikers van het terrein als door omwonenden. Van risico's voor de volksgezondheid, ten gevolge van het vrijkomen van verontreinigingen vanuit de stort via de bodemlucht in de buitenlucht, is daarom geen sprake.
2. Deze conclusie wordt ondersteund door het feit dat er via directe buitenluchtmetingen door TNO en de DCMR geen statistisch relevante beïnvloeding van de buitenluchtkwaliteit, door emissie van verontreinigingen vanuit de stort, kon worden vastgesteld.
3. Een brede screening door TNO van allerlei mogelijk voorkomende verbindingen heeft aangetoond dat het bepalen van de risico's door emissie van aromaten een juiste werkwijze is, omdat aromaten van alle onderzochte stoffen de hoogste risico's met zich meebrengen. Evenwel bestaan er geen gezondheidsrisico's als gevolg van uitstoot van aromaten vanuit de stort.
4. De voorkomende verontreinigingen in de stort zijn zeer heterogeen® verdeeld. Dit vormt echter geen belemmering een "worst-case" benadering ten aanzien van blootstellingsniveau's te volgen. Zoals gezegd liggen deze "worst-case" niveau's ver onder de geldende normen.
5. De belangrijkste factor die wisseling in bodemluchtconcentraties op een gegeven plaats en diepte bepaalt is de temperatuur. De temperatuur wordt naar verwachting het meest beïnvloed door de biologische activiteit in de stort en niet zozeer door seizoensinvloeden. Echter, op basis van de beschikbare bodemluchtmetingen kan een goede "worst-case" benadering ten aanzien van blootstellingsniveau's worden gevolgd. Zoals gezegd liggen deze "worst-case" niveau's ver onder de geldende normen.
6. In de toekomst zullen de biologische activiteiten in de stort afnemen. Hierdoor zullen zowel de voorkomende concentraties aan verontreinigingen in de bodemlucht als het transport vanuit de stort afnemen. De nu reeds lage blootstellingsniveau's zullen hierdoor nog verder afnemen.

Een overzicht van de berekende "worst-case" immissies<sup>®</sup> door IWACO, Heidemij en DHV, de achtergrondconcentraties en de luchtkwaliteitseisen is weergegeven in onderstaande tabel 0.1.

**Tabel 0.1**  
**Overzicht berekende immissies (alleen bijdrage van de stort), de achtergrondconcentraties en de luchtkwaliteitseisen**

Onderzoek, locatie	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]			
	Benzeen	Tolueen	Ethylbenzeen	Xylenen
<b>Immissies</b>				
IWACO, op 200 meter	0,16	0,67	0,14	0,54
Heidemij, op 200 meter	0,1	0,3	0,5	1,1
DHV Dag: lange zijde	0,026	0,061	0,131	0,257
korte zijde	0,022	0,052	0,112	0,220
Nacht: lange zijde	0,635	1,482	3,177	6,248
korte zijde	0,516	1,204	2,580	5,075
<b>Achtergrondconcentraties</b>	2,8	0,2	0,4	3
<b>Luchtkwaliteitseisen</b>	10	3000	435	435

**INHOUD**

**BLAD**

1	INLEIDING	3
2	ANALYSE VOORGAANDE ONDERZOEKEN NAAR BODEMLUCHT- EN BUITENLUCHTCONCENTRATIES	5
2.1	Locaties van de metingen	8
2.1.1	Inventarisatie	8
2.1.2	Evaluatie	10
2.1.3	Conclusies DHV	11
2.2	Tijdstip en tijdsduur van de metingen	12
2.2.1	Inventarisatie	12
2.2.2	Evaluatie	12
2.2.3	Conclusies DHV	14
2.3	Bemonsterings- en analyse	14
2.3.1	Inventarisatie	14
2.3.2	Evaluatie	17
2.3.3	Conclusies DHV	18
2.4	Aard, concentraties en herkomst componenten	18
2.4.1	Inventarisatie	18
2.4.2	Evaluatie	25
2.4.3	Conclusies DHV	26
2.5	Gebruikte modellen	26
2.5.1	Inventarisatie	26
2.5.2	Evaluatie	30
2.5.3	Conclusies DHV	32
2.6	Vertaling naar risico's	33
2.6.1	Inventarisatie	33
2.6.2	Evaluatie	36
2.6.3	Conclusies DHV	37
3	ANALYSE VOORGAANDE ONDERZOEKEN NAAR GRONDWATER- EN BODEMCONCENTRATIES	38
3.1	Inventarisatie	39
3.2	Evaluatie	39
3.3	Conclusie DHV	39
4	RISICO-BEREKENINGEN	40
4.1	Inleiding	40
4.2	'Box'-model	40
4.3	Overzicht modelparameters	42
4.4	Resultaten 'box'-berekeningen op basis van voorgaande onderzoeken	43
4.5	Resultaten 'box'-berekeningen maximaal toelaatbare emissies vanuit de stort	43
4.6	Vergelijking gehanteerde 'box'-parameters	45

4.7	Overzicht berekende immissies	45
5	RISICO-EVALUATIE	46
5.1	Risico's voor omwonenden	47
5.2	Risico's voor gebruikers van het terrein	47
5.3	Maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties	49
5.4	Methaan-emissie	49
6	RESULTATEN RISICO-EVALUATIE	50
6.1	Risico's voor omwonenden	50
6.2	Risico's voor gebruikers van het terrein	50
6.3	Maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties	50
6.4	Methaan-emissie	50
7	CONCLUSIES	51
8	REFERENTIES	52

#### BIJLAGEN

1	LOCATIES MONSTERNEMINGEN VOORGAANDE ONDERZOEKEN
2	TRANSPORT VAN VLUCHTIGE STOFFEN IN DE GASFASE
3	RESULTATEN ONDERZOEKEN NAAR GRONDWATER- EN BODEMCONCENTRATIES
4	TREFWOORDENLIJST OP ALPHABETISCHE VOLGORDE

## 1 INLEIDING

Op verzoek van de afdeling Bodemsanering van de Provincie Zuid-Holland heeft DHV Milieu en Infrastructuur BV een project geformuleerd met als doel te komen tot aanbevelingen voor een afrondend nader onderzoek met betrekking tot de Coupépolder. Dit onderzoek heeft als doel de risico's voor volksgezondheid en milieu, ondermeer als gevolg van het vrijkomen van verontreinigingen vanuit de stort, vast te stellen. De achterliggende gedachte is dat tot op heden zeer fragmentarisch onderzoek heeft plaatsgevonden naar de kwaliteit van bodem- en buitenlucht.

De behoefte bestond om alle beschikbare informatie te ordenen en vast te stellen of aanvullend onderzoek gewenst is. Nadere analyse kan resulteren in het formuleren van gepaste maatregelen om de risico's voor volksgezondheid en milieu, door vrijkomen van gassen uit de stort, op te heffen. De te treffen maatregelen voor de bovenafwerking in dit kader kunnen los gezien worden van de afwerking van de zijkanten (met bentoniet) en van het beheersen van het verontreinigde grondwater.

De provincie Zuid-Holland heeft aangegeven de verontreinigingssituatie zoveel mogelijk te willen beschouwen als een "black box<sup>®</sup>" en ziet op voorhand geen reden om meer detaillering aan te brengen in de kennis over de verontreinigingssituatie in de stort zelf.

Eventueel aanvullend onderzoek moet zich dan ook met name richten op de risico's van bodemverontreinigingen van de stortplaats in zijn geheel. Het onderzoek naar de luchtkwaliteit in de Coupépolder te Alphen aan den Rijn kan in dit verband als een vooronderzoek worden beschouwd.

Het onderzoek naar de luchtkwaliteit bestaat uit de volgende onderdelen:

- fase 1a: inventarisatie en evaluatie van voorgaande onderzoeken;
- fase 1b: risico-evaluatie op basis van bekende gegevens;
- fase 1c: beoordeling van afdeklaag;
- fase 2: aanbevelingen voor nader onderzoek.

In het onderstaande wordt toegelicht welke activiteiten plaats hebben gevonden cq. zullen plaatsvinden in de betreffende fasen.

### **Fase 1a: Inventarisatie en evaluatie van voorgaande onderzoeken**

De reeds uitgevoerde onderzoeken naar bodemluchtmetingen, emissie- en immissiemetingen in en rondom de voormalige stortplaats zijn geïnventariseerd. De beschikbare informatie is geëvalueerd en op basis van de resultaten van de evaluatie zijn conclusies getrokken. Hierbij is met name vastgesteld in hoeverre de diverse onderzoeken op elkaar aansluiten. Tevens is aangegeven of, en zo ja, in welke mate er structureel informatie ontbreekt.



**Fase 1b: Risico-evaluatie**

Op basis van de informatie uit voorgaande onderzoeken is een risico-evaluatie uitgevoerd. Door een 'worst-case' benadering zijn de risico's voor de volksgezondheid ingeschat.

Tevens is de maximaal toelaatbare emissie<sup>®</sup> vanuit de stort berekend voor een aantal luchtverontreinigende componenten om aan de luchtkwaliteitseisen te kunnen voldoen. Op basis van kennis bij DHV en literatuurgegevens is gekeken of de berekende emissie vanuit de stort in de praktijk kan optreden. Indien deze berekende emissies vanuit de stort reëel zouden zijn, zouden er risico's voor de volksgezondheid aanwezig kunnen zijn.

**Fase 1c: Evaluatie van afdeklaag**

De reeds geformuleerde maatregelen in de voorgaande onderzoeken ten aanzien van de afdeklaag van de Coupépolder zullen worden geëvalueerd. Hierbij zal met name aandacht worden besteed aan de vraag of de nu voorgestane maatregelen voldoende zijn om de risico's voor volksgezondheid en milieu op te heffen.

Er zal eveneens aandacht besteed worden aan de nazorg ten aanzien van de te treffen maatregelen. Voor verschillende varianten voor de afdeklaag zal worden beschreven welke nazorg-maatregelen benodigd zijn. Na beëindiging van het afrondend nader onderzoek zullen de definitieve beheersmaatregelen worden geformuleerd en zullen de hiermee verbonden nazorgmaatregelen in detail worden omschreven.

**Fase 2: Aanbevelingen afrondend nader onderzoek**

Als dit noodzakelijk blijkt zullen aanbevelingen voor een afrondend nader onderzoek worden geformuleerd, met als doel een afdoende risico-evaluatie mogelijk te maken. Het aanbevolen onderzoek zal zodanig zijn dat met een minimum aan onderzoeks-inspanning en -kosten de benodigde informatie wordt verkregen.

In deze rapportage zijn fase 1a en 1b van het onderzoek beschreven.

## 2 ANALYSE VOORGAANDE ONDERZOEKEN NAAR BODEMLUCHT- EN BUITENLUCHTCONCENTRATIES

Tot op heden hebben in en rondom de Coupépolder verschillende deelonderzoeken naar de kwaliteit van lucht en bodemlucht plaatsgevonden. In het kader van het onderzoek naar de luchtkwaliteit in de Coupépolder zijn aan DHV de volgende rapportages ter beschikking gesteld:

- Bodemlucht onderzoek Coupépolder te Alphen aan den Rijn, Iwaco, november 1989, [ref.1]. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van een in april 1989 door IWACO uitgevoerde risico-evaluatie en de kritiek die hierop door de Projectgroep is geleverd. Besloten is aanvullende bodemluchtmetingen en één buitenluchtmeting uit te voeren en opnieuw een inschatting van de risico's te maken.
- Milieukundig onderzoek bodemlucht stortplaats Coupépolder te Alphen a/d Rijn, Heidemij, november 1990, [ref.2]. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van waarnemingen van omwonenden van verhoogde bodemtemperatuur en uit de grond opstijgende dampen. Op drie locaties zijn bodemluchtmonsters genomen en geanalyseerd.
- Milieukundig onderzoek bodemlucht stortplaats Coupépolder te Alphen a/d Rijn, aanvulling, Heidemij, januari 1991, [ref. 3]. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van een eerder berekend dispersiemodel en vragen dienaangaande door leden van de Streekcommissie in december 1990. Het betrof hier onduidelijkheid over de hoogte van de gehanteerde inversielaag en de relatie tussen concentraties buiten en boven de stortplaats.
- Verslag monsternamen en analyse van monsters uit Coupépolder, TNO-defensieonderzoek, mei 1992, [ref.4]. Dit onderzoek is uitgevoerd met als doel de kwaliteit van de buitenlucht op en nabij de stortplaats vast te stellen. De resultaten van dit onderzoek zijn gebruikt voor de risico-evaluaties die in het voorliggend rapport zijn besproken.
- Verslag monsternamen en analyse van 6 monsters uit Coupépolder, TNO-defensieonderzoek, juni 1992, [ref.5]. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van het vermoeden dat er een container met mogelijk giftige chemicaliën gelegen is in de stortplaats op een diepte van circa 4 m-mv. Ter plaatse zijn bodemluchtmonsters genomen en geanalyseerd.
- Onderzoek naar het voorkomen van organische componenten in de lucht boven een voormalige vuilstort in de Coupépolder te Alphen a/d Rijn, DCMR, november 1991, [ref.6]. Dit onderzoek is uitgevoerd als vervolg op het voorgaande onderzoek ter plaatse van de mogelijke begraven container [ref.5]. Het voorgaande onderzoek leverde geen aanwijzingen op over de aanwezigheid van deze container. Besloten is om ter plaatse aanvullende bodemluchtmonsters te nemen op grotere diepte. Eveneens zijn op 11 plaatsen buitenluchtmetingen verricht.

- Onderzoek monitoring en beheersmaatregelen stort Coupépolder Alphen aan den Rijn, samenvattende rapportage, Iwaco, augustus 1992, [ref.7]. Dit rapport bevat een beschrijving van de monitorings- en beheersmaatregelen ter voorkoming van een onacceptabele en onbeheersbare verontreiniging van het diepe grondwater onder de Coupépolder. De beheersmaatregelen, het monitoringssysteem en de organisatorische aspecten van de nazorg worden hierin besproken.
- Vervolgonderzoek luchtkwaliteit, voorstel luchtmetingen (concept), afdeling lucht, Veiligheid en Geluid van de Provincie Zuid-Holland, juni 1993, [ref.8]. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van het oordeel van de Projectgroep dat de resultaten van eerder uitgevoerd onderzoek naar bodemlucht- en buitenluchtkwaliteit niet geschikt zijn voor definitieve besluitvorming over maatregelen voor de bovenkant van de stortplaats. In de betreffende notitie worden een aantal mogelijkheden besproken ten aanzien van nader lucht onderzoek.
- Bevindingen TNO PML monsternamen- en detectieteam tijdens het 'containeronderzoek Coupé-polder', en Analyse van 2 luchtmonsters uit de Coupé-polder, TNO-defensieonderzoek, juli 1992, [ref.9]. Dit onderzoek is, evenals de onderzoeken van ref.5 en ref.6, uitgevoerd in het kader van de vermoedelijk begraven container in de stortplaats.

De bovengenoemde onderzoeken bevatten informatie (metingen en modelberekeningen) over:

- de kwaliteit van de bodemlucht;
- emissies vanuit de stort;
- de kwaliteit van de buitenlucht.

De volgende informatie is gebruikt bij de beschouwing van de risico-evaluaties, zoals beschreven in hoofdstuk 4 van dit rapport.

- bodemluchtmetingen, IWACO, 1989
- buitenluchtmeting, IWACO, 1989
- bodemluchtmetingen, Heidemij, 1990
- bodemluchtmeting, TNO, 1992
- buitenluchtmeting, TNO, 1992
- buitenluchtmetingen, DCMR, 1991

Per onderzoek heeft DHV informatie geevalueerd ten aanzien van bodemluchtmetingen, emissie- en buitenluchtmetingen op en rondom de voormalige stortplaats, waarbij aandacht is besteed aan:

- locaties van de metingen;
- tijdsduur en tijdstip van (bodem)luchtmetingen;
- bemonsterings- en analysemethode;
- aard, concentraties en herkomst van vastgestelde verontreinigende componenten;

- gebruikte modellen;
- vertaling van meetwaarden en modelberekeningen naar risico's voor volksgezondheid.

In dit hoofdstuk worden de voorgaande onderzoeken geïnventariseerd en geëvalueerd op bovenstaande aandachtspunten.

### **Inventarisatie**

De in de inventarisatie genoemde veronderstellingen en conclusies zijn zonder meer overgenomen uit de betreffende rapporten. De interpretatie en evaluatie door DHV Milieu & Infrastructuur BV komt aan de orde in de evaluatie en de conclusies.

### **Evaluatie**

De evaluatie door DHV Milieu & Infrastructuur BV van de voorgaande onderzoeken vindt plaats op:

- betrouwbaarheid en representativiteit<sup>®</sup> van de informatie;
- coherentie van de informatie.

### **Conclusies**

Ter afsluiting van de analyse van de voorgaande onderzoeken zijn de conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur weergegeven per bovengenoemde aandachtspunten.

## 2.1 Locaties van de metingen

### 2.1.1 Inventarisatie

In bijlage 1 zijn voor de in dit onderzoek beschouwde metingen de locaties weergegeven.

