

Notitie



Onderwerp: **Deelplan van Aanpak verduurzamingspilot op stortplaats Braambergen**

Datum: 5 december 2014

Aan: IPO en ministerie van IenM

Van: VA



1 Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Verduurzamingspilot op Braambergen.....	4
1.3	Doelstellingen pilot op Braambergen	4
2	Beschrijving stortplaats Braambergen	6
2.1	Keuze voor Braambergen als pilot	6
2.2	Algemene karakteristiek stortplaats Braambergen.....	8
2.3	Karakteristiek te verduurzamen compartimenten	14
2.4	Status van biologische afbraak en emissies uit het afvalpakket.....	15
3	Keuze en uitwerking verduurzamingsmaatregel	21
3.1	Keuze systeem op hoofdlijnen	21
3.2	Ontwerp van het systeem voor beluchting	22
4	Hypotheses met betrekking tot omzettingsprocessen.....	28
4.1	Prognose afbraak organisch materiaal	28
4.2	Hypotheses omzettingsprocessen	29
4.3	Conclusies ten aanzien van hypothesen	32
5	Effecten.....	35
6	Bedrijfsvoering algemeen	38
6.1	Bijregelen van het systeem	38
6.2	Aanpassen van het systeem	38
6.3	Herzien van het systeem.....	39
7	Risico's en risicobeheersing	40
7.1	Omgevingsrisico's	40
7.2	Projectrisico's.....	44
8	Meetstrategie en monitoringprogramma	45
8.1	Meetstrategie (wat willen we meten en waarom)	45
8.2	Overzicht proevenprogramma.....	45
8.3	Invulling monitoringprogramma.....	48
9	Uitvoering.....	53
9.1	Uitvoeringsvoorbereiding	53
9.2	Planning.....	53
10	Rapportage/communicatie	54



1 Inleiding

1.1 Algemeen

Voor de stortplaats Braambergen wordt een pilot voorbereid in het kader van het project 'Introductie Duurzaam Stortbeheer' (IDS). Binnen dit project worden in een parallelspoor nog twee andere pilots voorbereid, die min of meer gelijktijdig in uitvoering zullen gaan. Het initiatief voor het project IDS is genomen door het Ministerie van I&M en het IPO.

Het doel van duurzaam stortbeheer is het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen naar bodem en grondwater zodanig terug te brengen, dat de eeuwig durende nazorg en nazorgkosten substantieel kunnen worden verminderd of geminimaliseerd. Voor de pilotlocatie(s) zal worden onderzocht in hoeverre genoemde doelstelling door middel van brongerichte maatregelen kan worden gerealiseerd. Daarnaast wordt een aantal ondersteunende activiteiten uitgevoerd.

Voorliggend Deelplan van Aanpak heeft betrekking op de ontwerpgrondslagen en uitvoeringsprincipes van de pilot op twee compartimenten van de stortplaats Braambergen. Het feitelijke ontwerp van de maatregelen zal worden uitgewerkt na ondertekening van de Green Deal en direct voorafgaande aan de uitvoeringsvoorbereiding. Het plan is aanvullend op het Integraal Plan van Aanpak (IPvA). Het plan bouwt voort op de resultaten van het integrale plan en betreft een nadere uitwerking ervan voor de situatie op Braambergen. Onderdelen die in het IPvA al voldoende zijn uitgewerkt komen in dit plan niet meer aan de orde. Voor specifieke aspecten wordt volstaan met verwijzingen naar dit plan. Het Deelplan dient dus in samenhang met het IPvA te worden beschouwd.

In het IPvA staan doelstelling, technische invulling en monitoring van de verduurzamingspilots in algemene zin beschreven. Dit geldt ook voor de bestuurlijk-juridische achtergronden, werkingsprincipe en mogelijke technisch uitvoering van de verduurzamingsmaatregelen.

Naast het IPvA is een aantal andere documenten opgesteld die voor dit Deelplan van belang zijn. In willekeurige volgorde betreft het:

- Het *projectplan IDS* geeft het oorspronkelijke algemene overzicht weer van de uit te voeren activiteiten, studies en op te stellen plannen, de projectorganisatie, de planning en de financiering.
- De *ministeriele regeling duurzaam stortbeheer*. Hierdoor kunnen stortplaatsen, of delen daarvan, worden aangewezen, waarvoor de voorschriften in de vergunningen om zo spoedig als technisch mogelijk een bovenafdichting aan te brengen, geen toepassing vinden gedurende het experiment. De ministeriële regeling dient nog te worden gestart.
- Een *procedure lijst uitstel afdichtingen*. Hierin is de procedure vastgesteld, waarmee stortplaatsen kunnen worden vrijgesteld van het zo spoedig als technisch mogelijk aanbrengen van een bovenafdichting, als bedoeld in bovengenoemde ministeriële regeling.
- Een onderzoek van de Advieskamer Stortbesluit (AKS, 2014) naar de functionele levensduur van onderafdichtingen. De AKS heeft een advies gegeven over de functionele levensduur van onderafdichtingsconstructies. Voor verschillende typen onderafdichting zijn randvoorwaarden gegeven, op basis waarvan uitstel van aanleg van de bovenafdichting kan worden gegeven van uiterlijk 50 in plaats van uiterlijk 30 jaar na aanleg van de onderafdichting. Deze randvoorwaarden zijn getoetst door het bevoegd gezag.
- Een advies in vijf fases van de Technische Commissie Bodem (TCB, 2012; 2013a-c) over het voorstel voor een demonstratie van duurzaam stortbeheer op de drie locaties.
- De *ontwikkeling van emissietoetswaarden* door RIVM (Brand et al., 2014). Emissietoetswaarden (ETW) geven criteria voor maximale concentraties van verontreinigingen in het percolaat na afloop van een



verduurzamingsmaatregel. In fase 1 van de studie is de methodiek voor ETW op hoofdlijnen ingevuld, waarna in fase 2 de ETW definitief zijn vastgesteld.

- Het eerder genoemde *IPvA* waarin doelstelling, technische invulling en monitoring van de verduurzamingspilots in algemene zin zijn beschreven (VA, 2014). Dit geldt ook voor de bestuurlijk-juridische achtergronden, werkingsprincipe en mogelijke technisch uitvoering van de verduurzamingsmaatregelen.
- Een document van het kernteam van de Stichting Duurzaam Storten, waarin het *conceptueel model* voor ontwikkeling van het emissiepotentieel van stortplaatsen nader wordt toegelicht (Heimovaara et al., 2012). Op basis van dit conceptuele model, wordt de *strategie voor de procesmonitoring* nader in kaart gebracht. De wijze waarop de nulmeting wordt uitgevoerd, is onderdeel van deze procesmonitoring.
- De *haalbaarheidsstudie* van CDM naar de mogelijkheden voor verduurzaming van het afvalpakket op Braambergen (Bröcker et al., 2011). Doel van de studie was het in kaart brengen van de organisatorische, technische haalbaarheid van een verduurzamingspilot en de mogelijke effecten, alsmede de kosten voor realisatie, bedrijfsvoering en monitoring.
- In de *Handreiking Gebruik Emissietoetswaarden* is eenduidig vastgelegd op welke wijze in de praktijk met de resultaten van het verduurzamen van stortplaatsen moet worden omgegaan bij het toetsen aan de ETW's (Ministerie van I&M, 2014). De Handreiking is primair bedoeld om in de eindfase van het verduurzamen te beoordelen of aan de doelstelling van duurzaam stortbeheer wordt voldaan. Dit is met name van belang voor het bevoegde gezag. Daarnaast kan de Handreiking door de initiatiefnemer/ exploitant ook worden gebruikt bij de oordeelsvorming over de tussenresultaten en de voortgang van het verduurzamen in de uitvoeringsfase.
- Twee studies naar '*Stortgasemissies Duurzaam Stortbeheer*'. Ecofys (Luning en Onk, 2011) heeft een inschatting gemaakt van de extra methaanemissies als gevolg van duurzaam stortbeheer en aanbevelingen gedaan voor uitvoering van de pilots. Royal Haskoning-DHV (Onk et al., 2014) heeft vooral gekeken naar de methaanemissies als gevolg van uitstel op de potentiële duurzaam stortbeheer locaties (PDS-locaties) en mogelijkheden om deze extra methaanemissies te reduceren. Deze RH-DHV-studie is relevant voor stortvakplaatsen elders die in potentie geschikt zijn voor duurzaam stortbeheer, maar niet zozeer voor de pilot zelf.

1.2 Verduurzamingspilot op Braambergen

De pilot wordt uitgevoerd op de compartimenten 11 en 12 van de stortplaats Braambergen te Almere. Op dit deel van de stortplaats is in de periode 1999-2008 vooral afval met een gemiddeld laag gehalte aan biodegradeerbaar organisch materiaal gestort. Omdat de nog resterende hoeveelheden biodegradeerbaar organisch materiaal in het afvalpakket beperkt zijn, wordt als verduurzamingsmaatregel ingezet op de beluchting van het afval. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de overwegingen die hebben geleid tot de keuze voor beluchting.

De proefneming zal naar verwachting 10 jaar in beslag nemen (van 2015 tot 2025). Na circa 5 jaar zal een uitgebreide tussenevaluatie worden uitgevoerd. Op basis van de resultaten daarvan zal een formeel besluit worden genomen over continuering van de beluchting in de periode daarna.

1.3 Doelstellingen pilot op Braambergen

Zoals in paragraaf 1.1 is aangegeven, wordt de pilot in Braambergen uitgevoerd als onderdeel van het project IDS. In het projectplan IDS staat de doelstelling van Duurzaam stortbeheer als volgt verwoord:

Het doel van duurzaam stortbeheer is om het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen substantieel terug te brengen, zodanig dat de eeuwigdurende nazorg en nazorgkosten substantieel kunnen worden vermindert of geminimaliseerd. Dit onder voorwaarde dat de immissies van stoffen naar de omgeving (belasting van bodem, (grond)water en lucht) zowel voor de korte als lange termijn acceptabel



zijn binnen de doelen van het preventieve beleid. Voor de toetsing hierop worden zogenoemde emissiegrenswaarden opgesteld.

Verder is het de bedoeling dat lichtere vormen van eindafwerking mogelijk worden wanneer duidelijk is dat het acceptabele emissieniveau niet wordt overschreden.

De hoofddoelstelling van duurzaam stortbeheer is dus het realiseren van een voldoende laag emissiepotentieel van het afvalpakket. Dit dient zodanig laag te zijn, dat:

- de daarbij mogelijk optredende emissies naar bodem, (grond)water en lucht vallen binnen hetgeen toelaatbaar is vanuit het vigerende beschermingsbeleid, bij voorkeur zonder beschermende (isolerende) voorzieningen;
- de potentiële gebruiksmogelijkheden optimaal kunnen worden benut.

In het IPvA staan de doelstellingen voor de (drie) pilotlocaties nader uitgewerkt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen strategische, tactische en operationele doelstellingen:

- De doelstelling op strategische niveau is om door middel van praktijkproeven vast te stellen of brongerichte maatregelen zodanig effectief zijn én blijven, dat zij in de plaats kunnen treden van de gangbare effectgerichte maatregelen na de exploitatieperiode;
- Op tactisch niveau bestaan de doelstellingen uit:
 - o het voor meerdere locaties afzonderlijk nagaan, of kan worden voldaan aan de door het RIVM/ECN ontwikkelde emissietoetswaarden.
 - o het vaststellen of het verduurzamingsproces leidt tot verhoogde risico's voor de omgeving en of deze in voldoende mate zijn te beheersen;
 - o het nagaan of, en zo ja welke mate van nazorg nog resteert na afloop van het verduurzamingsproces;

De doelstellingen op operationeel niveau zijn het verkrijgen van inzicht in de technische uitvoerbaarheid van de verduurzamingsmaatregelen, de optimalisatie daarvan en het verbeteren van begrip van fysische en biochemische processen in het afvalpakket.

Voor wat betreft de mogelijk optredende emissies naar bodem en (grond)water is door het consortium RIVM/ECN onderzoek gedaan naar een vanuit het bodembeschermingsbeleid acceptabele bodembelasting voor de situatie ter plaatse van Braambergen (Brand et al., 2014). Dit onderzoek heeft geleid tot een voorstel voor locatiespecifieke gehalten aan verontreinigende stoffen die in het percolaat ten hoogste nog aanwezig mogen zijn ná de periode van verduurzamen zonder isolerende voorzieningen van de stortplaats, en daarmee ook zonder nazorgverplichtingen. De betreffende gehalten aan verontreinigende stoffen waaraan moet worden voldaan, worden aangeduid met de term emissietoetswaarden (ETW). De betreffende ETW staan voor alle individuele stoffen vermeld in tabel 9 van hoofdstuk 2.

Voor de te verduurzamen stortplaatsen geldt een aantal randvoorwaarden. Zo geldt dat tijdens de hele periode van het verduurzamen sprake moet zijn van een goed functionerende onderafdichting, waarmee de bescherming van de bodem tegen bodembelasting in voldoende mate kan worden gegarandeerd. Tevens geldt dat sprake moet zijn van een goed werkend percolaatdrainagesysteem om tijdens en ook na afloop van het verduurzamen het vrijkomend percolaat op adequate wijze te kunnen afvoeren. Deze gelden als harde randvoorwaarden (zie tevens hoofdstuk 2).

Voor wat betreft de mogelijk optredende emissies naar de lucht moet tijdens de uitvoering van het experiment worden voldaan aan de vigerende eisen ten aanzien van luchtkwaliteit. In de periode daarna zal door het verduurzamen nauwelijks nog sprake zijn van emissies naar de lucht. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 5.



2 Beschrijving stortplaats Braambergen en ETW's

2.1 Keuze voor Braambergen als pilot

Als gevolg van de diversiteit van het afval op stortplaatsen in Nederland en de verschillen in ouderdom van het gestorte afval worden binnen het project IDS meerdere pilots uitgevoerd. Door bij de keuze van de pilots rekening te houden met deze verschillen zal een beter beeld worden verkregen van de invloed van de verschillende omstandigheden op de in te zetten technieken voor het verduurzamen en op de effectiviteit ervan. Het kan dan ook leiden tot beter onderbouwde uitspraken over de realiseerbaarheid van de doelen van IDS.

Voor het beoordelen van stortplaatsen op mogelijke geschiktheid voor verduurzamen zijn in een voorfase selectiecriteria opgesteld, waaraan stortplaatsen moeten voldoen. Vervolgens zijn in een latere fase nadere voorwaarden gesteld waaraan geselecteerde stortplaatsen moeten voldoen om als pilotlocatie in aanmerking te komen. De beschrijving van stortplaats Braambergen gebeurt in eerste instantie aan de hand van deze criteria en voorwaarden. Hierbij wordt duidelijk in hoeverre aan de gestelde eisen wordt voldaan. In het vervolg daarop vindt een meer uitgebreide beschrijving van de stortplaats plaats. De criteria en voorwaarden betreffen:

- a) Selectiecriteria opgesteld door de Stichting Duurzaam Storten. Deze zijn vooral bedoeld om er zeker van te zijn, dat aan de basisprincipes voor een succesvolle pilot wordt voldaan. Het gaat met name om beschikbare informatie over het stortmateriaal en de inrichting van de stortplaats;
- b) De randvoorwaarden volgend uit de Chw-amvb voor IDS- en de potentieel duurzaam stortbeheer (PDS-) locaties. In een procedurelijst voor uitstel aanbrengen bovenafdichtingen worden deze voorwaarden nader uitgewerkt aan de hand van een beslisschema. De gestelde randvoorwaarden gelden primair voor locaties, welke in afwachting van de resultaten van de pilots worden vrijgesteld van het aanbrengen van een bovenafdichting. De voorwaarden zijn echter ook van toepassing op de IDS-locaties.

Ad a)

Door het kernteam van de Stichting Duurzaam Storten (SDS) zijn in een voorfase criteria opgesteld, waaraan stortplaatsen moeten voldoen om in aanmerking te komen voor een haalbaarheidsstudie (Heimovaara et al., 2008). Deze criteria staan in de eerste kolom van Tabel 1 vermeld met in de tweede kolom een beschrijving van de aanwezige situatie voor Braambergen.



Tabel 1: Toetsing Braambergen aan selectievoorwaarden Stichting Duurzaam Storten voor pilots

Selectievoorwaarden	Beoordeling Braambergen
Een gesloten stortlocatie;	Op Braambergen wordt sinds 2008 geen afval meer gestort
Inzicht in hoeveelheden en samenstelling afval in de tijd;	De hoeveelheid gestort afval en de herkomst van het afval is gemeten en geregistreerd voor alle compartimenten.
Aanwezigheid van een onderafdichting;	Het afvalpakket is in zijn geheel voorzien van een onderafdichting (combinatieafdichting, zie pag. 9)
Nog geen bovenafdichting ter plaatse;	De compartimenten zijn niet voorzien van een bovenafdichting.
Maximale dikte van het afvalpakket niet groter dan ongeveer 15 meter;	De dikte van het afvalpakket bedraagt maximaal 15 meter
Aanwezigheid van een duidelijke compartimentering (inclusief de mogelijkheid om de water- en gashuishouding apart te meten en te regelen);	De percolaatafvang op het te verduurzamen compartimenten heeft een eigen systeem voor percolaatafvoer. De luchthoeveelheid en de kwaliteit van de onttrokken lucht is goed te meten door een adequaat ontwerp van het systeem voor beluchting.
Aanwezigheid van een PWZI op locatie;	Er is geen PWZI aanwezig op locatie. Er zal naar verwachting geen percolaat worden gerecirculeerd, dus is er geen PWZI noodzakelijk voor conditionering van het percolaat, alvorens dit terug te voeren in het afvalpakket.
Aanwezigheid van tijdreeksen met betrekking tot de ontwikkeling van percolaatkwaliteit en de hoeveelheid geproduceerd stortgas en de kwaliteit ervan en eventueel aanvullende nulmetingen van parameters, waarvan uit de reguliere metingen nog onvoldoende data beschikbaar zijn.	gegevens zijn beschikbaar en ook specifiek voor de te verduurzamen compartimenten. Zie ook hoofdstuk 2.3.
Beschikbaarheid van infrastructuur om te meten (bemonstering afzonderlijke drainagestrengen, gasbronnen, peilbuizen, etc.);	Aanwezig
Bereidheid van de exploitant van de stortplaats om te investeren in het pilotproject;	Deze bereidheid is aanwezig
Ggoedkeuring en instemming van bevoegd gezag met pilotproject.	Er is goed overleg met bevoegd gezag (provincie Flevoland) over dit pilotproject. Maatregelen voorzien (vooralsnog) niet in infiltratie van percolaat. Op dit moment vindt informatief overleg met het waterschap plaats over de uitvoering en mogelijke consequenties ervan voor de bestaande vergunningen. N.B. In dit project zal naar verwachting geen percolaat worden geïnfiltreerd.

Ad b)

In onderstaande Tabel 2 wordt ingegaan op de eisen uit de Chw-amvb voor de situatie op Braambergen. In paragraaf 2.2. wordt een nadere toelichting op deze beoordeling gegeven.



Tabel 2: Randvoorwaarden vanuit bepalingen Chw-amvb

Randvoorwaarden Chw-amvb	Beoordeling Braambergen
De stortplaats of stortvak(ken) zijn geen monodeponieën voor C2-, C3- of anderszins sterk uitlogbare afvalstoffen	Op Braambergen is een mengsel van afvalstoffen gestort. Braambergen is derhalve geen monodeponie. Sterk uitlogbare afvalstoffen zijn niet gestort.
De stortplaats of stortvak(ken) beschikken over een onderafdichting waarvan de functionele levensduur kan worden gegarandeerd voor minimaal de uitvoeringsperiode van de pilot.	De AKS heeft een advies gegeven over de functionele levensduur van onderafdichtingsconstructies. Hierbij zijn randvoorwaarden geformuleerd voor het uitstellen van de aanleg van een bovenafdichting van 30 jaar naar uiterlijk 50 jaar na aanleg van de onderafdichting.
De stortplaats of stortvak(ken) beschikken over een goed functionerend percolaatdrainagesysteem om vrijkomend percolaat op adequate wijze te kunnen afvoeren voor minimaal de verduurzamingsperiode.	Bij de toetsing aan de randvoorwaarden voor de levensduur van de onderafdichting (percolaat afvoergegevens) is gebleken dat het aanwezige percolaatdrainagesysteem goed functioneert.
De stortplaats of stortvak(ken) zijn geschikt voor verduurzaming. Het afvalpakket lijkt geschikt voor verduurzaming als het percolaat aan de volgende eisen voldoet. Anders is een aanvullende afweging noodzakelijk: <ul style="list-style-type: none"> - 5 < pH < 9 - Som zware metalen < 10 mg/l - Som organische micro's voldoen aan vigerende vergunning - Som zouten < 7.000 mg/l, geleidbaarheid < 50.000 $\mu\text{S/cm}$ 	Het afvalpakket op Braambergen wordt als geschikt beoordeeld voor verduurzaming. Deze conclusie wordt gebaseerd op de percolaatsamenstelling van Braambergen compartiment 11 en 12 (zie ook Tabel 7): <ul style="list-style-type: none"> o pH is constant en ongeveer 7,0 o Som zware metalen is << 1 mg/l o Som organische micro's is << 1 mg/l o Belangrijkste zout, Cl⁻ is 600-900 mg l⁻¹, Geleidbaarheid is ongeveer 7.000-9000 $\mu\text{S/cm}$
De methaan emissie van de stortplaats of stortvak(ken) is zodanig laag dat deze als acceptabel wordt beoordeeld, of met aanvullende maatregelen kosteneffectief tot acceptabel niveau kan worden teruggebracht.	Het pilotproject leidt volgens inschatting van Ecofys niet tot een verhoogde methaanemissie (zie ook hoofdstuk 5).
Verduurzaming van de stortplaats of stortvak(ken) is financieel haalbaar.	De kosten van de verduurzamingspilot zijn in de haalbaarheidsstudie in kaart gebracht. Deze kosten worden door de exploitant als acceptabel beschouwd. De verduurzamingspilot is daarmee financieel haalbaar.

