

STORTGASEMISSIES STORTPLAATS NAUERNA

Eindrapport

Projectduur:	Mei-Juni 2011
Auteurs:	Hans Oonk
In samenwerking met:	-
Opdrachtgever:	N.V. Afvalzorg T.a.v. H. Scharff Nauerna 1 1566 PB Assendelft
Aantal pagina's:	27
Bijlagen:	

De auteursrechten van dit onderzoek berusten bij OonKAY! Alle rechten worden derhalve voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van OonKAY!

Voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer wordt verwezen naar de algemene voorwaarden van OonKAY!, dan wel de specifieke voorwaarden waaronder de overeenkomst tussen partijen in afgesloten.

Het ter inzage geven van dit rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Stortgasvorming en emissie	4
2.1 Vorming van stortgas	4
2.2 Winning, oxidatie en emissie.....	4
2.3 Prognose van gasvorming.....	5
3. Kwaliteit van de emissieschatting van stortplaats Nauerna	7
3.1 Prognose van methaanemissies	7
3.2 Kwaliteit van de prognose voor vorming.....	7
3.3 Winning en oxidatie.....	8
4. Emissiemetingen op stortplaats Nauerna	9
4.1 Methoden voor emissiemetingen	9
4.2 Wetgevend kader – gangbare praktijk	10
4.3 Emissiemetingen door Afvalzorg	10
5. Effecten van stortgasemissie op gezondheid	14
5.1 Effecten op gezondheid (literatuurstudie Vroon, 2000)	14
5.2 Opbouw van lokale luchtkwaliteit	14
5.3 Verspreiding van emissies rond een stortplaats	15
5.4 Verwachte concentraties van overige verontreinigingen in de omgeving van stortplaats Nauerna.....	17
5.5 Discussie 3 ^e Merwedehaven eind jaren '90.....	18
5.6 Vergelijking 3 ^e Merwedehaven en Nauerna.....	22
6. Conclusies en samenvatting	25
6.1 Kwantificering van emissies.....	25
6.2 Emissiemetingen	26
6.3 Gezondheidseffecten stortgasemissies	26
Referenties	27

1. INLEIDING

Wanneer afval wordt gestort, dan wordt het organisch materiaal in het afvalpakket omgezet naar stortgas. Stortgas is een mengsel van vooral methaan en CO₂, maar bevat in de regel ook sporen van andere vluchtige componenten. De emissie van dit stortgas kan een aantal milieuproblemen met zich meebrengen. Het methaan in het stortgas draagt bij aan de versterking van het broeikaseffect en specifieke componenten in het gas kunnen leiden tot geuroverlast in de directe omgeving van het afvalpakket. In enkele gevallen worden stortgasemissies ook in verband gebracht met gezondheidsproblemen bij medewerkers.

De GGD Zaanstreek Waterland heeft in samenwerking met RIVM in 2009 nader gekeken naar gezondheidsschade rond de stortplaats Nauerna en de mogelijke effecten van emissies van de stortplaats. Belangrijke conclusie van de GGD is “Op grond van beschikbare gegevens kan worden geconcludeerd dat blootstelling aan van de stortplaats van Afvalzorg afkomstige stoffen in voor de gezondheid schadelijke concentraties in de huidige situatie niet waarschijnlijk is.”

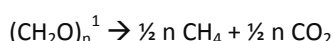
Belangrijk onderdeel van de door de GGD genoemde beschikbare gegevens zijn de emissies van stortgas. Afvalzorg heeft OonKAY! gevraagd om de manier waarop emissies uit het afvalpakket worden bepaald (met accent op methaanemissies) te evalueren. Daarnaast was de vraag om op basis van ervaringen in het verleden nog eens opnieuw te kijken naar de kans dat verspreiding van schadelijke componenten met het stortgas kan leiden tot gezondheidsschade in de directe omgeving van de stortplaats.

Dit rapport beschrijft de resultaten van deze evaluatie. Om deze resultaten begrijpelijk te maken voor derden wordt een korte toelichting gegeven van vorming van stortgas, modelleren en meten van emissies. Daarna worden de inspanningen van Afvalzorg geëvalueerd. In hst 5 wordt nader ingegaan op verspreiding van componenten in dit stortgas en de kans dat hierdoor de concentraties in de directe omgeving substantieel worden verhoogd. Dat laatste gebeurt o.a. door een vergelijking met de situatie bij stortplaats 3^e Merwedehaven te Dordrecht, waar in 2000 door RIVM uitgebreid aandacht is besteed aan mogelijke gezondheidseffecten als gevolg van stortgasemissies.

2. STORTGASVORMING EN EMISSIE

2.1 VORMING VAN STORTGAS

Stortgas wordt gevormd door biologische afbraak van organisch materiaal in het afval. Dit organisch materiaal komt in het afval door het storten van zaken als groen-afval, snoeiafval, houtafval, papier en textiel. Dit materiaal bevat op moleculair niveau componenten als suikers, eiwitten, vetten en polysachariden (hemicellulose en cellulose) die kunnen worden omgezet, bijvoorbeeld via de volgende reactievergelijking:



Stortgas bestaat dan vooral uit methaan (CH_4) en kooldioxide (CO_2). In werkelijkheid gebeurt deze omzetting in een aantal stappen, waarbij als organische zuren en esters als tussenproduct worden gevormd. Stortgas bevat dan ook vaak dit soort componenten in lage concentraties en dat draagt bij aan de karakteristieke geur van het gas. Stortgas kan ook zwavelverbindingen bevatten, zoals H_2S en mercaptanen, welke worden gevormd door biologische omzetting van zwavel in het afvalpakket (bijvoorbeeld afkomstig van gips uit het bouw- en sloopafval. Tenslotte kan het stortgas allerlei andere verontreinigingen bevatten, als gevolg van verontreiniging van het inkomende afval. Voorbeeld zijn CFK's en HCFK's, afkomstig van kunststof schuim en lege spuitbussen in het afvalpakket (Coops et al., 1995). De concentraties van deze verontreinigingen bedraagt in de regel maximaal enkele tientallen ppm-en. Uitzondering is H_2S welke in specifieke gevallen (bijvoorbeeld als veel gips in het afvalpakket is terechtgekomen) in hogere concentraties kan voorkomen.

2.2 WINNING, OXIDATIE EN EMISSIE

Het gevormde stortgas kan deels worden afgevangen in een systeem voor stortgas-onttrekking. Door benutting van dit onttrokken gas voor energieopwekking of het afkoken wordt dit stortgas omgezet tot vooral CO_2 en waterdamp. Het deel van het stortgas dat niet wordt afgevangen wordt geëmitteerd naar de atmosfeer.

Voordat componenten uit dit gas vrijkomen, kan een deel daarvan nog in de toplaag van de stortplaats worden omgezet. Methaan uit het stortgas wordt bijvoorbeeld omgezet naar CO_2 en water. Maar ook andere componenten kunnen worden omgezet. Sommige worden makkelijker en efficiënter omgezet dan methaan, simpelweg omdat ze beter wateroplosbaar zijn en daardoor beter voor bacteriën beschikbaar zijn. Onk (2000) schat de oxidatie van overige componenten als volgt in:

¹ $\text{C}(\text{H}_2\text{O})_n$ is een vereenvoudigde structuurformule van veel suikers en polysacchariden.

TABEL 1: OXIDATIE VAN SPECIEKE COMPONENTEN IN DE TOPLAAG VAN EEN STORTPLAATS

Component	Oxideerbaarheid (kwalitatief)	Oxideerbaarheid (schatting)
methaan, etheen, n-hexaan	redelijk	~10-60%
H ₂ S	goed	~95%
thioethers en mercaptanen	niet	0
aromaten (o.a. benzeen, toluen)	redelijk	~10-60%
chlooretheen, dichloorfluormethaan	redelijk	~10-60%
trichlooretheen, 1,2,3-trichloorpropaan, hexachloor-1,3-butadien, 1,1-dichloor-1-fluorethaan, 1,1-difluor-1-chloorethaan	niet	0

De uiteindelijke emissie van de diverse stoffen wordt berekend als:

$$\text{Emissie} = \text{vorming} - \text{winning} - \text{oxidatie}$$

2.3 PROGNOSE VAN GASVORMING

Voor het prognosticeren van stortgas uit afval zijn vormingsmodellen beschikbaar. Deze vormingsmodellen beschrijven hoeveel en hoe snel stortgas ontstaat uit één ton afval. De beschikbare vormingsmodellen bestaan zonder uitzondering uit twee delen:

- Een deel wat beschrijft hoe veel stortgas uiteindelijk per ton afval gevormd wordt. Deze hoeveelheid stortgas wordt in de regel berekend op basis van het product van de totale hoeveelheid afval, het organische stofgehalte in het afval en een inschatting welk deel van dit organische stof uiteindelijk wordt omgezet
- Een deel wat beschrijft hoe snel dit stortgas gevormd wordt. Vrijwel alle modellen gaan er van uit dat de vorming van stortgas zich gedraagt als een eerste orde proces, waarbij de afname van de afbraaksnelheid wordt gekarakteriseerd door een halfwaardetijd in de ordegrrootte van 7 jaar. Een verfijning van dit eerste orde model is een multi-fasen model, waarbij een snel, matig en langzame afbreekbare fractie wordt onderscheiden, die allemaal hun eigen afbraaksnelheid hebben (vaak met halfwaardetijden in de ordegrrootte van resp. 3, 7 en 20 jaar).