#### IWACO

##### *Bodemlucht*

De selectie van de locaties door IWACO heeft plaatsgevonden op basis van onderstaande overwegingen:

- geografisch evenredig verdeeld zijn van de meetpunten (COB6 en COB10);
- de tijdens het veldwerk geconstateerde gasontwikkeling (COB5 en COS36);
- de aangetoonde verontreiniging in het grondwater (COB5, COB10, COS36);
- de geconstateerde obstructie (COS25);
- de geconstateerde geofysisch anomalieën<sup>®</sup> (COB5, COB6, COB10, COS25);
- de verdacht beschouwde locatie in verband met justitieel onderzoek (COB12).

De monsternamen hebben plaatsgevonden op 0,2 meter beneden maaiveld (m-mv) en dieper.

##### *Buitenluchtmonster*

Naar aanleiding van klachten is besloten een buitenluchtmonster te nemen langs de Oostkanaalweg.

#### Heidemij

##### *Bodemlucht*

De selectie van de locaties door Heidemij heeft plaatsgevonden op basis van aanwijzingen van inwoners van de gemeente Alphen aan den Rijn. Deze locaties zijn aangegeven op basis van:

- een hoge bodemtemperatuur;
- het vrijkomen van gassen met een afwijkende geur (B3);
- het in slechte staat zijn van de begroeiing.

Het vermoeden bestond, dat op deze locaties schadelijke gassen uit het gestorte materiaal vrijkomen.

Op de locaties zijn boringen uitgevoerd tot 1,5 m-mv maaiveld.

#### TNO-Defensie-onderzoek

##### *Bodemlucht*

Door TNO-Defensie-onderzoek zijn bodemluchtmonsters genomen boven een vermoedelijke locatie van gestorte containers.

De bodemluchtmonsters zijn op ca. 1 m-mv genomen.

De bodemluchtmonsters zijn genomen bij onderstaande locaties en dieptes:

Locatie	diepte boorgat [m]	diepte monster [m]	temperatuur [°C]
1	2	2	12
2	2	2	14 - 15
3	5	0,5	
4	5	2,5	12
5	5	1,2	13
6	5	2,5	15

### **Buitenluchtmonsters**

De buitenluchtmonsters zijn genomen tijdens ontgraafwerkzaamheden ten behoeve van de verificatie van de aanwezigheid van een tweetal containers in de Coupé-polder te Alphen aan den Rijn.

### **DCMR**

#### **Buitenlucht**

De selectie van de locaties door DCMR heeft plaatsgevonden op basis van aanwijzingen van de terreinbeheerder, de heer Strookappe van de Provincie Zuid-Holland, gebruikers van de golfbaan en bewoners.

De volgende locaties zijn aangewezen:

- de heuvel in het noordoosten van het terrein (1);
- de parkeerplaats in de nabijheid van de kinderboerderij (2);
- langs de oostelijke sloot, op de plaats waar het percolatiewater® in de sloot uitvloeit (3);
- de parkeerplaats van de golfbaan (4);
- het fietspad ten westen van het terrein (5);
- het fietspad dat over het terrein loopt, bij hole 12, 17 en 18 (6);
- de lokatie bij één van de bewoners van de Oostkanaalweg (7);
- de lokatie bij een andere bewoner van de Oostkanaalweg (8);
- centrum Alphen aan den Rijn (9);
- in het noordelijk gedeelte, onderaan de heuvel (10);
- op de Burgemeester Bruinslotsingel waar het fietspad dat over het terrein loopt deze weg kruist (11).

De buitenlucht is op bovenstaande locaties twee meter boven de grond bemonsterd.

## 2.1.2 Evaluatie

### Betrouwbaarheid en representativiteit

Bij de verschillende onderzoeken zijn op meerdere locaties metingen uitgevoerd op basis van:

- een geografisch netwerk;
- de tijdens het veldwerk geconstateerde gasontwikkeling;
- de aangetoonde verontreiniging in het grondwater;
- de geconstateerde obstructie;
- de geconstateerde geofysische anomalieën;
- een verdacht beschouwde locatie in verband met justitieel onderzoek;
- aanwijzingen van de terreinbeheerder, de heer Strookappe van de Provincie Zuid-Holland, gebruikers van de golfbaan en inwoners van de gemeente Alphen aan den Rijn. Op basis van:
  - een hoge bodemtemperatuur;
  - het vrijkomen van gassen met een afwijkende geur;
  - het in slechte staat zijn van de begroeiing;
- een vermoedelijke locatie van containers.

De vraag is of de tot nu toe verkregen informatie over de buitenluchtkwaliteit in de Coupépolder door uitgevoerde metingen op bovenstaande locaties betrouwbaar en representatief is.

### Coherentie

De monsternamen van bodemlucht door IWACO, Heidemij en TNO zijn op andere locaties uitgevoerd dan de buitenluchtconcentratiemetingen uitgevoerd door DCMR. Door IWACO en Heidemij zijn buitenluchtconcentraties berekend die het gevolg zijn van de verontreiniging in de bodem. De achtergrondconcentraties in de buitenlucht van de desbetreffende componenten is niet meegenomen in de berekening van deze buitenluchtconcentraties.

Indien op één locatie zowel bodemluchtmetingen als de concentratie boven de stort als gevolg van de emissie vanuit de stort worden gemeten, kunnen de aannames met betrekking tot de emissie vanuit de stort getoetst worden. De buitenluchtconcentratie boven de stort moet dan bemonsterd worden zonder invloeden van buitenaf, zodat alleen de bijdrage van de stort gemeten wordt, hetgeen mogelijk is met Lindvall-doosmetingen.

De bodemluchtmonsters zijn door IWACO op 20 cm diepte genomen. De bodemluchtmonsters zijn door Heidemij op ca. 1 meter genomen. Hierdoor zijn de gemeten bodemluchtconcentraties van de verschillende onderzoeken niet met elkaar te vergelijken, aangezien bij een grotere afstand tot het grondwater de concentratie van verontreinigingen in de bodemlucht lager wordt. Bovendien is tijdens de monsternamen door IWACO en TNO deels buitenlucht bemonsterd, hetgeen tot een aanzienlijke onderschatting van de bodemluchtconcentratie leidt. In bijlage 2 is een theoretische beschouwing over het transport van vluchtige stoffen via de gasfase opgenomen.

Bij de vertaling van bodemluchtconcentraties naar buitenluchtconcentraties wordt bij de gebruikte modellen geen rekening gehouden met de monsternamediepte. Door geen rekening te houden met de monsternamediepte bij de berekening van de buitenluchtconcentraties worden deze concentraties overschat bij grotere monsternamediepte. Ook hierdoor zijn de berekende buitenluchtconcentraties niet met elkaar te vergelijken.

### 2.1.3 Conclusies DHV

*De conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur BV ten aanzien van de locatie van de metingen met betrekking tot de Coupépolder te Alphen aan den Rijn zijn als volgt:*

- *aangenomen wordt dat op plaatsen waar de aanwezigheid van verontreinigingen is aangetoond of werden vermoed, metingen hebben plaatsgevonden.*
- *de metingen hebben op een gering aantal locaties plaatsgevonden. De plaatsen, waar de aanwezigheid van verontreinigingen niet waarschijnlijk werd geacht, zijn niet bemonsterd, maar kunnen echter wél een bijdrage leveren aan de luchtkwaliteit op de Coupépolder. De kans dat hierdoor de gezondheidsrisico's hoger zullen zijn dan de berekende 'worst-case'-risico's is verwaarloosbaar.*
- *over de gehele stort heeft storting van o.a. huisvuil, puin, sloopafval, maar ook van containers met verontreinigingen plaatsgevonden. De verdeling van de verontreiniging is dan ook heterogeen. Dit vormt echter geen belemmering om een 'worst-case' risico-evaluatie uit te voeren.*
- *door de verschillende locaties van monstername en door de waarschijnlijk relatief grote bijdrage van de achtergrond aan de totale buitenluchtconcentratie (met name voor benzeen) is geen verband te leggen tussen de op basis van de gemeten bodemluchtconcentraties berekende buitenluchtconcentraties en de gemeten buitenluchtconcentraties door DCMR. Wel blijkt dat de bijdrage van de stort aan de buitenluchtkwaliteit verwaarloosbaar is ten opzichte van bijdragen van andere bronnen, zoals het verkeer.*
- *waarschijnlijk is een aantal gemeten bodemluchtconcentraties onbetrouwbaar door het mengen van bodemlucht met buitenlucht. De bodemluchtconcentraties gemeten door IWACO en TNO zijn een onderschatting van de werkelijke bodemluchtconcentraties, doordat deels buitenlucht is bemonsterd. Dit leidt tot een onderschatting van de risico's voor de volksgezondheid. Door Heidemij zijn op 1 meter diepte bodemluchtmonsters genomen. Door Heidemij worden hierdoor grotere risico's berekend voor de volksgezondheid. De berekening van de risico's voor de volksgezondheid door Heidemij is naar de mening van DHV een goede 'worst-case'-benadering.*



## 2.2 Tijdstip en tijdsduur van de metingen

### 2.2.1 Inventarisatie

#### IWACO

##### *Bodemlucht*

Door IWACO zijn bodemluchtmetingen verricht op 25 en 26 oktober 1989.

De tijdsduur van de monsternamen van de bodemlucht bedroeg twee uur.

##### *Buitenluchtmonster*

Na instructie door IWACO is door de bewoners aan de Oostkanaalweg een buitenluchtmonster genomen in de ochtenduren van 10 februari 1989. De tijdsduur van de monsternamen van het buitenluchtmonster bedroeg twee uur.

#### Heidemij

##### *Bodemlucht*

Door Heidemij zijn bodemluchtmetingen verricht op 4 en 28 oktober 1990.

De tijdsduur van de monsternamen wordt niet vermeld in de rapportage van het milieukundig onderzoek bodemlucht stortplaats Coupépolder te Alphen a/d Rijn.

#### TNO-Defensie-onderzoek

##### *Bodemlucht*

Door TNO Defensie-onderzoek zijn bodemluchtmetingen verricht op 14 april en 20 mei 1992.

Voor de monsternamen is bodemlucht aangezogen gedurende 10 minuten per monster met een debiet van ca. 150 ml/min.

##### *Buitenluchtmonsters*

Er zijn buitenluchtmetingen uitgevoerd op 14 juli 1992. De monsternameduur wordt niet vermeld in de rapportage.

#### DCMR

##### *Buitenlucht*

Door DCMR zijn buitenluchtmetingen verricht op 22, 23 en 31 juli en op 7 t/m 12, 22 t/m 25 en 27 t/m 31 augustus en op 1, 12 en 13 september 1991.

De monsternametijd voor benzeen, toluen en xyleen bedroeg een kwartier per monster.

### 2.2.2 Evaluatie

#### Betrouwbaarheid en representativiteit

### **Bodemlucht**

De monsternamen van de verontreinigingen in de bodemlucht heeft plaatsgevonden in oktober 1989, oktober 1990, april 1992 en mei 1992. In deze maanden is gedurende één of meerdere dagen gemeten.

De actuele bodemluchtconcentraties zullen onder meer afhangen van de verontreinigingssituatie, de grondwaterstand, de bodemtemperatuur, het percentage organisch stof en de vochtigheid van de bodem. Indien een container met verontreinigingen bezwijkt, kan plaatselijk een bodemverontreiniging ontstaan. Het bezwijken van een container is niet voorspelbaar en hierdoor kan de datum waarop de monsternamen plaatsvindt van grote invloed zijn op de representativiteit van het meetresultaat.

De monsternameduur van de bodemluchtmetingen varieert van 10 minuten tot 2 uur per monster en is afhankelijk van de gekozen bemonsteringsmethode.

De invloed van de monsternameduur op de representativiteit van de meetresultaten is afhankelijk van het karakter van de verontreinigingen. De verontreinigingen in de bodem diffunderen<sup>o</sup> o.a. naar de bodemlucht en van de bodemlucht naar de buitenlucht. Door deze verspreiding wordt de verontreiniging vermengd en verdund.

### **Buitenlucht**

De monsternamen van de verontreinigingen in de buitenlucht heeft plaatsgevonden in juli, augustus en september 1991. In deze maanden is gedurende één of meerdere dagen gemeten.

Voor het vaststellen van de gemiddelde buitenluchtkwaliteit ten behoeve van toetsing aan jaargemiddelde normen is het noodzakelijk om gedurende langere tijd (minstens één jaar) continue metingen uit te voeren. De beschikbare gegevens zijn echter wel bruikbaar om een "worst-case" benadering uit te voeren.

Tevens kan op basis van de beschikbare gegevens worden aangegeven of er een momentane overschrijding van de luchtkwaliteitseisen plaats heeft gevonden tijdens de metingen. Het is echter zeer de vraag of de emissies vanuit de stort hiervoor verantwoordelijk zijn. In dit kader moet worden opgemerkt dat de hoogste buitenluchtconcentraties niet op of nabij de stort zijn gemeten, maar op een binnenstedelijke locatie.

### **Coherentie**

Bodemluchtmeetresultaten zijn o.a. afhankelijk van de verontreinigingssituatie, de grondwaterstand, de bodemtemperatuur, het percentage organisch stof en de vochtigheid van de bodem ter plaatse van de monsternamen.

Door op verschillende dagen in het jaar en op verschillende tijdstippen te meten kunnen de meetresultaten verschillen. In bijlage 2 wordt hier nader op ingegaan.

### 2.2.3 Conclusies DHV

*De conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur BV ten aanzien van het tijdstip en tijdsduur van de metingen met betrekking tot de Coupépolder te Alphen aan den Rijn zijn als volgt:*

- *door de diffuse verontreinigingssituatie van de stort is het tijdstip van monstername van grote invloed op de representativiteit van het meetresultaat.*
- *de monsternameduur van de gebruikte meetmethoden is voldoende om een representatief monster te verkrijgen.*
- *de belangrijkste factor die wisselingen in de bodemluchtconcentraties op een gegeven plaats en diepte bepaalt, is de temperatuur. De temperatuur wordt naar verwachting het meest beïnvloed door de biologische activiteit in de stort en niet zozeer door seizoensinvloeden. Echter, op basis van de beschikbare bodemluchtmetingen kan een goede "worst-case" benadering ten aanzien van blootstellingsniveau's worden gevolgd. Zoals gezegd liggen deze "worst-case" niveau's ver onder de geldende normen.*
- *de buitenluchtmetingen zijn zodanig uitgevoerd dat geen onderscheid kan worden gemaakt tussen verontreinigingen afkomstig uit de stort en afkomstig uit andere bron.*

## 2.3 Bemonsterings- en analysemethode

### 2.3.1 Inventarisatie

#### **IWACO**

##### ***Bodemlucht***

Voor de monstername is gedurende twee uur bodemlucht door een NIOSH-buisje met koolstofadsorbens geleid. Er zijn zes bodemluchtmonsters genomen.

De bodemluchtmonsters zijn geanalyseerd met behulp van gaschromatografie.

##### ***Buitenluchtmonster***

Gedurende twee uur is buitenlucht door een NIOSH-buisje met koolstofadsorbens geleid. Het totale debiet over deze twee uur bedroeg ca. 179 liter. Er is één buitenluchtmonster genomen. De analyse van het monster heeft plaatsgevonden met behulp van gaschromatografie met massaspectrometrie (GC-MS).

## Heidemij

### *Bodemlucht*

Ten behoeve van de bodemluchtmetingen zijn de boorgaten afgesloten en met een vacuumpomp doorgepompt (3 keer het volume van het boorgat), zodat zuivere bodemlucht bemonsterd is.

Voor de bepaling van ammoniak, zwavelwaterstof, vluchtige organische componenten (met behulp van een polytest) en koolwaterstoffen is bodemlucht aangezogen en met behulp van Drägermetingen geanalyseerd. Vervolgens zijn per boring 3 monsterflesjes (crimp top vials) met bodemlucht gevuld ten behoeve van analyse in het laboratorium.

Deze monsters zijn geanalyseerd door directe meting met een gaschromatograaf. Op 28 oktober 1990 zijn drie gaszakken met een inhoud van elk 5 liter bodemlucht gevuld. Deze bodemluchtmonsters zijn geanalyseerd door directe meting met behulp van gaschromatografie met massaspectrometrie. In totaal zijn vier boringen verricht.

Tevens zijn door Heidemij afwijkingen in de normale bodemprofielen vastgesteld. Met behulp van een oliëndetectiepan zijn in de grond geen olie-achtige stoffen aangetroffen. Er zijn temperatuurmetingen als functie van de diepte uitgevoerd. Met een Organic Vapor Device (O.V.D.) zijn de relatieve gehalten aan koolwaterstoffen in de bodemlucht vastgesteld.

## TNO-Defensie-onderzoek

### *Bodemlucht*

Voor de monsternamen is per boorgat bodemlucht aangezogen en geadsorbeerd op twee Tenax-TA en twee Carbox-569 buisjes. Er zijn bij twee boorgaten bodemluchtmonsters genomen. Gedurende 10 minuten werd bemonsterd met een debiet van ca. 150 ml/min.