2.2 Algemene karakteristiek stortplaats Braambergen

Opbouw van het afvalpakket, afvalsamenstelling en ouderdom

De pilot is voorzien op compartimenten 11 en 12 van de stortplaats Braambergen. Dit is een deel van het afvalpakket dat fysiek is gescheiden van de rest van het afvalpakket, met o.a. een bedrijfsweg tussen beide delen.

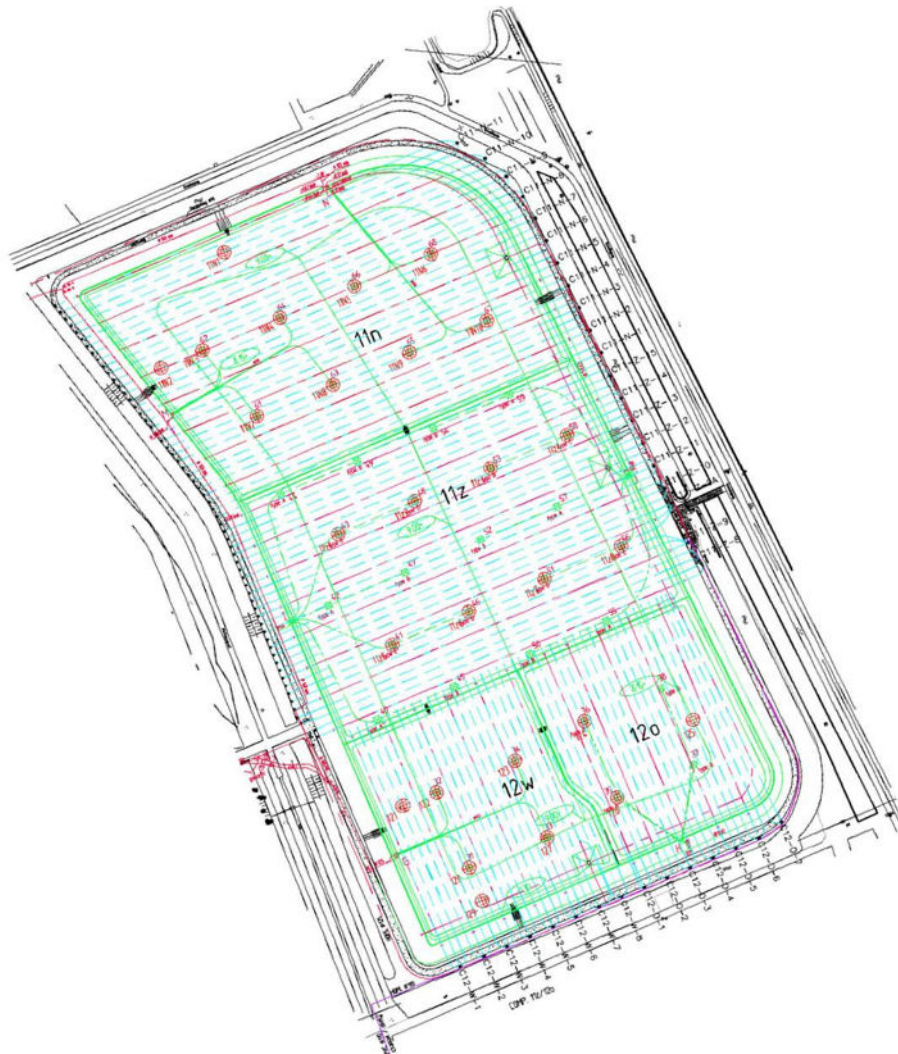
Figuur 1 geeft de situatie weer op Braambergen. Compartimenten 11 en 12 omvatten het noordoostelijke deel van de stortplaats. Dit deel van de stortplaats Braambergen was in exploitatie in de periode 1999 tot 2008. Op dit deel is een mengsel gestort van voornamelijk bedrijfsafval, residuen bouw- en sloopafval en grondreinigingsresidu. De maximale hoogte van het afvalpakket is 15 m.



Figuur 1: Stortplaats Braambergen in vogelvlucht. De compartimenten 11 en 12 staan geel omlijnd weergegeven.

Onderafdichting en percolaatdrainage

De compartimenten 11 en 12 zijn voorzien van een onderafdichting (een combinatie onderafdichting van 2 mm HDPE folie en 50cm zand-bentoniet), met daarboven een drainagesysteem voor opvang van percolaat. Beide compartimenten zijn weer onderverdeeld in twee sub-compartimenten (11-Noord en -Zuid; 12-Oost en -West). Ieder compartiment heeft een eigen drainagesysteem. De systemen 11N en 11Z wateren af op een eigen verzamelput. 12O en 12W wateren gezamenlijk af op een enkele verzamelput. Het vrijkomende percolaat wordt hierbij onder vrij verval naar deze verzamelputten aan de buitenteen van de ringdijk afgevoerd. Vanuit de verzamelputten wordt het percolaat naar een centrale pompput (CPP) nabij verzamelput 11Z verpompt. Hier vandaan wordt het percolaat via een persleiding geloosd op het gemeentelijke riool. Medio 2012 zijn de pompen vervangen en debietmeters geplaatst op de 3 verzamelputten van de compartimenten 11 en 12.



Figuur 2: Systeem voor percolaatdrainage op Braambergen. De percolaatdrainage is in rood weergegeven; de controledrains in lichtblauw.

Ringsloot

Rondom de stortplaats ligt een ringsloot. Verharde delen van het terrein rondom het overslagstation zijn voorzien van een verbeterd gescheiden rioolstelsel, conform WVO. Overstort van dit verbeterd gescheiden rioolstelsel vindt plaats op de ringsloot. Het peil in de ringsloot rondom de stortplaats wordt door middel van een (schotbalk)stuw op een niveau van NAP -4,7 à -4,9 m gehouden. Doordat de ringsloot het pleistoceen niet aansnijdt, draineert de sloot alleen het nabije freatische grondwater. Op de ringsloot wordt alleen onverdacht water geloosd. Dat water kan niet verontreinigd zijn. Er worden geen eisen aan gesteld en dientengevolge wordt het ook niet bemonsterd. De scheiding met verdacht water vindt plaats door de regenpijp niet met de pijp voor bedrijfsafvalwater te verbinden.

Bovenafwerking

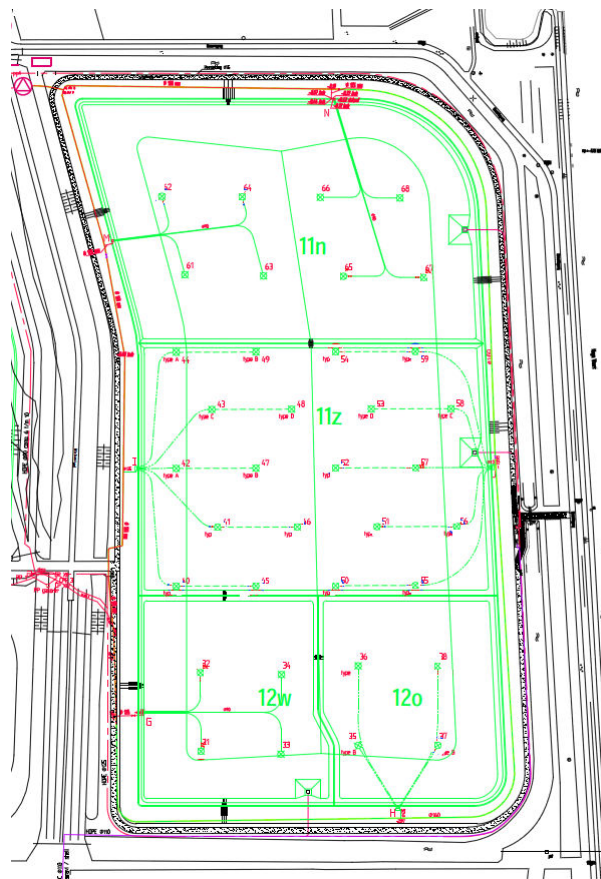
Compartiment 11 en 12 zijn deels afgewerkt met een mengsel van AVI-bodemas en jetgrout en deels met afdekgrond. Op het bovenvlak wordt een groundbank geëxploiteerd. Tevens wordt op de compartimenten een deel



van de toekomstige afdekgrond in opslag gehouden. Voordat de pilot start worden de opslagactiviteiten beëindigd en een laag afdekgrond van tenminste 1 m over de gehele oppervlakte aangebracht.

Stortgaswinning

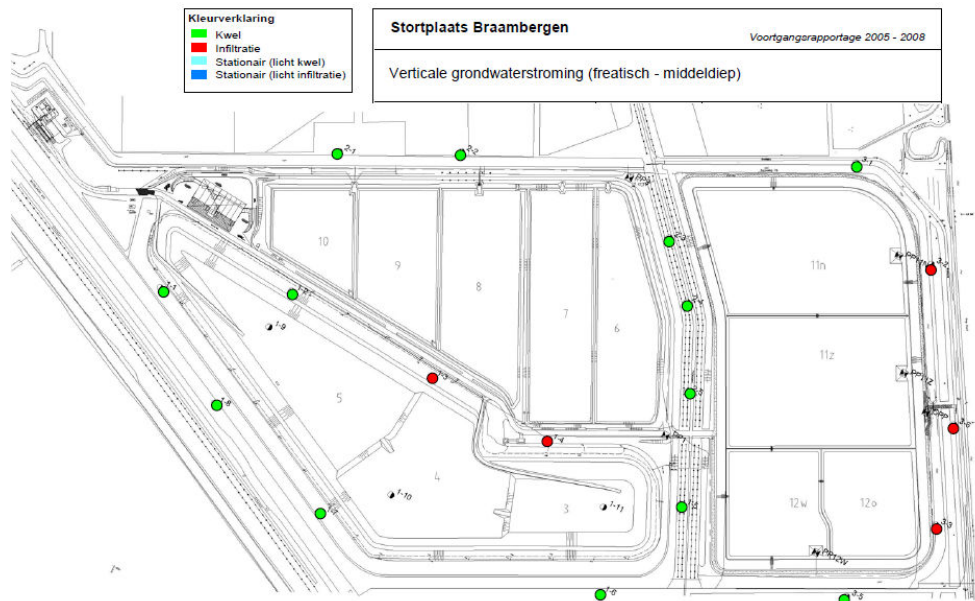
Op de compartimenten 11 en 12 wordt stortgas gewonnen. Stortgas wordt gewonnen door middel van in totaal 32 verticale bronnen, waarbij vooral compartiment 11 zuid intensief van bronnen is voorzien (in totaal 20). Echter ook van de andere compartimenten van Braambergen wordt stortgas gewonnen en alleen het totaal aan stortgas van de gehele locatie is separaat geregistreerd. De hoeveelheid gas, afkomstig van compartimenten 11 en 12 is uit de reguliere registratie van stortgaswinning niet te herleiden.



Figuur 3: Systeem voor stortgasonttrekking

Geohydrologische situatie

In de omgeving van de stortlocatie dient de Hoge Vaart als hoofdontwatering van dit deel van de Flevopolder. De vaart en de omliggende polder hebben een waterpeil van NAP -5,2. Doordat de Hoge Vaart ten westen van de stortplaats het eerste watervoerende pakket aansnijdt, heeft de vaart een relatief grote invloed op de regionale grondwaterstroming. Hierbij treedt kwel op vanuit het diepe watervoerende pakket naar het eerste watervoerende pakket. Vanuit het eerste watervoerende pakket treedt kwel op in de richting van de polder, vooral in de richting van de Hoge Vaart. Ten westen van compartiment 11 en 12 treedt kwel op, terwijl aan de oostzijde infiltratie plaatsvindt.



Figuur 4: Metingen en monitoring grondwater

Omgeving

De stortplaats bevindt zich in overwegend bosrijk gebied. Dichtstbijzijnde bebouwing is Almere-Hout, ten noordoosten van de stortplaats, op ongeveer 500 m van de rand van het afvalpakket. Almere-Hout is een stadsdeel van Almere en anno 2005 in ontwikkeling. Naast Almere-Hout bevindt zich een golfbaan. Ten zuidwesten van Braambergen (aan de overkant van de Waterlandse Weg (N305) en Waterlandse Tocht) is een nieuwe woonwijk in aanbouw (Almere- Overgooi). De rand van deze woonwijk bevindt zich op ongeveer 1700 m van de te verduurzamen compartimenten. Ten noordwesten, op ongeveer 1 km afstand, bevindt zich stadslandgoed De Kempphaan. Ten zuiden bevinden zich de Waterlandse Weg (N305) en de Waterlandse Tocht. In de figuur is ook de voorgenomen locatie van de apparatuur voor beluchting weergegeven. Deze bevindt zich wat meer centraal op het afvalpakket, tussen de heuvels op een kilometer afstand van de rand van de bebouwde kom van Almere-Hout en op 1500 meter van Almere-Overgooi.



Figuur 5: Situatieschets Braambergen.

Aanwezigheid kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten dienen onverminderd beschermd te worden. Het gaat hierbij om de aangewezen te beschermen gebieden uit de stroomgebiedsbeheerplannen (implementatie Kaderrichtlijn Water) en om de te beschermen grondwaterfuncties zoals drinkwater en industriële onttrekkingen (implementatie Grondwatterrichtlijn). Specifiek gaat het om de volgende kwetsbare objecten:

- intrekgebieden van de in het kader van de Kaderrichtlijn Water aangewezen grondwaterwinningen bestemd voor menselijke consumptie;
- industriële grondwateronttrekkingen;
- bodemvolumes, oppervlaktewaterlichamen, of bodem of oever van oppervlaktewaterlichamen vallend binnen of onderdeel uitmakend van: schelpdierwateren, water voor zalm- en karperachtigen, zwemwater en Natura2000-gebieden;
- bepaalde andere natuurgebieden (zoals aangewezen natuurmonumenten);
- bepaalde particuliere waterwinningen;
- gebieden waarop een strategische reservering rust voor de openbare drinkwaterwinning.

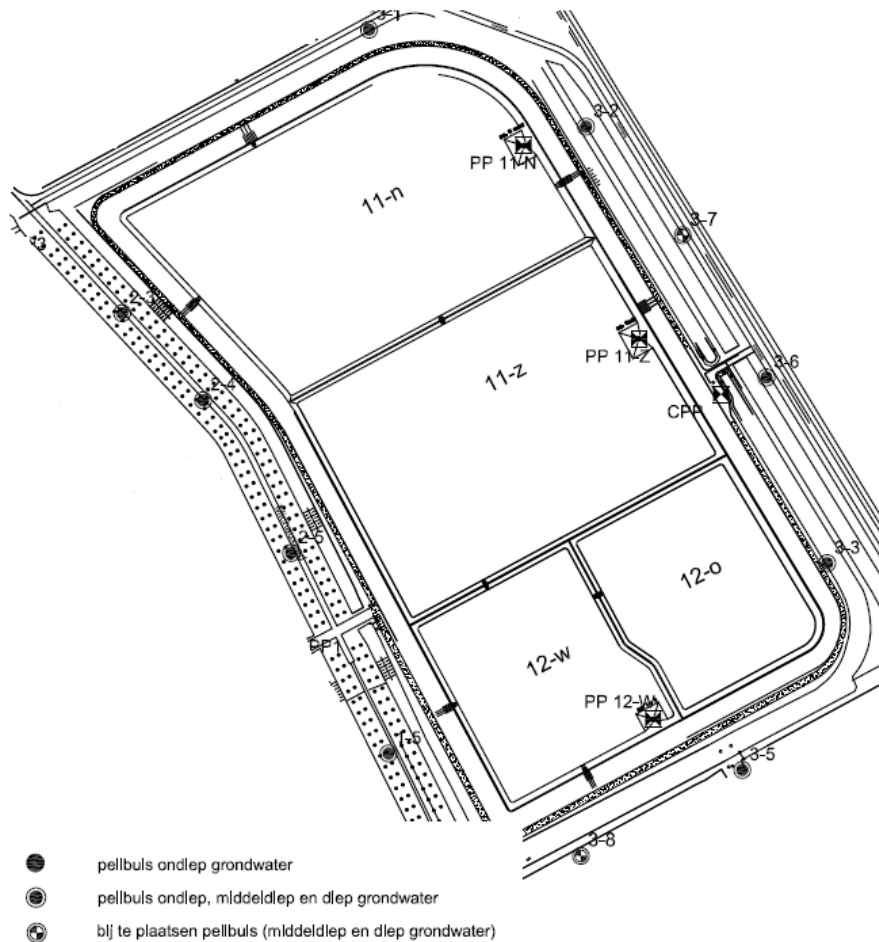
De locatie ligt niet in een waterwingebied. De dichtstbijzijnde bewoning bevindt zich in Almere-Hout op 500 meter ten opzichte van de noordoostelijke zijde van de te verduurzamen compartimenten en op een kilometer afstand van de compressoren en afgasbehandeling van de beluchting. Verder zijn er, zover bekend, geen kwetsbare objecten als bovengenoemd in de nabijheid gelegen.

Metingen en monitoring grondwater

Stijghoogtes alsmede de samenstelling van het freatisch grondwater worden gemeten binnen het stort (3 peilbuizen, zie ook Figuur 6), binnen de ringsloot (5 peilbuizen) en buiten de ringsloot (14 peilbuizen). Stijghoogtes in de



ondiepe peilbuizen worden daarbij 2 keer per maand gemeten. De grondwatersamenstelling in alle peilbuizen 1 keer per jaar. Daarnaast wordt het water in de ringsloot één keer per jaar bemeaten. Hierbij worden de concentraties gemeten van NH_4^+ , Cl^- en sulfaat, de zware metalen As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb en Zn, en voor wat betreft de organische micro's VOX en aromaten. Metingen zijn beschikbaar sinds 1999.



Figuur 6: Grondwatermonitoring Braambergen, compartiment 11 en 12

2.3 Karakteristiek te verduurzamen compartimenten

Voor de verduurzamingspilot zullen de compartimenten 11 en 12 worden belucht. De basisgegevens van deze compartimenten staan in onderstaande Tabel 3:



Tabel 3: Basisgegevens te verduurzamen compartimenten 5a en 6

Omschrijving	Situatie compartiment 11 en 12
Totaal oppervlak:	ca. 9,7 hectare
	1999-2008
Hoeveelheid afval:	1.216.723 ton
Hoogte van het afvalpakket:	15 m
Tijdelijke afdekking:	Grond, AVI-bodemas, Jetgrout (1-1,5 m)
Systeem voor gasonttrekking:	36 gasbronnen
Leidingensysteem	DN90, DN200
Onderafdichting	Combinatieafdichting
Percolaatdrainage	3 gescheiden percolaatdrainagesystemen voor 11N, 11Z en 12. Voorheen lozing via vrij verval elk op een eigen percolaatpompput
Ligging (horizontaal)	

2.4 Status van biologische afbraak en emissies uit het afvalpakket

De verduurzamingsmaatregelen richten zich primair op het versnellen en completer maken van de biologische afbraak van organisch materiaal in het afvalpakket. De keuze van de maatregelen om dit te realiseren (infiltratie en/of beluchten), hangt goeddeels af van de mate waarin de biologische afbraak al is verlopen. In het verlengde daarvan is dit ook van invloed op de emissies uit het afvalpakket met het percolaat. Deze paragraaf geeft een samenvatting van de beschikbare informatie over biologische afbraak en emissies van het afvalpakket. De essentie ervan staat in onderstaande tabel.

Tabel 4: Gegevens Braambergen

Afbraak- en emissiegegevens	Hoeveelheden
Percolaat	27.000 tot 49.000 m ³ /jaar
Gaswinning	69 Nm ³ /hr methaan
Gaskwaliteit	
Zettingen	0,02-0,36 cm per jaar
Conclusie	Laat-methanogeen

Hoeveelheden en samenstelling afvalmateriaal

De afvalhoeveelheid is goed bekend. Ruim 80% van het afval is geclassificeerd als grond en grondreinigingsresiduen. In compartiment 11 en 12 is tussen 1999 en 2008 1.216.723 ton afval verwerkt. De herkomst conform registratie staat weergegeven in Tabel 5. In Bijlage 1 wordt een uitgebreidere beschrijving gegeven.

