



Veilige recreatie: met of zonder folie

Stortplaats Nauerna

Transparent approach, swift results

MILIEU • RUIMTE • WATER



Veilige recreatie: met of zonder folie

Stortplaats Nauerna

Gegevens opdrachtgever:

Belangengroep Nauerna
Overtoom 103
1551 PG Westzaan

Contactpersoon

De heer R.A. Schram

Contactpersonen CSO

De heer drs. E. Schurink
De heer drs. H. Seegers

Projectcode: 14M1042

Rapportnummer: 14M1042.R004.ES.WL

Versiedatum: 20 maart 2015

Status: definitief

**CSO Adviesbureau voor
Milieu-Onderzoek B.V.**

Hoofdkantoor

Postbus 2
3980 CA Bunnik
Regulierenring 6
3981 LB Bunnik
Tel.: 030 – 659 43 21
Fax: 030 – 657 17 92

Regiokantoor Noord

CSO-Milfac
Postbus 422
8901 BE Leeuwarden
Orionweg 28
8938 AH Leeuwarden
Tel.: 058 – 284 75 40

Regiokantoor Noord

Outline Consultancy
Postbus 2239
9704 CE Groningen
Zernikepark 4
9747 AN Groningen
Tel.: 050 – 751 63 00

Regiokantoor Oost

Postbus 2018
7420 AA Deventer
Gotlandstraat 26
7418 AZ Deventer
Tel. 0570 – 50 41 80

Regiokantoor Zuid

Postbus 1323
6201 BH Maastricht
Sleperweg 10
6222 NK Maastricht
Tel.: 043 – 352 39 50

Internet

www.cso.nl

Autorisatie

Opgesteld door:

De heer drs. E. Schurink
Senior adviseur Ruimtelijke
Ontwikkeling en Ondergrond

Handtekening:



Akkoord bevonden door:

De heer drs. H. Seegers
Afdelingshoofd LMV

Handtekening:



Projectcode: 14M1042

Versiedatum: 20 maart 2015

Contactgegevens projectleider:

De heer drs. E. Schurink
Doorkiesnummer: 043 - 352 39 52
E-mailadres: e.schurink@cso.nl

Inhoud

1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding en probleemstelling	1
1.2 Doelstelling, aanpak en randvoorwaarden	1
1.3 Wat is een conceptueel model	2
1.4 Opzet rapport	3
2. De stortplaats Nauerna: conceptueel model	5
2.1 De bron (de 'inhoud' van het stortlichaam)	5
2.1.1 Introductie	5
2.1.2 Algemene opbouw van het stortlichaam	5
2.1.3 Hoofdcategorieën afval	6
2.1.4 Opbouw van de compartimenten	7
2.1.5 Nadere toelichting op de relevante afvalstromen	7
2.1.6 Stortgasproductie	13
2.1.7 Overige processen in het stort	16
2.1.8 Wat wordt er nu daadwerkelijk in het stortgas gemeten?	17
2.2 Het verspreidingspad	18
2.2.1 Transport van gassen in het stortlichaam	18
2.2.2 Processen en verspreiding in de afdeklaag	21
2.2.3 Verspreiding in de atmosfeer	25
2.3 Het kwetsbare object (in het park)	27
2.4 De waterbalans	28
2.5 Samenvatting conceptueel model	29
3. Kwantitatieve deel	31
3.1 Inleiding	31
3.2 Verwachte gehalten per deelstroom	31
3.2.1 Verontreinigde grond	31
3.2.2 Bedrijfsafval	32
3.2.3 Zwavelhoudende gassen uit gips	33
3.2.4 Stortgas	33
4. Risico's / de gevolgen van emissies van stortgas	35
4.1 Inleiding	35
4.2 Het voorgenomen gebruik van het park	35
4.3 Blootstellingsscenario's	35
4.3.1 Scenario's	35
4.3.2 Is de afdeklaag intact?	36
4.4 Toxiciteit van de verschillende bestanddelen	37
4.4.1 Macrobestanddelen	37

4.4.2	Microbestanddelen	38
4.5	Indicatieve beoordeling stortgas	40
4.5.1	Inleiding	40
4.5.2	Achtergrondgehalten	41
4.5.3	Beoordeling aan de hand van het MTR	41
4.5.4	Toxicologisch Maximaal Toelaatbare Concentratie in de Lucht (TCL)	41
4.5.5	Tijdgewogen grenswaarden (TGG)	42
4.5.6	Acute Exposure Guideline Level (AEGL)	42
4.5.7	Risico op explosies	43
4.6	Berekening blootstelling bij recreatie	44
4.6.1	Blootstelling	44
4.6.2	Modelmatige aanpak blootstellingsrisico	45
4.7	Bouwen van een clubgebouw	46
4.8	Overige risico's	47
4.9	Samenvatting	47
5.	Monitoring	49
5.1	Inleiding en doelstelling	49
5.2	Ervaringen met monitoring van stortplaatsen	50
5.3	Uitgevoerde monitoring	51
5.3.1	Fasering en procedure	51
5.4	Uitgevoerde metingen en resultaten	52
5.4.1	Algemeen	52
5.4.2	Bemonsteren stortgasonttrekkingssysteem (1)	54
5.4.3	Screening buitenlucht boven de stortplaats op zoek naar hotspots (3)	55
5.4.4	Bemonsteren stortgas onder de afdeklaag (2)	57
5.4.5	Bemonsteren uit de bodem tredende lucht (4)	58
5.4.6	Meten kwaliteit lucht op blootstellingshoogte (5)	59
5.5	Evaluatie	60
5.5.1	Onderlinge relatie meetresultaten	60
5.5.2	Beoordeling effect omstandigheden op meetresultaten	61
5.5.3	Beoordeling aan de hand van 'advies toetsingskader'	62
5.6	Beheersmaatregelen	63
5.7	Conclusies	64

Bijlagen

- 1 Bovenaanzicht stortplaats Nauerna
- 2 Doorsnedes in 3D
- 3 Tabellen met samenvatting samenstelling afval
- 4 Samenstelling stortgas in onttrekkingssysteem
- 5 Toetsing gemeten gehalten aan beoordelingskaders
- 6 Resultaten monitoring 2014
- 7 Toetsingskader

Beantwoording van de vragen

Vraag 1	Bladzijde 29
Vraag 2	Bladzijde 29
Vraag 3	Bladzijde 29
Vraag 4	Bladzijde 30
Vraag 5	Bladzijde 25
Vraag 6	Bladzijde 27
Vraag 7	Bladzijde 21
Vraag 8	Bladzijde 17
Vraag 9	Bladzijde 24
Vraag 10	Bladzijde 40
Vraag 11	Bladzijde 26
Vraag 12	Bladzijde 34
Vraag 13	Bladzijde 39
Vraag 14	Bladzijde 52
Vraag 15	Bladzijde 27
Vraag 16	Bladzijde 24
Vraag 17	Bladzijde 38
Vraag 18	Bladzijde 43
Vraag 19	Bladzijde 37
Vraag 20	Bladzijde 46
Vraag 21	Bladzijde 41
Vraag 22	Bladzijde 51
Vraag 23	Bladzijde 51
Vraag 24	Bladzijde 51
Vraag 25	Bladzijde 52
Vraag 26	Bladzijde 53
Vraag 27	Bladzijde 45
Vraag 28	Bladzijde 51
Vraag 29	Bladzijde 64
Vraag 30	Bladzijde 63
Vraag 31	Bladzijde 63
Vraag 32	Bladzijde 63

Samenvatting

Doelstelling en reikwijdte

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van een studie met als centrale onderzoeksvraag: *'is veilige recreatie op het park fase 1 van de stortplaats Nauerna mogelijk'*? Deze vraag is met name actueel geworden nu Afvalzorg overweegt om geen folie in de bovenafdichtingsconstructie aan te brengen.

In dit project is de centrale onderzoeksvraag vertaald naar een groot aantal deelvragen. Deze zijn in dit rapport een voor een beantwoord. Het onderzoek is in 2014 en het 1e kwartaal van 2015 door LieveenseCSO uitgevoerd in opdracht van de Belangengroep Nauerna. Bij de beantwoording van deze deelvragen is het 'conceptueel model' als rode draad gebruikt.

Het model

Een conceptueel model is een denkmodel waarin de stortplaats op een begrijpelijke manier is beschreven. Het model is gebaseerd op theoretische kennis van stortplaatsen en de daarbij voorkomende processen. In het model is de opbouw van het stort inclusief zijn omgeving gevisualiseerd en zijn de optredende processen binnen dat model weergegeven.

Kern van het denkmodel is de zogenaamde "bron-pad-object" benadering. Voor een stortplaats is deze benadering te vertalen naar: de bron (dat is het 'afval' in de stortplaats), het pad (dat is de weg die het stortgas aflegt tot aan de bovenzijde van de afdeklaag) en het 'kwetsbare object' (de recreant). Door inzicht in de samenstelling en processen in het 'afval en de processen in de afdeklaag en de buitenlucht kan worden ingeschat of de recreant een veiligheidsrisico loopt.

In dit onderzoek is de theorie van het model getoetst aan de praktijk. Voor het praktijkonderzoek zijn metingen in, op en in de omgeving van de stortplaats uitgevoerd. Op basis van theorie en praktijk is vervolgens een uitspraak over de 'veiligheid' voor de mens gedaan.

Door het hanteren van dit denkmodel is niet alleen een uitspraak te doen over de 'veiligheid' voor de mens, maar is ook uitgelegd hoe tot deze uitspraak is gekomen. Dit versterkt het gevoel van 'veiligheid'.

Toetsingskader

In 2015 is door Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Holland (hierna GS) een 'advies toetsingskader' opgesteld. Hiermee is de deelvraag beantwoord met welk toetsingskader nu en in de toekomst de veiligheid van de recreant moet worden beoordeeld.

Op basis van theorie (model) en praktijk (metingen) is in dit onderzoek vastgesteld dat de veiligheid van de recreant afhangt van de kwaliteit van de buitenlucht boven de stortplaats in combinatie met de verblijftijd in het park.

GS heeft daarom op basis van bestaande gezondheidsnormen zogenaamde 'grenswaarden' vastgesteld waaraan de kwaliteit van de buitenlucht moet voldoen. Er zijn twee typen grenswaarden (dus 'maximaal aanvaardbare concentraties'):

- 1) voor kortdurende incidentele blootstelling;
- 2) voor langer durende herhaalde blootstelling.

Er zijn grenswaarden vastgesteld voor vier stoffen: methaan, zwavelwaterstof, benzeen en vinylchloride. Deze stoffen worden als maatgevend beschouwd. De in het advies genoemde grenswaarden gelden voor de (buiten-)lucht in de blootstellingssituatie, dus vanaf enkele decimeters boven het maaiveld.

Conclusies

In het laatste kwartaal van 2014 zijn metingen uitgevoerd en luchtmonsters genomen. Er zijn twee vormen van blootstelling geïdentificeerd, een incidentele kortdurende en een langer durende meer chronische blootstelling.

Een belangrijke conclusie is dat chemische en fysische processen in het stortlichaam, in de afdeklaag en in de atmosfeer, niet altijd en overal in dezelfde mate optreden. De resultaten van het uitgevoerde monitoringprogramma bevestigen dit. Dat neemt overigens niet weg dat de grote lijnen (de genoemde variatie maar ook de afname van de gehalten aan verontreinigende stoffen door processen in de afdeklaag en direct daarbuiten) door de meetgegevens worden bevestigd.

De in onderzoek gemeten gehalten zijn vergeleken met het toetsingskader. Hieruit blijkt dat de gehalten in de buitenlucht (enkele decimeters boven maaiveld) veel lager zijn dan de grenswaarden in het toetsingskader.

De gehalten methaan en zwavelwaterstof die in monsters van het onverdunde stortgas zijn gemeten (in het afval, dus de ‘bron’) overschrijden de grenswaarden die gelden voor de buitenlucht. Deze zijn gemeten via enkele in het afval aangebrachte luchtlansen. Door processen in de afdeklaag en verdunning daarboven, liggen deze gehalten in de buitenlucht ver beneden de grenswaarden. Blootstelling van de recreant aan dit onverdunde gas is alleen mogelijk indien dit gas ter plaatse, zonder verdunning via bijvoorbeeld een ‘opening’ in de afdeklaag, aan het maaiveld komt. Dat dit nooit kan voorkomen is niet voor 100% zeker. Echter, de kans daarop is afdoende te beperken door regelmatige inspectie van de afdeklaag en goed onderhoud.

Onze slotconclusie is dus dat veilige recreatie mogelijk is, mits de afdeklaag adequaat wordt beheerd.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en probleemstelling

In een deel van de stortplaats Nauerna waar het storten is beëindigd is (nog) geen afdichtende folie aangebracht. Wel is het stort afgedekt met een laag grond. Het noordoostelijke deel van het stortlichaam, met een oppervlak van 12 ha, wordt ingericht ten behoeve van recreatie (Park fase 1).

Dat roept bij de omgeving de vraag op of recreatie mogelijk is zonder (onaanvaardbare) risico's voor recreanten. Het was tot voor kort namelijk gebruikelijk dat stortplaatsen met een folie werden afgedekt. Een folie gaat infiltratie van regenwater in het stortlichaam tegen en beperkt daarmee de hoeveelheid uittredend (verontreinigd) percolaat. De laatste jaren is er toenemende belangstelling voor het idee een stortplaats niet af te dekken met een folie omdat intredend regenwater er juist toe bijdraagt dat omzettingsprocessen in een stortplaats sneller verlopen en daardoor de stortplaats als bron voor verontreiniging van het grondwater sneller is uitgedoofd en deze dus minder lang zorg vereist. Momenteel lopen verschillende onderzoeksprogramma's met het thema 'duurzaam stortbeheer'.

Het is algemeen bekend dat stortplaatsen stortgas produceren. Dat is ook op de stortplaats Nauerna aangetoond. De productie van stortgas varieert in de tijd, zowel voor wat betreft hoeveelheden als samenstelling, een en ander natuurlijk afhankelijk van de aard en de hoeveelheid van het gestorte materiaal en de leeftijd van het stortlichaam. Een folie vormt in zekere zin ook een barrière tegen uittredende gassen. Als wordt besloten geen folie aan te brengen dan is het de vraag wat dit betekent voor het risico van recreanten in het park. Dit is de centrale onderzoeksvraag in dit project.

De Belangengroep Nauerna heeft CSO Adviesbureau gevraagd een onderzoek te doen naar de risico's van recreatie op fase 1 van het park op het stortlichaam. Het project wordt begeleid door een vertegenwoordiging van de Belangengroep alsmede, naast Afvalzorg, de gemeente Zaanstad, de provincie Noord-Holland, de Omgevingsdienst Noordzeekanaal, en de Milieufederatie.

1.2 Doelstelling, aanpak en randvoorwaarden

De centrale onderzoeksvraag is vertaald naar een groot aantal deelvragen die in dit rapport worden beantwoord. Deze deelvragen zijn genummerd, en worden in dit rapport behandeld op de meest logische plaats. De nummering is dus niet eenvoudig oplopend. Het onderzoek beperkt zich tot het deel van het park (fase 1) dat openbaar en vrij toegankelijk wordt.

Bij bewoners speelt verder het volgende:

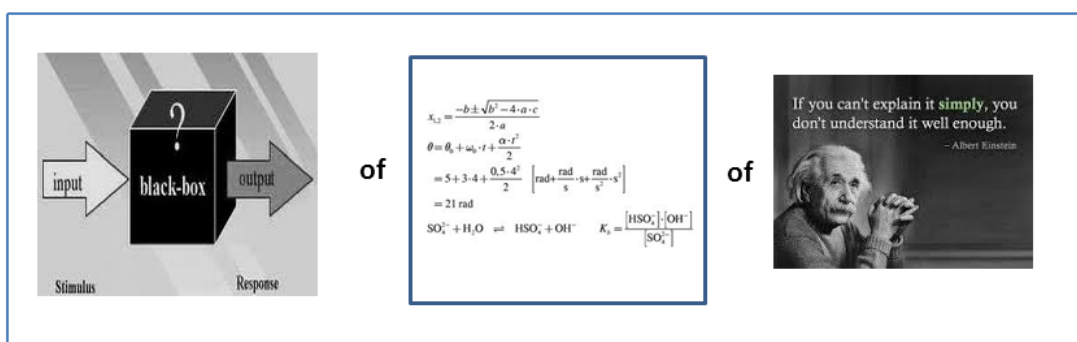
- een onafhankelijk deskundige (Advies Combinatie Volgermeerpolder) heeft de stortplaats als 'veilig' beschouwd, maar 'veiligheid' is volgens de belangengroep een vaag begrip. Zij vraagt zich af of bijvoorbeeld de term 'theoretisch veilig' wel kan worden gebruikt. Ons onderzoek zal bijdragen aan inzicht in de veiligheid van recreatie in het toekomstige park, en mogelijk het gevoel daaromtrent;
- van belang is het gevoel dat bewoners hebben dat de stortplaats nooit is ontworpen voor de hoeveelheid afval die er uiteindelijk is gestort en nog gestort gaat worden.

Het is van belang om eerst het wat bredere kader te schetsen. Wat is een stortplaats en welke processen vinden plaats in een stortplaats? En geldt dat ook voor Nauerna of is Nauerna een 'bijzonder geval'? En is het stortlichaam waarop zich het park bevindt homogeen of zijn daarbinnen zones te onderscheiden die bijzonder zijn omdat daar het risico voor recreanten groter is dan elders? Om de werking van een stortplaats goed te kunnen uitleggen is van het deel van het stortlichaam waarboven zich park fase 1 bevindt een conceptueel model gemaakt. Dit model vormt de rode draad in dit rapport.

1.3 Wat is een conceptueel model

Een conceptueel model is een denkmodel waarin een beschrijving en/of een visualisatie wordt gegeven van de werkelijkheid. Bij stortplaatsen kan dan worden gedacht aan het stortlichaam, de aangebrachte beschermende voorzieningen, verspreidingsroutes van verontreinigende stoffen, afdekklagen en de omgeving van het stortlichaam waarin zich potentiële risico's kunnen voordoen. Een conceptueel model is dus een schematische beschrijving van alles wat er van het stortlichaam en zijn directe omgeving bekend is, van fysieke objecten tot en met processen. En van een kwalitatieve beschrijving tot en met een kwantitatieve onderbouwing.

Een stortplaats is een complex systeem van afval, stortgas, percolaat, fysieke scheidingen (wanden, vloeren), dat wordt begrensd door afdichtings- en afdekklagen. In een stortplaats vinden processen plaats die van plaats tot plaats en in de tijd variëren. Tot nog toe werden stortplaatsen veelal benaderd als een 'black box' met een input en een output, zonder dat het verband daartussen, aan de hand van processen, bekend was en werd uitgelegd. De laatste jaren is het nodige onderzoek naar stortplaatsen gedaan waardoor processen beter worden begrepen en de resultaten van metingen in verband kunnen worden gebracht met die processen¹.



Figuur 1: Conceptueel model vs. 'black box'

Een belangrijk aspect van dit onderzoek is communicatie over processen en de mogelijke risico's die daarmee samenhangen. Ook daarom is er voor gekozen de stortplaats te verbeelden met een conceptueel model. Het model toont de verscheidenheid binnen de stortplaats Nauerna en is een hulpmiddel bij de beantwoording van de vele onderzoeksvragen. De onderzoeksvragen worden, daar waar mogelijk en zinvol, beantwoord in de toelichting op het conceptueel model. Relevant geachte kennisleemtes worden benoemd.

Ons conceptueel model richt zich met name op aspecten van de stortplaats die op enigerlei wijze van belang kunnen zijn voor de beoordeling van risico's voor recreanten als gevolg van de emissie van stortgas door de afdeklaag.

In een conceptueel model kunnen we aangeven wat we weten maar ook wat we niet weten, of waar we onzeker over zijn. Een conceptueel model kan helpen bij het identificeren van kennishiaten en kan daarmee een rol spelen bij het vaststellen van de scope van bijvoorbeeld monitoring. Daarnaast is het een ideaal communicatiemiddel om er voor te zorgen dat de verschillende partijen over dezelfde zaken praten, en er hetzelfde beeld bij hebben.

Het concept 'bron-pad- bedreigd object'

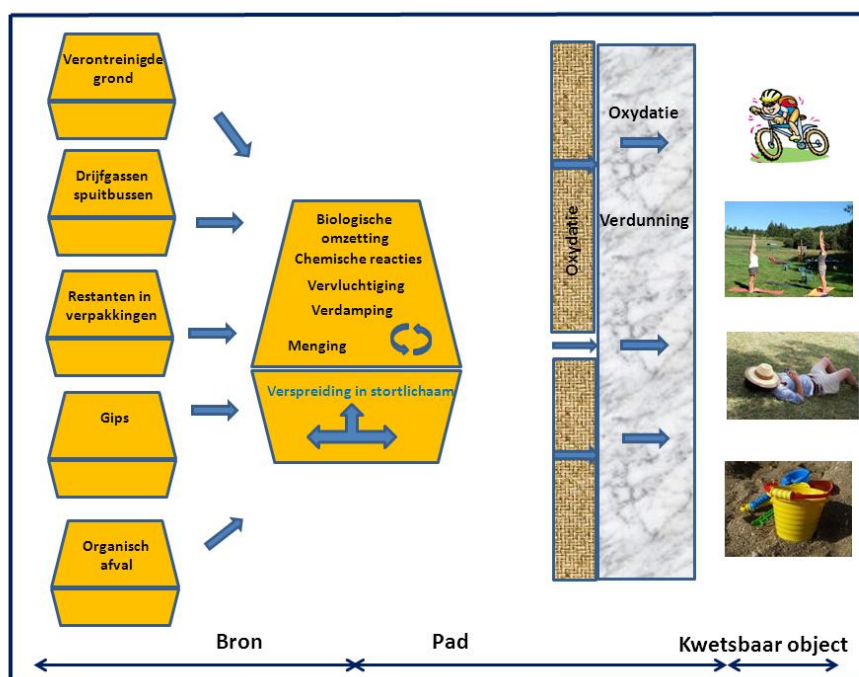
Een stortplaats is complex en in een stortplaats vinden verschillende processen plaats die elkaar kunnen beïnvloeden. Dat neemt niet weg dat het principe eenvoudig is: er is sprake van een bron en er is sprake van een omgeving die kan worden beïnvloed door die bron via verschillende processen, zoals de verspreiding van vluchtige stoffen die zich in de bron bevinden of daarin ontstaan. Recreanten op het park bevinden zich in de 'omgeving' van de bron en kunnen worden beschouwd als (potentieel) bedreigde objecten'. Dat laatste kan natuurlijk ook alleen theoretisch zijn, want er hoeft helemaal geen sprake te zijn van een 'bedreiging' maar het vormt wel een

¹ Zie verschillende rapporten in de literatuurlijst.

belangrijk onderdeel van het denkconcept. Tussen de bron en de omgeving bevindt zich natuurlijk het verspreidingspad.

In figuur 2 is dit schematisch weergegeven. Dit concept wordt in de aanpak van bodemverontreiniging veelvuldig toegepast, net als (natuurlijk) bij studies naar geluidshinder en luchtverontreiniging.

De bron wordt gevormd door de verschillende soorten afval. In de bron verspreiden gassen en dampen zich, waardoor het stortlichaam ook een deel van het ‘verspreidingspad’ vormt. In het stortlichaam vinden verschillende fysische, chemische en biologische processen plaats. Door verspreiding in het stortlichaam bereiken gassen en dampen uiteindelijk de afdeklaag en daarna de atmosfeer. In figuur 2 is aangegeven dat de afdeklaag in theorie plaatselijk dun of afwezig zou kunnen zijn. Er zijn ons echter geen aanwijzingen bekend die daar in de huidige situatie ook daadwerkelijk op duiden.

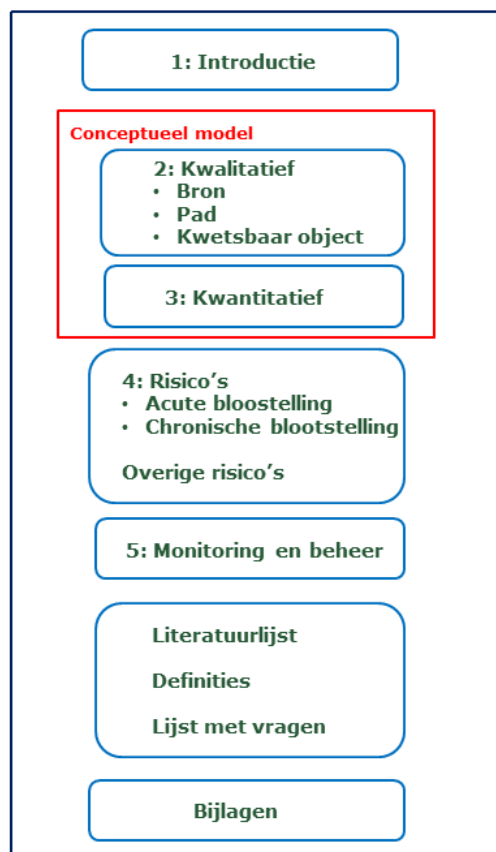


Figuur 2: Schematische weergave concept ‘bron-pad-bedreigd object’

In ons rapport gebruiken we dit concept ook als structuur voor de rapportage. De grote hoeveelheid informatie wordt gestructureerd en we maken het gemakkelijker om even ‘iets terug te zoeken’. Bovendien wordt het duidelijk waarom bepaalde informatie van belang is, en waarom kennisleemtes nader moeten worden uitgezocht.

1.4 Opzet rapport

De opzet van dit rapport is in onderstaand kader schematisch weergegeven. Aan het einde van het rapport is een lijst opgenomen met een verklaring van gebruikte termen. In de tekst wordt met nummers (bijvoorbeeld [21]) verwezen naar de literatuurlijst, die ook achterin dit rapport is opgenomen. Zoals eerder aangegeven worden de verschillende deelvragen in dit rapport behandeld op de plaats die het meest voor de hand ligt.



2. De stortplaats Nauerna: conceptueel model

2.1 De bron (de 'inhoud' van het stortlichaam)

2.1.1 Introductie

Het stortlichaam vormt de bron van stortgas en daarmee de oorzaak van mogelijke risico's voor recreanten in het park. Onder stortgas verstaan we in dit rapport alle vluchtige verbindingen die in het stortlichaam worden gevormd, ook die welke geen verband hebben met de afbraak van organisch materiaal. Van belang is te weten welke afvalstoffen zijn gestort, waar, hoe, en welke processen zich afspelen in het stortmateriaal. Om hier inzicht in te krijgen worden de volgende zaken in onderstaande paragraaf beschouwd:

- de opbouw van het stortlichaam onder het park, in algemene zin;
- de categorieën afval in het stortlichaam onder het park;
- de betekenis van die soorten afval voor de productie van gassen en dampen;
- de productie van stortgas en overige processen in het stortlichaam.

Het overgrote deel van de informatie in deze paragraaf is afkomstig van Afvalzorg of via Afvalzorg uit de openbaar toegankelijke (internationale) literatuur.

2.1.2 Algemene opbouw van het stortlichaam

Compartimenten

Het stortlichaam bestaat uit 19 verschillende compartimenten. Op bijlage 1 zijn deze te zien. Op bijlage 2 zijn de compartimenten 10, 11 en 12 onder het park getoond in een tweetal vooraanzichten. Op een van de doorsneden is ook compartiment 9 weergegeven. Aan de basis van het stortlichaam zijn deze compartimenten van elkaar gescheiden door een ca. 2 meter hoge opstaande rand. Deze rand keert percolaat zodat dit per compartiment via een drainagesysteem afstroomt naar het verzamel-systeem voor percolaat.

Ouderdom

Het park bevindt zich boven de naast elkaar gelegen stortcompartimenten 9, 9A, 10, 11 en 12 (zie bijlage 1). Deze zijn gevuld tussen 1989 en 2013. De naastgelegen compartimenten 13 t/m 16 zijn gevuld vanaf 1993.

Laagsgewijs storten

In ieder compartiment is het afval laagsgewijs 'opgestapeld'. Tussen verschillende afvallagen kan een scheidende grondlaag zijn aangebracht. Afvalzorg geeft aan dat zij afval heeft gecompacteerd als dat daarvoor geschikt is, zoals bedrijfsafval en 'kantoor-, winkel-, en dienstenafval'. Uiteraard raakt ieder afvaltype in zekere mate gecompacteerd door de voertuigen die daarover heen rijden en het gewicht van het erboven gelegen afval. Deze compactie is er ook de oorzaak van dat de doorlatendheid van het stortlichaam voor lucht (en water) in verticale richting veel lager kan zijn dan in horizontale richting. Hier komen we later op terug.

Afvalzorg geeft aan dat de afvallagen dagelijks worden afgedekt als het gaat om afval dat gemakkelijk verwaait. De die dag aangebrachte afval laag wordt dan afgedekt met een laagje afval dat niet gevoelig is voor verwaaien, zoals verontreinigde grond of grondreinigingsresidu e.d. Deze scheidingslagen zijn vermoedelijk zodanig dun dat ze in de verspreiding van gassen geen rol van betekenis spelen.

De kans dat gasen en dampen die in andere compartimenten dan 9 t/m 12 ontstaan/vrijkomen, terechtkomen in of boven deze compartimenten is niet groot. Dat zou hoogstens kunnen gebeuren als er sprake zou zijn van horizontale lagen van veel hogere doorlatendheid die zich uitstrekken tot over de grenzen van de compartimenten heen. De compartimenten 9 t/m 12 kennen dus in feite in zekere mate hun ‘eigen luchtkwaliteit’.

De dikte van het totale afvalpakket neemt in noordelijke richting af. De maximale dikte bedraagt ca. 15 meter.

2.1.3 Hoofdcategorieën afval

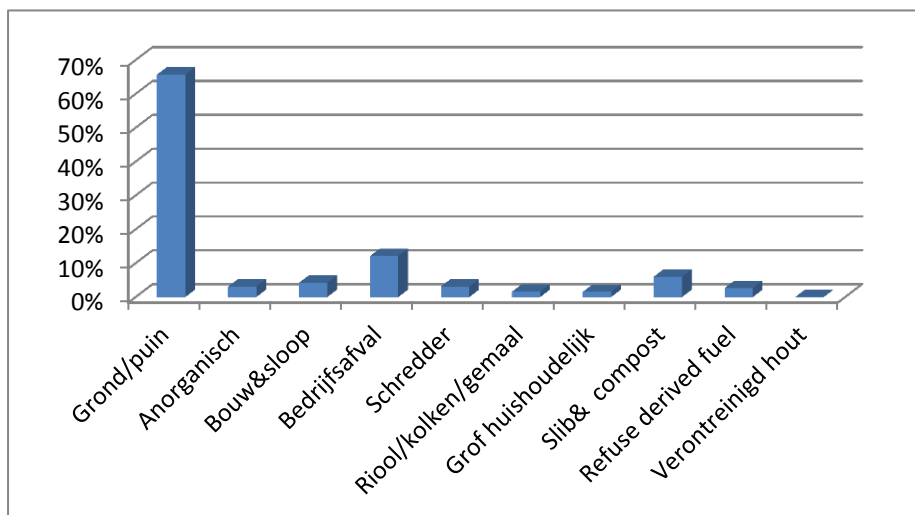
Binnen de verschillende compartimenten zijn verschillende hoofdcategorieën afval te onderscheiden. In de doorsneden van bijlage 2 zijn deze weergegeven.

Korte samenvatting afval in hoofdcategorieën

In rapport [4] wordt het stortlichaam ‘heterogeen’ genoemd. Afvalzorg onderscheidt 10 verschillende categorieën afvalstoffen en heeft voor de genoemde compartimenten een onderverdeling gemaakt. In tabel 1 (in paragraaf 2.1.5) is een samenvatting gegeven van de hoofdcategorieën afvalstoffen, de bestanddelen daarvan (2^e kolom), de vluchtige verbindingen die in dit afval aanwezig kunnen zijn (3^e kolom) of daaruit kunnen ontstaan (4^e kolom).

Afvalzorg heeft enkele kaarten en doorsneden gemaakt waaruit de inhoud van het stortlichaam onder het toekomstige park blijkt. Deze kaarten zijn gebruikt in ons ‘conceptueel model’ in bijlage 2. Een onderverdeling per afzonderlijk compartiment is opgenomen op bijlage 3.

In figuur 3 zijn schematisch de hoofdcategorieën weergegeven in de vier verschillende compartimenten. Figuur 3 is gebaseerd op een tweetal dwarsprofielen die op hoofdlijnen de samenstelling van het afval weergeeft.



Figuur 3 Samenstelling afval in de compartimenten onder het (toekomstige) park
(voor toelichting, zie paragraaf 2.1.5)

Huishoudelijk afval is hier nooit gestort, omdat hiervoor in de omgeving een verbrandingsinstallatie aanwezig was.

2.1.4 Opbouw van de compartimenten

In figuur 4 is weergegeven hoe het afval in grote lijnen is gestapeld in de compartimenten 9 t/m 12. Uit de door Afvalzorg ter beschikking gestelde gegevens concluderen wij dat:

- in alle compartimenten veel grond en puin is gestort, en materialen die daarmee veel gelijkenis vertonen (met name weinig organisch materiaal). Dus ook grondreinigingsresidu, niet herbruikbare baggerspecie en saneringspuin;
- in alle compartimenten aan de basis van het stortpakket een laag is aangebracht die, naast grond en puin ook bestaat uit 25% bedrijfsafval en 10% slib en compost;
- in de compartimenten 10 en 12 bovenin een laag afval is aangebracht die voor 65 tot 75% bestaat uit grond en puin en voor 20% uit anorganisch afval.

De voornaamste categorieën afval onder het park zijn in tabel 1 in de bovenste rijen samengevat. Het onderscheid tussen de compartimenten onder het park zit hem dus met name in de aan- en afwezigheid van anorganisch afval. Afvalzorg heeft aangegeven dat ‘anorganisch afval’ in hoofdzaak bestaat uit straalgrit, vormzand, asbest en anorganisch slib. Deze bevatten vrijwel geen vluchtige verbindingen en zijn ook niet afbreekbaar en zodoende geen belangrijke bron voor de vorming van stortgas. Omdat dit project zich richt op eventuele risico's van recreanten in het park als gevolg van emissies van vluchtige stoffen uit de stortplaats, noodzaakt het type afval dus niet tot het onderscheiden van verschillende delen in het conceptueel model.

In de volgende paragraaf worden de verschillende categorieën afval nader toegelicht.

2.1.5 Nadere toelichting op de relevante afvalstromen

In deze paragraaf lichten we de verschillende categorieën afval toe. Deze paragraaf is gebaseerd op door Afvalzorg aangeleverde informatie [4].

Grond en puin

In de compartimenten 9 t/m 12 is verontreinigde grond en puin gestort [23]. Afvalzorg geeft aan dat er grond van zeer veel afzonderlijke saneringslocaties is aangevoerd. Daarin kunnen allerlei verschillende soorten verontreinigende stoffen (ook vluchtige) hebben gezeten. Het gaat vooral om verontreinigde grond waarvoor er geen redelijk alternatief voor storten was. De grond kan afkomstig zijn van bijvoorbeeld benzinestations, gasfabrieksterreinen, garages, drukkerijen en de metaalindustrie. Dit betekent dat de grond verontreinigd kan zijn met zware metalen, PAK's, minerale olie en BTEX, cyanide en PCB's [4]. Met name BTEX (een verzamelnaam van vluchtige aromatische koolwaterstoffen) is van belang! Omdat ook drukkerijen zijn genoemd (en wellicht ook grond afkomstig was van bodemsanering van voormalige wasserijen) zullen vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen (VOCI) in de gestorte grond aanwezig zijn (geweest). Bekende ‘partijen grond’ zijn afkomstig van de saneringslocaties Jacob Vis en de Zellingen.

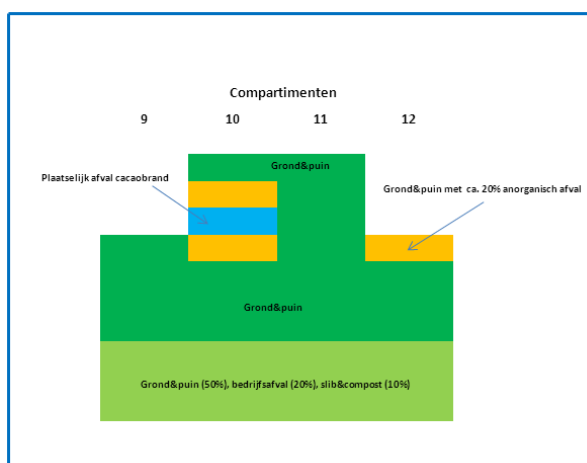
Storten vs. reinigen van verontreinigde grond

In de periode waarin de compartimenten 9 t/m 12 zijn gevuld was het al beleid om bodemsanering daar waar mogelijk in situ uit te voeren, dus zonder grond te ontgraven. Dat was vooral gemakkelijk in zandgrond met goed oplosbare (en vaak vluchtige) verontreinigingen. Verontreinigingen met minder goed oplosbare (en vluchtige) stoffen werden veelal afgegraven. Vrijkomende grond die in installaties gereinigd kon worden, werd niet gestort, mede omdat storten kostbaar was wegens de belasting op storten. Alleen als reinigen technisch en financieel niet haalbaar was, werd de grond gestort. Gestorte saneringsgrond bevatte daarom veelal betrekkelijk mobiele verontreinigende stoffen die betrekkelijk weinig vluchtig waren. En daarnaast grond die afkomstig was uit de kern van bodemsaneringslocaties, daarin bevonden zich de hoogste gehalten (die moeilijk in situ te verwijderen waren), maar de hoeveelheden van deze grond zijn in verhouding tot die verontreinigd met mobiele niet-vluchtige verbindingen, betrekkelijk gering.

Tabel 1: Samenstelling afvalstromen in compartimenten 9 t/m 12

Hoofdcategorieën	Subcategorieën	Potentieel aanwezige vluchtige verbindingen	Voornaamste omzettingsproducten
Voornaamste categorieën afval onder park fase 1			
Grond en sanerings-puin	Grond (landbodem en Waterbodemsediment)	Minerale olie-vluchtige componenten Vluchtige aromaten (BTEX) Gechlorideerde koolwaterstoffen (VOC) PAK (voornamelijk naftaleen) Vrij cyanide	Verteerd organisch materiaal Afbraakproducten van verontreinigende stoffen in grond
	Stenig puin afkomstig van saneringen	Nauwelijks	Verteerde houtresten
	Residu grondreiniging	Weinig, want residu reiniging is nauwelijks vluchtig	
Anorganisch afval	Straalgrit		
	Asbest		
	Vormzand		
	Anorganische slibben		
Bedrijfsafval	Verpakkingsmateriaal (tot medio jaren '90)		Verteerd organisch materiaal
	Puin, hout, kunststof, metaal		
	Restanten van producten	Van alles en nog wat, naar verwachting geen chemische afvalstoffen	Van alles en nog wat
Slib en compost	Slib uit rioolwaterzuiverings-installaties		Verteerd organisch materiaal
	Compost		
Categorieën afval niet of nauwelijks onder het park aanwezig maar wel in andere compartimenten			
Bouw- en sloopafval	Afval van bouw en sloop	Koolteerhoudend dakleer?	Verteerde houtresten?
	Afval van cacao-brand	PAK	Verteerd cacao
Shredder afval	Versnipperd karton en kunststof met daarin fijne ferro- en non-ferrodeeltjes		Verteerde organisch materiaal
	Accu- en olieresten	Vluchtige minerale olie	Afbraakproducten van olie
	Kunststofschuim	Drijfgassen (freonen), komen langzaam vrij door beschadiging cellen en door diffusie.	Omzettingsproducten van drijfgassen (?)
Riool-, kolken- en gemaalslib	Zand en organisch materiaal		Verteerd organisch materiaal
	Afval van wegen: lekolie, remvloeistof, rubberdeeltjes.		Omzettingsproducten van olieproducten
Grof huishoudelijk afval	Bankstellen en matrassen e.d.	Gas uit kunststofschuim	?
RDF (Refuse Derived Fuel)	Fijne en droge fractie kunststof	Chemicaliën afkomstig uit batterijen, schoonmaakmiddelen, spuitbussen en oplosmiddelen	Diverse omzettingsproducten mogelijk
	Idem, papier		Verteerd organisch materiaal
Verontreinigd hout	Chemisch verontreinigd hout	Impregneermiddelen, teercomponenten? Weinig vluchtig.	Verteerd organisch materiaal

Uit de aangeleverde informatie blijkt in ieder geval dat grond is gestort die is vrijgekomen bij de bodemsanering van het terrein van Jacob Vis, een bedrijf dat verf produceerde en lijnolie raffineerde. Bij de productie van lijnolie kwam met (lijn-)olie verontreinigde bleekarde vrij. Deze grond is in Nauerna gestort. Een deel van de grond die afkomstig was van deze locatie bleek verontreinigd met zware metalen. Bij deze bodemsanering heeft de omgeving indertijd stankhinder ondervonden, wat betekent dat de grond indertijd in ieder geval vluchtige verontreinigende stoffen bevatte.



Figuur 4: Schematische weergave compartimenten en afval (doorsnede van west naar oost)

In deze categorie grond kan ook grond afkomstig van gasfabrieksterreinen aanwezig zijn. Naast de minder vluchtige minerale olie en PAK's kan deze ook benzeen en cyanides bevatten. De verbinding die vanuit blootstellingsoogpunt het meest bedreigend is, is vrij-cyanide. Dit 'vrij-cyanide' komt echter hooguit in zeer beperkte mate vrij uit ijzercyanideneerslagen in de bodem. Vrij-cyanide reageert met water tot het vluchtige blauwzuurgas, maar zure omstandigheden en de aanwezigheid van UV-licht zijn belangrijke voorwaarden [55]. Aan laatstgenoemde voorwaarde wordt niet voldaan. Het beruchte blauwzuurgas (HCN) kan uit ijzercyanide ontstaat onder invloed van licht. Omdat licht niet in een stortplaats wordt verwacht is de kans op aantreffen van blauwzuurgas gering. Goede modellen waarmee het ontstaan van blauwzuurgas uit cyaniden in de bodem kan worden berekend zijn niet of nauwelijks aan de praktijk getoetst en dus niet betrouwbaar.

In 2008 en 2011 zijn partijen verontreinigde grond van de bodemsaneringslocaties Zellingwijk respectievelijk Geitewij gestort. Het gaat om totaal 420 ton. De grond bevatte (onder andere) sterk verhoogde gehalten drins en PCB's, en daarnaast veelvoorkomende stoffen als minerale olie, asbest, BTEX en zware metalen. Deze grond bevindt zich niet onder de 1^e fase van het park maar wel in de compartimenten 10 en 11 en het percolaat uit deze grond stroomt op de bodem van de stortplaats in noordelijke richting (dus onder het park door) naar de percolaatpompputten 10 en 11. Ook hier komen dus weer de vluchtige BTEX-verbindingen voor!

In de jaren 2007 t/m 2009 is zogenaamd 'jet-grout' in de compartimenten 10 en 11 gestort [23]. Dit betreft overtollig materiaal dat bij de aanleg van de Noord-Zuidlijn vrijkwam en bestaat uit een mengsel van water en cement, dus geen vluchtige verbindingen.

Afvalzorg geeft aan dat ook grondreinigingsresidu is gestort en dat dit, als gelijktijdig ook sorteer-zeefzand uit de bouw- en slooppafvalrecycling is meegeleverd, gipsresten kan bevatten. Het grondreinigingsresidu (een fractie van fijn materiaal) bevat voornamelijk zware metalen, PAK en minerale olie, dus geen tot nauwelijks vluchtige verbindingen.

Deze deelstroom kan ook saneringspuin bevatten, dit is vrijgekomen bij bodemsaneringen en kan zware metalen, minerale olie en PAK bevatten, evenals houtresten [4].

Baggerspecie die op andere plaatsen niet herbruikbaar was is eveneens gestort. Dit materiaal bevatte voornamelijk zware metalen en PAK, dat zijn typische verontreinigingen van waterbodemsediment en niet vluchtig en dus ook geen bron voor stortgas (behoudens de fractie organisch materiaal in de baggerspecie).

Afvalzorg geeft verder aan dat het vaststellen van de samenstelling op vrachtniveau ondoenlijk is (orde: 250.000 afzonderlijke vrachten) en dat de basisgegevens daarvoor ontbreken. De kwaliteit van deze materialen is verder niet of niet volledig bekend om de volgende redenen:

- de toenmalige wetgeving vereiste alleen steekproefsgewijze metingen;

- afzonderlijke fracties van het heterogene materiaal zijn niet apart onderzocht;
- van verontreinigde grond was de samenstelling (ver) vóór ontgraven wel globaal bekend (de voornaamste bepalende parameters), en om deze reden is deze grond niet meer bij acceptatie onderzocht;
- het verplichte stoffenpakket is in de loop der jaren veranderd, en stoffen die later in het verplichte analysepakket werden opgenomen zijn eerder niet onderzocht.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval (grond en puin) in alle compartimenten is gestort.

