

# Notitie



Onderwerp: Integraal plan van aanpak "Introductie Duurzaam Stortbeheer op Praktijkschaal"  
Versie: Definitief vs. 1  
Datum: mei 2014  
Aan: IPO en I&M  
Van: VA

## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Managementsamenvatting .....   | 2  |
| Inleiding doelstelling - toetsingskader .....  | 4  |
| 1 Inleiding - achtergrond .....  | 4  |
| 2 Doelstelling Introductie Duurzaam Stortbeheer en individuele pilots. ....                            | 6  |
| 3 Algemeen toetsingskader .....  | 8  |
| Selectie en beschrijving van de locaties voor de pilot .....   | 9  |
| 4 Overwegingen en motivatie voor de drie pilots .....  | 9  |
| 5 Algemene karakteristiek van het afvalmateriaal en onderscheidende verschillen per type locatie ..... | 10 |
| 6 Relevante omgevingsaspecten .....  | 12 |
| 7 Aard van de beschermende voorzieningen.....  | 12 |
| Werkingsprincipe en technische uitvoering .....  | 15 |
| 8 Relevante processen in het afvalpakket .....   | 15 |
| 9 Maatregelen voor 'verduurzaming' van stortplaatsen .....   | 18 |
| Risicoprofiel pilots en risicobeheersing .....   | 22 |
| 10 Risico-analyse algemeen bij uitvoering pilots .....   | 22 |
| Meetstrategie en monitoringprogramma .....   | 26 |
| 11 Voorgestelde meet- en monitoringstrategie .....   | 26 |
| Organisatorische aspecten .....  | 34 |
| 12 Organisatie .....   | 34 |
| 13 Rapportage .....  | 34 |
| 14 Uitvoering (voorbereiding, looptijd, inzet mensen en middelen).....                                 | 34 |
| 15 Referenties .....   | 35 |
| Bijlage 1: Risicoanalyse .....   | 38 |
| Bijlage 2: Notitie percolaathoeveelheid en kwaliteit onder invloed van recirculatie .....              | 57 |

## Managementsamenvatting

Tot in het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw werd het merendeel van het Nederlandse afval verwerkt op stortplaatsen. Deze stortplaatsen zijn aangelegd en worden beheerd op basis van de in het beschermingsbeleid verankerde IBC-condities (Isoleren, Beheersen en Controleren). Voor stortplaatsen is dus sprake van een effectgericht beleid, waarbij de nadruk ligt op het treffen van maatregelen en voorzieningen om emissies van milieubelastende stoffen uit een stortplaats zo veel als mogelijk te voorkomen. De verontreinigingsbron zelf verandert met het treffen van de isolerende voorzieningen nagenoeg niet, met als consequentie dat daarmee ook het emissiepotentieel in de toekomst aanwezig blijft en ook de noodzaak van het in stand houden van de IBC-voorzieningen. Vanuit het perspectief van duurzaamheid zijn enkele jaren geleden ideeën gelanceerd en voorstellen gedaan om de aandacht meer te gaan richten op brongerichte maatregelen en voorzieningen om daarmee het emissiepotentieel van stortplaatsen substantieel te verminderen. Dit zou dan moeten leiden tot een belangrijke afname van het risicopotentieel van stortplaatsen, tot een zeer sterke reductie van nazorginspanningen en -kosten alsmede tot een aanmerkelijke toename van de gebruikspotentie van stortplaatsen. Vanuit deze conceptuele gedachte is het project Duurzaam stortbeheer ontstaan.

Wetenschappelijk onderzoek in de laatste twee decennia laat zien dat biologische en geochemische processen die zich onder gunstige condities in een stortlichaam kunnen voordoen, leiden tot een vermindering van het emissiepotentieel. Uit het onderzoek blijkt verder dat deze afbraakprocessen afhankelijk van het type afval kunnen worden versneld door middel van bekende en ook voor het stabiliseren van afvalmateriaal in de praktijk al toegepaste methoden van infiltratie van water en beluchting van het afvalmateriaal. Hiermee kan de afbraak van organisch materiaal in het afval worden gestimuleerd met als gevolg dat ook het emissiepotentieel van verontreinigingen wordt gereduceerd. Het is echter nog niet duidelijk of deze methoden ook voldoende effectief zijn om de emissies van milieubelastende stoffen uit stortplaatsen zodanig te reduceren dat daarmee de noodzaak tot isolerende voorzieningen (goeddeels) kan komen te vervallen en eventueel tijdelijk optredende neveneffecten (o.a. toename van methaanemissies) tot een acceptabel niveau worden beperkt.

Om deze reden wordt de uitvoering van een enkele pilotprojecten voorgesteld met als hoofddoel het vaststellen of een brongerichte aanpak zodanig effectief is en ook kan blijven, dat daarmee de noodzaak voor de op dit moment nog gangbare effectgerichte maatregelen en voorzieningen voor stortplaatsen na de exploitatieperiode geheel of nagenoeg geheel kan komen te vervallen. Daarnaast zijn meerdere nevendoelen voor de pilots geformuleerd die zicht voornamelijk richten op de uitvoering van de praktijkproeven.

Uitvoering van de proefnemingen wordt voorgesteld op maximaal drie pilotlocaties. Deze locaties zijn gekozen op basis van een aantal gestelde selectiecriteria met betrekking tot aanwezige infrastructuur en (bodem)beschermende voorzieningen en beschikbare informatie over het aanwezige afval en gasvorming. De locaties en het afvalmateriaal verschillen op belangrijke onderdelen ten opzichte van elkaar, zodat zowel percolaatinfiltratie als beluchting kunnen worden beproefd voor verschillende omstandigheden. De potentiële pilotstortplaatsen zijn De Kragge 2 te Bergen op Zoom, Wieringermeer te Middenmeer en Braambergen te Almere.

Met het infiltreren van water en lucht worden biologische processen op gang gebracht en/of gestimuleerd, die leiden tot afbraak van organisch materiaal in het afvalpakket en daarmee tevens tot het deels afbreken en deels vastleggen van verontreinigende stoffen. Voor de methode van infiltreren van water en die van het beluchten van het afvalpakket komen meerdere technieken in aanmerking.

Op basis van ervaringen zijn voor het infiltreren van water de volgende technieken geselecteerd: infiltratievelden onder de tijdelijke bovenafdekking, horizontaal infiltratiesysteem en korte verticale bronnen. Hierbij wordt ervan



uitgegaan dat het percolaat van de betreffende stortplaats wordt gebruikt als infiltratiewater. De uiteindelijke keuze voor een bepaalde techniek is locatiespecifiek en zal verder worden gedetailleerd, nadat van alle betrokken partijen instemming is verkregen (o.a. Green Deal) en uitvoering vanuit de regelgeving (Ministeriele regeling) wordt ondersteund.. Voor het beluchten zijn op basis van ervaringen met name in Duitsland de technieken 'lage-druk beluchting' en 'over-onttrekken' geselecteerd. Ook hiervoor zal het ontwerp verder worden gedetailleerd, na instemming van alle betrokken partijen. In de deelplannen van aanpak wordt nader ingegaan op de procedure voor verdere detaillering.

Als gevolg van percolaatinfiltratie en beluchting kan tijdens de uitvoering van de praktijkproef het risicoprofiel van de betreffende stortplaats wijzigen. Om inzicht te krijgen in de wijziging van de omstandigheden en de mogelijke gevolgen daarvan voor het risicoprofiel van de pilotstortplaatsen is een vrij gedetailleerde risicoanalyse uitgevoerd. Voor slechts enkele onderdelen is sprake van een verhoogd risico. Voor deze laatste categorie kunnen de risico's in afdoende mate worden beheerst door een gerichte monitoring en voor enkele onderdelen aangevuld met preventieve of effectgerichte maatregelen.

Voor de monitoring is in dit Integrale Plan van Aanpak een meet- en monitoringstrategie ontwikkeld met een doorvertaling naar een monitoringprogramma en monitoringplan op hoofdzaken. Het monitoringplan is aangevuld en geconcretiseerd in de verschillende Deelplannen van Aanpak op basis van de gegevens van andere onderzoeken, zoals het fase-2 onderzoek van RIVM/ECN (ontwikkeling emissietoetswaarden). Als vertrekpunt voor het meet- en monitoringprogramma geldt een gericht 'nul-fase onderzoek', waarmee de uitgangssituatie, van zowel de omgeving als het stortlichaam zelf wordt vastgelegd en als basis voor de toetsing van het verloop van de praktijkproeven en het eindresultaat. De monitoring wordt aanzienlijk uitgebreid ten opzichte van hetgeen volgens het Stortbesluit is vereist. Percolaatvorming en -samenstelling en stortgasemissie worden met grotere frequentie en in meer detail onderzocht. Geheel nieuw is een grote inspanning om de processen in het afvalpakket zelf te monitoren. Daarmee vindt de monitoring eerder en beter plaats.



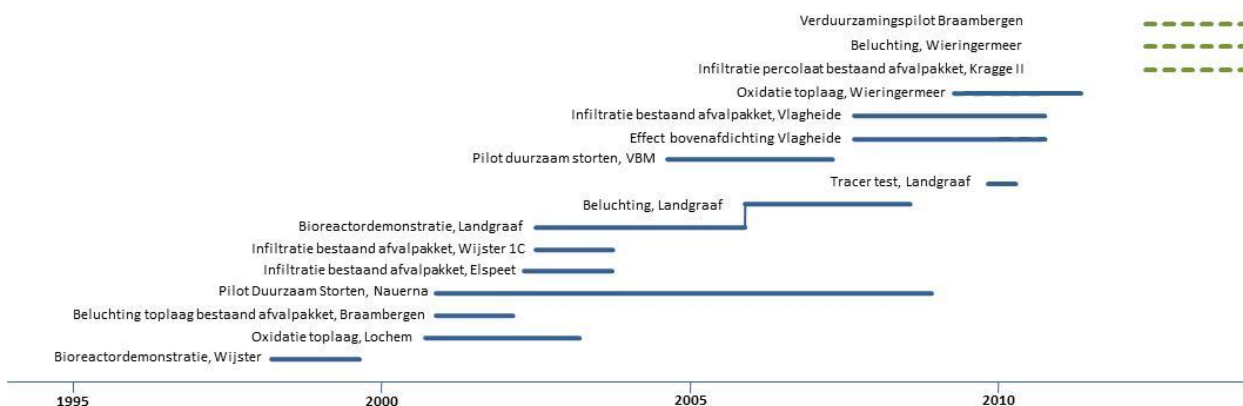
## Inleiding doelstelling - toetsingskader

### 1 Inleiding - achtergrond

Tot in jaren '90 van de vorige eeuw werd het merendeel van het Nederlands afval verwerkt op stortplaatsen. Ondanks dat het tot dan toe gezien werd als zeer aannemelijke oplossing, waren ook de beperkingen en nadelen ervan bekend. Naast hinder en overlast naar de omgeving, waren ook de mogelijk nadelige gevolgen voor het milieu steeds duidelijker in beeld gekomen. Het aanvankelijk alleen maar afdekken van een stortplaats aan de bovenzijde werd in 1985 vervangen door de verplichting om aan de onderzijde van een stortplaats een afdichtingsconstructie aan te brengen, gevolgd door een bovenafdichting na de exploitatieperiode. Een stortplaats werd, ook beleidsmatig gezien, aangemerkt als een black box waarvoor het noodzakelijk was om deze rondom te voorzien van een fysieke afdichtingsconstructie.

Het beschermingsbeleid voor stortplaatsen is voornamelijk effectgericht geweest: het voorkomen dat eventuele emissies uit het afvalpakket in het milieu terecht kunnen komen door het treffen van maatregelen en voorzieningen onder en boven de stortplaats. Dit vergt van alle partijen grote inspanningen omdat de voorzieningen tot in lengte van jaren goed moeten functioneren. Het gevolg is eeuwigdurende zorg voor beheer, onderhoud en het tijdig vernieuwen van constructies of onderdelen ervan, inclusief een blijvende aandacht voor inspecties, metingen en monitoring voor de controle op het functioneren van de gerealiseerde voorzieningen. Bij stortplaatsen is dus sprake van eeuwigdurende nazorg. Om deze nazorg te kunnen realiseren is per provincie een nazorgfonds ingesteld.

In de afgelopen jaren is het besef ontstaan, dat het (uitsluitend) treffen van effectgerichte maatregelen en voorzieningen vanuit een insteek van duurzaamheid niet de meest gewenste oplossing is voor de toekomst. Vanuit deze achtergrond wordt door de Vereniging Afvalbedrijven en de Stichting Duurzaam Storten al circa 15 jaar onderzoek uitgevoerd naar betere mogelijkheden om de lange termijn risico's te beheersen. Figuur 1 geeft hiervan een overzicht.





Figuur 1 Overzicht van de door de VA uitgevoerde onderzoeken inzake brongerichte maatregelen op bestaande stortplaatsen in de periode vanaf 1995.

De gedachte achter de in de afgelopen jaren uitgevoerde onderzoeken is dat brongerichte maatregelen vanuit duurzaamheid in alle opzichten de voorkeur verdienen boven effectgerichte maatregelen, mits zij echter zodanig effectief zijn dat effectgerichte maatregelen en voorzieningen daardoor achterwege kunnen blijven of op zijn minst sterk kunnen worden teruggebracht. Het 'eliminieren' van de verontreinigingsbron, op een wijze waaraan nu wordt gedacht en waar het hier beschreven onderzoek op is gericht, heeft zowel milieuhygiënische en economische voordelen, als ook sociaal-maatschappelijke voordelen ten opzichte van het 'inpakken' van deze bron.

Het 'eliminieren' van de verontreinigingsbron berust op de afbraak, uitspoeling en/of vastlegging in het afvalmateriaal van de aanwezige verontreinigende stoffen. Door dit geheel aan processen zo volledig mogelijk te laten verlopen op een zodanige manier dat het resterend potentieel aanzienlijk wordt gereduceerd kan een stortplaats worden verduurzaamd. Het zo volledig mogelijk laten verlopen van de afbraak van biologisch afbreekbaar organisch materiaal wordt hierna stabilisatie genoemd. Hiervoor is echter mobiel water en/of lucht in het afvalpakket nodig. Omdat dit echter niet of onvoldoende in een stortplaats aanwezig is, zal het met bepaalde (infiltratie)technieken in het afvalpakket moeten worden gebracht.

Percolaatinfiltratie en beluchting zijn twee beproefde en bewezen technieken waarmee het stabiliseren van stortplaatsen kan worden gerealiseerd. Met deze technieken is de afgelopen jaren op bepaalde schaal al ervaring opgedaan (Van Vossen et al., 2009a). Echter om meerdere redenen wordt het niet alleen wenselijk, maar ook noodzakelijk geacht om de komende tijd praktijkproeven op het niveau van een stortplaats(vak) uit te voeren. Hiervoor zijn drie pilotlocaties geselecteerd. Het is de bedoeling dat met de praktijkproeven op deze pilotlocaties ervaring wordt opgedaan met de toepassing en werking van de technieken en vooral ook informatie wordt verzameld over de effectiviteit van het verduurzamen en de afzonderlijke technieken.

Voor het beoordelen van de effectiviteit van het verduurzamen is een toetsingskader noodzakelijk. Aan de hand van dit toetsingskader moet kunnen worden beoordeeld of na het verduurzamen (en zonder bovenafdichting van een stortplaats) de risico's op bodembelasting van verontreinigende stoffen uit de stortplaats zodanig laag zijn, dat dit acceptabel is vanuit de doelen van het bodembeschermingsbeleid.

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) stimuleert de ontwikkelingen rond het verduurzamen van stortplaatsen en is het project "Introductie Duurzaam Stortbeheer" gestart. Een beschrijving van dit project staat in 'Projectplan Introductie Duurzaam Stortbeheer (IDS)', ministerie van I&M, d.d. 20 oktober 2010, versie 2.1. Ook vanuit de provincies bestaat een positieve grondhouding. Eén van de deelprojecten binnen dit project was de ontwikkeling van zogenaamde emissietoetswaarden (ETW), uitgevoerd door RIVM, als toetsingskader om de mate van effectiviteit van het verduurzamen te bepalen. Voor zover noodzakelijk zal het ministerie van I&M regelgeving aanpassen om de pilots te kunnen uitvoeren. Daartoe zijn Deelplannen van Aanpak voor ieder van de uit te voeren pilots opgesteld.

Indien de pilots succesvol zijn, is het ministerie van I&M tevens bereid om wet- en regelgeving zodanig aan te passen dat het verduurzamen ook op andere daarvoor in aanmerking komende stortplaatsen kan worden uitgevoerd. De pilots zijn succesvol als:

- na afronding van de pilots wordt voldaan aan eisen voor de maximaal toelaatbare emissies naar bodem en grondwater (als vastgelegd in de emissietoetswaarden, ETW);



- uit de resultaten van het meet- en monitoringprogramma voldoende aannemelijk kan worden gemaakt dat ook in de toekomst aan de eisen ten aanzien van de bodembelasting kan worden voldaan;
- de optredende emissies naar de lucht gedurende uitvoering van de pilots voldoende kunnen worden beheerst; en
- de eventuele risico's verbonden aan de uitvoering van de pilots voldoende beheersbaar zijn.

### **Maatschappelijk belang**

Als de maatregelen succesvol blijken, leveren de ontwikkelingen een bijdrage aan verduurzaming en andere maatschappelijk relevante thema's:

- Het allerbelangrijkste is een verminderd risico voor het ontstaan van bodem- en grondwaterverontreiniging op de lange termijn. Als biodegradatie sneller en vollediger verloopt, resulteert dit in een reductie van het emissiepotentieel van het afvalpakket. Als gevolg hiervan kan mogelijk ook de nazorg worden vereenvoudigd;
- Gevolg is ook dat zettingen van het afvalpakket versneld worden. Een volledig mechanische stabilisatie van het afvalpakket, levert betere mogelijkheden voor nieuwe bestemmingen van de stortplaats (bouwen op de belt).
- Tenslotte is het project een stimulans voor kennisopbouw, -disseminatie en -export en draagt het bij aan innovaties. Het onderzoek gebeurt in nauwe samenwerking met universiteiten en kennisinstellingen in binnen- en buitenland. Er wordt kennis opgedaan op het gebied van biochemie, geochemie, hydrologie en geavanceerde monitoring. De kennis wordt gedeeld via wetenschappelijke tijdschriften, symposia en netwerkorganisaties. De kennis is niet alleen relevant voor stortplaatsen, maar voor de ondiepe ondergrond in het algemeen.

## **2 Doelstelling Introductie Duurzaam Stortbeheer en individuele pilots.**

### **2.1 Doelstelling 'Introductie Duurzaam Stortbeheer op praktijkschaal'**

Het doel van duurzaam stortbeheer is om het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen naar bodem en grondwater zodanig terug te brengen, dat de eeuwigdurende nazorg en nazorgkosten substantieel kunnen worden verminderd of geminimaliseerd. Dit onder voorwaarde dat de emissies 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 zijn onder meer emissietoetswaarden (ETW) vastgesteld (zie ook hoofdstuk 3).

Verder is het de bedoeling dat lichtere vormen van eindafwerking mogelijk worden, indien duidelijk is dat het acceptabele emissieniveau (emissietoetswaarden) ook op lange termijn bezien niet wordt overschreden.

### **2.2 Doelstelling pilots**

Aan de pilots zijn uiteenlopende doelen te verbinden. Omdat er meerdere partijen en meerdere belangen een rol spelen bij de uitvoering van de pilots worden de doelen op de volgende drie abstractieniveaus gedefinieerd:

- Strategisch (beleidsniveau)  
Het door middel van praktijkproeven vaststellen of brongerichte maatregelen zodanig effectief zijn en blijven, dat zij geheel of nagenoeg geheel in de plaats kunnen treden van de gangbare effectgerichte maatregelen en voorzieningen voor stortplaatsen na de exploitatieperiode.
- Tactisch (managementniveau)  
Het door middel van praktijkproeven bij meerdere pilotlocaties vaststellen:



- in welke mate kan worden voldaan aan de door het RIVM/ECN ontwikkelde emissietoetswaarden als maat voor de nog toelaatbare belasting van de bodem met verontreinigende stoffen;
  - of en in welke mate (zonder voorzieningen aan de bovenzijde van de stortplaats) blijvend kan worden voldaan aan de emissietoetswaarden (dit op basis van onder meer metingen aan het emissiepotentieel van stoffen in het afvalpakket gedurende en na uitvoering van de pilots);
  - onder welke eventuele voorwaarden en/of mate van nazorg, zoals bij het treffen van bepaalde waterremmende voorzieningen aan de bovenzijde van de stortplaats, blijvend kan worden voldaan aan de emissietoetswaarden;
  - in welke mate er verschillen zijn in (rest)emissies uit het stort en/of het emissiegedrag bij de verschillende pilots en waardoor dit kan worden verklaard;
  - in welke mate sprake is van een (tijdelijke) toename van de emissies naar de lucht en of deze in voldoende mate beheersbaar zijn en acceptabel vanuit de omgeving;
  - de aard en omvang van de eventuele risico's die samenhangen met de uitvoering van de pilots en of deze in voldoende mate zijn te beheersen;
  - welke leerpunten uit de pilots zijn te destilleren gericht op de implementatie van het concept van verduurzamen naar andere stortplaatsen;
  - de mate van nazorg die resteert (zie ook hierboven).
- Operationeel (uitvoeringsniveau):

De operationele doelstellingen zijn voornamelijk van technische en financiële aard. Het gaat hierbij om:

    - het verkrijgen van inzicht in de technische uitvoerbaarheid van de voorzieningen en de mogelijkheden voor optimalisatie ervan;
    - het verkrijgen van de inzicht in de werking van de technieken op praktijkschaal met het oog op het kunnen doorvoeren van verbeteringen van de effectiviteit ervan;
    - het verbeteren van de fysisch en (bio)chemische inzichten in processen in het stort, bijvoorbeeld ten aanzien van de relatie tussen afbraak van organisch materiaal en het resterend emissiepotentieel van het afval of de effecten van inhomogeniteit in afbraak of waterverplaatsing op restemissies. Dit met het oog op het voldoende aantoonbaar kunnen maken of ook blijvend aan de gestelde eisen ten aanzien van de toetswaarde kan worden voldaan;
    - het verzamelen van informatie over investerings- en operationele kosten en het verkrijgen van inzicht in de kosteneffectiviteit van de maatregel.
    - het verkrijgen van inzicht in de volledigheid, betrouwbaarheid en effectiviteit van het toegepaste meet- en monitoringprogramma en op basis van de resultaten in de mogelijkheden voor optimalisatie ervan;
    - de mogelijkheden om op basis van de resultaten van de pilots conclusies te kunnen trekken en aanbevelingen te kunnen doen gericht op de implementatie van het concept.

Voor het integraal plan van aanpak zijn met name de tactische doelen van belang en de wijze waarop deze kunnen worden gerealiseerd. Voor de deelplannen van aanpak gaat het veel meer om de operationele doelen en de wijze van doelrealisatie.

### **2.3 Doelstelling van dit Integraal Plan van Aanpak**

Dit is een integraal plan van aanpak voor de demonstratie van verduurzamingsmaatregelen binnen het gehele project Introductie Duurzaam Stortbeheer. Het plan dient twee doelen:

- Het geven van een algemeen inzicht in de uit te voeren praktijkproeven en een gedetailleerd meet- en monitoringstrategie en het monitoringsprogramma op zodanige wijze dat het kan worden beoordeeld door beleidsmakers, bevoegde gezagen en de door hen geraadpleegde wetenschappelijk experts (bijvoorbeeld de



TCB<sup>1</sup>). Daarmee legt dit integraal plan van aanpak een basis voor de vaststelling van de in de pilots te leveren bewijslast met betrekking tot de technische haalbaarheid van verduurzaming van stortplaatsen;

- Het geven van een richtlijn voor de wijze waarop de individuele pilots worden ingevuld zodanig dat daardoor de kwaliteit van de afzonderlijke pilots kan worden geborgd.