Vervolgens is voor ieder boorgat één Tenax-buisje geanalyseerd door middel van thermodesorptie-gaschromatografie-massaspectrometrie (GC-MS). Het andere Tenax-buisje is geanalyseerd door middel van gaschromatografie in combinatie met specifieke detectie (NPD).

De Carboxen-569 zijn geanalyseerd door middel van thermodesorptie-gaschromatografie-massaspectrometrie (GC-MS).

Met Drägerbuisjes kon de aanwezigheid van methylbromide of andere bekende giftige laagmoleculaire verbindingen zoals blauwzuur (HCN), chloorcyaan (ClCN) en fosgeen (COCl<sub>2</sub>) niet worden aangetoond. Wel werd een zekere hoeveelheid zwaveldioxide gevonden.

### *Buitenluchtmonsters*

Met Tenax-adsorptiebuisen (AM39 en AM42) zijn twee buitenluchtmonsters genomen.

De Tenax-buisen zijn geanalyseerd door middel van thermodesorptie-gaschromatografie-massaspectrometrie (GC-MS).

Met twee monitoren voor gasvormige chemische strijdmiddelen (CAM's) werd tijdens de ontgraafwerkzaamheden gekeken of zenuwgassen en/of mosterdgassen aanwezig waren. De aanwezigheid van mosterdgassen kon in het geheel niet worden aangetoond. Tijdens het graven van een tweede gat gaf de monitor een respons, die zou kunnen wijzen op de aanwezigheid van zenuwgassen in de atmosfeer. De respons kon echter ook afkomstig zijn van een interferentie<sup>®</sup> door een of meerdere andere chemische componenten, niet zijnde zenuwgassen.

Met een MIRAN Infrarood spectrofotometer werd het concentratieverloop van fosgeen, blauwzuur, methylbromide en toluen bepaald (indien aanwezig). Tijdens de ontgraafwerkzaamheden werden geen significante concentraties geregistreerd.

Met Drägerbuismetingen kon de aanwezigheid van methylbromide of andere bekende giftige laagmoleculaire verbindingen zoals blauwzuur (HCN), chloor, chloorcyaan (ClCN) en fosgeen (COCl<sub>2</sub>) niet worden aangetoond.

Met behulp van een Geiger-Müller teller kon geen verhoging van de radio-actieve straling worden aangetoond.

## DCMR

### *Buitenlucht*

Door DCMR zijn buitenluchtmetingen verricht:

- op 5 meetdagen naar aanleiding van klachten die bij de meldkamer van de Provincie binnenkwamen;
- op 5 meetdagen waarop de weersomstandigheden hiervoor gunstig waren;
- bij de bewoners van de Oostkanaalweg, gedurende enkele dagen;
- op "verdachte" plaatsen waar door monsterring met Tenax-buisjes onbekende componenten worden opgespoord.

Op 21 meetdagen is de concentratie van benzeen, toluen en xyleen in de buitenlucht op en nabij de vuilstort gemeten. 115 metingen zijn gedurende kantooruren uitgevoerd en 56 metingen zijn tijdens de nachturen uitgevoerd. Bij twee bewoners langs de Oost-kanaalweg is gedurende 13 dagen gemeten. Hier zijn 765 metingen verricht. In totaal zijn er door DCMR 936 metingen verricht.

De buitenlucht werd aangezogen via een roestvrijstalen leiding.

Met een gasmonsterkraan in een zogeheten "back-flush"-opstelling werden de monsters direct (zonder voorbehandeling) op een gaschromatograaf geïnjecteerd. De monsternametijd bedroeg een kwartier per monster (door het samenvoegen van meerdere momentane monsters). Met deze bemonsteringsmethode werden de concentraties aan benzeen, toluen en xyleen bepaald.

Het gehalte aan methaan is onderzocht met behulp van infrarood spectrofotometrie.

De op tenax genomen monsters zijn op het laboratorium gaschromatografisch geanalyseerd.

### 2.3.2 Evaluatie

#### Betrouwbaarheid en representativiteit

De bemonsteringsmethode heeft invloed op de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meetresultaten. De effecten van het aanzuigen van buitenlucht zijn reeds in § 2.1 besproken. Er zijn verschillende bemonsteringsmethodes toegepast:

- monsternamen met NIOSH-buisjes met koolstofadsorbens/analyse m.b.v. gaschromatografie met massaspectrometrie;
- monsternamen op Tenax-TA buisjes en Carbox-569 buisjes/analyse m.b.v. gaschromatografie en gaschromatografie met massaspectrometrie;
- monsternamen in 3 monsterflesjes (crimp top vials)/analyse m.b.v. gaschromatografie;
- monsternamen in gaszakken met een inhoud van elk 5 liter en analyse m.b.v. gaschromatografie en gaschromatografie met massaspectrometrie;
- monsternamen en analyse met Drägerbuisjes;
- monsternamen door aanzuigen van buitenlucht via een roestvrijstalen leiding naar een gasmonsterkraan in een zogeheten "back-flush"-opstelling/analyse m.b.v. gaschromatografie;
- monitoring van gasvormige chemische strijdmiddelen met zogenaamde CAM's.

Met adsorptie op NIOSH, Tenax- cq. Carbox-569 buisjes wordt de verontreiniging geconcentreerd op een vast adsorbens, alvorens gaschromatografische analyse plaatsvindt. Door deze voorconcentrerend ligt de detectiegrens<sup>®</sup> lager dan bij directe gaschromatografische analyse.

Voor het bepalen van vluchtige aromatische koolwaterstoffen in de gasfase geven adsorptie gevolgd door gaschromatografie (massaspectrometrie) technieken in het algemeen betrouwbare meetresultaten. Om te controleren of doorslag van het adsorbens optreedt (bijvoorbeeld door verdringing door andere componenten) verdient het aanbeveling om twee buizen in serie te plaatsen, of buizen met een tweede compartiment te gebruiken.

Met Drägermetingen worden de concentraties op indicatieve wijze bepaald.

#### Coherentie

De gebruikte bemonsterings- en analysemethoden variëren per onderzoek, wat de vergelijkbaarheid van de meetresultaten in principe negatief beïnvloedt. In het algemeen zullen de resultaten van de metingen uitgevoerd met de verschillende adsorptietechnieken gevolgd door gaschromatografie technieken elkaar echter niet veel ontlopen.

### 2.3.3 Conclusies DHV

*De conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur BV ten aanzien van de bemonsterings- en analysemethoden met betrekking tot de Coupé polder te Alphen aan den Rijn zijn als volgt:*

- *de door Heidemij gehanteerde wijze van bemonsteren is het meest representatief. Door IWACO en TNO is waarschijnlijk behalve bodemlucht ook buitenlucht bemonsterd. De detectiegrens bij het bepalen van bodemluchtconcentraties is bij Heidemij aanzienlijk hoger (circa 200 µg/m<sup>3</sup>) dan bij IWACO (circa 2 µg/m<sup>3</sup>). Desaltniettemin leidt dit niet tot beperkingen ten aanzien van de bepaling van de "worst case" risico's voor de volksgezondheid.*
- *het bepalen van de concentraties van vluchtige aromatische koolwaterstoffen door adsorptie gevolgd door gaschromatografie (massaspectrometrie) is een betrouwbare techniek.*
- *het resultaat van Drügermetingen is alleen een indicatie van de voorkomende concentraties. De betrouwbaarheid van deze metingen is kleiner dan de resultaten van de metingen door adsorptie gevolgd door gaschromatografie (massaspectrometrie).*

## 2.4 Aard, concentraties en herkomst componenten

### 2.4.1 Inventarisatie

#### IWACO

##### *Bodemlucht*

##### *Sulfide, Ammoniak*

De concentratie aan sulfide en ammoniak in de bodemlucht lag beneden de detectiegrens van 5 mg/m<sup>3</sup>.

##### *Vluchtige aromatische koolwaterstoffen*

In drie van de zes geanalyseerde bodemluchtmonsters zijn concentraties vluchtige aromatische koolwaterstoffen boven de detectiegrens aangetoond. Het betreft de monsters COB5, COB12 en COS25. De hoogste concentratie is aangetroffen in het monster COB12.

In tabel 2.1 zijn de resultaten weergegeven voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen:

**Tabel 2.1**  
**Meetresultaten bodemluchtmonsters IWACO, 1989**

Component	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]					
	COB5	COB6	COB10	COB12	COS25	COS36
benzeen	2,3	< 2	5	51	3,9	< 2
tolueen	< 2	< 2	< 2	210	18	< 2
ethylbenzeen	< 2	< 2	< 2	43	4,3	< 2
xylenen	< 2	< 2	< 2	170	16	< 2

*Vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen*

Op de betreffende locaties lag de concentratie van de onderzochte vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen beneden de detectiegrens.

In tabel 2.2 zijn de resultaten weergegeven voor de gemeten vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen:

**Tabel 2.2**  
**Meetresultaten bodemluchtmonsters IWACO, 1989**

Component	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]					
	COB5	COB6	COB10	COB12	COS25	COS36
trichloornethaan	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
tetrachloornethaan	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
1,2-dichloorethaan	< 180*	< 120*	< 180*	< 160*	< 150*	< 85*
1,1,2-trichloorethaan	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
1,1,1-trichloorethaan	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
trichlooretheen	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
tetrachlooretheen	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2

\* de detectiegrens is afhankelijk van het debiet. Het debiet is afhankelijk van de weerstand in de bodem en de weerstand in het detectiebuisje en is daardoor per monster verschillend.



**Buitenluchtmonster**

Op de betreffende locatie lagen de concentraties van de onderzochte componenten beneden de betreffende detectiegrenzen.

In tabel 2.3 zijn de resultaten van de meting weergegeven.

**Tabel 2.3**  
**Meetresultaten buitenluchtmonster IWACO, 1989**

Component	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]
benzeen	< 10
tolueen	< 10
ethylbenzeen	< 10
xylenen	< 10
propylbenzeen	< 10
styreen	< 10
mesityleen	< 10
α-methylstyreen	< 10
tetrachloormethaan	< 10
1,1,1-trichloorethaan	< 50
1,1,2-trichloorethaan	< 50
1,1,3-trichloorethaan	< 50
trichlooretheen	< 10
tetrachlooretheen	< 10
monochloorbenzeen	< 10
1,3-dichloorbenzeen	< 10
1,4-dichloorbenzeen	< 10
1,2-dichloorbenzeen	< 10
1,3,5-trichloorbenzeen	< 10
1,2,4-trichloorbenzeen	< 10
1,2,3-trichloorbenzeen	< 10
butylbenzeen	< 10
decaan	< 20
undecaan	< 20
nonaan	< 20
limoneen	< 20
dichloor-fluormethaan	-
ethyl-acetaat	-
ethyl-butanoaat	< 50
methyl-pentanoaat	< 50
ethyl-pentanoaat	< 50
methanol	-
ethanol	-
propaan-1-ol	-
propaan-2-ol	-
butaan-2-ol	< 50

- niet te bepalen (valt onder de oplosmiddelpiek)

## Heidemij

### Bodemlucht

Ammoniak, Zwavelwaterstof, Vluchtige organische verbindingen, Koolwaterstoffen  
De resultaten van de Drägermetingen zijn in tabel 2.4 weergegeven.

**Tabel 2.4**  
**Meetresultaten Drägermetingen Heidemij, 1990**

Component	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]			
	locatie B1	locatie B2	locatie B3	locatie 4
ammoniak	< 5 ppm	< 5 ppm	< 5 ppm	< 5 ppm
zwavelwaterstof	< 0,5 ppm	< 0,5 ppm	4 ppm	3 - 4 ppm
Polytest	++	++	++	-
Koolwaterstoffen	++	+	++	-

- : niet gemeten  
+ : aanwezig  
++ : sterk aanwezig  
polytest : diverse vluchtige organische componenten

### Vluchtige aromatische koolwaterstoffen

In tabel 2.5 zijn de resultaten weergegeven voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen:

**Tabel 2.5**  
**Meetresultaten vluchtige aromatische koolwaterstoffen in de bodemlucht Heidemij, 1990**

Component	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]			
	locatie B1	locatie B2	locatie B3	locatie 4
benzeen	500	< 200	1500	1500
tolueen	< 200	< 200	3500	1000
ethylbenzeen	200	< 200	7500	2500
xylenen	300	< 200	15000	8500

*Vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen*

In tabel 2.6 zijn de resultaten weergegeven voor vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen. Uitsluitend trichlooretheen is in een verhoogde concentratie aangetroffen (locatie B1).

**Tabel 2.6**  
**Meetresultaten vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen in de bodemlucht**  
**Heidemij, 1990**

Component	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]			
	locatie B1	locatie B2	locatie B3	locatie 4
dichloormethaan	< 200	< 200	< 200	-
trans-1,2-dichlooretheen	< 200	< 200	< 200	-
cis-1,2-dichlooretheen	< 200	< 200	< 200	-
trichloormethaan	< 200	< 200	< 200	-
1,1,1-trichloormethaan	< 200	< 200	< 200	-
tetrachloormethaan	< 200	< 200	< 200	-
trichlooretheen	800	< 200	< 200	-
tetrachlooretheen	< 100	< 200	< 200	-

- niet gemeten

*Overige componenten*

In tabel 2.7 zijn de resultaten weergegeven voor de overige bepaalde componenten.

**Tabel 2.7**  
**Meetresultaten overige componenten in de bodemlucht**  
**Heidemij, 1990**

Component	Concentratie [vol%, tenzij anders vermeld]			
	locatie B1	locatie B2	locatie B3	locatie 4
methaan:				
- [mg/m <sup>3</sup> ]	93.000	37.000	210.000	280.000
- [vol%]	-	-	-	45
ethaan + propaan + butaan	-	-	-	< 0,2
zuurstof	-	-	-	0,45
stikstof	-	-	-	25
waterstof	-	-	-	< 0,01
kooldioxide	-	-	-	-

- niet gemeten

Opgemerkt moet worden dat methaan zeer vluchtig is. Methaan is lichter dan lucht, zodat een zeer snelle verspreiding vanuit de stort tot relatief grote hoogten in de buitenlucht optreedt. Hierdoor veroorzaken de in tabel 2.7. genoemde methaan concentraties geen risico's voor de volksgezondheid.

## TNO-Defensie-onderzoek

### *Bodemlucht*

De gedetecteerde verbindingen zijn voornamelijk algemeen voorkomende luchtverontreinigende stoffen (alkanen, aromaten, gechloreerde verbindingen e.d.).

De op 14 april 1992 gemeten concentraties van genoemde componenten komen overeen met een concentratieniveau van 1 - 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Op 20 mei 1992 waren bij de chromatogrammen vele pieken off-scale<sup>®</sup>, waardoor het moeilijk was een nauwkeurige schatting van de concentraties te maken. De op 20 mei 1992 gemeten concentraties van genoemde componenten komen overeen met tientallen  $\text{mg}/\text{m}^3$  en liggen een factor 1000 hoger dan de gevonden waarden op 14 april 1992.

Er werden met GC-MS en GC-NPD geen aanwijzingen gevonden van het voorkomen van fosforverbindingen.

Evenmin werden er aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van methylbromide of andere bekende giftige laagmoleculaire verbindingen zoals blauwzuur (HCN), chloorcyaan (CICN) en fosgeen ( $\text{COCl}_2$ ). Wel werd een zekere hoeveelheid zwaveldioxide gevonden en enkele halogeenverbindingen (freonen, gechloreerde oplosmiddelen e.d.).

### *Buitenluchtmonsters*

De buitenluchtmonsters bevatten ca. 0,1  $\text{mg}/\text{m}^3$  cyclohexylisocyanaat en ca. 0,6  $\text{mg}/\text{m}^3$  aan totaal aromaten.

De aanwezigheid van zenuwgassen en/of mosterdgassen is niet met zekerheid vastgesteld.

Met een MIRAN Infrarood spectrofotometer werd het concentratieverloop van fosgeen, blauwzuur, methylbromide en toluen bepaald (indien aanwezig). Tijdens de ontgraafwerkzaamheden werden geen significante concentraties geregistreerd.

Methylbromide of andere bekende giftige laagmoleculaire verbindingen zoals blauwzuur (HCN), chloorcyaan (CICN), chloor en fosgeen ( $\text{COCl}_2$ ) konden niet worden aangetoond.

**DCMR**

**Buitenlucht**

*Vluchtige aromatische koolwaterstoffen*

In tabel 2.8 zijn de resultaten weergegeven voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen. Opvallend is dat op locatie 9 (Alphen a/d Rijn, een binnenstedelijke lokatie) de gemiddelde concentraties een aantal factoren hoger liggen dan op de locaties op of nabij de stortplaats.