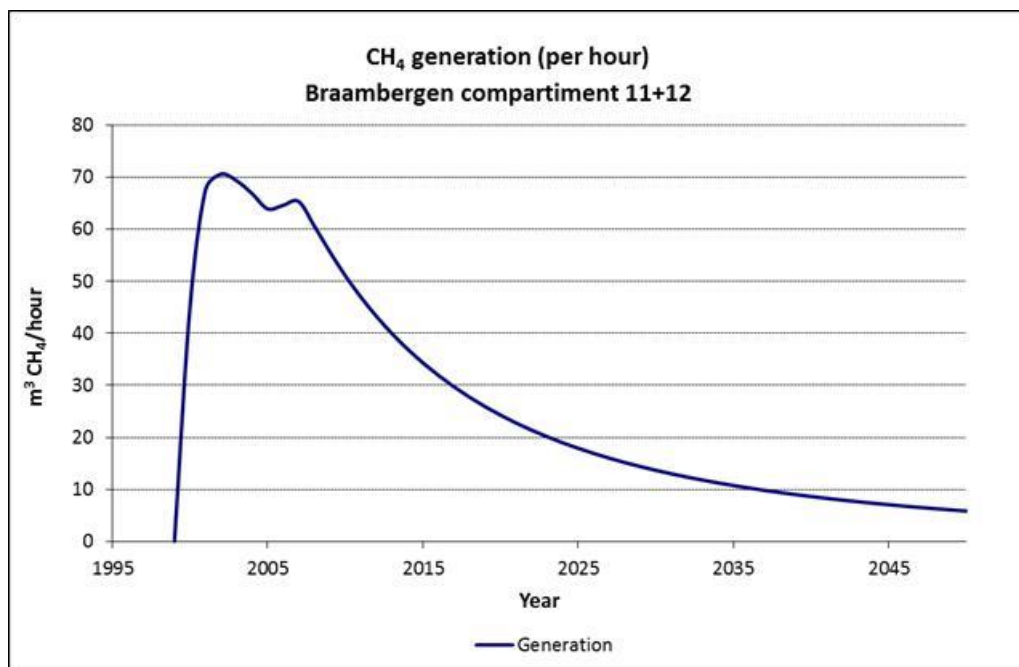


Tabel 5: Hoeveelheid en herkomst afval Braambergen, compartimenten 11 en 12 (hoeveelheden in ton)

Soort afval	Compartiment 11 en 12
Grond en grondreinigingsresiduen	981.019
Bouw- en sloopafval	53.855
Bedrijfsafval	123.098
Shredderafval	11.737
Reinigingsdienstenafval	1.397
Grof huishoudelijk afval	4.438
Slib en composteerafval	5.406
Huishoudelijk afval	35.773
Totaal	1.216.723

Prognose gasvorming en gerealiseerde gaswinning

Op basis van de afvalhoeveelheden in bijlage 1 is een prognose gemaakt van de gevormde hoeveelheid stortgas, met gebruik van het Afvalzorgmodel. In Figuur 7 is het resultaat weergegeven voor compartiment 11 en 12 op Braambergen.



Figuur 7: Prognose methaanvorming compartiment 11 en 12 (gemiddelde waarde)

Sinds 2004 is stortgas gewonnen op Braambergen. De hoeveelheid gewonnen gas en de samenstelling ervan wordt geregistreerd, maar dit heeft betrekking op gas, onttrokken uit alle compartimenten op Braambergen. Op de andere compartimenten is afval gestort met een hoger gehalte aan organisch materiaal en de verwachting is ook dat het meeste gewonnen stortgas van die compartimenten afkomstig is (bijvoorbeeld in de haalbaarheidsstudie van CDM is een prognose gemaakt van de gaswinning en de verwachting voor 2010 is was dat een kleine 30% van de winbare hoeveelheid gas afkomstig van compartimenten 11 en 12).



In 2011/2012 is een onttrekkingsproef gedaan op compartiment 11 en 12, waarbij de zuigdruk op de bronnen langzamerhand werd opgevoerd. Hierbij werd de onttrokken hoeveelheid stortgas per bron en de samenstelling ervan gemeten. De maximale methaanonttrekking was 69 m³ per uur, wat neerkomt op ongeveer 122 m³ aan stortgas per uur.

De onttrekkingsproef zou er op kunnen duiden dat de schatting van de resterende hoeveelheid biodegradeerbaar afval een onderschatting oplevert van de werkelijkheid. De werkelijke hoeveelheid biodegradeerbaar materiaal zou dus groter kunnen zijn dan verwacht op basis van de beschikbare vormingsmodellen.

Hoeveelheid percolaat in relatie tot infiltrerend neerslagoverschot

De hoeveelheid percolaat geproduceerd door de drie percolaatputten (11N, 11Z en 12) op Braambergen worden jaarlijks geregistreerd. In onderstaande tabel staan de resultaten weergegeven.

Tabel 6: Jaarlijks afgevoerde hoeveelheden percolaat (m³) op Braambergen

	PP11N	PP11Z	PP12	Totaal
2001	10.000	5.000	12.000	28.000
2002	11.000	24.000	13.000	48.000
2003	8.500	21.000	19.000	49.000
2004	7.000	13.000	8.500	27.500
2005	12.575	20.533	11.949	45.057
2006	12.363	20.139	9.942	42.444
2007	13.185	14.370	9.847	37.402
2008	10.926	14.370	7.082	32.378
2009	9.337	11.936	8.259	29.559
2010	13.220	5.232	9.619	28.071
2011	8.995	15.705	6.494	31.194
2012	10.625	16.607	6.420	33.652
2013	13.698	16.458	10.169	40.324

De locatie Braambergen heeft een eigen neerslagmeter. Alleen bleken de resultaten voor de periode 2005-2008 niet betrouwbaar. Als vervanging kunnen de neerslaggegevens van KNMI-station Oostvaardersdiep worden gebruikt. In 2013 is daar bijvoorbeeld 850 mm neerslag gevallen. Bij een totaal oppervlak van 9,7 ha is 82.500 m³. In 2013 werd bijna de helft hiervan (415 mm per jaar) teruggevonden in de vorm van percolaat¹. Dit is wat meer dan de algemene vuistregel van een neerslagoverschot van 300 mm per jaar.

Samenstelling van het percolaat in relatie tot de emissietoetswaarden

De samenstelling van percolaat in de putten van compartiment 11 en 12 wordt regulier gemeten. Voor de periode 2001 tot 2008 zijn jaarlijkse analyses zijn beschikbaar voor N_{ki}, Cl⁻, SO₄²⁻ en de zware metalen. Vanaf 2008 is de frequentie voor deze componenten verdubbeld en zijn tevens jaarlijkse analyses beschikbaar voor de organische micro's. Tijdens de nulmeting, vanaf juni 2012, is de monitoring van percolaatsamenstelling geïntensiveerd (zie Gronert en Meijer (2014) voor een tussenrapportage tot en met maart 2014). Onderstaande tabel geeft de gemiddelde concentraties in 2013 weer voor compartiment 11 en 12. Macro's zijn in 2013 bij iedere percolaatput 28 keer gemeten, zware metalen 11 keer en organische micro's 6 keer. De gemiddelde concentraties zijn berekend

¹ N.B. met niet gecalibreerde debietmeters. Afwijkingen van enkele tientallen procenten zijn niet uit te sluiten.



conform de handreiking toetsing ETW (Ministerie I&M, 2014). De concentraties aan N_{kj} en Cl^- zijn berekend op basis van maandgemiddelde concentraties en percolaatvorming per maand. Bij vaststelling van de concentraties aan zware metalen en organische micro's zijn de regels hoe om te gaan met detectiegrenzen cq. rapportagegrenzen in acht genomen.

In de laatste kolom staan de berekende emissietoetswaarden vermeld, waaraan na het experiment moet worden voldaan.

Tabel 7: Percolaatsamenstelling Braambergen in 2013

	PP11N	PP11Z	PP12	ETW
Zware metalen	ug/l			
arseen	25	129	118	190
cadmium	0,10	0,10	0,10	6,4
chromium	24	10	56	210
koper	11	6,1	2,1	50
kwik	0,02	0,09	0,23	5,8
lood	19	12	41	60.000
nikkel	1,3	0,52	0,52	21
zink	9	22	12	160
Cyanide VRIJ				61
Macroparameters	mg/l			
Chloride	554	956	767	450
Sulfaat	269	1184	734	700
$N_{Kjeldahl}$ /ammonium	320	78	223	50
Minerale olie	ug/l			
Som minerale olie	61	5	24	470
VOX	ug/l			
vinylchloride	0,26	2,2	0,44	0,047 *)
dichloormethaan	0,11	0,13	0,11	0,047 *)
1,1 dichloorethaan	0,13	0,13	0,13	4,7
1,2 dichloorethaan	0,13	0,13	0,13	14
1,1 dichlooretheen	0,026	0,026	0,026	0,047 *)
1,2 dichlooretheen (cis,trans)	0,52	3,0	0,56	0,047 *)
dichloorpropan (1,2)	0,067	0,21	0,067	3,8
dichloorpropan (1,3)	0,035	0,035	0,035	3,8
trichloormethaan (chloroform)	0,032	0,032	0,032	4,7
1,1,1 trichloorethaan	0,032	0,032	0,032	0,047 *)
1,1,2 trichloorethaan	0,032	0,032	0,032	0,047 *)
trichlooretheen (tri)	0,047	0,327	0,032	47
tetrachloormethaan (tetra)	0,032	0,032	0,032	0,047 *)



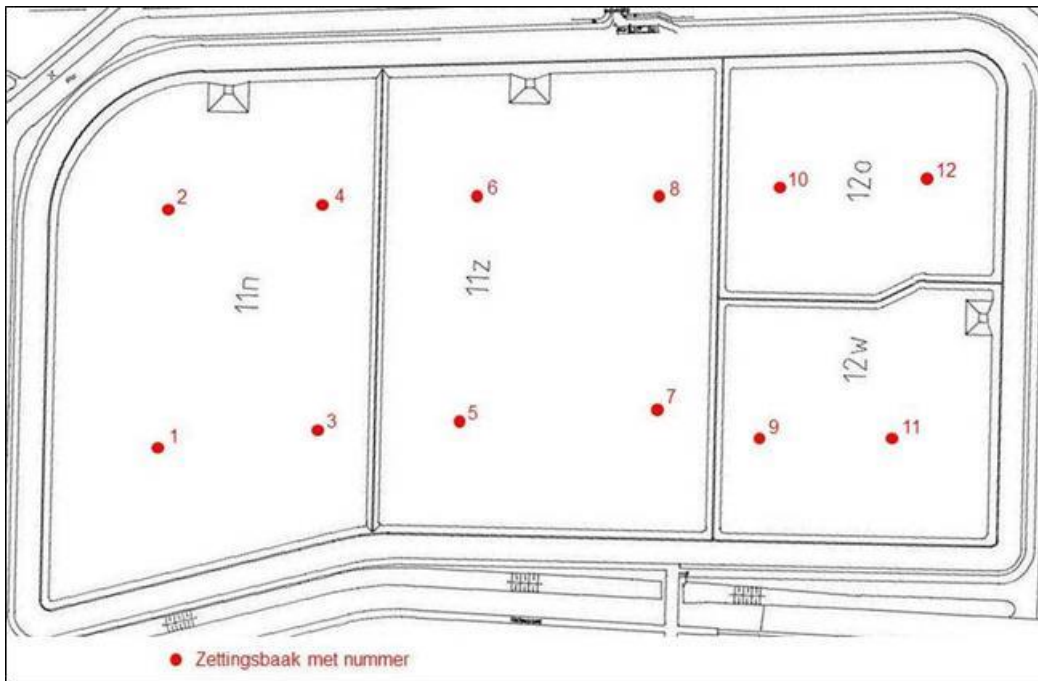
tetrachlooretheen (per)	0,032	0,032	0,032	0,047 *)
				*) berekende waarden liggen onder de rapportagegrens van de laboratoria en worden als toetswaarden naar boven bijgesteld.
PAK	ug/l			
naftaleen	0,91	1,7	4,7	0,047 *)
fenantreen	0,092	0,067	0,55	0,028
antraceen	0,011	0,027	0,065	0,0066 *)
fluorantheen	0,001	0,017	0,037	0,056
chryseen	0,001	0,006	0,004	0,056
benzo(a)antraceen	0,012	0,012	0,41	0,0019 *)
benzo(a)pyreen	0,001	0,012	0,006	0,0094 *)
benzo(k)fluorantheen	0,001	0,009	0,001	0,0075 *)
indeno(1,2,3cd)pyreen	0,002	0,002	0,002	0,0075 *)
benzo(ghi)peryleen	0,002	0,002	0,002	0,0056 *)
som PAK (10-VROM)	1,0	2,0	5,8	1,9
				*) berekende waarden liggen onder de rapportagegrens van de laboratoria en worden als toetswaarden naar boven bijgesteld.
BTEX	ug/l			
benzeen	2,4	1,9	1,4	0,94
xyleen	1,1	0,49	0,80	0,94
tolueen	0,13	0,08	0,14	4,7
ethylbenzeen	0,20	0,14	1,87	4,7
Fenolen	ug/l			
Fenolen (totaal)	0,18	0,18	0,20	0,94

Zettingen

Het bovenoppervlak van de compartimenten 11 en 12 zijn in juli en december 2008 2 keer ingemeten. Op basis van verschillen in metingen, varieerden de zettingen toen tussen 2,4 en 36 cm per jaar.



Tijdens nulmeting zijn in totaal 12 nieuwe zettingsbakens geplaatst. De situering daarvan is weergegeven in de onderstaande figuur. Het afvalpakket is ingemeten in augustus 2012, april 2013 en januari 2014. Zetting en klink bleken in de periode augustus 2012 tot april 2013 gemiddeld 2,8 cm per jaar (spreiding 1,0 tot 6,0 cm) en in de periode april 2013 tot jan 2014 gemiddeld 4,9 cm per jaar (spreiding 2,9 tot 7,3 cm/jaar). Hierbij is 1 uitschieter van 23,2 cm/jaar uit de berekening van het gemiddelde verwijderd.



Figuur 8: Situering van de zettingsbakens tijdens de nulmeting.

2.5 Conclusies

Op basis van de beschrijving van de stortplaats Braambergen en bijbehorende onderbouwende notities, zoals met betrekking tot de toetsing aan de criteria voor de levensduur van de onderafdichting, kan de overall conclusie worden getrokken dat de te verduurzamen compartimenten voldoen aan alle gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten voor het verduurzamen.



3 Keuze en uitwerking verduurzamingsmaatregel, benodigde vergunningen

3.1 Keuze systeem op hoofdlijnen

In het IPvA staan de verschillende maatregelen voor het verduurzamen beschreven, die zijn geselecteerd voor de keuze en uitwerking in de Deelplannen voor specifieke locaties. Uitgangspunt bij de selectie van de maatregelen is geweest, dat het moet gaan om technieken die in de praktijk reeds zijn toegepast en waarmee voldoende ervaring is opgedaan. De volgende basismaatregelen komen in aanmerking:

- Infiltreren: Door infiltratie worden de omstandigheden voor anaerobe omzetting in het afvalpakket verbeterd. Hierdoor zal de omzetting van organisch materiaal naar biogas worden versneld. Dit biogas kan vervolgens weer worden gewonnen en benut;
- Beluchten: Door beluchting van het afvalpakket worden de condities voor aerobe omzetting van organisch materiaal verbeterd. Het daarmee te initiëren proces is te vergelijken met composteren van GFT.
- Infiltreren en beluchten: Een combinatie van infiltratie en beluchting wordt gefaseerd uitgevoerd. In de eerste fase vindt infiltratie plaats en in de tweede fase de beluchting. Dit lijkt de meest effectieve methode om afval te verduurzamen, als het niet vergaand is gestabiliseerd. De keuze voor een combinatie is vooral aan de orde als door infiltratie onvoldoende effect wordt bereikt op één of meerdere componenten.

Belangrijkste criteria in de keuze voor infiltratie, beluchting of een combinatie van beide zijn a) de te verwachten effectiviteit voor realisatie van de doelstellingen, b) de daarmee gepaard gaande kosten en c) de flexibiliteit in de uitvoering.

- Ad a): de effectiviteit van de maatregel zal voornamelijk worden bepaald door de aard en samenstelling van het afvalpakket. In situaties waarbij weinig organisch materiaal in het afval aanwezig is, zal de effectiviteit van infiltratie (relatief) gering zijn. De verwachting is dat in veel gevallen een infiltratiestap moet worden gevolgd door een beluchtingsstap om het afvalpakket zodanig biologisch te stabiliseren, dat de doelstellingen kunnen worden gerealiseerd. Deze verwachting kan op dit moment echter niet met ervaringen worden onderbouwd;
- Ad b): infiltratie lijkt op basis van kosten vooral aantrekkelijk in situaties waarbij het afval niet vergaand is omgezet. De kosten voor infiltratie zijn dan relatief laag en kunnen deels weer worden 'terugverdiend' doordat extra biogas kan worden gewonnen en benut. Voor de infiltratie ligt het voor de hand om, naast het vrij infiltrerend neerslagoverschot, gebruik te maken van het vrijkomende percolaat. Na verloop van tijd zal echter een deel van dit percolaat moeten worden afgevoerd, c.q. geloosd. Ten behoeve hiervan zal naar verwachting een (voor)zuivering noodzakelijk zijn. Ook kan een behandeling van het percolaat noodzakelijk zijn voordat het wordt geïnfiltreerd of om oplading met verontreinigende stoffen te voorkomen of om stoffen toe te voegen die een positief effect hebben op de omzettingsprocessen in het afvalpakket. Het al dan niet noodzakelijk zijn van de behandlungsstap van het percolaat heeft een directe invloed op de kosten. Indien nog veel organisch materiaal in het afval aanwezig is, moet voor aerobe stabilisatie veel lucht worden ingebracht. Dit vraagt dan veel energie en is daardoor relatief duur. Indien het afvalpakket al verdergaand is gestabiliseerd, zijn de kosten voor beluchting in het voordeel ten opzichte van infiltratie.
- Ad c): starten met infiltratie heeft als voordeel dat op basis van periodieke evaluaties de effectiviteit van de maatregel kan worden beoordeeld en voor het vervolg op vrij eenvoudige wijze de infiltratie kan worden gecontinueerd, of aangepast. Ook kan worden overgeschakeld op beluchten, waarvoor doorgaans extra gasbronnen voor beluchting en gasonttrekking worden geplaatst. Dit geldt niet of in mindere mate voor het systeem van "overonttrekking". Gasbronnen kunnen fungeren als voorkeursbanen voor watertransport. Indien veel van deze verticale voorkeurskanalen aanwezig zijn, wordt het gelijkmatig verdelen van water door middel van infiltratie moeilijker. Het is technisch mogelijk om gasbronnen door injectie van toeslagstoffen ondoorlatend te maken. Technisch bestaat zodoende flexibiliteit om de aanpak te veranderen. Dit gaat gepaard met extra



kosten. Of de extra kosten inhibitief zijn, kan op dit moment niet worden beoordeeld. Door een goede voorselectie is de kans klein, dat de situatie zich voordoet waarin een dergelijke afweging gemaakt moet worden.

De keuze voor Braambergen

Voor de compartimenten 11 en 12 op Braambergen wordt gekozen voor beluchting als verduurzamingsmaatregel. Deze keuze komt voornamelijk voort uit de resultaten van de modelberekeningen over de afbraak van organisch materiaal. De totale hoeveelheid aan organisch materiaal in het afvalpakket is relatief beperkt. De uitgevoerde onttrekkingsproef duidt erop dat het rekenmodel waarschijnlijk een redelijke schatting geeft van de werkelijke hoeveelheid aanwezige organisch materiaal. De resterende gasvorming is dus erg laag (ongeveer 10-15 m³ per ha per uur²). Voor het beluchten is daardoor een beperkte hoeveelheid lucht nodig om het afvalpakket optimaal te stabiliseren.

Een systeem voor percolaatinfiltatie voorafgaand aan beluchten, brengt relatief veel kosten met zich mee, terwijl het nauwelijks leidt tot een kostenbesparing van het beluchten of van een verhoging van de effectiviteit. Daarom wordt afgezien van percolaatinfiltatie. De keuze voor uitsluitend beluchting wordt nog ondersteund door de volgende overwegingen:

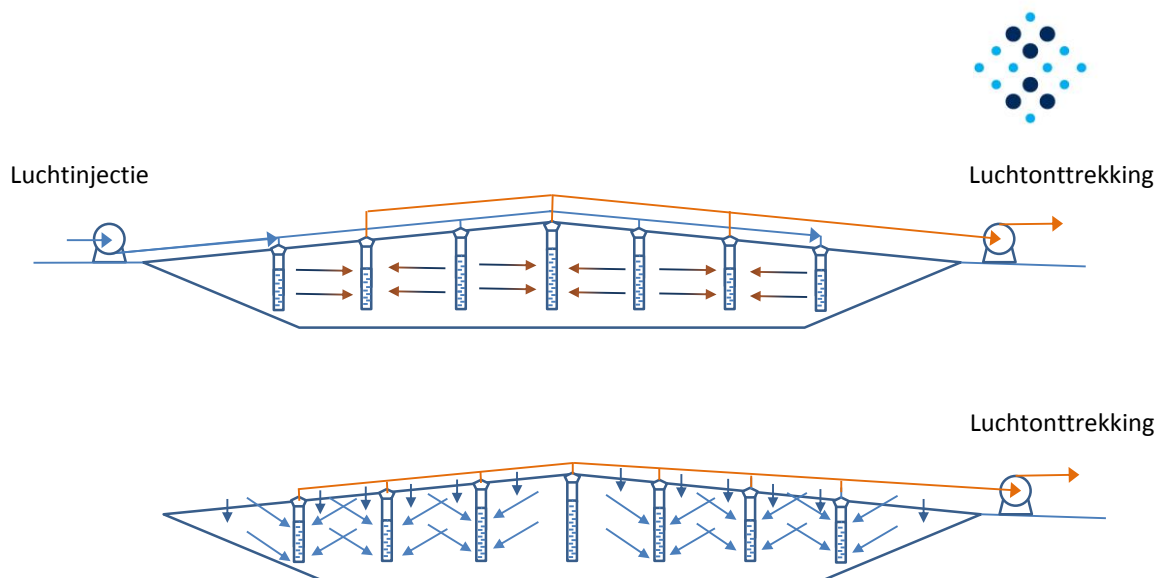
- De percolaatkwaliteit is relatief goed: de concentraties van CZV en N_{kj} zijn relatief laag; en de verhouding BZV/CZV eveneens. Dat is een extra indicatie dat de afbraak van organisch materiaal al verder gevorderd is.
- Op de compartimenten 11 en 12 wordt het gewonnen stortgas niet meer benut. Dus een toename van de gasvorming als gevolg van een eventuele percolaatinfiltatie leidt niet tot extra baten.