Dit plan wil daarvoor op toegankelijke wijze inzicht te geven in (i) nut en noodzaak van de verduurzamingspilots, (ii) de doelen van de pilots, (iii) de technische invulling (iv) de meetstrategie en het monitoringplan en (v) de toetsingscriteria waaraan succes van de pilots wordt afgemeten. Het integraal plan van aanpak geeft een beschrijving van generieke aspecten voor alle pilotlocaties. De afzonderlijke pilots zijn verder uitgewerkt in deelplannen van aanpak. Deze deelplannen geven een locatiespecifieke invulling van hetgeen in het voorliggende integrale plan van aanpak staat vermeld.

### 3 Algemeen toetsingskader

Voor de beoordeling van de pilots op het kunnen voldoen aan de tactische doelen is het noodzakelijk te beschikken over een referentie- of toetsingskader. In dit kader is het volgende van belang:

- De kwaliteit van het percolaat zowel gedurende als in de eindfase van de proef vormt een belangrijke toets voor de beoordeling van de effectiviteit van de maatregel. Voor verontreinigende componenten zijn emisietoetswaarden (ETW) door RIVM/ECN vastgesteld (Brand et al., 2014). De ETW zijn maximale concentraties in het gevormde percolaat in het afvalpakket en zijn gebaseerd op ecotoxicologische criteria (maximale concentraties in het grondwater) direct buiten het afvalpakket. Deze criteria zijn vervolgens omgerekend naar de ETW, waarbij wordt aangenomen dat de functionaliteit van de onderafdichting geheel verdwenen is. De ETW zijn locatiespecifiek en zijn onder meer afhankelijk van de lokale bodemopbouw en hydrologie;
- In de Handreiking ETW (Ministerie I&M, 2014) heeft het ministerie van I&M vastgesteld op welke wijze de toetsing op ETW plaatsvindt. Hierbij zijn regels vastgesteld over de monsternamenpunten, monsternamerequenties, de periode waarover moet worden getoetst, de wijze waarop uit een meetserie de toetswaarde wordt bepaald, (op basis van fluxgemiddelde concentraties), de correctie van concentraties, wanneer de percolaatvorming anders is, dan verwacht op basis van een neerslagoverschot van 300 mm per jaar en de wijze waarop dient te worden omgegaan met detectielimieten en rapportagegrenzen.
- Voor beoordeling of uiteindelijk ook blijvend aan de ETW wordt voldaan, is de handreiking gebruik ETW in zijn huidige vorm nog niet geschikt. Hiervoor is een ander type monitoring cq. onderzoek noodzakelijk. Het blijvend voldoen vraagt om uitspraken over de toekomst en kan alleen worden onderbouwd met modellering op basis van waarnemingen. De handreiking zal voor dit onderdeel worden uitgebreid en aangevuld op het moment dat het lopend wetenschappelijk onderzoek hiernaar is afgerond;
- In zijn algemeenheid geldt verder als uitgangspunt dat de maatregel geen verhoging van emissies naar lucht, bodem en grondwater tot gevolg mag hebben.

---

<sup>1</sup> Een eerste versie van dit IPvA is ter commentaar voorgelegd aan de TCB. Het commentaar van de TCB en de wijze waarop dit commentaar is verwerkt, in dit IPvA en de DPvA voor de individuele pilots





## Selectie en beschrijving van de locaties voor de pilot

### 4 Overwegingen en motivatie voor de drie pilots

Met technieken voor percolaatinfiltratie en beluchting bestaat internationaal, maar ook in Nederland al veel ervaring. Naar schatting worden deze maatregelen wereldwijd op meer dan 150 stortplaatsen toegepast. De technologie en de uitvoering van dit soort systemen is over het algemeen goed gedocumenteerd, terwijl ook al veel praktische uitvoeringsproblemen opgelost zijn (zie ook hoofdstuk 9). Bij veel projecten was de doelstelling echter anders dan het verduurzamen<sup>2</sup> en mede daardoor is de monitoring van effecten in de meeste gevallen nagenoeg achter(wege) gebleven. In algemene zin is daarbij wel duidelijk gebleken dat door deze maatregelen, mits goed uitgevoerd, de biologische omzetting van organisch materiaal sterk wordt gestimuleerd. Het is evenwel niet bekend in welke mate deze omzetting plaatsvindt (bijvoorbeeld voor 75, 85 of 95%) en met welke milieugevolgen. Ook is niet duidelijk of deze maatregelen voldoende doorwerken om de emissies van stortplaatsen te beperken tot een aanvaardbaar niveau. Dit is dan ook een van de belangrijkste redenen om gericht en grootschalig praktijkonderzoek te doen.

Om een zo voldoende mogelijk representatief beeld te krijgen over de mogelijkheden van het verduurzamen, de effectiviteit ervan onder verschillende omstandigheden, de uitvoeringsrisico's, de randvoorwaarden, e.d. wordt gekozen voor meerdere pilots. De belangrijkste overwegingen hiervoor en voor het aantal pilots zijn als volgt samen te vatten:

- a. de omstandigheden op de pilotlocatie moeten het verzamelen van informatie mogelijk maken voor het opstellen van de methode waarmee kan worden aangetoond dat de doelen van duurzaam stortbeheer gerealiseerd zijn.
- b. uit een haalbaarheidsstudie en verificatieonderzoek moet blijken dat de locatie voldoende potentieel heeft.
- c. het praktijkonderzoek en de resultaten dienen een zo groot mogelijke bandbreedte van potentieel in aanmerking komende stortplaatsen te omvatten.
- d. het te kiezen aantal pilotprojecten dient de maximale hoeveelheid informatie tegen zo gering mogelijke kosten te leveren. Indien een potentiële pilot niet tot nieuwe kennis of aanvullende inzichten leidt ten opzichte van al geselecteerde pilots, dan wordt deze niet verder meegenomen bij de proeven.

Het eerste selectie criterium a) is in het verleden opgesteld door een kernteam van wetenschappers die voor de Stichting Duurzaam Storten de (wetenschappelijke) randvoorwaarden voor afdoende bewijslast heeft opgesteld (Heimovaara et al., 2008). Deze randvoorwaarden zijn als eis gesteld alvorens een haalbaarheidsstudie te starten.

Om criterium b) in te vullen hebben twee exploitanten voorstellen gedaan en zijn drie haalbaarheidsstudies uitgevoerd. Conclusie was dat op alle drie de locaties het technisch mogelijk lijkt om het emissiepotentieel van het afvalpakket drastisch te reduceren door middel van verduurzamingsmaatregelen.

Invulling van het criterium c) heeft plaatsgevonden door delen van stortplaatsen te selecteren met een duidelijk ander karakter (samenstelling of ouderdom) van het afvalpakket (Scharff, 2013). De stortplaats De Kragge 2 wordt gedomineerd door huisvuil. Het beoogde stortvak op stortplaats Wieringermeer wordt gedomineerd door bedrijfsafval en bouw- en sloofafval. Het voor een pilot overwogen deel van stortplaats Braambergen wordt gedomineerd door meer anorganische materialen zoals verontreinigde grond en grondreinigingsresidu.

---

<sup>2</sup> Andere doelstellingen zijn bijvoorbeeld de behandeling van percolaat (reductie hoeveelheid en verbetering kwaliteit), stimulering van de stortgasvorming en (vooral in de Verenigde Staten) versnelde zetting van het afvalpakket, waardoor nieuwe stortruimte versneld ter beschikking komt



Inzake criterium d) geldt dat bij de Stichting Duurzaam Storten budget voor fundamenteel onderzoek en voor ondersteuning van de uitvoering van de pilots wordt gereserveerd conform een verdeelsleutel over pilot-exploitanten en niet-pilot-exploitanten. Budgetoptimalisatie (zonder kwaliteitsverlies) is primair een zorg en een aandachtspunt voor de exploitanten.

Daarnaast heeft de Stichting Duurzaam Storten een reeds lopend proefproject methaanoxidatie in deklagen op stortplaats Wieringermeer omarmd. Dit project beoogt niet het afvalpakket te verduurzamen, maar levert belangrijke ondersteunende informatie ten aanzien van de reductie van methaanemissie tijdens Verduurzaming.

De randvoorwaarden voor uitvoering staan opgenomen in het voorliggende plan en zijn getoetst door de Technische Commissie Bodembescherming (TCB). De Stichting Duurzaam Storten neemt, de oordelen van TCB en Stuurgroep IDS in overweging nemend, een besluit over welke pilots zij financieel zal ondersteunen. Uiteindelijk nemen de individuele stortplaatsexploitanten besluiten over daadwerkelijke uitvoering. Alleen de stortexploitant kan opdrachtgever zijn. Vanzelfsprekend kan dit alleen met instemming van het bevoegd gezag. Er is zodoende sprake van een constructie waarin pilots alleen uitgevoerd zullen en kunnen worden als er bij alle partijen commitment is.

## 5 Algemene karakteristiek van het afvalmateriaal en onderscheidende verschillen per type locatie

Op basis van de in het vorige hoofdstuk genoemde selectiecriteria is de (voorlopige) keus voor de pilots gevallen op de stortplaatsen De Kragge 2, Wieringermeer en Braambergen. Enkele concrete overwegingen bij de selectiecriteria waren daarbij:

- het soort gestort afval (representatief voor zo breed mogelijk palet stortplaatsen voor afval, waarin de biochemische en fysische processen worden gedomineerd door organisch materiaal);
- beschikbaarheid van gegevens over gestort afval (waar is wat in welke hoeveelheden gestort) in verband met het kunnen samenstellen van een representatief beeld over de afvalsamenstelling;
- de aanwezige infrastructuur (bovenafwerking, onderafdichting, drainagesysteem, systeem voor stortgasonttrekking);
- beschikbaarheid van gegevens over percolaatsamenstelling en gasonttrekking in de afgelopen jaren.

Ten aanzien van de afvalsamenstelling zijn in het recente verleden verschillende beschouwingen opgesteld over het soort afval dat wel of niet kansrijk is voor het proces van verduurzamen of dat op basis van de samenstelling op voorhand moet worden uitgesloten. Door de stortplaatsexploitanten en de overheid wordt de volgende afbakening voorgesteld.

- De verduurzamingspilots worden uitgevoerd op stortplaatsen waar in hoofdzaak niet-gevaarlijk afval is gestort of waarbij uit een haalbaarheidsonderzoek blijkt dat te verwachten is dat verduurzaming succesvol is.
- Bepaalde cellen (stortvakken) van stortplaatsen komen niet in aanmerking voor verduurzaming:
  - Cellen gevuld met afval dat ongeschikt is voor verduurzaming, zoals bijvoorbeeld het geval is bij aparte cellen en/of stortvakken voor C2- en C3 afvalstoffen (de kwalificatie zoals gehanteerd tot 21 juli 2009, zijnde de datum van het in werking treden van het Besluit van 12 juni 2009, de implementatie Beschikking aanvaarding afvalstoffen op stortplaatsen, Stb. 250, waarbij de terminologie C2 en C3 is vervallen);



- Stortplaatsen worden uitgesloten indien de onderafdichting ontbreekt dan wel indien de wel aanwezige onderafdichting niet voldoet aan de (nog nader uit onderzoek te definiëren) bodembeschermende eisen en/of de milieutechnische levensduur daarvan.

### Onderscheidende verschillen

De drie pilotlocaties voldoen aan de gegeven afbakening voor de afvalsamenstelling. Binnen deze afbakening wordt voldaan aan de wens van een zo ruim mogelijke bandbreedte voor de samenstelling en de ouderdom van het stortmateriaal, waarbij de spontane biologische afbraak van organisch materiaal bij de één (Wieringermeer) al verder is dan op de andere (De Kragge 2). Daarnaast is gekozen voor een pilot met een laag gehalte aan organisch materiaal (Braambergen), hetgeen meer representatief is voor afval gestort na 2000. In tabel 2 zijn de belangrijkste verschillen per stortplaats samengevat.

### Pilots op een groot stortoppervlak

De verduurzamingspilots worden op een aanzienlijk groter oppervlak (zie tabel 1) uitgevoerd dan eerdere pilots, waar werd geëxperimenteerd op de schaal van ongeveer één of enkele hectare. Hierdoor is men beter in staat om meer algemeen geldende conclusies te trekken uit de proef. Ervaringen met eerdere pilots hebben laten zien, dat bij relatief kleine oppervlaktes de storende invloed van randeffecten groot is en algemeen geldende conclusies daardoor veel moeilijker te trekken zijn.<sup>3</sup>

Tabel 1: Karakteristieken pilotlocaties

|               | <b>Afvalsamenstelling</b>  | <b>oppervlak</b> | <b>Stortperiode</b> |
|---------------|--|------------------|---------------------|
| Wieringermeer | Integraal afval (vooral bedrijfsafval)                                     | 2,6 ha           | 1992-1998           |
| De Kragge 2   | Integraal afval (vooral huishoudelijk, bedrijfsafval, bouw- en sloopafval) | 11 ha            | 1997-2007           |
| Braambergen   | Lager gehalte organisch materiaal – afbraak minder goed voorspelbaar       | 10 ha            | 1999-2007           |

Alle pilotlocaties hebben verder gemeen dat:

- ze gebruik maken van state-of-the art technologie voor percolaatinfiltratie of beluchting;
- ze uitgevoerd worden op grotere schaal om randeffecten te verkleinen;
- de werking van het proces intensief wordt gemonitord met bewezen technieken. Meer recent ontwikkelde geavanceerde technieken zullen in eerste instantie alleen worden toegepast om proceskennis te verbeteren.

<sup>3</sup> Er zijn rond 2000 infiltratieproeven uitgevoerd op een klein deel van een groter afvalpakket in Wijster en Elspeet. Conclusies bleken echter moeilijk te trekken, doordat de grens van de proefneming niet goed getrokken konden worden. Een aantal gasbronnen stonden in de buurt van dat deel zowel gas onttrokken van het gestimuleerde afvalpakket als van het naastgelegen niet gestimuleerde deel. Ook werd al het gas van de gehele stortplaats eerst verzameld en vervolgens pas op volume gemeten. Het effect van infiltratie verdween voor een belangrijk deel in 'ruis' van gaswinning op andere delen van het stort. Daarnaast bleek het lastig om alleen het afval op een klein deel van het pakket te bevochtigen. Door een gelaagde structuur van gecompacteerd afval is de horizontale verplaatsing namelijk veel groter dan de verticale, waardoor geïnfiltreerd vocht voor een belangrijk deel elders is terechtgekomen.



## 6 Relevante omgevingsaspecten

Bij de aanleg, exploitatie en beheer en onderhoud van stortplaatsen spelen diverse omgevingsaspecten een rol van betekenis bij een of meerdere van deze punten. Belangrijke omgevingsaspecten zijn onder meer:

- ruimtelijke inrichting van de omgeving: aanwezigheid van (woon)bebouwing in verband met mogelijke hinder en overlast;
- kwetsbare gebieden/objecten: aanwezigheid van gebieden of objecten met een beschermde status, zoals natuurgebieden, EHS-gebieden binnen het potentiële beïnvloedingsgebied;
- geologie: bodemopbouw en –samenstelling in verband met zettingen en zettingsverschillen in de ondergrond en mogelijke gevolgen voor onder andere het functioneren van de onderafdichting en het percolaat- en monitoringstelsel;
- hydrologie: grondwaterstanden en stromingen en aanwezigheid van kwel/infiltratie in verband met een eventuele verspreiding van verontreinigende stoffen in geval van disfunctioneren van de onderafdichtingsconstructie;
- infrastructuur: de aanwezige infrastructuur en voorzieningen zijn belangrijk voor de aan- en afvoer van (stort)materiaal en materieel;
- geometrie stortplaats: de geometrie van de stortplaats is met name van belang voor het beheer en onderhoud en het kunnen uitvoeren van experimenten/praktijkproeven;
- type onderafdichting: aard en samenstelling van de onderafdichtingsconstructie zijn deels afhankelijk van de periode waarin de stortplaats is aangelegd en kunnen van invloed zijn op de monitoringverplichtingen;
- monitoringstelsel: de mogelijkheden voor monitoring zijn deels afhankelijk van de aanwezige (geo)hydrologische situatie en de situering van het stort.

Uit een toetsing van de voorgenomen praktijkproeven aan de verschillende omgevingsfactoren kan de conclusie worden getrokken dat slechts enkele daarvan van belang zijn. De pilots zijn door middel van een onderafdichtingsconstructie geheel afgeschermd van de onderliggende bodem. Een belangrijke randvoorwaarde voor de uitvoering van de pilots is dat de onderafdichting gedurende de praktijkproeven gegarandeerd goed moet functioneren. Dit wil zeggen dat de functionele levensduur van deze constructie verzekerd moet zijn. Omdat de bovenbelasting op de onderafdichting in de pilotfase niet in belangrijke mate zal toenemen, zullen de praktijkproeven zelf nauwelijks tot geen negatieve invloed hebben op het functioneren ervan. In algemene zin wordt geconcludeerd dat de omgevingsaspecten van zeer beperkt belang zijn voor de opzet en uitvoering van de pilots, zoals beschreven in voorliggend plan van aanpak. Deze aspecten zijn echter wel van belang bij het vaststellen van de emissietoetswaarden, de referentiewaarden en de wijze van monitoren. Deze verschillen leiden tot locatiespecifieke emissietoetswaarden voor de pilot-locaties. Locatie gebonden omgevingsaspecten, zoals aanwezige infrastructuur en de geometrie van de stortplaats, kunnen van belang zijn bij de opzet, inrichting en uitvoering van de pilots maar hebben geen invloed op een eventuele beïnvloeding op de omgeving.

## 7 Aard van de beschermende voorzieningen

De pilots worden allemaal uitgevoerd op stortplaatsen met (bodem)beschermende voorzieningen en die voldoen aan de gestelde vergunningsvoorwaarden. Dit was een belangrijk criterium voor de selectie van de locaties van de pilots. De aard van de onderafdichting kan per locatie wel verschillend zijn. In onderstaand overzicht staat de samenstelling per locatie samenvattend weergegeven.



**Tabel 2: Beknopt overzicht voorzieningen per (compartiment van) pilotstortplaats**

| Pilotlocatie  | Beoogde compartimenten | Combinatie-afdichting   | Enkelvoudige afdichting                        | Monitoring onder het stort   | Monitoring buiten het stort   |
|---------------|------------------------|---|--|--|---|
| Wieringermeer | 6                      | n.v.t.  | 2mm HDPE folie+geohydrologisch isolatiesysteem | n.v.t.; wegens GI-systeem 35 meetpunten voor waterpeil binnen en 35 buiten stort | 13 locaties voor waterkwaliteit rond het beoogde compartiment plus de ringsloot |
| De Kragge 2   | 3, 4, 5                | n.v.t.  | 2 mm HDPE                                      | d.m.v. controledrains onder het afvalpakket                                      | Via diverse peilbuizen op locaties rondom het afvalpakket.                      |
| Braambergen   | 11Z, 11N, 12           | combinatie onderafdichting: 2 mm HDPE folie + 50cm zand-bentoniet | n.v.t.   | 21.604 m controledrain, 35 meetpunten  | 11 locaties in middeldiep en diep grondwater plus de ringsloot                  |

Belangrijk zijn vooral de kwaliteit en de levensduur van de onderafdichting en de kwaliteit van de gasonttrekking. Deze voorzieningen zijn niet alleen relevant om ongewenste effecten van de pilot voor de directe omgeving te voorkomen (zie ook hoofdstuk 10). Ze zijn ook belangrijk als onderdeel van de praktijkproeven om te voorkomen dat water (percolaat) of stortgas leidt tot (ongewenste) emissies, zonder dat dit wordt waargenomen. Ook voor de nulmeting zijn deze voorzieningen van belang. Zo geven percolaathoeveelheid, percolaatsamenstelling, hoeveelheid geproduceerd gas en de gassamenstelling belangrijke informatie over de huidige mate van stabilisatie en de huidige emissies (zie ook hoofdstuk 11 en 12).

Voor de onderafdichting geldt, dat deze is samengesteld en aangelegd op basis van de best beschikbare technieken op het moment van aanleg van de stortplaats. Dit betekent echter niet dat de onderafdichting volledig vloeistofdicht is. Op basis van het 'stand der techniek-denken' is in het verleden aangenomen dat het maximale lekdebiet door een combinatie afdichting 5 mm/j bedraagt. Echter uit praktijkervaringen blijkt dat dit lekdebiet, afhankelijk van onder andere de wijze van uitvoering, belangrijk minder kan zijn. Ter controle op dit 'weglekken' van percolaat uit het stort en de eventuele gevolgen daarvan wordt de kwaliteit van het grondwater rondom een stortplaats gemonitord. Dit monitoringsprogramma wordt tijdens de pilots gecontinueerd en indien noodzakelijk uitgebreid. Dit is echter afhankelijk van de lokale omstandigheden, de eventuele eisen van de vergunningverlener of de aanwezigheid van concrete aanwijzingen dat de kwaliteit van het grondwater door de pilot achteruit kan gaan.

Alle projecten hebben een systeem voor stortgasonttrekking, conform vergunningvoorschrift. Hiermee wordt de emissie van methaan en geur tegengegaan. De onttrokken hoeveelheden stortgas en de samenstelling daarvan is tevens een belangrijke parameter voor de beoordeling van de effectiviteit van infiltratieprojecten (zie hoofdstuk 11). Voor beoordelen van de effectiviteit van de stortgasonttrekking zal de methaanemissie worden gemonitord, zowel voorafgaand als tijdens de proefnemingen. Luning en Oonk (2011) hebben de verwachte extra methaanemissies<sup>4</sup> als gevolg van verduurzaming gekwantificeerd. De extra methaanemissies (cumulatief over de periode 2013-2047)

<sup>4</sup> N.B. Extra methaanemissies in vergelijking met een basis-scenario, waarin de 4 stortplaatsen in 2013 volledig zouden worden afgedicht.



voor de 3 pilots werden geschat op 4 kton methaan, waarvan 3 kton het gevolg was van de percolaatinfiltratie op De Kragge 2. Deze extra methaanemissie werd door I&M als marginaal bestempeld. Voor de Kragge 2 zal in de verdere uitwerking nog aandacht bestaan voor aanvullende maatregelen voor methaanemissiereductie, zoals bijvoorbeeld aanpassing van de stortgasonttrekking of aanbrengen van een methaanoxiderende toplaag.



## Werkingsprincipe en technische uitvoering

### 8 Relevante processen in het afvalpakket

#### 8.1 Algemeen

Deze paragraaf geeft een beknopt beeld van de relevante (natuurlijke) processen in het afvalpakket, met accent op processen die leiden tot verontreiniging van bodem en grondwater. Voor een uitgebreidere beschouwing van processen (inclusief referenties naar literatuur) wordt verwezen naar een uitgebreidere beschrijving van relevante processen in bijlage 4 van dit rapport.

Afval bevat een groot aantal verschillende verontreinigende stoffen, welke uiteindelijk door uitloging met het percolaat in bodem- en grondwater terecht kunnen komen afhankelijk van de lekdichtheid van de onderafdichting. Een deel van de verontreinigingen zit tijdens het storten al in het afval; een ander deel wordt tijdens de spontane biologische processen die volgen gevormd of afgebroken. De mate waarin verontreinigingen op een bepaald moment (bijvoorbeeld bij een bepaalde mate van spontane afbraak van organisch materiaal) kunnen worden uitgespoeld wordt aangeduid met het emissiepotentieel<sup>5</sup>.