**Tabel 2.8**

**Meetresultaten vluchtige aromatische koolwaterstoffen in de buitenlucht DCMR, 1991**

Locatie	concentraties [µg/m <sup>3</sup> ]					
	benzeen		tolueen		xyleen	
	rekenk. *)	meetk. *)	rekenk.	meetk.	rekenk.	meetk.
1	2,7	2,2	4,9	3,4	5,0	5,0
2	11,6	5,8	21,6	9,6	12,4	8,0
3	10,9	5,3	23,0	9,6	7,9	5,5
4	14,8	7,8	41,9	17,7	30,9	12,9
5	6,7	3,8	12,4	6,1	5,0	5,0
6	9,0	6,0	19,3	12,3	13,9	6,7
7	8,0	5,6	20,0	11,5	16,9	9,9
8	8,0	6,6	17,9	14,4	16,1	11,7
9	61,6	15,0	141,2	28,5	59,0	11,1
10	6,5	6,2	15,7	15,3	5,0	5,0
11	10,8	8,9	30,7	24,6	28,3	24,3
Detectie-grens	4		5		10	

\*) rekenk.:

bij het rekenkundig gemiddelde zijn alle gemeten concentraties opgeteld en daarna door het aantal waarnemingen gedeeld.

\*) meetk.:

bij het meetkundig gemiddelde zijn van alle waarnemingen de logaritme bepaald, de som van de logaritmen wordt vervolgens gedeeld door het aantal waarnemingen. het meetkundig gemiddelde wordt verkregen door de antilog te nemen van deze waarde.

Bij metingen onder de detectiegrens is als waarneming de halve detectiegrens genomen.

## 2.4.2 Evaluatie

### Betrouwbaarheid en representativiteit

In de voorgaande onderzoeken zijn alle relevante componenten bemonsterd.

Doordat de metingen op verschillende locaties zijn uitgevoerd, op verschillende tijdstippen, met verschillende meetmethoden en de diffuse verontreinigingssituatie van de stort zijn de resultaten van de metingen van de verschillende onderzoeken niet goed onderling te vergelijken.

### Coherentie

De verschillen in de meetresultaten van de verschillende voorgaande onderzoeken zijn groot. In tabel 2.9 zijn de meetresultaten weergegeven van de bodemluchtmetingen door IWACO en Heidemij.

**Tabel 2.9**  
Vergelijking gemeten maximale concentraties vluchtige aromatische koolwaterstoffen in de bodemlucht

Onderzoek, locatie	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]			
	Benzeen	Tolueen	Ethylbenzeen	Xylenen
IWACO, COB12	51	210	43	170
Heidemij, B3	1.500	3.500	7.500	15.000

De buitenluchtmeetwaarden liggen vele malen hoger dan de op basis van de bodemluchtmetingen in de stort berekende bijdrage aan buitenluchtconcentraties. In het volgende hoofdstuk wordt hier nader op in gegaan. Dit betekent dat, indien emissie vanuit de stort zou optreden, de bijdrage hiervan aan de kwaliteit van de buitenlucht niet meetbaar is ten gevolge van de reeds aanwezige verhoogde concentraties.

Het DCMR onderzoek heeft zich gericht op de actuele buitenlucht kwaliteit en is derhalve niet geschikt om de mate van emissie vanuit de stort vast te stellen.

### 2.4.3 Conclusies DHV

*De conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur BV ten aanzien van de aard, concentraties en herkomst van de componenten met betrekking tot de Coupépolder te Alphen aan den Rijn zijn als volgt:*

- *alle bekende componenten die een invloed hebben op de luchtkwaliteit zijn in de onderzoeken meegenomen. TNO met name heeft een zeer brede screening op mogelijk voorkomende verontreinigingen uitgevoerd. Door DHV is hieruit geconcludeerd dat eventuele risico's voor de volksgezondheid vooral samenhangen met aromaten.*
- *de bodemluchtmeetresultaten van de Heidemij en IWACO zijn onderling slecht te vergelijken ten gevolge van menging van bodemlucht met buitenlucht bij de IWACO metingen. De DCMR metingen waren gericht op de actuele buitenluchtkwaliteit en zijn niet geschikt om de mate van emissie vanuit de stort vast te stellen. Deze aspecten beperken echter de mogelijkheden voor een 'worst-case'-benadering niet.*

## 2.5 Gebruikte modellen

### 2.5.1 Inventarisatie

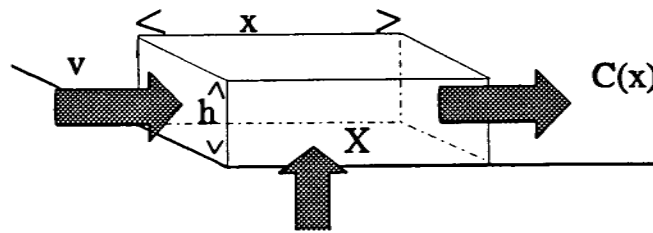
#### IWACO

Voor de berekening van de buitenluchtconcentratie op basis van gemeten bodemluchtconcentraties is gebruik gemaakt van de in bijlage 4 van de risico-evaluatie Coupépolder (IWACO-rapport 1804, april 1989) gebruikte methode voor het berekenen van de verspreiding van vluchtige verbindingen uit het stortgas in de atmosfeer.

Het gebruikte model is op de volgende aannames gebaseerd:

De gemiddelde concentratie aan de vluchtige verbindingen in een luchtlaag boven de stort kan worden geschematiseerd als een gemiddelde concentratie in een box ( $C(x)$ ). De afmetingen van de bodem van de box ( $x$ ) worden bepaald door het voedende oppervlak van de stort, dat wil zeggen een bepaald oppervlakte van de stort met een bijbehorende gemiddelde uitstoot (flux) van vluchtige verontreinigingen ( $X$ ). De hoogte van de box ( $h$ ) wordt bepaald door de dikte van de luchtlaag boven de stort, waarvan wordt aangenomen, dat volledige menging optreedt. De lucht in de box wordt geventileerd door de wind ( $v$ ). Aangenomen wordt, dat verwijdering van stoffen uit de box geheel door de wind plaatsvindt, dus dat verwijdering door bijvoorbeeld depositie verwaarloosbaar klein is in vergelijking met de afvoer door de wind.

Het model is geschematiseerd weergegeven in de onderstaande figuur.



De gemiddelde luchtconcentratie in de box kan worden berekend met de volgende formule:

$$C(x) = \frac{X \cdot x}{v \cdot h}$$

Waarbij:

- $C(x)$  : gemiddelde luchtconcentratie in de box met een lengte  $x$  meter in de windrichting ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- $X$  : gemiddelde flux aan vluchtige stoffen, die in de box uitdampen vanuit de stort ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$ )
- $x$  : lengte van de box, gerekend in de windrichting (m)
- $v$  : windsnelheid (m/s)
- $h$  : de hoogte van de laag, waarin volledige menging wordt verondersteld, dus de hoogte van de box (m)

De gemiddelde luchtconcentratie boven de stort is met behulp van het model berekend, uitgaande van de hoogst gemeten bodemluchtconcentraties.

De flux is het produkt van de gemeten verontreinigingsconcentratie in de bodemlucht en de aangenomen uitdamping van het stortgas. De uitdamping van het stortgas voor een actieve stort bedraagt volgens IWACO [ref. 12] ca.  $10 \text{ m}^3$  per  $\text{m}^3$  gestort materiaal per jaar. Volgens een globale berekeningswijze van de totale productie aan methaan per  $\text{m}^3$  afval, uitgaande van een periode van 20 tot 25 jaar waarover het stortgas vrijkomt, bedraagt de gemiddelde jaarproductie ca.  $0,3 \text{ m}^3$ . Voor de berekening is, gezien de 'worst-case' benadering, de door IWACO vermelde gemiddelde productie gehanteerd van  $10 \text{ m}^3$  per  $\text{m}^3$  gestort materiaal per jaar. Uitgaande van een dikte van de stort van 10 m bedraagt de gemiddelde flux van het uitdampend stortgas  $100 \text{ m}^3$  per  $\text{m}^3$  gestort materiaal per jaar, oftewel  $3,17 \times 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ .

De windsnelheid is gesteld op 0,1 m/s. Deze snelheid komt overeen met windstil weer.

De hoogte van de box is gesteld op 2 meter. Van de vluchtige aromaten wordt, gezien hun dichtheid ten opzichte van de buitenlucht, verwacht dat zij niet zullen opstijgen. Opgemerkt is dat deze aanname niet gebruikt is in samenhang met bijvoorbeeld methaan, aangezien dat gas lichter is dan buitenlucht.

De boxlengte is gesteld op 200 meter, zijnde de lengte van de stort, waarover een zuid-westen wind verontreinigingen opneemt en in de richting van de huizen aan de Oostkanaalweg drijft.



*Vluchtige aromatische koolwaterstoffen*

Om de concentratie in de buitenlucht te berekenen op basis van bovenstaand model is uitgegaan van de hoogst gemeten bodemluchtconcentraties, dus van locatie COB12. Verondersteld is, dat de aan de box toegevoegde buitenlucht "schoon" is. Deze veronderstelling impliceert dat de buitenlucht aan loefzijde van de stort geheel schoon is. Opgemerkt moet worden dat de concentratie van de onderzochte componenten in de toevoerlucht niet verwaarloosbaar is. In tabel 2.10 zijn voor de monsters van COB12 de berekende buitenluchtconcentraties op 200 meter afstand van de stort weergegeven voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen:

**Tabel 2.10**  
**Vergelijking berekende concentraties in de buitenlucht op basis van de concentratie in de bodemlucht op locatie COB12, IWACO, 1989**

Component	Locatie COB12			
	bodemlucht [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	emissie [ $\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ]	toename in buitenlucht [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	norm [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
benzeen	51	$1,62 \cdot 10^{-10}$	0,16	12 *1
tolueen	210	$6,66 \cdot 10^{-10}$	0,67	3000 *2
ethylbenzeen	43	$1,36 \cdot 10^{-10}$	0,14	435 *3
xylenen	170	$5,39 \cdot 10^{-10}$	0,54	435 *3

- \*1 Grenswaarden uit basisdocument Benzeen, RIVM, 1987
- \*2 Grenswaarden uit Integrated Criteria Document Toluene, RIVM, 1988
- \*3 éénderduizendste deel van de MAC-waarde<sup>o</sup>

**Heidemij**

*Uitdamping bodemlucht naar buitenlucht boven stort*

Voor de berekening van de buitenluchtconcentratie op basis van gemeten bodemluchtconcentraties is gebruik gemaakt van de in bijlage 4 van de risico-evaluatie Coupé-polder (IWACO-rapport 1804, april 1989) gebruikte methode voor het berekenen van de verspreiding van vluchtige verbindingen uit het stortgas in de atmosfeer.

Heidemij hanteert een stortflux van  $10 \text{ m}^3$  per  $\text{m}^3$  stortmateriaal per jaar, een windsnelheid van 0,1 m/s, een hoogte van de box van 2 meter, een boxlengte van 25 meter zijnde de lengte van het gebied, waarvoor als 'worst-case' de bodemluchtconcentraties zoals gemeten in B3 zijn gehanteerd.

*Verspreiding buitenlucht boven de stort naar buitenlucht rondom de stort*

De concentratie aan vluchtige verontreinigingen in de buitenlucht boven de stort wordt gevoed door de uitstoot uit de stort. Op weg naar een verder gelegen object, door een relatief schone omgeving, zal deze concentratie door verdunning afnemen bij toenemende afstand van de bron.

Deze situatie is voor een bron, de box met een oppervlakte van 25x25 meter bij monsterlocatie B3 en bedreigde objecten, de bewoners van de direct benedenwinds gelegen huizen aan de Oostkanaalweg, door Heidemij nagebootst met behulp van een eenvoudig dispersiemodel<sup>o</sup>.

Het toegepaste dispersiemodel is ontwikkeld door TNO en gepubliceerd onder de naam "Effects®".

In het dispersiemodel zijn de volgende gegevens ingevoerd:

- bronsterkte : de berekende uitstoot van vluchtige verontreinigingen uit de stort over het bodemoppervlak van de box;
- hoogte van de bron : 10 meter, de hoogte van de stortplaats op locatie B3;
- windsnelheid : 0,1 m/s, windstil weer;
- middelingstijd : defaultwaarde is 10 minuten (constante bronsterkte);
- windrichting : rechtstreeks van bron naar object;
- windrichting haaks op lijn-object : geen;
- hoogte van de ontvangst : 1,5 meter (hoogte neus/mond van een mens);
- afstand tussen bron en object : 200 meter (kleinste afstand B3 tot huizen Oostkanaalweg vermindert met boxlengte 25 m).

*Vluchtige aromatische koolwaterstoffen*

Om de concentratie in de buitenlucht te berekenen op basis van bovenstaand model is uitgegaan van de hoogst gemeten bodemluchtconcentraties, dus van locatie B3. Verondersteld is, dat de aan de box toegevoegde buitenlucht "schoon" is. Deze veronderstelling impliceert dat de buitenlucht aan loefzijde van de stort geheel schoon is. Opgemerkt moet worden dat de concentratie van de onderzochte componenten in de toevoerlucht niet verwaarloosbaar is.

In tabel 2.11 zijn voor de monsters van B3 de berekende buitenluchtconcentraties ("box"-model gevolgd door TNO-model 'Effects') op 200 meter afstand van de stort weergegeven voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen:

**Tabel 2.11**  
**Vergelijking berekende concentraties in de buitenlucht op basis van de concentratie in de bodemlucht op locatie B3, Heidemij, 1990**

Component	Locatie B3				
	bodemlucht [µg/m³]	emissie [g/m²/s]	Buitenlucht boven stort [µg/m³]	buitenlucht op 200 meter [µg/m³]	norm [µg/m³]
benzeen	1500	48.10 <sup>-10</sup>	0,6	0,1	12 *1
tolueen	3500	112.10 <sup>-10</sup>	1,4	0,3	3000 *1
ethylbenzeen	7500	240.10 <sup>-10</sup>	3,0	0,5	435 *2
xylenen	15000	472.10 <sup>-10</sup>	5,9	1,1	435 *2

\*1 Grenswaarden volgens de Gezondheidsraad  
 \*2 éénuizendste deel van de MAC-waarde

### TNO-Defensie-onderzoek

Bij het onderzoek van TNO-Defensie-onderzoek zijn geen modellen gebruikt om met de gemeten bodemluchtconcentraties de buitenluchtconcentraties te berekenen.

### DCMR

DCMR heeft op locaties op en rondom de stort gemeten. Daar DCMR buitenluchtmetingen heeft uitgevoerd, zijn er geen verspreidingsmodellen nodig en zijn deze dan ook niet gebruikt.

## 2.5.2 Evaluatie

### Betrouwbaarheid en representativiteit

Door IWACO is voor uitdamping van de bodemlucht naar de buitenlucht boven de stort en voor verspreiding van de buitenlucht boven de stort naar de buitenlucht rondom de stort een "box"-model gebruikt. IWACO is ervan uitgegaan dat over de gehele stort emissie van verontreinigingen plaatsvindt. Voor de boxlengte is daarom door IWACO uitgegaan van 200 meter.

Door Heidemij zijn op meerdere locaties bodemluchtmetingen uitgevoerd, waarbij de gevonden concentraties op een deel van de locaties onder de detectiegrens liggen. Naar aanleiding van deze meetresultaten is door Heidemij verondersteld dat uitdamping van de bodemlucht slechts op bepaalde plaatsen plaatsvindt. Voor uitdamping van de bodemlucht naar de buitenlucht boven de stort is het "box"-model toegepast voor een gebied van 25 meter. Voor de verspreiding van de buitenlucht boven de stort naar de buitenlucht rondom de stort is van het TNO-model 'Effects' gebruik gemaakt.

Bij de voorgaande onderzoeken is bij gebruik van éénzelfde bodemluchtconcentratie uitgaande van hetzelfde model, een verschillende modelbenadering gevolgd, die afwijkende buitenluchtconcentraties oplevert.

Zowel door IWACO als door Heidemij is uitgegaan van een stortgasflux van  $10 \text{ m}^3$  per  $\text{m}^3$  gestort materiaal per jaar. Deze flux geldt voor een actieve stort. In de Coupépolder is sprake van een niet-actieve stort.

De aanname dat de windsnelheid in de "box" ca.  $0,1 \text{ m/s}$  bedraagt (IWACO en Heidemij) is een conservatieve schatting. Dit zelfde geldt voor de aangenomen "box"-hoogte van 2 meter (IWACO en Heidemij). Beide aannames leveren een overschatting van de risico's.

### Coherentie

Door zowel IWACO als Heidemij is gebruik gemaakt van een "box"-model om de buitenluchtconcentraties te kunnen berekenen op basis van gemeten bodemluchtconcentraties. De modelbenadering varieert per onderzoek. Door Heidemij is aanvullend

het TNO-model "Effects" toegepast om de verspreiding van de buitenlucht boven de stort te simuleren naar de buitenlucht op 200 meter afstand van de stort. In tabel 2.12 zijn de uitgangspunten voor de modelberekeningen samengevat.