Anorganisch afval

Volgens Afvalzorg bestaat dit uit straalgrit, asbest, vormzand en anorganisch slib. We gaan ervan uit dat 'anorganisch' slib betekent dat dit weinig organisch materiaal bevat. Dit betekent dat het 'anorganisch afval' bestaat uit materialen die hooguit een verwaarloosbare hoeveelheid verbindingen bevat die vluchtig zijn en evenmin verbindingen bevat die worden afgebroken en stortgas produceren. Uit [23] blijkt dat anorganisch slib ook gips kan bevatten.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval in de compartimenten 10 en 12 is gestort (zie bijlage 3a).

Bouw- en sloopafval

Binnen de categorie 'bouw&sloopafval' valt ook stortmateriaal afkomstig van de 'cacao-brand' van 2003. Het gaat om cacaoresten met aanhangend bluswater dat aanvankelijk in de sloten rondom de afgebrande loads is terechtgekomen. Op Nauerna is dit materiaal deels 'ontwaterd' en gestort in de compartiment 10, 11 en 12. Er zijn ook 'vaste' cacaoresten (die dus niet in aanraking zijn geweest met water) gestort en delen van de afgebrande loads. Omdat een deel van het cacao is verbrand kan dit PAK's bevatten. Ook stelt Afvalzorg dat het cacao een bron is van gasvorming (naar wij aannemen door anaerobe afbraak).

In het deel van de compartimenten 9 t/m 12 waarboven het park wordt aangelegd, is vrijwel geen afval van de Bijlmerramp gestort [4]. Op Nauerna zijn vanuit de ramplocatie alleen terechtgekomen sloopafval bestaande uit bouw en sloopafval, en aanhangende grondresten en metaaldelen, alsmede funderingsresten van de gesloopte woningen. Er is, gelet op de geringe hoeveelheid afval van de Bijlmerramp, geen reden om aan te nemen dat uit dit afval een relevante hoeveelheid vluchtige verbindingen vrijkomt of gaat vrijkomen.

In 1999 zijn wel enkele analyses uitgevoerd op percolatiewater afkomstig uit het zuidelijke deel van de compartimenten 10 en 11 (buiten het park) waarin afval van de Bijlmerramp is opgeslagen [22]. In het rapport van het laboratorium is vermeld dat dit gemengde afval heeft bestaan uit (in ieder geval) verontreinigde grond, puinresten, inboedelresten, vliegtuig- en ladingresten. Doel van het onderzoek was vaststellen of er in het percolatiewater van de compartimenten 10 en 11 chemische verbindingen aanwezig waren die tevens zijn aangetroffen in de milieukundige bodemonderzoeken die indertijd op de plaats van de ramp zijn uitgevoerd of in de vracht van het vliegtuig aanwezig waren. Er is een zeer brede screening uitgevoerd op het monster van het percolatiewater uitgevoerd waarbij naar een groot aantal verbindingen is gezocht.

In het rapport wordt aangegeven dat de bodem indertijd verontreinigd bleek met: BTEX, naftaleen, VOCl, alkylbenzenen, fenolen, en een aanmerkelijke hoeveelheid bijzondere verbindingen. Een deel van deze verbindingen is eveneens in het percolatiewater terecht gekomen, maar kunnen ook uit andere bronnen afkomstig zijn (zoals vluchtige verbindingen BTEX, naftaleen, alkylbenzenen, chloorbenzenen). Verbindingen die wel in de grond zijn aangetroffen, maar niet in het percolatiewater, betreffen mogelijk verontreinigende stoffen die minder goed oplossen in regenwater dat in het stortlichaam infiltreert.

De voornaamste bron van gassen in bouw- en sloopafval is gips. Er is ook residu gestort dat afkomstig was uit de recycling van bouw- en sloopafval. Gips kan ook aanwezig zijn in de gesloten verpakkingen die asbesthoudend materiaal bevatten, dit kon niet worden gecontroleerd omdat de verpakkingen niet konden worden geopend.

Afvalzorg geeft aan dat in de meeste compartimenten grondreinigingsresidu is gestort en dat dit betekent dat in de meeste compartimenten gips kan worden aangetroffen. Gips komt namelijk (in geringe hoeveelheden) voor in grondreinigingsresidu.

Het ontstaan van waterstofsulfide uit gips

Volgens Afvalzorg kunnen verschillende afvalstromen gips (CaSO_4) bevatten en kan van de meeste hoofdstromen niet worden aangegeven hoeveel gips deze bevatten. Onder het park aanwezig gips is mogelijk afkomstig uit de fractie 'anorganisch afval'.

Gips is een betrekkelijk zacht bouw materiaal dat in verschillende vormen kan worden aangeboden bij de stortplaats. Met name dunne platen kunnen door het storten, verdichten en het gewicht van het bovenliggende afval verkrumelen waardoor vele fijne granulaire deeltjes ontstaan. Gips lost, zeker als het 'onder water' staat, betrekkelijk gemakkelijk op in infiltrerend regenwater en komt in het percolaat terecht waarin het in ionen (Ca^{2+} en SO_4^{2-}) is gesplitst.

Met name ook in de bodemsaneringswereld is met onderzoek vastgesteld dat sulfaat in een sterk anaeroob milieu (zoals dat in het stortlichaam aanwezig is) wordt omgezet. Hierbij komen onder andere waterstofsulfide en mercaptanen vrij welke verantwoordelijk zijn voor de karakteristieke geur van stortgas [36]. De stortgasanalyses die Afvalzorg uitvoert geven ook aan dat het stortgas waterstofsulfide (ook wel zwavelwaterstof genoemd), naast andere zwavelhoudende verbindingen, bevat.

Bedrijfsafval

Afvalzorg geeft aan dat het aangeboden bedrijfsafval permanent is beoordeeld en gecontroleerd op basis van acceptatievoorwaarden die in de betreffende periode golden. Het storten van vaten was bij opening van de stortplaats Nauerna al verboden. Er heeft altijd zeer scherp toezicht plaatsgevonden op iedere vracht afval die is gestort. Een vrachtwagen verlaat de stortplaats pas als de medewerker op het stortfront tijdens het kiepen heeft gecontroleerd dat hetgeen uit de vrachtwagen kwam daadwerkelijk datgene was dat op de begeleidingsbrief stond. Die praktijk is over de jaren onveranderd gebleven. Volgens Afvalzorg zijn grote vaten nooit gevonden. Jerrycans, grote verfblikken en accu's zijn af en toe wel gevonden en direct verwijderd. Op locatie was een KCA-depot voor tijdelijke opslag van dat soort vondsten. De ontdoener kreeg reprimandes en boetes.

Het bedrijfsafval bestond dus vooral uit verpakkingsmateriaal inclusief resten van een (onbekende) inhoud. Gezien bovenstaande betreffen die 'resten' hooguit een zeer beperkt volume (in verhouding tot het verpakkingsmateriaal waarin het werd afgeleverd) en is geen sprake van de acceptatie van aanmerkelijke hoeveelheden (al dan niet toxisch) chemisch afval. Gegevens over individuele componenten ontbreken. De bedrijven die dit afval aanleverden zijn bij Afvalzorg bekend en het zou mogelijk zijn om via de aanbieders van het afval het type afval na te vragen. Dit heeft echter volgens ons weinig toegevoegde waarde omdat de samenstelling van het afval in grote lijnen bekend is.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval in alle compartimenten onder het park is gestort.

Er is geen informatie die erop wijst dat afval van ziekenhuizen is gestort. We gaan er daarom van uit dat bacteriën en virussen, afkomstig uit dat afval, hier niet aan de orde zijn.

We nemen aan dat deze categorie afval niet in relevante mate bijdraagt aan de productie van stortgas.

Shredderafval

Dit is een zeeffractie van vormalen metalen objecten zoals witgoed en auto's. Het gestorte afval bestaat vooral uit versnipperd karton en kunststof waarin ook fijne ferro- en non-ferrodeeltjes aanwezig zijn. De verontreiniging betreft voornamelijk zware metalen en minerale olie. Het kan ook kunststofschuim bevatten, dat is gemaakt met drijfgassen (in het verleden vooral freonen). Deze drijfgassen kunnen langzaam vrijkomen en freonen (waaruit drijfgassen vroeger veelal bestonden, tegenwoordig wordt vooral propaan en butaan toegepast) zijn ook daadwerkelijk in het stortgas aangetroffen [4].

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval niet in relevante mate in de compartimenten onder het park is gestort.

Riool-, kolken- en gemaalslib

Dit is slib dat vrijkomt bij bijvoorbeeld het reinigen van straatkolken en rioolstelsels. Het bevat voornamelijk zand en stof dat vanaf het wegdek naar de kolken toestroomt, met andere deeltjes (zoals rubber en olie) dat op het wegdek terechtkomt, en natuurlijk organisch afval zoals bladeren.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval niet in relevante mate in de compartimenten onder het park is gestort. We nemen aan dat deze categorie afval niet in relevante mate bijdraagt aan de productie van stortgas.

Grof huishoudelijk afval

Dit bestaat uit afval dat gescheiden wordt aangeboden op milieudepots en in het verleden niet in verbrandingsinstallaties kon worden verwerkt, zoals bankstellen en matrassen.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval niet in relevante mate in de compartimenten onder het park is gestort. We nemen aan dat deze categorie afval niet in relevante mate bijdraagt aan de productie van stortgas.

Slib en compost

Volgens Afvalzorg bestaat dit voornamelijk uit slib afkomstig uit rioolwaterzuiveringsinstallaties. De verhouding slib en compost varieerde jaarlijks. Het merendeel van het slib bestond uit gecomposteerd slib uit de rioolwaterzuiveringsinstallatie, wat dus net als het afgekeurde compost biologisch gestabiliseerd is. De mate waarin uit dit materiaal stortgas wordt geproduceerd is dus vermoedelijk gering.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval in alle compartimenten onder het park is gestort.

Refuse Delivered Fuel (RDF)

In de beschrijving van RDF geeft Afvalzorg aan dat het gaat om een grove en droge fractie die is ontstaan door zeven en windziften van huisvuil en bedrijfsafval. Het bestaat hoofdzakelijk uit papier en kunststof. Metaal wordt met magneten en eddy current afscheiders in een aparte fractie verwijderd en gerecycled. Daarnaast bevat RDF resten van andere stoffen, zoals chemicaliën afkomstig van beschadigde batterijen, verpakkingen van schoonmaakmiddelen, oplosmiddelen, spuitbussen, e.d. De omhulsels zullen er niet in zitten. Het kan zijn dat de verpakkingen nog restanten van de inhoud bevatten. Het RDF dat in de stortvakken 9 en 9a is terechtgekomen was afkomstig van Icovia Amsterdam en werd aangemerkt als een 'fluff-fractie', wat betekent dat het relatief los en licht materiaal betrof met weinig grote delen.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval onder het park alleen in compartiment 9 is gestort. We nemen aan dat deze categorie afval niet in relevante mate bijdraagt aan de productie van stortgas.

Verontreinigd hout

Hout wordt in principe hergebruikt of mee gestookt in verbrandingsinstallaties. Dat is alleen niet mogelijk als het hout te nat was, of verontreinigd met bijvoorbeeld verfresten of impregneermiddelen. Dat soort hout kan zijn gestort in Nauerna. Dit hout kan chemische verbindingen bevatten die naar het percolaat kunnen uitlogen maar vluchtige verbindingen bevat het nauwelijks dus een relevante bijdrage aan de productie levert ook dit materiaal niet.

Uit de door Afvalzorg aangeleverde info concluderen wij dat deze categorie afval niet in relevante mate in de compartimenten onder het park is gestort.

Percolaat

Het is verder van belang dat zich op de bodem van het stortlichaam vloeistoffen verzamelen (met de verzamelnaam 'percolaat') die over de bodem afstromen in noordelijke richting alwaar het door percolaatpompputten wordt aangezogen. Het is niet uit te sluiten dat uit dit percolaat ook stortgas ontstaat en dat het percolaat vluchtige verbindingen bevat die zich via het stortgas naar buiten verplaatsen.

In de volgende paragrafen gaan we in op de productie van stortgas (paragraaf 2.1.6) uit het afval, en op andere processen in het stortlichaam die verontreinigde gassen en dampen kunnen veroorzaken (paragraaf 2.1.7).

In hoofdstuk 1 is aangegeven dat bewoners het gevoel hebben dat de stortplaats nooit is ontworpen voor de hoeveelheid afval die er uiteindelijk is gestort en nog gestort gaat worden.

Afvalzorg heeft aangegeven dat er indertijd aanvullend onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van de vergunningverlening inzake de uitbreiding. Daarbij is aangegeven dat er geen civieltechnische belemmeringen zijn voor de uitbreiding (bijvoorbeeld te grote zettingen) en dat de effecten van verdere ophoging geringer zijn dan in het bewuste rapport beschreven omdat de daadwerkelijke ophoging eveneens geringer is dan waarop de berekeningen zijn gebaseerd. De uitbreiding in het als park beoogde (en nu ingerichte) deel is volgens Afvalzorg sowieso erg beperkt.

2.1.6 Stortgasproductie

Theorie stortgasproductie

Stortgas ontstaat uit organische stoffen via processen waarbij bacteriën een belangrijke rol spelen. Dat proces verloopt in een aantal fasen. In bijgaand kader zijn de verschillende fasen die bij die omzetting zijn te onderscheiden weergegeven.

Uit: achtergronden bij het advies Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS), 2005

De veranderingen in het stortlichaam onder invloed van microbiële processen worden vaak in vijf fasen ingedeeld:

Fase 1: Korte aerobe fase

Het gemakkelijk afbreekbare organische afval wordt aeroob afgebroken waarbij CO₂ wordt gevormd, zuurstof raakt snel op.

Fase 2: Hydrolyse en fermentatie

Er worden vluchtige vetzuren gevormd en CO₂. De hoeveelheid beschikbare zuurstof daalt langzaam.

Fase 3:

Aandeel van methaanvormende bacteriën neemt langzaam toe onder invloed van de dalende redoxpotentiaal. Het methaangehalte neemt langzaam toe.

Fase 4: Methanogene fase.

In deze stabiele fase wordt stortgas gevormd dat voor 50-60% uit methaan bestaat.

Fase 5:

Afnemende productie stortgas, er kan weer zuurstof toetreden, eerst in buitenste lagen en daarna ook in stortlichaam zelf. Productie van CO₂ en veraarding van resterend organisch materiaal.

Bovenstaand is echter een theoretisch beeld, het stortmateriaal is zeer heterogeen. Verschillende delen van het stortlichaam kunnen in een verschillend stadium van ontwikkeling zijn, alleen al omdat data van storten verschillen.

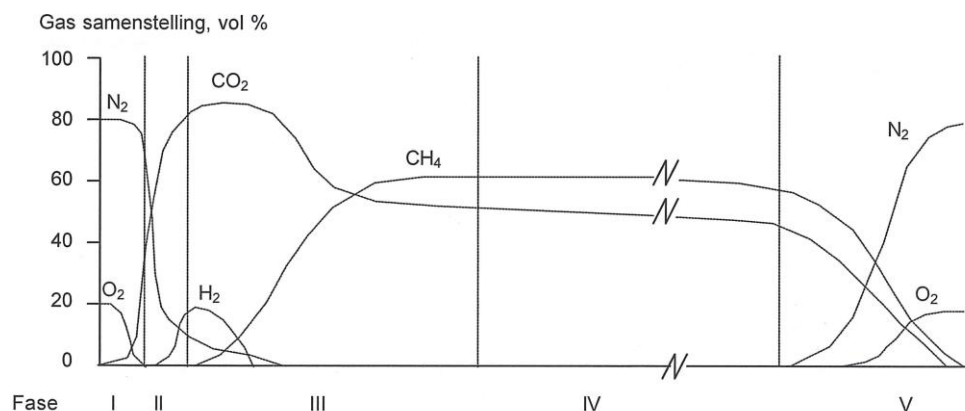
Waaruit bestaat stortgas

Het typische stortgas wordt dus gevormd door de afbraak (onder zuurstofarme condities) van organisch materiaal. Het bestaat in de regel uit 55-65% methaan, 30-40% kooldioxide, maximaal 5% stikstof, minder dan 1% zuurstof en een groot aantal sporencomponenten [32, 48, 62].

Stortgasvorming treedt alleen op als de omstandigheden daarvoor gunstig zijn. De micro-organismen moeten zich prettig voelen en dat is alleen het geval als zuurstof afwezig is, en voldoende vocht aanwezig, alsmede routes via welke afbraakproducten zich naar de zones kunnen verplaatsen waar de micro-organismen actief zijn. In een stort bevinden zich zones waarin water nauwelijks kan doordringen omdat het stortmateriaal door compactie zeer slecht doorlatend is. In sommige zones zal daarom weinig tot geen afbraak en productie van stortgas plaatsvinden. In stortplaatsen is het vaak niet goed bekend waar zich deze zones bevinden waarin de stortgasproductie gering is [12].

De snelheid waarmee stortgas wordt gevormd is gering. Vaak bereikt stortgasproductie in de eerste jaren na sluiten zijn optimum. Na het optimum zal de stortgasproductie over een periode van tientallen jaren gaan afnemen. Na 40 tot 50 jaar is van emissies naar de lucht meestal geen sprake

meer, daarna wordt alle nog geproduceerde stortgas in de buitenste laag afgebroken. De stortgasproductie is in de zomer hoger dan in de winter. In figuur 5 is een theoretische curve weergegeven die weergeeft in welke mate componenten in het stortgas verschijnen en verdwijnen. In de begrippenlijst zijn de chemische termen uit figuur 5 toegelicht.



Figuur 3.2 Illustratie van de ontwikkeling van de samenstelling van de gasfase in de stortplaats (Christensen and Kjeldsen 1998).

Figuur 5: Illustratie ontwikkeling samenstelling stortgas [naar: Christensen en Kjeldsen, 1998]

De hoeveelheid afbreekbaar koolstof (C, de hoofdcomponent in organisch materiaal) neemt door uitputting geleidelijk af. In heel algemene termen kan worden gesteld dat er sprake is van een 'halfwaardetijd' van 7 jaar. Dit betekent dat de helft van het stortgas in de eerste 7 jaar wordt gevormd. In de tweede zeven jaar wordt de helft van de andere helft gevormd etc. Door voortschrijdende verdamping neemt ook de hoeveelheid vluchtige verbindingen aanwezig in percolaat en het stortmateriaal geleidelijk af.

Modellen voor de voorspelling van stortgasproductie

Afvalzorg berekent de stortgasproductie aan de hand van een eigen model. Dit model is ontwikkeld door de Wageningen Universiteit en is gebaseerd op een eerder door TNO ontwikkeld model en aanbevelingen van het toenmalige 'Adviescentrum Stortgas' [49]. In de afgelopen jaren is het model aangepast op basis van aanbevelingen van de studie 'Stortgasemissies Duurzaam Stortbeheer uit 2011.

Afvalzorg stelt dat de stortplaats Nauerna zich van andere (meer 'standaard stortplaatsen') onderscheidt door de betrekkelijk lage productie van stortgas en de zeer lage porositeit van het stortmateriaal [49]. Dit omdat naar verhouding erg veel verontreinigde grond is gestort, en veel minder huishoudelijk afval dan normaal.

In het model van Afvalzorg wordt, voor de berekening van de ontwikkeling van stortgas, uitgegaan van organisch afval dat wel en organisch afval dat niet onder anaerobe condities afbreekbaar is (en stortgas vormt). De eerste categorie (wel afbreekbaar) is verder in drie subcategorieën onderverdeeld: snel, matig en langzaam afbreekbaar. In tabel 2 is samengevat in welke mate (gemiddeld genomen) de verschillende afvalcategorieën snel, matig en langzaam afbreekbare organische stof bevatten.

Onderstaande tabel is toegepast op het afval dat onder het park is opgeslagen. We komen tot de conclusie dat er tussen de verschillende compartimenten onder het park betrekkelijk weinig verschil in samenstelling van het afval is, voor zover dit betrekking heeft op de productie van stortgas.

Tabel 2: Minimum gehalte afbreekbare organische stof in verschillende categorieën afval [4]

Categorie afvalstof	Gehalte organisch materiaal in kg/ton afval			
	Snel afbreekbaar	Matig afbreekbaar	Langzaam afbreekbaar	Totaal (tussen haakjes % niet afbreekbaar) *1
Verontreinigde grond	0	2	6	40 (80%)
Bouw- en sloopafval	0	6	12	44 (59%)
Shredder-afval	0	6	18	60 (60%)
Riool- en kolkenslib	9	18	27	90 (40%)
Slib&compost	8	38	45	150 (36%)
Grof huishoudelijk afval	13	39	104	260 (40%)
Bedrijfsafval	13	52	104	260 (35%)
Huishoudelijk afval	60	75	45	300 (40%)

*1: het eerste getal is het totaal gehalte organische stof, ook het deel dat niet onder anaerobe omstandigheden afbreekbaar is. Tussen haakjes staat het % van de totale hoeveelheid organische stof dat niet afbreekbaar is onder anaerobe omstandigheden.

Uit bovenstaande tabel blijkt huishoudelijk afval het best afbreekbare type afval is, en dit is onder het park nauwelijks aanwezig.

Productie van stortgas in Nauerna

Of er uit het in potentie afbreekbare afval ook daadwerkelijk stortgas ontstaat is ook afhankelijk van de beschikbaarheid van water. Naast de afwezigheid van zuurstof is het ook van belang dat er voldoende vocht aanwezig is, en dat tussenproducten die ontstaan bij de afbraak zich verspreiden ('worden afgevoerd') zonder dat ze verdere afbraak in de weg zitten zodat die stagneert. Het water moet zich dus kunnen verplaatsen. In heel dichte afvallagen is de doorlatendheid zeer gering en kan het dus zijn dat er weinig tot geen stortgas ontstaat terwijl er wel organisch materiaal aanwezig is. Uit de rapportages van Afvalzorg blijkt dat zij de ligging van dat soort zones niet kennen omdat dit niet goed voorspelbaar is [10]. Er zijn zeker de nodige slecht doorlatende lagen afval aanwezig en de lage doorlatendheid van het gestorte afval bevordert een snelle afbraak en dito stortgasvorming zeker niet.

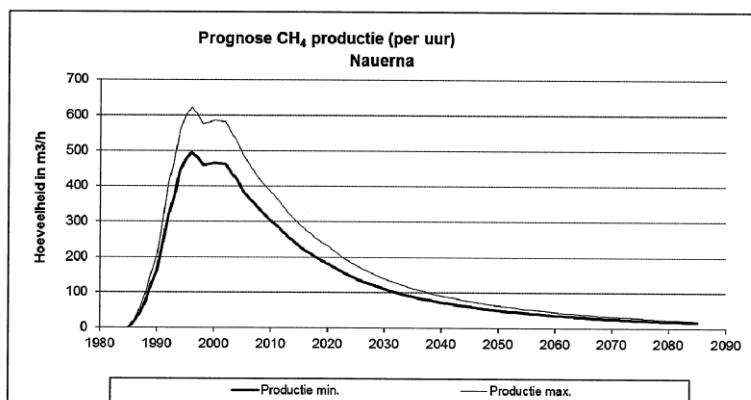
In [23] geeft Afvalzorg aan dat in het stortlichaam Nauerna onder optimale omstandigheden gemiddeld 0,13 l methaan per m²/uur wordt geproduceerd. De stortgasproductie is in traditionele huisvuilstortplaatsen een factor 10 tot 20 maal groter dan bij Nauerna, waar nauwelijks goed afbreekbaar huishoudelijk afval is gestort. Een andere beperkende factor in de afbraak is de lage doorlatendheid van het stort. Voor een vlotte afbraak is het nodig dat percolaat snel wordt afgevoerd en 'vers' regenwater goed kan infiltreren en daardoor snel bij het afbreekbare afval kan. Door de lage doorlatendheid van het afval is daarvan hier minder sprake dan in stortplaatsen waar veel afbreekbaar afval is gestort.

Uit [10] en [23] blijkt dat in de gehele stortplaats Nauerna in 2013 gemiddeld per uur 290 m³/uur methaanproductie plaatsvond, waarvan 140 m³/uur wordt onttrokken en in de deklaag 60 m³/uur wordt geoxideerd. Het restant (90m³/uur) verdwijnt door de afdeklaag naar de atmosfeer [4].

In de compartimenten 9 t/m 12 (het park neemt daarvan ca. 50% in beslag) bedroeg de gasvorming gemiddeld ca. 150 m³/uur methaan in 2013. Er wordt aangenomen dat in de deklaag ca. 40 m³ methaan per uur wordt geoxideerd en dat de emissie ca. 55 m³ methaan/uur gemiddeld over 2013 bedraagt (dat is bijna 20% van de productie van de gehele stortplaats). Bij een oppervlak van het park van 12 ha bedraagt de emissie vanuit het park in 2013 ca. 25 m³ methaan/uur, dat is 0,2 liter/m²/uur [4].

De door Afvalzorg berekende schatting van de methaanproductie van de gehele stortplaats Nauerna is in figuur 6 weergegeven. De laatste jaren is het percentage gestort afbreekbaar afval afgenomen, waardoor de piek in de stortgasproductie afneemt. De productie van stortgas over het jaar is betrekkelijk constant omdat de condities in het stortlichaam weinig variëren, dus niet afhankelijk zijn van tijdelijke schommelingen in temperatuur en neerslag.

Omdat iedere stortplaats weer anders is, is het niet eenvoudig om de beschikbare gegevens van Nauerna te verifiëren, maar in algemene zin lijken de beschikbare gegevens te passen in het algemene beeld.



Figuur 2: Methaanproductieprognose stortlocatie Nauerna.

Figuur 6: Berekende methaanproductie in Nauerna

2.1.7 Overige processen in het stort

Naast de productie van het stortgas, zoals in de vorige paragraaf beschreven, spelen nog andere processen die kunnen bijdragen aan het ontstaan van verontreinigde gassen en dampen. Deze bespreken we hier in het kort.

Verdamping van vluchtige verbindingen uit het afval

In Nauerna is ook afval gestort dat, in zekere mate, vluchtige verbindingen bevatte. Deze zullen zich door diffusie gaan verplaatsen en kunnen de afdeklaag bereiken als ze niet van tevoren worden afgevangen door het stortgasonttrekkingssysteem. Voorbeelden zijn:

- restanten van de inhoud van verpakkingen. Omdat is niet geregistreerd om welk type producten/ verpakkingen het gaat is niet bekend welke vluchtige verbindingen hieruit afkomstig kunnen zijn;
- verontreinigende stoffen in verontreinigde grond (en mindere mate puin), zoals vluchtige minerale olie, BTEX en VOCI.

Deze vluchtige verbindingen kunnen zelf ook worden omgezet in het afvalpakket waarbij andere, soms meer toxische stoffen, ontstaan. Een voorbeeld is de betrekkelijk goede omzetting onder zuurstofarme omstandigheden van verschillende gechlloreerde koolwaterstoffen (VOCI) in vinylchloride dat alleen verder wordt omgezet in etheen en ethaan onder zuurstofrijke omstandigheden.

Wat gebeurt er met de lucht in het stortlichaam?

Bij het vullen van het stortlichaam bevat dit lucht die grote gelijkenis vertoont met die in de atmosfeer. Gedurende het storten verandert de samenstelling van de lucht. In het begin vindt afbraak plaats van organisch materiaal onder zuurstofrijke condities, kort daarna is het zuurstof opgebruikt en vindt anaerobe afbraak plaats waarbij vooral methaan, kooldioxide en stikstof wordt gevormd. Daarnaast zullen aanwezige vluchtige verbindingen in de grond verdampen en komen in de lucht in het stortlichaam terecht. Een deel van het verpakkingsmateriaal zal al bij het storten uit elkaar vallen waarbij mogelijke restanten inhoud vrijkomen, de rest komt geleidelijk vrij bij de verwerking van het verpakkingsmateriaal.

Bij de afbraak van organisch materiaal komt warmte vrij waardoor de temperatuur van het gas stijgt. Hierdoor zet het gas uit waardoor de druk toeneemt. Het stortgasonttrekkingssysteem zuigt stortgas aan waardoor er een drukgradiënt ontstaat vanuit de kern van het stortpakket tot aan de drains. Als dit systeem eenmaal goed functioneert zal de variatie in gasdruk in de tijd beperkt zijn.

De samenstelling van het gas verandert in de eerste jaren maar wordt betrekkelijk constant zodra de anaerobe afbraak goed op gang is gekomen. Naast bovengenoemde stortgasbestanddelen kunnen ook vluchtige verbindingen vrijkomen uit gestorte grond uit bodemsanereringen en uit overige afvalstromen.

Omzetting gips

Uit gips (aanwezig in de fractie ‘anorganisch afval’) kan zwavel vrijkomen dat, na biologische omzetting, kan leiden tot de vorming van waterstofsulfide en sterk geurende mercaptanen.

Vrijkomen drijfgassen uit kunststofschuim

Onder het park zijn geen relevante hoeveelheden shredderafval terechtgekomen. De hoeveelheid drijfgassen (met freonen) uit spuitbussen en kunststofschuim is dus (zeer) beperkt zijn. Over het algemeen nemen ook deze processen in intensiteit in de tijd af omdat de bron (het afval) uitgeput raakt.

2.1.8 Wat wordt er nu daadwerkelijk in het stortgas gemeten?

Afvalzorg onderzoekt periodiek de samenstelling van het stortgas, dit conform de voorwaarden uit de vergunning. Dit doet zij jaarlijks door monsters van het stortgas, genomen bij één verzamelpunt, chemisch te analyseren. Daarbij hanteren zij het analysepakket dat relevant is voor de rapportage conform vergunning, en dat zijn naast de macrobestanddelen met name zwavel- en halogeenvbindingen. Incidenteel zijn verbindingen geanalyseerd die KIWA/Gastec op dat moment kon uitvoeren.

Vraag 8: liften de microbestanddelen mee met de macrobestanddelen

De vraag is gesteld of de microbestanddelen ‘meeliften’ met de macrobestanddelen. De afgeleide vraag is of het transport van macrobestanddelen maatgevend is voor het transport van microbestanddelen. Onder macrobestanddelen verstaan wij methaan, stikstof en kooldioxide, de overige bestanddelen noemen we microbestanddelen.

De macrobestanddelen ontstaan door afbraak van het afbreekbare deel van het afval. Hierdoor neemt met name het aandeel methaan, kooldioxide en zwavelhoudende verbindingen in het stortgas toe en stijgt de dampdruk. Door de stijgende dampdruk vervluchtigen andere verbindingen minder snel uit bijvoorbeeld de verontreinigde grond. Over het algemeen geldt dat de mate waarin verontreinigende stoffen (bijvoorbeeld uit verontreinigde grond) vervluchtigen afhangt van de dampspanning.

Uit de grond van bodemsaneringen zullen vluchtige microbestanddelen sneller vrijkomen als de grond vochtiger wordt, en warmer. De binding aan organisch materiaal en kleideeltjes wordt dan namelijk minder sterk.

Het ontstaan van stortgas uit de afbraak van afval heeft een beperkt effect op het ‘meenemen’ van andere vluchtige stoffen die in het gestorte afval aanwezig zouden kunnen zijn.

Dat het stortgas veel methaan en kooldioxide bevat wil niet zeggen dat microcomponenten sneller of minder snel vervluchtigen dan wanneer sprake zou zijn van normale omgevingslucht. Er is dus geen sprake van meeliften van microbestanddelen met de macrobestanddelen die ontstaan door de afbraak van organisch materiaal. Door de toenemende dampdruk zal de vervluchtiging van verontreinigende stoffen uit grond eerder wordt onderdrukt.

Wat wel een positief effect heeft op de vervluchtiging van microcomponenten is het ‘stripeffect’ van het stortgasonttrekkingssysteem..

In [1] wordt aangegeven dat Afvalzorg maandelijks het gehalte methaan, kooldioxide en zuurstof meet in het stortgas ter plaatse van bronkisten, en het gasstation.

De monsters worden altijd genomen uit verzamelingen zodat de analyses betrekking hebben op de gemiddelde samenstelling van het onttrokken stortgas. Hieruit kunnen geen conclusies worden getrokken over de samenstelling van het stortgas in afzonderlijke compartimenten.

De resultaten van de door Afvalzorg aangeleverde analysecertificaten [7] zijn samengevat op bijlage 4. Hierin zijn ook de analyseresultaten opgenomen die zijn gepubliceerd in een rapport van OonKAY [36].

Uit de analyseresultaten concluderen wij dat het stortgas een significante hoeveelheid zwavelwaterstof bevat, wat duidt op sulfaatreductie en de mogelijke aanwezigheid van omgezet gips. De productie van zwavelwaterstof is afhankelijk van de beschikbaarheid van sulfaat, wat afhankelijk is van de oplosbaarheid. Sulfaat wordt gereduceerd door methaan en organische zuren die vrijkomen bij de afbraak van organische stof, en die neemt gestaag af.

Betekenis voor het conceptueel model

De vraag is gesteld of het zinvol is om van het stortlichaam (onder het park) niet één conceptueel model te maken maar meerdere, omdat we daarmee beter in staat zouden (kunnen) zijn een antwoord te geven op de vraag of risico's voor recreanten denkbaar zijn. Uit bovenstaande concluderen wij het stortlichaam betrekkelijk homogeen qua samenstelling en er niet op voorhand delen zijn te onderscheiden waar de samenstelling van het stortgas wezenlijk anders is dan elders onder het park.

2.2 Het verspreidingspad

Het verspreidingspad tussen de plaats waar de gassen vrijkomen (de bron, het afval) en de recreanten in het park, kunnen we onderverdelen in drie delen: het stortlichaam zelf, de afdeklaag, en de buitenlucht tussen de bovenzijde van de afdeklaag en de recreanten. Op deze drie delen van het pad gaan we in deze paragraaf achtereenvolgens in.

2.2.1 Transport van gassen in het stortlichaam

Verspreidingsprocessen

De gassen in het stortlichaam verspreiden zich onder invloed van drukverschillen en concentratieverschillen. Deze processen worden ook wel convectie en diffusie genoemd. Van belang zijn de verspreidingsrichting en –snelheid en de processen die optreden in het stortlichaam tijdens deze verspreiding.

Convectie is stroming onder invloed van drukverschillen. Grondwater en percolaat stromen in de bodem en het stortlichaam van plaatsen van hoge druk naar plaatsen met lagere druk. In het stortlichaam neemt de gasdruk toe omdat door de omzetting van vaste stof in gas het volume toeneemt en voor die volumetoename onvoldoende ruimte beschikbaar is. Als de druk groter wordt dan die van de atmosfeer dan vindt stroming naar buiten toe plaats.

Diffusie is verspreiding onder invloed van concentratieverschillen. Chemische verbindingen verplaatsen zich over een zekere afstand in een gas of vloeistof van plaatsen met een hoge concentratie naar plaatsen met een lagere concentratie.

Volgens Afvalzorg zijn de verschillen in concentraties in het stortlichaam gering, en daarmee ook de diffusie in het stortlichaam. Aan de rand van het stortlichaam, nabij de afdeklaag, is wel sprake van grotere concentratieverschillen (de typische stortgascomponenten zijn natuurlijk niet in die mate aanwezig in de atmosfeer) en daarmee van diffusie door de afdekgrond heen. Uit de analyse van een stortgasmonster uit bronkist 3 (zie paragraaf 5.4.2) blijkt dat de gehalten zwavelverbindingen binnen het stortlichaam toch variëren waardoor toch enige diffusie binnen het stortlichaam zal optreden. Het effect hiervan op risico's is echter verwaarloosbaar.

Uit rapport 10] blijkt dat Afvalzorg dat bij de optredende methaanvorming onder het park ook zonder gasonttrekking convectie het overheersende verspreidingsproces is. Voor sporeverbindingen die in veel lagere concentraties voorkomen dan methaan is dit in nog veel sterkere mate het geval omdat de concentratieverschillen nog veel geringer zijn. Bovendien zijn sporeverbindingen opgebouwd uit veel grotere moleculen dan methaan en is de diffusie van grotere moleculen sowieso langzamer.

Verspreidingssnelheid en richting

De verspreidingssnelheid van gassen in het stortlichaam wordt bepaald door drukverschillen in het stortlichaam zelf en met de omgeving.

Afvalzorg onttrekt stortgas uit het stortlichaam. In het stortgedeelte waarop het park wordt ontwikkeld bevinden zich 15 gasbronnen [15]. Het niveau waarop deze bronnen/drainen aanwezig zijn (4,50 tot 5,60 m⁺ NAP) is schematisch aangegeven op de doorsnede in bijlage 2b. Dit zijn horizontale rondom geperforeerde kunststof buizen in een grindbed. De maximale afstand tussen individuele bronnen bedraagt 40 meter.

Naarmate de afstand, in het stortpakket, tot de gasbronnen kleiner is zal een groter deel van het stortgas door de bronnen worden aangezogen en niet de afdeklaag bereiken. Daarnaast kunnen de bronnen plaatselijk waarschijnlijk ook zuurstof uit de atmosfeer (door de afdeklaag heen) aantrekken. Stortgas dat niet door de bronnen wordt aangetrokken wordt hierdoor geoxideerd en bereikt de atmosfeer niet. De kans op het aantreffen van stortgas aan de buitenzijde van de afdekgrond is dus het grootst tussen de gasbronnen in.

Midden tussen de buizen in, is de kans op ‘ontsnapping’ van gas naar de afdeklaag het grootst, evenals in het hoogste deel van het stortlichaam waar de afstand van het bovenste stortmateriaal tot de drains het grootst is.

De zuigkracht waarmee deze gassen worden verwijderd kan niet worden gemaximaliseerd want dat zou kunnen betekenen dat zuurstof wordt aangetrokken wat tot een explosief mengsel kan leiden. De invloedssfeer van de afzonderlijke stortgasonttrekkingsbuizen is niet zodanig dat deze het gehele stortlichaam omvatten. De verspreidingsrichtingen worden ongetwijfeld mede bepaald door de onderdruk die het onttrekkingssysteem aanbrengt maar een deel van het stortgas bereikt de rand van het stortlichaam voordat het door het onttrekkingssysteem wordt aangezogen.

Stortgasonttrekkingssysteem

Op 1 juli 1997 is een stortgasonttrekkingssysteem in bedrijf genomen. Dit is gaandeweg uitgebreid in de volgende volgorde:

- 1997 : compartimenten 9 t/m 11;
- 1999 : compartimenten 12, 13, 13a, 14, 15;
- 2012 : compartimenten 12, 13, 14 en 15.

Het systeem bestaat uit horizontale gasdrainages met verticale stortgasonttrekkingsbronnen. Het stortgas wordt sinds 2006 benut voor verwarming van het kantoorgebouw van Afvalzorg en voor verwarming van het percolaat in de waterzuivering, en geleverd aan een nabijgelegen kwekerij. Overtollig gas wordt afgefakkeld.

In de compartimenten 9 t/m 12 is in 1997-1998 het eerste gasonttrekkingssysteem aangebracht. Het is een type ‘horizontaal’ en bestaat uit 15 bronnen verdeeld over drie ‘bronkisten’.

De resultaten van stortgasmetingen ter plaatse van de onttrekkinginstallatie zijn opgenomen in bijlage 4. Hier verzamelt al het gas zich en de gemeten gehalten betreffen dus gemiddeldes voor het gehele stortlichaam.

Uit [4] blijkt dat Afvalzorg heeft berekend dat in 2013 gemiddeld per uur 290 m³ methaan is geproduceerd. Er wordt gemiddeld 140 m³ methaan per uur onttrokken.

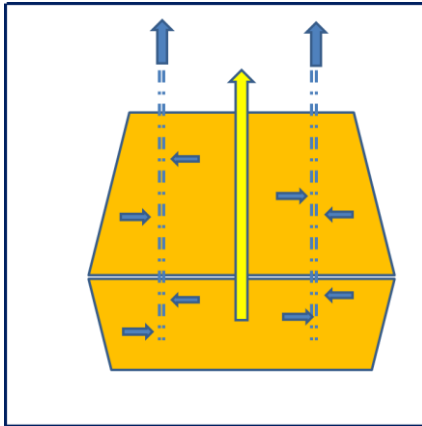
De stortgasonttrekkingsbronnen kunnen ook (ongewild) zuurstof aanzuigen uit de atmosfeer. Hierdoor kan een explosief mengsel ontstaan en om dit te voorkomen worden het zuurstofgehalte laag gehouden (<2%).

[Senter Novem 2009]

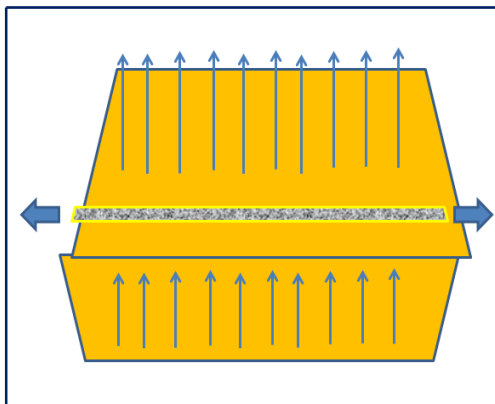
Het kan zijn dat een deel van het stortgas buiten het bereik van de onttrekkingbronnen de afdeklaag bereikt. Dit kan oplopen tot 30%.

De verblijftijd van stortgas in het stortlichaam (de tijd tussen ontstaan en verdwijnen) is onbekend. Dit is echter ook niet van veel belang voor een uitspraak over risico's.

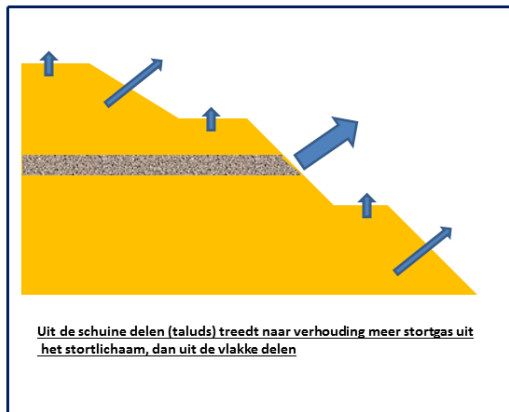
Voor convectie geldt dat de weerstand mede bepalend is voor de snelheid van verspreiding. Uit ervaring is bekend dat de horizontale doorlatendheid in een stortlichaam tot een factor 7 hoger kan zijn dan de verticale. Daarom is de kans dat stortgas op hellingen uittreedt groter dan op de vlakke delen bovenop omdat horizontale lagen ‘dagzoomen’ in de hellingen.



Een deel van het stortgas blijft buiten het bereik van het onttrekkingssysteem



Door goed doorlatende tussenlagen verspreidt zich veel meer stortgas dan door een door compactering verdicht stortpakket



Uit de schuine delen (taluds) treedt naar verhouding meer stortgas uit het stortlichaam, dan uit de vlakke delen

Alhoewel we weten dat een stortlichaam heterogeen is, is meestal onbekend waar zich zones bevinden met grotere poriën en waar zones met kleinere. In [4] geeft Afvalzorg aan dat gas zich op verschillende schaalniveaus verspreid. In een stortpakket is sprake van hele kleine microporiën en macroporiën. In de kleinste poriën overheerst het langzame diffusieproces terwijl in de grotere poriënstroming een belangrijke rol speelt. De verschillen in doorlatendheid in het stortlichaam, en ook variaties in verspreiding van stortgas in een stortlichaam in de tijd en in de ruimte, zijn moeilijk aan te tonen en moeilijk voorspelbaar. Uit de literatuur blijkt wel dat er voorbeelden zijn van ruimtelijke variatie in stortgasemissie. We gaan hierop later nader in.

Omdat in een stortlichaam verschillende stoffen met verschillende eigenschappen (doorlatendheden) zijn gestapeld, en in meer of mindere mate samengedrukt, kunnen er trouwens geïsoleerde ophopingen van gas en percolaat ontstaan die niet in verbinding staan met de omgeving en ook niet gemakkelijk wegstromen. Maar voorspellen waar en wanneer is niet gangbaar noch eenvoudig.

Afvalzorg geeft aan dat de kans dat stortgas op hellingen uittreedt groter is door de lagere weerstand [4].

In de literatuur wordt aangegeven dat in een stortlichaam voorkeursstroming kan optreden langs peilbuizen, zakbakens, oude werkwegen (puin), niet in gebruik zijnde onttrekkingsbronnen, en vooral taluds.

Betekenis voor het conceptueel model

De vraag is gesteld of het zinvol is om van het stortlichaam niet één conceptueel model te maken maar meerdere, omdat we daarmee beter in staat zouden (kunnen) zijn een antwoord te geven op de vraag of risico's voor recreanten denkbaar zijn. Uit bovenstaande concluderen wij ten aanzien van processen in het stortlichaam dat de kans op hoge gehalten in de atmosfeer het grootst is daar waar het stortpakket het dikst is, op de hellingen, tussen de gasonttrekkingsbuizen in, en op plaatsen waar relatief beter doorlatende stortlagen of afdeklagen 'dagzomen'.