Afhankelijk van het gekozen systeem voor beluchting, is na installatie ervan beperkte flexibiliteit aanwezig om over te schakelen op andere maatregelen (infiltratie). Zo zullen, indien voor de beluchting het aantal verticale bronnen fors is uitgebreid, de aanwezige beluchtingsbronnen over de totale lengte moeten worden opgevuld bij een overgang naar infiltratie. Dit is technisch wel goed realiseerbaar, maar vrij kostbaar.

3.2 Ontwerp van het systeem voor beluchting

Voor de pilot op Braambergen worden nog twee technieken overwogen, te weten: lage-druk beluchting en overonttrekking, waarbij momenteel de voorkeur uitgaat naar overonttrekking. De keuze voor deze twee systemen wordt nader gemotiveerd door van Vossen et al. (2009). De voordelen van zowel lage-druk beluchting als overonttrekking zijn, dat ze elders (vooral in Duitsland) al in de praktijk zijn toegepast, kosteneffectief zijn, robuust blijken en de minste kans geven op ongewenste emissies naar de lucht, bijvoorbeeld van geur en methaan. Verder is de effectiviteit van deze systemen beter te monitoren dan die van de meeste andere systemen voor beluchting. Dat komt doordat de reactieproducten CO₂ en CH₄ worden onttrokken en de hoeveelheid daarvan in het leidingensysteem kan worden gemeten.

² Dit is ongeveer een kwart van de vorming per ha per uur op stortplaats De Kragge 2, waar voor percolaatinfiltatie als verduurzamingsmaatregel wordt gekozen.

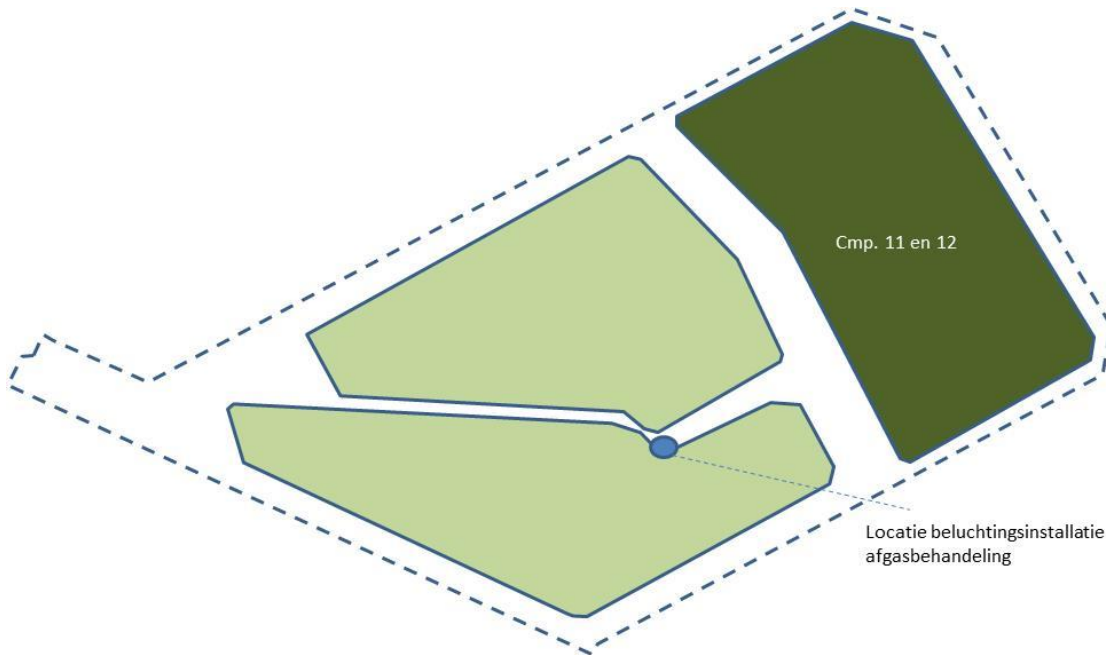


Figuur 9: Lage druk beluchting (boven) en over-onttrekken (onder) voor aerobe omzetting van organisch materiaal in een stortplaats

Beide systemen bestaan uit verticale buizen in het afvalpakket, waarvan het onderste deel van sleuven is voorzien. Bij 'over-onttrekken' wordt aan alle buizen veel meer gas onttrokken (5-10 keer zoveel) dan er in het afvalpakket aan stortgas wordt geproduceerd. Er wordt dan lucht door de toplaag heen het afvalpakket ingezogen. Bij 'lage-druk beluchting' wordt bij de helft van de buizen lucht ingeblazen; bij de andere helft wordt de lucht weer onttrokken, waarbij met een geringe overmaat wordt onttrokken. De methaan- en zuurstofconcentraties worden hierbij gemonitord en de beluchting wordt zodanig geregeld dat geen kans bestaat op overhitting van het afvalpakket. In beide systemen wordt een onderdruk in het afvalpakket gecreëerd waardoor ongecontroleerde emissies naar de atmosfeer worden vermeden. De afgevoerde lucht wordt nabehandeld, waardoor geur en resterende methaan onschadelijk wordt gemaakt.

Voor Braambergen gaat op dit moment de voorkeur naar overonttrekking. Overonttrekking is goedkoper, dan lage-druk beluchting. Alleen de verduurzaming verloopt waarschijnlijk wel wat langzamer, dan bij lage-druk beluchting. Afvalzorg heeft twee verduurzamingspilots in voorbereiding (op Braambergen en op Wieringermeer) en wil ervaring op doen met beide technieken. Omdat het resterend gehalte aan afbreekbare koolstof op Braambergen minder is als op Wieringermeer, wordt voor Braambergen gekozen voor de langzamere methode voor verduurzaming: overonttrekking.

Het systeem voor overonttrekking wordt gesitueerd tussen de twee westelijke heuvels van de stortplaats (zie Figuur 10). Op die plaats stond in eerdere instantie al een fakkelt voor verwerking van stortgas. Dat betekent dat een aantal voorzieningen en aansluitingen daar al aanwezig zijn. Het systeem voor beluchting bestaat uit een compressorstation met een capaciteit van 900 tot 1200 m³ per uur. De beluchting van de individuele bronnen kan worden ingeregeld in de bronkisten. Het compressorstation wordt geplaatst in een omkasting of een container. Daarnaast zal een systeem voor afgasbehandeling worden gerealiseerd. In eerste instantie zal dat systeem uit een fakkelt voor laag-calorisch gas bestaan. Indien het methaangehalte van het onttrokken gas kleiner wordt dan 15% zal een biofilter worden geplaatst. Beide technieken zijn bewezen technieken en hebben een voorspelbare, veelal lage geluidsproductie.



Figuur 10: Situering van de apparatuur voor overonttrekking op de stortplaats Braambergen

Voor Braambergen zal het ontwerp van de beluchting verder worden gedetailleerd, nadat van alle betrokken partijen instemming is verkregen (o.a. Green Deal) en uitvoering vanuit de regelgeving (Ministeriele regeling) wordt ondersteund. De nog te nemen stappen in het kader van de uitvoeringsvoorbereiding zijn:

- Opstellen programma van eisen. Het programma bevat een omschrijving van het te verduurzamen afvalpakket en de doelstelling voor verduurzaming. Daarnaast zal het eisen bevatten m.b.t. beheersing van risico's (veiligheid, geur- en methaanemissies) en zal het vragen om afdoende instructie/training van personeel van Afvalzorg in het bedrijven van de installatie;
- Op basis van het programma van eisen kunnen geselecteerde leveranciers hun systeem ontwerpen en dimensioneren en presenteren in een gedetailleerd projectvoorstel;
- Keuze definitieve aanbieder en systeem op basis van voorstellen. Bestaande ervaringen met ontwerp, realisatie en werking van beluchtingsprojecten zal een belangrijk criterium zijn in de keuze voor het systeem en de leverancier.

3.3 Beoordeling benodigde vergunningen voor realisatie van de pilot

Stortplaatsen zijn vergunningplichtige inrichtingen als bedoeld in artikel 1.1, derde lid, van de Wet milieubeheer (zie Besluit omgevingsrecht, bijlage 1, onderdeel C, categorie 28.1 sub c). Alle stortplaatsen vallen onder de categorie "Wm-inrichtingen". De "milieuvergunning" waarover een stortplaats moet beschikken, is per 1 oktober 2010 met de inwerkingtreding van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) van rechtswege opgegaan in de zogenaamde omgevingsvergunning. In de Wabo zijn ook andere vergunningen ingebed, zoals de oude bouwvergunning, sloopvergunning, aanlegvergunning etc. Een aantal vergunningen haken aan bij de Wabo zoals de vergunning in kader van de Natuurbeschermingswet of de ontheffing in kader van de Flora- en faunawet. Dit wil zeggen dat ze geen onderdeel zijn van de omgevingsvergunning, maar wel tegelijkertijd bij een aanvraag voor een omgevingsvergunning moeten worden aangevraagd. Ook de lozingsvergunning in kader van de Waterwet (zogenaamde watervergunning) haakt inmiddels aan bij de Wabo. Welk type vergunning nodig is kan worden gecheckt bij Omgevingsloket-online (OLO).



Om te bepalen welke vergunningen voor het uitvoeren van de pilots benodigd zijn, is de vergunningencheck uitgevoerd. Uitgangspunt voor de beoordeling is het ontwerp in de bovenstaande paragrafen. In de onderstaande tabel zijn de vergunningen opgenomen die op basis van ruime ervaring met stortplaatsvergunningen altijd aandacht behoeven. Ze kunnen worden ingedeeld in:

- Vergunningen waarvan op grond van de Deelplannen wordt verwacht dat ze benodigd zijn (zoals verandering inrichting);
- Vergunningen waarvan een toetsing is uitgevoerd aan lokale regelgeving (zoals aanlegvergunning bestemmingsplan);
- Vergunningen die mogelijk benodigd zijn, afhankelijk van het definitieve ontwerp (zoals bouwvergunning hekwerk);
- Vergunningen waarvan wordt verwacht dat ze niet benodigd zijn maar waarvan het raadzaam wordt geacht om daar nog een controle op uit te oefenen (zoals kapvergunning of ontheffing Flora- en faunawet).

In een vooroverleg zullen de benodigde vergunningen en de aan te leveren gegevens met het bevoegd gezag (voor alle stortplaatsen is dat in ieder geval GS van de provincie waarin de stortplaat is gelegen) worden afgestemd. Het is mogelijk dat bij de verdere detaillering naar ontwerp sprake is van nieuwe vergunningplichtige activiteiten. In dat stadium zal de vergunningencheck worden geactualiseerd. Uiteindelijk zal het definitieve ontwerp onderdeel zijn van de benodigde vergunningaanvra(a)g(en).

Tabel 8: Overzicht van vergunningen, die aandacht behoeven bij realisatie pilots

Mogelijk van toepassing zijnde activiteiten conform vergunningencheck Omgevingsloket-online ³	Toelichting	Type vergunning waar activiteit betrekking op heeft	Pilot Braambergen
Inrichting veranderen (milieu)	Betreft wijziging van activiteiten t.o.v. de vergunde situatie	Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het veranderen of veranderen van de werking of het in werking van een inrichting" (voorheen: milieuvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub e. Wabo)	<p>Het aanbrengen en in werking hebben van een systeem voor lage-druk beluchting past niet binnen de vigerende omgevingsvergunning (beschikking revisievergunning GS Noord-Holland van 29 december 2003 met kenmerk 2002-45823). Overonttrekking verschilt voor wat betreft de benodigde infrastructuur niet van reguliere gasonttrekking. Dit past wel binnen de vigerende vergunning.</p> <p>➔ Afhankelijk van het te realiseren systeem omgevingsvergunning nodig voor activiteit milieu</p> <p>Opmerking:</p>

³ www.omgevingsloket.nl



			Indien er als gevolg van de verandering geen grotere of nadelige effecten voor het milieu zijn, kan wellicht worden volstaan met een milieuneutrale verandering (kortere procedure). Geluidemissie compressor dient te worden doorgerekend.
Bouwen bouwwerk	Bouwwerk is elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct hetzij indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren	Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het bouwen van een bouwwerk" (voorheen: bouwvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub a. Wabo)	Er is sprake van een compressor en afgasbehandeling in één of meerdere omkastingen of containers Omgevingsvergunning nodig voor activiteit bouwen
Plaatsen erfafscheiding	Hekwerk > 1 m	Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het bouwen van een bouwwerk" (voorheen: bouwvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub a. Wabo)	Nog niet bekend, afhankelijk van definitieve ontwerp. Zo ja, meenemen in aanvraag voor bouwen bouwwerk
Werk of werkzaamheden uitvoeren	Betreft werken of werkzaamheden waarvoor op grond van het bestemmingsplan, beheersverordening, inpassingsplan, voorbereidingsbesluit of een exploitatieplan een <u>aanlegvergunning</u> nodig kan zijn. Hieronder vallen werken of werkzaamheden geen bouwwerk zijnde, bijvoorbeeld ophogen of afgraven van gronden, dempen of aanleggen van watergangen, <u>leggen van (buis)leidingen of drainage.</u>	Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijn, of werkzaamheden in gevallen waarbij dat bij een bestemmingsplan etc. is bepaald" (voorheen: aanlegvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub b. Wabo)	Volgens vigerende bestemmingsplan (Boswachterij Almeerderhout) is geen aanlegvergunning nodig



	aanbrengen van verhardingen of scheuren van grasland		
Wijzigen inrit	Indien een nieuwe toegang moet worden gerealiseerd om de pilot te bereiken	Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "uitweg maken" (art. 2.2 lid 1 sub e. Wabo)	n.v.t. (huidige toegangsweg volstaat)
Stoffen brengen in een oppervlaktewaterlichaam of op een zuiveringstechnisch werk	Betreft lozingen van afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen (zoals afvalwater of koelwater) op oppervlaktewaterlichamen, al dan niet via een voorzuivering	Watervergunning in kader van de Waterwet (art. 6.2 Wtw)	Volgens het Deelplan van Aanpak leidt de beluchting tot een afname van de hoeveelheid verontreinigende stoffen. CZV, NH4+ en microverontreinigingen in percolaat nemen waarschijnlijk af. De hoeveelheid percolaat wijzigt niet substantieel. Er is daarom geen aanpassing van de lozingsvergunning nodig.
Kappen van bomen	Indien bomen worden gekapt	Kapvergunning in kader van de Boswet c.q. Algemene plaatselijke verordening (APV)	n.v.t. (geen bomen aanwezig)
Ontheffing Flora- en faunawet	Indien sprake is van overtreding van verbodsbepaling uit de Flora- en Faunawet (bescherming planten- en diersoorten)	Ontheffing in kader van art. 75 Flora- en Faunawet	n.v.t. (vooralsnog geen sprake van beschermde planten en dieren)
Vergunning Natuurbeschermingswet 1998	Indien sprake is van gevolgen voor beschermd natuurmonument en/of Natura 2000 gebied	Vergunning in kader van de Natuurbeschermingswet (art. 16 of 19d Nbw 1998)	n.v.t. (geen Natura 2000 gebied in nabijheid stortplaats)



4 Hypotheses met betrekking tot omzettingsprocessen

In het basisdocument over het conceptuele stortplaatsmodel wordt gedetailleerde, maar wat meer kwalitatieve informatie gegeven over het verwachte verloop van deelprocessen in het afvalpakket. Momenteel is TUD bezig om op basis hiervan een integraal stortplaatsmodel te ontwikkelen, waarmee de ontwikkeling van het emissiepotentieel kan worden voorspeld, als functie van beheer en het al of niet implementeren van verduurzamingsmaatregelen. Momenteel is echter onvoldoende informatie beschikbaar om een dergelijk model van de meest relevante modelparameters te kunnen voorzien.

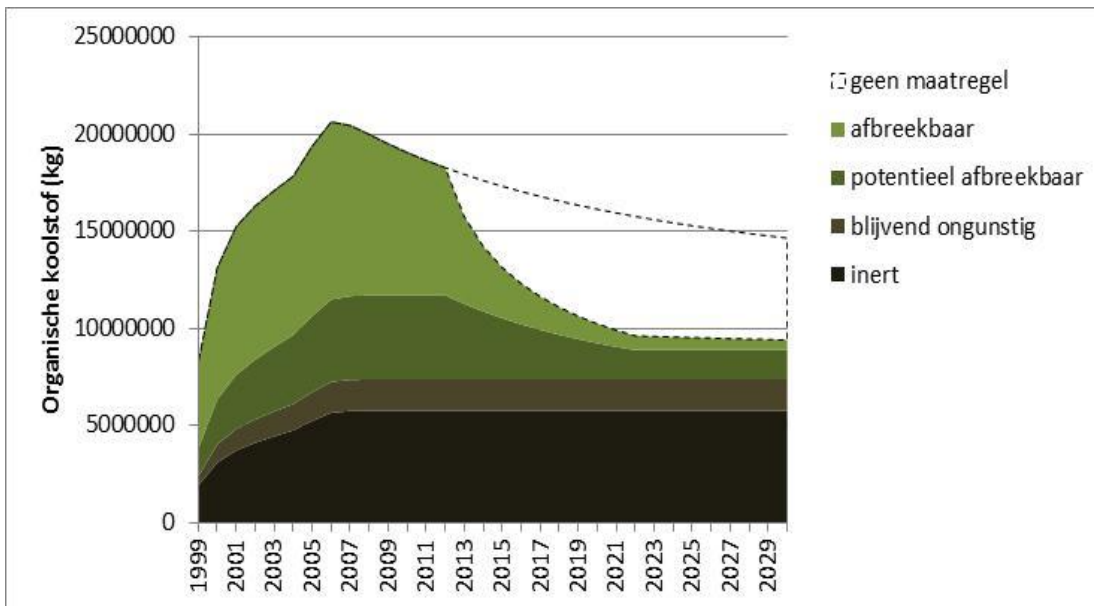
De kwantitatieve voorspelling in dit hoofdstuk is gebaseerd op een verregaand vereenvoudigde modellering. Voor zover inzichten nu zijn, zijn de resultaten niet strijdig met de inzichten, die zijn geformuleerd in het basisdocument. De vereenvoudigde modellering is gebaseerd op drie deelmodellen:

- Voor wat betreft de biologische afbraak van organisch materiaal in het afval wordt aangesloten bij de modellering van Ecofys. Deze modellering is op zijn beurt weer gebaseerd op de empirische modellen voor stortgasvorming, zoals die worden gebruikt voor dimensionering van projecten voor stortgaswinning en prognosticering van emissies van methaan;
- Uitspoeling van verontreiniging is gebaseerd op een eenvoudig model, waarbij wordt uitgegaan van één, ideaal gemengde doorspoelde fase. Het niet volledig effectief zijn van de doorspoeling (als gevolg van inhomogentiteiten, nalevering van specifieke componenten uit de vaste fase, etc.) wordt hierbij verdisconteerd door middel van correcties op de gerealiseerde L/S-verhouding;
- De vorming en afbraak van specifieke componenten (NH_4^+ en CZV) onder anaerobe of aerobe omstandigheden, zijn gebaseerd op kentallen. Deze kentallen zijn afkomstig van waarnemingen aan bestaande stortplaatsen, waarnemingen bij eerdere pilots duurzaam storten en claims van leveranciers van systemen voor beluchting.

4.1 Prognose afbraak organisch materiaal

De afbraak van organisch materiaal in het afvalpakket zal door beluchting zowel worden versneld als meer compleet gebeuren. Een completere afbraak zal leiden tot een verdergaande verlaging van het emissiepotentieel. De exacte relatie tussen beide is met de huidige kennis niet bekend. Dit betekent dan ook dat op dit moment niet kan worden aangegeven in welke mate de afbraak moet hebben plaatsgevonden om te spreken van een voldoende laag emissiepotentieel.

Ecofys (Luning en Oonk, 2011) heeft op basis van het gasvormingsmodel van Afvalzorg een hypothese opgesteld over het verloop en de mate van afbraak van organisch materiaal door beluchting op Braambergen. Hierbij wordt uitgegaan van zowel een verhoging van het deel van het organisch materiaal, dat wordt omgezet (een toename van de dissimilatie tot 70%), als een versnelling van de omzetting. Omdat de effectiviteit van beluchting nog niet goed bekend is, zijn bij het opstellen van de hypothesen drie scenario's beschouwd. Deze zijn gebaseerd op een pessimistisch, een neutraal en een optimistisch verwachtingsbeeld over de afbraak van de hoeveelheid organisch materiaal. Het resultaat hiervan voor midden-scenario staat weergegeven in Figuur 11. Op basis van het gemaakte onderscheid in afbreekbaarheid van het organisch materiaal blijkt uit de opgestelde hypothese dat de afbreekbare fractie door beluchting ook nagenoeg volledig zal worden afgebroken en de potentieel afbreekbare fractie substantieel. Omdat de mate van afbraak een belangrijke (maar in dit stadium nog onbekende) maat is voor het emissiepotentieel van het afvalpakket, zal het verloop ervan tijdens het experiment goed worden gevolgd. De mate van effectiviteit van het beluchting valt af te leiden uit het opgestelde beeld over de ontwikkeling van de hoeveelheid organische materiaal voor een situatie waarbij geen maatregelen worden uitgevoerd.