**Tabel 2.12**  
**Vergelijking uitgangspunten modellen**

Onderzoek	Model	Uitgangspunten			
		Flux [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .jaar]	Lengte "box" [m]	windsnelheid [m/s]	Hoogte "box" [m]
IWACO	"Box"	10	200	0,1	2
Heidemij	"Box"	10	25	0,1	2
	"Effects"		175	0,1	1,5

### 2.5.3 Conclusies DHV

*De conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur BV ten aanzien van de gebruikte modellen met betrekking tot de Coupépolder te Alphen aan den Rijn zijn als volgt:*

- *de aangenomen stortflux door zowel IWACO als Heidemij is een conservatieve schatting. Dit leidt tot een overschatting van de berekende buitenluchtconcentraties.*
- *de maximale afstand, waarover de wind emissie van de stort mee kan voeren naar de omwonenden bedraagt 800 meter. Door zowel IWACO als Heidemij is een afstand gehanteerd van 200 meter. De risico's worden hierdoor verkeerd berekend.*
- *de aanname van Heidemij dat er geen emissie plaatsvindt buiten het gebied van 25 meter is reëel, omdat buiten dit gebied de gemeten concentraties onder de detectiegrens liggen. Temeer daar de maximaal gemeten concentratie in de "box" vele malen hoger ligt dan de gevonden concentraties buiten de "box", die onder de detectiegrens liggen.*
- *de aangenomen windsnelheid van 0,1 m/s door zowel IWACO als Heidemij is een conservatieve waarde. Dit uitgangspunt leidt tot overschatting van de risico's.*
- *de aangenomen "box"-hoogte van 2 m door zowel IWACO als Heidemij is een conservatieve waarde. Dit uitgangspunt leidt tot overschatting van de risico's.*
- *over de fysische achtergronden en aannames van het "effects"-model wordt in de rapportage van Heidemij geen informatie gegeven. Omdat bovengenoemde informatie ontbreekt kan op dit moment geen oordeel over de uitgevoerde berekeningen worden gegeven. Het ontbreken van informatie over de fysische achtergronden en aannames van het "effects"-model is niet relevant ten aanzien van de 'worst-case'-benadering.*
- *de op basis van deze uitgangspunten berekende concentraties door zowel IWACO als Heidemij zullen bij een gegeven bodemluchtconcentratie hoger zijn dan de werkelijke lange termijn gemiddelde concentraties. De berekende maximale buitenluchtconcentraties worden getoetst aan jaargemiddelde waarden. Hoewel het reëler is om van jaargemiddelde parameters voor het model uit te gaan, leidt deze werkwijze tot een acceptabele "worst-case" benadering.*
- *de gehanteerde uitgangspunten voor het "box"-model door zowel IWACO als Heidemij zijn een goede basis voor het berekenen van de bijdrage van voorkomende bodemluchtconcentraties in de stort aan buitenluchtconcentraties op en aan lijkzijde van de stort. Hoewel de berekende resultaten onderling verschillen, legt dit geen beperkingen op aan goede "worst-case" risico-inschatting.*

- met de gehanteerde uitgangspunten door zowel IWACO als Heidemij voor het "box"-model worden de risico's sterk overschat. De berekende buitenluchtconcentraties liggen ver beneden de norm. Dus werkelijke risico's voor de volksgezondheid ten gevolge van de emissie vanuit de stort mogen verwaarloosbaar worden geacht.

## 2.6 Vertaling naar risico's

### 2.6.1 Inventarisatie

#### IWACO

Door IWACO worden met betrekking tot vertaling naar de risico's voor de volksgezondheid de volgende aannames gedaan en conclusies getrokken:

- Voor een inschatting van het risico voor de volksgezondheid is uitgegaan van de hoogst gemeten concentraties in de bodemlucht (locatie COB12). Aangenomen is dat indien deze concentraties niet tot normoverschrijding leiden dat dit bij de andere gemeten concentraties ook niet het geval is.
- Blootstelling aan de verontreinigingen in de bodemlucht kan plaatsvinden door middel van direct contact tijdens graaf- en boorwerkzaamheden en via inademing van de lucht boven de stortplaats. Aangenomen is dat er bij graaf- en boorwerkzaamheden geen sprake is van een continue blootstelling. Bij de beoordeling van de concentratie is daarom uitgegaan van de MAC-waarde, die betrekking heeft op blootstellingsniveau's op werkpleksituaties gedurende acht uur per dag.
- De maximaal gemeten bodemluchtconcentraties liggen vele malen lager dan de MAC-waarden. De risico's voor de gezondheid tijdens incidentele graaf- en boorwerkzaamheden zijn op basis van deze constatering te verwaarlozen.
- Voor mensen die in de omgeving van de stort wonen is blootstelling via de buitenluchtconcentraties van belang. Voor benzeen en toluen is uitgegaan van de grenswaarden vastgesteld door de Gezondheidsraad. Voor ethylbenzeen en xylenen is uitgegaan van één duizendste deel van de MAC-waarde.
- De berekende buitenluchtconcentraties van benzeen ( $0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), toluen ( $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ethylbenzeen ( $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en xylenen ( $0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), liggen ver beneden de gestelde buitenluchtqualiteitseisen en MIC-waarden<sup>®</sup>. De risico's voor de gezondheid voor de bewoners die in de omgeving van de stort wonen zijn op basis van deze constatering te verwaarlozen.
- De bijdrage van de concentratie van benzeen ( $0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en toluen ( $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in de bodemlucht op de buitenlucht rond de stort is als verwaarloosbaar te beschouwen in vergelijking met de achtergrondconcentraties van deze componenten (benzeen  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , toluen  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## Heidemij

Door Heidemij worden met betrekking tot vertaling naar de risico's voor de volksgezondheid de volgende aannames gedaan en conclusies getrokken:

- Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat de bodemlucht verontreinigd is met methaan, waterstofsulfide en vluchtige (aromatische en gechloroerde) koolwaterstoffen.
- Er zijn verhoogde concentraties van methaan en waterstofsulfide aangetroffen. Methaan is verder buiten beschouwing gelaten, omdat methaan lichter is dan de buitenlucht. Het zal zich na uitdampen uit de stort zeer snel over een grote hoogte verspreiden en nauwelijks de buitenluchtkwaliteit direct boven de stort beïnvloeden.
- Waterstofsulfide is verder buiten beschouwing gelaten omdat van deze stof alleen semi-kwantitatieve meetresultaten aanwezig zijn.
- Voor een inschatting van het risico voor de volksgezondheid is uitgegaan van de hoogst gemeten concentraties in de bodemlucht (locatie B3). Bij de aannames voor de modelberekeningen is uitgegaan van extreme omstandigheden om de buitenluchtconcentraties in de 'worst-case' situatie te benaderen.
- Direct contact met de bodemlucht is bij het huidige oppervlakkige gebruik van de stort als golfterrein volgens Heidemij zo goed als uitgesloten. In slecht geventileerde spleten, konijnholen en dergelijke kan echter een luchtkwaliteit ontstaan die vergelijkbaar is met de luchtkwaliteit van de bodemlucht.
- De gemeten bodemluchtconcentraties zijn aanzienlijk lager dan de MAC-waarden.  
De berekende buitenluchtconcentraties van benzeen ( $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), toluen ( $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ethylbenzeen ( $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en xylenen ( $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) boven de stort zijn lager dan de gestelde luchtkwaliteitseisen door de gezondheidsraad en het één-duizendste deel van de MAC-waarden.
- De berekende buitenluchtconcentraties van benzeen ( $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), toluen ( $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ethylbenzeen ( $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en xylenen ( $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) op 200 meter benedenwinds de stort liggen alle beneden de normen en in de buurt van de gemiddelde achtergrondniveau's (benzeen  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , toluen  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ethylbenzeen  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en xylenen  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Voor gebruikers en omwonenden zijn de risico's voor de volksgezondheid door blootstelling aan de berekende buitenluchtconcentraties te verwaarlozen.

## TNO-Defensie-onderzoek

Door TNO is een overzicht gegeven van alle geanalyseerde componenten. Er zijn geen aanwijzingen gevonden die de geruchten over zenuwgas ondersteunen.

## DCMR

Door DCMR worden met betrekking tot vertaling naar de risico's voor de volksgezondheid de volgende aannames gedaan en conclusies getrokken:

- Door DCMR zijn de meetgegevens over de buitenluchtconcentraties uitgesplitst naar:
  - locatie;
  - windrichting (boven- en benedenwinds);
  - tijdstip van de dag;
  - verhouding benzeen/tolueen, benzeen/xyleen, tolueen/xyleen.
  
- *Locatie*

Het aantal metingen per locatie varieert sterk, waardoor de uitkomsten onderling niet geheel vergelijkbaar zijn. Uit tabel 2.5 blijkt dat op de parkeerplaatsen de hoogste concentraties te vinden zijn. Mogelijk houdt dit verband met de uitlaatgassen van de auto's ter plaatse en het overige verkeer.
  
- *Windrichting*

De spreiding in de metingen is in alle gevallen groter dan het verschil tussen boven- en benedenwindse metingen. De bijdrage van de stort is dus te klein om een meetbaar verschil tussen boven- en benedenwindse metingen te geven.

Op meetpunt 7 zijn voornamelijk benedenwindse metingen verricht en op meetpunt 8 zijn voornamelijk bovenwindse metingen verricht. Het verschil tussen de concentraties boven- en benedenwinds is niet significant. Een bijdrage van de stort aan de benzeenconcentraties in de buitenlucht in de omgeving van de Coupépolder valt op basis van deze gegevens niet aan te tonen.
  
- *Tijdstip van de dag*

De concentraties tijdens de nachturen op meetpunt 7 en 8 hebben de tendens om hoger te zijn dan tijdens de daguren. De metingen op de stort vertonen een tegenovergesteld gedrag. De standaardafwijkingen hebben echter een dezelfde grootte-orde als het verschil tussen de gemiddelden. Aangezien de concentraties bij meetpunt 7 en 8 verhoogd zijn en op de stort niet, kan sprake zijn van een andere bron dan de geconstateerde verontreiniging op de stort.
  
- *Verhouding benzeen/tolueen, benzeen/xyleen, tolueen/xyleen*

De onderlinge verhouding kan een aanwijzing zijn van de herkomst van de verontreiniging.

De spreiding tussen de verhoudingen op meetpunt 7 bij de diverse windrichtingen is kleiner dan op meetpunt 8. Op meetpunt 7 wijken de verhoudingen bij windrichtingen N.O. en Z. af van de verhoudingen in de andere richtingen. Op meetpunt 7 zijn bij deze windrichtingen helaas geen meetresultaten beschikbaar. Het afwijken van de verhoudingen kan volgens DCMR betekenen dat er bij verschillende windrichtingen sprake is van verschillende bronnen.



- **Conclusies DCMR**
  - de grenswaarde voor benzeen in de buitenlucht wordt niet overschreden;
  - de metingen in het noordelijk gedeelte van de stort (locatie 1) liggen bijna allemaal beneden de detectiegrens. Voor de buitenluchtmetingen in het zuidelijke gebied (locatie 6) liggen de gemiddelde benzeenconcentraties een factor drie hoger dan in het noordelijk gedeelte. Een benzeenemissie lijkt daarom gezocht te moeten worden in het zuidelijk gedeelte van de stort. Bodemluchtmetingen tonen dit niet aan;
  - de bijdrage van de stort is te klein om een meetbaar verschil tussen boven- en benedenwindse metingen te geven;
  - het is niet uit te sluiten dat de verontreiniging bij meetpunt 7 en 8 een andere herkomst hebben dan de geconstateerde verontreiniging op de stort;
  - het verschil in verhoudingen tussen de componenten doet vermoeden dat er meerdere bronnen een bijdrage leveren aan het aromaat-gehalte in de buitenlucht rond de Coupépolder;
  - in de Tenaxmonsters konden geen andere componenten dan benzeen, toluen en xylenen worden aangetoond;
  - de methaanmetingen in de buitenlucht waren alle lager dan de detectiegrens van 10 ppm.

## 2.6.2 Evaluatie

### Betrouwbaarheid en representativiteit

De vertaling naar risico's voor gebruikers van het terrein is gemaakt op basis van MAC-waarden. Voor de omwonenden van de stort is gebruik gemaakt van de buitenluchtkwaliteitseisen.

In alle uitgevoerde voorgaande onderzoeken is de vertaling van de meetwaarden en rekenwaarden naar risico's voor de volksgezondheid gebaseerd op de hoogst gemeten concentraties in de bodem- of in de buitenlucht. Per onderzoek zijn slechts een gering aantal metingen uitgevoerd, waarvan de spreiding in de resultaten tussen de verschillende onderzoeken groot is.

Bij de toetsing aan de vigerende normen is geen rekening gehouden met het feit dat de luchtkwaliteitseisen gelden voor de totale buitenluchtconcentratie, dus voor de som van de achtergrondconcentraties en de bijdrage van de stort. Zeker voor benzeen zijn de achtergrondconcentraties niet te verwaarlozen ten opzichte van de grens- en richtwaarden. In de verschillende onderzoeken zijn o.a. voor benzeen verschillende toetsingscriteria gehanteerd (10, 12 en 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Het verdient aanbeveling om voor benzeen de vigerende Nederlandse luchtkwaliteitsgrens- en richtwaarden (resp 10 en 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) te hanteren.

Door Heidemij is een trichlooretheenconcentratie van 800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in de bodemlucht gevonden (Tabel 2.6). Trichlooretheen is niet meegenomen in de risicoschatting. In § 4.4 is onder andere de risicoberekening uitgevoerd voor trichlooretheen.

## Coherentie

De coherentie in de uiteindelijke vertaling naar risico's voor de volksgezondheid is groot. De conclusies uit de voorgaande onderzoeken zijn eensluidend. In de verschillende onderzoeken zijn o.a. voor benzeen verschillende toetsingscriteria gehanteerd (10, 12 en 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### 2.6.3 Conclusies DHV

*De conclusies van DHV Milieu & Infrastructuur BV ten aanzien van de vertaling naar de risico's voor de volksgezondheid met betrekking tot de Coupépolder te Alphen aan den Rijn zijn als volgt:*

- *bij de voorgaande onderzoeken is vertaling van de meetwaarden naar risico's voor de volksgezondheid gebaseerd op de hoogst gemeten concentraties in de bodem- of in de buitenlucht. Per onderzoek zijn slechts een gering aantal metingen uitgevoerd, waarvan de spreiding in de resultaten tussen de verschillende onderzoeken groot is. Dit vormt echter geen belemmering voor het berekenen van de risico's volgens een 'worst-case'-benadering.*
- *Bij de toetsing aan de vigerende normen is geen rekening gehouden met het feit dat de luchtkwaliteitseisen gelden voor de som van de achtergrondconcentraties en de bijdrage in procenten vanuit de stort.*
- *in de verschillende onderzoeken zijn o.a. voor benzeen verschillende toetsingscriteria gehanteerd. Het verdient aanbeveling om voor benzeen de vigerende Nederlandse luchtkwaliteitsgrens- en richtwaarden (resp 10 en 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) te hanteren.*
- *door Heidemij is geen risico-schatting gegeven voor de bijdrage voor trichlooretheen.*
- *er wordt geen uitspraak gedaan over risico's ten gevolge van de stortgasproductie (methaan).*
- *alle onderzoeken concluderen binnen het raamwerk van aannamen en conservatieve keuzen dat er geen risico's zijn voor de volksgezondheid. Dit geldt ook voor de meest gevaarlijke van de gevonden verontreinigingen in de bodemlucht, namelijk benzeen. Deze conclusies zijn gebaseerd op de huidige gezondheidsnormen en veiligheidsfactoren die voor de betreffende stoffen worden gehanteerd.*

### 3 ANALYSE VOORGAANDE ONDERZOEKEN NAAR GRONDWATER- EN BODEMCONCENTRATIES

Een andere methode om de risico's voor de volksgezondheid te kunnen inschatten is op basis van uitsluitend gegevens van bodemverontreinigingen in de stort. Deze relatie zal naar verwachting, gezien de heterogeen voorkomende bodemverontreinigingen, minder nauwkeurig kunnen worden ingeschat.

Met het Human Exposure to Soil Pollution (HESP) model kunnen op basis van bodemverontreinigingen buitenluchtconcentraties worden berekend.