Bekende en breed geaccepteerde vormingsmodellen zijn:

- het TNO-model is begin jaren '90 opgesteld en gevalideerd aan de hand van resultaten van projecten voor stortgaswinning en methaanemissiemetingen in Nederland. Dit model is mogelijk wel wat verouderd en is vooral geldig voor stortplaatsen met huishoudelijk afval;
- het IPCC-model is ontwikkeld als bijlage bij de IPCC-richtlijnen uit 2006. Dit zijn richtlijnen bestemd voor nationale overheden voor berekening en rapportage van de emissies van broeikasgassen, waaronder methaan uit stortplaatsen. Het model kan worden gezien als een doorontwikkeling van het TNO-model (voor toepassing in onze klimaatzone) en is vooral geschikt voor stortplaatsen gedomineerd door huishoudelijk afval. Het model is onderontwikkeld voor anderssoortig afval;

- GasSim is ontwikkeld in Groot-Brittannië. GasSim is een model dat behalve de stortgasvorming ook de emissie en immissie in de directe omgeving van verontreinigingen voorspelt. Anders dan de andere modellen is GasSim geen spreadsheetprogramma, maar een zelfstandig computerprogramma. Daardoor is niet goed te achterhalen hoe het programma rekent en welke aannames worden gedaan over bijvoorbeeld het gehalte aan organische materiaal in bijvoorbeeld industrieel afval. Als gevolg daarvan is het ook niet mogelijk om GasSim wetenschappelijk te toetsen;
- LandGem is ontwikkeld voor de Amerikaanse overheid. Van alle modellen lijkt LandGem het minst goed toepasbaar om een aantal redenen. LandGem lijkt vooral te zijn gemaakt voor integraal stedelijk afval, voor een regio waar gescheiden inzameling en verwerking van GFT en papier onderontwikkeld is. LandGem biedt ook niet de mogelijkheid de afvalsamenstelling aan te passen aan wat er daadwerkelijk wordt gestort. Daarnaast is de snelheid van afbraak binnen LandGem eens stuk lager dan die in de andere modellen.

De bovenbeschreven modellen zijn vooral geschikt om stortgasvorming te voorspellen op stortplaatsen waar veel huishoudelijk afval of stedelijk afval ligt. Stedelijk afval is wat wordt ingezameld door gemeentelijke reinigingsdiensten en meestal een combinatie van huishoudelijk afval, veegafval, kantoor- en winkelaafval. Het bevat groenteafval, snoeiafval, houtafval, papier en textiel. Omdat op stortplaats Nauerna dergelijk materiaal nauwelijks is verwerkt, maar vooral veel ander afval met weinig afbreekbaar koolstof wordt gestort heeft Afvalzorg haar eigen model ontwikkeld, deels gebaseerd op de hiervoor genoemde modellen, deels gebaseerd op eigen metingen van o.a. koolstofgehalten in het aangeboden afval en gevalideerd aan de hand van uitgevoerde methaanemissiemetingen (zie hoofdstuk 4).

Vanwege het feit dat in Nederland sinds 1996 steeds minder afbreekbaar organisch materiaal wordt gestort geeft een aantal Nederlandse provincies de voorkeur aan het Afvalzorg model bij de jaarlijkse rapportage van stortgas emissies in het kader van de Europese regeling voor Pollutants Release and Transfer Registers (E-PRTR) (Ditters, 2009). Denemarken heeft ook stortverboden voor afbreekbaar organisch afval ingevoerd. De Deense overheid geeft op basis van een advies van de Deense Technische Universiteit eveneens de voorkeur aan het Afvalzorg model voor rapportage in het kader van E-PRTR (Scheutz et al., 2009).

3. KWALITEIT VAN DE EMISSIESCHATting VAN STORTPLAATS NAUERNA

3.1 PROGNOSE VAN METHAANEMISSIONS

Bij emissies naar de lucht vanuit stortplaatsen gaat de aandacht vooral uit naar de emissies van methaan. Methaan is een broeikasgas, waarvoor Nederland emissiedoelstellingen heeft geformuleerd en om die reden bestaat voor deze component veel aandacht voor monitoring. De emissies van overige componenten worden als veel minder problematisch ervaren (zie ook hoofdstuk 5) en krijgen minder aandacht. Methaanemissionen uit een stortplaats worden in de regel berekend. De berekening gebeurt aan de hand van de massabalans voor methaan:

$$\text{emissie} = \text{vorming} - \text{winning} - \text{oxidatie}$$

Afvalzorg publiceert in het milieujarverslag met name de emissie, oxidatie en onttrekking. De vorming wordt wel genoemd in het milieujarverslag maar heeft minder nadruk. De prognose van de vorming is echter bepalend voor de hoogte van de emissie. Om die reden wordt hieronder nader ingegaan op de prognose van de vorming.

3.2 KWALITEIT VAN DE PROGNOSE VOOR VORMING

De kwaliteit van een prognose van stortgasvorming wordt bepaald door een aantal factoren:

- De nauwkeurigheid waarmee afval aan de poort wordt gewogen en vervolgens in diverse categorieën wordt onderverdeeld.
- De nauwkeurigheid waarmee de gehalten aan organisch koolstof bekend zijn.
- De manier waarop op basis van de gehalten aan organisch koolstof uiteindelijk de gasvorming wordt bepaald (het toegepaste model)

Ad 1) Bij stortplaats Nauerna wordt aan de poort van iedere lading de hoeveelheid gewogen en samen met de aanbieder/herkomst van het afval geregistreerd. Aan de hand van deze gegevens wordt uiteindelijk een lijst opgesteld met de totale gestorte hoeveelheid afval per soort afval, als invoer voor het vormingsmodel. De manier waarop Afvalzorg dit doet is vergelijkbaar met andere stortplaatsen in Nederland.

Ad 2) Voor de gehalten aan organische koolstof in de diverse afvalfracties worden algemeen geaccepteerde standaardwaarden aangenomen, zoals bijvoorbeeld worden voorgesteld door Agentschap NL of IPCC. Wanneer deze standaardwaarden als te onnauwkeurig worden ervaren, dan worden door Afvalzorg gerichte analyses uitgevoerd om deze waarden te verbeteren. Daarmee doet Afvalzorg meer dan de meeste andere stortplaatsen in Nederland om stortgasemissionen te kwantificeren.

Ad 3) Voor de berekening van vorming gebruikt Afvalzorg haar eigen model. Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven lijkt dit model beter geschikt dan andere beschikbare modellen voor kwantificeren van stortgasvorming uit afval, zoals dat op stortplaats Nauerna wordt gestort.

3.3 WINNING EN OXIDATIE

De hoeveelheid methaan die wordt afgevangen in het systeem door stortgasonttrekking wordt vastgesteld door meting van de totale hoeveelheid onttrokken stortgas en door meting van de methaanconcentratie in het gas. De hoeveelheid onttrokken stortgas wordt continu geregistreerd met behulp van een debietmeter. De methaanconcentratie in het stortgas wordt continu geregistreerd met on-line analysers. De hoeveelheid stortgas wordt niet gecorrigeerd voor druk, temperatuur en vochtgehalte. Door de overdruk na de compressor leidt dit tot een lichte onderschatting van de hoeveelheid onttrokken methaan en dus tot een overschatting van de methaanemissies. De hoeveelheid gas wordt ook geregistreerd. Uiteindelijk wordt een vermeden methaanemissie verkregen per dag, welke wordt gesommeerd tot een totaal per jaar. Met deze manier van registreren van de hoeveelheid gewonnen methaan is Afvalzorg onderdeel van een groep stortplaatsen die de gewonnen hoeveelheid goed registreert.

De oxidatie van methaan in de toplaag van stortplaats Nauerna wordt door Afvalzorg ingeschat op 40%. Deze inschatting van oxidatie is gebaseerd op een interpretatie van methaanemissiemetingen, weergegeven verderop in Tabel 2. Deze 40% is hoger dan de 10% die standaard wordt aangenomen voor methaanoxidatie voor stortplaatsen waarvoor geen meetgegevens beschikbaar zijn. Deze 10% is vastgelegd op internationaal niveau in de IPCC Guidelines (2006) en is bewust laag gekozen om verdere metingen van methaanemissies en methaanoxidatie niet te ontmoedigen. De werkelijke oxidatie op stortplaatsen lijkt wat hoger te zijn (Oonk, 2010). De meeste Nederlandse stortplaatsen hebben geen metingen uitgevoerd om methaanemissie of oxidatie in te schatten en nemen daarom de 10% oxidatie over. De meetingspanning vanaf 1997 tot nu (zie hoofdstuk 4.3) rechtvaardigen voor stortplaats Nauerna een wat hogere methaanoxidatie. Alleen lijkt de 40% oxidatie mogelijk een overschatting van de werkelijkheid. De meest recente emissiemetingen suggereren eerder een methaanoxidatie in de ordegrootte van 30%.