Hieronder wordt beschreven op welke manier processen in het afvalpakket dit emissiepotentieel beïnvloeden. Bij deze beschrijving wordt het spectrum aan verontreinigingen onderverdeeld in vijf categorieën met vergelijkbaar chemische, biochemische of fysische eigenschappen :

- organische macroverontreinigingen, als DOC, BZV, CZV<sup>6</sup> met inbegrip van  $N_{kj}$  als gevolg van het gekoppeld vormingsmechanisme;
- organische microverontreinigingen, zoals bijvoorbeeld BTEX, (H)CFK's, minerale oliën, PAK;
- (zware) metalen, zoals Fe, As, Cd en Cr;
- oxyanionen, zoals sulfaat, fosfaat en;
- zouten als  $Cl^-$ .

Het emissiepotentieel van het afval wordt bepaald door een aantal factoren en processen:

- De afvalsamenstelling: De samenstelling van het afval bepaalt ook de hoeveelheid verontreiniging die erin aanwezig is, en de mate waarin dit is ontsloten en beschikbaar voor uitloging.
- De afbraak van organisch materiaal<sup>7</sup>. Afval bevat in de regel een grote hoeveelheid organisch materiaal van recente biogene afkomst, zoals groente, fruit en tuin afval, hout, papier, karton en textiel. Deels afhankelijk van herkomst en jaar van storten kunnen specifieke afvalfracties tot 30-40% droog organisch materiaal bevatten. Indien de omstandigheden in het afvalpakket gunstig zijn (voldoende vocht, geen hoge concentraties aan storende componenten) en onder anaerobe omstandigheden wordt dit organisch materiaal biologisch afgebroken. Afbraak is een complex van reacties, waarbij de vaste organische stof wordt gehydrolyseerd, waarna de hydrolyseproducten verder reageren in de waterfase tot uiteindelijk stortgas. De omzetting verloopt

<sup>5</sup> Dit emissiepotentieel kan worden vastgesteld in een zgn. uitloogtest, waarbij een afvalmonster met een zekere hoeveelheid water wordt doorspoeld, waarna de concentraties aan verontreinigingen in het spoelwater wordt vastgesteld. Het emissiepotentieel wordt uitgedrukt in mg per kg afval.

<sup>6</sup> DOC staat voor dissolved organic carbon. BZV en CZV zijn het biologisch, resp. chemisch zuurstofverbruik. Allen zijn indicatoren voor aanwezigheid van opgeloste organische componenten.

<sup>7</sup> Onder organisch materiaal wordt in dit plan uitsluitend materiaal verstaan van recent biogene afkomst. Verontreinigingen als gevolg van producten uit de (petro)-chemische industrie (benzeen, toluen en xylenen, minerale oliën, (H)CFK's) worden aangeduid met organische microverontreinigingen.



door middel van micro-organismen. De omstandigheden in het afvalpakket bepalen echter de soort en activiteit van de micro-organismen en daarmee ook uiteindelijk het verloop van de processen. De emissie van methaan is hier het directe gevolg. Organische zuren zijn een belangrijk tussenproduct. Wanneer deze zich lokaal ophopen kan dit leiden tot verzuring van het afvalpakket, waardoor de biodegradatie wordt stilgelegd. De mate waarin het organisch materiaal biologisch is omgezet, c.q. de intensiteit waarmee de afbraakprocessen op dat specifieke moment verlopen, heeft invloed op de uitloogbaarheid van specifieke componenten.

- Het vochtgehalte en ook de mobiliteit van dit vocht door het stortlichaam heeft effect op de afbraak: Afval breekt sneller en vollediger af, indien het voldoende vochtig is en ook als het door het afvalpakket infiltrerend water afvalstoffen kan afvoeren. Zo is bijvoorbeeld bekend dat bij een te snelle initiële biologische afbraak het afval kan verzuren, waardoor de verdere omzetting wordt stilgelegd. Ook is waterverplaatsing belangrijk om voedingsstoffen aan te voeren, bijvoorbeeld van delen waar omzetting al verder gevorderd is.
- De oplosbaarheid van verontreinigingen in poriewater onder de heersende omstandigheden (pH, redox, temperatuur): Bij goed oplosbare verontreinigingen (zoals zouten) worden de concentraties in het poriewater vaak niet gelimiteerd door de oplosbaarheid, maar veel meer door de hoeveelheid verontreiniging die op dat moment nog in het afval aanwezig is. Bij minder goed oplosbare componenten (zoals veel zware metalen) kan de concentratie in het poriewater worden gelimiteerd door de oplosbaarheid. In zo'n geval bepaalt de oplosbaarheid de poriewaterkwaliteit;
- De reeds gerealiseerde doorspoeling, of de mate waarin verontreinigingen al uit het afvalpakket zijn verwijderd als gevolg van regenval of infiltratie: Uitspoeling is vooral van belang bij goed oplosbare componenten, waarbij als gevolg van de hoge concentraties in het percolaat een belangrijk deel van het emissiepotentieel kan uitspoelen. Bij slecht oplosbare componenten zullen veel minder stoffen worden uitgespoeld.

Het effect van deze processen op het emissiepotentieel verschilt per soort verontreiniging. In tabel 4 staat dit samengevat:

- De gehalten van CZV, BZV DOC, en  $N_{kj}$  in het poriewater<sup>8</sup> worden vooral bepaald door de afbraak van organisch materiaal. De afbraak aan organisch materiaal hangt op haar beurt weer af van de hoeveelheid ervan in het afval op moment van storten.
- De concentraties aan zware metalen in het poriewater zijn sterk gecorreleerd aan de concentratie aan opgelost organisch materiaal (gemeten als DOC, dissolved organic carbon). Onder heersende zuurgraden in het afval zijn deze metalen in de regel slecht oplosbaar en concentraties van metalen in het water worden bepaald door adsorptie aan DOC. Wanneer na verloop van tijd het afval uitgereageerd raakt, nemen de DOC-concentraties sterk af en zijn ook de concentraties aan metalen in het water aanzienlijk verlaagd.
- De concentraties van organische microverontreinigingen in het afval kunnen op verschillende manieren worden gereduceerd.
  - Een deel van de micro's zullen worden gestript door de beluchtingslucht;
  - Concentraties van minder vluchtige componenten zullen worden gereduceerd doordat DOC-concentraties in het percolaat afnemen en daardoor ook de mobilisatie met de van deze componenten met de DOC;
  - Verder zullen veel organische componenten afbreken onder aerobe omstandigheden.

Gehloreerde organische componenten en BTEX lijken effectief te worden verwijderd door een combinatie van strippen en aerobe afbraak. Lichte PAKs lijken te worden verwijderd door een combinatie van verminderde DOC-complexering en aerobe afbraak. Voor zware PAKs lijkt verminderde DOC-complexering het belangrijkste mechanisme voor reductie van concentraties.

---

<sup>8</sup> In dit verband is het belangrijk om het verschil tussen poriewater en percolaat goed in beeld te houden. Poriewater is vocht dat zich in de poriën van het afval bevindt. Percolaat is het water dat aan de onderkant van het afval vrijkomt nadat het als neerslag /in het afvalpakket kwam en daar doorheen gesijpeld is. Percolaat is dus deels eerst poriewater geweest en deels afkomstig van regenwater dat door het stortlichaam sijpelt. Niet alle poriewater wordt uiteindelijk percolaat.





- De concentraties aan oxyanionen (als sulfaat, fosfaat) en zouten in het poriewater wordt bepaald door de omstandigheden (pH en redox), welke op hun beurt weer worden bepaald door biologische afbraak. De kennisopbouw is op dit punt het verst gevorderd en middels het model LeachXS van ECN kan inmiddels een kwantitatieve inschatting van emissies worden gemaakt (Van Zomeren et al., 2006).

Tabel 3 Factoren, welke uiteindelijk de emissiepotentieel van afval bepalen

|                    | afvalsamenstelling | afbraak organisch<br>materiaal | oplosbaarheid | gerealiseerde<br>doorspoeling |
|--------------------|--------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------|
| Organische macro's | ++                 | ++                             | +             | +                             |
| Organische micro's | ++                 | +#                             | +#            | +#                            |
| Metalen            | ++                 | ++                             | ++            | +                             |
| Oxyanionen         | ++                 | +                              | ++            | ++ <sup>#</sup>               |
| Zouten             | ++                 | -                              | -             | ++                            |

Een ++ betekent een aanzienlijke invloed; + betekent matige invloed, - geen invloed

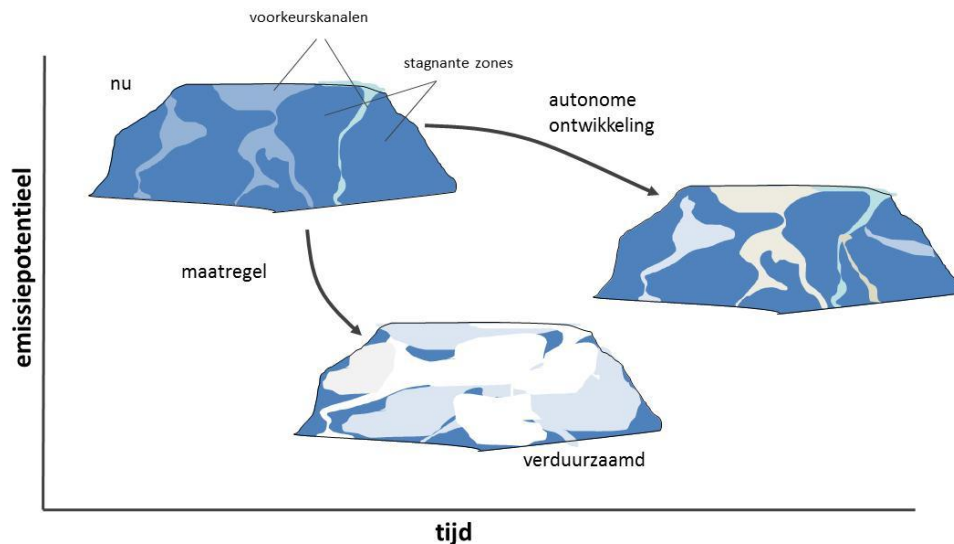
<sup>#</sup> sterk afhankelijk van specifieke component en kan variëren tussen nihil en aanzienlijk

## 8.2 Conceptueel model: emissies uit huidige stortplaatsen worden bepaald door voorkeurskanalen in het afval

De uiteindelijke emissie van stoffen naar de percolaatdrains wordt niet alleen bepaald door het emissiepotentieel, maar ook door de manier waarop het infiltratiewater zich door het afval verspreidt. Recente inzichten binnen het project duurzaam storten (Mathlener et al., 2006; Heimovaara et al., 2010, Oonk et al., 2013), maar ook in onderzoek in het buitenland, geven aan dat infiltratiewater zich vooral via voorkeurskanalen door het afval beweegt. Een belangrijk deel van het afval bevindt zich in niet-doorstroomde zones (dit kan droog afval zijn, maar ook met stagnant water verzadigd). Het (porie)water zit in dit deel van het afval opgesloten. De verontreinigingen in deze stagnante zones komen niet of slechts heel langzaam via diffusie met infiltratiewater in aanraking en kunnen daardoor slechts beperkt vrijkomen.

Op basis van de hiervoor beschreven processen is binnen het projectteam duurzaam storten een conceptueel model ontwikkeld, op basis waarvan kan worden verklaard waarom emissies van bestaande stortplaatsen minder problemen opleveren, dan zou kunnen worden verwacht op basis van het aanwezige emissiepotentieel (Mathlener et al., 2006). Het percolaat verplaatst zich vooral via voorkeurskanalen en in de buurt van zo'n voorkeurskanaal zijn de omstandigheden voor afbraak relatief gunstig en kan het organisch materiaal sneller en beter afbreken (zie Figuur 2 onder 'autonome ontwikkeling'). Door deze verhoogde afbraak neemt ook de verontreinigingsgraad van het poriewater in de buurt van zo'n voorkeurskanaal af. Wat resteert aan verontreiniging wordt vrij efficiënt uitgespoeld. Hierdoor is al na relatief korte tijd, in de orde grootte van 5 tot 20 jaar<sup>9</sup>, het percolaat schoner dan op basis van het aanwezige emissiepotentieel mag worden verwacht. De afbraak van organisch materiaal in de niet doorspoelde zones van het afval verloopt veel trager. De kans bestaat zelfs dat de omzetting daar volledig stagneert, bijvoorbeeld doordat het pakket lokaal uitdroogt of doordat afbraak leidt tot verzuring en remming van de methaanvorming. Voorkeurskanalen zijn niet alleen een voordeel, maar kunnen ook nadelige gevolgen hebben. Op de langere termijn wordt de emissie alleen nog maar bepaald door snelheid waarmee stoffen worden nageleverd uit de stagnante zones. Met name  $N_{kj}$ ,  $Cl^-$ , sulfaat kunnen nog lang uit deze zones naleveren en blijvend voor problemen zorgen.

<sup>9</sup> In deze periode is vrijkomen van verontreinigd percolaat geen probleem, omdat moderne (delen van) stortplaatsen (aangelegd na circa 1985) aan de onderkant zijn voorzien van isolatie en het water via een drainagesysteem wordt opgevangen. Percolaat wordt dus opgevangen en gereinigd.



**Figuur 2:** Conceptueel model: de uitspoeling van verontreinigingen in het afvalpakket wordt verminderd doordat percolaat vooral via de voorkeurskanalen stroomt. Het emissiepotentieel van de stagnante zones blijft daardoor buiten bereik van het percolaat. Doordat grote delen van het afvalpakket bij de huidige wijze van storten niet omgezet worden, blijft er een zeker risico aanwezig. Verduurzaming houdt in dat het afvalpakket vollediger wordt omgezet, ook in de delen die nu buiten het bereik van de voorkeurskanalen liggen.

## 9 Maatregelen voor 'verduurzaming' van stortplaatsen

### 9.1 Stimulering afbraak organisch materiaal van afval

Een manier om het emissiepotentieel van het afval te verminderen, is de biologische afbraak van organisch materiaal zo veel en compleet mogelijk te laten verlopen, ook in de stagnante zones. Het versnellen en het meer volledig maken van de biologische afbraak van het afval is dus het na te streven doel. De mogelijkheden voor stimuleren van de afbraak van organisch materiaal, vanuit de wens van het zo snel mogelijk stabiliseren van stortplaatsen, zijn op hoofdlijnen bekend en in het recente verleden verkend in een groot aantal projecten in binnen- en buitenland. Twee basisprincipes zijn te onderscheiden:

- Infiltratie: door infiltratie van water kan worden bereikt dat de omstandigheden in een groter deel van het afvalpakket gunstig worden voor biologische omzetting. Belangrijk hierbij is dat een veelvoud van het natuurlijk neerslagoverschot wordt gecirculeerd om ook de stagnante zones te bereiken, of om gericht water toe te voegen aan deze stagnante zones (op voorwaarde dat deze kunnen worden geïdentificeerd). Een voordeel van infiltratie, met vrijkomend percolaat, is dat nog additioneel stortgas wordt gevormd, waardoor de energie-inhoud van het afvalpakket kan worden benut. Een voorwaarde hierbij is dat maatregelen worden getroffen om het gas af te vangen. Een alternatief om verhoogde methaanemissies te voorkomen is de oxidatie van methaan in de toplaag van het afvalpakket, waarbij echter geen gebruik wordt gemaakt van het energievoordeel. Percolaatinfiltratie is een nuttige en noodzakelijke techniek in situaties waarbij een groot deel van het organisch materiaal nog niet is omgezet.
- Beluchting: beluchting van het afvalpakket zorgt ervoor dat het organisch materiaal met zuurstof in de lucht kan reageren in een reactie vergelijkbaar met composteren van GFT-afval. Deze aerobe omzetting gaat sneller en meer volledig dan bij percolaatinfiltratie. Beluchting werkt sneller en is beter in staat om organisch materiaal om



te zetten dan infiltratie. Indien echter te vroeg wordt gestart met beluchting is veel zuurstof nodig voor vergaande afbraak, hetgeen de kosteneffectiviteit van de maatregel niet ten goede komt. Op basis van ervaringen in Duitsland wordt voorgesteld om eerst uit te gaan van percolaat-infiltratie totdat 85-90% van het afbreekbaar organisch materiaal is omgezet, en dan beluchting voor de omzetting van de resterende 10 à 15%. Deze combinatie lijkt het meest kosteneffectief, kost de minste energie en levert de grootste hoeveelheid benutbaar stortgas op.

Behalve deze twee opties zijn, voor zover het inzicht nu reikt, geen andere maatregelen bekend die eerder op praktijkschaal hebben bewezen effectief te zijn.

## 9.2 Keuze percolaat-infiltratie of beluchting

De keuze voor infiltratie of beluchting hangt af van de locatie waar en het tijdstip waarop de pilot wordt uitgevoerd. Deze keuze is gebaseerd op de mate waarin het organisch materiaal in het afvalpakket al spontaan is omgezet. Dat kan worden ingeschat op basis van de gerealiseerde stortgasonttrekking. Stortgas is als direct product van afbraak immers een goede indicator. Een belangrijke conclusie uit de haalbaarheidsstudies was dat de afbraak op Wieringermeer verder is gevorderd dan de afbraak op De Kragge 2 (van Vossen 2009bc). Dit heeft geleid tot de keuze om voor Wieringermeer direct uit te gaan van beluchten in plaats van eerst infiltratie. Dit in tegenstelling tot De Kragge 2 waarbij eerst zal worden geïnfiltreerd. Op Braambergen is van oorsprong al veel minder organisch materiaal aanwezig. Om die reden is ook voor Braambergen het plan om de stabilisatie te versnellen door alleen beluchting. Voor De Kragge 2 zal eerst worden geïnfiltreerd gevolgd door beluchting. Voor de infiltratie wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het vrijkomende percolaat.

## 9.3 Ontwerp van het infiltratie- en beluchtingssysteem

De mogelijkheden voor het ontwerp van een percolaat-infiltratie- en beluchtingssysteem en de realiseerbaarheid ervan staat beschreven in de verschillende haalbaarheidsstudies (van Vossen 2009abc). Hieronder volgt een beschrijving van de technieken op hoofdlijnen. Voor de technische invulling van de pilots is zoveel mogelijk geprofiteerd van kennis en ervaringen in binnen- en buitenland. Dit is gebeurd door onder meer het Duitse ingenieursbureau IFAS<sup>10</sup> te betrekken bij het ontwerp van de hardware van de pilots (het systeem voor infiltratie en beluchting). IFAS, afkomstig van de Technische Universiteit Hamburg, heeft een voortrekkers rol op het gebied van verduurzamingspilots en is hiervoor binnen Europa thans de meest actieve partij. Hiermee heeft de Stichting Duurzaam Sorteren een vrijwel compleet overzicht van wat er op dit terrein in binnen- en buitenland al is gebeurd en momenteel in ontwikkeling is, kan de verduurzamingstechnologie als toegepast in de pilots als stand der techniek worden beschouwd.

### **Infiltratie**

Voor percolaat-infiltratie bestaat een aantal mogelijkheden. Zo kan percolaat worden geïnfiltreerd vanuit infiltratievelden onder de tijdelijke bovenafwerking (zie figuur 3a). Dit zijn bedden van 10 tot 30 meter lang/breed en ongeveer een meter diep, gevuld met grind en direct aangebracht onder de tijdelijke bovenafwerking. Zo'n bed kan via een centraal punt worden gevuld met percolaat, waarna het zich over een groot oppervlak verspreidt en in het afvalpakket zakt. Alternatieven voor infiltratievelden zijn een horizontaal infiltratiesysteem of korte verticale bronnen die door de bovenafwerking worden gestoken (figuur 3b). Infiltratiedrains of korte infiltratiebronnen zijn ook opgebouwd uit grindkoffers, waaraan via een centrale toevoerbuïs percolaat wordt toegevoerd.

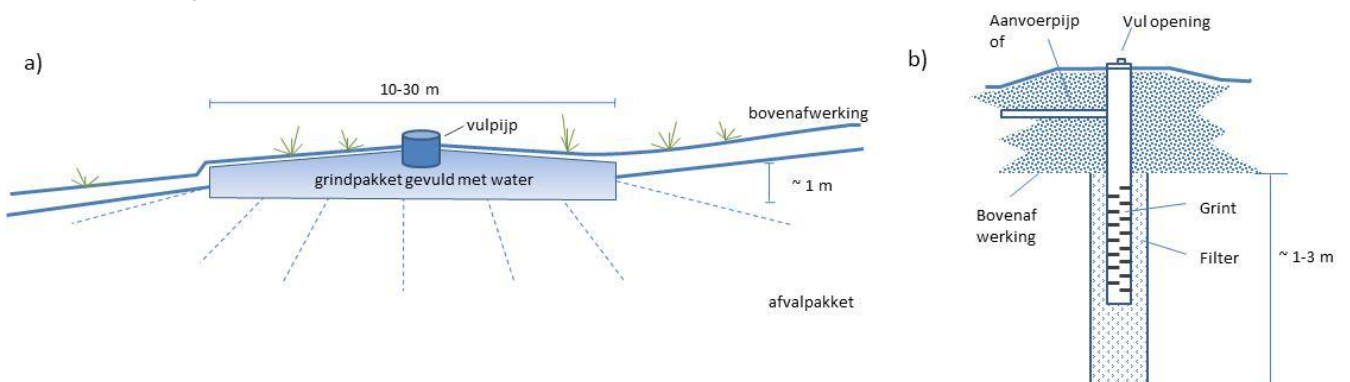
De uiteindelijke keus voor het systeem hangt af van de specifieke locatie, bijvoorbeeld de dikte van het afvalpakket, de vorm van het bovenoppervlak (veel plat oppervlak, of veel hellingen), acceptabel zijn van verstoring van het

<sup>10</sup> Zie <http://www.ifas-hamburg.de/english/index.htm>



huidige oppervlak, en het huidige systeem voor stortgasonttrekking en belemmering hiervan. Voor de pilot De Kragge 2 zal een gemotiveerde keus worden gemaakt uit deze systemen.

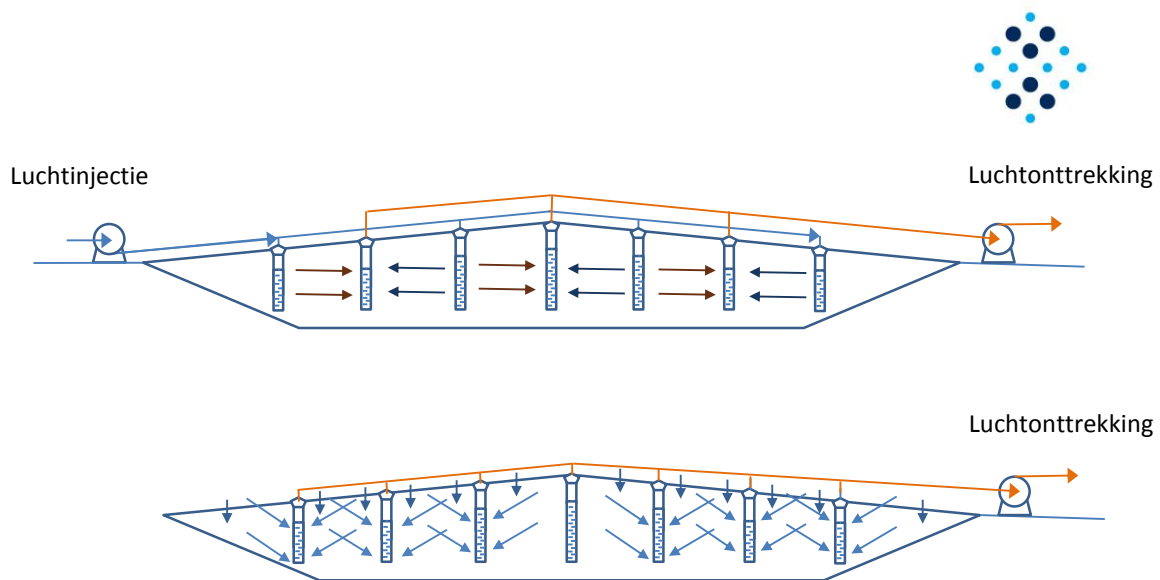
Bij percolaatinfiltatie wordt gestreefd naar een optimaal effectief infiltratiedebiet. Dit optimum wordt enerzijds bepaald het meereffect van een verdere verhoging van de infiltratie (bijvoorbeeld een meereffect bij verhoging van infiltratie van 900 naar 1500 mm per jaar) en anderzijds door beperkingen voor infiltratie zoals, beschikbaarheid van percolaat, de doorlatendheid van het afvalpakket vollopen van bronnen voor gasonttrekking of zijdelings uittrekking van water. Het optimum dient door trial en error te worden vastgesteld, maar in de praktijk komt dit neer op een debiet van in totaal tussen 600-1500 mm per jaar (Oonk et al., 2004; Barlaz et al., 2010). Er van uit gaand dat door precipitatie jaarlijks al 300 mm per jaar het afvalpakket in zijgt, betekent dit 1-4 keer extra het gemiddeld jaarlijks neerslagoverschot in Nederland. In Bijlage 2 wordt nader ingegaan op de waterhuishouding van een stortplaats met percolaatrecirculatie. Aan de kwaliteit van het percolaat worden eisen gesteld, met name om te voorkomen dat specifieke componenten de biologische omzetting kunnen hinderen. Indien nodig zal het percolaat voorafgaand aan infiltratie worden gezuiverd.