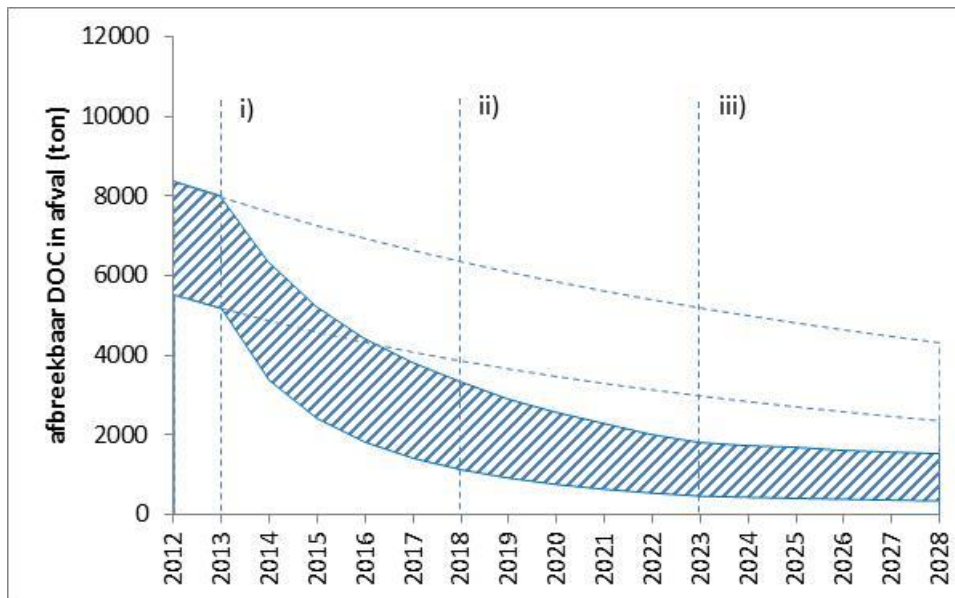


Figuur 11: totale hoeveelheid organische stof in het afvalpakket op compartimenten 11 en 12 bij beluchting, volgens het midden-scenario van Ecofys. Onderscheid is gemaakt organisch materiaal dat anaeroob niet afbreekbaar is (inert), potentieel afbreekbaar materiaal dat op een normale stortplaats niet afgebroken wordt, omdat de omstandigheden ongunstig blijven en (in lichtgroen) tenslotte de hoeveelheid daadwerkelijk afbreekbaar organisch materiaal. Uitgegaan is van implementatie van de verduurzamingsmaatregel in 2013. De stippellijnen geven het afbraakproces weer voor de situatie zonder en met maatregelen.

4.2 Hypothesen omzettingsprocessen

Door beluchting zullen (omzettings)processen in het afvalpakket worden geïntroduceerd en/of gestimuleerd die zullen leiden tot een belangrijke verlaging van het emissiepotentieel van het afval. Op basis van de aanwezige kennis over deze processen en beschikbare informatie over de stortplaats, inclusief het afval, van Braambergen zijn in het kader van dit Deelplan hypothesen opgesteld voor enkele van belang zijnde onderdelen van deze processen en de effecten daarvan. Hierbij wordt uitgegaan van een periode van 10 jaar beluchten. De hypothesen hebben betrekking op de volgende onderdelen:

- *Afbraak organisch materiaal:* Zoals blijkt uit Figuur 11 in paragraaf 4.1 leidt beluchting van het afval tot een versnelling van de afbraak van het goed afbreekbare organisch materiaal in het afvalpakket. De mate van afbraak heeft een (in)directe relatie met de afname van het emissiepotentieel van verontreinigende stoffen in het afval. De bandbreedte van het verwachte verloop van de afbraak staat in Figuur 12 aangegeven. Overeenkomstig de hypothese in paragraaf 4.1 blijkt, dat de goed afbreekbare fractie nagenoeg geheel kan worden afgebroken door beluchting. Uit het geschetste verloop in de figuur voor de situatie zonder maatregelen (referentiesituatie) ontstaat een goede indruk over de verwachte effectiviteit van de beide maatregelen.



Figuur 12: Ontwikkeling hoeveelheid afbreekbaar organisch materiaal in het afvalpakket. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel; (ii) tussentijdse toetsing in 2018 en (iii) einde beheersmaatregel. Gestippeld is de verwachte autonome ontwikkeling.

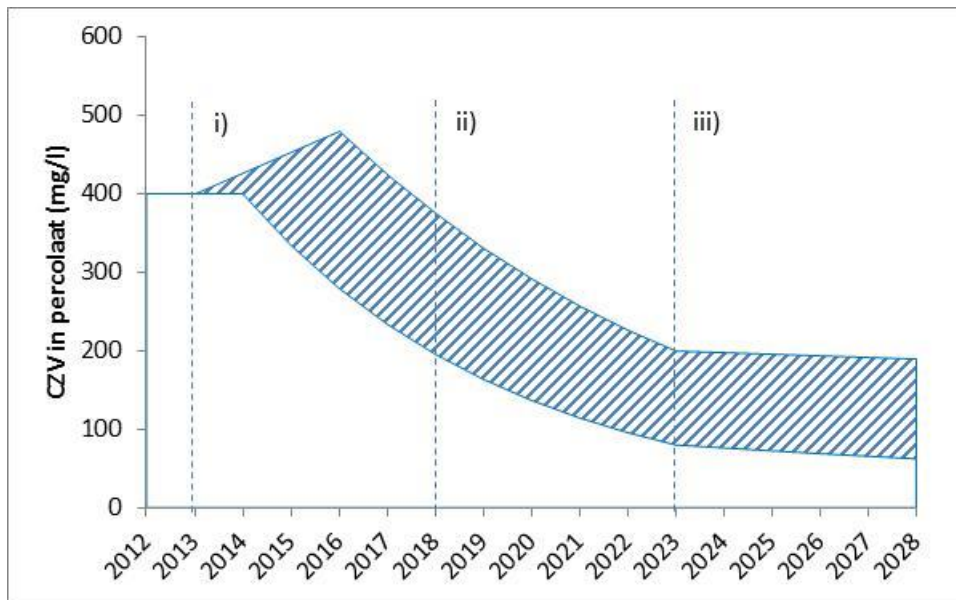
De opgestelde hypothese over het procesverloop van de afbraak is omgeven door een aantal onzekerheden.

De belangrijkste betreffen:

- Het model. Bij de berekeningen is het in paragraaf 4.1 genoemde rapport van Ecofys als uitgangspunt genomen. Alleen anders dan in het Ecofys-model wordt aangenomen dat de hoeveelheid organisch materiaal dat daadwerkelijk biologisch afbreekbaar is (de dissimilatie) niet verder toeneemt als gevolg van de verduurzamingsmaatregel. In de Ecofys-studie wordt deze mogelijkheid al genoemd. Op basis van bevindingen bij de test-cel op Landgraaf, lijkt dit ook daadwerkelijk het geval te zijn.
- De capaciteit van de verduurzamingsmaatregel. Bij beluchting is de hoeveelheid lucht per jaar een afweging tussen snelheid van verduurzaming en benodigde energie voor beluchting. Daarmee is ook de snelheid van afbraak bij beluchting afhankelijk van definitief ontwerp en gekozen bedrijfsvoering.

Naast de hypothesen voor afbraak van organisch materiaal in het afvalpakket zijn ook hypothesen opgesteld voor veranderingen van de percolaatkwaliteit als gevolg van de maatregelen. Het betreft de volgende:

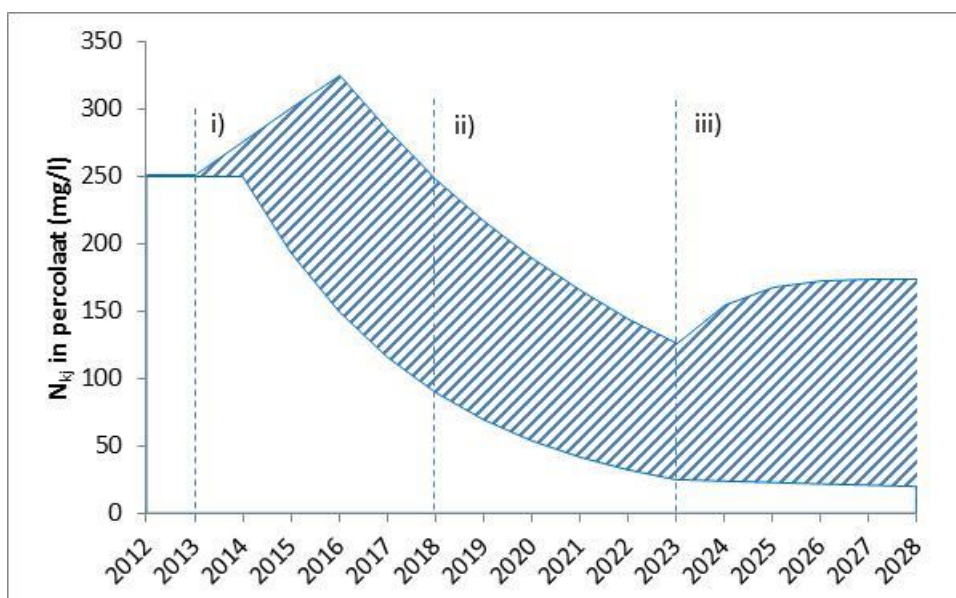
- *Afname chemisch zuurstofverbruik:* Afbraak van het organisch materiaal leidt tot een afname van de hoeveelheid aan verontreinigende stoffen, dat kan emitteren uit het afval. Een belangrijke parameter is het chemisch zuurstofverbruik (CZV). CZV correleert met de hoeveelheid gesuspendeerd organisch materiaal (DOC). DOC correleert op zijn beurt weer met de concentraties van veel zware metalen in het percolaat en ook met de zwaardere PAK. Een hypothese over de verwachte ontwikkeling van concentraties aan CZV in het percolaat staat als bandbreedte in Figuur 13 weergegeven.



Figuur 13: Ontwikkeling concentratie CZV in het percolaat. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel; (ii) tussentijdse toetsing in 2018 en (iii) verwacht einde beheersmaatregel rond 2023.

Het verwachte verloop van de concentraties aan CZV is gebaseerd op ervaringen met beluchting, als beschreven in de literatuur. De belangrijkste onzekerheid die aan de opgestelde hypothese zijn verbonden, betreft de kennisbasis, waarop vorming en afbraak van CZV is gebaseerd. Deze is erg smal. Er zijn slechts zeer beperkte ervaringen bekend op praktijkschaal, waarbij het effect van beluchting goed is gemonitord;

- *Afname ammoniumgehalten:* De gehalten aan ammonium (NH_4^+) worden beïnvloed door vorming, afbraak en uitspoeling. Een hypothese voor de verwachte ontwikkeling van de NH_4^+ -gehalte in het percolaat staat in de vorm van een bandbreedte weergegeven in Figuur 14. Na afloop van de beheersmaatregel bestaat de kans dat de NH_4^+ -concentraties weer wat toenemen, als een deel van de NH_4^+ wordt opgenomen in bacteriële biomassa en pas na afloop van de beluchting weer wordt vrijgegeven.

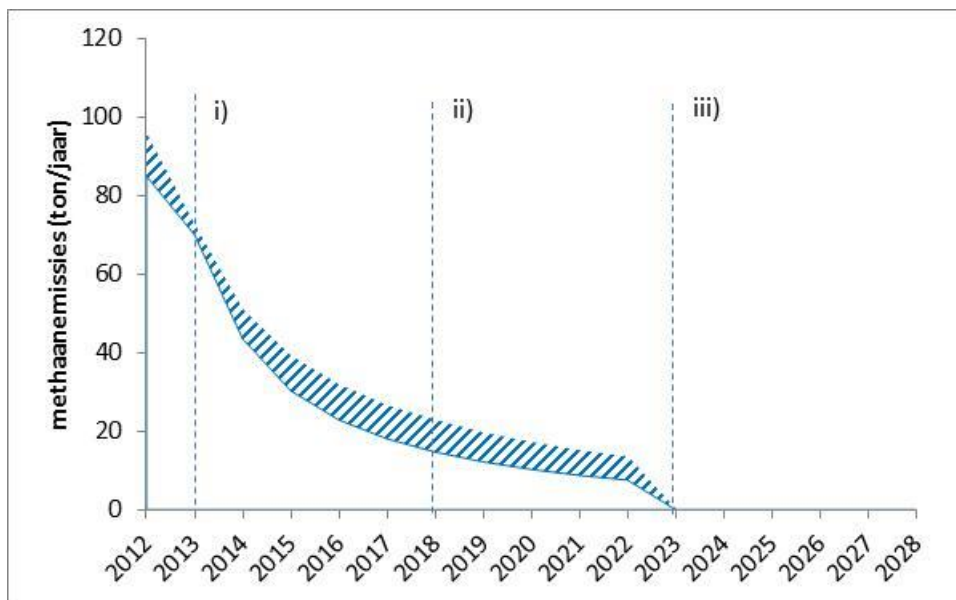




Figuur 14: Ontwikkeling concentratie NH_4^+ in het percolaat . De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel (i); (ii) tussentijdse toetsing in 2018 en (iii) verwacht einde beheersmaatregel.

De beschrijving van de ontwikkeling van de NH_4^+ -gehalten is gebaseerd op hetzelfde model als gebruikt voor de CZV-bepaling. De onzekerheden zijn dezelfde als genoemd bij de beschrijving van CZV.

- *Afname organische microverontreinigingen:* Een voorspelling van de de verwijdering van organische microverontreinigingen kan alleen op meer kwalitatieve wijze worden gegeven, gebaseerd op eenvoudige modellering van biologische afbraak, associatie/dissociatie met vast en gesuspendeerd organisch materiaal, uitspoeling en strippen. Voor alle organische micros's valt bij beluchting een reductie in concentraties te verwachten. BTEX (zoals benzeen) en gechlorideerde vluchtige organische componenten (VOX, zoals vinylchloride, tetra en tri) lijken het effectiefst te worden verwijderd. Deze componenten worden gestript met de beluchtingslucht en worden onder aerobe omstandigheden snel afgebroken. PAK-concentraties in het percolaat worden gereduceerd, doordat hun mobilisatie met DOC wordt gereduceerd. Voor de lichtere PAK (naftaleen tot antraceen) geldt bovendien, dat ze onder aerobe omstandigheden vrij snel worden omgezet. Voor zwaardere PAK is afbraak weliswaar wat langzamer, maar onder anaerobe omstandigheden nog steeds goed mogelijk.
- *Verloop methaanemissie:* Een hypothese voor de verwachte ontwikkeling van de methaanemissies staat binnen een zekere bandbreedte in Figuur 15 weergegeven. Uit de figuur kan worden afgeleid, dat ze in absolute zin laag zijn en ook vrij snel verder afnemen.



Figuur 15: Ontwikkeling van de methaanemissies. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel; (ii) toetsing in 2021 en (iii) verwacht einde beheersmaatregel.

4.3 Conclusies ten aanzien van hypothesen

De in het voorgaande gepresenteerde hypothesen geven slechts een indicatie over het mogelijke verloop van gehalten aan stoffen tijdens de uitvoering van het experiment. Of het werkelijke verloop zich binnen de gepresenteerde bandbreedte zal afspelen is onder meer afhankelijk van de effectiviteit van de maatregelen. Zeker is



dat het verloop in kleinere tijdseenheden (weken/maanden) een grillig patroon zal vertonen en dat binnen grotere tijdseenheden (jaren) de ingezette trends kunnen wijzigen.

De opgestelde hypothesen vormen een belangrijk hulpmiddel bij het monitoren en het beoordelen van het procesverloop (zie tevens hoofdstuk 8). Tijdens de uitvoering van het experiment zal worden bezien in welke mate de hypothesen kunnen of moeten worden bijgesteld en in hoeverre hieruit 'lering' kan worden getrokken over het daadwerkelijke verloop van het emissiepotentieel van het afvalpakket en van gehalten aan stoffen in het percolaat. Daarnaast biedt het een goed hulpmiddel bij de sturing van de processen. Zo kan uit een vergelijking van de hypothesen met het werkelijke verloop worden bepaald of en zo ja, wanneer bijsturing door aanpassing van de maatregelen gewenst of noodzakelijk is. Ook kan uit de trend van het optredende verloop tijdig een indicatie worden verkregen of afronding van het experiment binnen de gestelde looptijd van 10 jaar mogelijk is, dan wel dat de periode te kort is (voor bepaalde parameters). In het laatste geval kan dan tevens worden beoordeeld of het verlengen van het experiment gewenst en ook doelmatig is. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als het verloop in de laatste fase van het experiment nog een duidelijke neerwaartse trend vertoont. Het is echter veel minder het geval indien vóór het einde van het experiment al sprake is van een sterke afvlakking van het verloop van de gehalten aan stoffen boven het niveau van de emissie toetswaarden.

Tenslotte wordt opgemerkt dat alle ervaringsgegevens weer kunnen/zullen worden gebruikt bij de uitvoering van toekomstige verduurzamingsprojecten. Dit betekent dat de resultaten van het experiment nauwgezet zullen worden gedocumenteerd en worden geanalyseerd zowel tijdens als na afronding ervan.

In hoofdstuk 5 wordt meer in detail ingegaan op de mogelijke effecten van de maatregelen en in hoofdstuk 8 op de meetstrategie en de monitoring.

4.4 Verwachtingen ten aanzien van het eindresultaat

Tabel 9 geeft een inschatting van de mogelijke reductie van concentraties in het percolaat in relatie tot de noodzakelijke reductie om te voldoen aan de ETW's. De belangrijkste mechanismes van de veronderstelde reducties zijn daarbij eveneens vermeld. Voor een inhoudelijke beschrijving van deze mechanismes, zie hoofdstuk 8 in het IPvA. De prognose voor de reductie voor N_{kj} en Cl^- is gebaseerd op de eenvoudige modellering, zoals beschreven in paragraaf 4.2.

De inschatting van de effectiviteit op concentraties aan zware metalen in het percolaat is gebaseerd op conclusies van de pilotproef op Landgraaf (Oonk, 2013). Bij deze proef is de verandering in uitloogbaarheid gemeten van afval als gevolg van percolaatinfiltratie en beluchting. De bedrijfsvoering bij de pilot in Landgraaf wijkt op een aantal essentiële punten af van de voorgenomen bedrijfsvoering bij Braambergen. Om die reden zijn de resultaten geëxtrapoleerd in een expert-judgement.

De effecten op concentraties aan organische micro's zijn verkend met behulp van het model MOCLA (Kjeldsen en Christensen, 2001). Met dit model kunnen de belangrijkste fysische verwijderingsroutes (strippen, uitspoelen en afname DOC-complexering) worden ingeschat voor iedere afzonderlijke component. In aanvulling daarop is een inschatting gedaan van de biologische omzetting van de component onder aerobe omstandigheden.



Tabel 9: Samenvatting haalbaarheid ETW voor Braambergen

	mechanismen achter de reductie	inschatting realiseerbare reductie	noodzakelijke reductie
Zware metalen			
arseen	n.b. ¹⁾		geen
cadmium	n.b. ¹⁾		geen
chromium	n.b. ¹⁾		geen
koper	n.b. ¹⁾		geen
nikkel	afname DOC-complexering	>60%	~30-50%
lood	n.b. ¹⁾		geen
zink	n.b. ¹⁾		geen
kwik	n.b. ¹⁾		geen
Macro's			
chloride	spoeling	5-10%	40%
sulfaat	vorming bij beluchting	0%	0-10%
N _{ki}	beluchting	50-90%	75%
Organische micro's			
minerale olie	n.b. ¹⁾		
VOX	strippen, aerobe afbraak	>95%	90%
PAK	afname DOC complexering, aerobe afbraak	>90%	97%
BTEX	strippen, aerobe afbraak	>95%	60%
fenolen	aerobe afbraak	>> 90%	0%

¹⁾ n.b: niet in beschouwing genomen aangezien aanwezige concentratie al voldoen aan de ETW's.



5 Effecten

Verontreinigingsgraad afval in relatie tot percolaatkwaliteit

De verdergaande afbraak van organisch materiaal heeft invloed op de verontreinigingsgraad van het afval. De fysisch-chemische achtergrond hiervan staat beschreven in het IPvA. In hoofdstuk 4 wordt de betekenis van de afbraak op de verontreinigingsgraad van het afval beschreven en wordt een doorkijk gegeven naar de concentraties in het percolaat. Voor nadere informatie hierover wordt naar het vorige hoofdstuk verwezen.

Zettingen

Als gevolg van versnelde biodegradatie kunnen de zettingen van het afvalpakket toenemen (verdergaande mechanische stabilisatie van het afval). Het versnellen van de zettingen vormen niet het primaire doel van de verduurzamingsmaatregel. Voor Braambergen zijn versnelde zettingen echter mogelijk wel gunstig, omdat nieuw ruimtelijk gebruik van de stortplaats eerder mogelijk is. Zettingen op Braambergen variëren tussen 2 en 36 cm per jaar (éénmalig gemeten in 2008). In de haalbaarheidsstudie voor Braambergen (CDM, 2011) wordt de verwachting uitgesproken dat zettingssnelheden kunnen verdubbelen ten opzichte van een scenario zonder beluchting. Na afloop van beluchting zullen de residuele zettingen verwaarloosbaar klein zijn.