4. EMISSIONMETINGEN OP STORTPLAATS NAUERNA

4.1 METHODEN VOOR EMISSIONMETINGEN

Methaanemissies uit stortplaatsen zijn erg variabel van plaats tot plaats en veel van de emissies komen vrij via scheuren in de afdeklaag. Gevolg is dat de emissies erg variabel zijn en dat er verschillen van een factor 1000 kunnen optreden tussen de emissies op één plek en de emissies een paar meter verderop. Emissies zijn ook variabel in de tijd en worden beïnvloed door het weer (bijvoorbeeld door luchtdruk en regenval). Daarnaast zijn emissies seizoensafhankelijk, doordat oxidatie in de toplaag in de winter minder is dan in de zomer.

De variabiliteit in plaats en tijd maakt het lastig om methaanemissies te meten. Momenteel is er nog geen overeenstemming welke methode betrouwbare resultaten oplevert tegen redelijke kosten. Enkele meetmethoden die zijn toegepast en ook voor stortplaats Nauerna van belang zijn, zijn:

- Doosmetingen, waarbij een doos met een oppervlak van ongeveer 1 m² omgekeerd op het oppervlak wordt gezet, waarna wordt gemeten hoeveel methaan door de doos wordt afgevangen. Nadeel van de doosmeting is dat erg veel metingen nodig zijn om de variatie van plaats tot plaats goed te kunnen beschrijven. In de praktijk blijkt dat dit de methode zo arbeidsintensief maakt, dat ze niet meer kosteneffectief is. Door de overheid in Groot-Brittannië is een protocol gemaakt, waarmee doosmetingen kunnen worden uitgevoerd, maar er bestaat grote twijfel of de in dit protocol voorgeschreven inspanning voldoende is om een voldoende nauwkeurige meting van emissies te verkrijgen. In de laatste jaren worden ook pogingen gedaan om werkwijzen te verbeteren, bijvoorbeeld door bij de doosmetingen gericht te zoeken naar de hot-spots van emissie en door verbeterde statistische interpretatie van de resultaten.
- Massabalansmetingen, waarbij concentraties boven het afvalpakket worden gemeten, naast de windsnelheid, en vervolgens worden omgerekend naar emissies uit het afvalpakket. De massabalansmeting lijkt een veelbelovende techniek, is in staat om emissies te bepalen van een groter oppervlak en ook gedurende een langere tijd. De methode behoeft echter nog nadere validatie en lijkt minder geschikt voor grotere stortplaatsen (> 10 ha).
- Pluimmetingen, waarbij methaanconcentraties verderop worden gemeten, samen met de concentraties van een zgn. gasvormige tracer, welke met een bekende snelheid wordt vrijgelaten boven het afvalpakket. De methode geeft een emissiemeting van een gehele stortplaats, echter alleen gedurende een bepaald uur of een bepaald dagdeel. De methode is ook erg kostbaar.
- Statische pluimmetingen zijn een vereenvoudiging van de pluimmeting, bedoeld om de methode wat beter betaalbaar te maken. Met deze methode kunnen emissies van een geheel afvalpakket worden gemeten. Door kostenreductie wordt het ook haalbaar om meerdere metingen uit te voeren in bijvoorbeeld een week tijd.

Iedere methode heeft zijn specifieke voor- en nadelen, maar geen enkele methode is vooralsnog in staat om betrouwbare emissies te geven voor kosten in de ordegrootte van € 5.000-€ 10.000 per meting.

4.2 WETGEVEND KADER – GANGBARE PRAKTIJK

Doordat er eigenlijk nog geen goede meetmethode is, is er geen algemeen wetgevend kader, welke stortplaatsen verplicht om emissiemetingen van methaan, stortgas of andere componenten uit dit stortgas uit te voeren. Bijvoorbeeld in het Stortbesluit, dat richtlijnen geeft voor vergunningen op stortplaatsen, wordt niets gezegd over het uitvoeren van dit soort metingen. Ook op Europees niveau is niets voorgeschreven. Het Technical Adaptation Committee van de Europese Commissie heeft in 2010 een voorstel om methaan emissie grenswaarden op te nemen in de Europese Richtlijn Storten verworpen met als argument dat geen geschikte meetmethoden voorhanden zijn en handhaving van grenswaarden zodoende onuitvoerbaar is.

Ook de specifieke milieuvergunning van stortplaats Nauerna zelf bevat geen verplichting tot het uitvoeren van stortgasmetingen. De vergunning van stortplaats Nauerna wijkt daarmee niet af van de vergunningen van overige Nederlandse stortplaatsen.

Ook in de dagelijkse praktijk blijken op stortplaatsen in Nederland geen emissiemetingen te worden uitgevoerd. In Nederland zijn vooral ECN en TNO actief, resp. actief geweest op het gebied van ontwikkeling en uitvoeren van emissies. Door TNO zijn de laatste emissiemetingen uitgevoerd in 2001 en is daarna door reorganisaties en het verzelfstandigen van relevante expertise de capaciteit om emissiemetingen uit te voeren verloren gegaan. ECN is nog wel in staat om emissiemetingen uit te voeren, maar behoudens de hierna genoemde metingen bij Afvalzorg, zijn sinds 2001 geen metingen van stortgasemissies uitgevoerd.

Ook internationaal worden slechts sporadisch emissiemetingen uitgevoerd. In de meeste gevallen zijn de emissies vastgesteld met behulp van doosmetingen. In de meeste gevallen zijn de metingen uitgevoerd zonder duidelijk protocol. De geavanceerdere meetmethoden (bijvoorbeeld pluimmetingen) worden slechts sporadisch toegepast, meestal in het kader van een onderzoeksproject van een universiteit; zelden of nooit op initiatief van een stortplaatsexploitant of op verzoek van het bevoegd gezag.

4.3 EMISSIEMETINGEN DOOR AFVALZORG

Afvalzorg doet sinds medio jaren '90 meer moeite dan andere stortplaatsbeheerders (zowel in Nederland als internationaal) om methaanemissies van stortplaatsen te meten en daarvoor ook geschikte meetmethoden voor te ontwikkelen. De inspanningen binnen Afvalzorg vallen in drie perioden uiteen:

- 1997-1999: ontwikkeling pluimmeetmethoden in samenwerking met ECN

- 2000-2002: ontwikkeling massabalansmethode en statische pluimmeting in samenwerking met ECN en TNO
- 2006-heden: doorontwikkeling statische pluimmetingen met ECN

De meeste emissiemetingen vonden plaats op de stortplaatsen Nauerna en Braambergen. Deze twee stortplaatsen zijn daarmee ook de meest intensief bemeten stortplaatsen wereldwijd.

De resultaten van de emissiemetingen op stortplaats Nauerna zijn weergegeven in onderstaande tabel.

TABEL 2: RESULTATEN VAN EMISSIEMETINGEN OP STORTPLAATS NAUERNA

Van	methode	Emissie (kg CH ₄ /hr)	95% CI (kg CH ₄ /hr)	Winning (kg CH ₄ /hr)	opmerkingen
April 1997	DPM	223	44	0	Gasonttrekking in aanbouw Emissies verhoogd als gevolg van graafwerkzaamheden
Mei 1998	DPM	111	47	45	
Nov. 1998	DPM	371	108	45	
April-Juni 2001	MBM	378	93	52	
April-Juni 2001	SPM1	314	129	52	
April 2001	DPM	543	100	52	
Mei 2001	DPM	393	64	52	
Juni 2001	DPM	386	179	52	
Jan 2006	DPM	159	29	69	
Jan 2006	SPM2	173	29	69	
17 Juni 2009	SPM2	126	36	70	
25 Juni 2009	SPM2	126	47	70	