**Figuur 2** Infiltratie van percolaat in het afvalpakket door middel van een infiltratieveld (links) en door middel van korte verticale bronnen (rechts)

### **Beluchting**

Op basis van ervaringen met beluchting in Duitsland kan voor het beluchten worden gekozen voor 'lage-druk beluchting' en 'over-onttrekken'. Deze keuzemogelijkheid wordt nader gemotiveerd in het algemene rapport bij de verduurzamingspilots, hoofdstuk 9.2 (van Vossen et al., 2009a). De overwegingen voor deze twee opties zijn, dat de systemen zich in de praktijk hebben bewezen, 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, doordat de reactieproducten CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> worden onttrokken en middels meting van de hoeveelheid en samenstelling daarvan in het leidingensysteem kan worden gekwantificeerd.



Figuur 3: 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 door de toplaag heen lucht 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 de vorming van explosieve mengsels van lucht en zuurstof. In beide systemen wordt een onderdruk in het afvalpakket gecreëerd waardoor ongecontroleerde emissies naar de atmosfeer worden vermeden. De afgevoerde lucht wordt nabehandeld. Voor de verschillende pilots zal een gemotiveerde keus worden gemaakt uit deze twee systemen.



## Risicoprofiel pilots en risicobeheersing

### 10 Risico-analyse algemeen bij uitvoering pilots

In algemene zin kan een stortplaats bepaalde risico's opleveren voor de omgeving. De belangrijkste oorzaak daarvan is de niet uit te sluiten kans dat verontreinigende stoffen kunnen vrijkomen met het geproduceerde stortgas en/of het percolaat. Om deze risico's in afdoende mate te beheersen zijn in het Stortbesluit verplichtingen opgenomen ten aanzien van de realiseren en in stand houden van een nader omschreven beschermingsniveau. Voorts zijn er bij ministeriële regeling in het Stortbesluit (CHW-AMvB artikelen 17d, 17e en 17f) bepalingen opgenomen ter minimalisatie van de risico's op het ten gevolge van de uitvoering van de proeven optreden van milieuhygiënisch onacceptabele gevolgen. Bij de uitvoering van de verduurzamingsproeven kan het risicoprofiel van de betreffende stortplaats wijzigen als gevolg van percolaatinfiltratie en beluchting. Om inzicht te krijgen in de wijziging van de omstandigheden en de mogelijke gevolgen daarvan voor het risicoprofiel van de pilotstortplaatsen is een vrij gedetailleerde risicoanalyse uitgevoerd. Hierbij zijn de relevante hoofdcomponenten van de verduurzamingsproef aan een nadere beschouwing onderworpen en is voor elk onderdeel van een hoofdcomponent nagegaan wat de kans op falen is en tot welke effecten dit dan zou kunnen leiden. De kans van optreden in combinatie met de aard en omvang van de mogelijke effecten in die specifieke situatie bepalen het uiteindelijke risico voor elk onderdeel. Op deze wijze is voor elk onderdeel van de relevante hoofdcomponenten het risicoprofiel vastgesteld. Bij de toekenning van de kwalificaties (zeer laag, laag, gemiddeld, hoog en zeer hoog) is als referentie het beschermingsniveau genomen, zoals dat ingevolge het Stortbesluit is vereist.

Bij de risicoanalyse zijn de volgende vijf hoofdcomponenten onderscheiden:

- systeem voor percolaattoevoer en -afvoer;
- systeem voor beluchting;
- processen in het afvalpakket;
- beheersmaatregelen;
- monitoring.

De risicoanalyse is vanuit twee verschillende insteken benaderd. Als eerste is aandacht besteed aan de mogelijke risico's van de uitvoering van de proeven voor de omgeving. Het gaat daarbij om de eventuele negatieve gevolgen op mens en milieu (aangeduid als omgevingsrisico's). Als tweede is aandacht besteed aan de mogelijke risico's die een succesvolle uitvoering van de praktijkproef in de weg kunnen staan (aangeduid als projectrisico's). De risicoanalyse is uitgevoerd door aan de hand van processchema's van projectonderdelen faalfactoren te identificeren en vervolgens te evalueren. Dit is door een zevental ervaringsdeskundigen op het gebied van stortplaatsen onafhankelijk van elkaar gebeurd. In de volgende twee paragrafen worden de resultaten van de belangrijkste omgevingsrisico's en projectrisico's samengevat. Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten van de risicoanalyse wordt verwezen naar Bijlage 1. In de deelplannen van aanpak voor de afzonderlijke pilots, wordt de risicobeoordeling locatiespecifiek nog verder uitgewerkt en worden aanbevelingen geformuleerd voor de handhaver voor monitoring en beheersing van risico's.

#### 10.1 Omgevingsrisico's

Bij het opstellen van het risicoprofiel is uitgegaan van de volgende vier risicoklassen:

- A-risico's: risico's zijn laag tot zeer laag;
- B-risico's: risico's zijn laag tot gemiddeld (vergelijkbaar met de referentiesituatie);
- C-risico's: risico's zijn gemiddeld tot hoog (verhoogd ten opzichte van de referentiesituatie);
- D-risico's: risico's zijn hoog tot zeer hoog (sterk verhoogd ten opzichte van de referentiesituatie).



Voor alle subsystemen geldt dat voor wat betreft de omgevingsrisico's voor verreweg de meeste onderdelen een risicoklasse A of B geldt en dat voor geen enkel onderdeel sprake is van een risicoklasse D.

**Risico's als gevolg van percolaatinfiltratie** ontstaan met name door de verhoogde kans van het ongecontroleerd vrijkomen van percolaat, als gevolg van zijdelingse uittreding of door overstroming van de IBC-begrenzende stortkade rond de stortplaats. Alleen bij onvoldoende functioneren van de onderafdichting of het drainagesysteem boven de onderafdichting kan sprake zijn van een kans op een toename van emissie naar bodem en grondwater. Afdoende risicobeheersing is mogelijk door extra monitoring in combinatie met preventieve maatregelen, waarmee de kans van optreden sterk kan worden gereduceerd, eventueel aangevuld met curatieve maatregelen indien de kans van falen zich voordoet. Een eventuele preventieve voorziening is de aanleg van een wateropvangsysteem. Afhankelijk van de situatie bij een stortplaats zou deze voorziening voor aanvang van de proefnemingen kunnen worden aangelegd of op basis van de monitoringresultaten tijdens de proefnemingen op specifieke plaatsen of meer integraal. Curatieve maatregelen bestaan uit het direct stoppen van de infiltratie en het afvangen van uittredend water op het moment dat het zich voordoet en het herstellen van de taluds. In bijlage 1 wordt nader ingegaan op de te treffen beheersmaatregelen.

**Bij beluchting kunnen verhoogde risico's** ontstaan als gevolg van een verhoogde emissie van methaan en mogelijk ook geur in geval de nabehandeling van de onttrokken beluchtingslucht uitvalt. Daarnaast is er tijdens de opstart van het systeem een verhoogde kans dat een mengsel van methaan en lucht wordt gevormd, wat zich binnen de explosiegrenzen bevindt. Een afdoende risicobeheersing is mogelijk door adequate monitoring in combinatie met een pakket van maatregelen en voorzieningen voor de situatie dat het zich voordoet. In elk geval behoren hiertoe een draaiboek voor (preventief) onderhoud aan, en reparatie van de afgasbehandeling en het aanpassen van het regime voor beluchting. Onderdeel hiervan vormt ook een protocol voor het veilig opstarten van de beluchting. Voor nadere informatie over de beheersmaatregelen wordt verwezen naar bijlage 1.

## 10.2 Projectrisico's

Ook voor de projectrisico's geldt dat bij alle subsystemen voor de meeste onderdelen een risicoklasse A of B geldt en dat voor geen enkel onderdeel sprake is van een risicoklasse D. Voor slechts weinig onderdelen is sprake van een verhoogd risico ten opzichte van de referentiesituatie (risicoklasse C). Deze laatst genoemde onderdelen worden in het onderstaande behandeld met een beschrijving van de te treffen maatregelen om de risico's in afdoende mate te kunnen beheersen.

De onderdelen waarvoor een risicoklasse C is vastgesteld zijn met name verbonden aan het systeem voor percolaatinfiltratie en/of beluchting en aan de afbraak van organisch materiaal (in voldoende mate en voldoende homogeen). In hoeverre de afbraak voldoende effectief kan worden gestimuleerd met de voorgestelde technieken is nog onbekend. Het vormt dan ook een belangrijke reden voor het uitvoeren van de hier beschreven demonstratieprojecten.

Dit projectrisico wordt zo veel mogelijk beheerst door de keuze van de technologie, waarmee de slaagkans op een succesvolle uitvoering zo groot mogelijk wordt gehouden. Voor de technische invulling van de pilots is zoveel mogelijk geprofiteerd van kennis en ervaringen in binnen- en buitenland, o.a. door het Duitse ingenieursbureau IFAS<sup>11</sup> te betrekken bij het ontwerp van de systemen. Belangrijke criteria bij de keuze van de systemen voor

---

<sup>11</sup> Zie <http://www.ifas-hamburg.de/english/index.htm>



percolaatinfiltratie en beluchting waren de mogelijkheden om afdoende en ook homogeen de biologische afbraak te kunnen stimuleren.

De monitoring van processen in het afval, en de effecten daarvan op het emissiepotentieel, wordt breed ingezet, zeker in vergelijking met de monitoring op soortgelijke initiatieven in het buitenland. De monitoring is daarbij niet alleen gericht op de vraag of de maatregelen al dan niet resulteren in een afvalpakket dat voldoet aan de eisen die zijn gesteld in het toetsingskader (zie hoofdstuk 3). Een belangrijk deel van de monitoring is ook gericht op het verkrijgen van procesmatige kennis, waardoor uiteindelijk ook kan worden begrepen waarom de maatregelen al dan niet een succes zijn en hoe eventueel de maatregelen kunnen worden verbeterd.

Al met al wordt in de technische uitvoering, beheer en monitoring veel moeite gedaan om projectrisico's zoveel mogelijk te verminderen. Dit is echter nog steeds geen garantie dat toepassing van de maatregelen daadwerkelijk resulteert in een afvalpakket dat voldoet aan de in het toetsingskader gestelde eisen. Daarom zijn in het kader van de risicobeheersing ook preventieve maatregelen gedefinieerd, die enerzijds zullen resulteren in een meer robuust ontwerp en anderzijds in extra flexibiliteit om tijdens de uitvoering adequaat te kunnen bijsturen waar dit vanuit de monitoring noodzakelijk dan wel wenselijk blijkt te zijn. Voor meer informatie daarover wordt verwezen naar het gestelde daarover in de hoofdstukken 8 en 9 en de toelichtende kolommen van de tabellen in Bijlage 1.

### 10.3 Conclusie

Voor slechts enkele onderdelen is sprake van een verhoogd risico ten opzichte van de referentiesituatie (risicoklasse C). De betreffende onderdelen zijn geïdentificeerd en voorzien van een beschrijving van de te treffen maatregelen om de omgevingsrisico's in afdoende mate te kunnen beheersen. Deze risico's en maatregelen zijn in de ministeriële regeling opgenomen. Kort samengevat betreft het:

**Tabel 4: Samenvatting meest belangrijke omgevingsrisico's en de beheersing daarvan**

| Risico  | Beheersing   | Relevant voor        |            |
|---|--|----------------------|------------|
|   |  | percolaatinfiltratie | beluchting |
| Vrijkomen verontreinigd water uit leidingensysteem of het afvalpakket zelf en afstroming als run-off. | Goed ontwerp leidingensysteem.<br>Bewaking kwaliteit run-off. Regelmatige terreininspectie.  | X                    |            |
| Ophoping water in afval, tot boven de kade. Zijdelings uittrekking                                    | Monitoring waterstand op de afdichting.<br>Minimalisatie waterstand in de percolaatputten. Periodieke inspectie kades.                     | X                    |            |
| Verhoogde emissies bodem en grondwater  | Minimalisatie waterstand op de onderafdichting (zie hierboven).<br>Continuering reguliere grondwatermonitoring.                            | X                    | X          |
| Onacceptabele geur- en methaanemissies door uitval van afgasbehandeling                               | Nader uit te werken in overleg vergunningverlener, na detaillering ontwerp.  |                      | X          |
| Vorming van mengsels van gas en lucht, binnen de explosiegrenzen                                      | Monitoring methaan en zuurstofconcentraties in het onttrokken gas. Protocollen voor veilige opstart op basis van ervaringen in buitenland. |                      | X          |







## Meetstrategie en monitoringprogramma

### 11 Voorgestelde meet- en monitoringstrategie

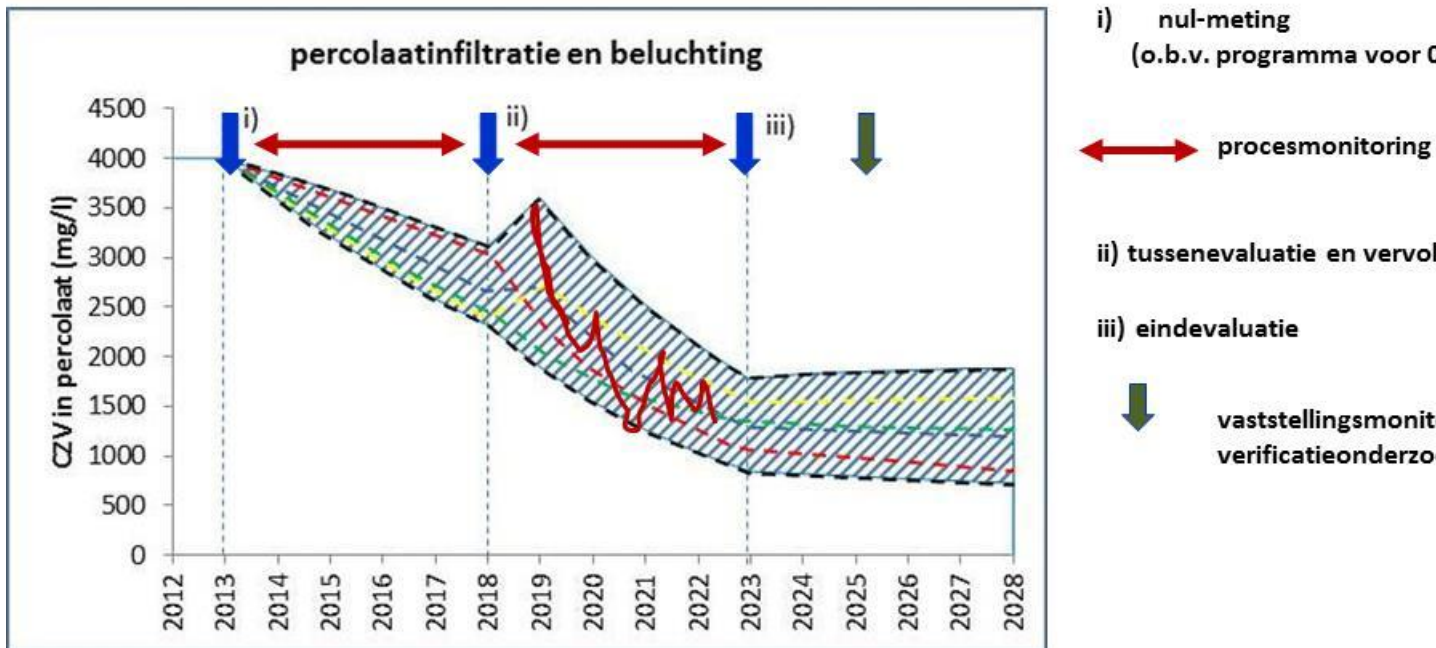
#### 11.1 Algemeen

Voorafgaande, tijdens en na afloop van de emissiereductiefase (het verduurzamen van het afvalpakket) zullen op uitgebreide schaal meet- en monitoringwerkzaamheden worden uitgevoerd. Op hoofdlijn kunnen de volgende drie fasen worden onderscheiden:

- monitoring voorafgaande aan de emissiereductiefase: dit betreft het zogenoemde nul-fase onderzoek. De doelstelling ervan is het nauwkeurig in kaart brengen van de aanvangssituatie om op deze wijze een goede referentie te hebben om de effectiviteit van de maatregelen te kunnen beoordelen en de eventuele gevolgen ervan. Dit onderzoek heeft een looptijd van minimaal één jaar en de resultaten ervan worden per stortplaats in een afzonderlijk document vastgelegd;
- monitoring tijdens de emissiereductiefase: het betreft de procesmonitoring. De doelstelling hiervan is het beoordelen van het verloop en de effectiviteit van de verduurzamingsmaatregelen (procesmonitoring) en de optredende effecten ervan om op basis daarvan waar noodzakelijk en/of gewenst te kunnen sturen en bijsturen. De doelstelling is dus meerledig: het gaat om zowel de processen in het stort als op de (milieu)gevolgen van de maatregelen. Voor de milieugevolgen betreft het onder andere het ontstaan van emissies naar bodem, (grond)water en lucht. Over de resultaten ervan zal periodiek en per stortplaats afzonderlijk worden gerapporteerd;
- monitoring na afloop van de emissiereductiefase: het heeft primair betrekking op de vaststelling van het eindresultaat van het verduurzamen en op de verificatie van dit resultaat.

De monitoring behorend tot de eerste fase staat in zijn algemeenheid nader uitgewerkt in paragraaf 11.2, terwijl de hoofdzaken van de procesmonitoring worden behandeld in paragraaf 11.3. Een nadere uitwerking ervan op planniveau gebeurt voor de afzonderlijke pilotlocaties in de betreffende Deelplannen van aanpak. De monitoring na afloop van de emissiereductiefase wordt niet behandeld in dit Integrale plan van aanpak, mede gezien de directe betrokkenheid daarmee van het bevoegde gezag. Hierbij gaat het erom dat aan het einde van de actieve emissiereductiefase op basis van de resultaten van de procesmonitoring en door middel van een eindfase-onderzoek gedurende een periode van minimaal één jaar zal worden vastgesteld in hoeverre aan de doelstelling van het verduurzamen is voldaan (vaststellingsmonitoring). De wijze waarop dit zal plaatsvinden wordt beschreven in de Handreiking gebruik emissietoetswaarden.

In de hieronder staande figuur zijn de genoemde monitoringactiviteiten in onderlinge samenhang schematisch weergegeven.



Figuur 4: Monitoringstrategie algemeen

### 11.2 Monitoring voorafgaande aan de emissiereductiefase, het nul-fase onderzoek

Voorafgaand aan het verduurzamen wordt een nul-fase onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek wordt uitgevoerd tijdens een periode van een half jaar tot circa één jaar, waardoor ook de fluctuaties in bijvoorbeeld stortgasontrekking en percolaatvorming en kwaliteit kan worden vastgesteld. Een voorlopige opzet van dit nul-fase onderzoek staat weergegeven in het monitoringplan in paragraaf 11.3. Het onderzoek is om de volgende redenen van belang:

- voor het kwantitatief vaststellen van de biodegradatie van materiaal tot op dat moment. Deze mate van biodegradatie kan worden geschat op basis van gestort hoeveelheid materiaal en de samenstelling daarvan en een prognose van biologische afbraak tot dusver. De biologische afbraak kan worden geverifieerd aan de hand van gerealiseerde stortgasontrekking. Controle op mate van reeds gerealiseerde biodegradatie gebeurt door het nemen van afvalmonsters en analyse van het resterend potentieel aan biodegradeerbaar materiaal;
- Tijdens het nul-fase onderzoek zal ook de actuele snelheid van biodegradatie worden vastgesteld, op basis van onttrokken hoeveelheden stortgas. Op basis hiervan kan tijdens de proefneming worden vastgesteld dat er sprake is van een daadwerkelijke versnelling van de afbraak. Daarbij worden ook belangrijke indicatoren voor afbraak gevolgd, zoals gasvorming, gaskwaliteit, percolaatsamenstelling, temperaturen in het afvalpakket en zettingen;
- Het nul-fase onderzoek dient ook voor het vaststellen van het emissiepotentieel van het afval. Dit gebeurt aan de hand van uitloogtesten (pH-stat-proeven, kolomproeven en schudtesten) op de afvalmonsters. Daarnaast wordt de snelheid waarmee dit emissiepotentieel vrijkomt vastgelegd door analyse van macro- en micro-verontreinigingen in het percolaat.
- Tenslotte zullen omgevingsmetingen worden uitgevoerd. Emissies van methaan naar de lucht zullen worden gemonitord en emissie naar bodem en grondwater worden gemeten op basis van kwaliteit grondwater onder en buiten het afvalpakket.

Voorafgaand aan de proefneming zal nog een brede screening op organische componenten worden uitgevoerd, om uit te sluiten dat het percolaat nog toxische componenten bevat, waarvoor geen ETW is vastgesteld. De opzet van dit nul-fase onderzoek staat weergegeven in het monitoringplan in paragraaf 11.4 en 11.5 en tabel 7.



### 11.3 Monitoring tijdens de emissiereductiefase, de procesmonitoring

#### 11.3.1 Algemeen

De in deze paragraaf beschreven monitoringstrategie heeft met name betrekking op de monitoring tijdens de emissiereductiefase. Echter inhoudelijke componenten zijn ook van toepassing op het nu-fase onderzoek, zoals beschreven in de vorige paragraaf. De verschillende monitoringactiviteiten worden op kwalitatieve wijze beschreven en in context geplaatst tot elkaar en tot de doelstellingen, zoals geformuleerd in hoofdstuk 2 en het toetsingskader in hoofdstuk 3. Samenvattend is de procesmonitoring tijdens de emissiereductiefase gericht op:

1. de ontwikkeling van het emissiepotentieel van het afvalpakket;
2. de ontwikkeling van de percolaatkwaliteit;
3. de gevolgen van de maatregelen;
4. de bescherming van het milieu.