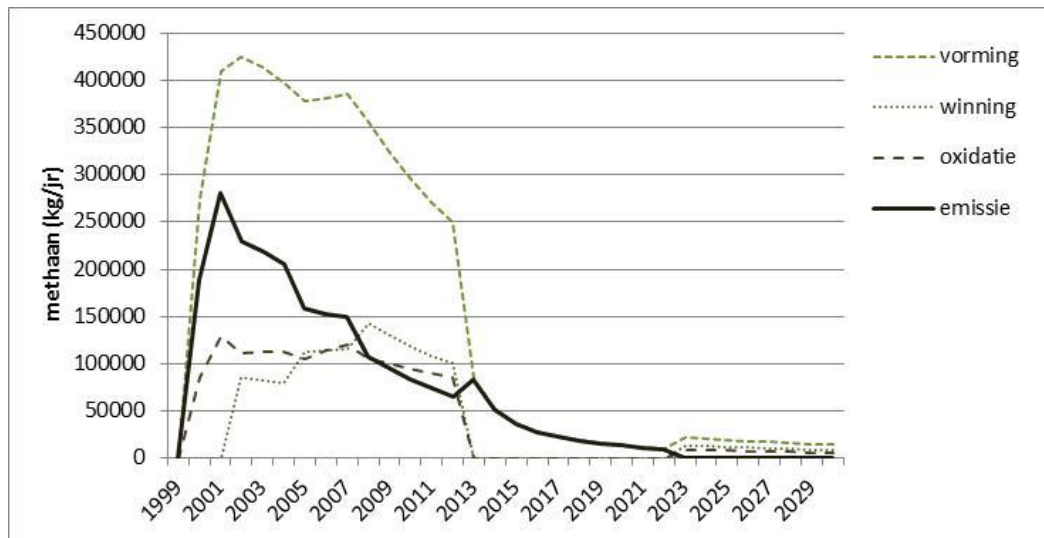
Het optreden van zettingen kan wel van invloed zijn op het verloop van de omzettingsprocessen, omdat door compactering van het afval voorkeurskanalen zich na verloop van tijd kunnen verplaatsen (zie onderstaand).

Permeabiliteit afvalpakket- voorkeurskanalen

Alhoewel beluchting niet is bedoeld om de voorkeurskanalen te beïnvloeden, zal dit wel invloed hebben op de permeabiliteit van het afvalpakket, de scherpte van voorkeurskanalen en de nalevering van verontreinigingen uit niet doorstroomde delen. Beluchting leidt tot verwijdering van vast organisch materiaal, dat door beluchting wordt omgezet naar gasvormige componenten. Beluchting leidt echter ook tot versnelde zettingen, waardoor de ruimte die vrijkomt door verdwijnen van vast organisch materiaal weer geheel of gedeeltelijk wordt opgevuld. Door verdergaande biodegradatie zal grover organisch materiaal verpulveren, waardoor de gemiddelde deeltjesgrootte in het afval wordt gereduceerd.

Emissies methaan

De methaanemissies bij beluchting van compartimenten 11 en 12 worden nader gekwantificeerd in de studie van Ecofys (Luning en Oonk, 2011). De resulterende ontwikkeling van vorming, winning en emissie van methaan is voor een midden-scenario weergegeven in Figuur 16.



Figuur 16: methaanemissies van compartiment 11 en 12, voorafgaand en tijdens de beluchting.

De methaanemissie lijkt niet of nauwelijks te worden beïnvloed door de verduurzamingsmaatregel. Belangrijk hierbij is dat de manier waarop methaan vrijkomt wel verandert. In de periode voor beluchting, wordt de methaan in het afvalpakket geproduceerd. Een deel hiervan wordt onttrokken; een ander deel komt diffuus via de toplaag vrij naar de atmosfeer. Tijdens de beluchting, wordt het afvalpakket zoveel mogelijk onder onderdruk gehouden. Dit gebeurt door meer lucht te onttrekken dan wordt geïnjecteerd. Hierdoor zal diffuus lucht worden ingezogen en zullen de diffuse emissies van methaan drastisch worden gereduceerd. Eventueel methaan, dat bij beluchting toch nog wordt gevormd (in pockets die als gevolg van incomplete beluchting anaerob blijven), zal vooral terechtkomen in de verzamelleiding van de luchtonttrekking.

De methaanemissie tijdens de maatregel wordt dan ook bepaald door effectiviteit van de beluchting (dus de mate waarin anaerobe pockets worden voorkomen) en de manier waarop de onttrokken lucht wordt nabehandeld. Voor de methaanemissies tijdens beluchting is in de Ecofys-studie aangenomen dat 5% van het afgebroken organische materiaal uiteindelijk leidt tot methaanemissie. Dit komt overeen met ongeveer 1 vol% aan CH₄ in het onttrokken gas en een verwijderingsrendement van 50% van de methaan in de afgasbehandeling. In geval het gas wordt verwerkt in een laag-calorische fakkelt, zoals in dit deelplan beschreven staat, dan geeft Figuur 16 een overschatting van emissies.

Zoals in Figuur 16 is weergegeven, neemt de diffuse emissie van methaan af. Een methaanoxiderende toplaag reduceert alleen deze diffuus optredende emissies. In geval van een succesvolle beluchting resulteren deze methaanoxiderende toplagen niet in een extra emissiereductie van methaan.

Geur

Op dit moment is geen sprake van waarneembare geuremissie uit het noordoostelijke stortlichaam van stortplaats Braambergen. Uit een eerder project op een ander deel van de stortplaats Braambergen (proefneming met beluchting door middel van een Smell-Well systeem) en bij beluchting op de Zeeasterweg (Lelystad) (Jacobs et al., 2003) blijkt dat dat als gevolg van beluchting de bestaande geuremissies van een stortplaats nog significant (>80%) gereduceerd wordt. Een mogelijke bron voor geur is de beluchtingslucht, die wordt onttrokken. Deze lucht wordt nabehandeld in een afgasreinigingsinstallatie, waarbij geur wordt verwijderd. Het functioneren van de afgasreiniging wordt bewaakt. Vanuit het afvalpakket zelf wordt geen toename van geuremissies verwacht. Dit afvalpakket wordt onder onderdruk gehouden, waardoor diffuse emissies zullen afnemen. Daarnaast worden anaerobe



omstandigheden voorkomen, waardoor ook de vorming van geurende componenten wordt onderdrukt. Tijdens het project zal dit echter wel worden gevalideerd. Tijdens reguliere inspecties zal worden gelet op vrijkomende geuremissies en indien geuremissies optreden kunnen snuffelploegmetingen worden uitgevoerd. Indien noodzakelijk zullen maatregelen worden getroffen om geuremissies tot een acceptabel niveau te reduceren.

Geluid

Tijdens het experiment zullen maatregelen worden genomen om de geluidsproductie van de maatregel te beperken. Dit zal zodanig gebeuren, dat geluidsoverlast zal optreden naar de omgeving. Er zal worden gewerkt binnen de grenzen in de huidige gestelde vergunningen (zie paragraaf 9.1.2).



6 Bedrijfsvoering algemeen

Bij de bedrijfsvoering wordt onderscheid gemaakt in de mate waarin eventuele aanpassingen ervan doorwerken naar de maatregelen zelf. Globaal worden hierin drie niveaus onderscheiden:

- *Bijregelen*: het bijregelen van het systeem gebeurt met een frequentie van een week tot een maand. Dit bijregelen heeft met name betrekking op bijvoorbeeld de werking van het aanwezige systeem, zoals het bijstellen van de verdeling van lucht over de beluchtingsbronnen en de zuigdruk op de bronnen voor afvangst van de beluchtingslucht, alsmede het wisselen van de functie van luchtinjectie- en onttrekkingsbronnen.
- *Aanpassen*: het aanpassen gebeurt met een frequentie van een maand tot een jaar. Aanpassingen kunnen betrekking hebben op de keuze voor wijziging van de wijze van beluchting: een verhoging of verlaging van de hoeveelheid lucht voor beluchting of bijplaatsen of uitschakelen van specifieke bronnen;
- *Herzien*: het herzien van een ingezette strategie gebeurt met een frequentie van 2 tot 5 jaar. Hierbij gaat het vooral om een keuze tussen verduurzamingsroutes, zoals doorgaan met beluchting of bijvoorbeeld overgaan tot infiltratie.

6.1 Bijregelen van het systeem

Belangrijkste aandachtspunt voor de reguliere bedrijfsvoering van de beluchting is dat de omzetting van organisch materiaal optimaal (in termen van tijd en volledigheid) verloopt. In geval van beluchting zijn belangrijke doelstellingen voor de regeling van de beluchting de effectiviteit van beluchting (maximale benutting van de ingebrachte zuurstof), een zo laag mogelijk energieverbruik en de veiligheid van het systeem.

De manier waarop het systeem wordt bijgesteld, zal nader worden ingevuld tijdens het uitwerken van het definitieve ontwerp. In het programma van eisen zullen deze criteria worden benadrukt en zal ook expliciet worden gevraagd om duidelijke instructies voor de reguliere bedrijfsvoering. Daarmee zullen deze instructies integraal onderdeel zijn van het te leveren systeem voor beluchting.

6.2 Aanpassen van het systeem

De voortgang en effecten van de beluchting zullen worden gevolgd en eventueel worden bijgesteld. Uitgangspunt voor bijsturing is, is het realiseren van een zo homogeen mogelijke beluchting en een zo snel mogelijke aerobe afbraak van het organisch materiaal tegen acceptabele energievraag. Uitgegaan wordt van eerder binnen duurzaam storten opgebouwde kennis, waarbij is geconcludeerd dat afbraak van biologisch materiaal uiteindelijk leidt tot een afname van het uitloog- en emissiepotentieel. Aanname is, dat een snellere en meer complete afbraak van organisch materiaal leidt tot een verdergaande reductie van uitloog- en emissiepotentieel. Pas tijdens de tussentijdse evaluatie na 5 jaar, wordt een verband gelegd met de haalbaarheid van de doelstellingen van het project.

Monitoring en bijstelling gebeurt grotendeels aan de hand van de parameters, die uiteindelijk ook zullen worden gebruikt voor de tussentijdse evaluatie:

- De technische mogelijkheden om voldoende te kunnen beluchten. De permeabiliteit van het afval en het beschikbare porievolume kan lager zijn dan verwacht, waardoor beluchting moeizamer verloopt. Indien dit het geval is, staat men voor de keuze om dit te accepteren, of bijvoorbeeld meer bronnen bij te plaatsen.
- De waargenomen versnelling van de biologische afbraak, waarvan de hoeveelheid onttrokken lucht en de samenstelling daarvan de belangrijkste indicator is. Indien de waargenomen versnelling minder is dan verwacht kan men meer lucht injecteren of bijvoorbeeld de verdeling van lucht over de bronnen wijzigen (lokaal meer beluchten)



De verantwoordelijkheid voor het bijstellen van de pilot ligt bij het projectteam van Afvalzorg. Behoudens bijsturing om acute risico's te voorkomen, zullen monitoringgegevens periodiek worden verzameld, beoordeeld en bediscussieerd. Aan de hand van deze discussies kan worden besloten tot bijstelling. Periodiek kan variëren van tweewekelijks tot driemaandelijks, afhankelijk van de fase waarin het project zich bevindt. Tijdens de opstart en tijdens grote wisselingen van beluchtingsregime zal de situatie frequenter worden beoordeeld. Als het systeem probleemloos stationair loopt, dan kan men volstaan met een minder intensieve monitoring.

6.3 Herzien van het systeem

De voortgang van het experiment wordt periodiek en in ieder geval in meer formele zin na 5 jaar geëvalueerd. Op dat moment zal een keuze worden gemaakt voor continuering van de beluchting. Deze keuze zal worden gebaseerd op de waargenomen voortgang van biologische stabilisatie en de effecten daarvan op de percolaatkwaliteit. Hierbij zullen de volgende overwegingen een rol spelen:

- De technische mogelijkheden om voldoende lucht te kunnen injecteren, verdeeld over alle beluchtingsbronnen en gedurende langere tijd
- De waargenomen versnelling van de biologische afbraak. Deze kan worden vastgesteld op basis van metingen van de hoeveelheid en samenstelling van de onttrokken lucht. De waargenomen versnelling is een indicatie van het succes van beluchting. Op basis van een massabalans voor afbreekbare organische koolstof kan een schatting worden gemaakt van de resterende hoeveelheid biodegradeerbaar organisch materiaal;
- Indicatoren van een versnelde afbraak, zoals warmteontwikkeling en vrijkomen met de onttrokken lucht en zettingen en ook de gelijkmatigheid waarmee deze optreden;
- Ontwikkeling van de percolaatkwaliteit in tussentijdse toetsingen op ETW.

Op dit moment is nog niet duidelijk welk gewicht aan elk van de overwegingen moet worden toegekend bij de te nemen beslissing en of daarbij ook nog andere overwegingen moeten worden betrokken. Uitgangspunt is het beste perspectief voor het kunnen realiseren van de doelstellingen. Het kan daarbij mogelijk zijn dat er bijvoorbeeld voor slechts twee van de overwegingen een positief resultaat wordt bereikt en dat toch als zinvol wordt beoordeeld om door te gaan met beluchting. Ook kan het mogelijk zijn dat de biologische afbraak duidelijk wordt versneld, maar dat nog geen duidelijk effect wordt waargenomen op de percolaatkwaliteit. In zo'n geval is het goed mogelijk dat de percolaat-concentraties tijdelijk verhoogd zijn/blijven, als gevolg van de toegenomen biologische activiteit. Na een periode van 5 jaar zal een goede analyse moeten worden gemaakt van alle relevante parameters om vervolgens een gemotiveerde beslissing te nemen over het vervolg.



7 Risico's en risicobeheersing

In het IPvA is een risicoanalyse uitgevoerd voor zowel infiltratie als beluchting. Hierbij is zowel gekeken naar de milieurisico's met uitstraling naar de omgeving (omgevingsrisico's) als naar de risico's voor het welslagen van het project (bedrijfsrisico's). De totale risicoanalyse staat weergegeven in Bijlage 1 van het IPvA.

7.1 Omgevingsrisico's

In bijlage 1 van het IPvA staat een samenvatting van verhoogde milieurisico's met betekenis voor de omgeving. Tabel 10 is gebaseerd op deze samenvatting, alleen is Tabel 10 beperkter van omvang, omdat die tabel in het IPvA de risico's weergeeft van zowel percolaat-infiltratie als beluchting. Op Braambergen zal alleen worden belucht en daarom zijn alleen de risico's in Tabel 10 relevant. Voor risicobeheersing staat in de onderstaande tabel staan een aantal activiteiten met betrekking tot monitoring en inspectie weergegeven. De frequentie van monitoring of inspectie wordt nader gespecificeerd in het overzicht van alle monitoring- en inspectieactiviteiten van het project. De resultaten zullen periodiek worden gerapporteerd aan de vergunningverlener, zoals vastgelegd in het communicatieplan.

Tabel 10: Samenvattend overzicht verhoogde milieurisico's voor beluchting en de beheersing ervan op Braambergen.

Risico's	Beheersing risico
<p>Algemeen</p> <p>Emissies van verontreinigingen via het percolaat kunnen leiden tot een belasting van bodem en grondwater. Vereiste voor het uitvoeren van een pilot is dat een goed functionerende onderafdichting aanwezig is, alleen blijft de kans op lekkage door de onderafdichting aanwezig. Bij beluchting bestaat de kans dat een eventuele belasting van bodem en ondergrond wordt verhoogd. In de beginfase van de beluchting kan het percolaat namelijk meer verontreinigd raken, waardoor in geval van eventuele lekkage de bodem en ondergrond sterker kan worden belast.</p>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>Emissies naar bodem en grondwater worden geminimaliseerd door de waterstand op de onderafdichting te minimaliseren. Door laag houden van het niveau in de pompputten wordt de waterstand op de onderafdichting continu geminimaliseerd en is geen aanvullende actie noodzakelijk. De werking van het drainagesysteem is in de afgelopen jaren periodiek gemonitord, door controle op waterspiegels in de gasbronnen. Het systeem bleek goed te werken. Deze controle wordt tijdens de pilot gecontinueerd. Daarnaast wordt lekkage door de onderafdichting gemonitord door middel van monsternamen uit de controledrains en analyse van het daar opgevangen water. Mocht door de pilot de lekkage toenemen, dan zal dat worden waargenomen.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i></p> <p>Mocht de waterstand op de onderafdichting toch oplopen zal de beluchting worden uitgezet en de werking van individuele percolaatdrains worden geverifieerd en eventueel hersteld.</p> <p><i>Verslaggeving en overleg</i></p> <p>Significante incidenten (zoals uitbraken van percolaat) zullen direct aan het bevoegd gezag worden gemeld als ongewoon voorval op basis van de omgevingsvergunning of de Wet milieubeheer. Daarnaast worden alle waarnemingen samengevat in de periodieke rapportage aan het bevoegd gezag (zie ook hoofdstuk 10). Dit heeft betrekking op de niveaus waarbij de pompen in de pompputten in en uit worden geschakeld, worden in een logboek vastgelegd. Veranderingen aan deze regeling, of storingen in het</p>



Risico's	Beheersing risico
	<p>systeem zullen ook in dit logboek worden genoteerd. De frequentie, waarmee pompen in en uit worden geschakeld, wordt automatisch geregistreerd in het data-aquisitiesysteem. Uit deze frequentie en het hoogteverschil tussen in- en uitschakelen van de pomp kan een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid percolaat, die dagelijks is verpompt. Deze schatting kan worden vergeleken met de reguliere schatting en ook dit levert een validatie van de werking van het systeem. Ook de gemeten concentraties in de controledrains maken deel uit van de periodieke rapportages.</p>
<p>Specifieke risico's bij beluchting</p> <ul style="list-style-type: none"> Uitval van het systeem voor behandeling van de lucht uit de aerobe stortplaats kan leiden tot onacceptabele extra methaan en geuremissies. 	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>Onderdeel van het systeem voor beluchting is een afgasbehandeling, waarmee geuremissies tot een acceptabel niveau kunnen worden teruggebracht. Hiermee zullen ook eventuele methaanemissies worden gereduceerd, voor zoverre dat op kosteneffectieve wijze mogelijk is. Het functioneren van de afgasbehandeling zal op afstand worden bewaakt.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i></p> <p>Bij uitval wordt per SMS de technische dienst gealarmeerd. De afgasbehandeling zal vervolgens worden herstart. Als een snelle herstart niet mogelijk is, zal de beluchting gedurende het herstel van de afgasbehandeling worden stopgezet.</p> <p><i>Verslaglegging en overleg</i></p> <p>De werking van het systeem voor afgasbehandeling en eventuele storingen hierin zullen worden gerapporteerd in de periodieke rapportages.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Vorming explosief mengsel van methaan in lucht, vooral tijdens de opstart. 	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>De samenstelling van de onttrokken lucht zal continu worden bewaakt, waarbij de regeling zodanig wordt ontworpen dat de samenstelling van de onttrokken lucht zodanig is, dat er met zekerheid geen gevaar voor explosie zal bestaan. Bij de beschrijving van het beheer van de installatie in hoofdstuk 3 is een protocol weergegeven voor de opstart, waardoor deze veilig kan verlopen.</p>

7.2 Monitoring en beheersing van milieurisico's en voorstel voor handhaving.

Voor de handhaving (in de zin van publiekrechtelijke handhaving door de desbetreffende afdeling van de provincie) zijn bovenal de omgevingsrisico's van belang. De omgeving dient geen hinder te ondervinden en milieurisico's dienen onder controle te zijn. Hierboven zijn de relevante omgevingsrisico's al geïdentificeerd. Hieronder wordt een voorstel gedaan voor het meetprogramma ten bate van de handhaving.



Weglekken van percolaat naar bodem en grondwater.

Bij de pilotlocatie op Braambergen is een goed functionerende onderafdichting aanwezig. Het gevolg daarvan is, dat de kans op verontreiniging van het onderliggend grondwater laag is, maar niet geheel uitgesloten. Om eventuele belasting van het grondwater te kunnen waarnemen, wordt freatisch grondwater regulier al gemonitord binnen het stort (3 peilbuizen), binnen de ringsloot (5 peilbuizen) en buiten de ringsloot 14 peilbuizen, zie ook hoofdstuk 2.2).

Tijdens de proefneming zal deze reguliere monitoring van concentraties in het grondwater worden voortgezet. In geval van een trendbreuk in gemeten concentraties in één van de peilbuizen zal in overleg met het bevoegd gezag over te nemen maatregelen. Een eventuele trendbreuk in concentraties in het grondwater kan worden vergeleken met de ontwikkelingen van de concentraties in het percolaat van compartiment 11 en 12. Deze concentraties worden intensief gemonitord in het kader van de proefneming (zie hoofdstuk 8). Wanneer de concentraties van specifieke componenten in het percolaat sterk stijgen, en tegelijkertijd dezelfde componenten worden teruggevonden in het grondwater, ontstaat er een terecht vermoeden van een lekkage van de afdichting in compartiment 11 of 12. In het uiterste geval kan worden besloten de pilot stil te leggen. De bestaande grondwatermonitoring volstaat hiervoor.

Methaan en geur

Beluchting staat bekend als geur reducerende maatregel. Door inbrengen van lucht wordt zowel methaan als geurhoudende componenten geoxideerd. Zoals in hoofdstuk 5 al is aangegeven, zal meer gas worden onttrokken, dan geïnjecteerd. Als gevolg zijn emissies naar verwachting verwaarloosbaar. Voor handhaving is het van belang om te controleren dat de gerealiseerde beluchtingsdebiet inderdaad lager is dan de onttrekkingsdebiet. Hiervoor dienen hoeveelheden (m^3) geïnjecteerde en onttrokken lucht te worden gemeten (bijvoorbeeld totalen per dag of per week) en gerapporteerd. Daarnaast is het van belang dat de luchtonttrekking en ook de verwerking van onttrokken lucht in de afgasbehandeling zonder grote storingen verloopt. Hiervoor zal een logboek moeten worden aangelegd, waarin storingen aan het systeem kunnen worden vastgelegd. Wanneer het aantal bedrijfsuren lager is, dan een vooraf vastgesteld doel (bijvoorbeeld 98%), dan zullen technische maatregelen worden genomen om het aantal storingen van het systeem terug te dringen. Een minimum aantal bedrijfsuren van de onttrekking en de afgasbehandeling kan onderdeel zijn van het programma van eisen.

Methaanemissies worden gemeten door middel van screening van concentraties boven het stortoppervlak, conform de "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" van UK-Environment Agency (2010).