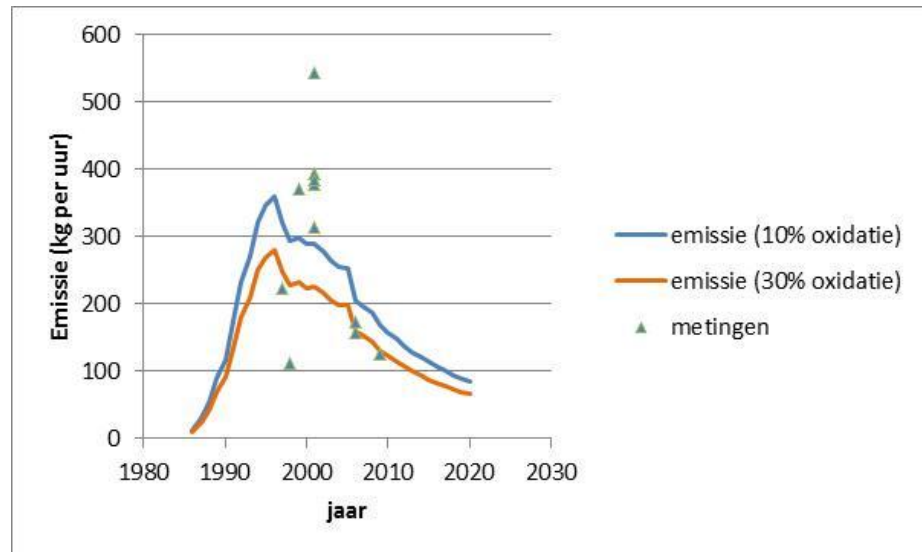
DPM: dynamische pluim methode

MBM: massa balans methode

SPM1: statische pluim methode versie 1

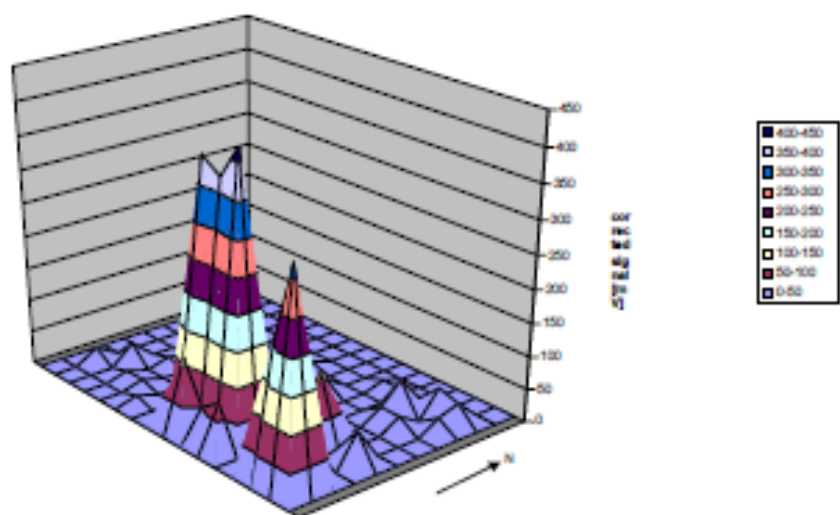
SPM2: statische pluim methode versie 2

De resultaten van de methaanemissiemetingen kunnen worden gebruikt om de gemodelleerde emissie te valideren. Probleem hierbij is dat de methaanoxidatie een onbekende is. Op nationaal niveau wordt aangenomen dat de methaanoxidatie ongeveer 10% bedraagt van het verschil tussen vorming en winning, maar in specifieke gevallen lijkt een wat hogere oxidatie meer voor de hand te liggen. In onderstaande figuur is de vergelijking gemaakt voor 10% oxidatie en 30% oxidatie. Op basis van deze resultaten lijkt het model het gemiddelde van de emissie in de periode rond 2000 wat te onderschatten redelijk goed te beschrijven, maar is de fluctuatie in de periode groot. Voor de periode 2005-2010 lijken de resultaten accurater en worden emissies goed beschreven onder aanname van een methaanoxidatie van 30%.



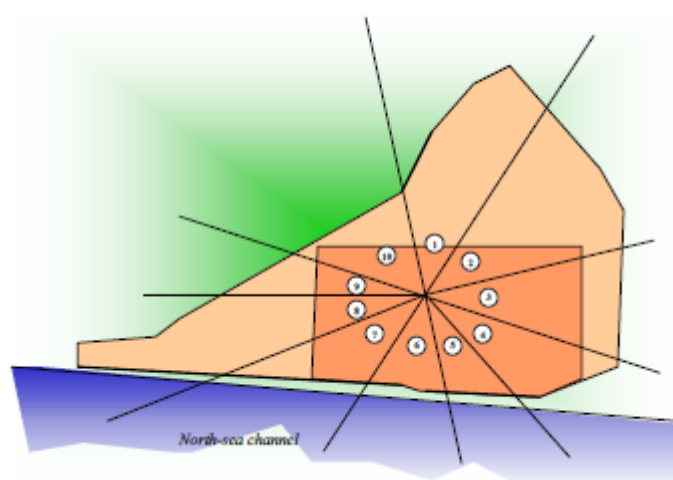
FIGUUR 1: VERGELIJKING VAN GEMODELLEERDE EN GEMETEN METHAANEMISSION.

De metingen met de massabalansmethode en de oppervlaktescreening als voorbereiding op deze metingen geven een indicatie van het zwaartepunt van emissies op het afvalpakket. Als voorbereiding op de emissiemetingen is een oppervlaktescreening uitgevoerd, waarbij concentraties vlak boven het oppervlak zijn vastgelegd. Het resultaat staat weergegeven in Figuur 2. De hoogste concentraties werden gemeten in de zuidoostelijke hoek van het afvalpakket.



FIGUUR 2: RESULTAAT OPPERVLAKTSCREENING ALS VOORBEREIDING OP DE MASSABALANSMETINGEN. DE NOORD-ZUID RICHTING STAAT WEERGEGEVEN IN DE FIGUUR (SCHARFF ET AL, 2003).

Bij de massabalansmeting zelf worden emissies verkregen van verschillende sectoren van het afvalpakket. In Figuur 3 staat de sectorindeling van stortplaats Nauerna weergegeven en Tabel 3 geeft de emissies per sector. De noordoostelijke sectoren 1 en 2 vertonen de laagste emissies.



FIGUUR 3: SECTORINDELING MASSABALANSMETINGEN (SCHARFF ET AL, 2003).

TABEL 3: RESULTATEN MASSABALANSMETING PER SECTOR (SCHARFF ET AL, 2003).

Sector	X (m)	angle (°)	area (m ²)	CH ₄ -flux (l m ⁻² .hr ⁻¹)			total flux (m ³ CH ₄ hr ⁻¹)	95%-CI (m ³ CH ₄ hr ⁻¹)
				mean	SD	n		
1	95	45	3,544	1.67	1.51	181	5.9	0.8
2	198	45	15,395	1.29	0.79	50	19.8	3.4
3	436	30	49,767	0.74	0.73	8	37.0	30.5
4	434	30	49,311	1.16	0.79	10	57.4	27.8
5	324	30	27,483	2.49	0.98	7	68.4	24.9
6	278	45	30,349	3.89	1.66	37	118.2	16.8
7	290	35	25,687	3.59	1.69	162	92.3	6.7
8	237	20	9,803	4.92	2.08	59	48.3	5.3
9	234	20	9,557	3.61	2.47	143	34.5	3.9
10	144	60	10,857	4.12	2.83	199	44.8	4.3
		360	231,754			856	527	

5. EFFECTEN VAN STORTGASEMISSIE OP GEZONDHEID

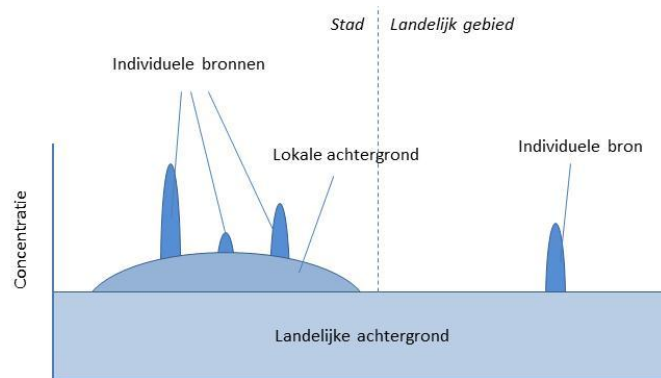
5.1 EFFECTEN OP GEZONDHEID (LITERATUURSTUDIE VROON, 2000)

Storten van afval kan in specifieke gevallen aanleiding geven tot problemen met de volksgezondheid rond stortplaatsen. Vroon (2000) heeft hier een literatuurstudie naar uitgevoerd, met nadruk op beschikbare epidemiologische studies (studies waar relaties worden gelegd tussen gezondheidsschade en stortplaatsen). De belangrijkste conclusies waren de volgende:

- In alle gevallen waar gezondheidsschade in de omgeving van de stortplaats is aangetoond, is er sprake van een combinatie van storten van gevaarlijk afval en het ontbreken van gangbare beheersmaatregelen, zoals een onderafdichting.
- Er zijn geen resultaten beschikbaar van epidemiologische studies voor beheerste stortplaatsen. Blijkbaar bestaat veel minder behoefte om deze stortplaatsen te bestuderen, en/of zijn resultaten van studies niet verontrustend en halen daardoor minder snel de publiciteit.
- Er zijn drie wegen waarlangs verontreinigingen in de omgeving kunnen komen.
1) Via het percolaat en het grondwater. 2) Via stof dat verwaait op de stortplaats en 3) met het gevormde gas. Verspreiding via bodem en grondwater is de meest voor de hand liggende manier voor verspreiding van verontreiniging. Verspreiding via het gevormde gas levert geen risico's op omdat concentraties in het gas al klein zijn (maximaal enkele ppm-en) en doordat het geëmitteerde gas direct wordt verdund met een factor 10.000-100.000. Het gevolg van beide is dat de concentraties in de lucht in de directe omgeving voor de meeste componenten niet meer aantoonbaar is ten opzichte van de bestaande achtergrondwaarden.

5.2 OPBOUW VAN LOKALE LUCHTKWALITEIT

Om de effecten van emissies van stortgas goed te begrijpen, is het noodzakelijk om de manier waarop de lokale luchtkwaliteit wordt bepaald te begrijpen. Alle emissies in Nederland of Noordwest Europa zorgen ervoor dat er een soort deken over ons land ligt. Afhankelijk van de totale emissie van een specifieke component en de snelheid waarmee de component uit de atmosfeer wordt verwijderd ligt dit niveau hoger of lager. De totale emissie van methaan bijvoorbeeld is vrij hoog en methaan wordt niet snel afgebroken. Als gevolg hiervan heeft methaan een landelijk achtergrondniveau van ongeveer 2 ppm of 1,5 mg/m³. Benzeen wordt minder uitgestoten en wordt veel sneller afgebroken in de atmosfeer en daardoor zijnde achtergrondwaarden aanzienlijk minder (0,6-1 µg/m³).