- ad. 1/ 2 Aan de hand van de resultaten van 1) en 2) zal uiteindelijk moeten worden besloten, of de verduurzaming voldoende ver is voortgeschreven, zodat met de vaststellingsmonitoring kan worden gestart::
- in welke mate kan worden voldaan aan de emissietoetswaarden zoals vastgelegd in het toetsingskader
  - in welke mate blijvend kan worden voldaan aan deze emissietoetswaarden.
- ad. 3 De monitoring gericht op de gevolgen van de maatregelen is enerzijds bedoeld om de effectiviteit van de maatregelen te bepalen en anderzijds om (ongewenste) neveneffecten inzichtelijk te kunnen krijgen. Op basis van de resultaten moet kunnen worden beoordeeld of en zo ja, in welke mate sturing en/of bijsturing nodig is om tot het gewenste eindresultaat te komen.
- ad. 4 Bij de monitoring gericht op de 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.

Daarnaast is als meer algemene doelstelling geformuleerd dat de monitoring in zijn 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.

De in de volgende sub paragraaf gegeven uitwerking heeft met name betrekking op de onderdelen 1. en 2 en beperkt op onderdeel 3. Monitoring gericht op dit laatst genoemde onderdeel en onderdeel 4 zijn meer locatiespecifiek en zullen in de afzonderlijke deelpunten van aanpak aan de orde komen.

#### 11.4 Uitwerking monitoringprogramma

De relatie tussen de verschillende onderdelen van de procesmonitoring en de doelstellingen staat weergegeven in onderstaande tabel. Voor wat betreft de uitvoering van het monitoringprogramma wordt samengewerkt met o.a. de Universiteit Delft, waar in het kader van een STW-project in de periode 2011-2014 een forse R&D inspanning is en wordt gedaan op het gebied van geavanceerde monitoring van vochtransport en biologische afbraak in het afvalpakket en de modellering van de relevante processen. Hierover dient na afronding van fase 2 van het RIVM-onderzoek naar de toetswaarden nog een check van deze strategie aan die resultaten te worden uitgevoerd.



Tabel 6: Relatie tussen doelstellingen en onderdelen van de meetstrategie

|                               | percolaatsa-<br>menstelling<br>(zie onder 1) | afbraak<br>kwantitatief<br>(2) | afvalmon-<br>sters en<br>analyse<br>(3) | emissiepo-<br>tentieel<br>afval<br>(4) | grondwater<br>monitoring<br>(5) | diffuse<br>emissies<br>(6) | versnelde<br>afbraak<br>kwalitatief<br>(7) | procesmoni-<br>toring<br>(8) |
|-------------------------------|--|--------------------------------|---|--|---------------------------------|----------------------------|--|------------------------------|
| emissiepotentieel afval       |  |                                |   |  |                                 |                            |  |                              |
| - controle hypothesen         | X  | X                              |   |  |                                 |                            | X  |                              |
| - uitloogkarakteristiek afval |  |                                | X                                       | X                                      |                                 |                            |  |                              |
| percolaatkwaliteit            | X  |                                |   |  |                                 |                            |  |                              |
| effectiviteit maatregelen     | X  | X                              |   |  |                                 |                            | X  | X                            |
| emissies naar omgeving        |  |                                |   |  | X                               | X                          |  | X                            |

1) *Percolaatsamenstelling en hoeveelheid*

De hoeveelheid vrijkomend percolaat (voor, tijdens en na de maatregel) en de samenstelling daarvan zal intensief worden gevolgd, Hierbij zullen concentraties worden gemeten voor alle componenten, waarvoor zijn ETW afgeleid. Daarnaast worden parameters gemeten, welke de percolaatconcentraties mede bepalen, zoals pH, Ec, DOC en Fe-concentratie, alsmede de speciatie van de DOC<sup>12</sup>.

De verwachting is dat de kwaliteit van het percolaat vooral tijdens de nul-fasemeting sterk varieert. Deze variatie wordt onder meer veroorzaakt door een wisselende neerslag. In tijden van meer neerslag zal het percolaat worden verdund en concentraties afnemen. Gevolg hiervan is dat mogelijk ook een seizoensfluctuatie in concentraties zal worden waargenomen. Als percolaatinfiltatie en beluchting effectief blijken, kan tijdens de proefneming het percolaat direct na aanvang van de maatregel hogere concentraties aan BZV, CZV en zware metalen bevatten. Na enkele maanden tot jaren zullen deze concentraties geleidelijk afnemen, waarbij naar verwachting ook de fluctuaties in concentraties minder zullen worden.

2) *Biologische afbraak organisch materiaal - kwantitatief*

Het nagaan in hoeverre de maatregelen de biologische stabilisatie van het hele afvalpakket bevorderen, is een belangrijke doelstelling van de verduurzamingspilots. Om die reden is een centraal thema bij de pilots het volgen van de biologische afbraak door middel van de massabalans voor biodegradeerbaar organische koolstof (BOC, vergelijking 1). Met behulp van de massabalans wordt de mate van stabilisatie ingeschat op basis van de oorspronkelijke hoeveelheid aanwezig organische koolstof en de hoeveelheid koolstof die tijdens de proef is omgezet naar biogas. De massabalans luidt:

$$BOC_{actueel} = BOC_0 - BOC_{verwijderd} \quad (\text{vergelijking 1})$$

waarin  $BOC_0$  de hoeveelheid aanwezige organische koolstof is bij aanvang van de maatregel en  $BOC_{verwijderd}$  de hoeveelheid die tijdens uitvoer van de maatregel is verwijderd.  $BOC_0$  wordt vastgesteld tijdens de nulmeting op basis van monsternames van het afval en analyse van de hoeveelheid biodegradeerbaar materiaal (zie 'Afvalbemonstering en analyse'). Tijdens de proefneming zal de voortgang van biologische afbraak, worden gemonitord door de stortgasvorming en het methaan- en  $CO_2$ -gehalte in dit gas te volgen. Het merendeel van de BOC, die tijdens de proef wordt omgezet, komt namelijk bij infiltratie vrij als stortgas (mengsel van methaan en  $CO_2$ ) en in een aerobe stortplaats vooral als  $CO_2$  in de beluchtingslucht. Het nauwkeurig volgen van de onttrokken hoeveelheid stortgas

<sup>12</sup> DOC is geen enkelvoudige component, maar een mengsel van o.a. kleine wateroplosbare organische componenten, zoals humuszuren en fulvozuren. De microsamenstelling van DOC en de verandering van deze samenstelling als gevolg van de verduurzamingsmaatregel, bepaalt mede de effectiviteit voor reductie van bijvoorbeeld zware metalen en specifieke organische micro's.



(door meting van onttrokken hoeveelheden stortgas of beluchtingslucht en de concentraties aan methaan en CO<sub>2</sub> in deze lucht), als indicator voor de vorming is daarom een essentieel onderdeel van de meetstrategie. Een klein deel van de organische koolstof komt elders terecht (opgelost organisch materiaal, bicarbonaat) en zal bijvoorbeeld uitlogen met het percolaat. Na afloop van de ingreep zal de BOC-massabalans worden gecontroleerd, door monsternamen en analyse van afval en percolaat.

### 3) *Afvalbemonstering en analyse*

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 BOC, in de context van wat in het voorgaande is beschreven, maar ook om een bepaling van het emissiepotentieel (zie 'Emissiepotentieel afval'). Een probleem bij afvalanalyses is dat afval zeer heterogeen van samenstelling is. Er is een forse heterogeniteit op deeltjesniveau, in de vuilniszak; er is sprake van heterogeniteit op een schaal van tientallen meters als gevolg van hydrologie en er is heterogeniteit op nog grotere schaal als gevolg van verschillen in storthistorie, samenstelling en ouderdom afval en toegepaste storttechnieken. Een goed doordachte monsternamenstrategie is van groot belang om tot een representatief beeld te komen van de afvalsamenstelling. In de beschrijving van de nulmonitoring (Heimovaara et al, 2012), paragraaf 6.3, wordt de monsternamenstrategie en de monsteranalyse nader beschreven en is het aantal te nemen monsters nader onderbouwd. Er zullen ongeveer 40 monsters worden genomen, verdeeld over het afvalpakket. Doelstelling van het analyseprogramma is om de hoeveelheid afbreekbaar organisch materiaal te kwantificeren en de uitloogkarakteristiek van het afval vast te stellen. Na afloop van de proefneming kan het zinvol zijn om een karakterisering uit te voeren van de aanwezige micro-organismen, om op die manier het mechanistisch inzicht in processen te verbeteren. De analysemethoden zoveel mogelijk aansluiten bij meetstandaarden, zoals ze nationaal en internationaal zijn vastgelegd. Waar nodig zullen ze worden aangepast als dat de nauwkeurigheid van de methode ten goede komt.

### 4) *Emissiepotentieel afval*

Bij emissiepotentieel wordt gekeken naar zowel het potentieel dat in het afvalpakket aanwezig is, als de manier waarop het daadwerkelijk vrijkomt met het infiltrerend percolaat. Het resterend emissiepotentieel wordt bepaald door aanvullende analyses op de afvalmonsters, die worden genomen zowel voor als na de proefneming. Hierbij worden de uitloogkarakteristieken bepaald voor alle relevante verontreinigingen (organische macro's, organische micro's, zware metalen, oxyanionen en zouten). Dit gebeurt in een aantal uitloogtesten, waarbij o.a. de heterogeniteit van de uitloogkarakteristieken (in schudproeven) en het effect van pH op de uitloging (in pH-stattesten) wordt bepaald. Daarnaast worden ook kolomproeven uitgevoerd om de emissies van verontreinigingen te kunnen vergelijken met regelgevingscriteria (zoals bijvoorbeeld vastgelegd in het Europees Stortbesluit). De bepaling van het emissiepotentieel gebeurt aan de hand van dezelfde monsters als de bepaling van BOC (zie hiervoor). Het verband tussen biologische stabilisatie en emissiepotentieel (zie ook hoofdstuk 6) is in eerder werk van ECN (o.a. in de context van duurzaam storten) aangetoond, maar deze activiteit geeft de mogelijkheid om dit verband nog eens extra te bevestigen.

### 5) *Grondwatermonitoring*

Tijdens de proefneming zal in elk geval de reguliere grondwatermonitoring worden gecontinueerd, conform de bestaand vergunningvoorschriften. De resultaten van de grondwatermonitoring zullen expliciet bij de proefneming worden betrokken. Wanneer de grondwatermonitoring eenduidig uitwijst dat ten gevolge van de pilot de concentraties van één of meerdere componenten in het grondwater stijging<sup>13</sup>, dan zal de proefneming worden afgebroken. Een intensivering van de monitoring van het grondwater stroomopwaarts van de pilot behoort ook tot de mogelijkheden. Dit heeft vooral een relatie met de lokaal vastgestelde ETW's. Bij afleiding hiervan zijn soms 'worst-

---

<sup>13</sup> Waarschijnlijk zal een lekstroom vanuit het afvalpakket naar het grondwater, zich als eerste uiten in de vorm van een verhoogde Cl<sup>-</sup>, CZV of N<sub>k</sub>-concentratie.



case' aannames gedaan met betrekking tot de lokale grondwaterkwaliteit. Een intensievere monitoring hier, kan leiden tot aanpassing (veelal een versoepeling) van de ETW.

#### 6) *Diffuse emissies*

Vooral bij infiltratie van percolaat bestaat een kans op toename van diffuse methaanemissies. De methaanemissies voor, tijdens en na de proefneming zullen daarom worden gemonitord. Dit gebeurt middels methoden die volgens huidige inzichten het meest geschikt lijken: door middel van FID-screening om om plaatsen met sterk verhoogde emissies op te sporen. Zoals hiervoor beschreven zijn deze metingen ook relevant voor het volgen van de massabalans van biodegradeerbare organische koolstof.

#### 7) *Versnelde biologische afbraak - kwalitatief*

Ook onder niet-gestimuleerde omstandigheden breekt het organisch materiaal in het afval af. Alleen gebeurt dit langzamer en minder compleet. De doelstelling van de pilots is een *versnelde en zo volledig mogelijke* biologische afbraak. Om te kunnen vaststellen dat er inderdaad sprake is van versnelde afbraak, wordt voorafgaand aan de pilot de stortgasonttrekking nauwkeurig bepaald als indicator voor de snelheid van afbraak onder niet-gestimuleerde omstandigheden. Als afval wordt omgezet, gebeurt dit voor 90-95% in de vorm van stortgas<sup>14</sup>. Bij een succesvolle maatregel zal de gevormde hoeveelheid stortgas dus drastisch moeten toenemen (zie ook hierboven onder punt 2).

Daarnaast is er een aantal meer kwalitatieve indicatoren van versnelde afbraak, welke tijdens de nulmeting en gedurende de proef worden gevolgd:

- Het BZV, CZV en  $N_k$ -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.
- Temperaturen in het afvalpakket en van het onttrokken gas. Bij percolaatinfiltatie is dit temperatuureffect beperkt. Bij succesvolle beluchting zullen temperaturen in het afvalpakket en de onttrokken lucht gaan stijgen.
- Zettingen van het afvalpakket. Door versnelde afbraak kunnen verhoogde zettingen worden waargenomen.
- 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  $Fe^{3+}$  en DOC in combinatie met Eh en pH.

#### 8) *Aanvullend onderzoek naar effectiviteit infiltratie-beluchting*

Bij percolaatinfiltatie is van belang dat geïnfiltreerd water zo homogeen mogelijk wordt verspreid. Volgens huidige inzichten is dit een voorwaarde om er voor te zorgen dat de omstandigheden voor biologische afbraak (voldoende vocht, afwezigheid van storende, verzurende componenten) overal voldoende gunstig zijn<sup>15</sup> en zouten en oxyanionen effectief kunnen worden uitgespoeld. De waterbalans dient daarom intensief te worden gevolgd. De afvalmonsters zullen in dat kader worden geanalyseerd op initieel vochtgehalte en waterbergend vermogen. De hoeveelheid geïnfiltreerd en onttrokken water tijdens de proef dient goed te worden bijgehouden. De snelheid waarmee geïnfiltreerd water weer vrijkomt geeft een indicatie van het deel van het afvalpakket dat door percolaatinfiltatie wordt bereikt. Schommelingen in concentraties van chloride of bijvoorbeeld geleidbaarheid van het vrijkomend percolaat ondersteunen deze indicatie.

Aanvullend hierop wordt de toepassing van tracer-tests overwogen. Enerzijds om de effectiviteit van infiltratie te beoordelen, en anderzijds om modellering van het emissiepotentieel te ondersteunen. Bij zo'n tracer-test wordt een component toegevoegd aan het te infiltreren water, die van nature niet voorkomt in het afvalpakket, maar verder onschadelijk is. Vervolgens wordt de snelheid waarmee deze tracer weer in het percolaat komt gemeten. In een

<sup>14</sup> Een klein deel kan als BZV/CZV worden uitgelooft met het percolaat. Een ander deel wordt omgezet naar bicarbonaat, kan in het afvalpakket neerslaan of wordt uitgespoeld met het percolaat.

<sup>15</sup> Vochtgehalte > 50%; geen verzadiging met stagnant water; pH>6



eerder project van de Stichting Duurzaam Storten is al ervaring opgedaan met tracer-tests (Oonk, 2012). Conclusie was dat de tracer-test waardevolle informatie kan opleveren, relevant voor het beoordelen van het uiteindelijke emissiepotentieel van het afvalpakket. De test is echter veel bewerklijker en tijdrovender, dan vooraf gedacht en de opzet en uitvoering van de tracer-test moet worden gezien in relatie met een nog te ontwikkelen vertaalslag tussen afvalsamenstelling en percolaatsamenstelling. Om die reden wordt ervoor gekozen om de tracertest uit te stellen tot na afloop van de verduurzamingsproef.

Met geo-elektrische metingen, seismiek, of een combinatie van beide, kan van buitenaf een beeld worden verkregen van de heterogeniteit van het afvalpakket. Ontwikkeling van deze techniek is onderdeel van het TUD-STW-project. Eerste ervaringen met geo-elektrische metingen bij stortplaatsen geven aan dat deze metingen een relatieve, kwalitatieve indruk geven van delen die te droog, of volledig verzadigd zijn met water. De betrouwbaarheid van deze bepalingen neemt af met de diepte en de resultaten lijken toepasbaar tot dieptes van ongeveer 10-20 meter. Zowel droog als volledig verzadigde omstandigheden zijn ongunstig voor biodegradatie. In de pilots voor percolaatinfiltratie worden geo-elektrische metingen toegepast om na te gaan of hierdoor de omstandigheden voor afbraak overall gunstiger worden. De waterspiegel in het afvalpakket wordt gevolgd door middel van peilbuizen onderin het afvalpakket en dit geeft ook een waarschuwing als delen van het afvalpakket verzadigd dreigen te raken.

Bij beluchting zijn de mogelijkheden voor het beoordelen van de effectiviteit beperkter. Bij effectieve beluchting zal vooral CO<sub>2</sub> ontstaan en zal de verhouding van CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> in het onttrokken gas fors afnemen. De hoeveelheid en samenstelling van het onttrokken gas worden daarom nauwgezet geregistreerd. Daarnaast zullen in het afvalpakket en op afstand van de inblaas- en afzuigbronnen gasmonsters worden genomen. Ook deze zullen een verhoogde verhouding CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> moeten laten zien, alsmede een verhoogde concentratie aan CO<sub>2</sub> en een verhoogde onderdruk. Beluchting zal leiden tot een forse afname van methaanemissies ten opzichte van de emissies voor beluchting. Metingen van methaanemissies voor en tijdens beluchting geven dus ook een indicatie van de effectiviteit van beluchting.

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.

### ***Omgaan met heterogeniteit, variabiliteit en uitbijters***

Een stortplaats is sterk heterogeen van samenstelling, ook als het gaat om de verdeling van biologisch afbreekbaar organisch materiaal en vocht. Het gevolg hiervan is dat voor alle gemeten parameters een grote spreiding kan worden verwacht in plaats en tijd. Bij het opstellen, uitvoeren en interpreteren van de parameters moet rekening worden gehouden met deze variabiliteit en moet de meet- en monsternamerequentie zodanig worden gekozen dat betrouwbare conclusies kunnen worden getrokken.

Alle meetwaarden zullen worden gerapporteerd, ook die van uitbijters. Voor wat betreft uitbijters als gevolg van fouten of falen van meetapparatuur zal worden gewerkt met opgeschoonde en niet opgeschoonde lijsten. Er zijn twee redenen om alle meetwaarden (inclusief uitbijters) te rapporteren.

- De pilots zijn bedoeld om de haalbaarheid van duurzaam beheer van stortplaatsen aan te tonen. Dit betekent dat het hele proces van ruwe meetresultaten tot de interpretatie daarvan in eindconclusies volledig transparant en nawerkbaar moet zijn. Uitbijters worden gerapporteerd en in een discussie zal moeten worden gemotiveerd aan welke meetwaarden meer belang wordt gehecht dan aan andere;





- Daarnaast is er een wetenschappelijk belang. Zoals hierboven beschreven zijn de relevante processen in het afvalpakket in grote lijnen bekend en bestaat er een conceptueel model, hoe processen in stortplaatsen uiteindelijk leiden tot emissies (zie ook onder punt 6). Modelleren en parametrisering is echter nog een hele uitdaging. Hierbij is het ook goed mogelijk dat er in de komende jaren nog wat nuanceringen op dit conceptueel model komen. Ook om deze reden zijn uitbijters belangrijk.

### **11.5 Monitoringplan**

Het in tabel 7 in concept uitgewerkte monitoringplan betreft een concretisering van de bovenbeschreven meetstrategie. In de tabel staan de diverse te monitoren parameters weergegeven, samen met informatie over frequentie, locatie en analysemethode. In de laatste kolom wordt aangegeven voor welke onderdelen van de meetstrategie een analyse belangrijk is.

Op basis van het bovenstaande kan worden gesteld dat de monitoring ten opzichte van hetgeen conform Stortbesluit wordt vereist aanzienlijk wordt geïntensiveerd. De monitoring ten aanzien van mogelijke beïnvloeding van de omgeving wordt uitgebreid door met grotere frequentie en in meer detail percolaatvorming en -samenstelling en stortgasemissie te onderzoeken. Daarnaast wordt een grote inspanning geleverd om de processen in het afvalpakket te monitoren. Daarmee vindt de monitoring eerder en beter plaats.

Tabel 7: Specificatie monitoringplan



## Organisatorische aspecten

### 12 Organisatie

Voor de projectorganisatie wordt verwezen naar de tekst van de Green Deal Introductie Duurzaam Stortbeheer.

### 13 Rapportage

Rapportages vinden plaats op 3 niveaus. Voor een deel sluiten deze niveaus weer aan bij de operationele en tactische doelstellingen, zoals geformuleerd voor de doelstellingen. De drie niveaus zijn:

#### *Individuele pilots*

De tussen- en eindresultaten van de pilots worden om verschillende redenen gerapporteerd:

- Informatie ten behoeve van sturing en bijsturing van individuele pilots door de Stichting Duurzaam Storten;
- Informatie ten behoeve van toetsing aan de vergunningvoorwaarden voor de proefnemingen op de pilotlocaties

De resultaten van de individuele pilots worden periodiek met een frequentie van een half jaar tot één jaar gerapporteerd en zowel aan het bevoegd gezag als aan een kernteam van het project Introductie Duurzaam Stortbeheer.

#### *Kernteam Duurzaam storten – operationele doelstellingen*

Het kernteam verzamelt en interpreteert de resultaten van de pilots en rapporteert voortgang en voorlopige conclusies met een frequentie van 1 tot 3 jaar de algemene voortgang aan de Stichting Duurzaam Storten, welke de informatie deelt met de andere belanghebbenden. Deze rapportage is vooral bedoeld om partijen in staat te stellen de voortgang van het geheel van de vier in de gaten te houden en om voeling te houden met de haalbaarheid van de operationele doelstellingen, zoals geformuleerd in hoofdstuk 2. De rapportages dienen informatie te bevatten op basis waarvan binnen het project IDS (en haar opvolgers), conclusies kunnen worden getrokken over de haalbaarheid van de tactische doelstellingen, als geformuleerd in fase 2. Daarnaast dient deze rapportages de kennisopbouw binnen de Stichting Duurzaam Storten te borgen en toegankelijk te maken voor discussie met andere onderzoekers ('peers') in binnen- en buitenland.

#### *Project IDS en haar opvolgers –tactische doelstellingen*

De conclusies met betrekking tot haalbaarheid van de tactische doelstellingen worden getrokken binnen en gerapporteerd door het project IDS.

### 14 Uitvoering (voorbereiding, looptijd, inzet mensen en middelen)

De realisatie het systeem voor infiltratie of beluchting zal voor de pilots in 2014/2015 gebeuren. De nul-fase metingen dienen minimaal een jaar duren. Voor de drie pilots is medio 2012 al een begin gemaakt met de nul-fase meting, zodat in de praktijk voor alle pilots de periode van de nul-fase meting meer dan 1 jaar zal zijn. De voorlopige resultaten van de nul-fase meting (tot eind 2013) zijn verwerkt in dit IPVA.

Direct na realisatie van de hardware kunnen de pilots worden opgestart. De duur van aerobe behandeling in Wieringermeer en Braambergen bedraagt naar schatting 8-10 jaar. Dat betekent dat de beluchting naar verwachting in de periode 2022-2024 kan worden afgerond. De keuze voor wanneer de beluchting precies zal worden stilgezet



hangt af van de monitoringsresultaten en met name van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die nog gevormd wordt bij beluchting. Deze CO<sub>2</sub> is de meest directe indicator van resterende biologische activiteit. Na stilzetten van de beluchting zullen de concentraties in het percolaat intensief worden gevolgd voor een periode van 1 à 2 jaar, afhankelijk van de waargenomen veranderingen in percolaatkwaliteit. Aan het eind van deze periode zullen ook afvalmonsters worden genomen voor analyse. De gehele test in Wieringermeer en Braambergen zal dus tussen 2023 en 2026 volledig zijn afgerond.