In de huidige situatie bestaat geen aanleiding om geuremissiemetingen uit te voeren. Voor de monitoring van geur zal tijdens de periodieke inspecties van het systeem aandacht worden besteed aan waarneembare geuremissies. Indien afwijkende geur wordt geconstateerd en de oorzaak kan worden achterhaald (bijvoorbeeld lekken in het leidingensysteem of scheurvorming in het oppervlak), dan zal dit per direct worden verholpen. Voor handhaving is van belang, dat deze inspecties daadwerkelijk worden uitgevoerd, dat hierover wordt gerapporteerd en maatregelen worden getroffen.

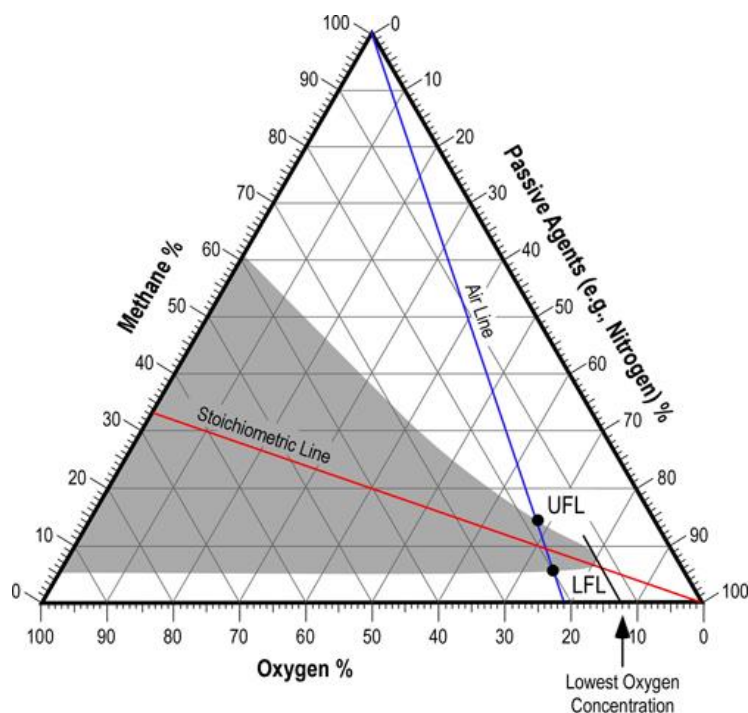
Indien een afwijkende geur wordt geconstateerd zonder dat daar een directe aanleiding en een te verhelpen oorzaak voor is, dan zullen geurpanels worden ingezet om de aard en omvang in de omgeving van de pilot te bepalen. Ook zullen dan experts worden ingezet om de bron en de mogelijke oorzaak ervan te achterhalen.

Veiligheid

Voor veiligheid zijn twee aspecten van belang.



- methaan en zuurstof mag in het leidingensysteem geen explosief mengsel vormen. Een explosief mengsel wordt gevormd, indien methaanconcentraties groter zijn dan 5 vol%, terwijl de zuurstofconcentratie groter is dan 12 vol% (zie onderstaande figuur).



Figuur 17: Explosiegrenzen voor methaan/zuurstofmengsels. In geval van inzuiging van lucht is alleen het grijze driehoekje rechts van de 'air-line' relevant. Bij zuurstofconcentraties onder 12 vol% of methaanconcentraties onder de 5 vol% bevindt het mengsel zich buiten de explosiegrenzen.

- daarnaast mag de temperatuur in het afvalpakket niet te hoog oplopen, om broei in het afvalpakket te voorkomen.

In het programma van eisen zal aandacht bestaan voor veiligheid op deze twee aspecten. Het systeem zal deze aspecten voldoende intensief moeten monitoren en in overleg met de leverancier zullen criteria worden opgesteld voor veilige bedrijfsvoering (welke maximum methaan- en O_2 -concentraties, waar gemeten; welke maximum temperatuur). Ook zullen afspraken worden gemaakt hoe te reageren op onverhoopt risicovolle omstandigheden. Deze afspraken zullen worden gecommuniceerd met het bevoegd gezag. Methaan- en zuurstofconcentraties, alsmede de temperatuur van het onttrokken gas zullen worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag (als dag- of weekgemiddelden). Overschrijdingen van de afgesproken maxima zullen worden gemeld.

Samenvattend dienen voor de pilot Braambergen in aanvulling op de bestaande vergunnings- en monitoringsverplichtingen de volgende monitoringsactiviteiten te worden opgenomen in de ministeriële regeling om omgevingsrisico's te bewaken:

- bewaken storingen en bedrijfsuren van de beluchtings- en afgasbehandelingsinstallaties; bewaken temperatuur, methaan- en zuurstofconcentraties is het onttrokken gas.



7.3 Projectrisico's

Risico's voor het welslagen van de pilot hangen samen met de aandacht en zorg bij het ontwerp (voldoende robuust, flexibel ten aanzien van eventuele aanpassingen, bedrijfszekerheid, etc.), de aanleg en de wijze van uitvoeren en de bedrijfsvoering na realisatie, inclusief de controles, monitoring en het beheer en onderhoud.

- *Het ontwerp:* Met name het ontwerp, maar ook de toekomstige bedrijfsvoering zijn voor beluchting bepalend voor de mate waarin het afvalpakket wordt bereikt. Belangrijke aspecten van het ontwerp en beheer zijn de brondichtheid en de intensiteit van beluchting. Ontwerp van het systeem en ook de brondichtheid wordt gekozen, gebaseerd op ervaringen bij eerdere beluchtingsprojecten, vooral in Duitsland. Gedurende de proef kunnen bronnen worden bijgeplaatst, indien één of meerdere bronnen niet of onvoldoende effectief blijken te zijn. Ook bij het beheer van de beluchting bestaan nog de nodige vrijheidsgraden. Zo kan de hoeveelheid beluchtingslucht (binnen grenzen) worden aangepast.
- *De aanleg van het systeem:* de projectrisico's bij aanleg van het systeem, hangen af van het uiteindelijk gekozen ontwerp. Waarschijnlijk zijn deze risico's beperkt, zeker wanneer wordt gekozen voor een systeem, wat zich elders in de praktijk al heeft bewezen. Bij de selectie van het uiteindelijk te realiseren ontwerp, zal rekening worden gehouden met mogelijke projectrisico's en mogelijkheden om deze risico's te beheersen.
- *De bedrijfsvoering en de zorg voor beheer en onderhoud:*
De potentiële risico's verbonden aan de bedrijfsvoering staan onder invloed van de zogenoemde GO-KIT. Het betreft de beheersaspecten: Geld, Organisatie, Kwaliteit, Informatie en Tijd.
 - o Geld: er moeten voldoende financiële middelen aanwezig zijn om in geval van onvoldoende functioneren van het systeem of falen ervan, tot herstel over te gaan. Dit geldt ook voor situaties waarbij het noodzakelijk is om tot bijsturing te komen.
 - o Organisatie: belangrijk is hoe de organisatie van het beheer is geregeld en de daarmee samenhangende taken en verantwoordelijkheden. Belangrijk is dat adequaat kan worden gereageerd in situaties waarin dit vanuit het functioneren van het systeem noodzakelijk is;
 - o Kwaliteit: het gaat hierbij niet alleen om de kwaliteit van de maatregelen zelf, maar ook van de kwaliteit van de uitvoering en van de personen die daarbij een rol spelen;
 - o Informatie: het is belangrijk dat de informatie met betrekking tot het functioneren van het systeem zo direct mogelijk en zo volledig mogelijk kan worden afgeleid uit het systeem en de registratiegegevens. Deze informatie moet betrokkenen in staat stellen om adequaat te reageren op signalen die wijzen op een wenselijkheid van sturing of bijsturing;
 - o Tijd: de bedrijfsvoering moet erop gericht zijn de uitvoering van het experiment zodanig te laten verlopen dat de gestelde doelen kunnen worden gerealiseerd binnen de gestelde planning.
- *Monitoring effecten:* Het monitoringprogramma over processen in het afvalpakket, en de effecten daarvan op het emissiepotentieel, wordt breed opgezet, zeker in vergelijking met de monitoring op soortgelijke initiatieven in het buitenland. De opzet en uitvoering van het monitoringprogramma wordt vooraf aan de proefneming bediscussieerd met overheden (I&M en IPO) en met TCB en vervolgens vastgesteld. Belangrijk is een breed draagvlak hiervoor van alle betrokken partijen. Er zijn voor zover inzichten nu reiken weinig aanvullende mogelijkheden om de effecten van beluchting in kaart te brengen. Wanneer gedurende de proefneming nieuwe technieken/methoden ter beschikking komen, zullen deze serieus worden overwogen.



8 Meetstrategie en monitoringprogramma

8.1 Meetstrategie (wat willen we meten en waarom)

In het IPvA wordt nader ingegaan op de meetstrategie van de pilot. Hierbij worden de metingen op kwalitatieve wijze beschreven en in context geplaatst tot elkaar en tot de doelstellingen van de pilot. In onderstaande tabel staat dit samenvattend weergegeven. Tabel 11 geeft een samenvatting van de meetstrategie, met een beschrijving waarom de verschillende metingen worden uitgevoerd.

Tabel 11: Samenvatting meetstrategie

doelstelling	meetstrategie
1) Vaststellen van de ontwikkeling van het emissiepotentieel van het afval 2) Vaststellen van de percolaatkwaliteit	<p>Aan de hand van de resultaten van deze metingen zal uiteindelijk moeten worden besloten, of de verduurzamingsprocessen voldoende ver zijn gevorderd, zodat met de vaststellingsmonitoring kan worden gestart. De procesmonitoring is gericht op de mate waarin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - kan worden voldaan aan de emissietoetswaarden zoals vastgelegd in het toetsingskader (zie hoofdstuk 1.) - blijvend kan worden voldaan aan deze emissietoetswaarden. <p>De procesmonitoring dient ervoor om tijdens de emissiereductiefase uitzicht te blijven houden op het realiseerbaar zijn van deze uiteindelijke doelstelling. Dit gebeurt vooral door het monitoren van de hoeveelheid organisch materiaal, dat wordt afgebroken en de verwijdering van overige verontreinigingen. Daarnaast zijn in het IPvA hypothesen opgesteld voor de ontwikkeling van diverse parameters (percolaatsamenstelling en samenstelling onttrokken stortgas of lucht). Afwijkingen van deze verwachte ontwikkelingen zullen worden geïnterpreteerd en kunnen leiden tot sturing en/of bijsturing van de beheersmaatregel. Metingen van de percolaatkwaliteit gebeuren conform de handreiking gebruik ETW.</p>
<p>Handhaving. Aantonen dat mogelijk ongewenste neveneffecten en omgevingsrisico's in voldoende mate worden beheerst.</p>	<p>Zie hoofdstuk ook hoofdstuk 7.2. Bij de monitoring gericht op de beheersing van de omgevingsrisico's bescherming van het milieu gaat het om het vaststellen in welke mate sprake is, of kan zijn, van emissies van stoffen naar bodem, (grond)water en lucht. Op basis van de resultaten ervan moet kunnen worden beoordeeld of en zo ja, in welke mate sprake is van overschrijding van geldende normen, zodat gerichte maatregelen kunnen worden genomen ter beperking van de emissies of de gevolgen ervan. Ook dient de monitoring uit te wijzen dat de veiligheid van het systeem beheersbaar blijft.</p>
<p>De kennisopbouw, op basis waarvan de</p>	<p>Een meer algemene doelstelling is, dat de monitoring in zijn</p>



<p>verduurzamingsmaatregelen verder kunnen worden geoptimaliseerd.</p>	<p>geheel moet leiden tot het verbeteren van de proceskennis in zowel de fysische en biochemische processen in het afvalpakket als de technische uitvoerbaarheid van de maatregelen en de optimalisatie daarvan.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Een versnelling afbraak van organisch materiaal kan kwalitatief worden vastgesteld aan de hand van een aantal indicatoren voor biodegradatie (zie onder 8.3.3). - Belangrijk deel van de monitoring richt zich op het effect van de afbraak op het uitloogpotentieel van het afval (zie 8.3.2) en in het verlengde daarvan op de percolaatkwaliteit (zie 8.3.1). - Effecten op de hydrologie in het afvalpakket. Hydrologie en het effect van beluchting op de hydrologie is onderwerp van het STW-onderzoek van TU Delft (zie 8.3.5) - Afwezig zijn van neveneffecten (zie 8.3.4).
<p>Reguliere bedrijfsvoering van de maatregel en contractmanagement;</p>	<p>De reguliere bedrijfsvoering bestaat uit het voortdurend optimaliseren van de percolaatinfiltratie, de gasonttrekking en/of de luchtinjectie. Hiervoor dient frequent bijvoorbeeld de samenstelling en temperatuur van het onttrokken gas te worden gemeten, op basis waarvan de zuigdruk in de bronnen kan worden bijgesteld.</p>

8.2 Overzicht proevenprogramma

Uiteindelijk zal een deel van de metingen vóór de proefneming worden uitgevoerd, een deel tijdens de proefneming en een deel na afloop van de proefneming:

- De nulmeting of verificatiemeting is bedoeld om enerzijds de situatie voorafgaand aan de proefneming vast te stellen, zodat het effect van de maatregel kan worden gekwantificeerd op basis van de vastgestelde uitgangssituatie (referentiesituatie). Daarnaast worden de uitgangspunten voor het ontwerp opnieuw getoetst en dit kan leiden tot aanpassingen van het ontwerp. De resultaten van de nulmeting, voor zover ze beschikbaar komen gedurende de looptijd van het ontwikkelen van dit deelplan van aanpak, zullen in dit deelplan worden geïntegreerd.
- Monitoring tijdens de proefneming is vooral bedoeld om het proces te monitoren en eventueel bij te sturen. Aandacht richt zich vooral op de werking van het systeem, identificatie en mogelijk implementatie van mogelijkheden voor verbetering. Daarnaast worden de neveneffecten en de effectiviteit van maatregelen voor risicobeheersing vastgesteld.
- De eindmeting is bedoeld om de effectiviteit van de verduurzamingsmaatregel na te gaan, de resterende emissies te toetsen aan de emissietoetswaarden en na te gaan in hoeverre de er een kans bestaat dat emissies in de toekomst weer toenemen (zie doelstellingen in hoofdstuk 1.3).

Het gehele monitoringprogramma voor Braambergen staat samengevat in Tabel 12. In de volgende paragraaf worden de diverse onderdelen nader uitgewerkt.



Tabel 12: Samenvatting monitoringprogramma Braambergen

	parameter	0-meting	proef	na proef	waar	hoe	frequentie	relevant voor
percolaat	hoeveelheid	X	X	X	PP11N, 11Z en 12		continu in de putten	effectiviteit maatregel,
	EC	X	X	X	PP11N, 11Z en 12		continu in de putten	inzicht hydrologie
	samenstelling (beperkt)	X	X	X	PP11N, 11Z en 12	labanalyse	1e jaar 2-wekelijks, daarna maandelijks	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel, vervuilingspotentieel
	samenstelling (volledig)	X	X	X	PP11N, 11Z en 12	labanalyse	1e jaar 6 keer; daarna 4 keer per jaar	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel, vervuilingspotentieel
	fractionering DOC	X	X	X	PP11N, 11Z en 12	labanalyse	1e jaar 6 keer; daarna 4 keer per jaar	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel,
grondwater	samenstelling	X	X	X	peilbuizen	labanalyse	conform bestaande vergunningen	handhaving
stortgas	volumehoeveelheid	X			onttrekkingsproef idem	anemometer	4 keer tijdens 0-meting	biodegradatie - kwantitatief
	samenstelling	X				monsternamen analyse	4 keer tijdens 0-meting	biodegradatie - kwantitatief
beluchting	flow, volume, druk en temperatuur		X		bij verdeelstation	continumeting	registratie per week	procesbeheersing, biodegradatie - kwantitatief
onttrokken lucht	flow, volume, druk en temperatuur		X		bij verdeelstation	continumeting	registratie per week	procesbeheersing, handhaving
instelling bronnen	flow, druk, temperatuur, kleppenstand		X		bij verdeelstation	meetapparatuur leidingen	conform aanbevelingen leverancier	contractmanagement
methaanemissies	samenstelling diffuse methaanemissies	X	(X)	X	bij verdeelstation top laag	continumeting FID-screening	registratie per week eenmalig in iedere periode	biodegradatie - kwantitatief handhaving
zettingen	zettingen, mechanische stabiliteit	X	X	X	zetsbakken	meetlint	2 keer per jaar, 28 meetlocaties	biodegradatie kwalitatief
heterogeniteit en schaal	geo-elecrische metingen cq. seismiek	(X)	(X)	(X)	op afvalpakket		incidenteel, 2 à 3 keer in de gehele periode	effectiviteit infiltratie
	tracer test			X	percolaatopvang		éénmalig	effectiviteit infiltratie
	gas-tracer test		X		gasinjectiesysteem		éénmalig tot enkele keren	effectiviteit beluchting
afvalmonsters	watergehalte	X		X	afvalmonsters	labanalyse	vooraf en achteraf	effectiviteit infiltratie
	waterbergend vermogen	X		X	afvalmonsters	labanalyse	vooraf en achteraf	effectiviteit infiltratie
	biodegradeerbaarheid, TOC	X		X	afvalmonsters	respiratietest	vooraf en achteraf	biodegradatie - kwantitatief
	uitloogtesten (kolomtest)	X		X	mengmonster	prEN 14997	vooraf en achteraf	vervuilingspotentieel
	uitloogtest (schudtest)	X		X	afvalmonsters	NEN 7373	vooraf en achteraf	vervuilingspotentieel
	uitloogtesten (pH-stat)	X		X	mengmonster	EN 12457-2	vooraf en achteraf	vervuilingspotentieel
meteorologische data	temperatuur, atmosferische druk, neerslag, luchtvochtigheid, windsnelheid	X	X	X	lokaal weerstation		dagelijks	interpretatie algemeen, effectiviteit infiltratie

percolaatsamenstelling en poriewatersamenstelling beperkt is pH, Eh, DOC, Cl-, Nkj

percolaatsamenstelling en poriewatersamenstelling compleet is pH, Eh, COD, TOC, BOD, TKN, NH4, NO3, NO2, Cl, fosfaat, zware metalen, BTEX, fenolen, sulfides, VOX, PAK



8.3 Invulling monitoringprogramma

8.3.1 Meting percolaathoeveelheid en -samenstelling

Algemeen

De hoeveelheid en samenstelling van het gevormde percolaat is van belang om te beoordelen in hoeverre wordt voldaan aan de emissietoetswaarden (ETW's). De manier waarop de actuele emissies worden afgeleid uit metingen van hoeveelheid en samenstelling percolaat en de manier waarop deze parameters dienen te worden gemeten, is vastgelegd in de Handreiking gebruik emissietoetswaarden. De pilots hebben mede als doel om de Handreiking te verifiëren en waar mogelijk te verbeteren. Om die reden is het monitoringprogramma voor de pilots intensief ingestoken. Bijstelling ervan kan na evaluatie van de pilots plaatsvinden.

Aanpassing percolaatdrainage, percolaatput.

Het drainagesysteem op compartiment 11 en 12 bestaat uit drie gescheiden delen met elk een afzonderlijke pompput (PP11N, PP11Z, PP12, zie ook Figuur 2). De monitoring van zowel de hoeveelheid percolaat als de percolaatsamenstelling gebeurt voor alle drie percolaatdrainagesystemen afzonderlijk. Dus het hier beschreven monitoringprogramma vindt plaats in drievoud. Indien dit tijdens het project noodzakelijk blijkt, bestaat de mogelijkheid om de vier drainagebuizen afzonderlijk te bemonsteren. Dit vraagt echter nog wel om een aanpassing van de percolaatput zelf en deze aanpassing kan worden gerealiseerd, indien afzonderlijke monitoring van drainagebuizen noodzakelijk blijkt. Bij de realisatie van de pilot wordt hier niet op geanticipeerd.

Percolaatsamenstelling

De kwaliteit en de hoeveelheid vrijkomend percolaat (vóór, tijdens en na de maatregel) zal worden gevolgd. Als de maatregel effectief blijkt, zal tijdens de proefneming het percolaat direct na aanvang van de maatregel hogere concentraties aan BZV en zware metalen bevatten. Na enkele maanden tot jaren zullen deze concentraties (geleidelijk) afnemen.

De percolaatsamenstelling zal worden bepaald met een combinatie van een drietal onderdelen:

1. Monitoring met een hoge frequentie: Dit wordt op de volgende manier uitgevoerd:
 - Ec wordt met een sensor continu gemeten (incl. temperatuur) en geregistreerd met een zeer hoge frequentie (1x per 15 min);
 - Eh, pH, Cl⁻, NH₄⁺, SO₄²⁻, HCO₃⁻ en DOC worden 1 keer per twee weken gemeten door middel van het nemen van monsters en een combinatie van laboratorium en/of veld metingen. Het meten van pH en EC in het laboratorium is minder zinvol omdat de monsters in het veld zullen worden geconserveerd om eventuele invloeden van redox verandering, neerslagvorming etc. te minimaliseren. De meetfrequentie kan worden gereduceerd tot eens per maand als blijkt dat de concentraties relatief constant zijn.
2. Monitoring met een gemiddelde frequentie: Minimaal om de twee maanden bemonsteren van het percolaat en analyseren op macro parameters in het laboratorium: Na, K, Ca, Mg, Si, Al, Fe(tot), Mn(tot), HCO₃⁻, Cl⁻, NO₃⁻, PO₄(tot), NH₄⁺, N_{kj}, SO₄²⁻, S²⁻, TOC, F⁻, en DOC. Eh en pH worden bepaald door middel van veldmetingen.
3. Monitoring met een lagere frequentie (indien mogelijk): Tijdens de nulmeting zullen concentraties van As, Ba, Cd, Cr (tot), Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, Zn tweemaandelijks worden gemeten. Wanneer wordt geconcludeerd dat concentraties laag zijn, bijvoorbeeld in relatie tot de ETW, dan kan tijdens de beheersperiode van de pilot de frequentie worden gereduceerd tot eens per half jaar. Tijdens de eerste twee analyses van de nulmeting zal het pakket worden aangevuld met een uitgebreider micro-pakket: BTEXN, Min. Olie, VOCl, Fenol,



PAK. Indien relevant zullen deze metingen ook met een frequentie van eens per twee maand worden voortgezet. Anders wordt ook voor deze componenten overgegaan tot een frequentie van eens per half jaar.