Vraag 7: onderscheid tussen horizontaal en verticaal transport

In vraag 7 wordt de vraag gesteld of het zinvol is om onderscheid te maken tussen horizontaal en verticaal transport.

Uit bovenstaande blijkt dat horizontale verspreiding veel groter zal zijn dan verticale door de verschillen in doorlatendheid. Het berekenen van verspreiding (richtingen en fluxen) in het stortlichaam is ondoenlijk want zeer onbetrouwbaar. Het is wel zinvol om bij het vaststellen van het monitoringplan, voor zover mogelijk, rekening te houden met de dominantie van horizontale verspreiding.

2.2.2 Processen en verspreiding in de afdeklaag

Verspreiding

Door de bovengenoemde processen komt een deel van het stortgas uit het stortlichaam uiteindelijk in de afdeklaag terecht. De afdeklaag is in de doorsnedes op bijlage 2 weergegeven als een dunne zwarte laag.

In de afdeklaag vindt zowel verspreiding door diffusie als stroming plaats. De atmosferische druk kan een grote invloed hebben op de mate waarin stroming plaatsvindt. Hierdoor kan de stroming van stortgas uit de afdeklaag behoorlijk variëren, van laag bij hoge atmosferische druk (die 'drukt dan terug') tot hoog bij lage atmosferische druk (die 'zuigt' dan aan de lucht in de afdeklaag).

Het stortgas zoekt natuurlijk de weg van de minste weerstand door de afdeklaag. Als in de afdeklaag sprake is van scheuren (uitdroging of verzakking), wortelgangen, open ruimte bijvoorbeeld langs peilbuizen of andere obstakels, dan zal een deel van het stortgas hierlangs of hierdoor ontsnappen. Als de afdeklaag plaatselijk dunner is dan geldt ook dat dit de plaatsen zijn waar naar verhouding meer stortgas de afdeklaag passeert.

In homogene afdeklaagen is de kans op 'ontsnapping' van gas het kleinst. Bij het korte bezoek van het park in mei 2014 zijn geen zaken waargenomen die duiden op een heterogene afdeklaag van waaruit plaatselijk veel meer stortgas zou kunnen ontsnappen dan elders.

Oxidatie van stortgas

In de afdeklaag komt het gas in contact met zuurstof (dat is ingetreden vanaf de buitenkant) waardoor oxidatie van stortgas plaatsvindt. Zuurstof treedt de afdeklaag binnen door diffusie, en opgelost in regenwater dat in de afdeklaag infiltreert. Omdat in de afdeklaag zuurstof door verschillende processen wordt verbruikt neemt het zuurstofgehalte in de afdeklaag af naarmate de diepte toeneemt.

In tabel 3 zijn de resultaten opgenomen van onderzoek naar de mate waarin de verschillende componenten in stortgas in de afdeklaag oxideren.

In een rapport van Novem [33] wordt gesteld dat ook andere componenten zoals organische zuren en esters, H₂S en CFK's in de deklaag kunnen worden omgezet. Op deze manier levert de afdeklaag ook een belangrijke bijdrage aan de beperking van geuremissies. Omdat efficiënte bacteriecultures bestaan die deze componenten kunnen omzetten zal geur in de toplaag efficiënter worden omgezet dan methaan.

Onder invloed van deze zuurstof wordt een deel van het stortgas afgebroken tot CO₂ en H₂O. Internationaal is afgesproken dat hiervoor ongeveer 10% moet worden genomen van het methaan dat de afdeklaag bereikt. Maar dit getal lijkt met name laag aangenomen te zijn om beheerders van stortplaatsen uit te dagen om aan te tonen dat het in de praktijk meer is.

De mate waarin stortgas wordt geoxideerd wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van zuurstof, die in algemene zin beperkt is. Bij lage stortgasproductie (zoals bij Nauerna) is de oxidatie (in % van het toestromende stortgas) hoger dan bij hoge stortgasproductie (zoals in traditionele stortplaatsen waar veel meer goed composteerbaar afval is gestort en de vracht methaan veel groter is).

Tabel 3: Oxidatie van verschillende bestanddelen in de afdeklaag [uit 36]

Component	Oxideerbaarheid (kwalitatief)	Oxideerbaarheid (kwantitatief)
Methaan, n-hexaan, etheen,	Redelijk	10% tot 60%
H ₂ S	Goed	95%
Thioethers en mercaptanen	Niet	0%
Aromaten (benzeen, toluen)	Redelijk	10% tot 60%
Chlooretheen, dichloorfluormethaan	Redelijk	10% tot 60%
Trichlooretheen, 1,2,3-trichloorpropaan, hexachloor-1,3-butadieen, 1,1-dichloor-1-fluorethaan, 1,1-difluor-1-dichloorethaan	Niet	0%

Afvalzorg concludeert dat de oxidatie op Nauerna moet worden ingeschat op 20 tot 40% van de methaanflux. Volgens Afvalzorg suggereren recente emissie-metingen dat van een methaanoxidatie in de orde van 30% [36] kan worden uitgegaan omdat dit het verschil is tussen de emissiemetingen (boven de afdeklaag) en de potentiële emissie vanuit het stortpakket [105].

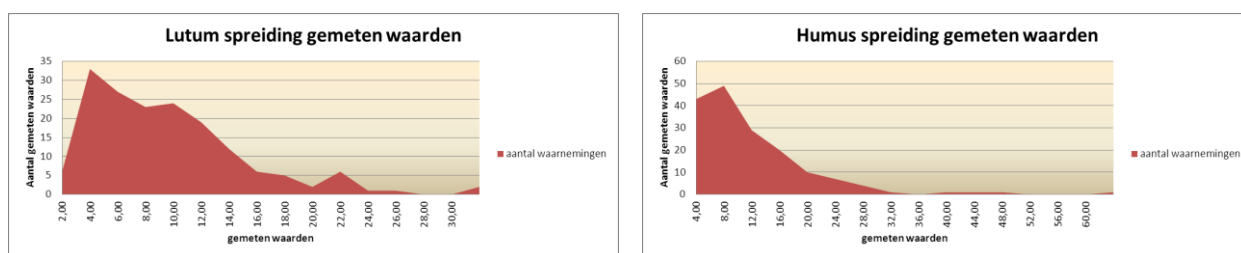
Volgens onderzoek is de capaciteit van methaanoxidatie maximaal 2 tot 4 l/m²/uur, maar dat kan in de winter lager zijn. Oxidatie is verwaarloosbaar bij temperaturen < 5°C, en pas effectief bij temperaturen > 20°C. Voor zandgrond ligt de maximale oxidatiesnelheid op 30 tot 60 cm onder oppervlak, en voor kleigrond op ca. 5 tot 20 cm. Als het stortgas erg veel methaan bevat dan zal zuurstof al snel zijn opgebruikt en is de zuurstofrijke laag waarin oxidatie plaatsvindt dun. Maar daarvan lijkt hier geen sprake want de hoeveelheid afval waaruit methaan kan ontstaan is hier veel kleiner dan in traditionele stortplaatsen met veel huisvuil. Dit wordt bijvoorbeeld in [4] bevestigd door het volgende:

- in de (oxiderende) deklaag wordt gemiddeld 0,08 liter methaan per m²/uur geoxideerd;
- rapport RHDHV: onder optimale omstandigheden 0,13 m³ methaan per m²/uur.

In [23] wordt gesteld dat de emissie op de stortplaats Nauerna in 2013 gemiddeld 0,13 liter methaan per m² en per uur bedroeg. En dat dit in traditionele huisvuilstortplaatsen een factor 10 tot 20 keer hoger is. In grote lijnen passen de conclusies die Afvalzorg trekt wel in het beeld dat uit de algemene literatuur kan worden geschat.

De oxidatie in de afdeklaag vindt plaats op het grensvlak van gronddeeltjes en waterdeeltjes (een zogenaamde 'biofilm'), en van waterdeeltjes en gasdeeltjes. De afbraak van stortgas in de afdeklaag verloopt het beste als de afdeklaag bestaat uit relatief fijn materiaal, dan is het oppervlak van de gronddeeltjes het grootst. De afbraak gaat ook het beste bij een hoog vochtgehalte en fijne bodemdeeltjes hebben over het algemeen een hoger vochtbergend vermogen. Het is verder gunstig als de afdeklaag biologisch actief is, wat betekent dat er voldoende (maar niet te veel) voedingsstoffen als stikstof aanwezig moeten zijn. Een humusrijke goed doorlatende afdeklaag is gunstig. Uit in Duitsland uitgevoerde proeven blijkt dat als methaanoxidatie het belangrijkste criterium is, een bodemlaag die bestaat uit matig humeus lemig zand, een neutrale pH en een lage compactie het meest gunstig is [41 en 42].

De afdeklaag ter plaatse van het park bestaat uit grond die uit een zeer groot aantal (ca. 158) verschillende partijen afkomstig is. Afvalzorg heeft alle grond die als afdekgrond is gebruikt, gekeurd. Daarbij is de chemische kwaliteit vastgesteld maar ook het gehalte lutum (de fijnste bodemdeeltjes) en organische stof, en de pH. Met name de eerste twee zijn van belang voor de beoordeling van de geschiktheid van de afdeklaag voor oxidatie van stortgas. Uit het door Afvalzorg aangeleverde databestand is figuur 7 opgemaakt, waaruit blijkt hoe vaak bepaalde gehalten lutum en organische stof voorkomen, en wat de variatie is tussen de aangebrachte partijen grond. Op de horizontale as staat het aantal afzonderlijke partijen, op de verticale as staat het gehalte lutum respectievelijk organische stof.



Figuur 7: Samenvatting vastgestelde gehalten lutum en organische stof

Uit figuur 7 concluderen wij dat voor het overgrote deel van de partijen geldt:

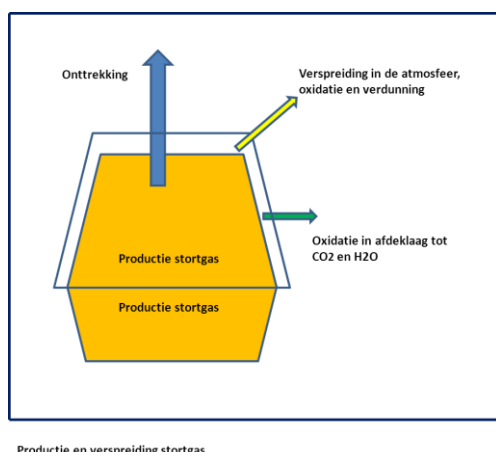
- dat in de meeste grond het lutumgehalte lager is dan 15%, met een gemiddelde van ongeveer 8%. Een Duitse leidraad [64] adviseert een gehalte lutum van 5 à 17%, waaraan hier dus netjes wordt voldaan;
- dat het gehalte humus varieert tussen de 0 en 24%, met een gemiddelde van ongeveer 8%;
- het kleigehalte is te laag voor een relevante dampremmende werking.

De vraag kan echter worden gesteld of een niet optimaal kleigehalte erg is. Kleirijke bodemlagen zijn altijd imperfect en bevatten scheuren die met beter doorlatend materiaal zijn gevuld. Als een afsluitende grondlaag aanwezig zou zijn dan zou daardoor de druk onder die laag worden opgebouwd waardoor plaatselijke lekkages zouden kunnen optreden met meer risicovolle gevolgen dan bij een aaneengesloten grondlaag.

Uit enkele profielen blijkt dat de dikte van de afdeklaag minimaal één meter bedraagt (op de taluds), een gebruikelijke dikte voor afdekkingen. Op de vlakke delen is deze dikte in een groot deel van het park aanmerkelijk meer, met uitzondering van het vlakke deel aan de zuidoostzijde.

In paragraaf 4.8 wordt ingegaan op de milieuhygiënische kwaliteit samenstelling van de afdekgrond. Voor wat betreft de afbraak van het stortgas in de afdeklaag gaat het, zoals hierboven is gebleken, met name om zaken als de korrelverdeling (liever fijn dan te grof), voldoende organisch materiaal (humus) en voldoende voedingsstoffen alhoewel die laatste ook naderhand kunnen worden toegevoegd. Het is verder van belang niet te vergeten dat de afdeklaag ook andere functies moet vervullen: neerslag moet kunnen infiltreren om de afbraak in het stortlichaam op gang te houden, het moet ook een geschikte voedingsbodem zijn voor vegetatie en moet stabiel blijven (niet van de hellingen afschuiven) in natte periodes. Dit overziend concluderen wij dat met het aangebrachte materiaal een goede oxidatie van stortgas zou moeten kunnen worden bereikt terwijl ook de andere functies kunnen worden vervuld.

De emissie uit de afdeklaag is in de winter groter omdat dan de oxidatie in de deklaag kleiner is terwijl de buitentemperatuur minder effect heeft op die in het stortlichaam.



Productie en verspreiding stortgas

Overige gassen/stoffen in de afdeklaag

Ook andere verbindingen dan methaan worden afgebroken in de afdeklaag (zie tabel 3). Waterstofsulfide (de zwavelhoudende verbinding die in de hoogste concentratie in het stortgas is aangetroffen) is zeer goed afbreekbaar (tot 95%) onder zuurstofrijke omstandigheden in de afdeklaag [36]. De afbreekbaarheid van benzeen en toluen wordt iets lager ingeschat (10 tot 60%). Van de stofgroep vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen (VOC) is de oxideerbaarheid erg gering (die is juist groter in het stortlichaam onder zuurstofloze omstandigheden). Het toxische afbraakproduct van VOCL, vinylchloride, dat bij bodemverontreiniging vaak voor problemen zorgt, is juist onder zuurstofrijke omstandigheden weer

zeer goed oxideerbaar en wordt bij metingen in kruipruimtes en woningen daarom vaak juist niet meer aangetroffen.

Vraag 9: Afbraak van stoffen in de afdeklaag

De vraag is gesteld of er in algemene zin iets kan worden gezegd over de afbraak van macro- en micro-bestanddelen uit het stortgas, in de afdekgrond.

Uit de stukken die door Afvalzorg zijn aangeleverd blijkt dat de milieuhygiënische kwaliteit van de afdekgrond varieert. Een deel van de grond is kwaliteit 'Wonen' en een deel is 'Industrie'. Wij hebben de indruk dat de milieuhygiënische kwaliteit van de grond (gehalten zware metalen en PAK bijvoorbeeld) in geringe mate van invloed is op de afbraak van stortgas in die grond. De mate waarin afbraak van stortgas optreedt is afhankelijk van de porositeit, gehalte organische stof en nutriënten, en vochtgehalte. Uit door Afvalzorg beschikbaar gestelde gegevens blijkt de korrelverdeling en het gehalte organische stof. Op basis van figuur 7 concluderen wij dat die tussen de verschillende partijen grond waaruit de afdeklaag bestaat niet veel varieert.

Uit de literatuur blijkt niet dat er onderzoek is gedaan naar de relatie tussen de tijd die stortgas nodig heeft om de afdeklaag te passeren en de mate van oxidatie. Oxidatie van stortgas is waarschijnlijk een proces dat betrekkelijk snel verloopt. Ook op plaatsen waar stortgas wat sneller de afdeklaag passeert (bijvoorbeeld langs preferente stroombanen) maar waar hij toch nog in enige mate intact is, vindt oxidatie plaats. Alleen op plaatsen waar volledige kortsluiting is ontstaan bereikt het stortgas dusdanig snel de atmosfeer dat oxidatie niet of nauwelijks is opgetreden voordat recreanten ermee in aanraking komen.

Macrobestanddelen als methaan, kooldioxide en stikstof breken goed af, de mate waarin is afhankelijk van de beschikbaarheid van zuurstof in verhouding tot de vracht afbreekbare verbindingen. Die laatste is voor een stortplaats beperkt, waardoor het zuurstofgehalte bij Nauerna minder dan elders een beperkende factor is waardoor de oxidatie in de afdeklaag van Nauerna procentueel gezien betrekkelijk hoog is.

Belangrijke microcomponenten in het stortgas, afkomstig uit verontreinigde grond, zijn benzeen en vluchtige gechloreerde oplosmiddelen (VOCl). Benzeen oxideert redelijk goed in zuurstofrijke omstandigheden. VOCl breekt anaeroob goed af tot vinylchloride, dus de omstandigheden daarvoor zijn goed in het stortlichaam, reden waarom vooral vinylchloride wordt gemeten in het stortgas en in veel mindere mate de nog minder afgebroken tussenproducten. Vinylchloride breekt juist aeroob goed af dus waarschijnlijk zijn de omstandigheden daarvoor in de buitenste schil van de afdeklaag goed.

Over de afbraak van freonen in een afdeklaag is weinig bekend. Vermoedelijk is die beperkt.

Vraag 16: Berekening afbraak stoffen in de deklaag

De vraag is gesteld op welke wijze de afbraak van stoffen in de deklaag kan worden berekend.

Uit de geraadpleegde literatuur is niet gebleken dat er modellen bestaan waarmee (betrekkelijk routinematig) afbraak van stoffen in de deklaag wordt berekend. Deze afbraak wordt veelal van belang gevonden omdat het de emissie van broeikasgassen beperkt. De oxidatie wordt dan meestal geschat door vanuit een massabalans het verschil te berekenen tussen de geproduceerde hoeveelheid stortgas (de macrocomponenten) enerzijds en anderzijds de hoeveelheid stortgas die wordt onttrokken via het gasdrainagesysteem en de emissie die op enige afstand van de stortplaats wordt gemeten. De oxidatie is dan het verschil tussen beide. Tabel 3 geeft een indruk van de mate van oxidatie van de verschillende componenten.

Voor een oordeel over risico's bij recreatie is het niet verstandig om uit te gaan van gemiddelde situaties maar van extreme, bijvoorbeeld bij een verstoorde afdeklaag of het plaatselijk of tijdelijk ontbreken van afbraak in de afdeklaag. Het belang van berekening van afbraak in de deklaag is daarmee dus niet groot.

Als het van belang wordt geacht een betrouwbaar inzicht te hebben in de afbraak van stoffen in de afdeklaag dan kan deze het beste worden afgeleid uit:

- a) bovengenoemde massaberekeningen (voor de macrocomponenten);
- b) metingen uitgevoerd vlak onder de afdeklaag en vlak daarboven. Hierop gaan we bij monitoring in.

Betekenis voor het conceptueel model

De vraag is gesteld of het zinvol is om van het stortlichaam niet één conceptueel model te maken maar meerdere, omdat we daarmee beter in staat zouden (kunnen) zijn een antwoord te geven op de vraag of risico's voor recreanten denkbaar zijn. Uit bovenstaande concluderen wij ten aanzien van processen en verspreiding in de afdeklaag dat de kans op hoge gehalten in de atmosfeer het grootst is op plaatsen waar de afdeklaag dunner is, of verstoord door afschuivingen, wortels van struiken, gravende bodemdieren, gebruik door recreanten. Maar het is niet op voorhand aan te geven waar die zich voordoen (als die zich voordoen) en in hoofdstuk 5 adviseren we om met adequaat beheer deze ongewenste situaties juist te voorkomen.

Vraag 5: Wat meldt de literatuur over het transport van gassen en dampen naar het maaiveld?

De vraag is gesteld wat de literatuur meldt over het transport, zowel in kwalitatieve als in kwantitatieve zin, van gassen en dampen, vanuit stortplaatsen naar het maaiveld.

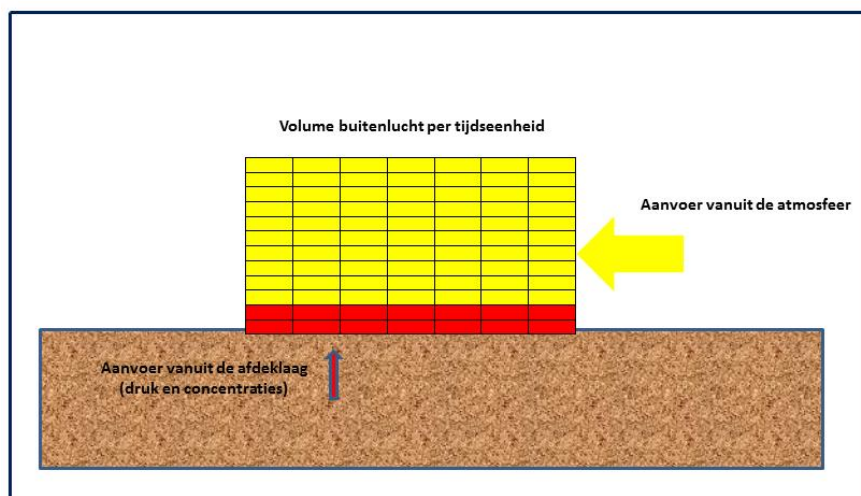
De literatuur vermeldt weinig over het transport van gassen in het stortlichaam. In die zin gaan onderzoekers, lijkt het, noodgedwongen door de complexiteit en onvoorspelbaarheid van het stortlichaam, toch vaak uit van een 'black box'. Wel wordt ingegaan op de relevantie van diffusie en convectorie en de verschillen in verticale en horizontale doorlatendheid. We zijn geen studies tegengekomen waarin een poging is gewaagd om het transport van gassen in een stortlichaam kwantitatief te benaderen.

In de literatuur wordt het stortlichaam als een 'black box' benaderd waarbij productie plaatsvindt (die bij benadering wordt berekend voor zover het om afbraak van composteerbaar afval betreft), waaruit gas wordt onttrokken (die hoeveelheden kunnen gemakkelijk worden gemeten) en waarbij op afstand van het stortlichaam zo nu en dan emissies worden berekend uit gehalten die op enkele meetpunten op afstand van het stortlichaam worden gemeten. Welke weg het gas aflegt tussen productie en waarneming buiten het stortlichaam is nauwelijks punt van aandacht. Dit kan hooguit (in beperkte mate) worden afgeleid uit metingen die incidenteel vlak boven de afdeklaag worden uitgevoerd en waaruit blijkt dat stortgas zich vooral verplaatst over relatief beter doorlatende horizontale lagen, en via preferente stroombanen waarvan de ligging veelal moeilijk te voorspellen is.

2.2.3 Verspreiding in de atmosfeer

Processen in de atmosfeer

Een deel van het stortgas dat in het stortlichaam ontstaat zal uit de afdeklaag treden en in de atmosfeer terechtkomen. Per tijdseenheid treedt een geringe hoeveelheid stortgas uit de afdekgrond die afhankelijk van de aanwezige wind in horizontale richting zal worden verspreid naar de omgeving. Daarnaast treedt verticale verspreiding op. Ieder volume lucht direct boven het maaiveld bestaat dus voor een groot deel aan lucht (uit de atmosfeer) en een beperkt volume-aandeel gas vanuit de deklaag (zie figuur 8).



Figuur 8: Bijdrage op volume-basis van gas aan de lucht vlak boven het oppervlak

Op korte afstand boven de grond zijn de gehalten dus al aanmerkelijk afgenomen. Daarna verspreidt de verontreinigde lucht zich waarbij veel verdunning plaatsvindt. De gehalten in de lucht nemen daardoor verder af.

Zoals eerder gesteld hangt de hoeveelheid stortgas die uit de afdeklaag treedt af van onder andere de temperatuur, luchtdruk, neerslag, ruwheid van het oppervlak (turbulentie). Daarnaast stelt OonKAY [36] dat methaanemissies uit stortplaatsen in zijn algemeenheid erg variabel zijn (van plaats tot plaats en in de tijd) en variaties met een factor 1.000 verschil kunnen optreden tussen metingen die op het eerste gezicht vergelijkbaar lijken.

De lucht boven de afdeklaag stroomt ('waait') en daarbij vindt verdergaande verdunning plaats. Die verdunning is natuurlijk afhankelijk van de windsnelheid, en het optreden van turbulentie door een ruw oppervlak (vegetatie en andere obstakels) en de aanwezigheid van obstakels in de directe omgeving (bijvoorbeeld bebouwing).

Mate van verdunning, algemeen

In [4] wordt door Afvalzorg een Amerikaans onderzoek aangehaald waaruit blijkt dat op een afstand van slechts enkele meters van de bron gehalten zijn gemeten die wijzen op een verdunning met een factor 40.000 tot 600.000. Deze is echter sterk afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden op dat specifieke moment en daarom niet zonder meer te vertalen naar andere situaties.

Mate van verdunning bij Nauerna

Internationaal worden slechts sporadisch emissiemetingen uitgevoerd. In Nederland worden in de dagelijkse praktijk geen metingen uitgevoerd. De specifieke vergunning van Nauerna verplicht niet tot het uitvoeren van emissiemetingen. De locaties Nauerna en Braambergen (Almere) zijn (volgens Afvalzorg) de meest intensief bemeten stortplaatsen wereldwijd [36].

Nauerna heeft in 2001 een oppervlaktescreening uitgevoerd nabij de compartimenten 13 t/m 15 [42]. Daaruit blijkt dat in het noordoostelijke deel van de stortplaats (daar bevindt zich het park) betrekkelijk lage emissies zijn gemeten (slechts 10 tot 40% van wat gemiddeld boven de gehele stortplaats is gemeten) [36].

Het volgende is afkomstig uit het rapport van OonKAY van 2011 [36];

- in 2001 is bij een FID-screening vlak boven het oppervlak een maximale concentratie methaan van 350 ppm (deeltjes per miljoen) gemeten. Omdat het gehalte methaan in het stortgas 500.000 ppm bedroeg betekende dit een verdunning van een factor 1.000 (oxidatie, verdunning bij uittreden en verdunning in de atmosfeer);
- op de wegen rondom de stortplaats Nauerna zijn bij TDL-metingen methaanconcentraties gemeten van 1 tot 4 à 5 ppm, en op een bouwweg op het stortlichaam 50 tot 60 ppm, wat duidt op een verdunning van 10.000;
- in het onderzoek zijn de meetgegevens vergeleken met de uitkomsten van modelberekeningen. Daaruit bleek dat het verspreidingsmodel betrouwbare uitkomsten geeft, met uitzondering van het gebied direct (enkele meters) boven het stortpakket. Maar het rapport suggereert dat ook daar de verdunning minimaal een factor 1.000 is;
- bij pluimmetingen rondom Nauerna is vastgesteld dat op een afstand van enkele honderden meters een maximale verhoging ten opzichte van de achtergrondgehalten (2 ppm methaan) van 0,2 ppm is gemeten. Dat is natuurlijk erg weinig.

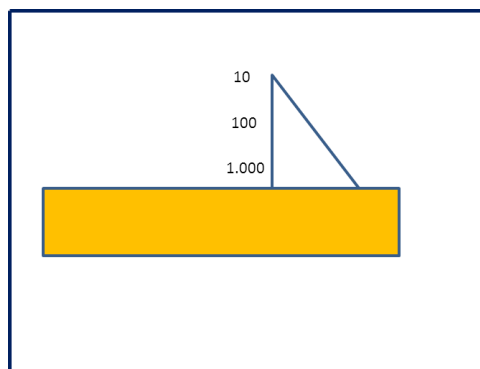
Vraag 11: verdunning stortgas in de atmosfeer

De vraag is gesteld of uit de literatuur bekend is met welke factor in de atmosfeer verdunning plaatsvindt van gassen die uit de afdeklaag treden. En of hierbij een onderscheid is te maken naar hoogte boven het maaiveld.

Uit de literatuur blijkt dat de verdunning in de atmosfeer sterk afhankelijk is van onder andere ruwheid van het oppervlak en windsnelheid.

Veel obstakels als bomen en struiken, opstallen, etc. zorgen voor een turbulente stroming waardoor stromende lucht snel wordt gemengd, en verdund. Bij hoge windsnelheden is de menging in de atmosfeer groter dan bij lage windsnelheden. Bovendien is de mate van menging in de luchtlaag net boven de afdekgrond groter bij hoge windsnelheid omdat per tijdseenheid de uit de afdeklaag tredende lucht wordt gemengd met een grotere hoeveelheid lucht die over het oppervlak heen stroomt.

Uit bovenstaande concluderen wij dat gehalten in het stortgas in de afdeklaag bij uittreden minimaal een factor 1.000 worden verdund, en bij stroming in de bovenste meters boven het oppervlak met een factor van minimaal 10.000. Hoe hoger boven maaiveld hoe groter de al opgetreden verdunning.



Door verdunning door de wind nemen de gehalten stortgas in lucht naar boven toe snel af.

Betekenis voor het conceptueel model

We gaan er vooralsnog van uit dat er in het park geen zones zijn te onderscheiden waar, gezien de vorm van het oppervlak en de aanwezigheid van betrekkelijk veel obstakels, de verdunning van stortgas tussen de bovenkant van de afdekgrond en het niveau waarop blootstelling plaatsvindt aanmerkelijk afwijkt van het gemiddelde.

Vraag 6 Diffusie en convectie

De vraag is gesteld of het zinvol is om onderscheid te maken tussen (langzame) diffusie en (snellere) convectie.

Uit de literatuur blijkt dat in het stortlichaam convectie (stroming) overheerst, en dat in de afdeklaag naast stroming ook een relevante hoeveelheid diffusie kan optreden. In de atmosfeer overheerst convectie. Er is dus onderscheid te maken tussen diffusie en convectie maar het is de vraag waar en in welke hoedanigheid dat zinvol is. Naar onze mening is het vooral van belang risico's te beoordelen op basis van meetgegevens (zie monitoring) uit onderzoek naar stortgas net onder en net boven de afdeklaag. Op basis daarvan kunnen blootstellingsscenario's worden doorgerekend.

Vraag 15: Berekening transport van gassen

De vraag is op welke wijze het transport van gassen kan worden berekend. In het verspreidingspad onderscheiden we drie delen: het stortlichaam zelf, de afdeklaag en de atmosfeer.

In het stortlichaam

Gassen ontstaan in het stortlichaam uit de afbraak van (organisch) materiaal. Het kan echter ook gaan om vluchtige verbindingen die als verontreiniging in gestorte materialen voorkomen, of restanten van de inhoud van verpakkingen.

De gassen in het stortlichaam verplaatsen zich door stroming onder invloed van drukverschillen. Deze drukverschillen worden met name veroorzaakt door het stortgasonttrekkingssysteem. Om die invloed goed mee te kunnen nemen zou eigenlijk een complexe 3-D-berekening moeten worden uitgevoerd om te kunnen voorspellen hoe snel en met welk debiet en met welke concentraties stortgas de afdeklaag bereikt. Bovendien vereist het goed inzicht in de doorlatendheid van de verschillende stortlagen en scheidingslagen, en drukverschillen, zowel in verticale als in horizontale richting. Goed inzicht daarin ontbreekt naar onze mening wat betekent dat de uitkomsten van berekeningen sowieso onnauwkeurig en onbetrouwbaar zijn.

Door de afdeklaag heen

Het transport van gassen kan worden berekend als de druk van het gas onder de afdeklaag bekend is. Die zou met monitoring kunnen worden vastgesteld.

In de atmosfeer

Er zijn verschillende modellen/berekeningsmethodes beschikbaar waarmee een inschatting kan worden gemaakt van de verdunning van lucht boven een oppervlak waarover lucht/wind stroomt. Op basis van gehalten gemeten in het stortgas onder en boven de afdeklaag en aannames met betrekking tot windsnelheid en ruwheid van het oppervlak kunnen verschillende scenario's worden doorgerekend met als berekeningsresultaat de luchtkwaliteit op verschillende plaatsen en verschillende hoogtes.

Uit de literatuur blijkt overigens wel dat in werkelijkheid gehalten van plaats tot plaats en in de tijd enorm kunnen variëren. Dit betekent, naar onze mening, dat het alleen pas na veel verschillende metingen (in plaats en in tijd) mogelijk zal zijn de uitkomsten van die metingen op een zinvolle manier te vergelijken met de uitkomsten van berekeningen. Zolang die metingen niet zijn uitgevoerd is de kans groot dat het gevoel zal overheersen dat de zeggingskracht van berekeningen beperkt is.

2.3 Het kwetsbare object (in het park)

Inrichting van het park

Het park fase 1 krijgt een oppervlak van ca. 12 ha en bevindt zich boven de compartimenten 9, 9a, 10, 11 en 12. Het park wordt vrij toegankelijk en wordt ingericht met een infrastructuur van diverse typen wandelpaden. Daarnaast is sprake van grasvegetatie, struiken en (nog) lage bomen. Het park is op het vooraanzicht van bijlage 2 aangegeven.

Het gehele eerste plateau (9m+NAP) en een deel van het tweede (15m+NAP) zullen worden ingericht voor intensieve recreatiemogelijkheden. Volgens [4] is hier afdekgrond met kwaliteit Wonen toegepast, en elders kwaliteit Industrie. In hoofdstuk 4 gaan we meer specifiek in op het gebruik van het park met het oog op blootstellingsrisico's.

2.4 De waterbalans

De vraag is gesteld of de waterbalans van het stortlichaam, of dat deel waarvan het park onderdeel uitmaakt, nauwkeurig kan worden ingeschat.

Hydrologisch systeem

De stortplaats Nauerna is gelegen in de Nauernasche polder. Deze polder is aan de noord-, oost- en westzijde omgeven door andere polders en aan de zuidzijde door het Noordzeekanaal. Onder de onderafdichting bevinden zich achtereenvolgens (zie ook bijlage 2b):

- Een slechtdoorlatende deklaag, die bestaat uit klei en veen.
- Een zwak-kleiige zandlaag.
- Een sterk-zandige kleilaag.
- Een laag grof zand.

Onder de afdichtingslaag van het stortlichaam bevindt zich grondwater, net zoals in de omliggende polders. Dit water staat onder druk, deze druk wordt onder andere beïnvloed door het peil van het oppervlaktewater in de polders rondom het stortlichaam en het Noordzeekanaal. De druk wordt ook beïnvloed door het waterpeil in de ringsloot rondom het stortlichaam. Omdat de onderzijde van het stortlichaam ligt onder het hier normale peil van het grondwater drukt het grondwater tegen de onderkant van de afdichtingslaag aan (zie de blauwe pijlen van bijlage 2). De druk vanaf de onderkant naar boven van dit natuurlijke grondwater is groter dan die van het percolaatwater in het stortlichaam naar beneden. Als de afdichtingslaag zou gaan lekken dan zou er grondwater instromen in plaats van uitstromen van percolaat naar het grondwater. Dat is natuurlijk gunstig. Lekkages van beperkte omvang zouden om die reden sowieso niet snel worden opgemerkt, wat om genoemde reden ook geen probleem is.

Daarnaast is er ook sprake van een natuurlijke stroming in horizontale richting vanuit de omgeving naar het stortlichaam toe. Ook dat is gunstig omdat grondwater onder het stortlichaam niet naar de omgeving toestroomt.

De ringsloot rondom het stortlichaam speelt een belangrijke rol in het voorkomen van risico's. Hij ontvangt water dat wordt opgevangen in de ringdrainage tussen stortplaats en ringsloot en loost dit water via een gemaal op een zijkanaal.

Als de onderafdichting zou lekken dan stroomt grondwater het stortlichaam in en wordt daarin opgevangen door het percolaatsysteem en weer afgevoerd naar de waterzuivering. Dit mechanisme wordt in stand gehouden door het gecontroleerd beheer van de waterdruk, bijvoorbeeld door de ringsloot. Mocht de druk van het grondwater wegvallen dan zou percolaatwater dat vanuit het stort in de onderliggende bodem infiltreert afstromen naar de ringsloot en zich niet in het grondwater verspreiden.

Onderafdichting

In de 'Voortgangsrapportage monitoring 2011-2012 wordt gemeld dat door onafhankelijke derden een contra-expertise is uitgevoerd op de Wm-vergunning en een tweejaarlijkse keuring heeft plaatsgevonden op bodembeschermende voorzieningen [1]. Hieruit heeft Afvalzorg de conclusie getrokken dat 'de veiligheid voldoende is gewaarborgd'.

In de compartimenten 16a en 16b bestaat de onderafdichting uit een combinatie-onderafdichting met controledrainage. Deze controle-drainage bevindt zich tussen twee afdichtingslagen bestaande uit zand-bentoniet en/of folie. Alle overige compartimenten bestaan uit een enkelvoudige folie-onderafdichting. De onderafdichtingen zijn geleidelijk, compartimentsgewijs, vanaf 1985 aangebracht. De compartimenten 9 t/m 12 (daar waarboven het park wordt ingericht) zijn aangebracht tussen 1989 en 1991.

Percolaat

Percolaat ontstaat in het stortlichaam uit vocht dat in het afval aanwezig was en hemelwater dat door de bovenafdichting is heengedrongen. Het percolaat sijpelt door het afval heen naar beneden en verzamelt zich boven de onderafdichting. Boven die onderafdichting bevinden zich percolaatdrains, buizen met gaatjes waarin het percolaatwater zich verzamelt onder invloed van de druk van dat water. Het percolaatwater wordt met een pompput op een verzamelleiding geloosd en naar de waterzuivering van Afvalzorg getransporteerd waar het wordt gezuiverd.

De waterbalans is een overzicht van hoeveelheden water dat het stortlichaam binnenkomt, en hoeveelheden die uit het stortlichaam verdwijnen. Er is weinig tot geen relatie tussen de waterbalans en de centrale onderzoeksvraag, veilige recreatie op het park. Daarom is geprobeerd in het kort de vraag te beantwoorden. Daarvoor hebben we het rapport van Arcadis van 2013 gebruikt dat ingaat op de grondwatermodellering [6].

Het stortlichaam wordt beschouwd als een 'hydrologisch geïsoleerd systeem'. Onder het stortlichaam is een folie aangebracht dat moet voorkomen dat water uit het stortlichaam in de onderliggende bodem en grondwater terechtkomt. De druk van het grondwater onder het stortlichaam wordt kunstmatig hoog gehouden door het kunstmatig verhoogde waterniveau in de omliggende ringsloot. Mocht het folie ergens lek zijn, dan nog zal verontreinigd water niet uit het stort willen treden omdat de druk van het percolaatwater lager is (wordt kunstmatig lager gehouden) dan die van het grondwater onder het folie. En water stroomt niet tegen de druk in.

In het deel van het stortlichaam dat als park is ingericht zijn de grootste deelstromen het inkomende water (het deel van de neerslag dat niet verdampt en niet over de afdeklaag oppervlakkig afstroomt) en het deel dat via de percolaatdrains wordt afgevoerd naar de waterzuivering. Deze twee hoofdstromen zijn veel groter dan een eventuele lekkage via de onderafdichting. De exacte hoeveelheid inkomend hemelwater is niet precies bekend en varieert van jaar tot jaar. Het is dus niet goed mogelijk om uit een eventueel verschil tussen deze beide hoofdstromen zonder meer af te leiden dat er lekkage door de onderafdichting heen plaatsvindt. Lekkage zou onder normale omstandigheden betekenen dat er grondwater instroomt en niet uitstroomt.



Belangrijkste elementen waterbalans

De netto neerslag is niet precies bekend daar een deel van de neerslag verdampt voordat het in het stortlichaam terechtkomt. Een deel stroomt ook over de helling af naar de ringsloot. De kleine hoeveelheid water die (mogelijk) via een eventueel lek naar binnen stroomt is niet te kwantificeren. De hoeveelheid in is dus niet nauwkeurig in te schatten. De hoeveelheid uit wordt met het percolaat-drainagesysteem geregistreerd. Mocht het folie plaatselijk lek zijn dan stroomt er een beetje grondwater het stortlichaam in. Er is geen aanwijzing dat dit inderdaad het geval is. Een klein lek kan echter nooit worden uitgesloten.

Eventuele kennisleemtes met betrekking tot de waterbalans zijn niet relevant voor het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag.

2.5 Samenvatting conceptueel model

In de voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk is het stortlichaam onder het park beschreven in de vorm van een 'conceptueel model'. De beschikbare informatie is geordend via de elementen van het model, de bron, het pad en het kwetsbare object. Het model is tot nog toe 'beschrijvend' van aard.

In hoofdstuk 3 gaan we in meer detail in op de metingen naar het stortgas en proberen we een oordeel te geven over de mate waarin de beschikbare meetgegevens overeenstemmen met hetgeen op basis van de beschikbare gegevens mag worden verwacht. In hoofdstuk 4 gaan we in op de consequenties van de gemeten gassamenstelling voor toekomstige gebruikers van het park.

Vraag 1 Stel een conceptueel model op

De schematische opbouw van het stortlichaam onder het park is gegeven in hoofdstuk 2 en bijlage 2. Het transport van gassen en dampen in stortlichaam en bodem is beschreven in dit hoofdstuk.

Vragen 2 en 3: is de beschikbaar gestelde informatie voldoende? Zo niet, wat ontbreekt er?

De vraag is gesteld of de (door Afvalzorg) beschikbaar gestelde informatie voldoende aanknopingspunten biedt voor het opstellen van een volledig conceptueel model en het theoretisch beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag. De vraag is ook gesteld welke onderdelen zouden moeten worden toegevoegd of uitgebreid (vraag 3).

Naar onze mening heeft Afvalzorg de informatie beschikbaar gesteld waarvan redelijkerwijs mag worden verwacht dat een beheerder van een stortplaats deze bezit, en voor zover deze natuurlijk nuttig is voor het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag. We hebben de vergunning van Afvalzorg niet bestudeerd omdat dit project niet als doelstelling heeft te beoordelen of Afvalzorg wel doet wat ze moeten doen. We gaan ervan uit dat de vergunning Afvalzorg er niet toe verplicht de samenstelling van het stortgas op verschillende plaatsen in het stortlichaam en vlak boven de afdeklaag te meten.

Omdat de samenstelling van de verontreinigde grond (een hoofdbestanddeel in het afval) en de samenstelling van het bedrijfsafval niet goed bekend zijn vinden we het verstandig het percolaat en het onttrokken gas enkele keren met een zo breed mogelijk analysepakket te onderzoeken. Daarmee kan de nodige onzekerheid omtrent de inhoud van het stortpakket worden weggenomen (zie hoofdstuk 5).

Is de waterbalans voldoende nauwkeurig in te schatten?

In paragraaf 2.4 gingen we hier al op in.

In hoeverre zijn de verschillende kwaliteiten grond relevant?

Niet relevant zijn verschillen in milieuhygiënische kwaliteit. De mate waarin oxidatie plaatsvindt wordt met name bepaald door gehalte lutum en organische stof. Uit beschikbaar gestelde informatie blijkt dat de grond wat deze eigenschappen betreft betrekkelijk homogeen is. Natuurlijk zullen aerob afbreekbare verontreinigingen (zoals benzeen en olie) in de afdeklaag ook zuurstof verbruiken, maar uit de analysecertificaten van de afdekgrond blijkt dat de in de afdeklaag aangetroffen gehalten van deze stoffen (erg) laag zijn. Het effect ervan op de afbraak van componenten in het stortgas zal daarom erg klein zijn.

Vraag 4: geef een second opinion over de ter beschikking gestelde informatie voor het conceptueel model.

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van door Afvalzorg beschikbaar gestelde informatie. De focus heeft gelegen op de aspecten 'stortgas' en 'veilige recreatie'.

De focus van het door Afvalzorg in de laatste decennia uitgevoerde onderzoek heeft niet gelegen op de werking van de afdeklaag in het tegenhouden van emissies, monitoring van de lucht boven de afdeklaag, en het voorkomen van risico's voor recreanten. In ons land wordt sowieso weinig monitoring uitgevoerd in de buitenlucht bovenop de afdeklaag. Het is daarom niet verwonderlijk dat er betrekkelijk weinig onderzoeksgegevens beschikbaar zijn.

Bij het zoeken naar informatie over vergelijkbare situaties elders in ons land is ons gebleken dat Afvalzorg een organisatie is die het nodige initiatief neemt ten aanzien van onderzoek naar stortplaatsen en regelmatig deelneemt aan landelijke onderzoeksprogramma's of die zelfs initieert. In dit project is ons veel informatie ter beschikking gesteld en Afvalzorg is altijd correct en niet terughoudend geweest bij het aanleveren van informatie. Met de aangereikte informatie kunnen we goed overweg in het beschrijven van het 'conceptueel model'.

3. Kwantitatieve deel

3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is het beschrijvende deel van het 'conceptueel model' aan de orde geweest. De tweede pijler van het 'conceptueel model' is de kwantificering. Waaruit bestaat de bron (het stortmateriaal), welk deel daarvan komt in de gasfase terecht en welk deel daarvan kan de atmosfeer bereiken? En wat meten we in werkelijkheid? Als werkelijkheid en verwachting overeenkomen dan geeft dat vertrouwen. Als dat niet het geval is dan kan dat aanleiding zijn 'het model' aan te passen.

In dit hoofdstuk gaan we in op een aantal stoffen waarvan niet kan worden uitgesloten dat deze (uiteindelijk) de atmosfeer zouden kunnen bereiken.

De aard van de gestorte materialen is natuurlijk van invloed op de samenstelling van het uittredende stortgas.