De duur van de percolaatinfiltatie op De Kragge 2 is ingeschat op 5 jaar. Na de percolaatinfiltatie volgt hier nog aerobe omzetting middels beluchting van naar schatting 5 jaar. Indien één van de behandelingen langer wordt doorgezet, kan de ander naar verwachting korter duren. In totaal wordt daarom een behandelingsperiode voorzien van 10 jaar. De behandeling zal nauwgezet worden gevolgd. Indien de processen langzaam lijken te verlopen, zal de behandeling worden geïntensiveerd, zodat de gehele test binnen 10 jaar kan worden afgerond.

## 15 Referenties

Barlaz et al. (2010): Performance of North American Bioreactor Landfills. II: Chemical and Biological Characteristics, J. Env. Eng., August 2010 pp. 839-853.

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 re-port: 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](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/Braambergen_project_plan_2011.pdf)

Fellner et al. (2008): ÖWAV-Positionspapier Konzeptionelle Überlegungen zur Entlassung aus der Deponienachsorge, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wenen

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](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/programma_van_eisen_2008_lay_out.pdf)

Heimovaara T. et al., (2010): Reduction of the long-term emission potential of existing landfills. Final report phase 2. Stichting Duurzaam Storten, Den Bosch. Ook beschikbaar via

[http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/EindRapportDSII\\_v06\\_lay\\_out.pdf](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/EindRapportDSII_v06_lay_out.pdf)

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

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



Mathlener et al. (2006): Opening the black box. Process-based design criteria to eliminate aftercare of landfills. Stichting Duurzaam Storten, Den Bosch. Ook beschikbaar via [http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/060501\\_Report\\_final\\_lay\\_out.pdf](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/060501_Report_final_lay_out.pdf)

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

Oonk H., et al. (2004): Stimulering van stortgasvorming door percolaatinfiltratie: twee demonstraties. TNO-R2004/376, TNO-Apeldoorn.

Oonk H., (2012): Notitie 'Toelichting op de tracertest', d.d. 22 oktober 2012, OonKAY!, Apeldoorn.

Oranjewoud ...

RIVM (2013) Development of emission testing values for pilot landfills for sustainable landfill practices, RIVM Rapport 607710002/2013, Bilthoven

Scharff (2013): Concept SDS reactie representativiteit IDS pilots, Memo H. Scharff, namens SDS Projectgroep aan IDS Werkgroep 2, d.d. 25 april 2013.

Stegmann et al. (2006): Deponienachsorge -Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge, Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, IFAS, Hamburg

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.

VA (2010): Toepassingsgebied duurzaam stortbeheer in relatie tot het type afvalmateriaal, notitie Vereniging Afvalbedrijven, 3 december 2010.

Van Vossen et al. (2009a): Feasibility study emission reduction at the existing landfills Kragge and Wieringermeer in the Netherlands. Generic report: processes in the waste body and overview enhancing techniques. Haskoning , Den Bosch. Ook beschikbaar via [http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00001\\_Final\\_generic\\_report.pdf](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00001_Final_generic_report.pdf)

Van Vossen et al. (2009b): 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 Kragge, Haskoning , Den Bosch. Ook beschikbaar via [http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00002\\_final\\_report\\_Kragge.pdf](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00002_final_report_Kragge.pdf)



Van Vossen et al. (2009c): 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 Kragge, Haskoning , Den Bosch. Ook beschikbaar via

[http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00003\\_final\\_report\\_Wieringermeer.pdf](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00003_final_report_Wieringermeer.pdf)

Van Zomeren et al. (2006): Basisdocument database: Evaluation of geochemical and biochemical processes and release from landfills, Stichting Duurzaam Storten, Den Bosch. Ook beschikbaar via

[http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/basisdocument\\_database\\_final\\_april2006\\_lay\\_out.pdf](http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/basisdocument_database_final_april2006_lay_out.pdf)



## Bijlage 1: Risicoanalyse

### B1.1 Inleiding

Aan de uitvoering van de praktijkproef en het toepassen van de in dit rapport beschreven technieken zijn bepaalde onzekerheden verbonden, die zouden kunnen leiden tot een verhoogd risico. Het gaat in hoofdzaak om risico's richting de omgeving (mens en milieu) als gevolg van mogelijk verhoogde emissies van stoffen en risico's die van directe invloed zijn op de te behalen proefresultaten. Door middel van een gestructureerde risicoanalyse zijn de mogelijk optredende risico's in kaart gebracht en beoordeeld. Bij een geconstateerde verhoogde risicokans zijn maatregelen benoemd voor de beheersing van deze risico's. Binnen de praktijkproef zijn vijf hoofdcomponenten onderscheiden met betrekking tot risico's op falen/disfunctioneren. Elk van deze componenten is aan een nadere beschouwing onderworpen, waarbij aan de hand van de processchema's per component een aantal onderdelen, c.q. aspecten is geïdentificeerd. Uitgegaan is van de volgende hoofdindeling met betrekking tot falen/disfunctioneren::

- Systeem voor percolaattoevoer en afvoer
- Systeem voor beluchting
- Processen in het afvalpakket
- Beheersmaatregelen
- Monitoring

In deze risicoanalyses zijn zowel de kans van optreden als het gevolg/effect bij optreden ervan beoordeeld als 'laag' of 'hoog'. Op basis van deze inschatting is vervolgens een risicoprofiel opgesteld, waarbij als referentie is uitgegaan van het beschermingsniveau zoals vereist ingevolge het Stortbesluit. Bij de inschatting van dat risico wordt er van uitgegaan van 'good housekeeping' op de stortplaats, waarbij normale controle/inspecties worden uitgevoerd. Het risicoprofiel is opgebouwd uit de volgende vier klassen:

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>A-risico's:</b> | laag tot zeer laag; accepteren  |
| <b>B-risico's:</b> | laag tot gemiddeld; monitoren a.g.v. verhoogde kans van optreden en eventueel curatieve maatregelen |
| <b>C-risico's:</b> | gemiddeld tot hoog; monitoren en curatieve/preventieve maatregelen                                  |
| <b>D-risico's:</b> | hoog tot zeer hoog; vermijden (preventieve aanpak nodig; andere constructie, ander ontwerp, e.d.)   |

De risicoanalyse hieronder is een samenvatting van individuele analyses van zeven deskundigen, onafhankelijk van elkaar. Deze personen zijn een drietal deskundige consultants zonder directe relatie met het project 'duurzaam storten', twee betrokken provincieambtenaren en twee betrokkenen vanuit het project duurzaam storten. De resultaten hiervan zijn samengevat in de tabellen behorende bij deze Bijlage.

In een aantal gevallen had een beoordeling 'hoog' of 'laag' betrekking op een specifieke situatie of werd een gevolg 'laag' of 'hoog' ingeschat, afhankelijk van de aan- of afwezigheid van specifieke beheersmaatregelen. Bijvoorbeeld het gevolg van een gebroken leiding voor percolaatwatertoevoer is hoog, indien onvoldoende opvang voor run-off water onderaan de teen van het afvalpakket bestaat (indien de ringsloot geen onderdeel is van de IBC-stortplaats). In een dergelijk geval is een kans of gevolg als 'laag/hoog' ingeschat en dit in de laatste kolom verder toegelicht.

Bij de samenvatting van de risicobeoordelingen bleek verder dat in een aantal gevallen omgevingsgevolgen (vervuiling of anders van de directe leefomgeving rondom het afvalpakket) werden bedoeld en in andere gevallen



projectgevolg (gevolg waardoor de pilot minder eenduidige conclusies zullen opleveren). Om die reden zijn omgevingsgevolgen en projectgevolgen hieronder expliciet gescheiden en apart beoordeeld in respectievelijk hoofdstuk B1.2 en hoofdstuk B1.4.

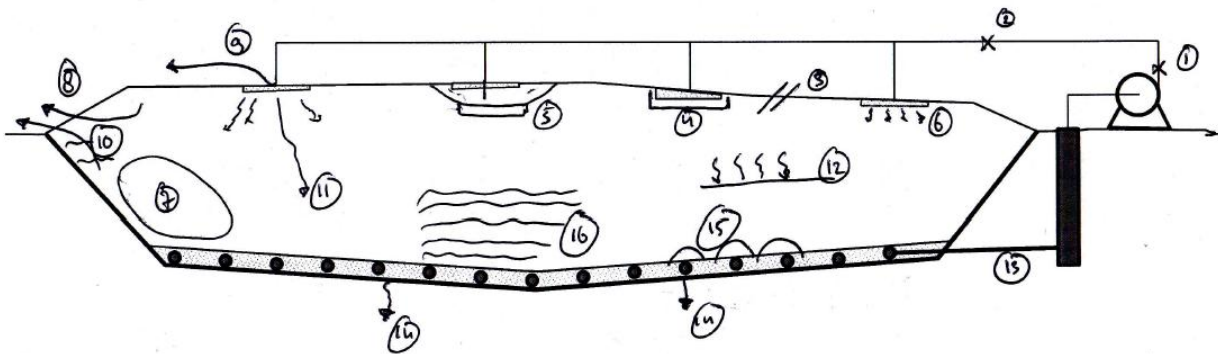
In hoofdstukken B1.3 en B1.5 worden maatregelen gedefinieerd ten behoeve van de risicobeheersing.

## B1.2 Risico's voor de omgeving

### A) Systeem voor percolaattoevoer en afvoer

Het systeem voor percolaatinfiltratie en opvang staat geschetst in onderstaande figuur. De mogelijke onderdelen en processen die kunnen falen staan hierin weergegeven en in de daarop volgende tabel beoordeeld.

A: Risicoanalyse percolaatinfiltratie





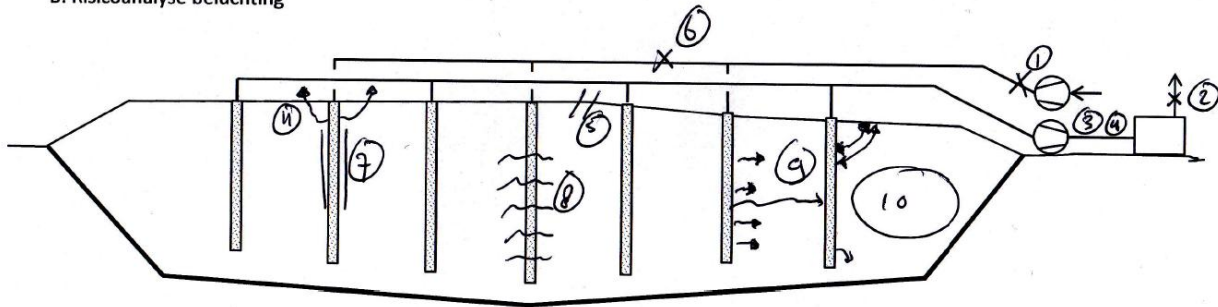
| A  | Risico's op disfunctioneren/ falen Infiltratie     | Kans van optreden | Effecten op omgeving | Risicoprofiel | Toelichting  |
|----|--|-------------------|----------------------|---------------|--|
| 1  | Pomp defect  | hoog              | laag                 |               | Defect valt onmiddellijk op en pomp is direct te vervangen of te repareren   |
| 2  | Leidingen defect (verstopt of lek)                 | hoog              | laag/hoog            |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat een defect nagenoeg direct kan worden geconstateerd omdat het een essentieel onderdeel is van de pilots;                                  |
| 3  | Schade door aanleg bronnen, overige activiteiten   | laag              | laag                 |               | Uitvoering gebeurt onder kwaliteitsborging en toezicht   |
| 4  | Bronnen verstopt, water infiltreert niet           | hoog              | laag                 |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.   |
| 5  | Zetting ter plaatse van infiltratiebronnen         | laag/hoog         | laag                 |               | Door heterogene samenstelling van afvalpakket is de kans van optreden aanwezig; gevolgen voor omgeving zijn er niet.   |
| 6  | Verdeling onregelmatig                             | hoog              | laag                 |               | Door heterogene samenstelling van afvalpakket is de kans van optreden aanwezig; gevolgen voor omgeving zijn er niet.   |
| 7  | Dode zones buiten invloedssfeer infiltratiebronnen | hoog              | laag                 |               | Door heterogene samenstelling van afvalpakket is de kans van optreden aanwezig; gevolgen voor omgeving zijn er niet.   |
| 8  | Water treedt zijdelings uit                        | hoog              | laag/hoog            |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat het probleem visueel waarneembaar is en direct kan worden ingegrepen indien het zich voordoet   |
| 9  | Water loopt af                                     | laag/hoog         | laag/hoog            |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat het probleem visueel waarneembaar is en direct kan worden ingegrepen indien het zich voordoet   |
| 10 | Overstroming kade                                  | hoog              | hoog                 |               | Afval ligt vaak grotendeels boven maaiveldniveau. Het komt nu al wel eens voor dat stortvakken op het laagste punt overstromen a.g.v. te hoge waterstanden in stort. Dit is lastig |
| 11 | Scherpe voorkeurskanalen                           | hoog              | laag                 |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het zich afspeelt binnen het stort(vak) en zonder gevolgen blijft voor de omgeving.   |
| 12 | Stagnatie/verstopping in afvalpakket               | hoog              | laag                 |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat het zich afspeelt binnen het stort(vak) en zonder gevolgen blijft voor de omgeving.  |
| 13 | Ongunstige percolaatkwaliteit                      | laag              | laag                 |               | Het is een signaal dat het beoogde proces werkt; bij problemen met zuivering is direct ingrijpen mogelijk (monitoring van zuivering)   |
| 14 | Toename lekkage door de onderafdichting            | laag/hoog         | laag/hoog            |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld gelet op de voorwaarde van een goed functionerende onderafdichting gedurende looptijd pilots  |
| 15 | Verstopping percolaatdrainage                      | laag              | laag/hoog            |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog; het kan leiden tot verhoogde waterstand op onderafdichting (risicobeheersing door inspecties/monitoring)   |
| 16 | Accumulatie infiltratiewater/neerslag              | laag              | laag/hoog            |               | idem als punt 15; echter betere sturingsmogelijkheden bij infiltreren en daardoor lager risicoprofiel  |





## B) System voor beluchting

### B: Risicoanalyse beluchting

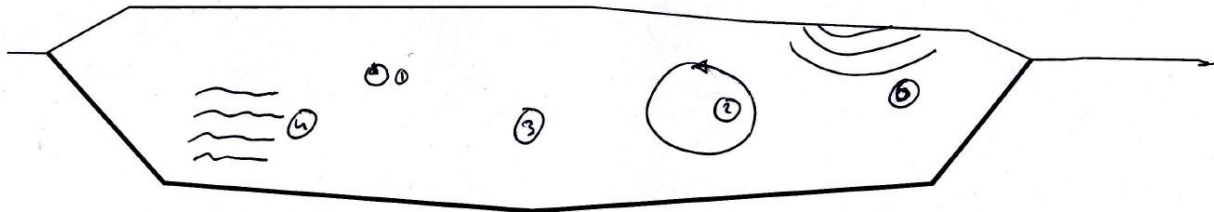


| B  | Risico's op disfunctioneren/ falen beluchten       | Kans      | Gevolgen omgeving | Risicoprofiel | Toelichting   |
|----|--|-----------|-------------------|---------------|---|
| 1  | Compressoren/pompen defect                         | hoog      | laag              |               | Eenvoudig te signaleren en verhelpen. Leidt tot beperkte verstoring van beluchting, in vergelijking met de duur van de proefneming.                     |
| 2  | Afgasbehandeling functioneert niet                 | hoog      | laag/hoog         |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog aangezien het afhankelijk van de duur van de storing leidt dit tot extra geur- en methaanemissies.                     |
| 3  | Gaskwaliteit binnen explosiegrenzen                | hoog      | laag/hoog         |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog omdat beluchting in deze situatie nieuw is. Risico vooral aanwezig in beginfase. Aandachtspunt bij ontwerp en beheer   |
| 4  | Gaskwaliteit buiten bereik afgasbehandeling        | laag      | laag/hoog         |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld; bij constatering (monitoring) is overschakelen op ander/aangepast systeem mogelijk.                                   |
| 5  | Schade door plaatsen bronnen, overige activiteiten | laag      | laag/hoog         |               | Uitvoering gebeurt onder kwaliteitsborging en toezicht  |
| 6  | Lekken in leiding                                  | hoog      | laag              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat lekken niet leiden tot emissies. Leiding met onttrokken lucht staan onder onderdruk tov de omgeving.             |
| 7  | Bronnen verstopt                                   | hoog      | laag              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                          |
| 8  | Bronnen met water                                  | hoog      | laag              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                          |
| 9  | Voorkeurskanalen                                   | hoog      | laag              |               | Heeft geen effect op omgeving anders dan mogelijk lagere gasemissie   |
| 10 | Ongelijkmatige zettingen bronnen                   | laag/hoog | laag              |               | Bij ontwerp van het beluchting kan rekening worden gehouden met preferente zettingen (kleine bronnen en aansluitingen voldoende flexibel).              |
| 11 | Dode zones buiten invloedssfeer                    | hoog      | laag              |               | Bij ontwerp van het beluchting kan rekening worden gehouden met preferente zettingen (kleine bronnen en aansluitingen voldoende flexibel).              |
| 12 | Diffuse emissies afgas                             | hoog      | laag              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat het direct waarneembaar is (licht verhoogde geur/ weinig methaan). Emissies zijn minder dan voor aanvang proef. |



### C) Processen in het afvalpakket

C: Risicoanalyse processen in het afvalpakket

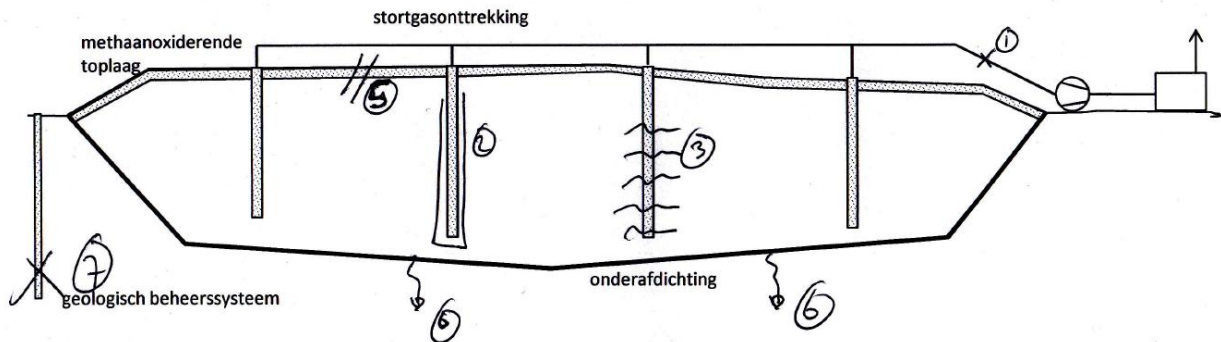


| C | Risico's van falen processen in het afvalpakket | Kans | Gevolgen omgeving | Risicoprofiel | Toelichting   |
|---|---|------|-------------------|---------------|---|
| 1 | Biodegradatie minder versneld dan verwacht      | hoog | laag              |               | Uitsluitend van invloed op de doorlooptijd van de pilots en niet op de omgeving.  |
| 2 | Biodegradatie sneller dan verwacht              | hoog | laag              |               | Uitsluitend van invloed op de doorlooptijd van de pilots en niet op de omgeving.  |
| 3 | Biodegradatie onregelmatig                      | hoog | laag              |               | Uitsluitend van invloed op de effectiviteit en doorlooptijd van de pilots en niet op de omgeving.   |
| 4 | Ophoping vocht in afvalpakket                   | hoog | laag/hoog         |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het kan leiden tot verhoogde waterstand op de onderafdichting en tot zones die verzadigd stagnant zijn.  |
| 5 | Sterke zettingen                                | hoog | laag              |               | Worden verwacht en zijn een indicator voor succes versnelde afbraak; geen invloed op de omgeving  |
| 6 | Onregelmatige zettingen                         | hoog | laag/hoog         |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld a.g.v. mogelijke schade aan afdeklaag en leidingensystemen. Bij constatering zijn maatregelen direct mogelijk. |



## D) Beheersmaatregelen

### D: Risicoanalyse beheersmaatregelen



| D | Risico's van falen beheerssysteem        | Kans      | Gevolgen omgeving | Risicoprofiel | Toelichting  |
|---|--|-----------|-------------------|---------------|--|
|   | 1 Gasonttrekking suboptimaal             | laag      | laag/hoog         |               | Alleen relevant voor de pilots en de effectiviteit van de uitvoering.  |
|   | 2 Stortgasbronnen verstopt               | laag      | laag              |               | Geen invloed op de omgeving  |
|   | 3 Stortgasbronnen met water              | hoog      | laag              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                           |
|   | 4 Ontmanteling systemen na afloop pilots | laag      | laag              |               | Geen invloed op de omgeving  |
|   | 5 Methaanoxidatie functioneert niet goed | laag      | laag/hoog         |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog, omdat het een experimentele techniek betreft. Echter alleen relevant voor percolaatinfiltatie en niet voor de omgeving |
|   | 6 Bodemaafdichting lekt                  | laag/hoog | laag/hoog         |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld gelet op de voorwaarde van een goed functioneerende onderafdichting gedurende looptijd pilots                           |
|   | 7 Falen geohydrologisch beheerssysteem   | laag      | laag/hoog         |               | Risico's worden niet beïnvloed door de aanwezigheid van de pilotmede vanuit de eis van een goed functionerende onderafdichting.                          |



## E) Metingen en monitoring

| E1 | Risico's falen monitoring en controle                   | Kans | Gevolgen omgeving | Risicoprofiel | Toelichting   |
|----|---|------|-------------------|---------------|---|
| 1  | Bemonstering en chemische analyses (percolaatkwaliteit) | hoog | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 2  | Controledrains onderafdichting (grondwater)             | laag | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 3  | Peilbuizen voor grondwaterbemonstering                  | laag | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 4  | Percolaatdrainage en leeglooptijd                       | hoog | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 5  | Waterzuivering percolaat (influent en effluent)         | laag | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 6  | Waterzuivering overige stromen (influent en effluent)   | laag | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 7  | Hemelwaterdrainage / run-off                            | laag | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 8  | Oppervlaktewater  | laag | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 9  | Overige grondwateronttrekking                           | hoog | laag              |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |

| E2 | Risico's falen van metingen en visuele inspecties                                     | Kans | Gevolgen omgeving | Risicoprofiel | Toelichting   |
|----|---|------|-------------------|---------------|---|
| 1  | Klink en zetting  | laag | laag              |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 2  | Dikte afdeklaag   | laag | laag              |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 3  | Grondwaterstanden   | laag | laag              |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 4  | Visuele inspecties: algemeen, bovenafwerking, stortgasonttrekking en drainagesystemen | laag | laag              |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |
| 5  | Gasmetingen en analyse  | laag | laag              |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. |

### B1.3: Maatregelen voor risicobeheersing omgevingsrisico's

Voor risico's die hierboven zijn gekarakteriseerd als gemiddeld tot hoog en hoog tot zeer hoog zijn aanvullende beheersmaatregelen noodzakelijk om risico's te verminderen. Ook voor risico's met een risicoprofiel van laag tot gemiddeld kunnen aanvullende maatregelen wenselijk zijn. Hieronder staan per individueel risico maatregelen uitgewerkt, waarmee het risico kan worden gereduceerd.