FIGUUR 4: OPBOUW VAN DE CONCENTRATIES VAN VERONTREINIGINGEN IN DE LUCHT ALS GEVOLG VAN LOKALE BRONNEN EN BRONNEN VERDER WEG.

Wanneer veel emissiebronnen zich dicht bij elkaar bevinden, dan leidt dit lokaal tot een verhoging van de achtergrondwaarde. Benzeen bijvoorbeeld, wordt vooral uitgestoten door het wegverkeer, maar ook door op- en overslag van brandstoffen. In Amsterdamse havengebied worden daardoor verhoogde benzeenconcentraties gemeten². De emissie van de individuele bron kan uiteindelijk tot een verhoging leiden bovenop de landelijke en lokale achtergrond.

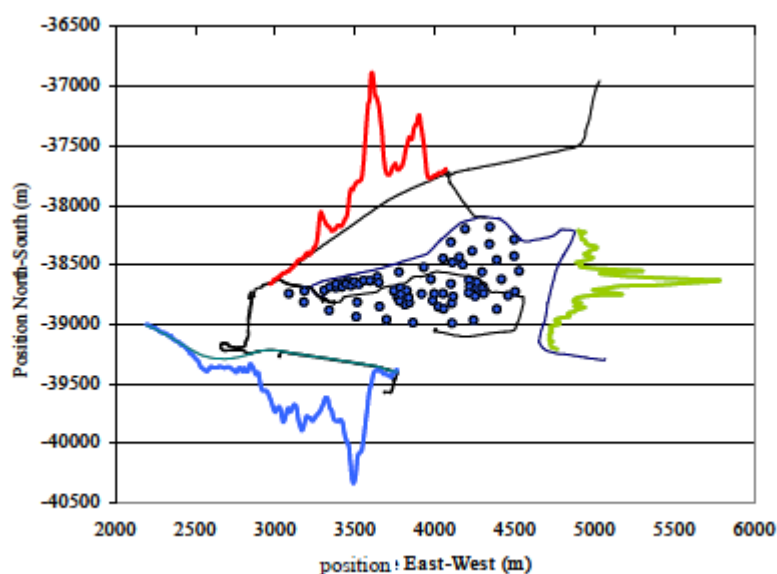
5.3 VERSPREIDING VAN EMISSIES ROND EEN STORTPLAATS

Zoals in de studie van Vroon (2000) is aangegeven, wordt geëmitteerd stortgas direct na emissie al verdund met een factor 10.000-100.000. Dat blijkt ook uit de methaanemissiemetingen die op stortplaats Nauerna zijn uitgevoerd. In het gevormde gas is methaan aanwezig in concentraties van 50 vol% (500.000 ppmv³). Bij een FID-screening, direct boven het oppervlak in 2001, werd maximaal concentraties van 350 ppmv gemeten (zie ook Figuur 2). Dit houdt dus in dat het stortgas hier al een factor 1000 is verdund.

Bij de TDL-metingen zijn methaanconcentraties gemeten op een aantal wegen rond de stortplaats (te weten de Provinciale Weg noordelijk van het afvalpakket; de Kanaaldijk ten oosten daarvan; en de Noordzeekanaalweg aan de zuidkant van het Noordzeekanaal). De maximale verhoging van de methaanconcentratie op de provinciale weg (bovenop de achtergrondconcentratie aan methaan) bedroeg 1 ppmv, bij windsnelheden van 3 à 4 m s⁻¹. Op windstille dagen konden deze verhoging oplopen tot 4 à 5 ppmv (Hensen, 2011). Op de bedrijfsweg direct rond de stortplaats, werden bij die metingen soms concentraties van 50-60 ppmv gemeten, wat duidt op een verdunning met een factor 10.000.

² tot soms 2 µg/m³, maar nog altijd beneden de eisen die Europa stelt aan luchtkwaliteit m.b.t. benzeen Milieucompendium, 2011).

³ ppmv staat voor deeltjes per miljoen deeltjes. Dus 1 ppmv methaan betekent dat van de miljoen moleculen in het gas, één molecuul methaan is.



FIGUUR 5: METHAANCONCENTRATIES (VERHOOGING TEN OPZICHTE VAN DE ATMOSFERISCHE ACHTERGRONDWAARDEN) RONDOM DE STORTPLAATS NAUERNA, ALS GEMETEN TIJDENS DIVERSE TDL-METINGEN IN 2001.

Deze resultaten, gemeten op verdere afstand van het afvalpakket, komen goed overeen met de concentraties, welke worden berekend wanneer in een verspreidingsmodel de emissie van een vierkante bron met een oppervlak van 50 ha wordt voorspeld (Hensen, 2011).

TABEL 4: MET EEN VERSPREIDINGSMODEL BEREKENDE CONCENTRATIES METHAAN (IN PPB)⁴ VAN EEN 50 HA STORTPLAATS, ALS FUNCTIE VAN DE METHAANEMISSION, WINDSNELHEID EN AFSTAND TOT DE RAND VAN DE STORTPLAATS.

windsnelheid (m/s)	Methaanemissie: 200 kg/uur			methaan emissie: 400 kg/uur		
	Afstand (in m)			Afstand (in m)		
	50	500	1000	50	500	1000
3	1486	778	463	2972	1556	926
5	894	514	287	1787	1028	574
7	634	370	208	1269	741	417

Op basis van deze concentraties en de concentratie aan methaan in het geëmitteerde stortgas kan ook weer een verdunningsfactor van het gas worden berekend. Dat gebeurt in Tabel 5.

⁴ Ppb is parts per billion. Dus aantal deeltjes op een miljard deeltjes in totaal. 1 ppb is 1/10.000.000 %

TABEL 5: MET EEN VERSPREIDINGSMODEL BEREKENDE VERDUNNINGSFACTOREN OP AFSTAND VAN DE RAND VAN DE STORTPLAATS

windsnelheid (m/s)	Methaanemissie: 200 kg/uur			methaan emissie: 400 kg/uur		
	Afstand (in m)			Afstand (in m)		
	50	500	1000	50	500	1000
3	340.000	640.000	1.080.000	170.000	320.000	540.000
5	560.000	970.000	1.740.000	280.000	470.000	870.000
7	790.000	1.350.000	2.400.000	390.000	680.000	1.200.000

Zowel de gemeten concentraties aan methaan, zoals bepaald bij emissiemetingen in het verleden als verspreidingsberekeningen (Tabel 5) duiden op een verdunning op enige afstand van het afvalpakket van ruim 100.000 tot ruim een miljoen. Direct naast het afvalpakket (op enige meters) is er minder goede overeenstemming tussen metingen en model, maar is de gemeten verdunning nog steeds een factor 10.000. Bovenop het afvalpakket kan een verdunning van minimaal een factor 1000 worden verwacht.

5.4 VERWACHTE CONCENTRATIES VAN OVERIGE VERONTREINIGINGEN IN DE OMGEVING VAN STORTPLAATS NAUERNA

Voor stortplaats Nauerna worden de concentraties aan verontreinigingen in het gevormde gas met enige regelmaat gemeten. Verderop in Tabel 7 worden resultaten voor stortplaats Nauerna gepresenteerd, de meeste in ppmv. Concentraties in ppmv kunnen worden omgerekend naar concentraties in mg/m³ door ze te delen door 22,4 (volume onder standaardomstandigheden in l van één mol gas) en ze te vermenigvuldigen met het molgewicht van de component.

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = MW/22,4 * C \text{ (ppm)}.$$

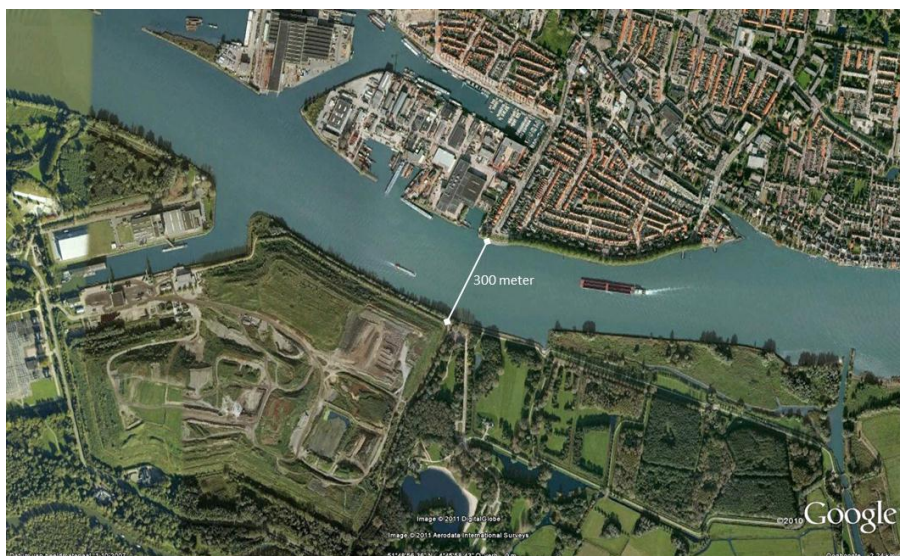
Bij molgewichten van de meeste componenten in het gas van maximaal 150, is een conservatieve aanname dat 1 ppmv gelijk is aan 6 mg/m³. Uit Tabel 7 blijkt dan dat alle concentraties (behalve die van H₂S) lager zijn dan 1 à 2 mg m⁻³. Bij een 1000-voudige verdunning net boven het stortoppervlak zijn de concentraties dan al snel 1 à 2 µg/m³. Op afstand is de bijdrage aan de heersende concentratie beperkt tot maximaal 0,01-0,02 µg/m³. Dat is minimaal een factor 10 minder dan wat er al in de achtergrond voor de meeste verontreinigingen aanwezig is (zie Tabel 6).