In het verleden hebben onderzoeken plaatsgevonden door IWACO naar de bodem- en grondwaterverontreiniging. In overleg met de Provincie Zuid-Holland zijn de volgende relevante informatiebronnen aan het onderzoek toegevoegd:

- Nader onderzoek vuilstortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn, Iwaco, september 1985, [ref.10]. De aanleiding voor het onderzoek was de verkregen indicaties over de aanwezigheid van ernstige verontreinigingen in de stort (oriënterend onderzoek van 1982). Het doel van het onderzoek was de aard en omvang van de verontreinigingen vast te stellen en aan de hand hiervan de risico's voor de volksgezondheid en het milieu in te schatten;
- Monitoring vuilstortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn, Iwaco, april 1987, [ref.11]. De aanleiding voor het onderzoek was de aangetroffen ernstige grondwaterverontreiniging bij de stort. Het doel was een monitoringssysteem op te zetten waarmee het stromingsbeeld van het grondwater kan worden vastgesteld en de grondwaterverontreiniging in het afdekkend en eerste watervoerend pakket kan worden gevolgd;
- Vervolgonderzoek Coupépolder te Alphen aan den Rijn, Interimrapport Fase 1a, Bijlagen, Iwaco, oktober 1988, [ref.12]. De aanleiding van dit onderzoek vormden publicaties in de kranten begin 1988, die melding maakten van illegale lozingen van grote aantallen vaten met chemisch afval in de stort. Het onderzoek maakte gebruik van geofysische metingen, onderzoek van perkolatiewater en naar radio-actieve straling en aanvullend geohydrologisch onderzoek;
- Vervolgonderzoek Coupépolder te Alphen aan den Rijn, Fase 1b, Deel 1: Risico-evaluatie, Iwaco, april 1989, [ref.13]. Doel van dit onderzoek is om, mede aan de hand van de aanvullende gegevens die sinds het nader onderzoek van 1985 aan het licht zijn getreden, een risico-evaluatie uit te voeren ten aanzien van de volksgezondheid en het milieu.

### 3.1 Inventarisatie

In bijlage 3 zijn de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken op het gebied van bodem- en grondwaterverontreiniging samengevat.

### 3.2 Evaluatie

Uit bijlage 3 blijkt dat er weinig meetgegevens zijn over de verontreinigingssituatie van de bodem en het freatisch grondwater op de stort. Er zijn geen berekeningen uitgevoerd om de luchtkwaliteit in de Coupépolder te voorspellen op basis van het HESP-model bij gebrek aan voldoende invoerparameters.

### 3.3 Conclusie DHV

*Om de directe risico's voor de volksgezondheid in te schatten op basis van informatie over de verontreinigingssituatie van het freatisch grondwater en de bodem zijn onvoldoende gegevens bekend. Aangezien een dergelijke risico-berekening uitgaat van evenwichtsconcentraties in grond, grondwater en bodemlucht en aangezien de bodemluchtconcentraties direct zijn gemeten, is een dergelijke berekening in het hier beschouwde geval echter niet nodig.*

## 4 RISICO-BEREKENINGEN

### 4.1 Inleiding

De beoordeling van de risico's voor de volksgezondheid voor de gebruikers en bewoners in de Coupé-polder in de voorgaande onderzoeken is gebaseerd op bodemluchtmetingen en buitenluchtmetingen.

In onderstaande wordt op basis van de bodemluchtgegevens van Heidemij een risicoevaluatie gegeven op basis van een door DHV aangepaste 'box'-model, gebaseerd op aanbevelingen van de Werkgroep Verspreiding Luchtverontreiniging (ref.14,15, 16). Daarnaast wordt berekend wat de maximaal toelaatbare emissie vanuit de stort is om aan de luchtkwaliteitseisen te kunnen voldoen voor een aantal luchtverontreinigende componenten.

### 4.2 'Box'-model

Door DHV wordt ook uitgegaan van het gehanteerde 'box'-model uit de voorgaande onderzoeken. Omdat de buitenluchtconcentraties getoetst worden aan grenswaarden voor een jaargemiddelde blootstelling, is er voor gekozen om jaargemiddelde buitenluchtconcentraties te bepalen. Hierdoor zijn de invoerparameters voor het model afwijkend ten opzichte van de invoerparameters in de onderzoeken van IWACO en Heidemij. Alle parameters zijn zodanig gekozen dat de berekende buitenluchtconcentraties zo hoog mogelijk worden berekend als reëel is.

#### **Emissie vanuit de stort**

De emissie per kubieke meter per tijdseenheid vanuit de stort is berekend door de hoogst gevonden bodemluchtconcentraties van Heidemij te vermenigvuldigen met de stortgasflux.

Door DHV is uitgegaan van de hoogst gevonden bodemluchtconcentraties die door Heidemij is gemeten, omdat de bemonsteringsmethode betrouwbaarder is dan die van IWACO.

Voor de stortgasflux is uitgegaan van de zowel door IWACO en Heidemij gehanteerde stortgasflux van 10 m<sup>3</sup> per m<sup>3</sup> gestort materiaal per jaar. Deze gehanteerde stortgasflux is een conservatieve schatting. Dit zal tot een overschatting leiden van de berekende buitenluchtconcentraties.

### Lengte van de box

De lengte van de box wordt bepaald door de afmetingen van het emitterend oppervlak van de stort. Om de maximale risico's voor de volksgezondheid in te schatten wordt ervan uitgegaan dat over de gehele stort emissie van verontreinigingen plaatsvindt. Voor de lengte van de box is daarom uitgegaan van de maximale afstand, waarover de buitenlucht luchtverontreinigende componenten vanuit de stort kan meevoeren. Hierbij kan onderscheid gemaakt in twee verontreinigingssituaties, namelijk:

- belasting door meevoering van verontreinigingen via de lange zijde van de stort;
- belasting door meevoering van verontreinigingen via de korte zijde van de stort.

De maximale afstand, waarover de verontreinigingen meegenomen kunnen worden via de lange zijde van de stort bedraagt ca. 800 meter en voor de korte zijde ca. 450 meter.

### Windsnelheid

De gemiddelde windsnelheid in Nederland is ca. 4 m/s overdag en 's nachts bedraagt deze ca. 0,5 m/s. Deze snelheden zijn in het 'box'-model meegenomen bij de berekeningen.

### Hoogte van de box

In het 'box'-model wordt in principe de boxhoogte bepaald door de hoogte van de menglaag. Deze hoogte kan, afhankelijk van de opbouw van de atmosfeer, van grondniveau tot enkele duizenden meters hoogte leiden. In het geval van de Coupé-polder is de lengte van de bron zo klein (maximaal 800 meter) dat de verontreinigingen na transport over de stort nog niet homogeen<sup>®</sup> over de menglaag verdeeld kunnen zijn. Om een schatting te maken van de hoogte boven het aardoppervlak, waaronder de verontreinigingen uit de stort zich zullen bevinden is gebruik gemaakt van de dispersieparameter  $\sigma_z$  uit het Gaussische Pluimmodel.

$\sigma_z$  is de standaardafwijking (in meters) van de gemiddelde concentratieverdeling loodrecht op de pluim-as in de verticale richting. Voor een willekeurige pluim zal in principe 90% van de verontreinigingen zich in een menglaaghoogte bevinden van  $4\sigma_z$ . In het geval van de Coupé-polder ligt het verspreidingsniveau echter op grondniveau. Door pluimreflectie tegen het aardoppervlak zullen de verontreinigingen zich dus in een laag met een hoogte van  $2\sigma_z$  bevinden. De grootte van  $\sigma_z$  is afhankelijk van de meteorologische condities en neemt af met toenemende weersstabiliteit.

$\sigma_z$  kan als volgt berekend worden:

$$\sigma_z = a \cdot L^b \cdot C_{zo} \quad \text{met} \quad C_{zo} = (10 \cdot z_0)^{0,53 \cdot L^{-0,22}}$$

Waarbij:

a, b	:	parameters, afhankelijk van de stabiliteitsklasse [-]
L	:	lengte van de box [m]
$C_{zo}$	:	vermenigvuldigingsfactor [-]
$z_0$	:	ruwheidslengte van de omgeving van de bron [m]

De hoogte van de 'box' wordt benaderd door  $2\sigma_z/2$ . De hoogte van de 'box'  $2\sigma_z$  is berekend op een afstand van 450 resp. 800 meter vanaf het emissiepunt en als gemiddelde hoogte van de box is  $2\sigma_z/2$  aangenomen. Deze aanname levert de volgende 'box'-hoogtes op:

**Tabel 4.1**  
**'box'-hoogtes**

Locatie	Periode <sup>1)</sup>	'Box'-hoogte <sup>2)</sup> [m]
Lange zijde	Dag	37
	Nacht	12
	Onbelast	-
Korte zijde	Dag	24
	Nacht	8
	Onbelast	-

- 1) Door DHV zijn jaargemiddelde buitenluchtconcentraties bepaald door 3 duidelijk verschillende situaties, die binnen ieder jaar voorkomen, door middel van het 'box'-model te benaderen. Deze situaties zijn:
  - Dagperiodes;
  - Nachtperiodes;
  - Periodes van het jaar dat het gebied niet belast wordt, doordat het gebied dan bovenwinds van de stort ligt.
- 2) Bij de berekening van de 'box'-hoogte is voor de dagperiode uitgegaan van stabiliteitsklasse D ( $a=0,2$ ,  $b=0,76$ ) en voor de nachtperiode van stabiliteitsklasse F ( $a=0,12$ ,  $b=0,67$ ).  $z_0$  is gelijk aan 0,3 meter voor een open gebied met veel begroeiing, zoals de Coupé-polder.

### 4.3 Overzicht modelparameters

In tabel 4.2 wordt een overzicht gegeven van de gehanteerde modelparameters in de voorgaande onderzoeken en welke modelparameters DHV Milieu & Infrastructuur BV hanteert om de risico's voor de volksgezondheid in te schatten.

**Tabel 4.2**  
**Overzicht modelparameters**

Onderzoek	Model	Uitgangspunten			
		Flux [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .jaar]	Lengte "box" [m]	windsnelheid [m/s]	Hoogte "box" [m]
IWACO	"Box"	10	200	0,1	2
Heidemij	"Box"	10	25	0,1	2
	"Effects"		175	0,1	1,5
DHV	"Box", lange zijde	10	800	4, overdag 0,5, 's nachts	37, overdag 12, 's nachts
	"box", korte zijde	10	450	4, overdag 0,5, 's nachts	24, overdag 8, 's nachts

#### 4.4 Resultaten 'box'-berekeningen op basis van voorgaande onderzoeken

In onderstaande tabel 4.3 zijn de resultaten weergegeven voor de berekende buitenluchtconcentraties voor de lange en de korte zijde van de stort op basis van de hoogst gemeten bodemluchtconcentraties door Heidemij in 1990.

**Tabel 4.3**  
**Door DHV berekende buitenluchtconcentraties op basis van bodemluchtmetingen door Heidemij uitgevoerd in 1990**

Locatie	Periode	emissietijd 1) [uur/jaar]	Component	Emissie [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ]	Immissie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Lange zijde	Dag	1533	Benzeen	0,0048	0,026
			Tolueen	0,0112	0,061
			Ethylbenzeen	0,0240	0,131
			Xylenen	0,0472	0,257
			Trichlooretheen	0,0026	0,014
	Nacht	1916	Benzeen	0,0048	0,635
			Tolueen	0,0112	1,482
			Ethylbenzeen	0,0240	3,177
			Xylenen	0,0472	6,248
Trichlooretheen			0,0026	0,339	
Onbelast	5311			0,0	
Korte zijde	Dag	1618	Benzeen	0,0048	0,022
			Tolueen	0,0112	0,052
			Ethylbenzeen	0,0240	0,112
			Xylenen	0,0472	0,220
			Trichlooretheen	0,0026	0,012
	Nacht	2023	Benzeen	0,0048	0,516
			Tolueen	0,0112	1,204
			Ethylbenzeen	0,0240	2,580
			Xylenen	0,0472	5,075
Trichlooretheen			0,0026	0,275	
Onbelast	5119			0,0	

- 1) Voor de lange zijde van de stort is voor de onbelaste periode ervan uitgegaan dat de wind vanuit de sectoren  $5^\circ - 175^\circ$  en van  $280^\circ - 360^\circ$  graden komt.  
 Voor de korte zijde van de stort is voor de onbelaste periode ervan uitgegaan dat de wind vanuit de sectoren  $50^\circ - 240^\circ$  graden komt.

#### 4.5 Resultaten 'box'-berekeningen maximaal toelaatbare emissies vanuit de stort

In tabel 4.4 zijn de resultaten weergegeven voor de berekende maximaal toelaatbare emissies vanuit de stort voor de lange en de korte zijde van de stort, indien juist aan de luchtkwaliteitseisen wordt voldaan. Bij de berekening van de maximaal toelaatbare emissie vanuit de stort is de buitenluchtkwaliteitsnorm vermindert met de heersende achtergrondconcentraties van benzeen ( $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (ref. 17) en tolueen ( $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (ref. 18). De achtergrondconcentraties van de overige componenten zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de toetsingswaarde.



**Tabel 4.4**  
**Door DHV berekende maximale bodemluchtconcentraties om juist aan de luchtkwaliteitseisen te voldoen.**

Locatie	Periode (u/jaar)	Component	Maximaal Toelaatbare Immissie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] <sup>2)</sup>	Maximaal Toelaatbare Emissie [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ] <sup>3)</sup>	Maximaal toelaatbare Bodemluchtconc. [ $\text{g}/\text{m}^3$ ] <sup>4)</sup>
Lange zijde	Dag (1533)	Benzeen	7,2	1,3	0,418
		Tolueen	3000	552	174,0
		Ethylbenzeen	435	80	25,2
		Xylenen	435	80	25,2
		Trichlooretheen	50	9	2,9
	Nacht (1916)	Benzeen	7,2	0,1	0,017
		Tolueen	3000	23	7,1
		Ethylbenzeen	435	3	1,0
		Xylenen	435	3	1,0
		Trichlooretheen	50	0,4	0,119
Korte zijde	Dag (1618)	Benzeen	7,2	1,5	0,488
		Tolueen	3000	645	203,4
		Ethylbenzeen	435	93	29,5
		Xylenen	435	93	29,5
		Trichlooretheen	50	11	3,4
	Nacht (2023)	Benzeen	7,2	0,1	0,021
		Tolueen	3000	28	8,8
		Ethylbenzeen	435	4	1,3
		Xylenen	435	4	1,3
		Trichlooretheen	50	0,5	0,147

- 1) Voor de lange zijde van de stort is voor de onbelaste periode ervan uitgegaan dat de wind vanuit de sectoren  $5^\circ - 175^\circ$  en van  $280^\circ - 360^\circ$  graden komt.  
 Voor de korte zijde van de stort is voor de onbelaste periode ervan uitgegaan dat de wind vanuit de sectoren  $50^\circ - 240^\circ$  graden komt.
- 2) De maximaal toelaatbare immissie ten gevolge van de stort is berekend door de luchtkwaliteitseisen te verminderen met de achtergrondconcentratie van de betreffende componenten.  
 De achtergrondconcentraties van benzeen in de buitenlucht bedraagt ca.  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ref.17), van tolueen ca.  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ref.18) en van de componenten ethylbenzeen, xylenen en trichlooretheen zijn de achtergrondconcentraties verwaarloosbaar ten opzichte van de toetsingswaarde.
- 3) De maximaal toelaatbare emissie vanuit de stort om juist aan de buitenluchtkwaliteitseisen te voldoen.
- 4) De maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties in de stort, waarmee juist aan de buitenluchtkwaliteitseisen wordt voldaan.

#### 4.6 Vergelijking gehanteerde 'box'-parameters

In tabel 4.5 wordt een vergelijking gegeven van de effecten van de gehanteerde uitgangspunten bij de berekening van de risico's voor de volksgezondheid.

**Tabel 4.5**  
Vergelijking van effecten van de gehanteerde uitgangspunten bij berekening van de risico's voor de volksgezondheid

Invloedsfactor	Onderzoek				
	IWACO	Heidemij	TNO	DCMR	DHV
'Box'-model					
* Gehanteerde concentraties	-	+	o	o	+
* Flux	+	+	o	o	+
* 'box'-lengte	+	+	o	o	+
* windsnelheid	+	+	o	o	r
* 'box'-hoogte	+	+	o	o	r
Effects	+ <sup>1)</sup>	o	o	o	+ <sup>1)</sup>

- onderschatting
- + overschatting
- o niet van toepassing
- r reële inschatting

1) ten opzichte van de resultaten van Heidemij

#### 4.7 Overzicht berekende immissies

In tabel 4.5 wordt een overzicht gegeven van de berekende immissies in de voorgaande onderzoeken en DHV Milieu & Infrastructuur.

**Tabel 4.5**  
Overzicht berekende immissies (alleen bijdrage van de stort)

Onderzoek, locatie	Concentratie [µg/m <sup>3</sup> ]					
	Benzeen	Tolueen	Ethylbenzeen	Xylenen		
IWACO, op 200 meter	0,16	0,67	0,14	0,54		
Heidemij, op 200 meter	0,1	0,3	0,5	1,1		
DHV	Dag:	lange zijde	0,026	0,061	0,131	0,257
		korte zijde	0,022	0,052	0,112	0,220
	Nacht:	lange zijde	0,635	1,482	3,177	6,248
		korte zijde	0,516	1,204	2,580	5,075

## 5 RISICO-EVALUATIE

In tabel 5.1 is een overzicht gegeven van de door DHV berekende buitenluchtconcentraties op basis van meetresultaten van Heidemij, uitgevoerd in oktober 1990 en de geldende luchtkwaliteitseisen.