3.2 Verwachte gehalten per deelstroom

3.2.1 Verontreinigde grond

Op basis van de door Afvalzorg aangereikte informatie schatten we in dat (orde-grootte) 55 tot 60 % van het stortmateriaal onder het park bestaat uit verontreinigde grond (uit figuur 3 blijkt dat ca. 62% uit grond en puin bestaat, we gaan ervan uit dat puin een klein deel daarvan uitmaakt). Verontreinigde grond mocht (ook in het verleden) alleen gestort worden als deze niet te reinigen was.

Binnen de categorieën verontreinigde grond wordt een onderscheid gemaakt in grond die is verontreinigd met immobiele verontreinigingen en grond die is verontreinigd met mobiele verontreinigingen. In deze laatste categorie zitten ook de verontreinigingen die vluchtig zijn en in de gasfase kunnen terechtkomen. Gerelateerd aan de oorsprong van die verontreinigingen maken we het volgende onderscheid naar oorsprong:

- Brandstoffen: grond afkomstig van benzinestations en brandstofdepots (groot en klein) bevatten vluchtige alkanen en de stofgroep BTEX (en MTBE). In deze laatste bevindt zich benzeen, een vluchtige stof.
- Chemische waterrijen: grond afkomstig van de sanering van chemische waterrijen bevat meestal vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen als tetra- en trichlooretheen, en de afbraakproducten ervan dichlooretheen en vinylchloride. Met name de laatstgenoemde is zeer vluchtig.
- Gasfabrieksterreinen. Grond afkomstig van de sanering van gasfabrieksterreinen bevat vaak verschillende verontreinigende stoffen als de vluchtige stoffen benzeen, naftaleen, en cyanide.
- Ophogingen/stortingen. Het is bekend dat in Nauerna grond is geborgen die afkomstig is van de sanering van zellingen. Zellingen betreffen voormalige ophogingen (langs bijvoorbeeld de Hollandse IJssel) met afval, regelmatig afkomstig van de chemische industrie. Deze grond kan dus verontreinigd zijn geweest met veel verschillende stoffen.

Vluchtige verontreinigingen verplaatsen zich doorgaans ook gemakkelijk in de bodem en zijn daaruit ook te verwijderen (saneren) zonder de bodem te hoeven ontgraven. In het westen van ons land is dit door de klei- en veenrijke bodems wat moeilijker dan in elders meer voorkomende zandgronden. Ook is grond die is verontreinigd met vluchtige stoffen doorgaans reinigbaar in installaties zodat het niet hoeft te worden gestort.

We veronderstellen dat in slechts een beperkt deel van de gestorte verontreinigde grond vluchtige verontreinigingen aanwezig waren. In die partijen gaat het vaak om geringe hoeveelheden grond die zeer sterk is verontreinigd (zogenaamde bronzones) en veel grotere hoeveelheden grond waarin de gehalten vluchtige verbindingen veel geringer zijn.

Uit de chemische analyses uitgevoerd op het verzamelde stortgas blijkt dat vinylchloride (max. 0,2 ppm) en verschillende BTEX (waaronder benzeen: max. 1,0 mg/m³ in de studie van Oonkay) zijn aangetroffen.

Indicatieve berekening

Met een oppervlak van 12 ha en een gemiddelde hoogte van 7 meter maakt dit 840.000 m³ afval. Als 50% hiervan verontreinigde grond is, dan is dat 420.000 m³, dat weegt 756.000 ton.

Stel dat 80% van de grond verontreinigd is met immobiele verontreinigende stoffen, 10% met BTEX en olie, en 10% met VOCl. Deze 10% weegt 75.600 ton.

Stel dat het gemiddelde gehalte benzeen in de met BTEX verontreinigde grond 5 mg/kg bedraagt. De totale vracht benzeen onder park is dan 378 kg benzeen.

Onder het park wordt in 2013 per uur 150 m³ methaan geproduceerd. Bij een gehalte methaan van 65% betekent dit dan 250 m³ stortgas per uur. Als het stortgas dat onder het park wordt geproduceerd ook 1 mg/m³ benzeen bevat (net als is gemeten in het gas dat bij het verzamelpunt is onttrokken) dan betekent dit dat er per uur 250 mg benzeen vrijkomt. Dat is per jaar in 2013 dus 2,19 kg benzeen.

In de praktijk zal niet al het benzeen vrijkomen. Een deel blijft aan de bodemdeeltjes gebonden en een deel lost op in het regenwater en wordt via het percolaat afgevoerd. De verdamping zal ook met de tijd afnemen als de bron uitgeput raakt en de temperatuur afneemt omdat de afbraak van organisch materiaal afneemt.

Als de helft van het aanwezige benzeen (de helft is 189 kg) niet verdampt dan zou de andere helft ca. 86 jaar nodig hebben om, onder verder vergelijkbare condities als in 2013, uit het stortmateriaal te verdampen.

Alhoewel dit maar een indicatieve berekening met zeer veel onzekerheden lijkt de uitkomst (orde-grootte) conform verwachting.

3.2.2 Bedrijfsafval

Bedrijfsafval maakt ca. 10 % uit van het afval onder het park (zie figuur 3). Afvalzorg heeft aangegeven dat het bedrijfsafval ook spuitbussen kan bevatten die restanten drijfgassen kunnen bevatten. Drijfgassen kunnen uit veel verschillende componenten bestaan, zoals CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen), kooldioxide, lachgas, propaan en butaan, dimethylether etc. en worden bovendien vaak in mengsels toegepast. Sinds 1989 is het gebruik van CFK's sterk afgenomen omdat CFK's de ozonlaag aantasten. De drijfgassen die tegenwoordig gebruikt worden, zijn voor zowat 95% van het totale volume, koolwaterstofmengsels van het type butaan/propaan of isobutaan/propaan. Deze gassen hebben een erg geringe toxiciteit, maar zijn wel licht ontvlambaar en brandbaar.

CFK's hebben een geringe (bio-)chemische reactiviteit en betrekkelijk geringe effecten op de volksgezondheid. Drijfgassen kunnen wel (zeer) brandbaar zijn.

Het is moeilijk, zo niet ondoenlijk, om een schatting te maken van het aandeel (volume-%) drijfgassen in dit afval. Waarschijnlijk zal het merendeel van de spuitbussen bij het storten (en enige compactie daarna), uit elkaar vallen, het restant roest daarna geleidelijk door waarbij ze drijfgas en restant inhoud verliezen. Dit betekent dat na verloop van tijd nog maar weinig drijfgas zal worden aangetroffen in het stortgas. Door de hoge vluchtigheid zullen ze zich daarna snel met het stortgas verspreiden. Door de lage reactiviteit zullen ze onveranderd in de atmosfeer terecht komen.

Uit de chemische analyses uitgevoerd op het verzamelde stortgas blijkt dat ook verschillende freonen zijn aangetroffen (maximale gehalten individuele freonen 1,8 ppm).

3.2.3 Zwavelhoudende gassen uit gips

De ‘anorganische fractie’ kan gips bevatten, maar het aandeel gips is niet bekend. Daarom is het niet eenvoudig om een realistische schatting te maken van de hoeveelheid zwavelhoudende bestanddelen in het stortgas die specifiek afkomstig zijn uit het gips.

3.2.4 Stortgas

In paragraaf 2.1.6 is al uitgebreid ingegaan op de verwachte productie van stortgas in Nauerna.

Uit de door Afvalzorg periodiek uitgevoerde analyses van het stortgas wordt ook de soortelijke massa van stortgas en de moleculaire samenstelling van de belangrijkste componenten bepaald. Gemakshalve gaan we uit van gemiddelde (gemeten) mol% van 22% voor stikstof, 50% voor methaan en 26% voor kooldioxide. Het restant wordt gevormd door de microcomponenten. Op mol-basis maakt methaan dus bijna de helft uit van het totale gewicht. Op basis van het mol gewicht kunnen we de gehalten in mg/m^3 berekenen. De mol gewichten van bovengenoemde drie componenten bedragen 28, 16 en 44 gr/mol . In 1 m^3 stortgas, dat volgens metingen van Afvalzorg ca. $1,161 \text{ kg/m}^3$ weegt, zijn de helft van de moleculen methaanmoleculen die op gewichtsbasis $16/(28+16+44)$ is ongeveer 20% van het gewicht uitmaken. Het gehalte methaan in stortgas bedraagt dus orde-grootte 20% van $1,161 \text{ kg}$, is $0,25 \text{ kg/m}^3$. Bij een (door ons aangenomen) oxidatie van 50% in de afdeklaag betekent dit dat het gehalte methaan in het uit de afdekgrond tredende stortgas nog slechts $0,125 \text{ kg/m}^3$ bedraagt.

Er zijn verschillende redenen om aan te nemen dat gehalten componenten in het stortgas net onder de afdeklaag onder het park kunnen afwijken van die welke gemiddeld in het stortgasonttrekkings-systeem zijn gemeten (zie paragraaf 4.5).

Uit het rapport van Afvalzorg blijkt verder dat de emissie uit het stortlichaam ter plaatse van het park ca. $0,21 \text{ l/m}^2$ per uur is. Een liter methaan weegt $0,72 \text{ gram}$ (soortelijke massa is $0,72 \text{ kg/m}^3$). Dus bovenstaande betekent dat er $0,15 \text{ gram/m}^2/\text{uur}$ methaan uit de afdeklaag boven het park treedt. Als we weten hoeveel lucht er per m^2 en per uur langs stroomt kunnen we de gehalten methaan berekenen in de onderste decimeter van de atmosfeer, vlak boven de afdeklaag.

Als er per m^2 en per uur uit de stortplaats ter plaatse van het park $0,15 \text{ gram}$ methaan treedt, en het gehalte methaan in die uittredende lucht bedraagt ca. $0,125 \text{ kg/m}^3$, dan betekent dit dat er per m^2 en per uur orde-grootte $0,0012 \text{ m}^3$ methaan uittreedt.

Calamiteiten/acute effecten

Als stortgas vrijkomt via kortsluiting in de afdeklaag (omdat die plaatselijk afwezig is, bijvoorbeeld bij afschuivingen of graafgangen van dieren) dan kan het stortgas onverdund en zonder oxidatie-tussenstap aan het maaiveld komen. De druk waarmee het vrijkomt zal hoger zijn dan die waarmee stortgas uit een intacte afdeklaag in de atmosfeer terechtkomt. Een recreant die op dat moment zeer nabij liggend uitrust kan dan (althoewel dat wel erg worst-case is) in contact komen met buitenlucht die qua samenstelling en concentraties erg lijkt op stortgas.

‘Normaal scenario’

Binnen het normale scenario (geen onvolkomenheden in de deklaag) hebben in ieder geval omzettingsprocessen plaatsgevonden. Het deel van de componenten dat in de afdeklaag is omgezet naar minder schadelijke afbraak- en omzettingsproducten kan (ongeveer) worden afgeleid uit tabel 3. De druk waarmee het stortgas vrijkomt is waarschijnlijk lager dan bij een kortsluiting in de afdeklaag. Liggend rustende recreanten komen in contact met hogere gehalten dan lopende recreanten omdat het stortgas in de eerste $1,50 \text{ meter}$ in de atmosfeer al een flinke verdunning heeft ondergaan. Om de verdunning te kunnen berekenen moeten we weten hoeveel stortgas er per tijdseenheid en per m^2 uit de afdeklaag vrijkomt, en hoeveel lucht er per tijdseenheid langs stroomt (alsmede de gehalten in die langsstromende lucht).

In de studie van Oonk [36] wordt aangegeven dat in 2001 bij een FID-screening, direct boven het oppervlak, maximale concentraties methaan van 350 ppmv zijn gemeten. In het stortgas zelf bedroeg het gehalte 500.000 ppmv (namelijk 50vol%). Dit is dus een verdunning met een factor 1.000! Dit is dus de verdunning door oxidatie in de afdeklaag plus de verdunning bij uittreden en werveling in de eerste decimeters van de atmosfeer.

Vraag 12: Kunnen de berekeningen worden verfijnd?

De vraag is gesteld of berekeningen die zijn uitgevoerd ten behoeve van het conceptueel model, op basis van bekende gegevens kunnen worden verfijnd.

Wij stellen voor om geen berekeningen uit te voeren naar het transport en omzetting van stortgas in het stortlichaam. De redenen hiervoor hebben we al eerder aangegeven.

In hoofdstuk 5 is de blootstelling van recreanten aan stortgas beoordeeld op basis van gehalten die met monitoring worden gemeten net onder en boven de afdeklaag. Daarbij houden we twee scenario's aan met betrekking tot werking van de afdeklaag (werkt niet en werkt naar behoren), verschillende atmosferische situaties (windsnelheid, luchtdruk) en verschillende vormen van recreatie (liggen, dus rustige ademhaling vlak boven afdeklaag) en sporten (dus snellere ademhaling op een gemiddelde hoogte van 1,75 meter boven afdeklaag).

4. Risico's / de gevolgen van emissies van stortgas

4.1 Inleiding

De centrale vraag in dit onderzoek heeft betrekking op het risico voor recreanten in het park, als gevolg van stortgas. In dit hoofdstuk behandelen we de sub-vragen die hiermee verband houden.

We gaan achtereenvolgens in op:

- 1) het voorgenomen gebruik van het park (paragraaf 4.2);
- 2) blootstellingsscenario's (paragraaf 4.3);
- 3) de toxiciteit van de verbindingen in het stortgas (paragraaf 4.4);
- 4) een indicatieve beoordeling van de gehalten in het stortgas, gemeten via het stortgasonttrekkingssysteem (paragraaf 4.5);
- 5) een beoordeling van gehalten die met monitoring zijn gemeten (paragraaf 4.6);
- 6) risico's in een eventueel clubhuis (paragraaf 4.7);
- 7) overige risico's (paragraaf 4.8).

4.2 Het voorgenomen gebruik van het park

Uit de beschikbare stukken [52] maken we op dat tot recreatie het volgende gebruik kan worden gerekend:

- wandelen (ook hardlopen) en struinen, fietsen (o.a. mountainbiken), skeeleren;
- langdurig zitten, liggen, uitkijken;
- spelen in verschillende aan te brengen speel- en sportvoorzieningen;
- (intensieve) spelletjes doen over een zeker oppervlak van het park.

Bij deze vorm van recreatie ligt het niet voor de hand dat de afdeklaag wordt beschadigd of vergraven waardoor plaatselijk stortgas versneld en in grotere hoeveelheid zou kunnen ontsnappen. Mocht de afdeklaag incidenteel, bijvoorbeeld door mountainbiken, toch worden beschadigd dan kan hij worden hersteld. Periodieke monitoring is daarvoor wel noodzakelijk.

4.3 Blootstellingsscenario's

4.3.1 Scenario's

De afdeklaag speelt een belangrijke rol in het optreden van risico's. De gemiddelde gehalten die in het stortgas in het stortlichaam onder de afdeklaag worden aangetroffen, zijn bekend. Door een intacte afdeklaag worden de gehalten verontreinigende stoffen die naar de atmosfeer vrijkomen fors gereduceerd. De kwaliteit van de afdeklaag is dus cruciaal. Er zijn twee scenario's denkbaar:

- 1) de afdeklaag is intact en stortgas bereikt de atmosfeer nadat het (deels) in de afdeklaag is geoxideerd;
- 2) de afdeklaag vertoont plaatselijk gebreken en stortgas bereikt vrijwel zonder oxidatie (en onder hogere druk) de buitenlucht.

Scenario 1 zal zich zeker voordoen, er treedt stortgas uit de afdekgrond. Het is echter (nog) de vraag in welke concentraties. Recreanten zullen in enige mate worden blootgesteld aan stortgas maar wat hiervan het effect is, is naast de gehalten in het stortgas, afhankelijk van het gebruik dat recreanten maken van het park (en natuurlijk de dosis die zij via ander gebruik binnen krijgen).

Scenario 2 kan zich in theorie voordoen als de afdeklaag verstoord is door lokale afschuivingen, graafgangen door dieren, of wortelgangen bij vegetatie. Door visuele inspecties kan het ontstaan hiervan in de gaten worden gehouden en eenmaal opgetreden verstoringen kunnen worden verholpen. De kans dat zich als gevolg van recreatie calamiteiten voordoen waarbij de afdeklaag verstoord raakt is gering en kan met voorlichting en handhaving worden beperkt. Als er sprake is van een lokale verstoring en stortgas plaatselijk in hogere gehalten ontsnapt dan is dit onmiddellijk waarneembaar (te ruiken), de kans dat recreanten langer dan nodig in de omgeving van zo'n verstoring blijven hangen en langdurig worden blootgesteld aan dit stortgas is dus klein. De kans op chronische effecten als gevolg hiervan is klein als gevolg van de kortdurende blootstelling en de zeer geringe kans op herhaling.

4.3.2 Is de afdeklaag intact?

Uit de literatuur blijkt dat deskundigen in algemene zin een consistente afdeklaag van belang vinden om risico's te beperken. Er zijn verschillende oorzaken bekend voor een plaatselijk minder samenhangende laag afdekgrond. Daar waar de afdekgrond dunner is of zelfs ontbreekt kan stortgas direct het maaiveld bereiken, onder hogere druk en sterker verontreinigd dan op plaatsen waar de afdeklaag intact is.

De vraag is wat de risico's zijn van grondvermenging door wormen, konijnen en andere gravers. Bedoeld wordt de grond in de afdeklaag.

Kleine dieren als wormen graven kleine gangetjes en eten gronddeeltjes op die ze daarna weer uitscheiden. Over het algemeen krijgt de bodem hierdoor een wat meer open, meer luchtige, structuur. Als dat over de gehele afdeklaag in vergelijkbare mate gebeurt dan blijft sprake van een 'homogene afdeklaag', zonder plekken waar de doorlatendheid substantieel hoger is en stortgas veel sneller uittreedt dan elders. Een afdeklaag met goede structuur is positief voor de diffusie van zuurstof vanuit de atmosfeer in de afdeklaag, en dus voor de oxidatie van stortgas, maar ook voor de infiltratie van regenwater in de afdeklaag. Dat laatste is gunstig omdat dit regenwater zuurstof bevat dat bijdraagt aan de oxidatie van methaan en andere componenten.

Konijnen en andere gravers maken gangen van een andere schaalgrootte dan wormen. Als dergelijke gangen door de gehele afdeklaag heen reiken dan ontstaat een kortsluitstroom voor stortgas dat snel uittreedt en waarvan een deel niet oxideert voordat het de atmosfeer bereikt.

In de literatuur over afdekklagen van stortplaatsen wordt de nodige aandacht gevraagd voor de effecten van gravers op de afdeklaag en het functioneren ervan. Maar kwantitatief onderzoek (kans en gevolg) is niet gevonden. Met periodieke inspecties van de afdeklaag kunnen graafactiviteiten echter worden opgemerkt. Graafgangen kunnen worden opgevuld met grond met vergelijkbare samenstelling.



Preferente stroombanen voor stortgas in de afdeklaag kunnen ontstaan door afschuivingen, wortelstelsels van bomen en graafactiviteit door dieren

Naast de effecten van gravers op de afdeklaag is deze ook gevoelig voor bijvoorbeeld:

- ‘erosie’ door bijvoorbeeld regen en wind, droogte (waardoor scheuren kunnen ontstaan), en opvriezen van water in scheuren waardoor deze worden vergroot;
- vegetatie, wortels van struiken en bomen kunnen voorkeurskanalen voor stortgas veroorzaken, met name na afsterven en/of kappen van de vegetatie. Ondiep wortelende vegetatie kan ook tijdens een storm omwaaien waardoor de afdeklaag deels wordt meegetrokken;
- ongelijkmatige zetting van het stortpakket, of afschuivingen op (te) steile hellingen in combinatie met regenwater dat niet snel weg kan en de ondergrond plastisch maakt;
- menselijke activiteit (recreanten: graven, mountainbiken?).

Bij een stortplaats in Alphen aan de Rijn (Coupépolder) is de nodige ervaring opgedaan met de zetting van een stortlichaam [63]. Daar is geconcludeerd dat het grootste deel van de zetting zich de eerste jaren voordoet en dat de zetting niet over het gehele stortlichaam gelijkmatig is. Externe deskundigen hebben in dit specifieke geval aangegeven dat zij mogelijke gevolgen van het zakken van dat stortlichaam op het ontsnappen van gas niet uitsluiten. Uit hetzelfde rapport blijkt dat in de afdeklaag van dit stortlichaam bij maandelijkse inspecties regelmatig graafactiviteiten van dieren zijn waargenomen. Alhoewel die over het algemeen niet dieper gingen dan enkele decimeters zijn ook dieptes tot 0,8 meter geconstateerd. Uit het rapport blijkt dat zij als gevolg daarvan geen risico's verwachten omdat de schade op korte termijn kan worden hersteld [63].

Vraag 19: Risico's van grondvermenging door dieren

De vraag is gesteld wat de risico's zijn van grondvermenging door dieren.

Uit bovenstaande blijkt dat het onwenselijk is dat dieren al te enthousiast gangen gaan graven. Op plaatsen waar de afdeklaag over een groot deel van de hoogte is doorgraven zal meer (en meer verontreinigd) stortgas aan het oppervlak komen, met grotere blootstellingsrisico's. Die risico's kunnen worden beperkt door een goed beheer: regelmatige inspectie van het maaiveld en aangetroffen graafgangen afdichten.

Naast bovengenoemd gevolg is ook de kans op optreden van belang. Graafwerkzaamheden door dieren kunnen nooit worden voorkomen maar op het park is de afdeklaag betrekkelijk dik wat de kans op het grotendeels doorgraven door dieren klein maakt. Het is ons niet bekend welke ervaringen Afvalzorg hiermee tot nog toe heeft. Verder is de kans dat eenmaal ontstane doorgravingen in stand blijven afhankelijk van de mate van beheer (inspectie en afdichten van gesignaleerde gaten). Naar onze mening kan door goed beheer (frequente en effectieve inspectie) de kans op het ontstaan van doorgravingen die tot hogere risico's leiden voldoende worden beperkt.

4.4 Toxiciteit van de verschillende bestanddelen

4.4.1 Macrob Bestanddelen

De macrobestanddelen zijn methaan en kooldioxide. In stortgas worden ook stikstof en zuurstof aangetroffen maar deze zijn afkomstig uit de atmosfeer die (in beperkte mate) wordt aangezogen via het onttrekkingssysteem. Hieronder benoemen we kort de belangrijkste eigenschappen.

Methaan

- sterk ontvlambaar, kan explosief mengsel met lucht vormen in situaties met slechte ventilatie, explosiegevaar bij 5 tot 15% methaan in de lucht;
- zeer brandbaar (zie onderstaand figuur 9);
- methaan is kleur- en reukloos, en verdringt zuurstof in besloten ruimtes;
- lage gehalten zijn niet schadelijk;
- gezondheidseffect bij hogere gehalten: verdringt zuurstof (benauwdheid), maar deze effecten zijn zelden bij stortplaatsen waargenomen. Verder veroorzaken ze een verhoogde hartslag, misselijkheid en alle andere bekende gevolgen van zuurstofgebrek, niet-kankerverwekkend;
- methaan komt voor in de lucht in achtergrondgehalten van orde-grootte 2 ppm.

Kooldioxide

- is, in tegenstelling tot methaan, zwaarder dan lucht;
- de reactie bij mensen varieert enorm;
- bij gehalten > 10% treedt bewusteloosheid en de dood in;
- kooldioxide komt voor in de lucht in achtergrondgehalten van orde-grootte 400 ppm.

Beide verbindingen zijn vooral toxisch als ze zuurstof vervangen en er zuurstoftekort ontstaat.

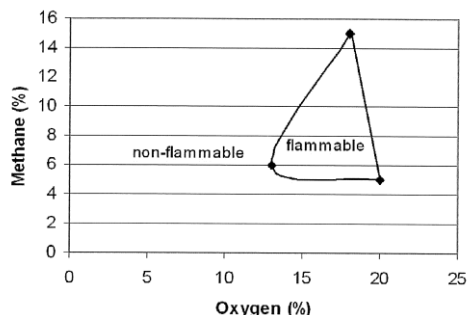


Figure 3-4. Flammability of Methane/Oxygen Mixtures (adapted from U.S. EPA, 1999b, Appendix E).

Figuur 9: Brandbaarheid van methaan

Vraag 17: wat is de toxiciteit van het stortgas zelf?

De vraag is gesteld wat de toxiciteit van het stortgas zelf is.

Voor toxiciteit gebruiken we de definitie 'giftigheid'. Hieronder verstaan we de mate waarin een stof in geval van blootstelling tot gezondheidsschade kan leiden. Uit dit rapport blijkt dat het stortgas uit verschillende componenten bestaat en dat deze verschillen in hun eigenschappen en op verschillende manieren schadelijk zijn voor de gezondheid van mens en dier (en plant). Met 'het stortgas zelf' wordt wellicht bedoeld de componenten die ontstaan bij de anaerobe afbraak van organisch materiaal (zoals methaan, kooldioxide, zwavelhoudende verbindingen, stikstof). Deze zijn bij hogere gehalten in vergelijkbare mate toxisch als de microcomponenten benzeen en vinylchloride (en anderen) maar ze komen ook in veel hogere gehalten voor. We beschouwen ze in dit onderzoek daarom niet als minder toxisch dan de eerder genoemde microverontreinigingen.

4.4.2 Microbestanddelen

Onbekend is welke soorten verontreinigde grond zijn gestort. Het ligt voor de hand dat vooral met de volgende verbindingen rekening wordt gehouden.

Waterstofsulfide/zwavelwaterstof

- 'rotte eieren geur';
- kortdurende blootstelling aan lage gehalten: oog-, neus- en keelirritatie, misselijkheid en duizeligheid, hoofdpijn, slaperigheid, ademhalingsproblemen;
- bij blootstelling aan hogere gehalten: lage bloeddruk, spierkramp, lage ademhaling en kans op bewusteloosheid;
- bij hoge concentraties: nadelige effecten in zenuwstelsel en ademhalingswegen [59]
- genoemde problemen verdwijnen vaak snel na einde blootstelling.

Ammonia en waterstofsulfide zijn het meest verantwoordelijk voor de onaangename geur van stortgas. Mensen zijn in staat beide verbindingen al bij lager concentraties te ruiken, ook bij gehalten onder het niveau dat ze gezondheidsschade kunnen veroorzaken.

Koolstofdissulfide

Schadelijke effecten op zenuwstelsel en cardiovasculaire systeem, en op reproductie en zwangerschap bij hogere concentraties [59].

Carbonylsulfide

In 2000 waren er nog weinig toxicologische gegevens bekend, aangenomen wordt dat de toxische werking vergelijkbaar is als die van koolstofdissulfide [59].

Mercaptanen

De hoeveelheid beschikbare toxicologische gegevens is beperkt. Bij hoge gehalten een neurotoxische werking, en irritatie van de luchtwegen.

Zwavedioxide

Wordt gevormd bij de oxidatie van H_2S in de deklaag. Inademing leidt tot luchtwegaandoeningen en schade aan longweefsel.

Benzeen

Benzeen is een verbinding die in brandstoffen voorkomt en daarom onder meer wordt aangetroffen in grond afkomstig van de bodemsanering van benzinstations. Benzeen is onderdeel van de groep aromatische koolwaterstoffen (naast toluen, ethylbenzeen en xylene) en daarbinnen veelvoorkomend en het meest toxisch (en kankerverwekkend: leukemie). Benzeen heeft van de BTEX-groep de laagste interventiewaarde. Benzeen is in iets lagere gehalten in het stortgas aangetroffen dan de andere aromatische koolwaterstoffen maar wel het meest toxisch en daarom een goede gidsparameter voor deze groep.

VOCl/vinylchloride

Een bekende groep verontreinigingen in grond zijn de vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen (VOCl) welke onder de in het stortlichaam gunstige omstandigheden afbreken tot vinylchloride. Deze stof heeft van deze stofgroep de laagste interventiewaarde (is het meest toxisch) en is zelf alleen aeroob afbreekbaar. In het stortlichaam zal vinylchloride niet tot niet-toxische stoffen worden afgebroken door afwezigheid van zuurstof maar zodra het in contact komt met zuurstof, in de buitenste schil van de afdeklaag, zal het snel worden omgezet in het niet-toxische etheen en ethaan. In de bodemverontreinigingsproblematiek krijgt vinylchloride veel aandacht maar in onderzoek in de buitenlucht wordt deze stof meestal niet meer aangetroffen omdat die in zuurstofrijke omgeving zo snel afbreekt.

De acute effecten van blootstelling aan VOCl zijn over het algemeen hartritmestoornissen, chemische longontsteking en -oedeem, nier- en leverschade en tijdelijke verstoring van het centraal zenuwstelsel. Chronische effecten van blootstelling zijn huidontstekingen, verstoring van nier- en leverfunctie en blijvende verstoring van het centraal zenuwstelsel. Vinylchloride is kankerverwekkend.

Gasfabrieksstoffen

In de gesaneerde grond van gasfabrieksterreinen komen voor PAK (betrekkend weinig vluchtige stoffen), enkele BTEX (zoals benzeen, zie hierboven) en cyanides. Vrij cyanide is vluchtig en zeer giftig. Bij voldoende dosis kan vrij-cyanide de celademhaling blokkeren. Symptomen van cyanidevergiftiging variëren van hoofdpijn, overgeven, een zwakke maar snelle hartslag tot spierkrampen en uiteindelijk sterfte. De kans op overschrijding van de MAC-waarden in de bodem wordt als uitgesloten beschouwd [54].

CFK's en HFK's uit drijfgassen

Deze stoffen hebben een geringe toxiciteit, na opname in het lichaam worden ze nauwelijks gemetaboliseerd. De uitscheiding als (onveranderde stof) vindt vooral plaats via de uitademing. Bij kortdurende blootstelling tot concentraties van 1.000 ppm (ruwweg 5.000 mg/m^3) worden geen nadelige effecten waargenomen, ook de chronische toxiciteit is laag [59].

Vraag 13: welke stoffen zijn in het stortgas relevant?

De vraag is gesteld welke stoffen, gelet op de gemeten samenstelling van macrobestanddelen en microbestanddelen, relevant zijn. Wij definiëren stoffen als relevant als deze, in zodanige gehalten in het stortgas aanwezig kunnen zijn dat ze een risico kunnen vormen voor recreanten in het park. Op basis van stoffeigenschappen en gehalten welke in het stortgas in het gasonttrekkingssysteem zijn gemeten, onderscheiden we het volgende.

Van de macroverontreinigingen zijn relevant methaan, en de zwavelhoudende verbindingen.

Van de microverontreinigingen zijn relevant: benzeen en vinylchloride. Deze stoffen zijn aangetroffen in het stortgas. Op vrij cyanide is niet geanalyseerd. De kans op aantreffen is klein maar omdat het om een zeer onaangename stof gaat is het verstandig om deze toch een keer in een analyse mee te nemen.

4.5 Indicatieve beoordeling stortgas

4.5.1 Inleiding

In deze paragraaf hebben we de in het stortgas aangetroffen gehalten indicatief beoordeeld. Indicatief omdat het gaat om gehalten welke zijn gemeten in een verzamelsysteem van stortgas onder de afdeklaag. Dit zijn dus niet de gehalten die daadwerkelijk in de blootstellingszone (boven de afdeklaag) worden aangetroffen. Op de beoordeling van de gehalten die zijn aangetroffen tijdens monitoring in najaar 2014 gaan we in, in paragraaf 5.5.

In bijlage 5 zijn de stoffen weergegeven waarop het stortgas door Afvalzorg wordt geanalyseerd. In kolom 2a zijn de maximaal gemeten gehalten (in de afgelopen 10 jaar) weergegeven. De gehalten welke zijn gemeten in het stortgasonttrekkingssysteem zijn niet representatief voor gehalten die in de atmosfeer boven de afdeklaag worden verwacht, niet in een 'normale situatie' (afdeklaag intact) en niet in bijzondere situaties/calamiteiten (afdeklaag beschadigd). De in het onttrekkingssysteem gemeten gehalten kunnen zowel een overschatting zijn als een onderschatting.

Een overschatting omdat:

- er nog geen oxidatie in de afdeklaag heeft plaatsgevonden;
- er nog geen verdunning in de atmosfeer heeft plaatsgevonden;
- in de loop van de jaren de gehalten zullen afnemen door 'uitputting' van de bron;
- bepaalde verbindingen niet of veel minder aanwezig waren in het afval onder het park.

Een onderschatting omdat:

- de gehalten in het stortgas komen van een verzamelpunt. In een specifieke deelstroom uit bijvoorbeeld met benzeen verontreinigde grond kan het gehalte benzeen best hoger zijn;
- in het bemonsterde stortgas zich wellicht een geringe hoeveelheid buitenlucht bevindt die door het onttrekkingssysteem is aangezogen;
- bepaalde verbindingen juist veel meer dan gemiddeld aanwezig waren in het afval onder het park.

Vraag 10: Verwachte concentraties gassen in de atmosfeer

De vraag is gesteld of, binnen bandbreedtes, iets kan worden gezegd over de concentraties macro- en microbestanddelen die (vanuit de afdeklaag) in de atmosfeer verdwijnen.

Uit een literatuurscan is ons gebleken dat er veel 'lijstjes' bestaan met 'mogelijke' bestanddelen in stortgas. De belangrijkste bestanddelen komen op al die lijstjes voor maar er zijn ook stoffen die op de ene lijst voorkomen en op de andere niet. Dit is vooral het gevolg van onbekendheid met de samenstelling van gestort bedrijfsafval.

De gehalten in het gas dat uit de afdeklaag treedt kan zeer globaal/indicatief worden geschat door:

- 1) uit te gaan van de gehalten die door Afvalzorg worden gemeten in het stortgas dat wordt bemonsterd via het onttrekkingssysteem;
- 2) deze te vermenigvuldigen met een veiligheids-/onzekerheidsfactor omdat het stortgas in het verzamelsysteem een 'gemiddelde' samenstelling geeft van al het stortgas (zie ook paragraaf 4.5.1);
- 3) afhankelijk van de verwachte oxidatieve werking van de afdeklaag de in de vorige stap verkregen gehalten te reduceren met een factor op basis van tabel 3.

De gemiddelde gehalten bij een 'normaal functionerende afdeklaag' volgen na stap 4. Een 'worst case' is blootstelling vlak boven de afdeklaag die niet functioneert of afwezig is, die gehalten volgen uit stap 2.

De gemeten gehalten zijn veelal uitgedrukt in ppm. De normen waaraan indicatief is getoetst zijn veelal uitgedrukt in mg/m^3 . In onderstaand kader is opgenomen hoe de omrekening plaatsvindt. In de kolommen 2a en 2b (van bijlage 5) zijn de gemeten en omgerekende gehalten weergegeven. Hiermee zijn de gehalten omgerekend.

Omrekening van mg/m^3 naar ppm

De grenswaarde wordt uitgedrukt in mg/m^3 en is in het geval van een gas of een damp om te rekenen naar ppm's (parts per million). Een ppm betekent: een deeltje van een stof op een miljoen deeltjes lucht. Bij 20 °C en normale luchtdruk gelden de volgende omrekenformules (M is de relatieve molecuulmassa van de stof):

- $1 \text{ ppm} = M/24 \text{ mg}/\text{m}^3$
- $1 \text{ mg}/\text{m}^3 = 24/M \text{ ppm}$.

Voor het beoordelen van de kwaliteit van stortgas ten behoeve van recreatie in een park bestaat er geen eenduidig toetsingskader. Daarom is gebruik gemaakt van toetsingskaders/normen die in andere situaties worden gebruikt.

4.5.2 Achtergrondgehalten

In kolom 3 van bijlage 5 zijn de achtergrondgehalten weergegeven. Deze zijn verkregen van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied. De meetgegevens zijn afkomstig van het meetpunt Hoogtij dat op een afstand van ca. 1,5 km oostelijk van Nauerna is gelegen. De Omgevingsdienst meet maar een bescheiden aantal stoffen, waaronder benzeen. De gehalten benzeen in de buitenlucht bij Hoogtij (0,8 tot 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) liggen ruim onder de gehalten die in het (onbehandelde) stortgas in het stortlichaam worden gemeten (1 mg/m^3).

Vraag 21: Op welke wijze kan in het meetprogramma rekening worden gehouden met plaatselijke achtergrondwaarden?

De vraag is gesteld in hoeverre bij het meetprogramma rekening kan worden gehouden met de plaatselijke achtergrondwaarden in de lucht, bijvoorbeeld met die van fijn stof en benzeen.

De Omgevingsdienst meet deze gehalten in het nabijgelegen meetpunt Hoogtij (meetpunt 704). In het monitoring-programma dat wij hebben uitgevoerd (zie paragraaf 5.2) is 'fijn stof' niet opgenomen maar wel benzeen. Het stortgas bevat natuurlijk veel componenten waarvan de achtergrondwaarden niet door de Omgevingsdienst worden geregistreerd. Daarom adviseren wij om als onderdeel van een eventueel monitoringprogramma (buiten de scope van dit project) ook enkele metingen direct bovenwinds van het park/de stortplaats uit te voeren.

Daarnaast zullen ook emissies plaatsvinden vanuit de rest van de stortplaats die niet tot het park behoort. Deze achtergrondemissie kan worden vermeden door met noordenwind te meten.

4.5.3 Beoordeling aan de hand van het MTR

In kolom 4 zijn de MTR-waarden weergegeven. Dit zijn wereldwijd vastgestelde normen die per stof aangeven wat voor een mens het maximaal toelaatbare risiconiveau (MTR) is. Deze norm wordt uitgedrukt in mg per kg lichaamsgewicht per dag. Bij levenslange blootstelling aan gehalten onder deze norm worden geen nadelige effecten verwacht. Bij het vaststellen van deze norm is rekening gehouden met gevoelige individuen en met mogelijke effecten in gevoelige levensfasen. Als de blootstelling onder deze norm blijft is er tevens bescherming tegen acute effecten, deze treden namelijk op bij hogere gehalten.

Om te kunnen beoordelen wat de gehalten in het stortgas (in het stortlichaam genomen) betekenen als deze tijdens recreatie in het park zouden worden 'ingenomen' via inhalatie, kunnen berekeningen worden uitgevoerd op basis van een aangenomen gedragspatroon tijdens de recreatie. Door de berekende inname bij een aantal realistische blootstellingsscenario's te toetsen aan een op het MTR gebaseerde norm wordt vastgesteld of recreatie in het park 'veilig' is in deze situatie. Het is van belang om realistische blootstellingsscenario's te nemen omdat mensen niet levenslang zullen recreëren op het park.

Het is niet zinvol om deze berekeningen uit te voeren op basis van de gehalten in het (sterk verontreinigde) stortgas. Daarom is voorgesteld deze gehalten in de buitenlucht te meten, en zijn deze metingen in het laatste kwartaal van 2014 uitgevoerd (zie ook het volgende hoofdstuk). In paragraaf 4.6 gaan we hierop in meer detail in.

4.5.4 Toxicologisch Maximaal Toelaatbare Concentratie in de Lucht (TCL)

In kolom 5 zijn de TCL-waarden weergegeven. Deze waarden worden doorgaans gebruikt bij de beoordeling van lange-termijn (chronische) effecten van bodemverontreiniging met vluchtige stoffen. De gehalten die bij een binnenluchtonderzoek worden gemeten worden dan vergeleken met deze TCL-waarden. Deze waarden geven voldoende bescherming bij een 'levenslange blootstelling' van gemiddelde individuen aan verontreinigde lucht.

De TCL-en MTR-waardes zijn dus wel erg veilig voor voorliggende situatie omdat niemand levenslang zal recreëren op de stortplaats.

Niet voor alle stoffen die in het stortgas zijn gemeten, zijn TCL-waardes bepaald. Voor de in het stortgas aangetroffen gehalten microcomponenten waarvoor dit wel het geval is (benzeen en andere aromaten, en onder andere zwavelwaterstof) geldt dat deze de TCL-waardes ruim overschrijden.

4.5.5 Tijdgewogen grenswaarden (TGG)

Deze waarden (kolom 6) zijn in de plaats gekomen van de voormalige MAC-waarden. De 'Maximale Aanvaarbare Concentratie' was een grenswaarde van een gas, damp of nevel van een stof op de werkplek die bij herhaalde blootstelling het hele arbeidsleven lang (voor zover de huidige kennis reikt) de gezondheid van de werknemers als hun nageslacht niet benadeelt. In de plaats van MAC-waarden worden nu grenswaarden gebruikt.

Grenswaarden zijn tijdgewogen gemiddelden over 8 uur, aangeduid met TGG-8u. Binnen deze periode van 8 uur kunnen concentratieniveaus voorkomen die hoger zijn dan de grenswaarde als getal. Deze moeten dan echter worden gecompenseerd door lagere waarden waardoor het 8 uur-gemiddelde niet wordt overschreden. De overschrijding mag echter nooit tot gezondheidsschade leiden. Ten slotte wordt in een aantal gevallen (de zogenoemde piekblootstellingen) een grenswaarde als tijdgewogen gemiddelde over 15 minuten vastgesteld (TGG-15min). Dit gebeurt om hoge blootstellingsniveaus gedurende korte tijd te voorkomen.

Een voorbeeld

Bij een MAC-TGG 8 uur van bijvoorbeeld 100 mg/m^3 mag een werknemer over 8 uur gemiddeld niet worden blootgesteld aan meer dan 100 mg/m^3 . Voor een aantal stoffen is er ook een MAC-TGG 15 min. Deze 15-minuten-waarde is vaak een factor 2 of 3 hoger dan de gewone grenswaarde. Gedurende een korte tijd (15 minuten) mag de werknemer aan maximaal deze hoge concentratie worden blootgesteld, mits de blootstelling over de volledige 8 uur de MAC-TGG 8 uur niet te boven gaat. Deze MAC-TGG 15 min wordt toegekend aan stoffen als er aanwijzingen zijn dat piek-blootstelling gedurende korte tijd tot meer of andere gezondheidseffecten leidt, dan op basis van de dagblootstelling (TGG 8 uur) verondersteld kan worden. Veel oplosmiddelen hebben de laatste jaren een MAC-TGG 15 min -waarde gekregen, vanwege het vermoeden dat juist een korte piek-blootstelling tot het Organo Psycho Syndrome (OPS) kan leiden.

Deze waarden zijn te vinden op <http://www.ser.nl/nl/themas/grenswaarden.aspx>. De TGG-waarden zijn dus gemiddelde concentraties die van toepassing zijn op een referentieperiode (8 uur, 15 minuten) en geven bescherming indien de blootstelling wordt herhaald gedurende een heel arbeidsleven. De TGG-waarden kunnen betrekking hebben op een stof en op een mengsel van stoffen.

Het in het stortgasmonster gemeten gehalte zwavelwaterstof overschrijdt de TGG-15m en TGG-8u. In voorliggende situatie heeft dat natuurlijk geen betekenis omdat werknemers niet aan stortgas (in de samenstelling zoals aanwezig in het stortlichaam) worden blootgesteld. Voor de overige verbindingen geldt dat er geen TGG-waardes zijn afgeleid, of deze niet worden overschreden.

Uiteraard zal er ook moeten worden gerekend met combinatie-toxiciteit als er stoffen voorkomen in verhoogde concentraties en met vergelijkbare gezondheidseffecten.

4.5.6 Acute Exposure Guideline Level (AEGL)

In de kolommen 7a en 7b zijn de zogenaamde AEGL-niveaus weergegeven. Gemakshalve hebben we de AEGL 3 weergegeven bij een blootstelling van 10 en 30 minuten.

Voor stoffen die in het stortgas zijn aangetroffen, en waarvoor een AEGL-waarde is vastgesteld, geldt dat de AEGL3-waarde niet wordt overschreden.

De AEGL-waarden

De Acute Exposure Guideline Level is een rampeninterventiewaarde. Deze waarden worden afgeleid voor industriële chemische stoffen. Rampenbestrijders gebruiken de waarden bij chemische rampen en incidenten.

De AEGL's zijn vastgesteld voor éénmalige, kortdurende (max. 8 uur) blootstelling aan stoffen via de lucht. De systematiek gaat uit van verschillende niveaus van ernst van toxicologische effecten. Het betreft de zogenaamde 4D's: Detection, Discomfort, Disability en Death. De 3 'levels' (AEGL1, AEGL2 en AEGL3) geven aan bij welke gehalten wordt overgegaan van het 1^e naar het 2^e niveau (dus van detection naar discomfort) enz. AEGL3 geeft dus aan wanneer wordt overgegaan van Disability naar Death.

De niveaus worden afgeleid voor verschillende blootstellingstijden, 10 minuten, 30 minuten, 1 uur etc. De vastgestelde waarden dienen vooral om bij calamiteiten met stoffen zeer snel te kunnen inschatten of een kortdurende blootstelling een gezondheidsrisico oplevert.

De waardes zijn te verkrijgen op de website van het Environmental Protection Agency van de VS (<http://www.epa.gov/oppt/aegl/pubs/chemlist.htm>).