Voor H₂S geldt een iets ander verhaal. Hiervan is een verhoogde concentratie aanwezig in het gevormde gas. H₂S wordt eenvoudig geoxideerd in de toplaag en zal dus voor een groot deel worden afgebroken en komt dus niet vrij in de atmosfeer. Maar ook als dit niet het geval zou zijn, zouden concentraties vlak boven het oppervlak beperkt blijven tot 0,5 mg/m³ (bij een 1000-voudige verdunning) en verderop tot 5 µg/m³ (bij een 100.000-voudige verdunning). Dat is in alle gevallen beneden de als

acceptabel geachte waarden (voor H_2S geldt een MAC-waarde⁵ van 1,6 ppm = 2,4 mg/m³)

5.5 DISCUSSIE 3^E MERWEDEHAVEN EIND JAREN '90

Eind jaren '90 stond de stortplaats 3^e Merwedehaven in Dordrecht ter discussie, vooral door klachten uit Sliedrecht over geuroverlast. In een later stadium kwam daar de zorg bij over gezondheidsschade in de directe omgeving van de stort, als gevolg van verspreiding van toxische componenten met het geëmitteerde stortgas. Figuur 6 geeft de situatie weer. De stortplaats ligt direct aan de Merwe met Sliedrecht direct aan de overzijde.



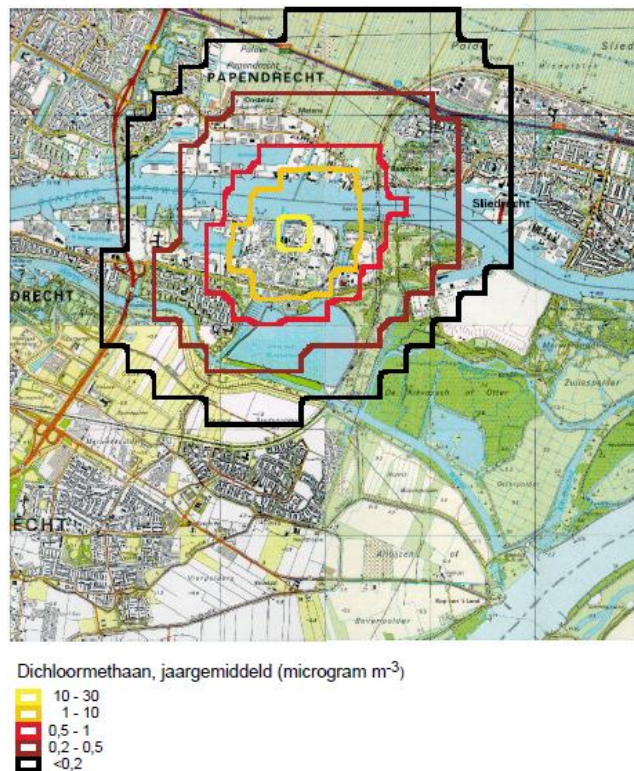
FIGUUR 6: SITUATIE STORTPLAATS 3^E MERWEDEHAVEN TE DORDRECHT MET SLIEDRECHT AAN DE OVERZIJDE VAN DE MERWEDE

In 2000 is door RIVM uitgebreid onderzoek gedaan naar gezondheidsproblemen in Sliedrecht als gevolg van stortgasemissies (Mennen, 2000). Dat is op twee manieren gebeurd:

- Er is een uitgebreid emissiemodel gemaakt van de stortplaats. Dus per compartiment en per talud zijn de emissies ingeschat van een groot aantal componenten in kg per uur. Daarnaast zijn de omliggende bronnen in kaart gebracht (bijvoorbeeld de emissies van de naastgelegen verbrandingsinstallatie en ook de iets verderop gelegen chemische fabrieken van DuPont). Vervolgens is door middel van verspreidingsberekeningen de concentraties in de lucht in de omgeving berekend en vergeleken met kwaliteitseisen voor blootstelling. Figuur 7 geeft als voorbeeld als resultaat de verspreiding van dichloormethaan. De meeste emissies zijn afkomstig van andere bedrijven in de omgeving van het afvalpakket en

⁵ de MAC -waarde is de maximale concentratie van een gas, damp of nevel of van een stof in de lucht op de werkplek, die bij inademing gedurende arbeidsperiode in het algemeen geen nadelige gevolgen heeft op de gezondheid van de werknemers en hun nageslacht.

de bijdrage aan de jaargemiddelde concentratie in de buitenlucht is minder dan 1 microgram per m^{-3} voor Sliedrecht.



FIGUUR 7:VOORBEELD - RESULTAAT VERSPREIDINGSBEREKENING DICHLOORMETHAAN ALS GEVOLG VAN ACTIVITEITEN OP EN ROND DE STORTPLAATS 3^E MERWEDEHAVEN.

- Daarnaast zijn in Sliedrecht de concentraties in de lucht uitgebreid gemeten. Dit is o.a. gebeurd met passieve samplers, dat zijn meetinstrumenten die op plaatsen kunnen worden opgehangen en daar gedurende langere tijd verontreinigingen in de lucht kunnen opnemen. Analyse van zo'n passieve sampler geeft uiteindelijk een gemiddelde concentratie in de lucht voor een breed spectrum aan componenten. Tabel 6 geeft een samenvatting van de resultaten van deze metingen en vergelijkt deze met metingen als gedaan door het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit⁶. De concentraties in Sliedrecht wijken niet significant af van de concentraties gemeten in het LML. Uit een analyse van de gemeten concentraties naar de windrichting blijkt, dat er geen grote systematische verschillen bestaan in de gemiddelde concentraties en percentielen voor de verschillende brongebieden.

⁶ In het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit worden op verschillende meetstations, verspreid over heel Nederland concentraties van bepaalde componenten in de buitenlucht continu gemeten. Doel hiervan is het bepalen en volgen van de algehele luchtkwaliteit in Nederland. Hierover wordt door RIVM jaarlijks aan het ministerie van VROM gerapporteerd.

De belangrijkste conclusies van het RIVM onderzoek zijn dat zowel de verspreidingsberekeningen als de immissiemetingen hebben uitgewezen, dat concentraties aan toxische stoffen in de woonomgeving in Sliedrecht niet anders zijn dan wat gemiddeld in de buitenlucht in Nederland wordt gemeten. Het optreden van gezondheidseffecten als gevolg van blootstelling aan deze toxische stoffen in de bewoonde gebieden van Dordrecht en Sliedrecht is derhalve niet aannemelijk.

TABEL 6: VERGELIJKING CONCENTRATIES GEMETEN IN DE BUITENLUCHT IN SLIEDRECHT MET DE CONCENTRATIES ALS GEMETEN IN ENKELE MEETSTATIONS VAN HET LANDELIJK MEETWERK LUCHTVERONTREINING (CONCENTRATIES IN $\mu\text{g per m}^{-3}$)