| A  | Infiltratiesysteem                                 | Risicoprofiel | Toelichting  | Maatregelenpakket t.b.v. risicobeheersing  |
|----|--|---------------|--|--|
| 1  | Pomp defect  |               | Defect valt onmiddellijk op en pomp is direct te vervangen of te repareren   | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 2  | Leidingen defect (verstopt of lek)                 |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat een defect nagenoeg direct kan worden geconstateerd omdat het een essentieel onderdeel is van de pilots;                                  | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); lekke leidingen direct vervangen; verstoppingen onmiddellijk verhelpen            |
| 3  | Schade door aanleg bronnen, overige activiteiten   |               | uitvoering gebeurt onder kwaliteitsborging en toezicht   | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 4  | Bronnen verstopt, water infiltreert niet           |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.   | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); lekke leidingen direct vervangen; verstoppingen onmiddellijk verhelpen            |
| 5  | Zetting ter plaatse van infiltratiebronnen         |               | Door heterogene samenstelling van afvalpakket is de kans van optreden aanwezig; gevolgen voor omgeving zijn er niet.   | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 6  | Verdeling onregelmatig                             |               | Door heterogene samenstelling van afvalpakket is de kans van optreden aanwezig; gevolgen voor omgeving zijn er niet.   | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 7  | Dode zones buiten invloedssfeer infiltratiebronnen |               | Door heterogene samenstelling van afvalpakket is de kans van optreden aanwezig; gevolgen voor omgeving zijn er niet.   | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 8  | Water treedt zijdelings uit                        |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat het probleem visueel waarneembaar is en direct kan worden ingegrepen indien het zich voordoet   | extra of bijzondere monitoring en bij constatering uittrekking beheersbaar maken en/of maatregelen treffen om het te stoppen   |
| 9  | Water loopt af                                     |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat het probleem visueel waarneembaar is en direct kan worden ingegrepen indien het zich voordoet   | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); bij constatering infiltratie (tijdelijk) onderbreken en voorzieningen treffen     |
| 10 | Overstroming kade                                  |               | Afval ligt vaak grotendeels boven maaiveldniveau. Het komt nu al wel eens voor dat stortvakken op het laagste punt overstromen a.g.v. te hoge waterstanden in stort. Dit is lastig | Controles van waterstanden extra aandachtspunt bij monitoring; vroegtijdig stoppen infiltratie bij dreigende overloop; herstel kades en voldoende dimensionering vooraf        |
| 11 | Scherpe voorkeurskanalen                           |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het zich afspeelt binnen het stort(vak) en zonder gevolgen blijft voor de omgeving.   | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); eventueel infiltratiesysteem aanpassen/ verfijnen                                 |
| 12 | Stagnatie/verstopping in afvalpakket               |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat het zich afspeelt binnen het stort(vak) en zonder gevolgen blijft voor de omgeving.  | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); eventueel infiltratiesysteem aanpassen/ verfijnen                                 |
| 13 | Ongunstige percolaatkwaliteit                      |               | Het is een signaal dat het beoogde proces werkt; bij problemen met zuivering is direct ingrijpen mogelijk (monitoring van zuivering)   | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 14 | Toename lekkage door de onderafdichting            |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld gelet op de voorwaarde van een goed functionerende onderafdichting gedurende looptijd pilots  | Bijzonder aandachtspunt in de monitoring ter controle of aan de eis van goed functioneren wordt voldaan, minimaliseren waterstand op de onderafdichting tijdens de proefneming |
| 15 | Verstopping percolaatdrainage                      |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog; het kan leiden tot verhoogde waterstand op onderafdichting (risicobeheersing door inspecties/monitoring)   | Bijzonder aandachtspunt in de monitoring; bij constatering direct leidingen doorspuiten als ook preventief doorspuiten   |
| 16 | Accumulatie infiltratiewater/neerslag              |               | idem als punt 15; echter betere sturingsmogelijkheden bij infiltreren en daardoor lager risicoprofiel  | verdisconteren in monitoringprogramma; eventueel infiltratiesysteem tijdelijk stopzetten in tijden van veel neerslag.  |



| B  | Systeem voor beluchting                            | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing   |
|----|--|---------------|---|--|
| 1  | Compressoren/pompen defect                         |               | Eenvoudig te signaleren en verhelpen. Leidt tot beperkte verstoring van beluchting, in vergelijking met de duur van de proefneming.                   | Geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 2  | Afgasbehandeling functioneert niet                 |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog aangezien het afhankelijk van de duur van de storing leidt tot extra geur- en methaanemissies.                       | Indien dit leidt tot onacceptabele emissies, aanpassen van regime voor beluchting tot reparatie afgasbehandeling   |
| 3  | Gaskwaliteit binnen explosiegrenzen                |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog omdat beluchting in deze situatie nieuw is. Risico vooral aanwezig in beginfase. Aandachtspunt bij ontwerp en beheer | Bij ontwerp rekening houden met veilige opstart. Protocol voor veilig werken tijdens opstart.  |
| 4  | Gaskwaliteit buiten bereik afgasbehandeling        |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld; bij constatering (monitoring) is overschakelen op ander/aangepast systeem mogelijk.                                 | Verdisconteren in monitoringprogramma; afgasbehandeling direct aanpassen bij constatering.   |
| 5  | Schade door plaatsen bronnen, overige activiteiten |               | Uitvoering gebeurt onder kwaliteitsborging en toezicht  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 6  | Lekken in leiding                                  |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat een defect nagenoeg direct kan worden geconstateerd aangezien het een essentieel onderdeel is van de pilots;  | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); lekke leidingen direct vervangen.                             |
| 7  | Bronnen verstopt                                   |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                        | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); verstopte leidingen direct ontstoppen of eventueel vervangen. |
| 8  | Bronnen met water                                  |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                        | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); bronnen bij constatering direct ontwateren of vervangen       |
| 9  | Voorkeurskanalen                                   |               | Heeft geen effect op omgeving anders dan mogelijk lagere gasemissie   | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 10 | Ongelijkmatige zettingen bronnen                   |               | Bij ontwerp van het beluchting kan rekening worden gehouden met preferente zettingen (kleine bronnen en aansluitingen voldoende flexibel).            | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 11 | Dode zones buiten invloedssfeer                    |               | Bij ontwerp van het beluchting kan rekening worden gehouden met preferente zettingen (kleine bronnen en aansluitingen voldoende flexibel).            | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring   |
| 12 | Diffuse emissies afgas                             |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat het direct waarneembaar is en kan leiden tot licht verhoogde geur (en weinig methaan).                        | geen aanvullende maatregelen   |

| C | Processen in het afvalpakket               | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing  |
|---|--|---------------|---|---|
| 1 | Biodegradatie minder versneld dan verwacht |               | Uitsluitend van invloed op de doorlooptijd van de pilots en niet op de omgeving.  | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |
| 2 | Biodegradatie sneller dan verwacht         |               | Uitsluitend van invloed op de doorlooptijd van de pilots en niet op de omgeving.  | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |
| 3 | Biodegradatie onregelmatig                 |               | Uitsluitend van invloed op de effectiviteit en doorlooptijd van de pilots en niet op de omgeving.   | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |
| 4 | Ophoping vocht in afvalpakket              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het kan leiden tot verhoogde waterstand op de onderafdichting en tot zones die verzadigd stagnant zijn.  | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); eventueel infiltratie (tijdelijk) onderbreken                                  |
| 5 | Sterke zettingen                           |               | Worden verwacht en zijn een indicator voor succes versnelde afbraak; geen invloed op de omgeving  | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |
| 6 | Onregelmatige zettingen                    |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld a.g.v. mogelijke schade aan afdeklaag en leidingensystemen. Bij constatering zijn maatregelen direct mogelijk. | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); bij eventuele schades deze direct herstellen en/of systeemonderdelen vervangen |



| D | Beheersysteem                          |  | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing  |
|---|--|--|---|---|
| 1 | Gasonttrekking suboptimaal             |  | Alleen relevant voor de pilots en de effectiviteit van de uitvoering.   | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 2 | Stortgasbronnen verstopt               |  | Geen invloed op de omgeving   | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 3 | Stortgasbronnen met water              |  | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                            | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); leidingen onmiddellijk ontwateren of (preventief) vervangen. Eventueel aanpassen van verdeling van percolaatinfiltratie. |
| 4 | Ontmanteling systemen na afloop pilots |  | Geen invloed op de omgeving   | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 5 | Methaanoxidatie functioneert niet goed |  | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog, omdat het een experimentele techniek betreft. Echter alleen relevant voor percolaatinfiltratie en niet voor de omgeving | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 6 | Bodemafdichting lekt                   |  | Risicoprofiel laag tot gemiddeld gelet op de voorwaarde van een goed functionerende onderafdichting gedurende looptijd pilots                             | verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard).  |
| 7 | Falen geohydrologisch beheersysteem    |  | Risico's worden niet beïnvloed door de aanwezigheid van de pilotmede vanuit de eis van een goed functionerende onderafdichting.                           | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |

| E1 | monitoring en controle                                  | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing             |
|----|---|---------------|---|--|
| 1  | Bemonstering en chemische analyses (percolaatkwaliteit) |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 2  | Controledrains onderafdichting (grondwater)             |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 3  | Peilbuizen voor grondwaterbemonstering                  |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 4  | Percolaatdrainage en leeglooptijd                       |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 5  | Waterzuivering percolaat (influent en effluent)         |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 6  | Waterzuivering overige stromen (influent en effluent)   |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 7  | Hemelwaterdrainage / run-off                            |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 8  | Oppervlaktewater  |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 9  | Overige grondwateronttrekking                           |               | Monitoring en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |

| E2 | metingen en visuele inspecties  | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing             |
|----|---|---------------|---|--|
| 1  | Klink en zetting  |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 2  | Dikte afdeklaag   |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 3  | Grondwaterstanden   |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 4  | Visuele inspecties: algemeen, bovenafwerking, stortgasonttrekking en drainagesystemen |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |
| 5  | Gasmetingen en analyse  |               | Inspecties en controles hebben geen invloed op de omgeving. Het kan wel een rol spelen inde risicobeheersing. | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring |



## Samenvattend overzicht verhoogde omgevingsrisico's en de beheersing ervan

| <b>Risico's</b>   | <b>Beheersing risico</b>  |
|---|---|
| <p><i>Risico's bij percolatinfiltratie</i></p> <p>Bij het infiltreren bestaat de kans dat verontreinigd water vrijkomt uit het afvalpakket vrijkomt en als run-off afstroomt. Dit kan worden veroorzaakt door falen van het systeem voor percolatinfiltratie (bijvoorbeeld pijpbreuk) of doordat lokaal teveel water wordt geïnfiltreerd, zodat dit water elders weer vrijkomt in plaats van in het afvalpakket te zijn.</p>  | <p>Het infiltratiesysteem zal zodanig worden ontworpen dat bijvoorbeeld bij een breuk in het leidingensysteem het water het afvalpakket in zijgt. Lekken in het leidingensysteem kunnen worden opgemerkt in de data-acquisitie (verpompte en onttrokken hoeveelheid percolaat). Een groot deel van dit risico kan dus al door goed ontwerp worden beheerst. Zijdelings uittreden van percolaat wordt bewaakt door regelmatige terreininspectie. In geval van een verslechtering van de kwaliteit van de run-off zal worden gezocht naar de oorzaak hiervan. Daarnaast zal tijdens inspectierondes gedurende de proef worden gelet op lekkages en op uittredend water. Wanneer grote(re) hoeveelheden water worden geïnfiltreerd, zal de frequentie van inspecteren worden geïntensiveerd. Indien uittreden wordt waargenomen zal de hoeveelheid infiltratiewater worden gereduceerd. Dit kan lokaal gebeuren of integraal voor het gehele afvalpakket</p> |
| <p>Door ophoping van water in het afvalpakket, kan de waterstand zodanig stijgen, dat ze boven de stortkade uitkomt. Gevolg hiervan kan een uitbraak zijn van water aan de bovenzijde van de kade.</p>  | <p>De waterstand op de bodemafdichting wordt gemonitord en geminimaliseerd door minimalisatie van de waterstand in de percolaatputten. In geval de waterstand in het afvalpakket oploopt, zal de percolatinfiltratie worden gestopt en eventueel worden stilgelegd. Kades zullen periodiek worden geïnspecteerd en schade aan de kades zullen direct worden hersteld.</p>   |
| <p>Emissies van verontreinigingen via het percolaat kan leiden tot een belasting van bodem en grondwater. Vereist voor het uitvoeren van een pilot is dat een goed functionerende onderafdichting aanwezig is. Dat betekent echter niet dat de afdichting volledig vloeistofdicht is. Op basis van het 'stand der techniek-denken' is in het verleden aangenomen dat het maximale lekdebiet door een combinatie afdichting 5 mm/j bedraagt. Echter uit praktijkervaringen blijkt dat dit lekdebiet, afhankelijk van onder andere de wijze van uitvoering, belangrijk minder kan zijn.</p> | <p>Op een normale stortplaats moet rekening worden gehouden met emissies naar bodem- en grondwater, doordat de aanwezige vloeistofdichte onderafdichting in de praktijk niet volledig vloeistofdicht zal zijn. Tijdens de proeven wordt verwacht dat de concentraties van verontreinigingen in de waterfase in het afvalpakket tijdelijk zullen toenemen. Om een extra belasting van bodem- en grondwater te voorkomen wordt de waterstand op de onderafdichting nauwkeurig gevolgd en geminimaliseerd. Minimalisatie van de waterstand op de afdichting gebeurt door een minimalisatie van de waterstand in de percolaatputten. De reguliere monitoring van grondwater onder en rond het afvalpakket wordt tijdens de proef doorgezet en de resultaten worden ook voor dit project verzameld.</p>  |





---

**Risico's***Risico's bij beluchting*

Uitval van het systeem voor behandeling van de lucht uit de aerobe stortplaats kan leiden tot onacceptabele extra methaan en geuremissies.

Vorming explosief mengsel van methaan in lucht, vooral tijdens de opstart.

---

**Beheersing risico**

De concentraties aan methaan en geur in het afgas van de beluchting zullen in het begin hoger zijn, dan na verloop van tijd. Uitgangspunt is dat het project geen toename van emissies en overlast in de directe omgeving van het afvalpakket tot gevolg mag hebben. Binnen dit uitgangspunt zullen afspraken met het vergunningverlenende bevoegde gezag over onder andere de afgasbehandeling en het omgaan met uitval worden vastgelegd in de locatiespecifieke Deelplannen van aanpak.

Bij ontwerp en opstart zal rekening moeten worden gehouden met explosieveiligheid. Op basis van ervaringen met beluchting in het buitenland en ervaring met opstarten van gaswinning, zal een protocol worden opgesteld voor een veilige opstart van de beluchting en het systeem voor afgasbehandeling.

---



## B1.4 Risico's voor de proefneming

### A) Systeem voor percolaattoevoer en afvoer

| A  | Risico's op disfunctioneren/ falen Infiltratie     | Kans van optreden | Effecten op proeven | Risicoprofiel | Toelichting   |
|----|--|-------------------|---------------------|---------------|---|
| 1  | Pomp defect  | hoog              | laag                |               | Defect valt onmiddellijk op en pomp is direct te vervangen of te repareren.   |
| 2  | Leidingen defect (verstopt of lek)                 | hoog              | laag                |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat een defect nagenoeg meteen wordt geconstateerd en kan worden verholpen;  |
| 3  | Schade door aanleg bronnen, overige activiteiten   | laag              | laag                |               | Gebeurt volledig voor daadwerkelijke start van percolaatinfiltratie   |
| 4  | Bronnen verstopt, water infiltreert niet           | hoog              | laag/hoog           |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat verstoppingen worde geconstateerd binnen de reguliere monitoring. Vervolgens kunnen maatregelen worden genomen.  |
| 5  | Zetting ter plaatse van infiltratiebronnen         | laag/hoog         | laag                |               | Het effect van zettingen ter plaatse van de bronnen op de proef zelf is beperkt. De kans op zettingen is afhankelijk van ontwerp infiltratiesysteem.  |
| 6  | Verdeling onregelmatig                             | hoog              | laag/hoog           |               | Ontwerp en bedrijfsvoering van het systeem is er op gericht om percolaat zo homogeen mogelijk te infiltreren, maar de verdeling van vocht in het afvalpakket zal onregelmatig zijn. De consequenties hiervan voor het slagen van de demonstratie zijn het centrale onderwerp van onderzoek. |
| 7  | Dode zones buiten invloedssfeer infiltratiebronnen | hoog              | laag/hoog           |               | Idem.   |
| 8  | Water treedt zijdelings uit                        | hoog              | laag                |               | Volumina zullen beperkt zijn (enkele tientallen m3, tegen enkele 100.000 m3 totaal massabalans). Eventueel zijdelings uitreden van water kan hoeveelheid te infiltreren water beperken. De kans dat dit aan de onderzijde van de operationele range (~600 mm/jr) gebeurt is beperkt.        |
| 9  | Water loopt af                                     | laag/hoog         | laag                |               | aflopend water heeft geen interactie met de pilot.  |
| 10 | Overstroming kade                                  | hoog              | laag                |               | Volumina zijn beperkt ten opzichte van totale hoeveelheid water in de pilot. Kan wel een beperking vormen van de hoeveelheid te infiltreren water.  |
| 11 | Scherpe voorkeurskanalen                           | hoog              | laag/hoog           |               | zie onder A6.   |
| 12 | Stagnatie/verstopping in afvalpakket               | hoog              | laag/hoog           |               | zie onder A6.   |
| 13 | Ungunstige percolaatkwaliteit                      | laag              | laag                |               | Eisen worden gesteld aan kwaliteit van te recirculeren percolaat. Door spui en suppletie schoner water kan dit worden beheerst (bewezen techniek bij eerdere proeven).  |
| 14 | Toename lekkage door de onderafdichting            | laag/hoog         | laag                |               | Indien onacceptabel zal dit consequenties hebben voor de verdere proefneming. Risico gelijk aan risicoprofiel voor de omgeving.   |
| 15 | Verstopping percolaatdrainage                      | laag              | laag/hoog           |               | Idem. Goed functionerende percolaatdrainage noodzakelijk voor recirculatie.   |
| 16 | Accumulatie infiltratiewater/neerslag              | laag              | laag/hoog           |               | Idem.   |



## B) Systeem voor beluchting

| B  | Risico's op disfunctioneren/ falen beluchten       | Kans      | Effecten op proeven | Risicoprofiel | Toelichting   |
|----|--|-----------|---------------------|---------------|---|
| 1  | Compressoren/pompen defect                         | hoog      | laag                |               | Eenvoudig te signaleren en verhelpen. Leidt tot beperkte verstoring van beluchting, in vergelijking met de duur van de proefneming.   |
| 2  | Afgasbehandeling functioneert niet                 | hoog      | laag                |               | Geen effect op de proefneming zelf. In uiterste geval leidt dit tot het tijdelijk verminderen van de beluchting, wat een beperkte tijdsduur zal hebben in vergelijking met de duur van de proefneming |
| 3  | Gaskwaliteit binnen explosiegrenzen                | hoog      | laag                |               | Geen effect op de proefneming zelf.   |
| 4  | Gaskwaliteit buiten bereik afgasbehandeling        | laag      | laag/hoog           |               | Geen effect op de proefneming zelf. Zie onder B2.   |
| 5  | Schade door plaatsen bronnen, overige activiteiten | laag      |                     |               | Gebeurt volledig voor daadwerkelijke start van beluchting.  |
| 6  | Lekken in leiding                                  | hoog      | laag                |               | Lekken in leidingen leiden tot een verdunning van het onttrokken gas. Geeft geen verstoring van monitoring massabalans.   |
| 7  | Bronnen verstopt                                   | hoog      | laag/hoog           |               | Zal worden geconstateerd en kan worden verholpen. Zal hooguit leiden tot het verminderen of stopzetten van een deel van het afval gedurende een beperkte tijd.  |
| 8  | Bronnen met water                                  | hoog      | laag/hoog           |               | Zal worden geconstateerd en kan worden verholpen. Zal hooguit leiden tot het verminderen of stopzetten van een deel van het afval gedurende een beperkte tijd.  |
| 9  | Voorkeurskanalen                                   | hoog      | laag/hoog           |               | Ontwerp en bedrijfsvoering van het systeem is er op gericht om percolaat zo homogeen mogelijk te beluchten. Centraal onderwerp van onderzoek.   |
| 10 | Ongelijkmatige zettingen bronnen                   | laag/hoog | laag                |               | Effect is vooral visueel. Geen effect op de proefneming.  |
| 11 | Dode zones buiten invloedssfeer                    | hoog      | laag/hoog           |               | Zie onder B9.   |
| 12 | Diffuse emissies afgas                             | hoog      | laag/hoog           |               | Geen effect op de proefneming zelf.   |



### C) Processen in het afvalpakket

| C | Risico's van falen processen in het afvalpakket | Kans | Effecten op proeven | Risicoprofiel | Toelichting   |
|---|---|------|---------------------|---------------|---|
| 1 | Biodegradatie minder versneld dan verwacht      | hoog | laag/hoog           |               | Heeft effect op de doorlooptijd van de pilot. Centraal onderwerp van onderzoek.   |
| 2 | Biodegradatie sneller dan verwacht              | hoog | laag                |               | Lijkt vooral positief uit te werken. De consequenties kunnen echter niet helemaal worden overzien en mogelijke nadelige effecten voor de pilot kunnen niet worden uitgesloten.                            |
| 3 | Biodegradatie onregelmatig                      | hoog | laag/hoog           |               | Centraal onderwerp van onderzoek. Consequenties kunnen niet op voorhand worden voorspeld.   |
| 4 | Ophoping vocht in afvalpakket                   | hoog | laag                |               | Centraal onderwerp van onderzoek. Consequenties kunnen niet op voorhand worden voorspeld.   |
| 5 | Sterke zettingen                                | hoog | laag                |               | Sterke zettingen zijn verwacht. Lijken geen of beperkt risico's op te leveren voor de proefneming.  |
| 6 | Onregelmatige zettingen                         | hoog | laag                |               | Onregelmatige zettingen kunnen het systeem voor percolaatinfiltratie/beluchting beschadigen. Kan leiden tot een tijdelijke reductie of stopzetting van beide. Beperkt effect t.o.v. looptijd proefneming. |

### D) Beheersmaatregelen

| D | Risico's van falen beheerssysteem      | Kans      | Effecten op proeven | Risicoprofiel | Toelichting  |
|---|--|-----------|---------------------|---------------|--|
| 1 | Gasonttrekking suboptimaal             | laag      | laag/hoog           |               | Effectief systeem voor stortgasonttrekking belangrijk om een daadwerkelijke versnelling van afbraak te kunnen waarnemen en hier eventueel op te sturen.  |
| 2 | Stortgasbronnen verstopt               | laag      | laag/hoog           |               | Wordt waargenomen tijdens periodieke controle. Protocol voor periodieke controle en onderhoud/repairatie dient gelijk te worden gehouden tijdens nulmeting en uitvoering proef.  |
| 3 | Stortgasbronnen met water              | hoog      | laag/hoog           |               | Idem. Water in één of enkele bronnen kan leiden tot minder effectief onttrekken van gas. Bij de interpretatie kan hiermee rekening worden gehouden. Kan leiden tot het maximaliseren van de hoeveelheid te infiltreren percolaat in de nabijheid van de bron. Zie hiervoor 6A. |
| 4 | Ontmanteling systemen na afloop pilots | laag      | laag                |               | Geen effect op proefneming, want gebeurt na afloop.  |
| 5 | Methaanoxidatie functioneert niet goed | laag      | laag                |               | Geen effect op proefneming. Wel als hierdoor de methaanemissies zodanig toenemen dat voortzetting van de proefneming onacceptabel wordt.   |
| 6 | Bodemafdichting lekt                   | laag/hoog | laag                |               | Geen effect op proefneming. Volumina van lekkend water zijn verwaarloosbaar t.o.v. volumina geïnfilteerd en onttrokken water   |
| 7 | Falen geohydrologisch beheerssysteem   | laag      | laag                |               | Geen effect op proefneming.  |