**Tabel 5.1**  
**Overzicht van de door DHV berekende buitenluchtconcentraties op basis van bodemluchtmetingen van Heidemij en de geldende luchtkwaliteitseisen**

Locatie	Periode (u/jaar)	Component	Immissie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Achtergrond [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Luchtkwaliteitseisen [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
Lange zijde	Dag (1533)	Benzeen	0,026	2,8	10	
		Tolueen	0,061	0,2	3000	
		Ethylbenzeen	0,131	0,4	435	
		Xylenen	0,257	3	435	
		Trichlooretheen	0,014	-	50	
	Nacht (1916)	Benzeen	0,635	2,8	10	
		Tolueen	1,482	0,2	3000	
		Ethylbenzeen	3,177	0,4	435	
		Xylenen	6,248	3	435	
		Trichlooretheen	0,339	-	50	
	Onbelast (5311) <sup>3)</sup>		0,0			
	Korte zijde	Dag (1618)	Benzeen	0,022	2,8	10
			Tolueen	0,052	0,2	3000
			Ethylbenzeen	0,112	0,4	435
			Xylenen	0,220	3	435
Trichlooretheen			0,012	-	50	
Nacht (2023)		Benzeen	0,516	2,8	10	
		Tolueen	1,204	0,2	3000	
		Ethylbenzeen	2,580	0,4	435	
		Xylenen	5,075	3	435	
		Trichlooretheen	0,275	-	50	
Onbelast (5119) <sup>1)</sup>			0,0			

- 1) Voor de lange zijde van de stort is voor de onbelaste periode ervan uitgegaan dat de wind vanuit de sectoren  $5^\circ - 175^\circ$  en van  $280^\circ - 360^\circ$  graden komt.  
 Voor de korte zijde van de stort is voor de onbelaste periode ervan uitgegaan dat de wind vanuit de sectoren  $50^\circ - 240^\circ$  graden komt.

## 5.1 Risico's voor omwonenden

Met het door DHV aangepaste 'box'-model zijn de jaargemiddelde buitenluchtconcentraties per periode benaderd. Uit tabel 5.1 blijkt dat de immissies ten gevolge van de stort 's nachts vele factoren hoger liggen dan overdag. 's Nachts is het weer veel stabiel, waardoor de verspreiding van verontreinigingen minder is. Bij toetsing aan de buitenlucht kwaliteitseisen van de berekende immissies vermeerderd met de achtergrondconcentraties liggen deze waarden desalniettemin ver beneden de normen.

Als voor de verschillende componenten de immissies voor de drie periodes tijdgewogen gemiddeld worden om één jaargemiddelde immissie te berekenen, liggen deze waarden lager dan de afzonderlijk berekende immissies per periode. In tabel 5.2 zijn de jaargemiddelde immissies weergegeven voor de verschillende componenten.

Tabel 5.2

Overzicht van de door DHV berekende jaargemiddelde buitenluchtconcentraties op basis van bodemluchtmetingen van Heidemij en de geldende luchtkwaliteitseisen

Locatie	Component	Immissie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Achtergrond [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Luchtkwaliteitseisen [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Lange zijde	Benzeen	0,17	2,8	10
	Tolueen	0,45	0,2	3000
	Ethylbenzeen	1,20	0,4	435
	Xylenen	2,97	3	435
	Trichlooretheen	0,08	-	50
Korte zijde	Benzeen	0,15	2,8	10
	Tolueen	0,35	0,2	3000
	Ethylbenzeen	0,91	0,4	435
	Xylenen	2,24	3	435
	Trichlooretheen	0,07	-	50

Bij toetsing aan de buitenlucht kwaliteitseisen van de berekende jaargemiddelde immissies vermeerderd met de achtergrondconcentraties liggen deze waarden ver beneden de normen. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat voor de omwonenden geen risico's bestaan voor de volksgezondheid.

## 5.2 Risico's voor gebruikers van het terrein

De risico's voor de volksgezondheid voor de gebruikers van het terrein kunnen het beste benaderd worden met het 'box'-model, zoals gehanteerd door IWACO en Heidemij. Met de invoerparameters uit de voorgaande onderzoeken kunnen piekimmissies<sup>®</sup> worden benaderd. Deze invoerparameters hebben de volgende waarden:

Stortgasflux	:	100 m <sup>3</sup> per m <sup>3</sup> gestort materiaal per jaar, storthoogte 10 meter;
windsnelheid	:	0,1 m/s, windstil weer;
'Box'-hoogte	:	2 meter;
'Box'-lengte	:	800 meter (maximale afstand over de stort).

Al deze 'box'-parameters hebben conservatieve waarden. De stortgasflux van 100 m<sup>3</sup> per m<sup>3</sup> gestort materiaal per jaar is de stortgasflux van een actieve stort. Op de voormalige stortplaats Coupé-polder wordt al een paar jaar niet meer gestort. Het Adviescentrum stortgas verwacht een veel lagere stortgasflux voor de Coupé-polder. Desalniettemin is gekozen voor 100 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.jaar, omdat gegevens over het gestorte materiaal ontbreken (leeftijd, hoeveelheid en samenstelling). Voor de windsnelheid is uitgegaan van 0,1 m/s, wat ook een zeer conservatieve schatting is. De 'box'-hoogte van 2 meter veronderstelt een slechte verspreiding van de verontreinigingen. Voor de 'box'-lengte wordt ervan uitgegaan dat de gebruikers van het terrein benedenwinds op de rand van de stort (maximale afstand over de stort) de verontreinigende lucht inademen.

In tabel 5.3 staan de door DHV berekende piekimmissies weergegeven op basis van de resultaten van de bodemluchtmetingen van Heidemij en de geldende MAC-waarden

**Tabel 5.3**  
**Overzicht van de door DHV berekende piekimmissies op basis van bodemluchtmetingen van Heidemij en de geldende MAC-waarden**

Component	Bodemluchtconcentratie [µg/m <sup>3</sup> ]	Emissie [µg/m <sup>2</sup> .s]	Piekimmissie [µg/m <sup>3</sup> ]	MAC-waarden [µg/m <sup>3</sup> ]
Benzeen	1.500	0,0048	19	30.000
Tolueen	3.500	0,0112	45	375.000
Ethylbenzeen	7.500	0,0240	96	435.000
Xylenen	15.000	0,0472	189	435.000
Trichlooretheen	800	0,0026	10	35.000

De vertaling naar risico's voor de volksgezondheid voor de gebruikers van het terrein is uitgevoerd op basis van MAC-waarden. De MAC-waarde is de over de tijd gemiddelde maximaal aanvaarde concentratie bij een blootstellingsduur tot 8 uur per dag en niet meer dan 40 uur per week. Het is niet reëel de berekende piekimmissies te toetsen aan de luchtkwaliteitseisen voor de buitenlucht, omdat deze eisen jaargemiddelde waarden zijn en de 'box'-parameters niet.

De gebruikers van het terrein bevinden zich waarschijnlijk hoogstens acht uur per dag en 40 uur per week op het terrein. De berekende piekimmissies liggen allen ver beneden de MAC-waarden. Zelfs directe inademing van de bodemlucht leidt niet tot risico's voor de volksgezondheid, uitgaande dat directe inademing gedurende een korte periode plaatsvindt.

### 5.3 Maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties

De maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties per periode zijn berekend in hoofdstuk 4 §4. De voor de verschillende componenten maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties per periode zijn tijdgewogen gemiddeld om jaargemiddelde maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties te berekenen. In tabel 5.4 is een overzicht gegeven van deze jaargemiddelde maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties.

**Tabel 5.4**

**Overzicht door DHV berekende maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties om juist aan de luchtkwaliteitseisen te voldoen en de gemeten bodemluchtconcentraties door Heidemij (1990).**

Locatie	Component	Maximaal Toelaatbare Bodemluchtconc. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Maximale bodemluchtconc. gemeten door Heidemij [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Lange zijde	Benzeen	195.000	1.500
	Tolueen	81.280.000	3.500
	Ethylbenzeen	11.760.000	7.500
	Xylenen	11.760.000	15.000
	Trichlooretheen	1.355.000	800
Korte zijde	Benzeen	229.000	1.500
	Tolueen	95.295.000	3.500
	Ethylbenzeen	13.834.000	7.500
	Xylenen	13.834.000	15.000
	Trichlooretheen	1.593.000	800

Om de risico's voor de volksgezondheid in de Coupé-polder te kunnen inschatten zijn de maximaal toelaatbare immissies ten gevolge van de stort bepaald. Met het door DHV aangepaste 'box'-model zijn de jaargemiddelde maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties benaderd. De berekende waarden voor de jaargemiddelde maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties zijn factoren hoger dan de maximaal gemeten bodemluchtconcentraties door Heidemij en brengen daarom geen risico's voor de volksgezondheid mee.

### 5.4 Methaan-emissie

Door Heidemij is een methaanconcentratie in de bodem gemeten van ca. 280.000  $\text{mg}/\text{m}^3$  (45 vol%). Van explosiegevaar zal geen sprake zijn zolang de stort onbebouwd is. Er is alleen kans op explosiegevaar indien er zich op de stort slecht geventileerde of afgesloten ruimtes bevinden waar het methaan zich kan ophopen. In de open lucht boven de stort zal geen explosiegevaar optreden. In de bodem zullen ten gevolge van methaan geen explosies plaatsvinden, doordat in de bodem migratie plaatsvindt. Deze verspreiding van methaan heeft een dempende werking op het explosiegevaar.

## 6 RESULTATEN RISICO-EVALUATIE

### 6.1 Risico's voor omwonenden

Er bestaan geen risico's voor de volksgezondheid in de Coupé-polder voor de omwonenden op basis van de gemeten bodemluchtconcentraties door Heidemij en het door DHV aangepaste 'box'-model.

### 6.2 Risico's voor gebruikers van het terrein

Er bestaan geen risico's voor de volksgezondheid in de Coupé-polder voor de gebruikers van het terrein op basis van de gemeten bodemluchtconcentraties door Heidemij en de door DHV berekende piekimmissies. Zelfs directe inademing van de bodemlucht leidt niet tot risico's voor de volksgezondheid, uitgaande dat directe inademing gedurende een korte periode plaatsvindt.

### 6.3 Maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties

Met het door DHV aangepaste 'box'-model zijn de maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties benaderd. De berekende waarden voor de jaargemiddelde maximaal toelaatbare bodemluchtconcentraties van de verschillende componenten brengen geen risico's voor de volksgezondheid mee.

### 6.4 Methaan-emissie

Van explosiegevaar zal geen sprake zijn zolang de stort onbebouwd is. In de bodem zullen ten gevolge van methaan geen explosies plaatsvinden.

## 7 CONCLUSIES

Op basis van de huidige meetgegevens over de bodemlucht en de buitenlucht kan geen betrouwbare berekening van de actuele blootstellingsrisico's (de 'real-case<sup>®</sup>') in de Coupépolder worden gemaakt. Echter bij beschouwing van een 'worst-case' situatie, op basis van de hoogst gemeten waarden voor verontreinigingen in de bodemlucht, blijken de blootstellingsniveau's ruimschoots onder de norm te liggen.

De screening uitgevoerd door TNO van stoffen in de bodemlucht bevestigt dat benzeen, toluen en xyleen geschikte stoffen zijn om te gebruiken als richtsnoer voor het vaststellen van de gezondheidsrisico's. Deze stoffen worden in de bodemluchtmonsters gevonden en zijn goed meetbaar ook bij lage concentraties in de buitenlucht. Daarenboven zijn het de stoffen die praktisch het meest relevante risico vormen.

Buitenluchtmetingen uitgevoerd door de DCMR hebben geen aanwijsbare relatie met verontreinigingen afkomstig uit de stort. Directe buitenluchtmetingen zijn derhalve negatief in de zin dat geen beïnvloeding van de blootstellingsniveau's ten gevolge van verontreinigingen van de stort wordt aangetoond. De condities tijdens het nemen van de monsters laten de mogelijkheid van andere bronnen volledig toe.

De modellen gebruikt voor de berekening van buitenluchtconcentraties uit gemeten bodemluchtconcentraties zijn bekende en vaak toegepaste modellen. De uitkomsten zijn sterk afhankelijk van de gebruikte gegevens en de gehanteerde aannamen. De gekozen aannamen waren conservatief en leiden tot overdrijving in de berekeningen.

De voorkomende verontreinigingen in de stort zijn zeer heterogeen verdeeld. Voor de modelberekening van de mogelijke blootstelling aan gevaarlijke stoffen is daarom uitgegaan van de 'worst-case' situatie, waarbij de hoogst gemeten waarden als representatief voor de gehele stort zijn beschouwd en waarbij is uitgegaan van een microbiologische actieve stort.

De belangrijkste factor die wisseling in bodemluchtconcentraties bepaalt is de temperatuur. De temperatuur wordt naar verwachting het meest beïnvloed door de biologische activiteit in de stort, die geleidelijk afneemt, en niet zozeer door seizoensinvloeden.

De gemeten zowel als de berekende blootstellingsniveau's in de buitenlucht blijven ruimschootst binnen de huidige normen. De berekende blootstellingsniveau's overschatten de mogelijke concentraties doordat uitgegaan is van de hoogst gemeten waarden en van conservatieve aannamen in de modelberekeningen.



## 8 REFERENTIES


1. "Bodemlucht onderzoek Coupépolder te Alphen aan den Rijn", Iwaco, november 1989
2. "Milieukundig onderzoek bodemlucht stortplaats Coupépolder te Alphen a/d Rijn", Heidemij, november 1990.
3. "Milieukundig onderzoek bodemlucht stortplaats Coupépolder te Alphen a/d Rijn", aanvulling, Heidemij, januari 1991
4. "Onderzoek naar het voorkomen van organische componenten in de lucht boven een voormalige vuilstort in de Coupépolder te Alphen a/d Rijn", DCMR, november 1991
5. "Verslag monsternamen en analyse van monsters uit Coupépolder", TNO-defensieonderzoek, mei 1992
6. "Verslag monsternamen en analyse van 6 monsters uit Coupépolder", TNO-defensieonderzoek, juni 1992
7. "Onderzoek monitoring en beheersmaatregelen stort Coupépolder Alphen aan den Rijn", samenvattende rapportage, Iwaco, augustus 1992
8. "Vervolg onderzoek luchtkwaliteit, voorstel luchtmetingen (concept)", afdeling lucht, Veiligheid en Geluid van de Provincie Zuid-Holland, juni 1993
9. "Bevindingen TNO PML monsternamen- en detectieteam tijdens het 'containeronderzoek Coupépolder'", en "Analyse van 2 luchtmonsters uit de Coupépolder", TNO-defensieonderzoek, juli 1992
10. "Nader onderzoek vuilstortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn", Iwaco, september 1985
11. "Monitoring vuilstortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn", Iwaco, april 1987
12. "Vervolgonderzoek Coupépolder te Alphen aan den Rijn", Interimrapport Fase 1a, Bijlagen, Iwaco, oktober 1988
13. "Vervolgonderzoek Coupépolder te Alphen aan den Rijn", Fase 1b, Deel 1: Risiko-evaluatie, Iwaco, april 1989
14. "Luchtverontreiniging en weer", Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt, 1979

*Referenties*

15. "Frequentieverdelingen van luchtverontreinigingsconcentraties", een aanbeveling voor een rekenmethode, Werkgroep verspreiding Luchtverontreiniging, Delft, augustus 1981
16. "Parameters in het lange-termijnmodel verspreiding luchtverontreiniging", nieuwe aanbevelingen, Commissie Onderzoek Luchtverontreiniging TNO, Delft, september 1984
17. "Luchtkwaliteit, jaaroverzicht 1990", Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene, augustus 1991
18. "Integrated Criteria Document Toluene", Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene, 1988