	Sliedrecht					LML stations 415, 638 en 640				
	gem	max	50p	75p	95p	Gem	max	50p	75p	95p
1,1,1-trichloroethaan	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0-0.3	0.3-0.3	0.2-0.2	0.2-0.3	0.3-0.3
1,1,2-trichloroethaan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
1,2,3-trichlorobenzeen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
1,2,3-trimethylbenzeen	0.3	1.1	0.2	0.3	0.9	0.3-0.5	1.2-1.4	0.2-0.5	0.4-0.6	0.5-1
1,2,4-trichlorobenzeen	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
1,2,4-trimethylbenzeen	0.5	2.2	0.4	0.6	1.2	0.4-2.3	1.4-5.1	0.3-2.1	0.5-3.1	1.1-4.6
1,2-dichlorobenzeen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0-0	0-0.2	0-0	0-0	0-0.1
1,2-dichloroethaan	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0-0	0.2-0.8	0-0	0-0	0.1-0.7
1,2-dichloropropaan	0.5	4.0	0.4	0.8	1.2	0.1-0.5	1.5-2.2	0-0.4	0-0.8	1-1.5
1,3,5-trichlorobenzeen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
1,3,5-trimethylbenzeen	0.1	0.5	0.1	0.2	0.3	0.1-0.6	0.4-1.5	0.1-0.6	0.1-0.9	0.2-1.3
1,3-dichlorobenzeen	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0-0	0-0.1	0-0	0-0	0-0
1,4-dichlorobenzeen	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0-0	0.1-0.2	0-0	0-0	0-0.1
2-ethyltolueen	0.2	0.5	0.1	0.2	0.4	0.1-0.6	0.5-1.3	0.1-0.6	0.2-0.8	0.4-1.2
2-methylnaftaleen	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0-0.1	0.1-0.2	0-0.1	0-0.1	0-0.2
3-ethyltolueen	0.3	1.0	0.2	0.4	0.7	0.3-1.4	0.9-3.2	0.2-1.3	0.3-1.9	0.7-2.8
4-ethyltolueen	0.1	0.5	0.1	0.2	0.4	0.1-0.7	0.5-1.6	0.1-0.6	0.2-0.9	0.3-1.4
Benzeen	0.6	3.3	0.6	0.8	1.4	1-2.5	2.9-6.6	0.8-2.3	1.3-3.2	2.1-4.7
Butylbenzeen	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0-0.1	0.1-0.3	0-0.1	0-0.1	0-0.2
Chloorbenzeen	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0-0.1	0-1.3	0-0	0-0.1	0-0.7
Cumeen	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0-0.1	0.3-0.4	0-0.1	0-0.2	0.1-0.3
Cymeen	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0-0	0.1-0.2	0-0	0-0	0-0.1
Decaan	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1-0.4	0.3-0.9	0-0.4	0.1-0.6	0.2-0.9
Dodecaan	0.1	0.5	0.1	0.1	0.3	0-0.1	0.1-0.3	0-0.1	0.1-0.1	0.1-0.2
Ethylbenzeen	0.5	1.6	0.5	0.7	1.1	0.6-1.9	1.9-4.5	0.5-1.7	0.7-2.4	1.3-3.8
Fenol	0.2	1.6	0.0	0.0	1.2	0-0	0-0.2	0-0	0-0	0-0.1
Heptaan	0.3	1.3	0.2	0.3	0.6	0.3-0.6	0.8-1.5	0.2-0.5	0.3-0.8	0.6-1.3
Hexaan	0.7	2.5	0.5	0.7	1.5	1-2.8	6.7-14	0.7-1.7	1.3-3.3	2.7-8.1
Hexadecaan	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0-0	0.1-0.7	0-0	0-0	0-0.1
Limoneen	0.1	0.6	0.0	0.1	0.3	0-0.2	0.3-0.6	0-0.1	0-0.2	0.2-0.4
m-xyleen	0.9	3.7	0.8	1.4	2.4	0.9-3.2	3.2-7.8	0.8-2.8	1.2-4.1	2.1-6.5
Naftaleen	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0-0.1	0.2-0.4	0-0.1	0.1-0.2	0.1-0.3
Nonaan	0.1	0.4	0.1	0.2	0.4	0.1-0.2	0.4-0.6	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.5
Octaan	0.2	0.7	0.2	0.3	0.5	0.1-0.2	0.5-0.7	0.1-0.2	0.2-0.3	0.4-0.5
o-xyleen	0.5	1.9	0.4	0.7	1.2	0.5-1.9	1.6-4.2	0.4-1.8	0.7-2.5	1.2-3.7
Pentadecaan	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0-0	0-0.1	0-0	0-0.1	0-0.1
Propylbenzeen	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1-0.4	0.3-1	0-0.4	0.1-0.5	0.2-0.8
p-xyleen	0.5	2.3	0.4	0.7	1.2	0.6-1.6	2.4-3.8	0.5-1.5	0.7-2	1.1-3
Styreen	0.2	1.0	0.2	0.2	0.4	0.1-0.3	0.5-0.7	0-0.3	0.1-0.4	0.2-0.6
Tetrachloroetheen	0.1	0.7	0.0	0.1	0.3	0.1-0.4	0.5-4.8	0-0.2	0.1-0.5	0.2-1.5
Tetrachloromethaan	1.3	3.8	1.2	1.6	2.3	0.6-1.4	2-4.3	0.6-1.2	0.7-1.7	1.1-2.5
Tetradecaan	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	0-0.1	0.1-2.2	0-0.1	0-0.1	0-0.2
Tolueen	2.5	8.8	1.9	3.3	6.2	2.4-9.8	7.8-28.7	1.8-8.1	3.1-12.5	5.4-24.6
Trichloroetheen	0.1	0.6	0.1	0.1	0.3	0.1-0.1	0.6-0.7	0-0.1	0.1-0.2	0.3-0.4
Trichloromethaan	0.1	0.3	0.0	0.1	0.2	0-0.1	0.1-0.9	0-0	0-0.1	0.1-0.2
Tridecaan	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0-0.1	0.1-0.3	0-0.1	0-0.1	0.1-0.2
Undecaan	0.2	0.7	0.1	0.2	0.6	0.1-0.3	0.4-0.7	0.1-0.3	0.2-0.4	0.3-0.6

Noot bij deze tabel: De 50p, 75p en 95p waarden zijn zgn. percentielswaarden 75% van alle meetwaarden liggen onder de 75p waarde. 95% van alle meetwaarden liggen onder de 95p waarde.

5.6 VERGELIJKING 3^E MERWEDEHAVEN EN NAUERNA

De stortplaats 3^e Merwedehaven is daarom zo interessant, omdat dit een heel uitgebreid en goed gedocumenteerd onderzoek betreft naar mogelijke gezondheidsschade in omgeving van een stortplaats en ook specifiek voor productie van stortgas uit afval gestort in Nederland en verspreid onder Nederlandse weersomstandigheden.

Tabel 7 vergelijkt de emissies bij de stortplaats 3^e Merwedehaven ten tijde van het onderzoek van Mennen et al. (2000) met de huidige emissies op stortplaats Nauerna (beide conform prognose met een vormingsmodel). Daarnaast wordt een vergelijking gemaakt van de samenstelling van het onttrokken gas op beide locaties. De conclusie is dat op stortplaats Nauerna de emissie van stortgas lager is dan indertijd bij 3^e Merwedehaven en dat tevens het gas schoner lijkt.

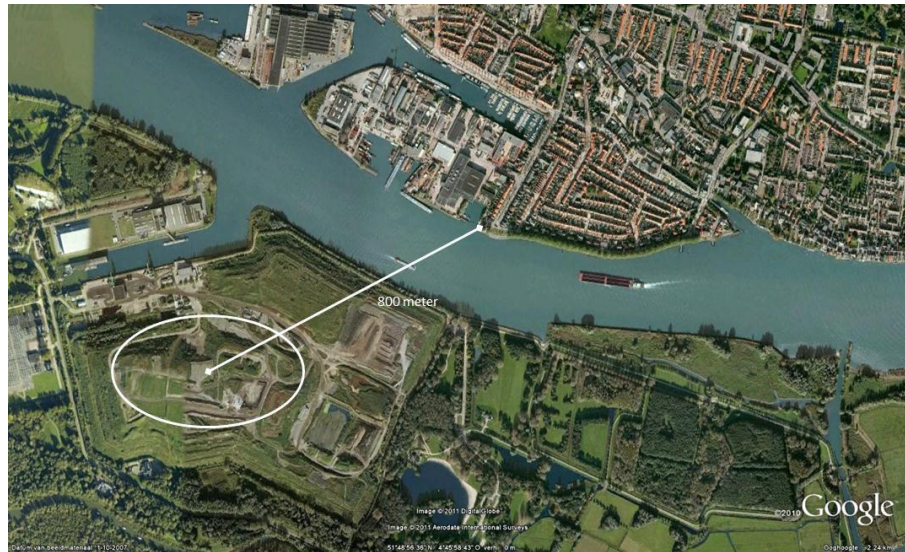
Op stortplaats Nauerna is de afstand van het zwaartepunt van de emissies tot de meest nabijgelegen woonbebouwing echter wel iets minder dan bij de 3^e Merwedehaven, zoals weergegeven in Figuur 8 (500-600 m voor stortplaats Nauerna tegen 800 m voor 3^e Merwedehaven). Bij verspreiding van emissies nemen concentraties ongeveer evenredig af met de afstand (zie ook Tabel 4), dus het verschil in afstand is echter niet zodanig dat het effect van de lagere emissies op stortplaats Nauerna daarmee teniet wordt gedaan.

De situatie op 3^e Merwedehaven rond 2000 is vergelijkbaar met de situatie op stortplaats Nauerna rond 2011 en waarschijnlijk is het op stortplaats Nauerna minder ongunstig. De conclusies van het RIVM-rapport over 3^e Merwedehaven lijken dan ook relevant en het is niet te verwachten dat eenzelfde onderzoeksinspanning op stortplaats Nauerna tot drastisch andere conclusies zou leiden.