Wet milieubeheer, bijlage 2

Voor een beperkt aantal stoffen is op grond van de Wet milieubeheer een grenswaarde opgesteld, deze bedraagt voor benzeen $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is een waarde die op basis van wetenschappelijk onderzoek is vastgesteld met als doel schadelijke gevolgen voor mensen te vermijden, voorkomen of verminderen. Het in het stortgas aangetroffen gehalte benzeen overschrijdt deze waarde. Blootstelling aan deze gehalten zegt niets over schadelijke effecten bij de mens bij incidenteel en kortdurend gebruik van het park.

Uit het in 2011 opgestelde rapport van OonKAY [36] blijkt overigens dat de GGD Zaanstreek Waterland naar aanleiding van een door het RIVM in 2009 uitgevoerd onderzoek heeft gesteld dat *'op grond van de (toen) beschikbare gegevens geconcludeerd werd dat het niet waarschijnlijk is dat mensen in het buurtschap Nauerna aan schadelijke concentraties stoffen afkomstig uit het stort zouden kunnen worden blootgesteld'*.

4.5.7 Risico op explosies

Gassen en dampen kunnen exploderen. De potentie van een gas om te exploderen is uitgedrukt in de 'explosive limits', de ondergrens (LEL) en de bovengrens (UEL). Deze worden uitgedrukt in volume-%. Er is sprake van een explosierisico als sprake is van een concentratie tussen de LEL en UEL, voldoende zuurstof, en een ontsteking. Het stortgasonttrekkingssysteem is zo ingesteld dat dit niet te veel buitenlucht (zuurstof!) aanzuigt dat een risicovolle situatie ontstaat.

Het meest risicovolle bestanddeel in stortgas in deze is methaan, met een LEL van 5% en een UEL van 15%. In het stortgas is door Afvalzorg een methaangehalte gemeten van 45 tot 56%. Het methaangehalte in het stortgas is dus veel te hoog maar door verdunning kan dit tussen de LEL en UEL terechtkomen.

In de praktijk komen gasexplosies bij stortplaatsen niet of nauwelijks voor. In het stortlichaam is geen zuurstof aanwezig. In de buitenlucht (waar wel zuurstof aanwezig is) is het gehalte methaan te laag voor explosies. Uit de literatuur blijkt dat 'explosies' alleen maar worden gerapporteerd in relatie tot ophoping van stortgas in afgesloten ruimtes.

Vraag 18 Welke stoffen zijn kritisch voor blootstelling aan de omgeving?

Het gaat volgens ons dan vooral om stoffen waarvan we verwachten dat niet kan worden uitgesloten dat ze op de plaats waar blootstelling kan plaatsvinden, aanwezig zijn in gehalten die tot gezondheidsschade kunnen leiden. We onderscheiden: methaan, benzeen, en vinylchloride. De kans dat vrij cyanide een rol van betekenis speelt achten wij erg klein.

4.6 Berekening blootstelling bij recreatie

4.6.1 Blootstelling

Blootstellingsroute

De enige relevante blootstellingsroute is inhalatie van de buitenlucht welke verontreinigd is geraakt met stortgas.

Blootstellingsduur

De blootstellingsduur is een van de factoren die bepalend is voor de inname van verontreinigende stoffen. Deze is van de volgende factoren afhankelijk:

- de duur van de aanwezigheid. Hoe langer aanwezig in het park, hoe groter de inname;
- de frequentie waarmee recreanten de locatie bezoeken. Hoe regelmatig hoe hoger de inname;
- de periode waarin de recreanten de locatie bezoeken. Iemand die het terrein gedurende een jaar wekelijks bezoekt en daarna verhuist, wordt minder blootgesteld dan iemand die tientallen jaren lang wekelijks het park bezoekt.

De duur van de blootstelling zal relatief gering zijn ten opzichte van bijvoorbeeld blootstelling aan verontreinigende stoffen op bodemsaneringslocaties. Daar wonen of werken mensen soms gedurende langere tijd op verontreinigde grond waardoor blootstelling via inademing langdurig kan zijn.

Het is vooralsnog niet in te schatten hoe lang (per bezoek) en frequent individuen in het park zullen gaan recreëren. Dagelijks bezoek van (per keer) een uur zal eerder uitzondering dan regel zijn en het overgrote deel van de recreanten zal hooguit eens per week en wellicht veel minder vaak het park bezoeken. De totale blootstellingsduur is daarmee beperkt.

Overige factoren inhalatie

- de inspanning van de recreant. Des te inspannender de activiteit, des te groter de inname;
- personen die zich laag boven de grond bevinden (kinderen die in een zandbak spelen) zullen aan meer verontreinigde lucht worden blootgesteld dan mensen die rechtop lopen;
- recreanten die verblijven nabij een plaats waar de laag afdekgrond is verstoort en dunner is, worden aan hogere gehalten verontreinigende stoffen blootgesteld dan elders in het park.

De inname hangt verder af van de hoogte van mond/neus boven het oppervlak omdat door verdunning de gehalten stortgas in de atmosfeer met de hoogte afnemen. Op de grond liggende recreanten zullen meer (eventueel verontreinigde) lucht inademen dan iemand die staat. Iemand die lang is zal sterker verdunde lucht innemen dan iemand die klein is.

De inname hangt ook af van de inspanning. Iemand die zware lichamelijke inspanning levert zal meer lucht inademen dan iemand die rust neemt.

Kwetsbaarheid van de bezoekers

Kwetsbare groepen (bejaarden, zieken, zwangere vrouwen, kinderen) zullen in verder vergelijkbare omstandigheden een groter risico lopen dan anderen.

In tabel 3 zijn enkele blootstellingsscenario's samengevat.

Tabel 3: Voorstel blootstellingsscenario's

#	Type persoon	Activiteit	Duur per bezoek	Frequentie	Periode
1	Kind	Actief nabij de bodem	1 uur	2 keer per maand, gedurende 4 mnd/jr	4 jaar
2	Volwassene	Rustend, nabij de bodem	2 uur	2 keer per maand, gedurende 4 mnd/jr	10 jaar
3	Volwassene	Actief, joggend	1 uur	Dagelijks, gedurende 10 mnd/jr	10 jaar

Vraag 27: Blootstellingsduur in relatie tot beoogde wijze van recreatie

De vraag is gesteld hoe de blootstellingsduur in relatie tot de beschouwde wijze van recreatie in ogenschouw kan worden genomen. Uit de notitie die naar aanleiding van de workshop is verschenen [52] maken we op dat kwetsbare groepen niet worden uitgesloten en er ook anderszins geen restricties zijn aan duur en frequentie van recreatie. Vormen van recreatie die inspanning (dus grotere inhalatie) met zich meebrengen zijn toegestaan. Ook activiteiten vlak boven het oppervlak (zandbak, luieren) zijn toegestaan.

Bij de monitoringronde van het 4^e kwartaal van 2014 zijn in de buitenlucht geen stortgascomponenten aangetroffen. Als dat in de toekomst bij nieuwe metingen wel het geval zou zijn, dan zouden blootstellingsberekeningen kunnen worden uitgevoerd. Bij de berekening van de blootstelling kan dan worden uitgegaan van enkele scenario's ten aanzien van vrijkomen van stortgas (wel of niet na passages en bijbehorende oxidatie in de afdeklaag), enkele scenario's m.b.t. atmosferische toestand en de in tabel 3 genoemde blootstellingsscenario's. In dat laatste maken we onderscheid tussen twee uitersten: hoofdzakelijk passieve recreatie (liggen vlak boven het maaiveld) en hoofdzakelijk intensieve recreatie (op een hoogte van 1,5 tot 2 meter). Als blootstellingsduur zou dan kunnen worden genomen respectievelijk 2 uur (passieve recreatie) en 60 minuten (intensieve recreatie). Daarnaast is het van belang hoe vaak de recreant terugkomt (aanneeme: eens per week als 'worst case') en gedurende welke tijd (gedurende een generatie). Maar nogmaals: bij de metingen in 2014 zijn de verbindingen die als gidsparameter zijn benoemd helemaal niet in de buitenlucht aangetroffen.

Verontreinigingsgraad stortgas

Deze is met monitoring vastgesteld (zie hoofdstuk 5).

4.6.2 Modelmatige aanpak blootstellingsrisico

Acute effecten in geval van 'calamiteiten' met de afdeklaag

In geval van calamiteiten zouden recreanten kortstondig kunnen worden blootgesteld aan grotere hoeveelheden (en sterker geconcentreerd) stortgas. Dat zou kunnen gebeuren daar waar de afdeklaag aanmerkelijk dunner is geworden door erosie en/of afschuiving, of lekkage via wortelkanalen en graafactiviteiten door dieren.

De kans dat dit plaats vindt is afhankelijk van:

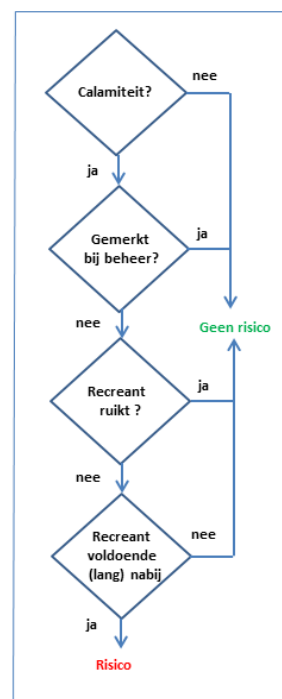
- de kans dat dieren gaan graven, langs bomen en struiken holtes ontstaan, en (al dan niet door het gebruik door recreanten) afschuivingen ontstaan, die niet bij inspecties die tot 'normaal beheer' kunnen worden gerekend worden opgemerkt en tijdig hersteld door de beheerder;
- de kans dat een recreant de gebeurtenis (het ongecontroleerd vrijkomen van stortgas) niet al met zijn reukzintuigen waarneemt voordat een gevaarlijke situatie ontstaat. In het stortgas zijn zwavelhoudende verbindingen aanwezig met een zeer lage geurdrempel (0,5 tot 1 ppm zwavelwaterstof). Het is dus moeilijk om in een met stortgas verontreinigde atmosfeer terecht te komen zonder dat dit van te voren met de neus is waargenomen.

Het gevolg is een tijdelijke (waarschijnlijk zeer korte, wegens de duidelijk herkenbare geur) blootstelling aan (zeer) hoge gehalten macro- en micro-componenten in het stortgas.

De gevolgen kunnen worden beoordeeld door de resultaten van de monitoring (gehalten in stortgas vlak onder afdekgrond) te vergelijken met TGG-15 en AEGL-waardes.

Lange-termijn effecten van 'normale'/'gemiddelde' situaties

In gemiddelde situaties (stortgas treedt 'gecontroleerd' uit, uit de afdekgrond) zal de totale inname door recreanten gering zijn en niet snel leiden tot een onaanvaardbare chronische belasting. In onderstaand kader zijn de formules weergegeven die kunnen worden gebruikt voor de berekening van de totale inname van vluchtige verbindingen via de buitenlucht.



Kader: Berekening van blootstelling via inhalatie van buitenlucht (uit handleiding Csoil)**Child**

.	$IV_{co} = T_{loc} \cdot CO_{ac} \cdot Fa \cdot AV_c \cdot 1000 / BW_c$	
IV_{co}	: exposure via inhalation of vapours - child - outdoors	[mg.kg-1 bw.d-1]
T_{loc}	: inhalation period - child - outdoor	[2.86 h.d-1]
CO_{ac}	: concentration in outdoor air - child	[g.m-3]
Fa	: relative sorption factor	[-]
AV_c	: air volume child	[0.317 m3.h-1]
BW_c	: bodyweight child	[15 kg]

Adult

.	$IV_{ao} = T_{loa} \cdot CO_{aa} \cdot Fa \cdot AV_a \cdot 1000 / BW_a$	
IV_{ao}	: exposure via inhalation of vapours - adult - outdoors	[mg.kg-1 bw.d-1]
T_{loa}	: inhalation period - adult - outdoors	[1.14 h.d-1]
CO_{aa}	: concentration in outdoor air - adult	[g.m-3]
Fa	: relative sorption factor	[-]
AV_a	: air volume adult	[0.833 m3.h-1]
BW_a	: bodyweight adult	[70 kg]

LIFELONG AVERAGE

.	$IV_{LO} = (6 \cdot IV_{co} + 64 \cdot IV_{ao}) / 70$	
IV_{LO}	: exposure via inhalation of vapours lifelong average	[mg.kg-1 bw.d-1]
IV_{co}	: exposure via inhalation - child - outdoors	[mg.kg-1 bw.d-1]
IV_{ao}	: exposure via inhalation of vapours - adult - outdoors	[mg.kg-1 bw.d-1]

4.7 Bouwen van een clubgebouw

In ons land bevinden zich veel stortplaatsen. De grotere stortplaatsen die onder een Wm-vergunning hebben gefunctioneerd, zijn vrijwel zonder uitzondering met een folie en een laag afdekgrond afgedicht. Deze zijn dus geen goed vergelijkingsmateriaal voor Nauerna waar geen folie is aangebracht. Toch zijn ook op deze stortplaatsen voor zover bekend in ons land geen (of geen noemenswaardige) gebouwen/verblijfsruimtes gebouwd. Op Nauerna is al sinds 1994 een weeggebouw aanwezig op het stortpakket, en zonder folie. Afvalzorg geeft aan dat hier voor voldoende ventilatie wordt gezorgd en dat er zich voor zover tot nog toe bekend hier nooit problemen hebben voorgedaan.

Op 11 augustus 2014 hebben we met enkele medewerkers van de provincie Noord-Brabant gesproken die aangeven dat er de nodige plannen zijn voor de herontwikkeling van stortplaatsen maar dat verblijfsruimtes op stortplaatsen niet of nauwelijks voorkomen. Ook op internet zijn geen voorbeelden te vinden. Wel worden gesloten stortplaatsen gebruikt voor extensieve recreatie (wandelen, uitkijkpunt, recreatie), zoals Gulbergen van de Razob te Nuenen. Het laatste jaar staat het plaatsen van zonnecellen op stortplaatsen in de belangstelling. Mogelijk heeft de economische crisis de herontwikkeling van stortplaatsen ook voor wonen en werken (zoals Belvédère in Maastricht) op een laag pitje gezet. De skibanen van Zoetermeer en Landgraaf zijn, voor zover wij weten, aangelegd op stortplaatsen die voornamelijk zijn gevuld met respectievelijk bouwpuin en mijnsteen.

Vraag 20: Vragen m.b.t. een eenvoudig clubgebouw

De vraag is gesteld of in een eenvoudig gebouw in het park, op het stortlichaam, gassen kunnen blijven hangen zodat dit extra risico's met zich meebrengt.

Naar onze mening is de kans dat dit kan gebeuren niet uit te sluiten. Daar staat tegenover dat de extra risico's die dit met zich mee brengt zonder exorbitante kosten kunnen worden voorkomen met adequate bouwkundige voorzieningen. Mogelijkheden zijn: afgesloten ruimtes vermijden, folie onder de vloer aanbrengen, leidingdoorvoeringen vermijden, ventilatie aanbrengen.

Veel voorbeelden van verblijfsruimtes op stortplaatsen zijn er in ons land overigens niet. Wel worden woningen en kantoren gebouwd op gesaneerde grond waarin een restverontreiniging met vluchtige stoffen is achtergebleven. Ook worden als tijdelijke maatregel verblijfsruimtes op nog niet gesaneerde grond aangepakt met ventilatiesystemen. Met het omgaan met 'verblijven op verontreinigde grond' is in ons land voldoende ervaring opgedaan. De risico's kunnen met de juiste maatregelen effectief worden aangepakt/beheerst.

4.8 Overige risico's

In dit onderzoek ligt de nadruk op de risico's voor recreanten als gevolg van stortgas.

Gasexplosies en open vuur in stortgasonttrekkingssysteem

Afvalzorg onttrekt stortgas en heeft dit systeem zo afgesteld dat er niet zodanig veel zuurstof wordt aangezogen (uit de buitenlucht) dat een explosie zou kunnen optreden. We hebben niet beoordeeld wat de veiligheid van dit systeem is, en in welke mate recreanten risico's zouden kunnen ondervinden.

Blootstelling aan verontreinigende stoffen in de afdekgrond

Uit door derden uitgevoerd modelmatig onderzoek is gebleken dat dit bij de genoemde gebruiksvormen niet leidt tot onaanvaardbare risico's [19 en 24].

Risico's als gevolg van verontreinigd percolaat

Het stortlichaam verontreinigt ook het in de stortplaats infiltrerende regenwater. Dit regenwater vormt percolaat dat boven de onderafdichting stagneert en daarna door percolaatdrains wordt afgevoerd naar de waterzuivering. Eerder in dit rapport hebben we geconcludeerd dat ook in geval van lekkage van de onderafdichting verontreinigd percolaat niet in de onderliggende bodem terechtkomt maar door de tegendruk van het grondwater binnen het stortlichaam blijft. De kans dat ook dit systeem niet goed functioneert en verontreinigd grondwater buiten het stortlichaam terechtkomt, bijvoorbeeld in het grondwater of oppervlaktewater, en daar tot blootstellingsrisico's voor recreanten leidt, achten wij verwaarloosbaar. Het aanwezige oppervlaktewater vormt ook geen onderdeel van het park.

Recreatie op een geaccidenteerd terrein

Recreanten in het park begeven zich (bewust) op een terrein dat geaccidenteerd is en daarom niet vrij is van risico's. Het is verstandig om recreanten hiervan, bijvoorbeeld met een informatiebord, op de hoogte te stellen. Daarnaast kan de inrichting hierop zo worden afgestemd dat de jongste recreanten (onder begeleiding) spelen op de vlakke delen, op enige afstand van de taluds.

Recreatie nabij een nog operationeel deel van de stortplaats

Een deel van de stortplaats is nog in gebruik. Dit betekent dat voorkomen moet worden dat recreanten ongemerkt en onbewust het deel betreden dat nog in gebruik is en daar in gevaarlijke situaties terechtkomen. Wij gaan er verder van uit dat de overige risico's (op het vlak van externe veiligheid) aanvaardbaar zijn. Er wordt volgens de vergunning gewerkt en dat is, indirect, in ieder geval een indicatie dat zekere beheersmaatregelen worden getroffen die ook de veiligheid van recreanten ten goede komt.

4.9 Samenvatting

In de eerste 4 hoofdstukken van dit rapport is met behulp van een conceptueel model de stortplaats Nauerna (het deel waar het park wordt ontwikkeld) toegelicht. In hoofdstuk 2 is dat beschrijvend gedaan en in hoofdstuk 3 wat meer kwantitatief. Inzicht in de werking van het stortlichaam kan eraan bijdragen dat een gevoel van veiligheid ontstaat. In dit hoofdstuk 4 is een aanzet gedaan tot een beoordeling van de mogelijke blootstelling van recreanten aan stortgas dat kan vrijkomen. Een aanzet, omdat het extrapoleren van gehalten die in het gas in een verzamelstelsel van onttrokken stortgas zijn gemeten weinig betrouwbaar houvast biedt voor de inschatting van de kwaliteit van de lucht op verschillende hoogtes boven de afdeklaag, en in verschillende scenario's (afdeklaag wel/niet intact).

Om voor voorliggende situatie een afgewogen oordeel te kunnen geven, moeten nog twee stappen worden uitgevoerd:

- 1) monitoring. Dit dient twee doelen:
 - a) meer inzicht geven in het proces.
 - b) gehalten vaststellen in de contactzone waar daadwerkelijk blootstelling plaatsvindt;

- 2) indien zinvol, berekenen van de gevolgen van blootstelling met een eenvoudig model als Csoil waarvan de rekenformules in het kader in paragraaf 4.6.2. zijn beschreven.

Ad 1a

Hiermee kunnen we de volgende vragen helpen beantwoorden:

- komt het stortgas net onder de afdeklaag in het park qua samenstelling overeen met dat wat door Afvalzorg periodiek in het verzamelpunt van het stortgasonttrekkingssysteem wordt bemonsterd en onderzocht?
- in welke mate nemen gehalten in de afdeklaag af door bijvoorbeeld oxidatie?
- is er sprake van ruimtelijke variaties in de kwaliteit van het stortgas onder de afdeklaag?
- is er sprake van hotspots net boven de afdeklaag?
- wat zijn de gehalten in de atmosfeer op twee hoogtes waar blootstelling kan plaatsvinden bij recreanten?

In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de monitoringronde die in najaar 2014 is uitgevoerd. Ongeacht de uitkomst van monitoring in najaar 2014 is het natuurlijk altijd van belang dat met een adequaat beheer wordt voorkomen dat zich calamiteiten voordoen waardoor de afdeklaag zijn beschermende functie geheel of gedeeltelijk verliest.

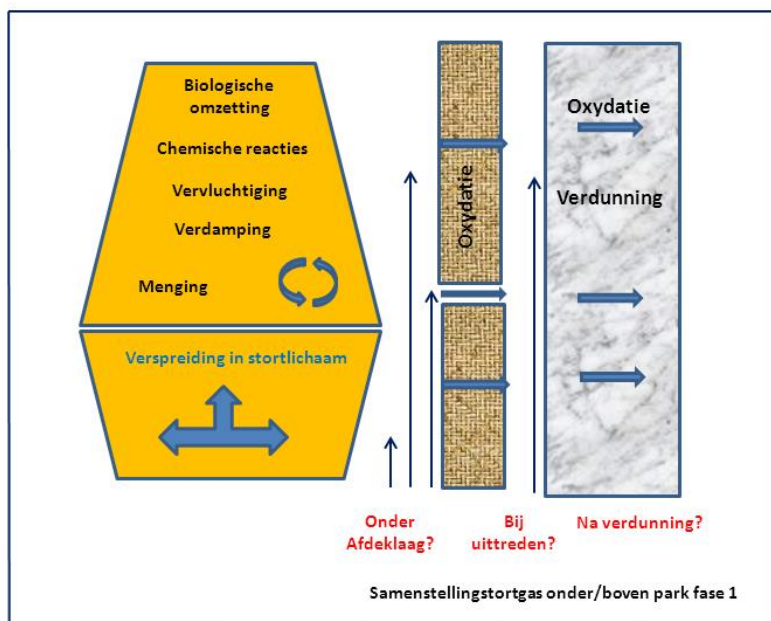
5. Monitoring

5.1 Inleiding en doelstelling

Monitoring is een belangrijk onderdeel in het beheer van stortplaatsen. Monitoring van luchtkwaliteit kan daarvan onderdeel vormen, evenals monitoring van de afdeklaag met het oog op het tijdig signaleren van verschijnselen die een indicatie kunnen zijn van het niet naar behoren functioneren van de afdeklaag (zoals afwijkingen in vegetatie, afschuivingen en scheurvorming, zakkingen, graafactiviteit van dieren).

In artikel 6 van hoofdstuk 5 van de Uitvoeringsregeling Stortbesluit Bodembescherming is aangegeven dat *‘indien redelijkerwijs is te verwachten dat stortgas uit de stortplaats vrijkomt, er controle plaatsvindt op de dichtheid van de bovenafdichting door middel van een onderzoek naar het uittreden van stortgas uit de bovenafdichting’*. Genoemd artikel geldt voor de bovenafdichting na aanbrengen.

Monitoring, als onderdeel van dit project, richt zich niet op het controleren van optredende emissies met het oog op het tijdig treffen van tegenmaatregelen. Het doel van monitoring in deze stap is verificatie van het ‘(conceptueel) model’ en zijn uitkomsten. We moeten weten met welke kwaliteit van de lucht boven het stortlichaam we rekening moeten houden. De theorie zal aan de praktijk worden getoetst, althans waar dat kan en waar dat zinvol is. We leggen dit uit aan de hand van onderstaande figuur 10.



Figuur 10: Noodzakelijke verificatie van het ‘model’

Processen in de bron

Uit dit rapport blijkt dat de productie van stortgas uit afbreekbaar afval een redelijk begrepen proces is. Afvalzorg heeft zijn eigen modellen waarmee zij de productie van stortgas voorspellen. Door de periodieke meting van de (gemiddelde) kwaliteit van het stortgas op macrobestanddelen kan dit proces (afbraak organische stof) goed worden gevolgd. Meer inzicht hierin door meer monitoring is niet noodzakelijk.

In de bron bevinden zich ook andere soorten afval die vervluchtigen en de kwaliteit van het stortgas beïnvloeden, met name de microcomponenten. Deze worden incidenteel door Afvalzorg onderzocht.

Het is daarom wenselijk om enkele monsters van het stortgas op een zo compleet mogelijk pakket stoffen te analyseren zodat onzekerheden over de aanwezigheid van vluchtige verbindingen worden weggelaten.

Verspreidingspad

In het stortlichaam vindt verspreiding plaats via onbekende paden. De modellering hiervan is een complexe zaak die om betrouwbaar inzicht in de opbouw van het stort vraagt. Uiteindelijk wordt een aanmerkelijk deel van het stortgas aangezogen door het onttrekkingssysteem. Monitoring om voorspellingen met betrekking tot verspreiding in het stortlichaam te verifiëren lijkt ons niet zinvol. Eventuele voorspellingen zijn zelf al betrekkelijk onbetrouwbaar en een goed en betrouwbaar inzicht zou tot een zeer kostbaar monitoringonderzoek leiden.

Verspreiding door de afdeklaag heen is wel van belang. Zoals we hebben aangegeven is een van de potentiële risico's acute effecten door kortdurende blootstelling aan stortgas dat via bijvoorbeeld doorgravingen in de afdeklaag de atmosfeer bereikt. Het is waarschijnlijk niet eenvoudig die gehalten aan het maaiveld te meten omdat niet bekend is waar die moeten worden gemeten (als ze zich al zouden voordoen). Monitoren van de kwaliteit van het stortgas onder de afdeklaag kan inzicht geven in de gehalten die we in extreme situaties net boven de afdeklaag kunnen verwachten.

Kwetsbaar object

Chronische effecten door periodieke blootstelling aan (verdund) stortgas in de atmosfeer van het park is het andere potentiële risico. In het verleden zijn enkele keren metingen verricht waaruit een forse oxidatie in de afdeklaag, een verdunning bij uitsteden uit de afdeklaag en een verdunning in de atmosfeer is geconcludeerd. Verificatie van deze veronderstellingen is belangrijk om de centrale onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden. Daarom zijn er monsters genomen net boven de afdeklaag (0,2 m) en op een hoogte van ca. 1,50 meter waarop recreanten ademen.

5.2 Ervaringen met monitoring van stortplaatsen

In de literatuur wordt veel geschreven over monitoring van de luchtkwaliteit van stortplaatsen, maar deze richt zich voornamelijk op het kwantificeren van de methaanemissies met het oog op de bijdrage van stortplaatsen aan het broeikas-effect. Metingen worden dan veelal op enige afstand van de stortplaats uitgevoerd, en het verzamelen van 'gemiddelde' gehalten is dan ook geen probleem. Wij focussen echter niet op gemiddelde gehalten over langere termijn maar willen ook inzicht in pieken in de nabijheid van het kwetsbare object, dus dicht bij het oppervlak.

De literatuur geeft wel aan dat stortgasgehalten (ook) vlak boven het oppervlak van de deklaag sterk variabel kunnen zijn in tijd en ruimte. Op de ene plaats is de deklaag wat beter doorlatend dan op de andere, en is de mate van oxidatie wellicht ook wat groter. Ter plaatse van wortelgangen zal meer stortgas door de afdeklaag heen dringen. Ook de hoogte van het meetpunt boven oppervlak is sterk bepalend voor de concentratie, enkele decimeters verschil kan tot sterk verschillende gehalten leiden. Daarnaast bepalen temperatuur en vochtgehalte, en de optredende luchtdruk de optredende oxidatie (en dus wat er overblijft na passage van de deklaag) en bepaalt de windsnelheid, die snel kan veranderen, de verdunning. Een enkele incidentele meting is dus onvoldoende voor een goed inzicht in eventuele risico's voor recreanten.

Door het gebrek aan ervaring met dit type metingen zijn er nog geen Nederlandse richtlijnen. Volledig gevalideerde meetmethodes lijken ons op dit moment (nog) illusies.

In de literatuur wordt melding gemaakt van massabalansmetingen en (statische en mobiele) pluimmetingen, maar deze richten zich met name op het vaststellen van de emissie van de stortplaats als geheel en zijn naar onze mening niet goed bruikbaar voor ons doel: verificatie van risico's bij recreatie aan het oppervlak.

Methodes die wel bruikbaar zijn, zijn doosmethodes, (bodem-)luchtmonsternamen via bijvoorbeeld lanssen en sondes, en monsterneming van de buitenlucht via gebruikelijke methodes ('luchtzakken', absorptiemateriaal').

Vraag 23: Bemonsterings- en meetmethodes

De vraag is gesteld welke bemonsterings- en meetmethodes voorhanden zijn voor gassen en dampen in de afdeklaag en in de atmosfeer.

Voor gassen in en vlak onder de afdeklaag kunnen technieken worden ingezet die ook in bekend zijn in 'traditioneel' bodemonderzoek, zoals bodemluchtfilters en –sondes. Het uit de afdeklaag tredend stortgas kan het beste met 'Lindvall-dozen' worden onderzocht. Het bemonsterde gas kan op locatie met een mobiele GC of een FID worden geanalyseerd, of worden verzameld in luchtzakken of geadsorbeerd op actief kool en daarna in een laboratorium geanalyseerd. Dit laatste geldt ook voor onderzoek van de lucht boven de afdeklaag/in de atmosfeer.

Vraag 24: Meetmethodes op andere locaties

De vraag is gesteld welke methoden op andere, vergelijkbare, locaties zijn toegepast, en met welke intensiteit.

Onderzoek van lucht in de 'vrije atmosfeer' wordt routinematig toegepast. Ook bij stortplaatsen wordt (alhoewel incidenteel) de luchtkwaliteit onderzocht maar dan op afstand van het stort. Soms om risico's voor omwonenden uit te sluiten, meestal om de emissies met het oog op het broeikaseffect te kunnen vaststellen. In de aanpak van bodemverontreiniging wordt luchtonderzoek uitgevoerd. Soms van de bodemlucht (met een eenvoudige FID-meter) en dan dient dat meestal voor een indicatieve kartering van een verontreiniging met vluchtige stoffen welke daarna met 'echte' analyses van grond en grondwater wordt geverifieerd. Als risico's niet zijn uit te sluiten dan worden monsters van de lucht in kruipruimtes en verblijfsruimtes genomen. Dat gebeurt dan meestal door via een pompje lucht aan te zuigen en de verontreinigingen daarin te laten adsorberen op actief kool dat later in het laboratorium wordt geanalyseerd.

Zoals eerder gesteld is Nauerna gezien de samenstelling van het afval niet goed vergelijkbaar met traditionele stortplaatsen. Wij hebben onze ideeën met betrekking tot de inzet van meetmethodes gebaseerd op wat de literatuur daar over schrijft, en wat in ('onze') bodemsaneringswereld bekend is, en we hebben dit daarna voorgelegd aan een tweetal bedrijven die dit soort metingen uitvoeren. Daaruit hebben we de indruk gekregen dat we methodes hebben voorgesteld die gebruikelijk zijn. Die methodes zijn: gebruik van bodemluchtlanzen, luchtzakken, actief kool, FID-meter en mobiele GC, gebruik van Lindvall-dozen (zie ook hoofdstuk 5.3).

Het aantal metingen in de atmosfeer (lucht vlak boven het oppervlak) dat is voorgesteld uit te voeren om hot spots te detecteren en een indruk te krijgen van de concentraties macrocomponenten (stap 3 in paragraaf 5.4.3) is vergelijkbaar met die in een onderzoek dat in opdracht van de provincie Noord-Brabant is uitgevoerd en toen door de GGD is goedgekeurd (een deel van dit rapport hebben we bij de provincie ingezien).

Vraag 22: Rond het theoretisch gedeelte af met een voorstel voor een concreet meetprogramma

Dit is gedaan in het vorige concept-rapport, en besproken op het overleg in september 2014. Dit meetprogramma is uitgevoerd en wordt in de volgende paragrafen besproken.

Vraag 28: De kosten van een representatieve bemonstering en analyse

Deze zijn door ons berekend en overleg hierover heeft plaatsgevonden met vertegenwoordigers van Afvalzorg en de Belangengroep Nauerna.

5.3 Uitgevoerde monitoring

5.3.1 Fasering en procedure

In tabel 4 is het uitgevoerde monitoringonderzoek beschreven. Het veldwerk van stap 1 en stap 3 is uitgevoerd op 7 oktober 2014. Stap 1 betreft het bemonsteren van het stortgasonttrekkingssysteem en stap 3 een screeningsonderzoek in de lucht vlak boven de afdeklaag.

Na stap 1 en 3 zijn de resultaten tussentijds met een memo gerapporteerd en is een voorstel gedaan voor de invulling van de volgende stappen. Het voorstel omvatte in grote lijnen het volgende:

- Als gidsparameters hanteren we de macroparameters methaan en de zwavelverbindingen, en als microparameters benzeen en vinylchloride. Dit zijn de stoffen waarop we in de volgende stappen 2, 4 en 5, de stortgas-/luchtmonsters zullen gaan analyseren.
- Het stortgas onder de afdeklaag wordt op vier plaatsen uit een bodemluchtlanzen bemonsterd, twee van deze vier locaties zijn locaties waar tijdens de screening in stap 3

‘hot spots’ zijn aangetroffen, op de andere twee locaties zijn geen verhoogde gehalten vluchtige verbindingen in stap 3 aangetroffen.

- De uit de afdeklaag tredende lucht wordt op dezelfde vier bovengenoemde locaties bemonsterd met Lindvall-dozen, en geanalyseerd.
- De buitenlucht wordt op dezelfde vier bovengenoemde locaties bemonsterd (kort boven het maaiveld, op ca. 0,2 meter, en 1,50 m boven maaiveld) en geanalyseerd.
- In alle luchtmonsters wordt het gehalte methaan gemeten, evenals het gehalte benzeen en vinylchloride. De helft van de monsters uit de luchtlansen en de Lindvall-dozen wordt bovendien op zwavelverbindingen geanalyseerd.

Genoemd voorstel is zowel door de Belangengroep Nauerna als Afvalzorg en de Provincie Noord-Holland beoordeeld en zij hebben daarmee ingestemd. Op woensdag 19 november 2014 is dit door de provincie Noord-Holland per email aan CSO bevestigd. In deze email heeft de provincie Noord-Holland nog het volgende aangegeven:

- Zij geven aan het verstandig te vinden om in de 2^e ronde opnieuw de FID-metingen uit te voeren, vergelijkbaar als in de 1^e ronde.
- Zij vragen zich af wat de mogelijke oorzaak is van de hogere gehalten die in de 1^e ronde op een aantal plaatsen in de buitenlucht zijn waargenomen.

De 2^e ronde monitoring is uitgevoerd op 25 november 2014. In de volgende paragrafen lichten wij het uitgevoerde onderzoek toe.

Vraag 25: Hoe representatief bemonsteren?

De vraag is gesteld hoe het toekomstige recreatiegebied representatief kan worden bemonsterd. In dit hoofdstuk gaan we hierop uitgebreid in.

Vraag 14: in hoeverre hebben we houvast m.b.t. een analysepakket

De vraag is gesteld in hoeverre de onderscheiden categorieën afval houvast bieden voor de definitie van een analysepakket. Gezien de centrale vraag dus de scope van analyses van stortgas (in het stortlichaam en de afdeklaag) en/of de atmosfeer vlak boven de afdekgrond.

De belangrijkste categorieën afval onder het park zijn: (verontreinigde) grond en puin, bedrijfsafval, slib en compost en anorganisch afval. Afvalzorg voert regelmatig, conform de vergunning, monitoring uit en concentreert zich daarbij in eerste instantie op de macroparameters in het stortgas. Periodiek worden ook andere, microcomponenten, meegenomen. De ‘bekende’ afvalcategorieën bieden voldoende houvast voor het vaststellen van een analysepakket, met uitzondering van de categorie ‘bedrijfsafval’. In theorie kunnen daartoe veel verschillende (en ook exotische) afvalbestanddelen behoren waarvan we op basis van de nu beschikbare gegevens niet kunnen beoordelen wat wel en wat niet bekend is. Daarom is voorgesteld om in het monitoringprogramma van 2014 de ruimte te scheppen om enkele monsters aan een brede screening te onderwerpen waarmee een totaalbeeld kan worden verkregen van de samenstelling van het stortgas. Nadat die samenstelling is geëvalueerd kan daarna worden teruggeschakeld naar een analysepakket van meer beperkte omvang.

Vraag 26: Welk analysepakket ligt in eerste instantie voor de hand

Deze vraag hangt natuurlijk samen met vraag 14. Zoals gezegd beoordelen we in de stap 1 welke verbindingen aanwezig zouden kunnen zijn. In de stappen 2 t/m 5 kiezen we voor alleen macroparameters als we op zoek gaan naar ‘hot spots’ en kiezen we voor een breder pakket als we gehalten willen weten die we daarna gebruiken voor de berekening van blootstellingsrisico’s.

5.4 Uitgevoerde metingen en resultaten

5.4.1 Algemeen

Protocollen en certificering

Het veldwerk van dit monitoringonderzoek is uitgevoerd door het bedrijf Emissie- en Lucht-kwaliteitsmetingen BV (ELM BV). Zij zijn volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd (L-433). De luchtlansen van stap 2 zijn geplaatst door het veldwerkbureau Sialtech BV. Zij zijn gecertificeerd volgens BRL SIKB 2000 certificaat (protocol 2002).

De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder begeleiding en toezicht van CSO. Bij de werkzaamheden is de heer Quispel van Afvalzorg aanwezig geweest.

In de volgende subparagrafen worden de uitgevoerde metingen en de resultaten ervan toegelicht.
 In tabel 5 worden de gebruikte methodes samengevat.

Tabel 4: Samenvatting monitoring

#	Doel	Methode	Waar	Wanneer	Resultaat
1	Compleet beeld samenstelling stortgas	Bemonsteren stortgas-onttrekkingssysteem	Stortgasonttrekkingsdrains onder het park, bronkist 3 in compartiment 9	7/10/2014	<i>Analyses:</i> Bijlage 6a
2	Bepalen samenstelling stortgas onder het park net onder afdeklaag	Via bodemluchtlansen die tot net onder de afdeklaag worden geplaatst. Monsters op actief kool en in lab analyseren	Monsternamelocaties min of meer uniform verdeeld, in taluds buiten onttrekkingsdrains	25/11/2014	<i>Boringen:</i> Bijlage 6c <i>Analyses:</i> Bijlage 6f
3	Kans/aanwezigheid hotspots vaststellen	Buitenlucht (bij relatief windstil weer) net boven maaiveld op veel plaatsen bemonsteren en met mobiele GC of PID op macro-componenten screenen	Regelmatig netwerk van monsternamepunten, met nadruk op taluds en zones buiten bereik onttrekkings-systeem	7/10/2014	<i>Meetgegevens:</i> Bijlage 6b
4	Samenstelling en gehalten, en debiet, vlak boven oppervlak. Dit vormt input voor verspreidings-berekening in atmosfeer.	Doosmetingen (bijvoorbeeld 'Lindvall-doos') net boven het maaiveld.	Op 'gemiddelde' locaties.	25/11/2014	<i>Analyses:</i> Bijlage 6d
5	Inschatting maken van verdunning, en gehalten op niveau 'inademing'		Locaties vaststellen op basis van resultaten '3'. Vlak boven maaiveld (0,2 m) en op een hoogte van 1,50 m.	25/11/2014	<i>Analyses:</i> Bijlage 6e

Tabel 5 Samenvatting toegepaste methodes

Locaties	Bemonsteringsmethode	Analysemethode	Q ¹ B / A
Peilbuis met onderkant filter: 8 (1,50), 14 (2,00) 23 (2,60), 25 (2,40)	Bodemlucht bemonsterd middels LFA (LandFill Analyser, voorzien van een interne pomp en elektrochemische meetcellen) ter vaststelling concentratie CH ₄ , CO ₂ en O ₂ .	Analyse middels elektrochemische cel (vol%)	- / -
Peilbuis 8, 14, 23, 25	Bodemlucht bemonsterd middels longmethode ter vaststelling gehalte organische componenten	Analyse met GC/MS	- / -
Lucht op 0,2 m+mv en 1,50 m+mv ter hoogte van Peilbuis 8, 14, 23, 25	Buitenlucht bemonsterd middels longmethode ter vaststelling gehalte organische componenten	Analyse met GC/MS	- / -
Naast Peilbuis 8, 14, 23, 25 ¹	Lindvall-doos: een gebied van ca. 1m ² wordt afgesloten. Er wordt schone lucht in de doos gebracht met ca. 1L/min, door een geforceerde weglengte van 5m worden vluchtige uitgedampte componenten meegenomen in de luchtstroom. Conform NEN 13725	Aan het uiteinde van de Lindvall doos wordt de uittredende luchtstroom continu bemonsterd middels longmethode. De lucht in de gaszak wordt middels een FID gemeten (hierbij wordt aangenomen dat alleen de koolwaterstof methaan op macroniveau aanwezig is). Een uurgemiddelde meting. Conform NEN-EN 12619 Daarna wordt de inhoud geanalyseerd middels GC/MS op microniveau	- / Q - / -

Toelichting: : Geaccrediteerde verrichtingen zijn middels een 'Q' aangegeven, B = bemonstering, A = analyse

Parameter	Meetmethode	Minimale meetfrequentie	Q ¹
Klimatologische	Achteraf via dichtstbij liggend weerstation KNMI	-	-

omstandigheden			
bodemdruk	Micromanometer, ISO 10780	1 x per meetpunt	Q
Debiet Lindvalldoos	Vastgesteld door een volumemeter	-	-

Toelichting"1) : Geaccrediteerde verrichtingen zijn middels een 'Q' aangegeven.

Weersomstandigheden

De emissies vanuit de deklaag, alsmede de verdunning daarna in de atmosfeer, zijn afhankelijk van de weersomstandigheden. Daarom zijn deze op de meetdagen vastgesteld. In tabel 6 zijn deze samengevat.

Tabel 6 Samenvatting weersomstandigheden op meetdagen
[bron: KNMI: weerstation Schiphol]

Parameter		7 oktober	24 november	25 november	26 november
<i>Temperatuur</i>					
- Gemiddelde	[°C]	12,5	7,3	5,1	5,1
- Maximum	[°C]	15,1	11,8	8,8	6,3
- Minimum	[°C]	10,1	2,4	0,8	62,9
<i>Weersomstandigheden</i>					
- Zonneschijn	[uur]	3,8	4,6	3,5	0,5
- Gem. bedekkingsgraad	[octa]	6	4	4	7
<i>Neerslag</i>					
- Hoeveelheid	[mm]	7,2	1,7	0,0	0,2
- Duur	[uur]	4	1,7	0,0	0,6
<i>Wind</i>					
- Gem. snelheid	[m/s]	8,1	2,8	3,4	5,2
- Maximale stoot	[m/s]	17	4,0	6,0	6,0
- Overheersende richting	[°]	ZZW	W	O	OZO
<i>Relatieve vochtigheid</i>	[%]	85	84	90	87
<i>Atmosferische druk</i>	[hPa]	1000	1025	1024	1014

Alle gemeten gehalten zijn samengevat in tabel 7. In deze tabel zijn opgenomen de vastgestelde gidsparameters: methaan en de zwavelverbindingen, alsmede de microparameters benzeen en vinylchloride.

5.4.2 Bemonsteren stortgasonttrekkingssysteem (1)

Op 7 oktober 2014 is een deel van het stortgasonttrekkingssysteem bemonsterd. Dit is gedaan door een luchtmonster te nemen uit bronkist 3, dit is een verzamelpunt van de leidingen 1 t/m 5 in compartiment 9. Het monster is genomen uit bronkist 3, de ligging van deze bronkist is aangegeven op de plattegrond van bijlage 6b. Het monster is genomen via de longmethode en in een gaszak verzameld. Een foto van deze bemonstering is opgenomen in figuur 11.

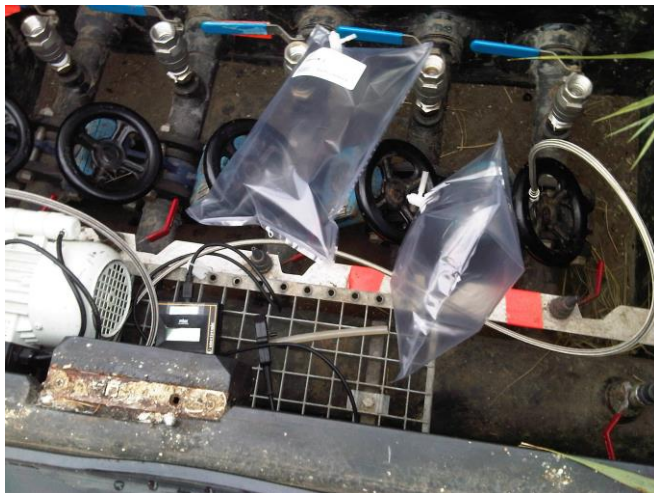
Het stortgasmonster is dezelfde dag afgeleverd bij een tweetal laboratoria en chemisch geanalyseerd op:

- Een T-015-pakket bij RPS. Dit is een zeer uitgebreide GCMS-screening met als doel een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de in het stortgas aanwezige verbindingen.
- Bij KIWA op de macroparameters waterstof, zuurstof, stikstof, methaan en kooldioxide. Dit om op hoofdlijnen dit monster te kunnen vergelijken met andere monsters die eerder door Afvalzorg zijn genomen in het kader van het reguliere programma.