Percolaathoeveelheid

De productiesnelheid en de samenstelling van het percolaat hangt sterk samen met de dynamiek in neerslag. Om hier een goed beeld van te krijgen is het belangrijk om continu de percolaat flux uit het drainage systeem te meten. Om de dynamiek van percolaatvorming zoveel mogelijk te kunnen volgen in de tijd heeft Afvalzorg pompen met een kleinere capaciteit in haar pompputten geïnstalleerd en deze aangesloten op een frequentieregelaar, die gekoppeld is aan het percolaatpeil in de putten. De percolaatpeilen in de putten worden bepaald met behulp van druksensoren. Door een keuze van een geschikte regeling zal in perioden met meer percolaatvorming ook meer percolaat afgevoerd gaan worden. Hiermee wordt een zo nauwkeurig mogelijk beeld verkregen van de percolaatvoer (en dus vorming) in de tijd en is het mogelijk de invloed van hevige neerslag op de percolaatsamenstelling in beeld te brengen. Tegelijkertijd wordt voorkomen dat de waterstand op de onderafdichting te veel toeneemt. In deze opstelling geeft het percolaatpeil in de put een goede benadering van het percolaatpeil in het stortlichaam, waardoor de waterstand op de afdichting ook kan worden gemonitord.

De pompput voor compartimenten 11 en 12 zijn voorzien van een debietmeter, elke 15 minuten worden de cumulatieve debieten gelogd evenals de actuele percolaatpeilen in de pompputten. Daarnaast worden in- en uitslag en draaiuren van de pompen gelogd.

Infiltratie als gevolg van neerslag, run-off

Op de locaties van Afvalzorg wordt lokaal een nauwkeurige registratie van meteodata bijgehouden (regenval, temperatuur, atmosferische druk, luchtvochtigheid, windsnelheid en –richting) met een logging van 1x per 15 min.

8.3.2 Uitloogpotentieel van het afval

Bepaling van de actuele afvalsamenstelling in het afvalpakket gebeurt aan de hand van monsternamen en analyse van afvalmonsters. Hierbij gaat het niet alleen om bepaling van de resterende hoeveelheid biodegradeerbare organische koolstof, maar ook om een bepaling van het emissiepotentieel van het materiaal. De wijze van afvalbemonstering en voorbehandeling van het afval is gebaseerd op de ervaringen bij het karakteriseren van de pilot van een bioreactor te Landgraaf, uitgevoerd in het kader van Duurzaam Storten. Hierbij bleek afval te bestaan uit een fractie van fijn, deels vergaan materiaal (<< 5-10 cm) en een deel niet of slecht afbreekbaar grover materiaal. De monsternamen richten zich vooral op de fijnere fractie, waarbij ook het aandeel van deze fijnere fractie op totaal afval wordt vastgesteld. Het emissiepotentieel en ook het resterend gaspotentieel wordt vooral door deze fijnere fractie bepaald⁴.

Monsters worden genomen van dit fijnere materiaal. De monstergrootte is ongeveer 20 liter. Monsters worden vervolgens gedroogd, waarbij het gewichtsverlies bij droging wordt ingewogen. Inerte materialen (stenen, plastics, metalen voorwerpen) worden afgescheiden, waarbij zowel het inert als het residu wordt ingewogen. Het residu (het resterend materiaal na scheiding van inert) wordt mechanisch verkleind tot een fractie van kleiner dan 1 cm.

Analyses richten zich op:

- Het resterend gaspotentieel, wordt vastgesteld in een respiratietest over 21 dagen. Een aantal mengmonsters zullen worden geanalyseerd;
- Een set aan verschillende uitloogtesten: Een kolomtest op een mengmonster om de uitloogbaarheid van het materiaal vast te stellen. Daarnaast wordt de uitloogbaarheid van het mengmonster bij verschillende pH

⁴ Dit is een essentieel verschil in vergelijking met bijvoorbeeld calorische waarde bij verbranding van het materiaal. Dat wordt vooral bepaald door het grover materiaal en dat is een stuk lastiger te bemonsteren.



vastgesteld, wat inzicht geeft in welke fysische processen de uitloogbaarheid bepalen. Tenslotte worden schudtesten uitgevoerd op deelmonsters, welke inzicht geven in de heterogeniteit van het materiaal.

- Speciering van organisch materiaal.

8.3.3 Meten diffuse emissies naar de lucht

Methaanemissies worden gemeten door middel van screening van concentraties boven het stortoppervlak, conform de "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" van UK-EA (2008). Deze surface screening geeft een kwalitatief beeld van de optredende methaanemissies. Door middel van een dergelijke surface screening kan worden geconstateerd of de methaanemissies toe, dan wel afnemen.

Met betrekking tot monitoring van geuremissies zal tijdens de periodieke inspecties van het systeem systematisch aandacht worden besteed aan mogelijke geuremissies. Indien geuremissies worden waargenomen en de oorzaak kan worden achterhaald (bijvoorbeeld lekken in het leidingensysteem of scheurvorming in het oppervlak) dan zal dit per direct worden verholpen. Indien geuremissies worden waargenomen tijdens periodieke inspecties, zonder dat daar een directe en een te verhelpen oorzaak voor is, dan zullen geurpanelen worden ingezet om de aard en omvang in de omgeving van de pilot te bepalen. Ook zullen dan experts worden ingezet om de bron en de mogelijke oorzaak ervan te achterhalen.

8.3.4 Vaststellen effectiviteit van beluchting

De doelstelling van de pilots is een *versnelde en zo volledig mogelijke* biologische afbraak. is tijdens de nulmeting de stortgasonttrekking nauwkeurig bepaald als indicator voor de snelheid van afbraak onder niet-gestimuleerde omstandigheden. Bij een succesvolle maatregel zal de gevormde hoeveelheid organische koolstof (in de vorm van CO₂ of CH₄) in het afgevoerde gas dus drastisch moeten toenemen (zie ook hierboven onder punt 2).

Daarnaast is er een aantal meer kwalitatieve indicatoren van versnelde afbraak (ten opzichte van de situatie zonder verduurzamingsmaatregel) van organisch materiaal, welke tijdens de nulmeting en gedurende de proef worden gevolgd:

- Het BZV, CZV en N_{kj}-gehalte van het gevormde percolaat en de variatie daarin als gevolg van neerslag. Bij een succesvolle maatregel zullen deze concentraties initieel toenemen en pas in tweede instantie gaan dalen.
- Gidsparameters, waarvan de concentratie in het percolaat een goede indicatie geeft van het stadium waarin de biologische afbraak zich bevindt. Voorbeelden hiervan zijn de concentraties van Fe³⁺ en DOC in combinatie met Eh en pH.
- Zettingen van het afvalpakket. Door versnelde afbraak kunnen verhoogde zettingen worden waargenomen.

De wijze waarop de concentraties in het percolaat worden gevolgd, staan weergegeven in hoofdstuk 7.3.1. De overige aspecten staan hieronder beschreven.

Stortgasvorming

De maximale stortgasvorming, specifiek voor compartiment 11 en 12 is in de periode 2011/2012 onderzocht in een proevenprogramma, waarbij de onttrekking per bron werd gemaximaliseerd. Inmiddels is de gasvorming op de compartimenten zodanig afgenomen, dat met de meeste bronnen niet langer stortgas kan worden gewonnen, dat ook toepasbaar is in de gasmotor op Braambergen. Deze gasbronnen zijn inmiddels afgesloten. De huidige gaswinning is geen goede indicator meer voor de actuele afbraak op het afvalpakket. Er zal dus ook geen poging meer worden ondernomen om de actuele afbraak van organisch materiaal vast te stellen aan de hand van de huidige gaswinning.



Hoeveelheid geïnjecteerd lucht, samenstelling en temperatuur onttrokken lucht.

Flow, druk en temperatuur van de geïnjecteerde lucht voor compartiment 11 en 12 wordt separaat gemeten. Hiervoor zal een voorziening worden gerealiseerd in het gasverdeelsysteem. Periodiek wordt de druk op de individuele bronnen gemeten en bijgesteld om een zo homogeen mogelijke verdeling van lucht te realiseren

Hoeveelheid en samenstelling onttrokken lucht.

Flow, druk, temperatuur en samenstelling van de onttrokken lucht voor compartiment 11 en 12 wordt separaat gemeten. Hiervoor zal een voorziening worden gemaakt in het gasverdeelsysteem. Periodiek wordt de onderdruk, samenstelling en temperatuur van de individuele bronnen gemeten en bijgesteld om een zo homogeen mogelijke verdeling van lucht te realiseren.

Zettingssnelheden

Zettingen worden bijgehouden door het periodiek uitvoeren van hoogtemetingen aan de hand van zakbaken.

8.3.5 Aanvullende proeven

De toepasbaarheid van enkele wat meer in ontwikkeling zijnde methoden om effectiviteit van beluchting te beoordelen zullen tijdens het project worden verkend. Voorbeelden hiervan zijn toepassing van een gasfase-tracer voor beoordelen van de invloedssfeer van beluchten en in-situ respiratietests voor vaststellen van de actuele snelheid van biodegradatie. Daarnaast kunnen afbraakproducten in het percolaat (bijvoorbeeld kooldioxide/bicarbonaat, nitraat) een indicatie geven van aerobe activiteit.

Geofysische metingen

Een belangrijk deel van het STW-project van TU Delft is het ontwikkelen en toepassing van geofysische meettechnieken om inzicht te krijgen in de aanwezige heterogeniteit in het stortlichaam. Het ligt in de lijn der verwachting dat er gedurende het nulsituatie onderzoek één of meerdere keren gemeten wordt op één of meer pilotlocaties. Geofysische metingen lijken vooral geschikt om de aanleg van infrastructuur bij pilots voor infiltratie. Uitvoeren van geofysische metingen op Braambergen zal minder prioriteit hebben, maar kan niet geheel worden uitgesloten.

Toepassing van Experimentele Sensoren om Automatisch percolaat kwaliteit te monitoren

In paragraaf 6.2 wordt gewezen op de mogelijkheid om volautomatisch de percolaat kwaliteit voor een aantal parameters te volgen met behulp van sensoren. Ondanks dat deze technologie commercieel beschikbaar is en al veel wordt toegepast (o.a. voor het monitoren van water kwaliteit in waterzuiveringen) is de toepassing in percolaat nog experimenteel. Omdat de meerwaarde bij succesvolle toepassing zeer groot is, is het plan om een aantal sensoren in het kader van het STW project, naast de reguliere monitoring in het kader van de nul-situatie onderzoek mee te laten draaien om de toepasbaarheid te onderzoeken.

Uitvoering van hoge intensiteit bemonstering en toepassing van Sorbisense Samplers

De percolaat bemonstering in het kader van de reguliere monitoring zal een beperkte resolutie in de tijd op leveren doordat de verwachting is dat de bemonstering maximaal 1 x per twee weken zal plaatsvinden. De zeer korte termijn dynamiek als gevolg van een regenbui na een langdurige periode van droogte kan zeer veel informatie opleveren over de processen die optreden in het stortlichaam. Hiervoor is het wel nodig dat de bemonsteringsfrequentie verhoogd wordt tot een 1 x per uur of wellicht vaker. In het kader van de STW onderzoek zal tijdens de nulmeting een intensieve meetcampagne worden uitgevoerd om naar deze korte termijn dynamiek te kijken.

Met Sorbisamplers volume kunnen mogelijk wel proportionele bemonsteringen worden uitgevoerd. Hiervoor zal in het STW-onderzoek een module voor de Sorbi-sampler worden ontwikkeld waarmee automatisch volume proportioneel monsters worden genomen uit de percolaat stroom. De resultaten verkregen met dit systeem worden vergeleken met de regulier verkregen gegevens.



Tracer-tests

Na afloop van de proefneming zal een tracer-test worden overwogen. Doel van een tracer-test is om de voorkeurskanalen en de nalevering uit de stagnante zones te kwantificeren. Bij zo'n tracer-test wordt een component toegevoegd aan het te infiltreren water, die van nature niet in hoge concentraties voorkomt in het afvalpakket, maar verder onschadelijk is (bijvoorbeeld Li, Br of specifieke kleurstoffen) . Vervolgens wordt de snelheid waarmee deze tracer weer in het percolaat komt gemeten. In eerdere projecten van de Stichting Duurzaam Storten is al ervaring opgedaan met tracer-tests. Een dergelijke test levert zeer waardevolle informatie op; alleen is de benodigde inspanning er groot. Daarnaast is er nog een wetenschappelijke discussie gaande hoe een dergelijke tracer-test het beste kan worden uitgevoerd, teneinde een zo betrouwbaar beeld te krijgen van voorkeurskanalen onder het heersende stromingsregime. Een tracer-test kan inhouden dat gedurende een tijd van enkele weken de waterstand op de onderafdichting wordt verhoogd met enkele meters.



9 Uitvoering

9.1 Uitvoeringsvoorbereiding

9.1.1 Detailontwerp

Het detailontwerp zal worden gerealiseerd op basis van een programma van eisen (zie hoofdstuk 3.2). Aan de hand van dit programma van eisen zullen de deelsystemen verder worden gedetailleerd. Met dit traject wordt aangevangen, nadat van alle betrokken partijen instemming is verkregen (o.a. Green Deal) en uitvoering vanuit de regelgeving (Ministeriele regeling) wordt ondersteund.

9.1.2 Vergunningen

In hoofdstuk 3.3 is een analyse gemaakt van benodigde meldingen en vergunningaanvragen voor realisatie van de pilot op Braambergen. Na realisatie van het definitieve ontwerp zal deze inventarisatie worden geactualiseerd

9.2 Planning

Voor de uitvoering van de pilot wordt uitgegaan van het volgende tijdschema:

	<u>Technisch-inhoudelijk</u>	<u>Organisatorisch- beleidsmatig</u>
- april 2012-Augustus 2014:	Nulmeting	
- 4 ^e kwartaal 2014:	Detailontwerp	Ministeriële regeling
- eind 1 ^e kwartaal 2015:	Vorbereidingen en uitbestedingen	Ondertekening convenant
- 2 ^e kwartaal 2015:	Installatie systeem	Inwerkingtreding convenant
- 3 ^e kwartaal 2015:	Opstart	
- oktober 2015-2020:	Uitvoering praktijkproef 1 ^e fase	
- 2020-2025:	Tussenevaluatie en vervolgstappen	

9.3 Projectorganisatie

De uiteindelijke projectorganisatie, de wijze waarop diverse partijen (o.a. I&M, IPO, bevoegd gezag) worden betrokken en hoe verantwoording zal worden afgelegd, zal worden uitgewerkt, nadat van alle betrokken partijen instemming is verkregen voor uitvoering van de pilot (o.a. Green Deal, Ministeriele regeling).



10 Rapportage/communicatie

Logboeken, voortgangsverslagen, rapportages met tussen- en eindresultaten, etc worden vanuit verschillende doelen opgesteld. Belangrijk hierbij is dat alle betrokkenen op een adequate en juiste wijze worden geïnformeerd over de stand van zaken van het experiment en het verloop ervan. Het gaat in zeer algemene zin om:

- Informatie ten behoeve van sturing en bijsturing van individuele pilots door de Stichting Duurzaam Storten. Deze rapportage gebeurt periodiek (maandelijks tot 1 maal per kwartaal) en direct aan het kernteam van de Stichting.
- Informatie ten behoeve van toetsing aan de vergunningvoorwaarden voor de proefnemingen op de pilotlocaties. Deze rapportage van resultaten van de individuele pilots gebeurt jaarlijks en aan het bevoegd gezag;



Referenties

Advieskamer Stortbesluit (2014): Advies beoordeling adequaat functioneren onderafdichtingsconstructies stortplaatsen - Uitstel voor aanbrenging bovenafdichtingen, Volgnummer advies: 002-AKS20140318.

Brand E., De Nijs T., Claessens J., Dijkstra J., Comans R., Lieste R. (2014): Development of emission testing values for pilot landfills for sustainable landfill practices - Phase 2: Proposals for testing values, RIVM Report 607710002/2014, RIVM, Bilthoven.

Bröcker C. et al. (2011): Braambergen landfill, Feasibility study on sustainable emission reduction at the existing Braambergen landfill in the Netherlands. Specific report: Preliminary design and cost-estimate of the technical measures to enhance stabilisation with the DEPO+ process® at the Braambergen landfill. CDM consult, Bochum. Ook beschikbaar via:

http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/Braambergen_project_plan_2011.pdf

Gronert R., Meijer L.M.G. (2014): Voortgangsresultaten nulonderzoek Introductie Duurzaam Stortbeheer (IDS), Stortlocatie Braambergen en Wieringermeer, N.V. Afvalzorg, Assendelft.

Heimovaara T. et al. (2008): Haalbaarheid pilotproject duurzame emissiereductie bij bestaande stortplaatsen, programma van eisen, Stichting Duurzaam Storten, Den Bosch. Ook beschikbaar via http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/programma_van_eisen_2008_lay_out.pdf.

Heimovaara T., Onk H., Comans R. (2012): Conceptueel model, hypothesen en strategie voor procesmonitoring – opzet van het nulonderzoek, concept dd. 3 december (2012), Notitie VA, Den Bosch.

Jacobs J., Scharff H., Van Arkel F., De Gier W. (2003), Odour reduction by aeration prior to excavation, Proceedings Sardinia 2003.

Kjeldsen P., Christensen T.H. (2001): A simple model for the distribution and fate of organic chemicals in landfills. Waste Manag. Res. 2001 Jun;19(3):201-16).

Luning L., Onk H. (2011): Stortgasemissies duurzaam stortbeheer, Ecofys-projectnummer PSUPNL102132, Ecofys, Utrecht.

Ministerie I&M (2014): Handreiking gebruik Emissietoetswaarden in het kader van Introductie Duurzaam Stortbeheer (concept d.d. 10-11-2013), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, De Haag. Concept dd. 02-01-2014.

VA (2014): Integraal plan van aanpak “Introductie Duurzaam Stortbeheer op Praktijkschaal”, Notitie VA aan IPO en Ministerie van I&M, Vereniging Afvalbedrijven, Den Bosch.

Onk H., Boerboom R., Zegers R. (2014): Methaanreductie bij PDS locaties. Fase 2 potentiële aanvullende reductiemaatregelen, Rapport nr. 9Y3361/R0004/402400/Nijm, Royal Haskoning DHV, Nijmegen.

Onk H., Boom T. (1995): Landfill gas formation, recovery and emission, TNO-rapport 95-203, TNO, Apeldoorn.



Oonk H. (2013): Bioreactordemonstratie Landgraaf. Verwerking van overwegend organisch afval. Stichting Duurzaam Storten, Den Bosch.

Oonk H. (2012): Efficiency of landfill gas collection for methane emission reduction, Greenhouse Gas Measurement and Management, DOI:10.1080/20430779.2012.730798.

Scharff, H., Martha, A., van Rijn, D.M.M., Hensen, A., Flechard, C., Oonk, H., Vroon, R., de Visscher, A., Boeckx, P., (2003): A Comparison of Measurement Methods to Determine Landfill Methane Emissions, NV Afvalzorg, Haarlem.
TCB (2012): Advies Duurzaam Stortbeheer Fase 1, 5 juli 2012, TCB A077(2012), Den Haag.

TCB (2013a): Advies Duurzaam Stortbeheer Fase 2 en Fase 3, 11 maart 2013, TCB A082(2013), Den Haag.

TCB (2013b): Advies Duurzaam Stortbeheer Fase 4, 3 juli 2013, TCB A087(2013), Den Haag.

TCB (2013c) : Advies Project IDS: maatregelen vermindering methaanemissie (fase 5), 6 november 2013, TCB A090(2013), Den Haag.

UK-Environment Agency (2010): Guidance on monitoring landfill gas surface emissions, Environment Agency, Bristol, UK.

Van Vossen W., Heyer K.U. (2009): Feasibility study emission reduction at the existing landfills Kragge and Wieringermeer in the Netherlands. Preliminary design and cost-estimate of the technical measures infiltration and aeration to enhance stabilization at the landfill Wieringermeer, Haskoning , Den Bosch.



Bijlage 1: Afvalhoeveelheden op stortplaats Braambergen, compartiment 11 en 12.

	Grond- en grondreinigingsresiduen	Bouw- en sloopafval	Bedrijfsafval	Shredderafval	reinigingsdienstenaafval	Grof huishoudelijk afval	Slibben en composteringsafval	Huishoudelijk afval	TOTAAL
1999	13.205	5.078	48.325	109	325		3.223	21943	92.208
2000	31.278	14.351	27.741	798	134		3	13830	88.135
2001	34.382	15.066	16.453	1.539	638	1.933	1.697		71.708
2002	97.127	4.354	9.505		300	499	41		111.825
2003	120.299	6.026	4.623	6.948			275		138.171
2004	236.913	2.267	607	1.881			73		241.741
2005	227.036	6.708	4.888	295		2.006	94		241.028
2006	129.704	5	10.761	163					140.632
2007	75.894		195	4					76.092
2008	15.181								15.181