## COLOFON

---

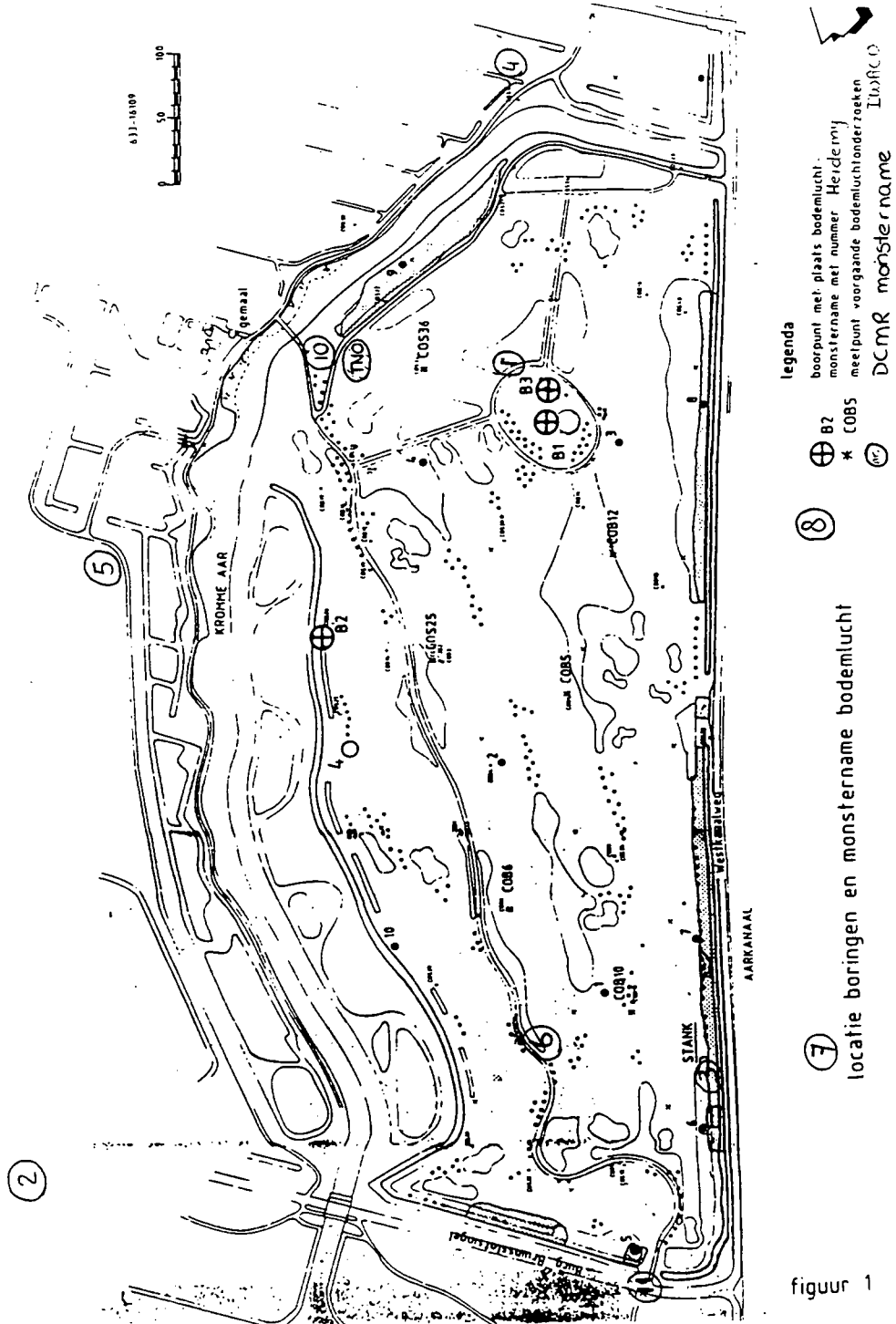
opdrachtgever	:	PROVINCIE ZUID-HOLLAND
project	:	Luchtkwaliteit Coupépolder, Alphen a/d/ Rijn
titel	:	Fase 1a: Inventarisatie voorgaande onderzoeken Fase 1b: Risico-evaluatie
boekingsnummer	:	H 1323-81-001
registratienummer	:	MT-RE934492
DOS-bestandsnaam	:	F:\users\p56847\wp51\luchtcou.rap
datum	:	17 mei 1994
opsteller	:	Ir. P. Romer, Drs. E.F. Pinksterboer
projectleider	:	Drs. J.P. Kool
autorisatie	:	 (Ir. D. Jansen)

---

DHV Milieu en Infrastructuur BV



**BIJLAGE 1 : LOCATIES MONSTERNEMINGEN VOORGAANDE ONDERZOEKEN**





## BIJLAGE 2 : TRANSPORT VAN VLUCHTIGE STOFFEN IN DE GASFASE

Theoretische beschouwing transport van vluchtige stoffen via de gasfase in de afdeklaag van een stortplaats.

### 1 INLEIDING

Bij het transport van vluchtige stoffen via de gasfase in de afdeklaag van een stortplaats spelen twee processen een rol:

- de vervluchtiging van de betreffende component. Dit bepaalt de concentratie in de gasfase;
- het transport van de vluchtige stoffen naar het maaiveld. Bij stortplaatsen zijn in het algemeen 2 transportmechanismen te onderscheiden (Thibodeaux, 1981):
  - . diffusief transport
  - . convectief transport met geproduceerd methaan.

In het onderstaande worden de genoemde processen beschreven en zal aangegeven worden welke factoren van belang zijn bij de betreffende processen en hoe de te meten concentraties in de bodemlucht beïnvloed worden.

### 2 CONCENTRATIE IN DE GASFASE

In de bodem zijn drie fasen te onderscheiden, te weten de vaste fase, de waterfase en de gasfase. Een verontreiniging zal zich verdelen over de drie fasen. De verdeling is afhankelijk van de verdelingscoëfficiënten, die afhankelijk zijn van het type verontreiniging. Voor organische verontreinigingen zal zich een verdelingsevenwicht instellen tussen de organische bestanddelen van de bodem (de vaste fase) en water en tussen water en lucht.

De verdelingscoëfficiënt tussen de vaste fase en de waterfase is lineair afhankelijk van het organische stofgehalte in de bodem. Bij een hoger organisch stofgehalte zal meer verontreiniging gebonden worden aan de vaste fase en zal de concentratie in de gasfase lager zijn.

De verdelingscoëfficiënt tussen water en lucht wordt bepaald door de constante van Henry. De constante van Henry is de verhouding tussen de partiële dampspanning in de atmosfeer boven een zuivere fase van een verontreiniging en de verzadigingsconcentratie van de overeenkomstige fase in een waterige oplossing bij gelijke temperatuur. (Mackay, 1979). De constante van Henry is afhankelijk van de temperatuur. Bij toename van de temperatuur van 10 °C naar 25 °C wordt de constante van Henry voor benzeen ca. een factor 2 groter (Gezondheidsleer) en zal de concentratie in de gasfase met eenzelfde factor hoger worden.

Naast de verdelingscoëfficiënten speelt voor de verdeling van de verontreiniging over de drie fasen ook het porievolume (water- en gasgevuld) en de dichtheid van de bodem een rol. Een toename van de dichtheid en een toename van het vochtgehalte (groter watergevuld porievolume) zal leiden tot een afname van de hoeveelheid verontreiniging in de gasfase.

Concluderend kan gesteld worden dat de concentratie in de gasfase afhankelijk is van de concentraties in de vaste en de waterfase. Bij deze afhankelijkheid spelen factoren als temperatuur en bodemsamenstelling (organisch stofgehalte, porievolume en dichtheid) een belangrijke rol.

### 3 DIFFUSIEF TRANSPORT

Diffusief transport in de gasfase naar het maaiveld treedt op als gevolg van de aanwezigheid van een concentratieverschil in de bodem.

De diffusieflux kan als volgt worden beschreven worden (Spencer, 1980) :

$$F_D = \frac{D_b}{X} \cdot (C_0 - C_1)$$

met:  $F_D$  = diffusieve flux  
 $D_b$  = diffusiecoëfficiënt in de bodem  
 $X$  = diepte  
 $C_0$  = concentratie gasfase op diepte  $X$   
 $C_1$  = concentratie gasfase aan maaiveld

De diffusiecoëfficiënt voor een component in de bodem is afhankelijk van de bodemsamenstelling, temperatuur, vochtgehalte en de moleculaire diffusiecoëfficiënt in lucht van de betreffende component.

Thibodeaux (1981) geeft de volgende relatie:

$$D_b = \frac{D_a \cdot \epsilon}{\tau_h}$$

met:  $D_a$  = diffusiecoëfficiënt in de lucht  
 $\epsilon$  = effectieve porositeit  
 $\tau_h$  = de tortuositeit, een maat voor de effectieve weglengte van de poriën

Uit de literatuur (Gezondheidsleer) blijkt dat de diffusiecoëfficiënt in de lucht recht evenredig is met  $T^{3/2}$  (met  $T$  in Kelvin). Dit betekent dat bij een toename van de temperatuur van 10 °C naar 50 °C, de diffusiecoëfficiënt in de bodem en daarmee het



diffusief transport in de gasfase een factor 1,3 toeneemt.

Samenvattend kan gesteld worden dat de grootte van het diffusief transport voor een verontreiniging afhankelijk is van temperatuur, samenstelling van de bodem, vochtgehalte en diepte (de grondwaterstand).

#### 4 CONVECTIEF TRANSPORT

Convectief transport is het transport van de vluchtige verontreiniging onder invloed van het transport van het door omzetting in de stortplaats gevormde methaan naar het maaiveld. De verontreiniging wordt als het ware door de methaan "meegenomen" naar het maaiveld.

De grootte van de flux van het convectief transport van de verontreiniging is recht evenredig met de gemiddelde transportsnelheid van methaan door de poriën. De grootte van convectief transport is derhalve afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerd methaan, wat op zijn beurt weer afhankelijk is van de locatie, de temperatuur, de tijd, het vochtgehalte en de aard van het gestorte materiaal.

Thibodeaux (1981) heeft voor een situatie van een stortplaats met een gasflux (methaan enz.) van  $1,63 \cdot 10^{-3}$  cm/s en een afdeklaag van 1 m berekend dat het transport van benzeen in de gasfase via convectief transport ca. 6 keer zo groot is als via diffusief transport.

#### 5 SAMENVATTING

De volgende factoren hebben invloed op de grootte van het transport van verontreinigingen via de gasfase van de bodem:

- temperatuur in de grond  
Een hogere temperatuur geeft een hogere concentratie in de gasfase en een groter diffusief transport, zowel door een hogere concentratie als door een grotere diffusiecoëfficiënt.
- porositeit (luchtgevuld en watergevuld) en daarmee samenhangend het vochtgehalte.  
Door een groter vochtgehalte zal de hoeveelheid verontreiniging in de gasfase afnemen, bovendien wordt de diffusiecoëfficiënt kleiner. Hierdoor zal het diffusief transport kleiner worden.
- de grondwaterstand of de dikte van de afdeklaag  
Dit bepaalt de weglengte die afgelegd moet worden naar het maaiveld.
- bodemsamenstelling: organisch stofgehalte en dichtheid  
Deze factoren hebben met name invloed op de concentratie van de verontreiniging. Hoe groter de dichtheid en het organisch stofgehalte hoe lager de concentratie in de gasfase.

- de methaanvorming  
De methaanvorming is sterk bepalend voor het convectief transport. De methaanvorming wordt op zijn beurt weer bepaald door een groot aantal factoren, zoals temperatuur, vochtgehalte in de stort, tijd, aard van het gestorte materiaal.

De belangrijkste factor die wisselingen in de bodemlucht op een bepaalde lokatie en diepte bepaalt, is de temperatuur. Indien de temperatuur hetzelfde blijft bij een bepaald meetpunt, dan worden er geen grote variaties in de te meten concentraties in de gasfase verwacht. Wisselingen in de temperatuur worden in het onderhavige geval voornamelijk bepaald door de biologische activiteit en niet zozeer door seizoensinvloeden.

Indien in de toekomst de productie van stortgas stopt, dan zal naar verwachting de temperatuur dalen. De concentraties in de gasfase gaan dan omlaag en het convectieve transport zal op den duur verdwijnen. Gevolg is dat de flux van verontreinigingen die ontwijkt aan het maaiveld kleiner wordt.

## 6 LITERATUUR

- Gezondheidsleer  
Een gezondheidskundige benadering van bodemverontreiniging - tussen theorie en praktijk -  
Vakgroep Gezondheidsleer, LU Wageningen, verslag nr. 124
- Mackay D., W.Y. Shiu  
A critical review of Henry's law constants for chemicals of environmental interest  
J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol 10 (1981), no 4, pp 1175-1199,
- Spencer W.F., W.J. Farmer  
Assesment of the vapor behavior of toxic organic chemicals  
In: Dynamics, exposure and hazard assesment of toxic chemicals by R. Haque, 1980, pp 143-161
- Thibodeaux L.J.  
Estimating the air emissions of chemicals from hazardous waste landfills  
Journal of Hazardous Materials, 4 (1981) pp 235-244



**BIJLAGE 3 : RESULTATEN ONDERZOEKEN NAAR GRONDWATER- EN BODEMCONCENTRATIES**

**1 FREATISCH GRONDWATER**

Als monitoringsysteem zijn stroomafwaarts van de stort een aantal pulsboringen uitgevoerd en afgewerkt met maxifilters. Alleen op de locaties MB6, MB7, DB2/1, DB3/1, DB3/2 en DB3/3 zijn monsters genomen van het ondiepe watervoerende pakket. Monsters van het freatisch grondwater zijn genomen in september 1985 en april 1987.

In onderstaande tabel B1.1 zijn de resultaten weergegeven voor de concentraties van het freatisch grondwater genomen in september 1985.

**Tabel B1.1**  
**Meetresultaten freatisch grondwateronderzoek september 1985, IWACO**

Component	Concentratie [µg/l]						
	D3.1	P1,2,19	P3,4,5,6	P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18
benzeen	< 0,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
tolueen	1	< 1	< 1	< 1	43	< 1	< 1
ethylbenzeen	< 0,2	< 1	< 1	< 1	59	< 1	2
xylenen	< 0,5	< 1	< 1	< 1	224	< 1	8

In onderstaande tabel B1.2 zijn de resultaten weergegeven voor de concentraties van het freatisch grondwater genomen in april 1987.

**Tabel B1.2**  
**Meetresultaten freatisch grondwateronderzoek in april 1987, IWACO**

Component	Concentratie [µg/l]					
	MB6	MB7	DB2/1	DB3/1	DB3/2	DB3/3
benzeen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
tolueen	< 0,2	1	< 0,2	< 0,2	0,7	1
ethylbenzeen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
xylenen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

2 BODEMMONSTERS

In onderstaande tabel B1.3 zijn de resultaten weergegeven voor de concentraties van de verontreiniging in de bodem genomen in oktober 1988 door IWACO.

**Tabel B1.3**  
**Meetresultaten grondonderzoek in oktober 1988, IWACO**

Component	Concentratie [mg/kgds]			
	Benzeen	tolueen	ethylbenzeen	Xylenen
Grond CO boring 5 (4,9 - 5,5 m -mv)	< 0,02	0,05	0,05	0,17
Grond CO boring 5 (7,5 - 8,0 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05

In onderstaande tabel B1.4 zijn de resultaten weergegeven voor de concentraties van de verontreiniging in de bodem genomen in april 1989 door IWACO.

**Tabel B1.4**  
**Meetresultaten grondonderzoek in april 1989, IWACO**

Component	Concentratie [mg/kgds]			
	Benzeen	tolueen	ethylbenzeen	Xylenen
Grond 1 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 2 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 3 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 4a (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 4b (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 7 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 8 (0,0 - 0,2 m -mv)	0,1	1	0,18	0,39
Grond 9 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Grond 10 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Mengmonster COB17 (0,0 - 0,2 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05
Mengmonster COB17 (0,2 - 1,0 m -mv)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05



#### BIJLAGE 4 : TREFWOORDENLIJST OP ALPHABETISCHE VOLGORDE

black box benadering:	benadering waarbij uitsluitend de inkomende en uitgaande stofstromen van een bepaald systeem worden beschouwd, zonder nader in te gaan op de processen van het systeem zelf
detectiegrens:	concentratieniveau van een bepaalde stof waaronder de betreffende stof niet meer analytisch kan worden vastgesteld
diffunderen:	vermengen, verspreiden
dispersiemodel:	meteorologisch model waarbij de concentratie van stoffen op het niveau van blootstelling (aan lijszijde van de stort) wordt berekend aan de hand van de uitstoot van verontreinigingen vanuit het bodemoppervlak van de stort. De verspreiding wordt gemodelleerd met behulp van een boxmodel
Effects:	Een door TNO ontwikkeld dispersiemodel
emissie:	concentratie van uitstoot van stoffen vanuit de bron
geofysisch anomalien:	Deel van de geofysische metingen, waarvan de meetwaarden sterk afwijken van de overige metingen, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van onregelmatigheden in de bodem ter plaatse.
heterogeen:	ongelijkmatige verdeling van verontreinigingen in de bodem
homogeen:	gelijkmatige verdeling van de verontreinigingen in bodemlagen
immissie:	concentratie bij opname van stoffen, of concentratie van stoffen op niveau van blootstelling
interferentie:	wisselwerking, wederzijdse beïnvloeding
MAC-waarde:	Maximaal Aanvaardbare Concentratie, opgesteld door de Arbeidsinspectie. Dit is de hoogste concentratie van een stof in de lucht die op de werkplek gedurende een geheel arbeidsleven (circa 8 uur per werkdag) in het algemeen de gezondheid van werknemers niet schaadt.

MIC-waarde:	Maximale Immissie Concentratie. Dit is de hoogste concentratie van een stof in de lucht, b.v. de buitenlucht, die gedurende een heel leven (24 uur per dag, 7 dagen per week) in het algemeen de gezondheid van de mens niet schaadt.
off-scale:	buiten het meetbereik vallend
percolatiewater:	water dat uit de onderzijde of zijkanten van de stort sijpelt
piekimmissies:	hoogst voorkomende concentraties van stoffen op niveau van blootstelling
real-case:	situatie waarbij wordt uitgegaan van de meest voorkomende omstandigheden
representativiteit:	mate waarin de betreffende informatie een betrouwbaar beeld verschaft
worst-case:	situatie waarbij uitgegaan wordt van de in redelijkheid meest ongunstige omstandigheden