De analysecertificaten zijn opgenomen op bijlage 6.a., en tevens opgenomen in de 2^e kolom van tabel 7.

Uit de uitgevoerde analyses concluderen wij dat het monster een breed scala componenten bevat.

Figuur 11 Bemonstering stortgasonttrekkingssysteem via bronkisten



Uit een vergelijking van de gehalten die Afvalzorg regelmatig meet (bijlage 4) in het verzamelpunt van alle drains en de analyseresultaten van dit stortgasmonster (bijlage 6.a) afkomstig uit bronkist 3 (onder het park) blijkt het volgende:

- Door ons is in oktober 2014 een methaangehalte gemeten van 63 mol%, uit bijlage 4 blijkt dat Afvalzorg gehalten methaan meet van orde-grootte 45 tot 55 mol%.
- Door ons is in oktober 2014 een benzeengehalte gemeten van $3.120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, uit bijlage 4 blijkt dat Afvalzorg gehalten benzeen meet van orde-grootte $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Door ons is in oktober 2014 geen vinylchloride aangetroffen. Dat was bij de metingen van Afvalzorg ook meestal het geval.
- Het stortgasmonster is in oktober 2014 niet op zwavelverbindingen geanalyseerd omdat de resultaten van periodieke monitoring door Afvalzorg voldoende inzicht gaven in de aanwezigheid van zwavelverbindingen. Het onderzoek van oktober 2014 richtte zich met name op de mogelijke aanwezigheid van nog niet geïdentificeerde verbindingen. We kunnen dit dus niet vergelijken met metingen van Afvalzorg.

Vanzelfsprekend kunnen de gehalten tussen een gasmonster uit een specifiek deel van het stortlichaam en een verzamelmonster uit het gehele systeem aanmerkelijk verschillen. Zowel samenstelling van het afval als ouderdom zullen aanmerkelijk variëren in het stortlichaam.

Het stortgasmonster dat in oktober 2014 uit bronkist 3 is genomen is overigens ook niet voor 100% representatief voor het stortgas onder het gehele park gedurende het gehele jaar 2014 en de komende jaren. Bovendien zal dat ook van plaats tot plaats en in de tijd variëren. We beschouwen het echter als voldoende representatief voor deze studie.

5.4.3 Screening buitenlucht boven de stortplaats op zoek naar hotspots (3)

Op 7 oktober 2014 is in het toekomstige park de lucht vlak boven de bodem onderzocht (de afdeklaag) door deze te bemonsteren met een FID (met interne pomp) en on site het gehalte macroparameters te meten. Hiertoe is voorafgaand aan deze metingen een net van meetpunten uitgezet waarvan de coördinaten zijn vastgesteld. De plattegrond met meetpunten is weergegeven op bijlage 6.a.4 en de lijst met meetpunten en coördinaten op bijlage 6.b.

De 44 meetpunten (op een oppervlak van 12 ha) zijn zodanig over het oppervlak verdeeld dat 26 punten vallen op hellingen tussen de drains van het stortgasonttrekkingssysteem en de overige 18 punten op de vlakke delen.

Tabel 7 Samenvatting tijdens deze monitoringronde gemeten gehalten

Plaats	Bronkist 3	Locatie 8				
Datum						
Type meting	drains stortgasonttrekkingssysteem	Bodemlucht/lans	Lindvall-doos	Buitenlucht 0,2 m	Buitenlucht 1,50 m	Meetpunt Hoogtij
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Methaan	63 mol% (analyse CSO oktober 2014)	21 vol. %	4,33 mg/m3			
Benzeen	3120 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	42,3	< 3,3	< 0,1	< 0,1	0,8-1,5
Tolueen	130 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	114	< 3,3	9,24	9,90	1,9-3,2
Ethylbenzeen	50,7 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	< 0,1	< 3,3	< 0,1	< 0,1	
Vinylchloride	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	< 0,05	< 3,3	< 0,05	< 0,05	
Cl-1,2-dichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	< 0,1	< 33	< 0,1	< 0,1	
Trichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	< 0,1	< 33	< 0,1	< 0,1	
Tetrachlooretheen	9,07 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	< 0,1	< 33	< 0,1	< 0,1	
Zwavelwaterstof	350 tot 887 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	1800	100	ng	ng	
Carbonylsulfide	0,1 tot 0,3 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	3200	< 100	ng	ng	
Plaats	Bronkist 3	Locatie 14				
Datum						
Type meting	drains stortgasonttrekkingssysteem	Bodemlucht/lans	Lindvall-doos	Buitenlucht 0,2 m	Buitenlucht 1,50 m	Meetpunt Hoogtij
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Methaan	63 mol% (analyse CSO oktober 2014)	NB	6,71 mg/m3			
Benzeen	3120 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	< 0,1	< 0,1	0,8-1,5
Tolueen	130 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	19,1	18,1	1,9-3,2
Ethylbenzeen	50,7 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	< 0,1	< 0,1	
Vinylchloride	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	< 0,05	< 0,05	
Cl-1,2-dichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 33	< 0,1	< 0,1	
Trichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 33	< 0,1	< 0,1	
Tetrachlooretheen	9,07 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 33	< 0,1	< 0,1	
Zwavelwaterstof	350 tot 887 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	NB	ng	ng	ng	
Carbonylsulfide	0,1 tot 0,3 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	NB	ng	ng	ng	
Plaats	Bronkist 3	Locatie 23				
Datum						
Type meting	drains stortgasonttrekkingssysteem	Bodemlucht/lans	Lindvall-doos	Buitenlucht 0,2 m	Buitenlucht 1,50 m	Meetpunt Hoogtij
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Methaan	63 mol% (analyse CSO oktober 2014)	63,5 vol. %	10,1 mg/m3			
Benzeen	3120 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	1570	< 3,3	< 0,1	< 0,1	0,8-1,5
Tolueen	130 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	106	< 3,3	12,6	13,0	1,9-3,2
Ethylbenzeen	50,7 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	58,1	< 3,3	< 0,1	< 0,1	
Vinylchloride	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	< 0,05	< 3,3	< 0,05	< 0,05	
Cl-1,2-dichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	121	< 33	< 0,1	< 0,1	
Trichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	82,5	< 33	< 0,1	< 0,1	
Tetrachlooretheen	9,07 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	16,3	< 33	< 0,1	< 0,1	
Zwavelwaterstof	350 tot 887 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	5327000	< 100	ng	ng	
Carbonylsulfide	0,1 tot 0,3 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	4700	< 100	ng	ng	
Plaats	Bronkist 3	Locatie 25				
Datum						
Type meting	drains stortgasonttrekkingssysteem	Bodemlucht/lans	Lindvall-doos	Buitenlucht 0,2 m	Buitenlucht 1,50 m	Meetpunt Hoogtij
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Methaan	63 mol% (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 0,1 mg/m3			
Benzeen	3120 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	< 0,1	< 0,1	0,8-1,5
Tolueen	130 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	13,7	11,9	1,9-3,2
Ethylbenzeen	50,7 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	< 0,1	< 0,1	
Vinylchloride	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 3,3	< 0,05	< 0,05	
Cl-1,2-dichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 33	< 0,1	< 0,1	
Trichlooretheen	< detectielimiet (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 33	< 0,1	< 0,1	
Tetrachlooretheen	9,07 µg/m3 (analyse CSO oktober 2014)	NB	< 33	< 0,1	< 0,1	
Zwavelwaterstof	350 tot 887 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	NB	ng	ng	ng	
Carbonylsulfide	0,1 tot 0,3 mg/m3 orde-grootte (info Afvalzorg) *1	NB	ng	ng	ng	
NB: niet beschikbaar in verband met wateraccumulatie in luchtlan						
ng: niet op deze verbinding geanalyseerd						
*1: dit zijn gehalten die door Afvalzorg zijn gemeten ter plaatse van het verzamelpunt van alle drains van het stortgasonttrekkingssysteem						

De weersomstandigheden op deze meetdag blijken uit tabel 6. Het was bewolkt weer met een gemiddelde temperatuur van 12,5 °C en een windsnelheid van 8,1 m/sec (wind uit ZZW-richting). De uitvoering van de metingen is halverwege de dag door forse regenval onderbroken. Mogelijk heeft dit enig effect gehad op de metingen die daarna zijn uitgevoerd omdat de kleinere poriën in de grond aan de buitenkant van de afdeklaag meer dan voor de bui gevuld zullen zijn door regenwater. Stortgas stroomt daardoor wellicht wat meer naar grotere poriën toe. Dit betekent

echter niet dat 'hot spots' worden gemist. De meetlocaties zijn met behulp van mobiele GPS opgezocht waarna de meting is uitgevoerd.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in de tabel van bijlage 6.e. Uit deze tabel blijkt dat over het algemeen geen of slechts zeer lage gehalten vluchtige verbindingen zijn gemeten. Op meetlocatie 5 is een gehalte vluchtige verbindingen gemeten van 10 ppm en op meetlocatie 14 een gehalte van 50 ppm. Op meetlocatie 8 is een gehalte gemeten van 1.600 ppm. Rondom en op korte afstand van meetlocatie 8 zijn na afloop van deze metingen nog enkele meetlocaties (45 t/m 52) toegevoegd (op zeer korte afstand van meetlocatie 8 gelegen), op de locaties 45 en 46 zijn eveneens verhoogde gehalten vluchtige verbindingen gemeten. Hier waren op het moment van meten enkele scheurtjes in de grond aanwezig. De locaties 5, 8 en 14 zijn allen gelegen op de helling in het park.

In de 2^e meetronde van 25 november 2014 zijn opnieuw een veertigtal metingen uitgevoerd. De meetlocaties met de hoge waarnemingen uit de 1^e meetreeks zijn opnieuw opgezocht. Daarnaast is het oppervlak afgelopen waarbij regelmatig verdeeld over het oppervlak metingen zijn uitgevoerd op een vergelijkbare wijze als in de 1^e meetronde (maar niet exact op dezelfde locaties, het is namelijk erg tijdrovend om een plaats op basis van coördinaten exact terug te vinden). Op deze dag was de gemiddelde temperatuur ca. 5°C, is geen neerslag gevallen, bedroeg de gemiddelde windsnelheid 3,4 m/sec en de luchtdruk 1.024 hPa. Op de locaties 53 t/m 56 zijn verhoogde gehalten vluchtige verbindingen gemeten (zie bijlage 6b).

Uit de uitgevoerde metingen blijkt dat:

- op het overgrote deel van het terrein met de FID geen vluchtige verbindingen (gehalten < 2 ppm) worden gedetecteerd, ondanks dat het aanzuigpunt van de pomp vlak boven het maaiveld is gepositioneerd;
- op slechts een handvol meetpunten gehalten zijn gemeten die (in meerdere of mindere mate) substantieel hoger zijn;
- het gebied waarbinnen deze hogere gehalten worden gemeten klein is (<10 m²) en de gehalten over korte afstand fors (naar plaats en in de tijd) kunnen variëren;
- het aantal plekken met substantieel hogere gehalten vluchtige verbindingen niet significant verschilt tussen de beide meetdagen;
- de drie locaties met verhoogde meetresultaten (locaties 5, 8 en 14) allen gelegen zijn op een helling. Ook de plek waar in de 2^e ronde vlak bij elkaar enkele verhoogde gehalten zijn gemeten (53 t/m 56) bevindt zich op een helling.

5.4.4 Bemonsteren stortgas onder de afdeklaag (2)

Op 21 november 2014 zijn door Sialtech bv bodemluchtlanzen geplaatst op de locaties 8 en 14 (de meetlocaties met de hoogste waarden in het screeningsonderzoek, zie stap 3, en bijlage 6b). De beschrijvingen die zijn gemaakt bij de uitgeboorde grond zijn opgenomen op bijlage 6c. De luchtlanzen zijn afgesloten met een dop (zie voor een voorbeeld figuur 12).

Het filter van de luchtlanzen op locatie 8 reikt tot bovenin het stortpakket, dat hier uit vrijwel ondoordringbaar materiaal bestaat. Op de locaties 14 en 25 is het gehele filter van de luchtlanzen in het stortmateriaal geplaatst. Op locatie 23 bevindt het onderste deel van het filter zich in een grindlaag waarvan de bovenkant zich bevindt op 2,10 m-mv, wij gaan ervan uit dat dit materiaal tot het stortmateriaal behoort.

Op 25 november 2014, de dag waarop de lucht in de lanzen zou worden bemonsterd, is gebleken dat in de filters op de locaties 14 en 25 een aanmerkelijke waterlaag aanwezig was. Dit was bij het plaatsen niet het geval. Het bleek niet mogelijk de lucht uit deze lanzen te bemonsteren. Voor de grote lijn in dit onderzoek is dat jammer maar geen onoverkomelijk bezwaar.

Op 25 november 2014 is het methaangehalte gemeten met een Landfill-Analyzer (voorzien van een interne pomp en een elektrochemische cel voor de meting van CH₄, O₂ en CO₂). Dit is een specifieke detector voor methaan met een meetbereik van 0,1 vol% tot 100vol%. De gemeten gehalten zijn aan tabel 7 toegevoegd.

De lucht in de lansen 8 en 23 is op 25 november 2014 bemonsterd met de longmethode en de monsters zijn verzameld in gaszakken. De stortgasmonsters zijn dezelfde dag afgeleverd bij een tweetal laboratoria en chemisch geanalyseerd. De analysecertificaten zijn opgenomen op de bijlagen 6f en toegevoegd aan tabel 7 (3^e kolom).

Uit de uitgevoerde analyses blijkt dat de gasmonsters uit de luchtlansen 8 en 23 beide benzeen en toluen bevatten, zwavelwaterstof en carbonylsulfide. Daarnaast bevat het gasmonster uit luchtlans 23 ook nog xylenen en enkele gechloreerde koolwaterstoffen. Vinylchloride is niet aangetroffen.

In de 2^e kolom van tabel 7 zijn de gehalten opgenomen welke een maand eerder zijn gemeten in het stortgas van bronkist 3.

In paragraaf 5.5 wordt ingegaan op deze meetresultaten.

5.4.5 Bemonsteren uit de bodem tredende lucht (4)

Op 21 november 2014 zijn op de locaties 8, 14, 23 en 25 monsters genomen van de uit de bodem tredende lucht via Lindvall-dozen (zie figuur 12). Met deze dozen wordt het oppervlak van de omgeving afgesloten. De dozen (met afmetingen: 1,22 x 0,83m) worden op het maaiveld geplaatst waarna de randen worden afgedicht met grond. De lucht wordt afgezogen en verzameld in gaszakken (longmethode) en getransporteerd naar het lab.

De luchtmonsters zijn dezelfde dag afgeleverd bij een tweetal laboratoria en chemisch geanalyseerd op o.a. methaan, benzeen en vinylchloride. De monsters van de locaties 8 en 23 zijn eveneens geanalyseerd op zwavelverbindingen. De analysecertificaten zijn opgenomen in de bijlagen 6d. De analyseresultaten zijn toegevoegd aan tabel 7 (4^e kolom).

Uit de uitgevoerde analyses blijkt dat in het monster van locatie 23 geen van de geanalyseerde stoffen is aangetroffen. Het gehalte methaan in het gasmonster van de andere drie locaties varieert van 4,33 tot 10,1 mg/m³. Verder is alleen in het monster van locatie 8 zwavelwaterstof aangetroffen, in een gehalte van 100 µg/m³.

Figuur12 Nemen van monsters met de Lindvall-dozen



Bovendien is de methaanflux vastgesteld. Dit is de hoeveelheid methaan die per tijdseenheid uit de bodem treedt in een 'normale situatie' (ook zonder doos). Aan de ene zijde van de Lindvall-doos wordt schone lucht ingebracht met een debiet van 1l/min. Aan de andere zijde wordt lucht onttrokken en geanalyseerd met een FID. Het luchttransport door de doos zal uit de afdeklaag tredend methaan 'meenemen' zodat dit in de onttrokken lucht kan worden gemeten. De FID-detector is gekalibreerd op methaan, de microparameters hebben daarop een verwaarloosbare invloed door de lage gehalten. De op de vier meetlocaties gemeten methaanflux is in tabel 8 samengevat.

Tabel 8 Methaanflux via Lindvall-dozen

Locatie	Oppervlakte Lindvalldoos m ²	Flow schone lucht m ³ /uur	CH ₄ mg/m ³	CH ₄ mg/uur	CH ₄ mg/m ² /uur
Pb8	1,01	0,06	4,33	0,26	0,26
Pb14	1,01	0,06	6,71	0,40	0,40
Pb23	1,01	0,06	10,1	0,60	0,59
Pb25	1,01	0,06	< 1	< 0,06	< 0,06

5.4.6 Meten kwaliteit lucht op blootstellingshoogte (5)

Doel is het vaststellen van gehalten (macro- maar vooral microcomponenten) in de buitenlucht zowel op een niveau vlak boven het maaiveld (0,2 m) als daarboven (1,50 m). Hiermee krijgen we ook een indruk van de optredende verdunning.

Op 21 november 2014 zijn op de locaties 8, 14, 23 en 25 monsters genomen van de buitenlucht op een tweetal hoogtes: 0,50 m en 1,75 m boven maaiveld. De lucht is bemonsterd via de long-methode en de monsters zijn verzameld in gaszakken.

De luchtmonsters zijn dezelfde dag afgeleverd bij een tweetal laboratoria en chemisch geanalyseerd op o.a. methaan, benzeen en vinylchloride. De analysecertificaten zijn opgenomen op de bijlagen 6e. De analyseresultaten zijn toegevoegd aan tabel 7 (5^e en 6^e kolom).

Uit de uitgevoerde analyses blijkt dat in de buitenlucht alleen toluen is aangetroffen. Benzeen is niet aangetroffen boven de detectielimiet van 0,1 µg/m³. De aangetroffen gehalten toluen zijn weergegeven in tabel 9. Uit tabel 9 valt op dat in ieder monster een vergelijkbaar gehalte toluen is gemeten, ongeacht de hoogte van het monster en de plaats. Als in de buitenlucht daadwerkelijk toluen aanwezig zou zijn en deze zou afkomstig zijn uit het stortlichaam, dan zouden op 0,2 m boven maaiveld hogere gehalten moeten worden gemeten dan op 1,50 m boven maaiveld wegens de veronderstelde verdunning. En op plaatsen die in stap 3 als 'hot spot' zijn beschouwd zouden hogere gehalten worden verwacht dan op plaatsen waar dit niet geval is. Om deze reden gaan we ervan uit dat het toluen in de buitenlucht is veroorzaakt door 'verontreiniging' bij monster-neming, transport naar het laboratorium of de behandeling van het monster in het laboratorium. En dat er geen sprake is van een verhoogd gehalte in de buitenlucht.

Tabel 9 Gemeten gehalten toluen in de buitenlucht (in µg/l)

Hoogte monster boven maaiveld	Locatie 8	Locatie 14	Locatie 23	Locatie 25
1,5 m+	9,9 µg/m ³	18,070 µg/m ³	11,900 µg/m ³	12,960 µg/m ³
0,2 m+	9,24 µg/m ³	19,070 µg/m ³	13,730 µg/m ³	12,590 µg/m ³

Omdat op het meetpunt Hoogtij (ca. 1,5 km oostelijk van Nauerna) door de Omgevingsdienst in de buitenlucht jaargemiddelde gehalten benzeen van orde-grootte 0,8 tot 1,5 µg/m³ worden gemeten en vergelijkbare gehalten toluen (zie paragraaf 4.5.2) is het laboratorium dat onze luchtmonsters heeft geanalyseerd opnieuw benaderd. Zij hebben bevestigd dat benzeen niet (in gehalten boven de detectielimiet) wordt aangetroffen in de onderzochte monsters. In het rapport van de Omgevingsdienst wordt een verband gelegd tussen de betrekkelijk hoge benzeengehalten (en SO₂-gehalten) op het meetpunt Hoogtij en de uitstoot ter plaatse van het scheepvaartverkeer, en eventueel de op- en overslag van (brand)stoffen [65].

5.5 Evaluatie

5.5.1 Onderlinge relatie meetresultaten

Om een indruk te krijgen van de betekenis van de gemeten gehalten zijn deze onderling en met de resultaten van eerder uitgevoerde metingen vergeleken.

Methaan als macroparameter

Afvalzorg in onttrekkingssysteem	: 45 tot 55 mol%
CSO in bronkist 3	: niet gemeten.
CSO in lucht/gas onder deklaag	: 21 tot 63 vol%,
CSO in Lindvall-dozen	: in drie van de vier metingen: tussen 4.330 en 1010 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO met FID in buitenlucht	: orde-grootte 1 ppm is 670 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, met incidenteel een uitschieter.

Deze afname in gehalten lijkt qua orde-grootte logisch.

Zwavelwaterstof:

Afvalzorg in onttrekkingssysteem	: 300.000 tot 900.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO in bronkist 3	: niet op geanalyseerd.
CSO in lucht/gas onder deklaag	: 1.800 tot 5.327.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO in Lindvall-dozen	: 100 en < 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO in buitenlucht	: niet op geanalyseerd.

Conclusie: de concentratie aan zwavelwaterstof kan in bodemlucht (onder afdeklaag) plaatselijk veel hoger zijn dan gemiddelde waarden in stortgasonttrekkingssysteem. De afname in gehalten lijken orde-grootte verklaarbaar.

Vinylchloride max. 2,2 ppm in stortgasonttrekkingssysteem.
Door CSO verder nergens aangetroffen.

Benzeen:

Afvalzorg in onttrekkingssysteem	: een keer 1 mg/m^3 gemeten.
CSO in bronkist 3	: 3.120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO in lucht/gas onder deklaag	: 2,3 en 1.570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO in Lindvall-dozen	: < 3,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CSO in buitenlucht	: < 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

De afname lijkt in orde-grootte verklaarbaar. Vreemd is dat gehalte buitenlucht lager is dan de achtergrondwaarde bij meetpunt Hoogtij, maar de indruk bestaat (bij de Omgevingsdienst) dat gehalten benzeen en toluen bij meetpunt Hoogtij aanmerkelijk worden beïnvloed door lokale bronnen.

Relatie FID hot spots en overige metingen

Meetlocatie 14	: FID is 50 ppm.
Bodemlucht	: niet gemeten, stond water in.
Lindvall	: CH_4 gemiddeld.

Meetlocatie 8	: FID is 1.600 ppm.
Bodemlucht	: lager dan een andere locatie met lage FID.
Lindvall	: CH_4 lager dan op andere locaties.

Op veel meetpunten is met de FID in het screeningsonderzoek een gehalte vluchtige verbindingen gemeten van orde-grootte 1 ppm, dat is 670 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (grotendeels methaan). In drie van de vier metingen met de Lindvall-dozen meten we tussen 4.330 en 1010 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Orde-grootte klopt dat

dus wel, we mogen aannemen dat met de afgesloten Lindvall-dozen wat hogere gehalten worden gemeten want er is minder vervluchtiging.

Het methaangehalte ligt bij de door ons waargenomen 'hot spots' een factor 100 tot 1600 hoger dan op gemiddelde plaatsen. 1.600 ppm betekent 1.072 mg methaan/m³.

In paragraaf 3.2.4 van ons rapport staat: het gehalte methaan in stortgas bedraagt dus orde-grootte 20% van 1,161 kg, is 0,25 kg/m³. Bij een (door ons aangenomen) oxidatie van 50% in de afdeklaag betekent dit dat het gehalte methaan in het uit de afdekgrond tredende stortgas nog slechts 0,125 kg/m³ bedraagt. Dit klopt redelijk met het hierboven genoemde gehalte van 1.072 mg/m³ (gemeten in hot spots) maar is veel hoger dan we via de Lindvalldozen meten op betrekkelijk ongestoorde locaties! Dit wijst er op dat de oxidatie in de afdeklaag aanmerkelijk groter kan zijn dan 50%.

De door CSO gemeten 1.600 ppm methaan in hotspots (met FID) zou betekenen 1.072 mg/m³. Dat is nog altijd veel minder dan die 0,25 kg/m³ die hierboven is berekend voor het stortgas zelf. Dit betekent dat ook op plaatsen die door ons als 'hot spot' zijn gekwalificeerd al sterke oxidatie/afbraak en verdunning is opgetreden.

5.5.2 Beoordeling effect omstandigheden op meetresultaten

Het is bekend dat de resultaten van metingen boven de afdeklaag (in de atmosfeer) erg gevoelig zijn voor omgevingsfactoren. Het is dus van belang de metingen niet uit te voeren in situaties die sterk afwijken van de omstandigheden waaronder recreanten het park zullen gebruiken. Die omstandigheden zijn op zich natuurlijk variabel. Recreatie met aangenaam weer zal vaker voorkomen dan recreatie bij slecht weer.

Een eenduidig verband tussen buitentemperatuur en gehalten stortgas in de buitenlucht is ons niet bekend. Bij hogere windsnelheid zal de verdunning groter zijn, en daarmee de gehalten lager.

Op de dag waarop de screening/onderzoek naar hot spots is uitgevoerd (7 oktober 2014) stond er een forse wind (8,1 m/sec), wat kan betekenen dat in situaties met minder wind (de 2^e meetdag in november) hogere waarden in een screeningsonderzoek zouden kunnen worden gemeten. Uit bijlage 6b blijkt echter dat het aantal uitschieters (hoge gehalten) op beide meetdagen sowieso niet zo hoog was en het verschil te klein om dit significant te noemen.

De gehalten in de buitenlucht zijn gemeten op 25 november, de temperatuur was toen lager (5,1 °C) dan op een (vermoedelijk) gemiddelde recreatiedag in voor- of najaar of zomer. De windsnelheid was echter bescheiden (3,4 m/sec) en niet meer of minder dan wat op een gemiddelde recreatiedag mag worden verwacht. Omdat verdunning door de wind naar onze mening de belangrijkste weersinvloed is veronderstellen we dat de metingen op 25 november 2014 niet onder extreem gunstige noch ongunstige omstandigheden zijn uitgevoerd en de resultaten dus indicatief kunnen worden gebruikt voor dit onderzoek naar eventuele risico's voor recreanten in gemiddelde situaties. De metingen herhalen in een periode zonder wind en met veel hogere temperaturen zal naar onze mening niet tot andere conclusies leiden.

Op 25 november was sprake van een oostenwind. Dit betekent dat het stortfront van het nog operationele deel van Nauerna geen noemenswaardig effect kan hebben gehad op de kwaliteit van de buitenlucht boven het park. Daar komt bij dat het onwaarschijnlijk is dat aan het stortfront een zodanige luchtverontreiniging ontstaat dat recreanten daarvan last ondervinden. Afvalzorg zal dat ook met het oog op veiligheid en gezondheid van eigen werknemers in de gaten houden.

5.5.3 Beoordeling aan de hand van ‘advies toetsingskader’

In het laatste kwartaal van 2014 zijn door ons metingen uitgevoerd. Deze zijn in de vorige paragrafen gerapporteerd. Deze metingen hebben gehalten verontreinigende stoffen in de lucht/stortgas opgeleverd. Het is nu zaak om te beoordelen of deze gehalten helpen bij het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag, namelijk of recreatie in het park op het stortlichaam veilig is.

In dit rapport is door ons aangegeven dat blootstelling in potentie op twee manieren kan plaatsvinden:

- 1) een kortstondige blootstelling aan stortgas waarin nog betrekkelijk hoge gehalten verontreinigende stoffen aanwezig zijn, in geval van een samenloop van omstandigheden met ‘calamiteiten’ met de afdeklaag;
- 2) een meer langdurige blootstelling (door herhaald bezoek gedurende vele jaren) aan de buitenlucht in het park waarin nog, maar in betrekkelijk lage gehalten, verontreinigende stoffen aanwezig zijn die via de afdeklaag de buitenlucht hebben bereikt.

De eerste situatie doet zich voor als aan de volgende criteria is voldaan:

- er is sprake van een calamiteit van zodanige aard dat in een gebied van enige omvang de afdeklaag geheel of grotendeels afwezig is (bijvoorbeeld omdat er een scheur is ontstaan). In paragraaf 4.3 hebben we de veroorzaking van die situaties besproken. Stortgas met een ongewijzigde samenstelling komt dan aan het maaiveld;
- deze genoemde situatie is nog niet opgemerkt door de beheerder, zodat nog geen herstel heeft plaatsgevonden;
- genoemde situatie is niet door de recreant als zodanig opgemerkt;
- de recreant bevindt zich gedurende voldoende tijd in de directe nabijheid van het uit het stortlichaam ontsnappende stortgas zodat er ook daadwerkelijk relevante blootstelling plaatsvindt.

Bovengenoemde samenloop van omstandigheden zal zich niet snel voordoen, te meer daar stortgas door de zwavelverbindingen daarin een penetrante geur verspreidt die direct opvalt en recreanten ertoe zal aanzetten direct een prettiger omgeving op te zoeken. Of het stortgas door zijn samenstelling op het moment van ontsnappen risico's met zich meebrengt kan worden beoordeeld door de aangetroffen gehalten te vergelijken met bijvoorbeeld grenswaarden die worden gehanteerd bij kortstondige blootstelling, de Tijdgewogen Grenswaarden (TGG, de voormalige MAC-waarden, zie paragraaf 4.5.5. van dit rapport). Kortstondige blootstelling kan worden beoordeeld aan de hand van de TGG-waarde behorend bij een blootstelling van 15 minuten (de TGG-15).

In week 11 van 2015 heeft Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Holland een advies uitgebracht met betrekking tot ‘veilige recreatie op de stortplaats Nauerna’. Dit advies is integraal in bijlage 7 opgenomen. Het advies gaat achtereenvolgens in op drie zaken:

- welk normenkader past het beste bij deze situatie?
- voor welke stoffen moeten we normen hanteren?
- wat zijn dan die normen voor die stoffen?

Uit het toetsingskader blijkt dat wordt geadviseerd de arbeidshygiënische normen te gebruiken, welke zijn vastgelegd als ‘tijdsgegewogen grenswaarden’. De TGG-15min in situaties als calamiteiten en de TGG-8uur in situaties vergelijkbaar met een gangbare arbeidssituatie. Als aan deze normen wordt voldaan is de gezondheid van recreanten voldoende gewaarborgd.

Uit het toetsingskader blijkt dat een toetsing niet interessant wordt geacht voor stoffen waarvoor geldt dat de gehalten in het onverdunde stortgas (dus dat in het stortpakket onder de afdeklaag) veel lager zijn dan de TGG-waarden. Er is geadviseerd de toetsing uit te voeren voor de stoffen:

- methaan, niet omdat deze stof als (bijzonder) schadelijk wordt beschouwd, maar omdat methaan kan dienen als gidsparameter;
- zwavelwaterstof;

- benzeen en vinylchloride.

Tenslotte zijn in het advies (bijlage 7) de getalswaarden van het toetsingskader aangegeven. Voor methaan is de in België gehanteerde gezondheidkundige norm toegepast als TGG8uur. Voor benzeen en vinylchloride zijn de door de Oostenrijkse overheid toegepaste TGG-waarden gebruikt omdat ons eigen land voor deze stoffen geen TGG-waarden heeft vastgesteld. Voor zwavelwaterstof zijn de door ons eigen land vastgestelde waarden genomen.

De genoemde normen/grenswaarden gelden voor de (buiten-)lucht in de blootstellingssituatie, dus op hoogtes vanaf enkele decimeters boven maaiveld. In tabel 7 zijn de door ons in de buitenlucht gemeten gehalten samengevat. Uit vergelijking van deze gemeten gehalten met het toetsingskader blijkt dat de gehalten in de buitenlucht veel lager zijn dan de normen/grenswaarden in het toetsingskader.

De gehalten methaan en zwavelwaterstof die in monsters van het onverdunde stortgas zijn gemeten via enkele aangebrachte luchtlansen overschrijden de TGG-waarden wel. Processen in de afdeklaag en verdunning daarboven zijn er de reden van dat de gehalten in de buitenlucht ver onder de normen/ grenswaarden liggen.

De gehalten zwavelwaterstof (en methaan) in het stortgas kunnen dus voldoende hoog zijn voor normoverschrijding maar dan moet dit gas ter plaatse zonder verdunning via bijvoorbeeld een 'opening' in de afdeklaag aan het maaiveld komen in een voldoende groot gebied zodat een recreant (die dit ondanks de herkenbare geur niet heeft opgemerkt) ook daadwerkelijk aan een voldoende groot volume wordt blootgesteld. Dat dit nooit kan voorkomen is nooit volledig uit te sluiten, maar de kans daarop is goed te beperken door regelmatige inspectie van de afdeklaag, goed onderhoud (en communicatie op maat).

Vraag 30: Welke stoffen komen in aanmerking voor een toetsing aan (eventueel te ontwikkelen) normwaarden.

In deze paragraaf is het toetsingskader opgenomen dat door GS van de provincie Noord-Holland is vastgesteld. In bijlage 7 is dit integraal opgenomen.

Vraag 31: Wat zijn de resultaten van de toetsing?

Uit de toetsing is gebleken dat de gehalten die in het 4^e kwartaal van 2014 met monitoring in de buitenlucht zijn gemeten, allen ruim liggen onder die uit het toetsingskader.

Vraag 32: Welke conclusies kunnen uit de toetsing worden getrokken?

Uit de toetsing trekken we de conclusie dat 'veilige recreatie' mogelijk is. Een voor de hand liggende voorwaarde is wel dat de afdeklaag goed wordt onderhouden en dat deze regelmatig wordt geïnspecteerd om te voorkomen dat stortgas onverdund vrijkomt bij calamiteiten met de afdeklaag.

5.6 Beheersmaatregelen

Zolang de afdeklaag intact is zijn de emissies uit het stortlichaam zodanig gering dat dit ook bij langdurig recreatief gebruik van het park niet tot (chronische) gezondheidsrisico's zal leiden.

Naast chronische risico's kunnen zich in theorie ook situaties voordoen waarbij blootstelling optreedt aan buitenlucht met veel hogere gehalten, bijvoorbeeld als zich calamiteiten met de afdeklaag hebben voorgedaan. In paragraaf 4.3.2 is daarop ingegaan. Het voorkomen van dit soort situaties kan met goed beheer afdoende worden beperkt.

Goed beheer van de stortplaats met het oog op het (nog verder) beperken van risico's voor recreanten, bestaat volgens ons in ieder geval uit de volgende elementen:

- toezien op het goed functioneren van het stortgasonttrekkingssysteem.
- adequaat onderhoud van de afdeklaag en beheer van het park zodat:

- de processen in de afdekgrond die bijdragen aan afbraak van verontreinigende stoffen in het stortgas op peil blijven zolang dit nodig is gezien de kwaliteit van het stortgas.
- de kans op afschuivingen van afdekgrond wordt geminimaliseerd;
- frequente inspectie van de afdeklaag zodat opgetreden of dreigende afschuivingen tijdig worden gesignaleerd en hersteld, net zoals graafgaten van dieren en holtes die ontstaan door afgestorven wortels van vegetatie;
- het opbouwen van een goed nazorgdossier, met aandacht daarin voor geregistreerde afwijkingen.
- beheer uitvoeren op basis van een kwaliteitszorgsysteem;
- goede en afgewogen communicatie met recreanten, gebruikers weerhouden van al te extreem gedrag: ruw mountain biken, paardrijden, die de kans op afschuivingen vergroten.

Naast het beheer van de afdeklaag adviseren wij eveneens monitoring op de volgende wijze voort te zetten:

- als onderdeel van het beheer: aanwezigheid van vluchtige verbindingen vlak boven de grasmat meten met bijvoorbeeld een FID-meter, teneinde eventuele 'hot spots' die met het oog niet zichtbaar zijn te identificeren. Een verstandige frequentie is halfjaarlijks en aanvullend daarop kort na extreme situaties (bijvoorbeeld extreme neerslag);
- het herhalen van de in het 4^e kwartaal van 2014 in de buitenlucht uitgevoerde metingen in een periode met afwijkende weersomstandigheden: met hogere temperaturen en minder wind).

Vraag 29 Indien het recreëren veilig zal worden geacht, welke beheersmaatregelen waaronder monitoring strekken dan tot aanbeveling?

Zie deze paragraaf.

5.7 Conclusies

De centrale onderzoeksvraag die aan dit project ten grondslag heeft gelegen, is de vraag of veilige recreatie in het park op de stortplaats Nauerna mogelijk is. Deze vraag is met name actueel geworden nu Afvalzorg overweegt om geen folie in de bovenafdichtingsconstructie aan te brengen.

In dit project is de centrale onderzoeksvraag vertaald naar een groot aantal deelvragen. Deze zijn in dit rapport een voor een beantwoord. Bij de beantwoording van deze deelvragen is het 'conceptueel model' als rode draad gebruikt. Het achterliggende idee daarbij was dat met een goede uitleg van processen in een stortplaats en directe omgeving de resultaten van metingen kunnen worden verklaard. Dit versterkt het gevoel van 'veiligheid'.

Het 'conceptueel model' is in hoofdstuk 2 'kwalitatief' uitgelegd via het 'bron-pad-bedreigd object'-concept. In hoofdstuk 3 is met indicatieve berekeningen een aanzet gegeven tot een kwantitatieve uitleg van de stortplaats Nauerna. Een belangrijke conclusie was dat processen in en net buiten een stortplaats in de tijd en in de ruimte (plaats in het stortlichaam) variëren. De resultaten van het uitgevoerde monitoringprogramma bevestigen dit. Dat neemt overigens niet weg dat de grote lijnen (de genoemde variatie maar ook de afname van gehalten verontreinigende stoffen door processen in de afdeklaag en direct daarbuiten) door de meetgegevens worden bevestigd.

In dit project zijn twee vormen van blootstelling geïdentificeerd, een kortdurende en een langdurende. In het laatste kwartaal van 2014 zijn metingen uitgevoerd en luchtmonsters genomen.

De genoemde normen/grenswaarden gelden voor de (buiten-)lucht in de blootstellingssituatie, dus op hoogtes vanaf enkele decimeters boven maaiveld. In tabel 7 zijn de door ons in de buitenlucht gemeten gehalten samengevat.

Uit vergelijking van deze gemeten gehalten met het toetsingskader blijkt dat de gehalten in de buitenlucht veel lager zijn dan de normen/grenswaarden in het toetsingskader.

De gehalten methaan en zwavelwaterstof die in monsters van het onverdunde stortgas zijn gemeten via enkele aangebrachte luchtlansen overschrijden de TGG-waarden wel. Processen in de afdeklaag en verdunning daarboven zijn er de reden van dat de gehalten in de buitenlucht ver onder de normen/ grenswaarden liggen.

De gehalten zwavelwaterstof (en methaan) in het stortgas kunnen dus voldoende hoog zijn voor normoverschrijding maar dan moet dit gas ter plaatse zonder verdunning via bijvoorbeeld een ‘opening’ in de afdeklaag aan het maaiveld komen in een voldoende groot gebied zodat een recreant (die dit ondanks de herkenbare geur niet heeft opgemerkt) ook daadwerkelijk aan een voldoende groot volume wordt blootgesteld. Dat dit nooit kan voorkomen is nooit volledig uit te sluiten, maar de kans daarop is zeer goed te beperken door regelmatige inspectie van de afdeklaag, goed onderhoud (en communicatie op maat).

Onze slotconclusie is dat veilige recreatie mogelijk is, mits de afdeklaag adequaat wordt beheerd mede aan de hand van een uitbreiding van het beheer- en monitoringsplan voor het voor recreatie doeleinden op te stellen deelgebied van de stortplaats.

Lijst met gebruikte literatuur

1: [Bodemzorg 2013]

Voortgangsrapportage monitoring 2011-2012. Kenmerk: HK/JS/05420/BOD, datum: 29 maart 2013.

2: [Arcadis 2013]

Beoordeling voortgangsrapportage Nauerna.

3: [Afvalzorg]

Verzendbrief

4: [Afvalzorg 2013]

Rapportage t.b.v. onderzoek park fase 1.

6: [Arcadis 2013]

Grondwatermodellering stortplaats Nauerna.

7: Afvalzorg

Verschillende analysecertificaten stortgas periode 2005-2012.

8: [Environment Agency]

Guidance on the management of landfill-gas. www.environment-agency.gov.uk

10: Afvalzorg.

Tekst conceptueel model stortgas. Opgesteld door H. Scharff, datum: 20 november 2013.

12: [Afvalzorg 2012]

Stortgasonttrekkingsplan.

14: [Omegam 1999]

Onderzoek percolatiewater.

[15] Afvalzorg

Beplantingsplan, opgesteld in 2012.

19: [Grontmij 2014]

Concept (2) rapportage resultaten risicoberekeningen recreatievormen mountainbiken en paardrijden ter plaatse van hergebruiksgrond fase 1 Park Nauerna

22: [Omegam 1999]

Onderzoek percolatiewater afvaldeponie Nauerna. Kenmerk: BM99-214/WL, datum: 9 februari 1999

23: [Afvalzorg 2013]

Rapportage informatie t.b.v. onderzoek park fase 1. Kenmerk: JS/HS/JS/.../BOD, datum: 2 december 2013

24: [Grontmij 2014]

Concept-rapportage resultaten risicoberekeningen. Kenmerk 335688, datum: 26 maart 2014.

31: [Senter Novem 2009]

Potentiele maatregelen voor de reductie van methaanemissies uit stortplaatsen.

32: [I&M 2013]

Protocol 12-034 Stortplaatsen. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

33: [Senter Novem]

Handreiking methaanreductie stortplaatsen.

34: [Novem 2000]

Het minimaliseren van methaanemissies op stortplaatsen.

35: [TNO 2004]

Verbeterde methaanoxidatie in toplagen van stortplaatsen. Kenmerk: 33062, september 2004.

36: [OonKAY 2011]

Stortgasemissies stortplaats Nauerna. Datum: mei-juni 2011

37: [RIVM 1995]

Blootstelling van de mens aan bodemverontreiniging. Een kwantitatieve en kwalitatieve analyse, leidend tot voorstellen voor humaan toxicologische C-toetsingswaarden. Maart 1995.

38: [Gebert en anderen, 2011]

Methane Oxidation Tool. An approach to estimate methane oxidation on landfills. Julie Gebert, Marion Huber, Hans Oonk en Heijo Scharff. Augustus 2011.

39: [NOVEM 2000]

Het minimaliseren van methaanemissies op stortplaatsen. September 2000.

40: [Universität Hamburg, 2008]

Columns Study for Assessing the Suitability of Different Soil Substrates for CH₄ oxidation in Landfill Covers. April 2008.

41: [Universität Hamburg, 2009]

Columns Study for Assessing the Influence of Soil Compaction on CH₄ oxidation in Landfill Covers. April 2008.

42: [Afvalzorg Deponie BV, ECN-SF, TNO-MEP]

A comparison of measurement methods to determine landfill methane emissions.

43: Afvalzorg Deponie BV, ECN-BCM, TNO-MEP

Quantifying landfill gas emissions in the Netherlands. Definition study. Haarlem, February, 2000

44: Senter Novem

Handreiking methaanreductie stortplaatsen, 2 010.

45: Novem, RLB.

Het minimaliseren van methaanemissies op stortplaatsen. September 2000

46: Senter Novem

Potentiële maatregelen voor de reductie van methaanemissies uit stortplaatsen. Kansen en obstakels 16 april 2009. Definitief rapport 9T7740.01.

47: TNO

Verbeterde methaanoxidatie in toplagen van stortplaatsen. TNO-rapport R2004/377. Datum: september 2004.

48: IPO

IPO-Checklist 2008 stortplaatsen. Checklist nazorgplannen stortplaatsen IPO. 9 juli 2009. Definitief rapport II 9S6241.01.

49: Scharff, J. en Jacobs, J.

Applying guidance for methane emission estimation for landfills. In: Waste Management 26 (2006). Door: Scharff, H. en Jacobs, J.