TABEL 7: VERGELIJKING STORTGASEMISSIE¹⁾ EN STORTGASSAMENSTELLING 3E MERWEDEHAVEN IN 2000 (MENNEN ET AL., 2002), MET NAUERNA (ANALYSES 2010 EN 2007 (AANGEDUID MET *))

	3 ^e Merwedehaven (2002)	Nauerna (2010 en 2007*)	
Stortgasemissie¹⁾	1250	482	m ³ /uur
Gassamenstelling			
H ₂ S	970	582	ppmv
COS	1,9	0,1	ppmv
SO ₂	11	0	ppmv
CS ₂	0,3	0	ppmv
thioethers	0,5		ppmv
mercaptanen	2,6	0	ppmv
benzeen	1,8	1,0*	mg/m ³
tolueen	14,9	0,8*	mg/m ³
ethylbenzeen	4,4		mg/m ³
xylenen	3,7		mg/m ³
ethylbenzeen + xylenen		1,9*	ppm
propylbenzenen + trimethylbenzenen + ethyl-toluenen		0,6*	ppm
cymenen + butylbenzenen		0,2*	ppm
pentylbenzenen		0,1*	ppm
monochloormethaan		0	
dichloormethaan		0	
trichloormethaan		0	
dichloorfluormethaan	0,9	0,27	ppmv
chloordifluormethaan		0-0,05	
tetrachloormethaan		0	
trichloorfluormethaan	1,1	0	ppmv
dichloordifluormethaan	1,6	0,25	ppmv
chlooretheen (vinylchloride)	0,4	0	ppmv
1,1,-dichlooretheen		0	ppmv
1,2-dichlooretheen (trans)	0,1	0	ppmv
1,2 dichlooretheen (cis)	0,2	0	ppmv
trichlooretheen	0,1	0	ppmv
tetrachlooretheen	0,1	0	ppmv
1,1,1-trichlooretheen		0	
1,1-dichloor-1-fluorethaan	5		mg/m ³
1,1-difluor-1-chloorethaan	3,2		mg/m ³
chloorpentafluorethaan		0-0,05	ppmv
dichloortetrafluorethaan		0	ppmv
1,1,2-trichloor-1,2,2-trifluorethaan		0-0,05	ppmv
1,2,3-trichloorpropaan	< 1		mg/m ³
hexachloor- 1,3-butadieen	< 1		mg/m ³

 1) Som van alle gasvormige componenten: methaan, CO₂ en andere



FIGUUR 8: AFSTANDEN ZWAARTEPUNT EMISSIES TEN OPZICHTE VAN DE MEEST NABIJGELEGEN WOONBEBOUWING VOOR 3E MERWEDEHAVEN (BOVEN) EN NAUERNA (ONDER).

6. CONCLUSIES EN SAMENVATTING

Eind 2009 heeft de GGD Zaanstreek Waterland in samenwerking met RIVM onderzoek uitgevoerd naar gezondheidsschade rond de stortplaats Nauerna en de mogelijke effecten van emissies van de stortplaats. Een belangrijke conclusie was dat: “Op grond van beschikbare gegevens kan worden geconcludeerd dat blootstelling aan van de stortplaats van Afvalzorg afkomstige stoffen in voor de gezondheid schadelijke concentraties in de huidige situatie niet waarschijnlijk is.”

Belangrijk onderdeel van de door de GGD genoemde beschikbare gegevens zijn de emissies van stortgas. Afvalzorg heeft OonKAY! gevraagd om de manier waarop emissies uit het afvalpakket worden bepaald (met accent op methaanemissies) te evalueren. Daarnaast was de vraag om op basis van ervaringen in het verleden nog eens opnieuw te kijken naar de kans dat verspreiding van schadelijke componenten met het stortgas kan leiden tot gezondheidsschade in de directe omgeving van de stortplaats.

De conclusies zijn de volgende:

6.1 KWANTIFICERING VAN EMISSIES

De kwaliteit van de kwantificering wordt bepaald door vijf aspecten:

- Meting, vastlegging en interpretatie van de hoeveelheid gestort afval. De aandacht die voor stortplaats Nauerna hieraan wordt besteed is minimaal gelijkwaardig met de aandacht die op veel andere Nederlandse stortplaatsen hieraan wordt besteed.
- Bepaling van het koolstofgehalte van het afval. Hier gaat Afvalzorg een stapje verder dan andere stortplaatsbeheerders. Van afvalfracties waar de samenstelling niet goed bekend is worden monsters genomen en geanalyseerd.
- De berekening van de mate waarin en de snelheid waarmee stortgas wordt gevormd. Hiervoor gebruikt Afvalzorg haar eigen model. Voor stortplaats Nauerna lijkt dit model beter geschikt dan andere beschikbare modellen voor kwantificeren van stortgasvorming uit afval.
- Kwaliteit van monitoring gewonnen hoeveelheid stortgas en het methaangehalte hierin. Door de wijze waarop Afvalzorg dit doet maakt Afvalzorg deel uit van een groep die de gewonnen hoeveelheid gewonnen methaan goed registreert.
- De wijze waarop oxidatie in de toplaag wordt ingeschat. Afvalzorg neemt voor de stortplaats Nauerna een methaanoxidatie aan van 40%. Dit is gebaseerd op een interpretatie van methaanemissiemetingen. De inschatting van oxidatie is beter onderbouwd dan de 10% methaanoxidatie, die wordt aangenomen voor de meeste andere Nederlandse stortplaatsen en waarvoor geen metingen beschikbaar zijn. De 40% oxidatie lijkt echter wel een overschatting van de werkelijkheid. De meest recente emissiemetingen suggereren eerder een methaanoxidatie in de ordegrootte van 30%.

Eindconclusie is dat de manier waarop Afvalzorg haar stortgasemissies kwantificeert beter is, dan wat gangbaar is bij Nederlandse stortplaatsen.

6.2 EMISSIEMETINGEN

Er is geen verplichting tot het uitvoeren van emissiemetingen. Met uitzondering van de metingen op de stortplaatsen van Afvalzorg zijn in de laatste tien jaar geen emissiemetingen uitgevoerd op Nederlandse stortplaatsen.

Afvalzorg speelt in de laatste 15 jaar een stimulerende rol in de ontwikkeling van meetmethoden en in het kader daarvan is op stortplaats Nauerna veelvuldig gemeten met verschillende technieken. Stortplaats Nauerna is daarmee de meest bemeten stortplaats wereldwijd.

De emissiemetingen lijken de prognose van methaanemissies te bevestigen.

6.3 GEZONDHEIDSEFFECTEN STORTGASEMISSIES

Conclusie van een literatuurstudie van Vroon (2000) is dat storten van afval alleen in specifieke gevallen aanleiding kan geven tot problemen met de volksgezondheid veroorzaakt door luchtemissies rond stortplaatsen. Alleen in geval van storten van gevaarlijk afval zonder toepassing van gangbare beheersmaatregelen is gezondheidsschade aangetoond.

De kans op gezondheidsschade als gevolg van verspreiding van specifieke componenten met het stortgas is onwaarschijnlijk. De concentraties van verontreinigingen in het gas zijn laag en worden meteen na vrijkomen in de atmosfeer verdund met een factor 1000 vlak boven het afvalpakket tot ruim 100.000 op enige afstand. Gevolg daarvan is dat de bijdrage van het afvalpakket aan concentraties minimaal een factor tien lager is dan de concentraties die in de regel in Nederlandse buitenlucht voorkomen.

De situatie rond stortplaats Nauerna is vergelijkbaar met de situatie bij de stortplaats 3^e Merwedehaven in Dordrecht rond het jaar 2000, zij het dat de situatie op stortplaats Nauerna minder ongunstig is. De emissies van de stortplaats 3^e Merwedehaven en de gevolgen daarvan voor de volksgezondheid zijn intensief onderzocht door RIVM (Mennen et al., 2000). De belangrijkste conclusie was dat zowel modellering als concentratiemetingen in de leefomgeving aangaven dat concentraties aan toxische stoffen in de woonomgeving in Sliedrecht niet anders waren dan wat gemiddeld in de buitenlucht in Nederland wordt gemeten. Het optreden van gezondheidseffecten als gevolg van blootstelling aan deze toxische stoffen in de bewoonde gebieden van Dordrecht en Sliedrecht was derhalve niet aannemelijk.

REFERENTIES

Coops, O., Luning, L., Oonk, H., Boom, J. (1995): Emissies van stortplaatsen, Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 28, VROM Hoofdinspectie Milieuhygiëne, Den Haag.

Ditters J. (2009) Provincie Noord-Brabant. Mondelinge mededeling.

GGD (2010): rapport GGD Zaanstreek Waterland, onderzoek Nauerna.

Hensen A. (2011): A. Hensen, ECN, Petten. Mondelinge mededeling.

IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, International Panel on Climate Change, Task Force on National Greenhouse Gas Inventories, Hayama, Japan, <http://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

Mennen M.G., Bruggen M. van, Kliest J.J.G, Bloemen H.J.Th.M., Zwartjes, R.J.W., Fortezza F., Regts T.A., Bos H.P., van Putten E.M., Wiese C.J., Janssen P.J.C.M., Kruize H., van Kamp I. (2000): Emissie en verspreiding van geur en toxische stoffen in de omgeving van de Tweede en Derde Merwedehaven te Dordrecht en de hiermee samenhangende gezondheidsaspecten, RIVM rapport 609021.018.

Oonk H. (2000): Stortplaats 3^e Merwedehaven: emissies van geur en specifieke componenten; evaluatie van genomen maatregelen tegen geuroverlast, TNO, Apeldoorn, bijlage bij Mennen et al (2000).

Oonk H. (2010): Oxidatie van methaan in toplagen van stortplaatsen, naar een betere kwantificering, OonKAY!, Apeldoorn, the Netherlands.

Milieucompendium (2011): Benzeenconcentraties 1991-2008.
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0457-Benzeenconcentratie.html?i=14-66>.

Scharff H., Martha A., v. Rijn D.M.M., Hensen A., Flechard C., Oonk H., Vroon R., de Visscher A., Boeckx P. (2003): A comparison of measurement methods to determine landfill methane emissions, NV Afvalzorg, Haarlem, The Netherlands.

Scheutz, C., Kjeldsen, P., Trolle, C., Scharff, H. (2009): The Danish method for emission reporting to PRTR from waste disposal sites, Sardinia 2009, Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium, 5-9 October 2009, Cagliari, Italy.

Vroon R. (2000): Literatuuronderzoek gezondheidsrisico's stortplaatsen, TNO, Apeldoorn, bijlage bij Mennen et al (2000).