50: https://www.health.ny.gov/environmental/outdoors/air/landfill_gas.htm

- 51: Staatscourant nr. 16, 7 januari 2011. SZW-lijst met kankerverwekkende stoffen.
- 52: **Afvalzorg**. Resultaat workshop recreatiemogelijkheden in relatie tot kwaliteit hergebruiksgrond Park Nauerna. Datum: 23 januari 2014.
- 53: Cahier SKB. VOCl Vluchtige chloorkoolwaterstoffen TCL=de concentratie waar beneden bij levenslange blootstelling gedurende 24 uur per dag geen negatieve gezondheidseffecten te verwachten zijn. TCL is dus iets voor chronische effecten.
- 54: Handboek gasfabrieksterreinen voor bodemingenieurs. Een uitgave van The Three Engineers. 2003.
- 55: Brief van TTE aan Milieudienst IJmond inzake ‘blauwkleuring huizen’. Juli 2004.
- 56: RIVM rapport 609021.018. Emissie en verspreiding van geur en toxische stoffen in de omgeving van de Tweede en Derde Merwedehaven te Dordrecht en de hiermee samenhangende gezondheidsaspecten. Door: M.G. Mennen, M. van Bruggen, J.J.G Kliest, H.J.Th.M. Bloemen, R.J.W. Zwartjes, F. Fortezza, T.A. Regts, H.P. Bos, E.M. van Putten, C.J. Wiese, P.J.C.M. Janssen, H. Kruize, I. van Kamp September 2000.
- 57: Health effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: A Review of Epidemiologic Literature. Door Martine Vrijheid. In: Environmental Health Perspectives, vol. 108, maart 2000.
- 58: http://www.sepa.org.uk/waste/waste_regulation/landfill.aspx
- 59: Emissie en verspreiding van geur en toxische stoffen in de omgeving van de Tweede en Derde Merwedehaven, RIVM: rapport nr. 609021.018, september 2000.
- 60: Guidance on the management of landfill gas. Scottish Environment Protection Agency, 2004.
- 61: Guidance on monitoring landfill gas surface emissions. Environment Agency Wales, 2010.
- 62: Guidance for evaluating landfill gas emissions from closed or abandoned facilities. EPA, 2005.
- 63: Verslag van een onafhankelijk onderzoek naar de aanpak van de nazorg van de Coupépolder in Alphen aan den Rijn Eindrapportage Externe deskundigencommissie 6 december 2012.
- 64: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-3. Methanoxidationsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, oktober 2011.
- 65: Rapportage Luchtmetingen in het Havengebied Amsterdam 2013. Rapportnummer: GGD/LO 14-1103. Datum: mei 2014.

Lijst met gebruikte termen en definities

Aëroob

Een aëroob milieu, bijvoorbeeld in een stortplaats, is een milieu met voldoende zuurstof. In een dergelijk milieu breken bacteriën organische stof volledig af, waarbij CO₂ en zuurstof worden gevormd.

Anaëroob

Een anaëroob milieu, bijvoorbeeld in een stortplaats, is een milieu waarin weinig tot geen zuurstof beschikbaar is voor bijvoorbeeld de afbraak van organische stof. Die organische stof breekt daarom onvolledig af waarbij onder andere methaan wordt gevormd, een belangrijk onderdeel van stortgas.

Anorganisch afval

Dit is afval waarin zich geen organische stoffen (koolwaterstoffen, dus stoffen met een C-H-binding) bevinden.

Biologisch gestabiliseerd

Dit betekent dat materiaal/afval in een stadium is gekomen (of door bewerking gebracht) waarin de (verdere) afbreekbaarheid zeer gering is.

Black boxmodel

Een model van een stortplaats wordt een 'black box' genoemd als de processen in de stortplaats niet of nauwelijks apart worden beschreven. Wat betreft stortgas zou de emissie in een 'black boxmodel' kunnen worden beschreven louter op basis van metingen aan de buitenkant, zonder inzicht in de achtergronden en het verband tussen meetgegevens en processen in het stortlichaam.

BTEX

Een verzamelnaam voor vluchtige aromatische koolwaterstoffen als benzeen, toluen, xylene en ethylbenzeen.

Ca²⁺

Dit is de molecuulformule van een calcium-ion.

CH₄

Dit is de molecuulformule van methaan.

CO₂

Dit is de molecuulformule van kooldioxide.

Compacteren

Het volume beperken door belasting door bijvoorbeeld met voertuigen over het aangebrachte afval te rijden.

Compost

Compost is een donkerbruin tot zwart, kruimelig product dat bestaat uit plantaardige resten zoals selectief ingezamelde groenten, fruitschillen, grasmaaisel, bladeren en snoeihout die door micro-organismen bijna tot humus zijn afgebroken. Composterende is te vergelijken met wat in het bos gebeurt als afgevallen bladeren, twijgjes en dode planten en dieren zich omvormen tot donkerbruine bosgrond. Compost is 100% natuurlijk.

De hoeveelheden zuurstof en water beïnvloeden elk de microbiële activiteit. Compostering vindt plaats door activiteit van bacteriën en schimmels, die van nature op het organisch materiaal aanwezig zijn. Zij breken het materiaal af en gebruiken de afbraakproducten voor hun eigen levensprocessen. Bij dit afbraakproces gebruiken ze zuurstof en komt er kooldioxide, water en warmte vrij.

CFK's

Dit is een verzamelnaam voor chloorfluorkoolwaterstoffen.

CO₂

Dit is de molecuulformule van kooldioxide

Conceptueel model

Van een stortplaats kan een 'conceptueel model' worden gemaakt door de processen in de stortplaats te beschrijven en 'kwantificeren'. Wat aan de buitenkant van de stortplaats wordt gemeten kan dan worden verklaard uit die processen in het stortlichaam.

Convectie

Een ander woord voor convectie is stroming. Stroming van vloeistoffen en gassen vindt plaats onder invloed van drukverschillen. Vloeistoffen en gassen stromen van een plaats met een hoge druk naar een plaats met een lage druk. De druk van stortgas is in een stortplaats, onder de afdeklaag, doorgaans hoger dan er buiten.

Dagzomen

Als een horizontale laag door een schuin talud wordt 'aangesneden' dan zou je er, als er geen grasmat zou zijn, vanaf de zijkant tegenaan kunnen kijken. Dit noemen we 'dagzomen'.

Dampen en gassen

In de tekst van dit rapport wordt gesproken van gassen en van dampen als we 'stortgas' bedoelen, dit is een verzamelnaam voor alle vluchtige bestanddelen in het afval.

Detecteren

Opsporen

Detectielimiet

Dit is de concentratie die met een bepaalde analysemethode kan worden vastgesteld. Lagere concentraties kunnen niet worden 'gedetecteerd'.

Diffusie

Diffusie is een verplaatsing van moleculen van een verbinding (in bijvoorbeeld stortgas) onder invloed van concentratieverschillen. Moleculen van een bepaalde verbinding verplaatsen zich (in een gas of een vloeistof) van een plaats met hoge concentraties naar een plaats met lagere concentraties.

Drijfgassen

Vloeibare gassen in een spuitbus die het product in de spuitbus naar buiten drijft/drukt.

Drins

Een verzamelnaam voor de stoffen dieldrin, isodrin, endrin en aldrin, veelvoorkomend in pesticiden.

Esters

Dit is een organische verbinding (dus een koolwaterstof) die is gemaakt door een chemische reactie van een zuur met een alcohol. Verf en vetten bevatten esters.

Freonen

Dit is een voorbeeld van een veelgebruikt drijfgas in spuitbussen.

H₂

Dit is de molecuulformule van waterstofgas.

H₂O

Dit is de molecuulformule van water.

H₂S

Dit is de molecuulformule van waterstofsulfide.

Interventiewaarde

Deze term wordt gebruikt in de beoordeling van de kwaliteit van grond en grondwater. Dit is de concentratie waarbij sprake is van potentiële risico's voor mens en ecosysteem.

Kalibreren

Vaststellen, controleren.

Metabolisme

Dit is een verzamelnaam van biochemische processen die plaatsvinden in cellen en organismen (ook wel 'stofwisseling' genoemd).

Methaan

Methaan (CH_4) ontstaat onder andere bij afbraak van organische stoffen door bacteriën onder anaerobe (zuurstofloze) omstandigheden. Anaerobe omstandigheden komen veelal in moerasbodems voor, maar ook in stortplaatsen waarin na korte tijd het aanvankelijk aanwezige zuurstof is verbruikt. Ook in zuurstofarme grond wordt onder andere door de afbraak van plantenwortels methaan gevormd.

N_2

Dit is de molecuulformule van stikstofgas.

Organisch afval

Afval dat voornamelijk bestaat uit koolwaterstoffen, dus stoffen met een C-H-binding.

O_2

Dit is de molecuulformule van zuurstof.

Oxidatie

Oxidatie is een chemisch proces waarbij een stof (de reductor) elektronen afgeeft aan een andere stof (de oxidator). Voorbeelden zijn roesten en verbrandingsreacties. In een stortplaats vindt oxidatie van organische stof (GFT, huishoudelijk afval, groenafval, verpakkingsmateriaal etc.) plaats onder invloed van zuurstof dat overigens snel is verbruikt. Met een oxidatie gaat altijd een reductie gepaard. De afgestane elektronen moeten namelijk opgenomen worden door een andere stof (de oxidator), die dus gereduceerd wordt. Het geheel (oxidatie en reductie samen) noemt men een oxidatie-reductiereactie of redoxreactie.

PAK

Een verzamelnaam voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

Percolaat

Dit is de vloeistof in een stortlichaam. Percolaat bestaat uit een mengsel van in het stortlichaam geïnfiltreerd regenwater, stoffen die vrijkomen uit het afval (al dan niet na omzetting en afbraak) en stoffen die vanuit het vaste afval oplossen in het water dat in het stortlichaam naar beneden sijpelt. Het stortlichaam wordt per compartiment opgevangen in een drainagesysteem en gezuiverd in de waterzuiveringsinstallatie.

Reductie

Reductie is een chemisch proces waarbij een stof (de oxidator reductor) elektronen opneemt die door een andere verbinding worden afgestaan. Met een reductie gaat altijd een oxidatie. De opgenomen elektronen moeten namelijk afgestaan worden door een andere stof (de reductor), die dus geoxideerd wordt. Het geheel (oxidatie en reductie samen) noemt men een oxidatie-reductiereactie of redoxreactie.

Onder 'gereduceerde omstandigheden' verstaan we een milieu waarin weinig zuurstof aanwezig is en organisch materiaal onvolledig wordt verbrand. Daarbij ontstaat onder andere methaangas, een belangrijk onderdeel van stortgas.

SO_4^{2-}

Dit is de molecuulformule van sulfaationen.

Stortgas

Stortgas is biogas dat ontstaat door anaerobe afbraak van organisch materiaal. Stortgas bestaat uit de componenten methaan (CH_4), kooldioxide (CO_2), en in beperkte mate zuurstof (O_2) en stikstof (N_2) als gevolg van luchtinzuiging bij actieve stortgasonttrekking. Ook bevat stortgas nog een aantal spoorcomponenten.

Valideren

Dit is de controle van een waarde of methode op geldigheid of juistheid.

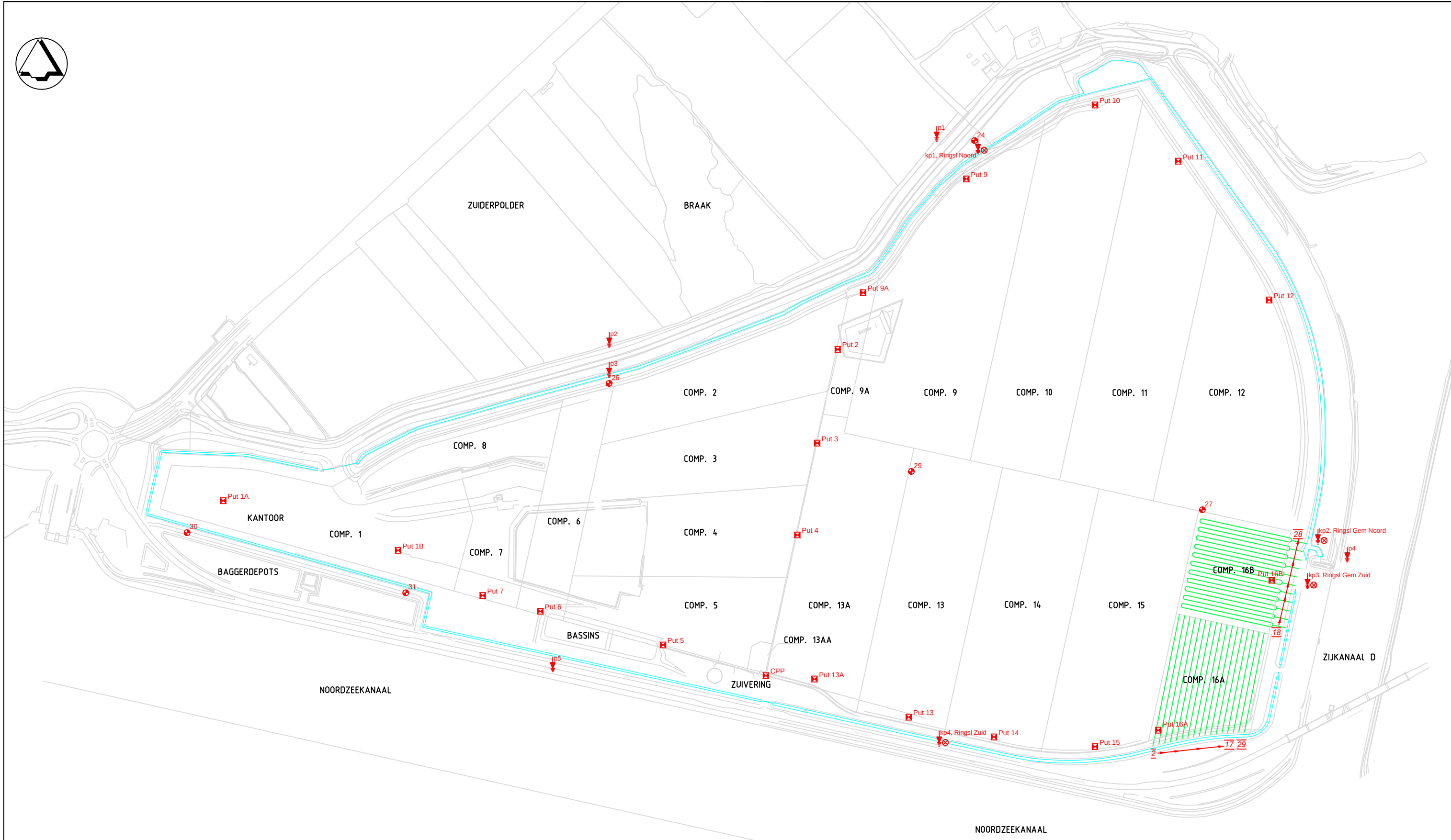
VOCI

Een verzamelnaam voor vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen, zoals gechloreerde oplosmiddelen als PER en TRI en hun afbraakproducten zoals vinylchloride.

Waterstofsulfide

Waterstofsulfide (H_2S), soms zwavelwaterstof genoemd, is een sterk ruikend giftig gas dat het meest gekend is als de oorzaak van de geur van rotte eieren. Het ontstaat bij de rotting van vele zwavelhoudende organische stoffen, zoals gips. Het kan alleen in zeer lage concentraties door de geur worden waargenomen, maar bij langdurige blootstelling of hoge concentraties gaat de intensiteit van de geurgevoeligheid achteruit. Door de giftigheid ervan is het inademen van ook lage concentraties waterstofsulfide gedurende langere tijd gevaarlijk.

Bijlage 1: Bovenaanzicht stortplaats Nauerna



LEGENDA

- pompput percolaat
- monitoringspeilbuis
- peilbuis
- meetpunt kwaliteit oppervlaktewater
- meetpunt peil oppervlaktewater
- meetpunten controledrainage compartiment 16A
- meetpunt controledrainage compartiment 16A
- meetpunten controledrainage compartiment 16B
- Controledrainage

Stortplaats Nauerna, Assendelft

210NAU-013.dwg

Monitoringssysteem

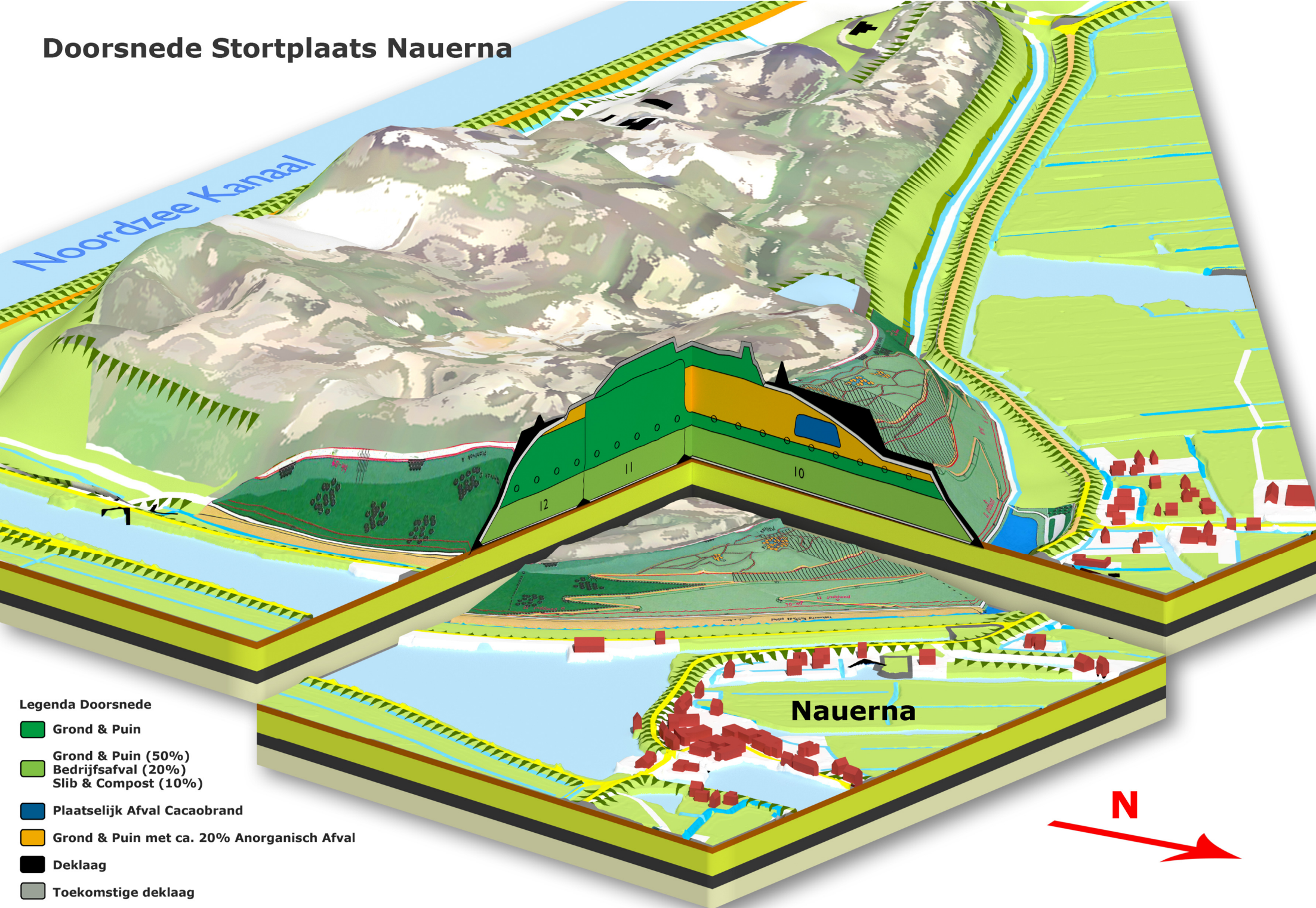


A3

Datum: 29 maart 2013
Schaal: 1 : 5000
Getekend: JOHSPT

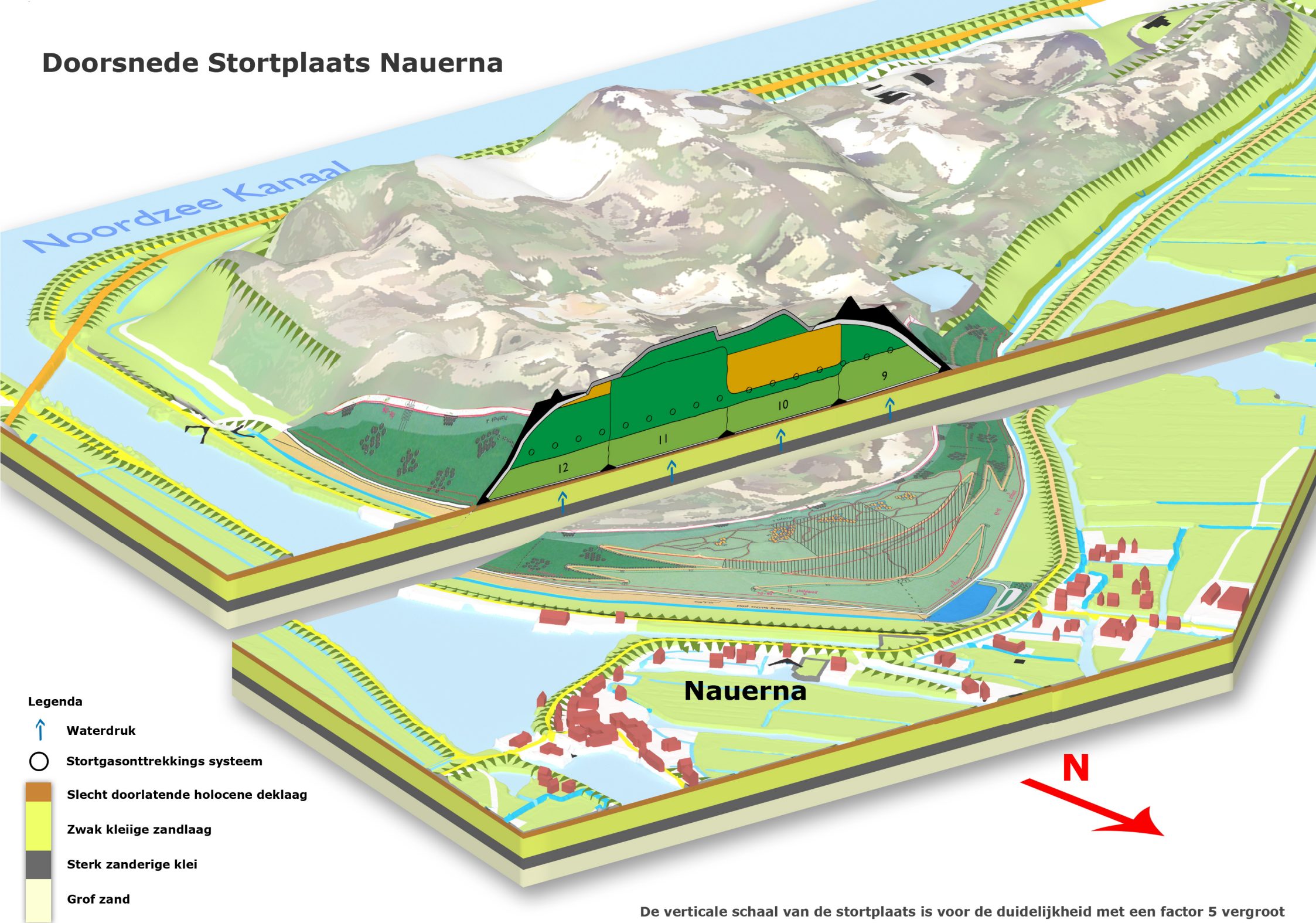
Bijlage 2: Doorsnedes in 3D

Doorsnede Stortplaats Nauerna



De verticale schaal van de stortplaats is voor de duidelijkheid met een factor 5 vergroot

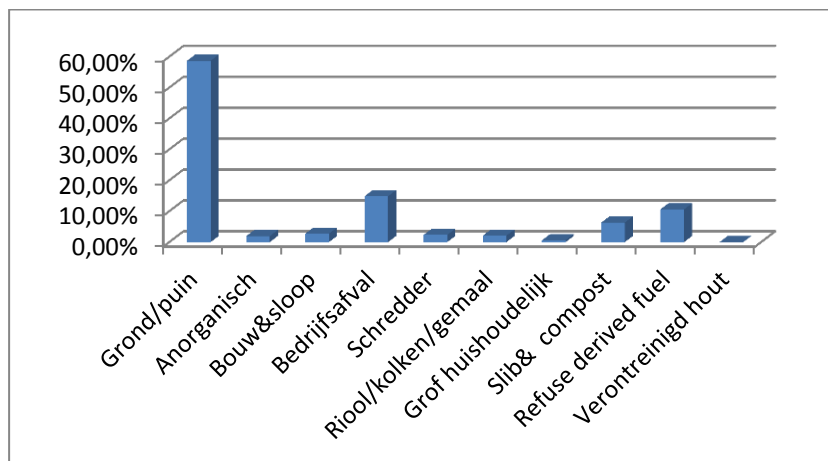
Doorsnede Stortplaats Nauerna



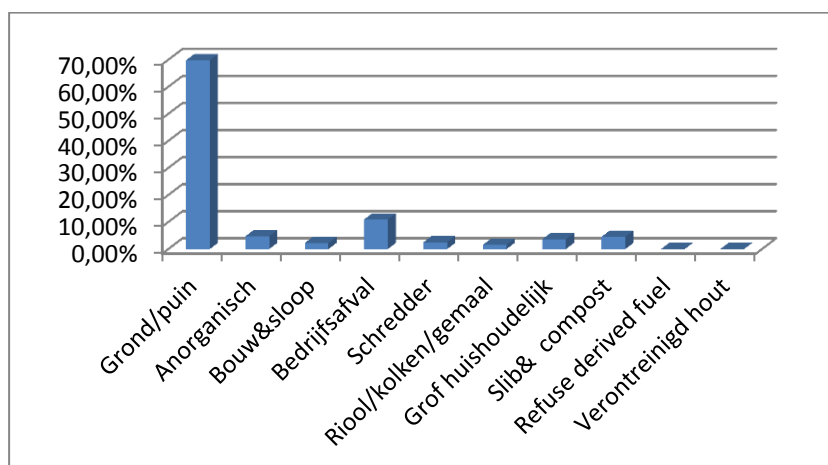
De verticale schaal van de stortplaats is voor de duidelijkheid met een factor 5 vergroot

Bijlage 3: Tabellen met samenvatting afval t.p.v. park

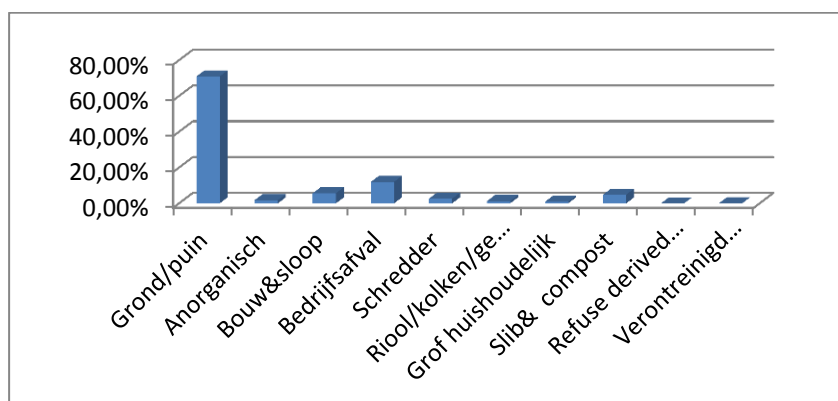
Bijlage 3 : Samenstelling afval in compartimenten onder het toekomstige park



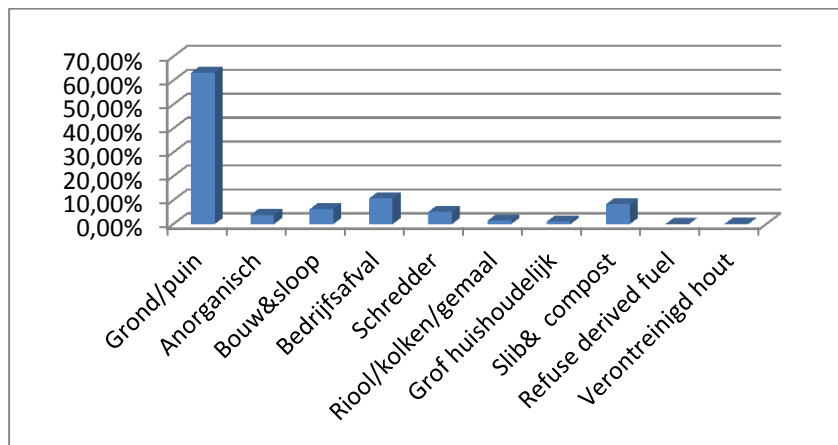
Samenstelling compartiment 9&9a



Samenstelling compartiment 10



Samenstelling compartiment 11



Samenstelling compartiment 12

**Bijlage 4: Samenvatting resultaten onderzoek
 stortgas**

**Bijlage 5: Toetsing gemeten gehalten aan
 beoordelingskaders**

Datum analyse	Dimensie	Molgewicht	Gemeten gehaltenes *9	Omgerekende gehaltenes mg/m3	Achtergrond 2009 - 2013 µg/m3 info ODNZK	MTR *1	TCL *2	TGG *3 (15 min) ppm en mg/m3	TGG *3 (8 uur) ppm en mg/m3	AEGL3 (10min) *4	AEGL3 (30 min) *4	Wm-bijl. 2
Bron gegevens		gr/mol			µg/m3	µg/kg/d	µg/m3	ppm en mg/m3	ppm en mg/m3	ppm	ppm	µg/m3
Kolomnummer	1.a	1.b	2.a	2.b	3	4	5	6a	6b	7a	7b	
Zuurstof	mol%											
Stikstof	mol%	14	18 tot 26 (A)									
Methaan	mol%	16	45 tot 56 (A)						1000 en 10.000 ppm (*8) 9000 mg/m3 en 5000 ppm			
Kooldioxide	mol%	44	24 tot 28 (A)									
Zwavel dioxide (ontstaat bij oxidatie van H2S)												
Zwavelwaterstof (=waterstofsulfide)	ppm	34	582	824,5			1 (*6)	15 ppm en 21 mg/m3	10 ppm en 14 mg/m3			
Carbonylsulfide	ppm	60	0,3	0,75						76	59	
Mercaptanen	ppm	48	1,8	3,6						190	190	
Koolstofdioxide	ppm	76	0,1	0,32			950 (*7)		10 ppm en 31 mg/m3	1,6 *5	1.1 *5	
Tetrahydrothiofeen	ppm	88	0,5	1,83		180	650		180 mg/m3 en 50 ppm	600	600	
Tetrafluorethaan		102							- 4200 mg/m3 3600 mg/m3			
Chloordifluormethaan / freon 22	ppm	86,5	0,1	0,36								
Chloorpentafluorethaan / freon 115	ppm	154	0,1	0,64								
Dichloordifluormethaan / freon 12	ppm	120,9	0,9	4,53					5040 mg/m3			
Dichloorfluormethaan / freon 21	ppm		1,8	0,00								
Trichloorfluormethaan / freon 11	ppm	137,4	1,8	10,31								
1,1,2trichloor1,2,2trifluorethaan	ppm	187										
Dichloortetrafluorethaan / freon 114	ppm	171	spoor									
Vinylchloride	ppm	62,5	0,2	0,52		0,6	3,6	7,77/	3 ppm en 7,77 mg/m3	12	6,8	
Dichloormethaan	ppm		spoor			60	30000					
1,1-dichlooretheen	ppm		spoor			3	14					
1,2-dichlooretheen trans	ppm		spoor			17	60					
1,1,2trichloor,2,2,2trifluorethaan / freon 113	ppm											
1,2dichlooretheen	ppm					6	30					
trichlooretheen	ppm					50	200					
tetrachlooretheen	ppm					16	250					
monochloormethaan												
tetrachloormethaan												
trichloormethaan						30	100					
1,1,1-trichloorethaan								555/	555/....			
benzeen	mg/m3		1		0,8 à 1,5	3,3	20		3,25 mg/m3 / 1 ppm	> 50% LEL	5600	5
tolueen	mg/m3		0,8		1,9 à 3,2	223	400	150/384 mg/m3	150 mg/m3/40 ppm	> 50% LEL	5200	
ethylbenzeen en xylenen	ppm	106	1,9	8,39	X: 0,4 à 1,5	100/150	7770/870	442 mg/m3 (xyl)	210 mg/m3 en 48 ppm	4700/> 50% LEL	2600/3600	
propylbenzenen, trimethylbenzenen, ethyltoluenen	ppm		0,6									
cumenen en butylbenzenen	ppm		0,2						cumeen: 100 (8u) en 250 (15 min)	1300 (cumeen)	920 (cumeen)	
pentylbenzenen	ppm		0,1									

*1: MTR = maximaal toelaatbaar risico

*2: TCL: Toelaatbare concentratie in de lucht

*3: TGG: Tijdgewogen gemiddelde gehalte (8 uur)

*4: AEGL: Acute Exposure Guideline Level

*5: voor perchloormethylmercaptaan (van 4 de meest risicovolle)

*6: een door US-EPA in 1991 vastgestelde grenswaarde

*7: waarde van de ATSDR

*8: België en Finland, respectievelijk Zwitserland

*9: **Rode** gehaltenes zijn niet door Afvalzorg gemeten maar zijn afkomstig van rapport van Oonkay [lit. 36]

Bijlage 6 Resultaten monitoring 2014

Bijlage 6a: Analyses stortgas uit bronkist 3 (stap 1)



RPS Analyse B.V.

E analyse@rps.nl

W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175

KvK 20059540

Breda

Minervum 7002

Postbus 3440, 4800 DK Breda

T 031(0)880 - 235700

F 031(0)880 - 235701

ELM bv
T.a.v. Dhr. G.Visser
De Noesten 23a
9431 TC Westerbork

Ons kenmerk: 1410-1030
Betreft: Analyseresultaten

Breda, 27 oktober 2014

Geachte heer Visser,

Bijgaande treft u de resultaten aan van de TO-15-analyse inclusief overzichtsscreen die wij in uw opdracht hebben uitgevoerd; het project staat bij ons geregistreerd onder:

RPS Analyse projectnummer: 1410-1030

Indien u betreffende deze resultaten nog vragen heeft, zijn wij graag bereid deze te beantwoorden.

In het vertrouwen u hiermee van dienst te zijn geweest,

Met vriendelijke groeten,
RPS Analyse B.V.

ANALYSE CERTIFICAAT



W www.rps.nl

KvK 20059540

Minervum 7002

T 031(0)880 - 235700

F 031(0)880 - 235701

RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 2 van 10)

Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

0

Opmerkingen:

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.



J.Kegelaer

ANALYSE CERTIFICAAT



RPS B.V.

E analyse@rps.nl

W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175

KvK 20059540

Brda

Minervum 7002

Postbus 3440, 4800 DK Breda

T 031(0)880 - 235700

F 031(0)880 - 235701

Opdrachtgever : ELM bv
Adres : De Noesten 23a
Postcode + Plaats : 9431 TC Westerbork
RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 3 van 10)
Rapportagedatum : 27 oktober 2014
Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

Monstergegevens afkomstig van : ELM bv
Lokatie monster : Onbekend
Soort monster/materiaal : Gaszak (5L)
Meettijd (min) : -
Datum monstername : -

000000 O r 000000000000

Component	Analyseresultaat	Eenheid	CAS nr.
Chloorfluormethaan	7980	µg/m³	593-70-4
Co-elutie, niet identificeerbaar	3950	µg/m³	-
2-Methylbutaan	3540	µg/m³	78-78-4
n-Pentaaan	2820	µg/m³	109-66-0
Methylcyclohexaan	2480	µg/m³	108-87-2
2-Methylpentaan	2190	µg/m³	107-83-5
C10H22 isomeer	2170	µg/m³	-
C10H20 isomeer	1970	µg/m³	-
Difluorchloormethaan	1960	µg/m³	75-45-6
C10H20 isomeer	1710	µg/m³	-
Isopropylbenzeen	1610	µg/m³	98-82-8
2,2-Dimethyl-1-propanol	1530	µg/m³	75-84-3
C10H20 isomeer	1420	µg/m³	-
2,2,4-Trimethylpentaan	1370	µg/m³	540-84-1
2,3,4-Trimethylpentaan	1330	µg/m³	5635-75-3
C11H22 isomeer	1270	µg/m³	-
5,5-Dimethyl-1-hexeen	1250	µg/m³	7116-86-1
n-Nonaan	1220	µg/m³	111-84-2
C10H22 isomeer	1190	µg/m³	-
2,3,3-Trimethylpentaan	1180	µg/m³	560-21-4

Opmerkingen:

** Deze analyseresultaten zijn berekend op basis van (evt. door opdrachtgever) opgegeven meettijd en volume.

"<" = analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de betreffende analysemethode.

Alleen aan het originele complete ANALYSE CERTIFICAAT kunnen rechten worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Operationeel Manager

J. Kegelaer

ANALYSE CERTIFICAAT



RPS B.V.

E analyse@rps.nl

W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175

KvK 20059540

Brda

Minervum 7002

Postbus 3440, 4800 DK Breda

T 031(0)880 - 235700

F 031(0)880 - 235701

Opdrachtgever : ELM bv
Adres : De Noesten 23a
Postcode + Plaats : 9431 TC Westerbork

RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 4 van 10)

Rapportagedatum : 27 oktober 2014

Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

Monstergegevens afkomstig van : ELM bv
Lokatie monster : Onbekend
Soort monster/materiaal : Gaszak (5L)
Meettijd (min) : -
Datum monstername : -

000000 0000000000000000

Component	Analyseresultaat	Eenheid	CAS nr.
1,1,3-Trimethylcyclohexaan	1150	µg/m³	3073-66-3
Fenol	984	µg/m³	108-95-2
N,N-Dimethylacetamide	970	µg/m³	127-19-5
C11H22 isomeer	916	µg/m³	-
Dichloorfluormethaan	911	µg/m³	75-43-4
C10H22 isomeer	895	µg/m³	-
Camfeen	871	µg/m³	79-92-5
C10H20 isomeer	854	µg/m³	-
C11H22 isomeer	829	µg/m³	-
2,3-Dimethylpentaan	826	µg/m³	565-59-3
C9H20 isomeer	794	µg/m³	-
cis-1-Ethyl-3-methylcyclohexaan	728	µg/m³	19489-10-2
1,3,5-Trimethylcyclohexaan	685	µg/m³	1839-63-0
1,2-Dimethylcyclohexaan	652	µg/m³	583-57-3
Methylcyclopentaan	638	µg/m³	96-37-7
C10H20 isomeer	624	µg/m³	-
4-Methyloctaan	617	µg/m³	2216-34-4
C11H22 isomeer	616	µg/m³	-
n-Decaan	616	µg/m³	124-18-5
Ethylcyclohexaan	611	µg/m³	1678-91-7

Opmerkingen:

** Deze analyseresultaten zijn berekend op basis van (evt. door opdrachtgever) opgegeven meettijd en volume.

"<" = analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de betreffende analysemethode.

Alleen aan het originele complete ANALYSE CERTIFICAAT kunnen rechten worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Operationeel Manager

J. Kegelaer

RPS

Brød
Minervum 7002
Postbus 3440, 4800 DK Breda
T 031(0)880 - 235700
F 031(0)880 - 235701

O r

Opmerkingen:

J.Kegelaer

4

ANALYSE CERTIFICAAT



Opdrachtgever : ELM bv
Adres : De Noesten 23a
Postcode + Plaats : 9431 TC Westerbork

RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 6 van 10)

Rapportagedatum : 27 oktober 2014

Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

RPS Breda
E analyse@rps.nl
W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175
KvK 20059540

Breda
Minervum 7002
Postbus 3440, 4800 DK Breda
T 031(0)880 - 235700
F 031(0)880 - 235701

Monstergegevens afkomstig van : ELM bv
Lokatie monster : Onbekend
Soort monster/materiaal : Gaszak (5L)
Meettijd (min) : -
Datum monstername : -

000000 Oorloofr

Component	Analyseresultaat	Eenheid	CAS nr.
C11H22 isomeer	408	µg/m ³	-
2,3-Dimethylheptaan	386	µg/m ³	3074-71-3
1,3,4-Trimethylcyclohexaan	381	µg/m ³	7667-60-9
2,3-Dimethylhexaan	376	µg/m ³	584-94-1
1,1,3,5-Tetramethylcyclohexaan	368	µg/m ³	50876-31-8
cis-1,4-Dimethylcyclohexaan	361	µg/m ³	624-29-3
2,4-Dimethylheptaan	359	µg/m ³	2213-23-2
2,5-Dimethylhexaan	359	µg/m ³	592-13-2
2,6-Dimethylheptaan	358	µg/m ³	1072-05-5
C10H20 isomeer	357	µg/m ³	-
C11H22 isomeer	356	µg/m ³	-
C11H22 isomeer	349	µg/m ³	-
C10H20 isomeer	342	µg/m ³	-
1,1,3,5-Tetramethylcyclohexaan	337	µg/m ³	50876-32-9
C10H18 isomeer	333	µg/m ³	-
C10H20 isomeer	322	µg/m ³	-
C11H22 isomeer	309	µg/m ³	-
2,2-Dimethylbutaan	298	µg/m ³	75-83-2
C12H26 isomeer	292	µg/m ³	-
Ethylcyclopentane	288	µg/m ³	1640-89-7

Opmerkingen:

** Deze analyseresultaten zijn berekend op basis van (evt. door opdrachtgever) opgegeven meettijd en volume.
"<" = analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de betreffende analysemethode.
Alleen aan het originele complete ANALYSE CERTIFICAAT kunnen rechten worden ontleend.
De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Operationeel Manager

J. Kegelaer

ANALYSE CERTIFICAAT



Opdrachtgever : ELM bv
Adres : De Noesten 23a
Postcode + Plaats : 9431 TC Westerbork

RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 7 van 10)

Rapportagedatum : 27 oktober 2014

Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

RPS Breda
E analyse@rps.nl
W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175
KvK 20059540

Breda
Minervum 7002
Postbus 3440, 4800 DK Breda
T 031(0)880 - 235700
F 031(0)880 - 235701

Monstergegevens afkomstig van : ELM bv
Lokatie monster : Onbekend
Soort monster/materiaal : Gaszak (5L)
Meettijd (min) : -
Datum monstername : -

000000 Oorloofr

Component	Analyseresultaat	Eenheid	CAS nr.
2-Methyl-2-buteen	287	µg/m³	513-35-9
Indaan	281	µg/m³	496-11-7
trans-1,4-Dimethylcyclohexaan	277	µg/m³	589-90-2
1,2,4-Trimethylcyclopentane	274	µg/m³	2815-58-9
C11H24 isomeer	273	µg/m³	-
C12H24 isomeer	271	µg/m³	-
2,5-Dimethylheptaan	269	µg/m³	2216-30-0
1,2,4-Trimethylcyclohexaan	251	µg/m³	2234-75-5
2,4-Dimethylpentaan	248	µg/m³	108-08-7
2-Buteen	247	µg/m³	590-18-1
C12H24 isomeer	244	µg/m³	-
C10H22 isomeer	242	µg/m³	-
C11H22 isomeer	234	µg/m³	-
C10H22 isomeer	230	µg/m³	-
2,3,5-Trimethylhexaan	228	µg/m³	1069-53-0
Methylcycloheptaan	228	µg/m³	4126-78-7
4-Methylheptaan	226	µg/m³	589-53-7
trans-1-Ethyl-3-methylcyclopentane	224	µg/m³	2613-65-2
C12H24 isomeer	203	µg/m³	-
4-Methyl-2-pentene	201	µg/m³	691-38-3

Opmerkingen:

** Deze analyseresultaten zijn berekend op basis van (evt. door opdrachtgever) opgegeven meettijd en volume.
"<" = analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de betreffende analysemethode.
Alleen aan het originele complete ANALYSE CERTIFICAAT kunnen rechten worden ontleend.
De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Operationeel Manager

J.Kegelaer

RPS

Brød
Minervum 7002
Postbus 3440, 4800 DK Breda
T 031(0)880 - 235700
F 031(0)880 - 235701

O r

Opmerkingen:

J.Kegelaer

4

ANALYSE CERTIFICAAT



Opdrachtgever : ELM bv
Adres : De Noesten 23a
Postcode + Plaats : 9431 TC Westerbork

RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 9 van 10)

Rapportagedatum : 27 oktober 2014

Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

RPS B.V.

E analyse@rps.nl

W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175
KvK 20059540

Brda

Minervum 7002

Postbus 3440, 4800 DK Breda

T 031(0)880 - 235700

F 031(0)880 - 235701

Monstergegevens afkomstig van : ELM bv
Lokatie monster : Onbekend
Soort monster/materiaal : Gaszak (5L)
Meettijd (min) : -
Datum monstername : -

000000 Oor000000r000

Component	Analyseresultaat	Eenheid	CAS nr.
C10H14 isomeer	114	µg/m³	-
C12H24 isomeer	113	µg/m³	-
C12H24 isomeer	110	µg/m³	-
C12H24 isomeer	107	µg/m³	-
Co-elutie, niet identificeerbaar	102	µg/m³	-
2,2,3-Trimethylpentaan	102	µg/m³	564-02-3
3-Ethyl-2-methyl-pentaan	101	µg/m³	609-26-7
5,5-Dimethyl-2-hexeen	99,3	µg/m³	39761-61-0
Co-elutie, niet identificeerbaar	95,1	µg/m³	-
C11H22 isomeer	94,7	µg/m³	-
C10H20 isomeer	89,2	µg/m³	-
Co-elutie, niet identificeerbaar	83,5	µg/m³	-
C12H24 isomeer	82,5	µg/m³	-
C11H22 isomeer	71,1	µg/m³	-
C12H24 isomeer	67,5	µg/m³	-
p-Cymeen	62,9	µg/m³	99-87-6
2,2-Dimethylhexaan	60,6	µg/m³	590-73-8
1,1-Dimethylcyclopropan	50,9	µg/m³	1630-94-0
o-Cymeen	50,3	µg/m³	527-84-4
C12H24 isomeer	49,9	µg/m³	-

Opmerkingen:

** Deze analyseresultaten zijn berekend op basis van (evt. door opdrachtgever) opgegeven meettijd en volume.

"<" = analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de betreffende analysemethode.

Alleen aan het originele complete ANALYSE CERTIFICAAT kunnen rechten worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Operationeel Manager

J.Kegelaer

ANALYSE CERTIFICAAT



Opdrachtgever : ELM bv
Adres : De Noesten 23a
Postcode + Plaats : 9431 TC Westerbork

RPS Analyse projectnummer : 1410-1030
RPS Analyse monsternummer : 14-168590 (Blad 10 van 10)

Rapportagedatum : 27 oktober 2014

Projectnummer opdrachtgever : volgt
Lokatie monstername : Onbekend
Monsternummer opdrachtgever : 1

RPS B
E analyse@rps.nl
W www.rps.nl

Bank HBU 62 23 48 175
KvK 20059540

Brda
Minervum 7002
Postbus 3440, 4800 DK Breda
T 031(0)880 - 235700
F 031(0)880 - 235701

Monstergegevens afkomstig van : ELM bv
Lokatie monster : Onbekend
Soort monster/materiaal : Gaszak (5L)
Meettijd (min) : -
Datum monstername : -

000000 Oor000000r000

Component	Analyseresultaat	Eenheid	CAS nr.
3-Methyl-1-penteen	42,4	µg/m³	760-20-3
2,3-Dimethyl-2-hepteen	39,5	µg/m³	3074-64-4
2,3-Dimethyl-1-penteen	33,3	µg/m³	3404-72-6
3-Methyl-3-hexeen	27,8	µg/m³	4914-89-0
3-Methyl-2-penteen	25,5	µg/m³	922-62-3
3-Hexeen	23,4	µg/m³	13269-52-8

Opmerkingen:

** Deze analyseresultaten zijn berekend op basis van (evt. door opdrachtgever) opgegeven meettijd en volume.
"<" = analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de betreffende analysemethode.
Alleen aan het originele complete ANALYSE CERTIFICAAT kunnen rechten worden ontleend.
De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Operationeel Manager

J.Kegelaer

ANALYSERAPPORT

Blad 1 van 2

Datum rapport : 15 oktober 2014
Projectnummer : 14-0440

Gegevens opdrachtgever

Naam : ELM BV
Adres : De Noesten 23a
Woonplaats : 9431 TC Westerbork
T.a.v. : Dhr. G. Visser

Doel analyse

Bepaling van hoofdcomponenten in een monster biogas.

Werkwijze

De analyse is uitgevoerd op basis van ISO-6974-1 en 2:2012 ISO-6974-3:2000 , "Natural gas - Determination of hydrogen , inert gases hydrocarbons up to C8 - Gas chromatografic method". De berekeningen zijn uitgevoerd conform ISO-6976:1995 , "Natural gas - Calculation of calorific value , density and relative density".

Omschrijving monster

Naam monsters : Bronkist 3
Type cilinder : Al-cilinder (gevacumeerd) cilindernummer 92091
Datum monstername :
Tijd monstername :
Monsternummer : M48416
Monsternemer : G. Visser

Toegepast meetsysteem

Fabrikant : Agilent
Type : 6890
Serienummer : US00040535
Bouwjaar : 2000

Analyse gegevens

Datum analyse : 09-10-2014
Analyse door : M. Veldkamp
Resultaat analyse : Zie blad 2
Paraaf analist : 

Paraaf accoord
ing B. Gerritsen



ANALYSERAPPORT

Blad 2 van 2

Naam monster : Bronkist 3, M48416
Projectnummer : 14-0440

Resultaat

De analyse en de berekende fysische grootheden uit de samenstelling hebben de onderstaande waarden. De m³ wordt gedefinieerd bij 0°C en 1013.25 mbar. De energie in MJ is herleid van de thermodynamische waarden van 25°C tot 0°C en bij 1013.25 mbar volgens ISO 6976:1995.

Component	Molprocenten	maximale relatieve onzekerheid (%)	
waterstof	<0,001	1	
zuurstof	0,082	1	
stikstof	0,401	1	
methaan	63,445	0.2	
kooldioxide	36,067	1	

Fysische grootheden:

Calorische onderwaarde	22,81	MJ/m ³ (0)	6,34	kWh/m ³ (0)
Calorische bovenwaarde	25,31	MJ/m ³ (0)	7,03	kWh/m ³ (0)
Wobbe-index	26,57	MJ/m ³ (0)	7,38	kWh/m ³ (0)

Dichtheid t.o.v. lucht	0,9072	
Soortelijke massa	1,1729	kg/m ³
Compressibiliteit	0,9963	

De fysische grootheden hebben een onzekerheid van maximaal 0.2 % relatief (k=2).

Rapport Stabiliteit en Meetrespons: Evaluatie Testgasanalyses – Deel 1 (Kiwa/Gastec).

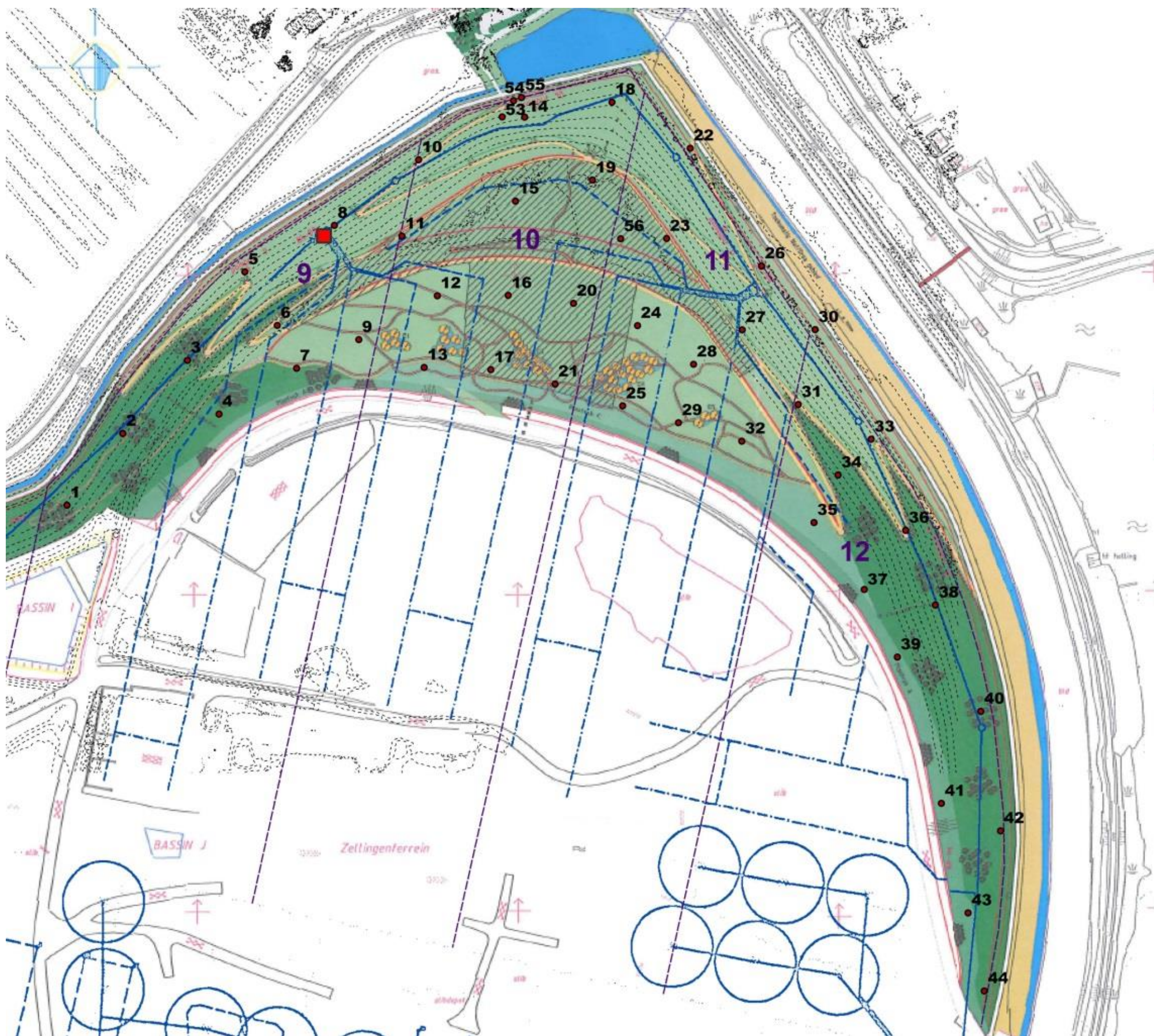
Controle Kaarten volgens Kiwa Technology WI403.

Datum laatste kalibratie: 02 juli 2014. Primair Referentie Materiaal: NPL2013100302-01/-09

De omrekeningsfactor van MJ/m³ naar kWh/m³ is : 0.2778

Bijlage 6b: Resultaten screeningsonderzoek (stap 2)

Eerste meetronde 7 oktober 2014						
Boorpunt	WGS N	WGS O	gr C	ppm CxHy (FID)	RD Y	RD X
1	52,437965	4,742631	13,8	0	494659,8	111125,8
2	52,438365	4,742492	13,7	0	494704	111160,3
3	52,438773	4,743071	13,8	0	494749,1	111200
4	52,438476	4,743362	13,8	0	494715,9	111219,5
5	52,439266	4,743585	13,8	10	494803,6	111235,5
6	52,438971	4,743882	13,8	0	494770,6	111255,4
7	52,438735	4,744061	13,8	0	494744,2	111267,4
8	52,439527	4,744392	13,8	1600	494832,1	111290,6
9	52,438896	4,744622	13,8	0	494761,8	111305,6
10	52,439895	4,745150	13,5	0	494872,6	111342,6
11	52,439471	4,745005	14,7	0	494825,6	111332,3
12	52,439143	4,745330	13,9	0	494788,8	111354
13	52,438746	4,745217	13,9	0	494744,7	111345,9
14	52,440136	4,746107	14,3	50	494898,9	111407,8
15	52,439755	4,745996	14,6	0	494847,1	111402,2
16	52,439148	4,745972	13,9	0	494789	111397,7
17	52,438736	4,745821	13,9	0	494743,2	111387
18	52,440223	4,746897	14,7	0	494908,1	111461,6
19	52,439791	4,746727	15,4	0	494860,1	111449,6
20	52,439107	4,746566	13,9	0	494784,1	111438
21	52,438660	4,746404	13,9	2	494734,4	111426,6
22	52,439972	4,747609	15,6	0	494879,8	111509,8
23	52,439471	4,747404	15,6	0	494824,1	111495,4
24	52,438987	4,747147	13,9	0	494770,4	111477,4
25	52,438542	4,747018	13,9	0	494720,9	111468,2
26	52,439324	4,748267	15,9	0	494807,2	111553,9
27	52,438969	4,748096	15,2	0	494767,8	111541,9
28	52,438776	4,747657	13,9	0	494746,6	111511,9
29	52,438452	4,747527	13,9	0	494710,6	111502,7
30	52,438974	4,748757	15,8	0	494768	111586,9
31	52,438626	4,748583	17,3	0	494721,9	111576,4
32	52,438352	4,748102	13,8	0	494699,2	111541,7
33	52,438370	4,749273	17,7	1	494700,5	111621,4
34	52,438170	4,748976	17,1	0	494678,4	111601
35	52,437906	4,748762	14,3	0	494649,1	111586,2
36	52,437894	4,744967	14,3	0	494644,2	111642,6
37	52,437537	4,749222	16,8	0	494607,8	111617,1
38	52,437455	4,749869	14,9	0	494598,3	111661
39	52,437165	4,749528	14,8	0	494566,2	111637,5
40	52,436869	4,750288	13,8	0	494532,8	111688,9
41	52,436356	4,749940	13,4	0	494476	111664,7
42	52,436207	4,750477	13,3	0	494459,1	111701,1
43	52,435751	4,750188	13,1	0	494408,5	111681
44	52,435320	4,750343	12,7	0	494360,5	111691,2
Extra metingen						
45	52,439472	4,747832	13,4	350 (scheurtjes in de grond)		
46	52,439450	4,744198	13,5	250		
47	52,439424	4,744233	13,5	0		
48	52,439393	4,744171	13,5	0		
49	52,439430	4,744072	13,5	2		
50	52,439473	4,744017	13,5	0		
51	52,439447	4,743940	13,5	5		
52	52,439527	4,744331	13,5	10		
Tweede meetronde 25 november 2014						
53	52,44014	4,7459064	ca. 5	20		
54	52,440228	4,746002	ca. 5	30		
55	52,440247	4,796083	ca. 5	1200		
56	52,439472	4,746996	ca. 5	8		
	Overige meetpunten		ca. 5	< 2		



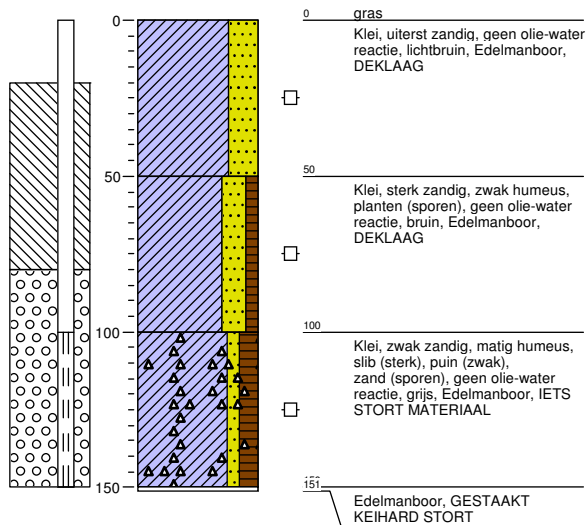
- Bronkist 3
- Meetpunt

Bijlage 6c: Boorbeschrijvingen luchtlansen (stap 3)

Boring: 08

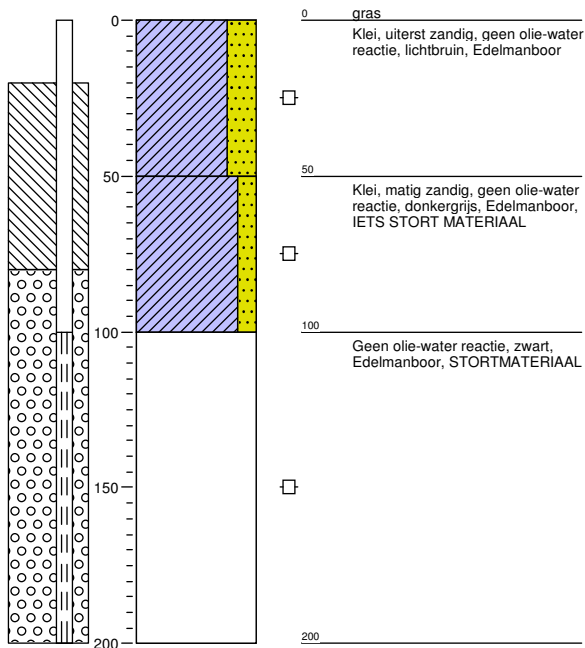
X: 111290
Y: 494832
Datum: 21-11-2014
GWS:

Opmerking:

**Boring: 14**

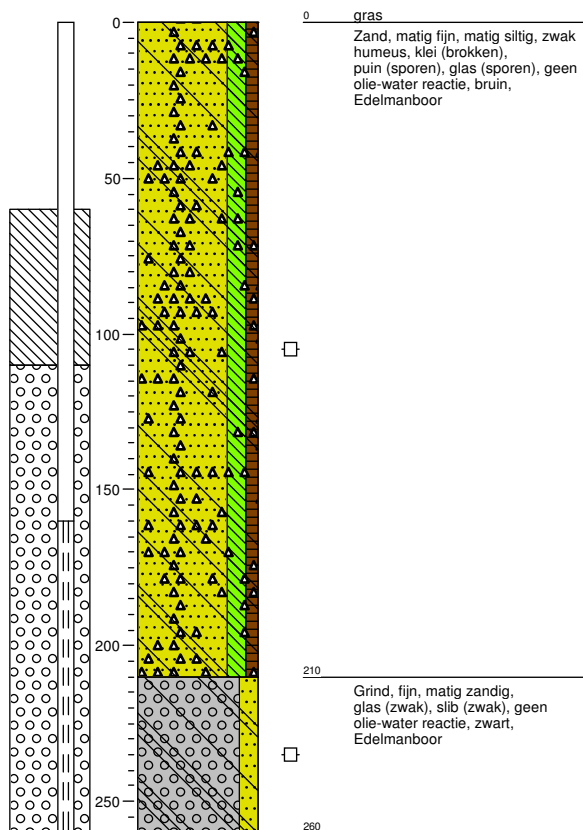
X: 111407,8
Y: 494898,9
Datum: 21-11-2014
GWS:

Opmerking:

**Boring: 23**

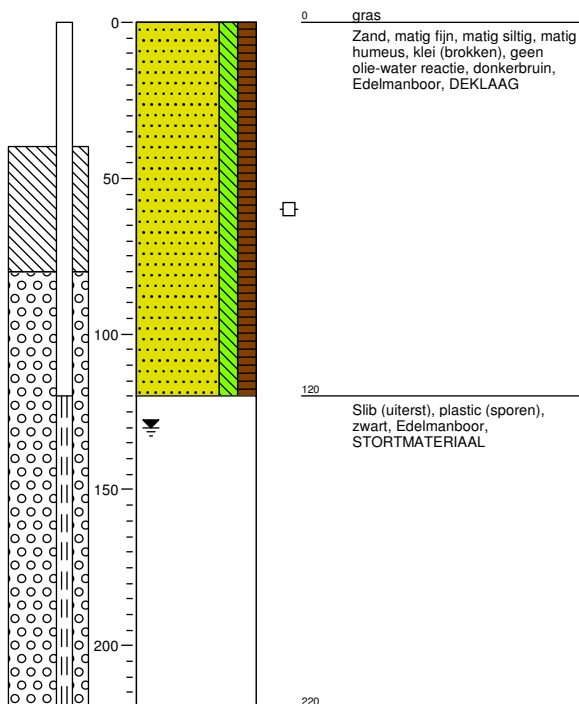
X: 111495,4
Y: 494824,1
Datum: 21-11-2014
GWS:

Opmerking:

**Boring: 25**

X: 111468,2
Y: 494720,9
Datum: 21-11-2014
GWS: 130

Opmerking:



Bijlage 6d: Analyses monsters Lindvall-dozen (stap 4)

Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203712
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt pb8-lindval
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 9
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Actief koolbuis (klein SKC226-01) 2X
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking -

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Absoluut	
	BTEXN		
Q	Benzeen	< 0,100	µg
Q	Tolueen	< 0,100	µg
Q	Ethylbenzeen	< 0,100	µg
Q	o-Xyleen	< 0,100	µg
Q	m/p-Xyleen	< 0,100	µg
Q	Naftaleen	< 0,200	µg
	Losse component(en)		
-	Vinylchloride	< 0,100	µg
	VOCL		
Q	Dichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Dichloorethaan(1,1-)	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachloormethaan	< 1,50	µg
Q	Dichloorethaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichlooretheen	< 1,00	µg
Q	Dichloorpropaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachlooretheen	< 1,00	µg

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203713
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt pb14-lindval
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 10
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Actief koolbuis (klein SKC226-01) 2X
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking -

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Absoluut	
	BTEXN		
Q	Benzeen	< 0,100	µg
Q	Tolueen	< 0,100	µg
Q	Ethylbenzeen	< 0,100	µg
Q	o-Xyleen	< 0,100	µg
Q	m/p-Xyleen	< 0,100	µg
Q	Naftaleen	< 0,200	µg
	Losse component(en)		
-	Vinylchloride	< 0,100	µg
	VOCL		
Q	Dichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Dichloorethaan(1,1-)	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachloormethaan	< 1,50	µg
Q	Dichloorethaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichlooretheen	< 1,00	µg
Q	Dichloorpropaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachlooretheen	< 1,00	µg

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203714
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt pb23-lindval
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 11
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Actief koolbuis (klein SKC226-01) 2X
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking -

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Absoluut	
	BTEXN		
Q	Benzeen	< 0,100	µg
Q	Tolueen	< 0,100	µg
Q	Ethylbenzeen	< 0,100	µg
Q	o-Xyleen	< 0,100	µg
Q	m/p-Xyleen	< 0,100	µg
Q	Naftaleen	< 0,200	µg
	Losse component(en)		
-	Vinylchloride	< 0,100	µg
	VOCL		
Q	Dichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Dichloorethaan(1,1-)	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachloormethaan	< 1,50	µg
Q	Dichloorethaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichlooretheen	< 1,00	µg
Q	Dichloorpropaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachlooretheen	< 1,00	µg

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203715
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt pb25-lindval
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 12
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Actief koolbuis (klein SKC226-01) 2X
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking -

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Absoluut	
	BTEXN		
Q	Benzeen	< 0,100	µg
Q	Tolueen	< 0,100	µg
Q	Ethylbenzeen	< 0,100	µg
Q	o-Xyleen	< 0,100	µg
Q	m/p-Xyleen	< 0,100	µg
Q	Naftaleen	< 0,200	µg
	Losse component(en)		
-	Vinylchloride	< 0,100	µg
	VOCL		
Q	Dichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Dichloorethaan(1,1-)	< 1,00	µg
Q	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloormethaan	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachloormethaan	< 1,50	µg
Q	Dichloorethaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichlooretheen	< 1,00	µg
Q	Dichloorpropaan (1,2-)	< 1,00	µg
Q	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 1,00	µg
Q	Tetrachlooretheen	< 1,00	µg

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Bijlage 6e: Analyses buitenlucht (stap 5)

Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203692
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 8 hoog
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 1
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l; leeg ontvangen

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m ³
-	Tolueen	9900	ng/m ³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m ³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m ³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m ³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203693
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 8 laag
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 2
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m³
-	Tolueen	9240	ng/m³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan(1,1-)	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203694
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 14 hoog
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 3
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m ³
-	Tolueen	18070	ng/m ³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m ³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m ³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m ³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203695
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 14 laag
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 4
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m³
-	Tolueen	19070	ng/m³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan(1,1-)	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203696
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 23 hoog
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 5
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m ³
-	Tolueen	11900	ng/m ³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m ³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m ³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m ³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203697
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 23 laag
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 6
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m³
-	Tolueen	13730	ng/m³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan(1,1-)	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203698
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 25 hoog
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 7
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m³
-	Tolueen	12960	ng/m³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan(1,1-)	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203699
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt Buitenlucht pb 25 laag
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 8
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	< 100	ng/m³
-	Tolueen	12590	ng/m³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan(1,1-)	< 100	ng/m³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Bijlage 6f: Analyses stortgas luchtlansen (stap 3)

Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203700
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt pb8
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 13
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bvMinervum 7002
4817 ZL BredaPostbus 3440
4800 DK BredaT 0880 235730
F 0880 235701E analyse@rps.nl
W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	42260	ng/m ³
-	Tolueen	113760	ng/m ³
-	Ethylbenzeen	< 100	ng/m ³
-	o-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	m-Xyleen	< 100	ng/m ³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m ³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachlooretheen	< 100	ng/m ³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m ³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Rapportnummer: 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Datum order 28-11-2014
 Monsternummer RPS 14-203701
 Ordernummer opdrachtgever 214099
 Opdrachtgever ELM BV
 De Noesten 23a
 9431 TC Westerbork
 Monsternamepunt pb23
 Adres monstername -
 Datum monstername -
 Monsternummer opdrachtgever 14
 Meettijd (min) -
 Volume (l) -
 Filternummer -
 Soort monster Gaszak
 Monstergegevens afkomstig van Opdrachtgever
 Opmerking gaszak 3l

RPS analyse bv

 Minervum 7002
 4817 ZL Breda

 Postbus 3440
 4800 DK Breda

 T 0880 235730
 F 0880 235701

 E analyse@rps.nl
 W www.rps.nl

Code	Parameter	Relatief(1)	
	BTEX		
-	Benzeen	1565530	ng/m ³
-	Tolueen	106340	ng/m ³
-	Ethylbenzeen	58090	ng/m ³
-	o-Xyleen	6030	ng/m ³
-	m-Xyleen	6030	ng/m ³
-	p-Xyleen	< 100	ng/m ³
	VOCL + vinylchloride		
-	Dichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (trans-1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Dichlooretheen (cis-1,2-)	121000	ng/m ³
-	Trichloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,1-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachloormethaan	< 100	ng/m ³
-	Dichloorethaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichlooretheen	82500	ng/m ³
-	Dichloorpropaan (1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Trichloorethaan (1,1,2-)	< 100	ng/m ³
-	Tetrachlooretheen	16300	ng/m ³
-	Vinylchloride	< 50	ng/m ³

Toelichting:

'<' Het analyseresultaat is kleiner dan de rapportagegrens van de desbetreffende methode.

'>' Het meetresultaat valt boven het kalibratie- of werkgebied van de methode.

Code E: De analyse is uitgevoerd door een extern laboratorium.

Code Q: De analyse betreft een RvA Testen geaccrediteerde verrichting (registratienummer L192).

(1) Deze analyse resultaten zijn berekend op basis van het (evt. door de opdrachtgever) opgegeven volume of meettijd en vallen niet onder de scope van accreditatie L192.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd waarbij alleen aan het originele analysecertificaat rechten kunnen worden ontleend.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Meetonzekerheid op aanvraag.

Esther Ullings

Projectcoördinator



Bijlage behorende bij rapportnummer 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

Actief koolbuis (klein SKC226-01) 2X

Parameter	Analyse techniek / methode	CAS nummer
Benzeen	GC-MS / Eigen methode	71-43-2
Ethylbenzeen	GC-MS / Eigen methode	100-41-4
Naftaleen	GC-MS / Eigen methode	91-20-3
Tolueen	GC-MS / Eigen methode	108-88-3
m/p-Xyleen	GC-MS / Eigen methode	
o-Xyleen	GC-MS / Eigen methode	95-47-6
Dichloorethaan(1,1-)	GC-MS / Eigen methode	75-34-3
Dichloorethaan (1,2-)	GC-MS / Eigen methode	107-06-2
Dichlooretheen (cis-1,2-)	GC-MS / Eigen methode	156-59-2
Dichlooretheen (trans-1,2-)	GC-MS / Eigen methode	156-60-5
Dichloormethaan	GC-MS / Eigen methode	75-09-2
Dichloorpropaan (1,2-)	GC-MS / Eigen methode	78-87-5
Tetrachlooretheen	GC-MS / Eigen methode	127-18-4
Tetrachloormethaan	GC-MS / Eigen methode	56-23-5
Trichloorethaan (1,1,1-)	GC-MS / Eigen methode	71-55-6
Trichloorethaan (1,1,2-)	GC-MS / Eigen methode	79-00-5
Trichlooretheen	GC-MS / Eigen methode	79-01-6
Trichloormethaan	GC-MS / Eigen methode	67-66-3
Vinylchloride	GC-MS / Eigen methode	75-01-4

Gaszak

Parameter	Analyse techniek / methode	CAS nummer
Benzeen	TD-GCMS / Eigen methode	71-43-2
Ethylbenzeen	TD-GCMS / Eigen methode	100-41-4
Tolueen	TD-GCMS / Eigen methode	108-88-3
o-Xyleen	TD-GCMS / Eigen methode	95-47-6
Dichloorethaan(1,1-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	75-34-3
Dichloorethaan (1,2-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	107-06-2
Dichlooretheen (cis-1,2-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	156-59-2
Dichlooretheen (trans-1,2-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	156-60-5
Dichloormethaan	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	75-09-2
Dichloorpropaan (1,2-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	78-87-5
Tetrachlooretheen	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	127-18-4
Tetrachloormethaan	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	56-23-5
Trichloorethaan (1,1,1-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	71-55-6
Trichloorethaan (1,1,2-)	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	79-00-5
Trichlooretheen	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	79-01-6
Trichloormethaan	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	67-66-3
Vinylchloride	TD-GCMS / a.v. OSHA PV2120 EPA TO.15	75-01-4
m-Xyleen	TD-GCMS / Eigen methode	108-38-3
p-Xyleen	TD-GCMS / Eigen methode	106-42-3

Analysedatum

14-203692	BTEX	4-12-2014
14-203692	VOCL + vinylchloride	4-12-2014
14-203693	BTEX	4-12-2014
14-203693	VOCL + vinylchloride	4-12-2014
14-203694	BTEX	4-12-2014
14-203694	VOCL + vinylchloride	4-12-2014
14-203695	BTEX	4-12-2014
14-203695	VOCL + vinylchloride	4-12-2014
14-203696	BTEX	9-12-2014
14-203696	VOCL + vinylchloride	9-12-2014
14-203697	BTEX	9-12-2014
14-203697	VOCL + vinylchloride	9-12-2014

Bijlage behorende bij rapportnummer 1411-4230_02 vervangt 1411-4230_01

		Analysedatum
14-203698	BTEX	9-12-2014
14-203698	VOCL + vinylchloride	9-12-2014
14-203699	BTEX	9-12-2014
14-203699	VOCL + vinylchloride	9-12-2014
14-203700	BTEX	9-12-2014
14-203700	VOCL + vinylchloride	9-12-2014
14-203701	BTEX	9-12-2014
14-203701	VOCL + vinylchloride	9-12-2014
14-203712	BTEXN	4-12-2014
14-203712	Vinylchloride	4-12-2014
14-203712	VOCL	4-12-2014
14-203713	BTEXN	4-12-2014
14-203713	Vinylchloride	4-12-2014
14-203713	VOCL	4-12-2014
14-203714	BTEXN	4-12-2014
14-203714	Vinylchloride	4-12-2014
14-203714	VOCL	4-12-2014
14-203715	BTEXN	4-12-2014
14-203715	Vinylchloride	4-12-2014
14-203715	VOCL	4-12-2014

ANALYSERAPPORT

Blad 1 van 5

Datum rapport : 18 december 2014
Projectnummer : 14-0581 Zwa

Gegevens opdrachtgever

Naam : ELM BV
Adres : De Noesten 23a
Woonplaats : 9431 TC Westerbork
T.a.v. : Dhr. G. Visser

Doel analyse

Het bepalen van het gehalte aan zwavelcomponenten in een monster bio- of aardgas.

Werkwijze

De bepaling van het zwavelgehalte wordt uitgevoerd middels gaschromatografie met een massaselektieve detectie (GC-MSD).

Door middel van S.I.M.-methodiek vindt gehaltebepaling plaats.

De werkwijze is gebaseerd op ISO 6326, deel 4 "Determination of hydrogen sulfide, carbonyl sulfide and odorants".

Omschrijving monster

Monsternr	Cilindernr	Datum	Opdracht	Monsternaam
48659	Tedlar	25-11-2014	203700	Pb8
48660	Tedlar	25-11-2014	203701	Pb23
48661	cellofaan	25-11-2014	203702	Pb8 lindval
48662	cellofaan	25-11-2014	203703	Pb23 lindval
Monsternemer		: ELM		

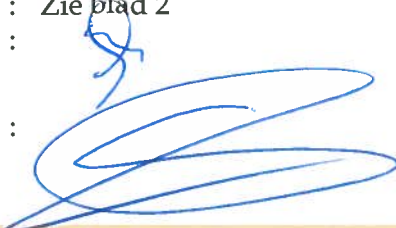
Toegepast meetsysteem

Fabrikant	GC	Massadetector
Type	Agilent	Agilent
Serienummer	6890	MSD 5973
Bouwjaar	US00035853	US41746650
	2000	2000

Analyse gegevens

Datum analyse : 15-12-2014
Analyse door : M. Veldkamp
Resultaat analyse : Zie blad 2
Paraaf analist :

Paraaf accoord
ing B. Gerritsen



ANALYSERAPPORT

Blad 2 van 5

Naam monster : Pb8, 25-11-2014, M48659
Projectnummer : 14-0581 Zwa

Resultaat analyses

Het monster is onderzocht op aanwezigheid van de volgende zwavelverbindingen :

Component	Gehalte in	
	mg/m ³ (0)	ppm
Zwavelwaterstof	: 1,8	1,2
Zwaveldioxide	: -	-
methylmercaptaan	: -	-
ethylmercaptaan	: -	-
Propylmercaptaan	: -	-
Isopropylmercaptaan	: -	-
Tert-butylmercaptaan	: -	-
dimethylsulfide	: -	-
carbonylsulfide	: 3,2	1,2
koolstofdissulfide	: -	-
odorant (T.H.T.)	: -	-
totale zwavelgehalte	: 3,4	

- niet aangetroffen (<0.1 mg/m³)

De onderste detectiegrens bij deze analyse is 0.1 mg/m³(0)

Voor componenten met een gehalte kleiner dan 1 mg/m³(0) is de nauwkeurigheid 0.1 mg/m³(0) absoluut.

Voor componenten met een gehalte groter dan 1 mg/m³(0) is de nauwkeurigheid 10% relatief.

De m³ is gebaseerd op 0°C en 101.325 kPa.

ANALYSERAPPORT

Blad 3 van 5

Datum rapport : Pb23, 25-11-2014, M48660
Projectnummer : 14-0581 Zwa

Resultaat analyses

Het monster is onderzocht op aanwezigheid van de volgende zwavelverbindingen :

Component	Gehalte in	
	mg/m ³ (0)	ppm
Zwavelwaterstof	: 5327,0	3509,6
Zwavedioxide	: -	-
methylmercaptaan	: -	-
ethylmercaptaan	: -	-
propylmercaptanen	: -	-
Isopropylmercaptaan	: -	-
Tert-butylmercaptaan	: -	-
dimethylsulfide	: -	-
carbonylsulfide	: 4,7	1,7
koolstofdissulfide	: -	-
odorant (T.H.T.)	: -	-
totale zwavelgehalte	: 5016,2	

- niet aangetroffen (<0.1 mg/m³)

De onderste detectiegrens bij deze analyse is 0.1 mg/m³(0)

Voor componenten met een gehalte kleiner dan 1 mg/m³(0) is de nauwkeurigheid 0.1 mg/m³(0) absoluut.

Voor componenten met een gehalte groter dan 1 mg/m³(0) is de nauwkeurigheid 10% relatief.

De m³ is gebaseerd op 0°C en 101.325 kPa.

ANALYSERAPPORT

Blad 4 van 5

Datum rapport : Pb8 lindval, 25-11-2014, M48661
Projectnummer : 14-0581 Zwa

Resultaat analyses

Het monster is onderzocht op aanwezigheid van de volgende zwavelverbindingen :

Component	Gehalte in	
	mg/ m3(0)	ppm
Zwavelwaterstof	: 1,0	0,7
Zwaveldioxide	: -	-
methylmercaptaan	: -	-
ethylmercaptaan	: -	-
propylmercaptanen	: -	-
Isopropylmercaptaan	: -	-
Tert-butylmercaptaan	: -	-
dimethylsulfide	: -	-
carbonylsulfide	: -	-
koolstofdisulfide	: -	-
odorant (T.H.T.)	: -	-
totale zwavelgehalte	: 0,9	

- niet aangetroffen (<0.1 mg/ m3)

De onderste detectiegrens bij deze analyse is 0.1 mg/ m3(0)

Voor componenten met een gehalte kleiner dan 1 mg/ m3(0) is de nauwkeurigheid 0.1 mg/ m3(0) absoluut.

Voor componenten met een gehalte groter dan 1 mg/ m3(0) is de nauwkeurigheid 10% relatief.

De m3 is gebaseerd op 0°C en 101.325 kPa.

ANALYSERAPPORT

Blad 5 van 5

Datum rapport : Pb23 lindval, 25-11-2014, M48662
Projectnummer : 14-0581 Zwa

Resultaat analyses

Het monster is onderzocht op aanwezigheid van de volgende zwavelverbindingen :

Component	Gehalte in	
	mg/m ³ (0)	ppm
Zwavelwaterstof	: -	-
Zwavedioxide	: -	-
methylmercaptaan	: -	-
ethylmercaptaan	: -	-
propylmercaptanen	: -	-
Isopropylmercaptaan	: -	-
Tert-butylmercaptaan	: -	-
dimethylsulfide	: -	-
carbonylsulfide	: -	-
koolstofdysulfide	: -	-
odorant (T.H.T.)	: -	-
totale zwavelgehalte	: -	-

- niet aangetroffen (<0.1 mg/m³)

De onderste detectiegrens bij deze analyse is 0.1 mg/m³(0)

Voor componenten met een gehalte kleiner dan 1 mg/m³(0) is de nauwkeurigheid 0.1 mg/m³(0) absoluut.

Voor componenten met een gehalte groter dan 1 mg/m³(0) is de nauwkeurigheid 10% relatief.

De m³ is gebaseerd op 0°C en 101.325 kPa.

Bijlage 7 Toetsingskader

Advies toetsingskader voor de veilige recreatie op stortplaats Nauerna.

Inleiding:

Een deel van stortplaats Nauerna wordt ingericht voor recreatie. Besloten is dat geen afdichtende folie zal worden toegepast, waardoor de vraag rijst of de voorgenomen bestemmingswijziging wel mogelijk is zonder dat dat leidt tot ongewenste blootstellingsrisico's voor recreanten, als gevolg van uittredende gassen en dampen.

Het is daarom van belang om een uitspraak te kunnen doen over de vraag of veilige recreatie op de voormalige stortplaats mogelijk is zonder de aanwezigheid van een dampwerende afdekfolie, aangebracht tussen het gestorte materiaal en de afdeklaag.

In deze notitie is een uitwerking en onderbouwing opgenomen van een toetsingskader om te bepalen of veilige recreatie op het gesloten deel van de stortplaats mogelijk is.

Keuze voor het normenkader:

Bij de keuze van het normenkader is in eerste instantie onderzocht welke normen al beschikbaar waren. Daarna is bekeken welke het beste aansluiten bij het begrip recreatie en of er op basis van aangetroffen stoffen nog normen ontbraken.

In Nederland zijn voor de kwaliteit van de buitenlucht een aantal grenswaarden (op basis van jaargemiddelden) vastgelegd, die voortvloeien uit Europese regelgeving. Dit betreft slechts een zeer beperkt aantal normen, die bovendien uitgaan van langdurige blootstelling. Bij recreatieve activiteiten in de buitenlucht is echter in de meeste gevallen geen sprake van een langdurige blootstelling; Veelal zal de blootstelling beperkt blijven tot maximaal enkele uren per bezoek. Daarbij kan nog onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende vormen van recreatie. Iemand die op een ligweide van de zon geniet bevindt zich dicht bij de bron en is mogelijk langere tijd aanwezig dan een jogger of fietser en zal daarbij een hogere blootstelling ondervinden.

Het toetsingskader dat blootstelling tijdens recreatie het beste lijkt te beschrijven betreft de arbeidshygiënische normen (de vroegere arbo-normen), vastgelegd als tijdgewogen grenswaarden (TGG) voor 15 minutengemiddelde – (te beschouwen bij calamiteiten) en 8 uurgemiddelde grenswaarden, zoals in een gangbare arbeidssituatie verwacht wordt.

Het uitgangspunt is dat bij het voldoen aan deze normen de gezondheid van de recreanten voldoende gewaarborgd is.

Bij het afleiden van een geschikt toetsingskader is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens. Daarbij is allereerst gekeken naar de chemische samenstelling van het stortgas. Deze is in het verleden met regelmaat vastgesteld. Daarnaast is ook gebruik gemaakt van de uitgebreide chemische analyse van het recentelijk in opdracht van LievenseCSO bemonsterde stortgas uit bronkist 3. De aangetroffen stoffen zijn vergeleken met de TGG voor 15 minutengemiddelde - en 8 uurgemiddelde grenswaarden.

Er is onderscheid gemaakt tussen macroparameters en individuele stoffen. Macroparameters worden gebruikt als indicatie voor de aanwezigheid van andere stoffen die hiermee een samenhang vertonen. Indien een macroparameter niet wordt aangetroffen is de analyse van individuele stoffen ook niet nodig. Een voorbeeld hiervan is methaan, de belangrijkste indicatorstof in stortgas.

In onze afweging hebben wij het volgende als uitgangspunt gehanteerd: indien de in het onverdunde stortgas aangetroffen concentratie van een stof veel lager is dan de TGG-waarden, is deze stof niet interessant om te toetsen. Bij de keuze voor het toetsingskader hebben wij ook de gezondheidkundige effecten meegewogen.

Advies:

In de tabel hebben wij het te gebruiken toetsingskader (de stoffen waarop getoetst moet worden) weergegeven. Ook is aangegeven welke concentraties maximaal in het onverdunde stortgas zijn aangetroffen en de bijbehorende TGG-waarden. Indien geen Nederlandse normen beschikbaar zijn, zijn hiervoor buitenlandse normen gebruikt.

Bij het bepalen van het toetsingskader is een veel grotere groep van stoffen in beschouwing genomen dan in de tabel vermeld zijn. De meeste daarvan zijn op basis van de hiervoor aangegeven toetsingscriteria als niet van belang aangemerkt.

De belangrijkste macroparameter voor de aanwezigheid van stortgas is methaan. Hiervan is niet bekend dat het schadelijk is voor de gezondheid. In Nederland is daarom geen gezondheidkundige norm vastgesteld. Er hoeft dus om gezondheidsredenen geen grenswaarde voor methaan opgenomen te worden.

Echter, vanwege het feit dat methaan als macroparameter beschouwd wordt en dus als signalering dient voor andere stoffen hebben wij hiervoor de Belgische gezondheidkundige norm gebruikt.

De Belgische gezondheidkundige norm voor methaan is 670 mg/m^3 .

In de praktijk is gebleken dat de concentratie methaan in de directe nabijheid van een stortplaats met minimaal een factor 10.000 verdund is. Op wat grotere afstand is deze verdunningsfactor al gauw 100.000 tot 1.000.000. Als praktisch en veilig uitgangspunt hanteren wij als onderzoeksgrens een concentratie van 357 mg/m^3 (500 ppm), dus een verdunningsfactor van 1.000. Dit is bij benadering de helft van de Belgische norm. Indien methaan dus direct aan het oppervlak van de stortplaats in concentraties hoger dan 357 mg/m^3 wordt aangetroffen, is een analyse van benzeen, vinylchloride en zwavelwaterstof noodzakelijk van monsters genomen direct aan het oppervlak. Deze concentratie beschouwen wij dus als ondergrens voor de noodzaak tot het doen van verder onderzoek naar de samenstelling.

Zwavelwaterstof kan in principe ook worden beschouwd als een macroparameter, omdat deze een indicatie kan zijn voor de aanwezigheid van andere zwavelverbindingen. Echter, vanwege de chemisch-fysische eigenschappen (wateroplosbaarheid) en aangezien uit de analyse van het stortgas is gebleken dat de andere zwavelverbindingen slechts in zeer lage concentraties worden aangetoond, is er voor gekozen alleen de concentratie zwavelwaterstof te toetsen. Bij de 2^e monitoringsronde is in één peilbuis een veel hogere concentratie gemeten, dan bij eerdere onderzoeken van het stortgas (zie voetnoot tabel). Uitgaande van een worst-case benadering zal deze concentratie in de buitenlucht (1000 x verdund) een overschrijding geven van de 8-uursnorm. Echter de norm voor kortdurende blootstelling wordt daarmee nog niet overschreden.

Benzeen en vinylchloride zijn gekozen vanwege het feit dat lage concentraties al kunnen leiden tot ernstige gezondheidseffecten.

Component	In stortgas hoogst gevonden concentratie in mg/m^3	Norm 8 uur in mg/m^3	Norm 15 min in mg/m^3
Methaan	357.000^1	670	geen
Benzeen	3,12	3,25	12,8
Vinylchloride	n.a.	7,77	20
Zwavelwaterstof	$0,877^2$	2,3	7

¹ Dit is een gemiddelde stortgassamenstelling.

² In een peilbuismonster is een concentratie van 5.327 mg/m^3 gemeten. Echter, in het gasmonster (Lindvalldoos) aan de oppervlakte lag de concentratie onder de detectiegrens.

Voor benzeen en vinylchloride zijn in de Nederlandse wetgeving geen TGG-waarden opgenomen. Oostenrijk is het enige Europese land dat voor deze stoffen wel TGG-waarden heeft vastgesteld. Daarom hebben wij voor deze stoffen het Oostenrijkse normenkader gehanteerd. Voor methaan is de Belgische TGG-waarde voor het 8-uursgemiddelde gebruikt. Een TGG-waarde voor het 15-minutengemiddelde is voor methaan niet beschikbaar.