## E) Metingen en monitoring

| E1 | Risico's falen monitoring en controle                   | Kans | Effecten op proeven | Risicoprofiel | Toelichting   |
|----|---|------|---------------------|---------------|---|
| 1  | Bemonstering en chemische analyses (percolaatkwaliteit) | hoog | laag                |               | Door de grote hoeveelheid data geproduceerd, zijn fouten niet te voorkomen. Leiden hooguit tot enkele uitbijters in de data-set   |
| 2  | Controledrains onderafdichting (grondwater)             | laag | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  |
| 3  | Peilbuizen voor grondwaterbemonstering                  | laag | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  |
| 4  | Percolaatdrainage en leeglooptijd                       | hoog | laag                |               | Een te lange leeglooptijd na percolaatinfiltratie kan effecten hebben op de mogelijkheid om direct aansluitend lucht te injecteren. Kan leiden tot vertraging in de ordegrrootte van enkele maanden tot een jaar. |
| 5  | Waterzuivering percolaat (influent en effluent)         | laag | laag                |               | Goed gemonitord. Beheersing percolaatkwaliteit door zuivering, spui en aanvoer schoner water is gedemonstreerde technologie.  |
| 6  | Waterzuivering overige stromen (influent en effluent)   | laag | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  |
| 7  | Hemelwaterdrainage / run-off                            | laag | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  |
| 8  | Oppervlaktewater  | laag | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  |
| 9  | Overige grondwateronttrekking                           | hoog | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  |

| E2 | Risico's falen van metingen en visuele inspecties                                     | Kans | Effecten op proeven | Risicoprofiel | Toelichting  |
|----|---|------|---------------------|---------------|--|
| 1  | Klink en zetting  | laag | laag                |               | Bewezen monitoringstechnieken  |
| 2  | Dikte afdeklaag   | laag | laag                |               | Bewezen monitoringstechnieken  |
| 3  | Grondwaterstanden   | laag | laag                |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen. |
| 4  | Visuele inspecties: algemeen, bovenafwerking, stortgasonttrekking en drainagesystemen | laag | laag/hoog           |               | Risico's beperkt indien goede afspraken zijn gemaakt en worden nageleefd.  |
| 5  | Gasmetingen en analyse  | laag | laag/hoog           |               | Monitoring van gasonttrekking en gassamenstelling via bewezen technieken.  |



## B1.5: Maatregelen voor risicobeheersing projectrisico's

| A  | Infiltratiesysteem                                 | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing  |
|----|--|---------------|---|---|
| 1  | Pomp defect  |               | Defect valt onmiddellijk op en pomp is direct te vervangen of te repareren  | Geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 2  | Leidingen defect (verstopt of lek)                 |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat een defect nagenoeg direct kan worden geconstateerd omdat het een essentieel onderdeel is van de pilots; | Verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); lekke leidingen direct vervangen; verstoppingen onmiddellijk verhelpen       |
| 3  | Schade door aanleg bronnen, overige activiteiten   |               | Uitvoering gebeurt onder kwaliteitsborging en toezicht  | Geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 4  | Bronnen verstopt, water infiltreert niet           |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                    | Verdisconteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); lekke leidingen direct vervangen; verstoppingen onmiddellijk verhelpen       |
| 5  | Zetting ter plaatse van infiltratiebronnen         |               | Risicoprofiel laag tot zeer laag.   | Geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |
| 6  | Verdeling onregelmatig                             |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Centraal onderwerp van onderzoek in de pilot.   | Zo goed mogelijk beheersen door aanpassing debiet en verdeling watertoevoer over de verschillende bronnen, binnen de grenzen van het mogelijke bij het bestaande systeem. |
| 7  | Dode zones buiten invloedssfeer infiltratiebronnen |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Centraal onderwerp van onderzoek in de pilot.   | Idem  |
| 8  | Water treedt zijdelings uit                        |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld doordat het probleem visueel waarneembaar is en direct kan worden ingegrepen indien het zich voordoet            | Extra of bijzondere monitoring en bij constatering uittreiding beheersbaar maken en/of maatregelen treffen om het te stoppen  |
| 9  | Water loopt af                                     |               | Risicoprofiel laag tot zee laag   | Geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring, vanuit het oogpunt van de pilot.  |
| 10 | Overstroming kade                                  |               | Risico laag tot gemiddeld. In geval van overstroming kan de proefneming worden stilgelegd.  | Controles van waterstanden extra aandachtspunt bij monitoring; vroegtijdig stoppen infiltratie bij dreigende overloop; herstel kades en voldoende dimensionering vooraf   |
| 11 | Scherpe voorkeurskanalen                           |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Centraal onderwerp van onderzoek in de pilot.   | Zo goed mogelijk beheersen door aanpassing debiet en verdeling watertoevoer over de verschillende bronnen, binnen de grenzen van het mogelijke bij het bestaande systeem. |
| 12 | Stagnatie/verstopping in afvalpakket               |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Centraal onderwerp van onderzoek in de pilot.   | Zo goed mogelijk beheersen door aanpassing debiet en verdeling watertoevoer over de verschillende bronnen, binnen de grenzen van het mogelijke bij het bestaande systeem. |
| 13 | Ongunstige percolaatkwaliteit                      |               | Monitoring en beheersing percolaatkwaliteit bewezen techniek  | Kwaliteitseisen infiltraat zijn bekend. Beheersing van percolaatkwaliteit infiltraat door behandeling, spui en suppletie schoon water.                                    |
| 14 | Toename lekkage door de onderafdichting            |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat dit een randvoorwaarde is voor uitvoering van de pilots.  | Bijzonder aandachtspunt in de monitoring ter controle of aan de eis van goed functioneren wordt voldaan   |
| 15 | Verstopping percolaatdrainage                      |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Randvoorwaarde voor uitvoering pilots, essentieel onderdeel systeem voor percolaatrecirculatie                  | Bijzonder aandachtspunt in de monitoring; bij constatering direct leidingen doorspuiten als ook preventief doorspuiten  |
| 16 | Accumulatie infiltratiewater/neerslag              |               | Idem als punt 15; echter betere sturingsmogelijkheden bij infiltreren en daardoor lager risicoprofiel   | Verdisconteren in monitoringprogramma; eventueel infiltratiesysteem tijdelijk stopzetten in tijden van veel neerslag.   |



| B  | Systeem voor beluchting                            | Risicoprofiel | Toelichting  | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing  |
|----|--|---------------|--|---|
| 1  | Compressoren/pompen defect                         |               | Eenvoudig te signaleren en verhelpen. Leidt tot beperkte verstoring van beluchting, in vergelijking met de duur van de proefnemings.                 | Geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 2  | Afgasbehandeling functioneert niet                 |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld en bestaat vooral een tijdelijke verstoring van de proefnemings   | Snelle reparatie van systeem voor afgasbehandeling.   |
| 3  | Gaskwaliteit binnen explosiegrenzen                |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld. Probleem speelt zich vooral af bij de opstart van de pilot. Minder een probleem als de beluchting reeds loopt      | Bij ontwerp rekening houden met veilige opstart. Protocol voor veilig werken tijdens opstart.   |
| 4  | Gaskwaliteit buiten bereik afgasbehandeling        |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld. Geen probleem voor de proef zelf. Wel voor de continuïteit van de proef ivm mogelijke hinder in de omgeving.       | Verdiscourteren in monitoringprogramma; afgasbehandeling direct aanpassen bij constatering.   |
| 5  | Schade door plaatsen bronnen, overige activiteiten |               | Uitvoering gebeurt onder kwaliteitsborging en toezicht   | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 6  | Lekken in leiding                                  |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat een defect nagenoeg direct kan worden geconstateerd aangezien het een essentieel onderdeel is van de pilots; | verdiscourteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); lekke leidingen direct vervangen.                             |
| 7  | Bronnen verstopt                                   |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                       | verdiscourteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); verstopte leidingen direct ontstoppen of eventueel vervangen. |
| 8  | Bronnen met water                                  |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                       | verdiscourteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); bronnen bij constatering direct ontwateren of vervangen       |
| 9  | Voorkeurskanalen                                   |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Centraal onderwerp van onderzoek in de pilot.  | Wanneer geconstateerd verdeling van beluchting over injectiebronnen aanpassen.  |
| 10 | Ongelijkmatige zettingen bronnen                   |               | Bij ontwerp van het beluchting kan rekening worden gehouden met preferente zettingen (kleine bronnen en aansluitingen voldoende flexibel).           | geen aanvullende maatregelen op standaard monitoring  |
| 11 | Dode zones buiten invloedssfeer                    |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog. Centraal onderwerp van onderzoek in de pilot.  | Wanneer geconstateerd verdeling van beluchting over injectiebronnen aanpassen.  |
| 12 | Diffuse emissies afgas                             |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld, omdat het direct waarneembaar is en kan leiden tot licht verhoogde geur (en weinig methaan).                       | geen aanvullende maatregelen  |

| C | Processen in het afvalpakket               | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing  |
|---|--|---------------|---|---|
| 1 | Biodegradatie minder versneld dan verwacht |               | Risico gemiddeld tot hoog. Onderdeel van onderzoek.   | Intensiveren van percolaatinfiltatie/beluchting binnen de grenzen van het bestaande systeem en voor zover verantwoord mogelijk mbt risico's omgeving. Eerder omschakelen van percolaatinfiltatie naar beluchting. |
| 2 | Biodegradatie sneller dan verwacht         |               | Laag tot gemiddeld. Onderdeel van onderzoek.  | Intensivering van monitoring van effecten.  |
| 3 | Biodegradatie onregelmatig                 |               | Risico gemiddeld tot hoog. Onderdeel van onderzoek.   | Aanpassen van percolaatinfiltatie/beluchting binnen de grenzen van het bestaande systeem en voor zover verantwoord mogelijk mbt risico's omgeving. Eerder omschakelen van percolaatinfiltatie naar beluchting.    |
| 4 | Ophoping vocht in afvalpakket              |               | Risico gemiddeld tot hoog. Onderdeel van onderzoek.   | Aanpassen van percolaatinfiltatie binnen de grenzen van het bestaande systeem en voor zover verantwoord mogelijk mbt risico's omgeving.   |
| 5 | Sterke zettingen                           |               | Worden verwacht en zijn een indicator voor succes versnelde afbraak; geen invloed op de proefnemings  | Eventueel intensivering van frequentie van inmeten.   |
| 6 | Onregelmatige zettingen                    |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld a.g.v. mogelijke schade aan afdeklaag en leidingensystemen. Bij constatering zijn maatregelen direct mogelijk. | verdiscourteren in monitoringprogramma (eventueel hogere monitoringfrequentie dan standaard); bij eventuele schades deze direct herstellen en/of systeemonderdelen vervangen                                      |



| D | Beheersysteem                          | Risicoprofiel | Toelichting  | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing  |
|---|--|---------------|--|---|
| 1 | Gasonttrekking suboptimaal             |               | Alleen relevant voor de pilots en de effectiviteit van de uitvoering.  | Wijze van onttrekking en inregelen bronnen zoveel mogelijk constant houden gedurende de nulmeting en de proefperiode. Aanpassingen om rendement te verbeteren documenteren. |
| 2 | Stortgasbronnen verstopt               |               | Geen invloed op de omgeving  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 3 | Stortgasbronnen met water              |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld omdat het een bijzonder punt is van de pilots en de monitoring; direct ingrijpen is mogelijk.                             | leegpompen bronnen, eventueel aanpassen van verdeling infiltratie.  |
| 4 | Ontmanteling systemen na afloop pilots |               | Geen invloed op de omgeving  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 5 | Methaanoxidatie functioneert niet goed |               | Risicoprofiel gemiddeld tot hoog, omdat het een experimentele techniek betreft. Echter alleen relevant voor percolaat-infiltratie en niet voor de omgeving | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 6 | Bodemafdichting lekt                   |               | Risicoprofiel laag tot gemiddeld gelet op de voorwaarde van een goed functionerende onderafdichting gedurende looptijd pilots                              | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |
| 7 | Falen geohydrologisch beheersysteem    |               | Risico's worden niet beïnvloed door de aanwezigheid van de pilotmede vanuit de eis van een goed functionerende onderafdichting.                            | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen   |

| E1 | monitoring en controle                                  | Risicoprofiel | Toelichting   | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing   |
|----|---|---------------|---|--|
| 1  | Bemonstering en chemische analyses (percolaatkwaliteit) |               | Door de grote hoeveelheid data geproduceerd, zijn fouten niet te voorkomen. Leiden hooguit tot enkele uitbijters in de data-set   | Eventuele artefacten goed documenteren, zodat uitbijters beter kunnen worden beoordeeld.                 |
| 2  | Controledrains onderafdichting (grondwater)             |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 3  | Peilbuizen voor grondwaterbemonstering                  |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 4  | Percolaatdrainage en leeglooptijd                       |               | Een te lange leeglooptijd na percolaat-infiltratie kan effecten hebben op de mogelijkheid om direct aansluitend lucht te injecteren. Kan leiden tot vertraging in de ordegrrootte van | Eventueel iets langer wachten (enkele maanden) tussen einde percolaat-infiltratie en aanvang beluchting. |
| 5  | Waterzuivering percolaat (influent en effluent)         |               | Goed gemonitord. Beheersing percolaatkwaliteit door zuivering, spui en aanvoer schoner water is gedemonstreerde technologie.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 6  | Waterzuivering overige stromen (influent en effluent)   |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 7  | Hemelwaterdrainage / run-off                            |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 8  | Oppervlaktewater  |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 9  | Overige grondwateronttrekking                           |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |

| E2 | metingen en visuele inspecties  | Risicoprofiel | Toelichting  | Maatregelenpakket t.b.v.risicobeheersing   |
|----|---|---------------|--|--|
| 1  | Klink en zetting  |               | Bewezen monitoringstechnieken  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 2  | Dikte afdeklaag   |               | Bewezen monitoringstechnieken  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 3  | Grondwaterstanden   |               | Geen invloed op de in de pilot gemeten emissies (t.b.v. toetswaarden); geen onderdeel van de te monitoren massabalansen. | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |
| 4  | Visuele inspecties: algemeen, bovenafwerking, stortgasonttrekking en drainagesystemen |               | Risico's beperkt indien goede afspraken zijn gemaakt en worden nageleefd.  | Protocol opstellen voor uitvoering inspecties, eventueel afhankelijk van infiltratiedebiet. Logboek bijhouden van bevindingen. |
| 5  | Gasmetingen en analyse  |               | Monitoring van gasonttrekking en gassamenstelling via bewezen technieken.  | geen aanvullende maatregelen op standaard voorzieningen  |





## Bijlage 2: Notitie percolaathoeveelheid en kwaliteit onder invloed van recirculatie

Onderwerp: Percolaathoeveelheid en kwaliteit onder invloed van recirculatie  
Datum: 18 april 2011  
Aan: Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Van: Vereniging Afvalbedrijven

### Inleiding

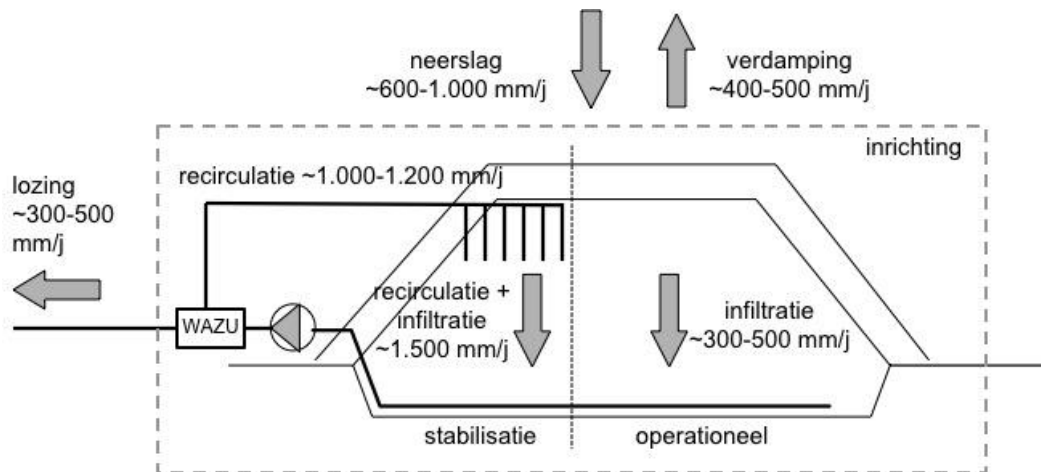
Stabilisatie van een afvalpakket kan middels twee technieken worden versneld: recirculatie van water en beluchting. Wanneer welke techniek wordt toegepast is afhankelijk van de aard en de leeftijd van het afvalpakket. Recirculatie van water wordt toegepast wanneer het afvalpakket nog te reactief is om met beluchten te starten. Naar verwachting zal recirculatie in ruim de helft van de situaties overwogen moeten worden.

Door recirculatie van percolaat komt de zelfde hoeveelheid afval in een zelfde tijdsperiode met meer water in contact. Daardoor kunnen in dezelfde tijdsperiode ook meer stoffen versneld uitspoelen. Dit is het doel van recirculatie: om in het tijdsbestek dat de exploitant nog controle heeft zoveel mogelijk verontreiniging te verwijderen. Op deze wijze wordt een bijdrage geleverd aan het verminderen van het lange termijn emissiepotentieel. Omdat het percolaat wordt gerecirculeerd, nemen de concentraties van stoffen in dat percolaat toe. Op enig moment zal dat water moeten worden gezuiverd of geloosd om remming van afbraak door ophoping van afbraakproducten tegen te gaan. Recirculeren zal daarom op de korte termijn tot hogere kosten voor waterzuivering leiden. De totale vuilvracht aanwezig in het afval neemt niet toe. De kosten op de lange termijn zullen zodoende afnemen.

### Waterbalans

Bij recirculatie wordt geen water ingenomen. De enige hoeveelheid water die in de inrichting binnenkomt is de neerslag (Figuur 1). De gemiddelde jaarlijkse neerslag bedraagt in Nederland ongeveer 800 mm/jaar, maar kan fluctueren tussen 600 mm/jaar in droge jaren en 1.000 mm/jaar in natte jaren. De gemiddelde jaarlijkse infiltratie bedraagt 300-500 mm/jaar. Een deel van de neerslag verdampt. De verdamping is afhankelijk van de weersomstandigheden en van de afdekking van het afvalpakket: gewas verdampt meer dan een operationeel stortvak zonder begroeiing. Het deel dat niet verdampt dringt in het afvalpakket in. In Figuur 1 is voor het gemak de zeer geringe infiltratie door de onderafdichting in de bodem, die binnen de normen van het Stortbesluit is toegestaan, verwaarloosd. Bovendien is aangenomen dat de oppervlakkige afstroming (50-100 mm/jaar) zolang de stortplaats niet is afgedicht binnen de kade wordt verzameld en aan het percolaat wordt toegevoegd. De oppervlakkige afstroming maakt in het onderstaand schema deel uit van de hoeveelheid infiltrerend en te lozen water.

Indien bij een stabilisatie project recirculatie van water wordt toegepast, wordt percolaat opgevangen, gebufferd en teruggevoerd. Resultaten van andere projecten wijzen uit dat een recirculatie plus infiltratie van 1.000 tot 1.500 mm/jaar optimaal is. Dit betekent niet dat er per jaar 1.500 mm in plaats van 300 mm moet worden afgevoerd. Het betekent dat dezelfde 300-500 mm in plaats van 1 keer per jaar, nu 3 tot 5 keer per jaar over het afvalpakket wordt geleid.



Figuur 1: Waterbalans met en zonder recirculatie van percolaat

In het jaar van aanvang van de recirculatie zal enkele maanden de lozingsomvang afnemen. Ten eerste moeten de buffers gevuld worden. Vervolgens blijft een deel van het geïnfiltreerde percolaat in het afvalpakket achter als hangwater en wegens bevochtiging van droge delen (opvullen van de veldcapaciteit). Een ander deel zal via voorkeurskanalen onder invloed van zwaartekracht weer worden verzameld als percolaat, dat vervolgens weer wordt geïnfiltreerd, enz. Er zijn dus een aantal fenomenen die ertoe kunnen leiden dat de totaal te lozen hoeveelheid water afneemt. Als worst-case benadering wordt hiermee echter niet gerekend. Aan het eind van de recirculatie zal de lozingsomvang tijdelijk iets toenemen omdat het water in de buffers afgevoerd moet worden. Het zal in de praktijk niet voorkomen dat recirculatie op de gehele stortplaats wordt uitgevoerd. Het effect op de jaarlijkse lozingsomvang zal beperkt zijn. Aangezien de langjarige totale hoeveelheid water die de inrichting binnenkomt (neerslag) niet wijzigt door het uitvoeren van een stabilisatieproject, zal de langjarige totale hoeveelheid water die de inrichting verlaat ook niet kunnen toenemen.

### Percolaatkwaliteit

Recirculatie van water heeft verschillende effecten op de percolaatkwaliteit. Enerzijds is het de bedoeling met het extra water delen van het afvalpakket te bereiken die door gebrek aan vocht geen of weinig afbraakprocessen kennen. Dit zal leiden tot verhoging van de concentraties aan verschillende afbraakproducten. Een deel van die afbraakproducten wordt bij recirculatie in het afvalpakket afgebroken. Een aantal afbraakproducten (bijv. ammonium, zouten) worden in het afvalpakket niet afgebroken. Indien hetzelfde water ongelimiteerd opnieuw wordt teruggevoerd zou ophoping van die afbraakproducten tot remming van de afbraak zelf kunnen leiden. Om dit te ondervangen kan men voortdurend nieuw percolaat infiltreren en het percolaat van de te stabiliseren stortvakken afvoeren, ofwel men kan het percolaat zuiveren alvorens het te infiltreren. Infiltreren van vers of behandeld water kan ook leiden tot uitspoeling en daarmee tot verdunning en lagere concentraties.

Hoe de percolaatkwaliteit zich onder invloed van recirculatie ontwikkelt is afhankelijk van de aard en de ouderdom van het afval. Per stortplaats zal dit verschillen. In stortvakken waar kort geleden relatief veel reactief biologisch afbreekbaar is gestort, zal het stimuleren van de afbraak meer effect hebben en dus tot hogere concentraties afbraakproducten in het percolaat leiden. In Nederland is echter al meer dan 15 jaar op geen enkele stortplaats sterk geconcentreerd acidogeen percolaat aangetroffen. Alleen veel minder sterk geconcentreerd methanogeen percolaat wordt aangetroffen.



In de Duurzaam Storten pilot “Bioreactor” op stortplaats Landgraaf is recirculatie van percolaat toegepast op een afvalpakket dat relatief veel reactief biologisch afbreekbaar materiaal bevatte. De recirculatie heeft daarbij niet tot onbeheersbaar hoge concentraties afbraakproducten in het percolaat geleid.

Vanzelfsprekend is de ontwikkeling van de percolaatkwaliteit een aspect dat zeer veel aandacht krijgt in het monitoringsprogramma. Het dient als de bewijslast waarmee de reductie van het restemisspotentieel aangetoond moet worden. Daarnaast is het belangrijk om in de toekomst betere voorspelling van de kosten/baten voor zoveel mogelijk uiteenlopende situaties te kunnen maken.

### **Waterzuivering en kosten**

In de eerdergenoemde Duurzaam Storten pilot “Bioreactor” op stortplaats Landgraaf is het percolaat alvorens het terug te voeren gezuiverd in een zogenaamde biorotor. Hiermee zijn goede resultaten behaald tegen acceptabele kosten. Biorotoren kunnen worden gehuurd, zijn modulair leverbaar en kunnen als tijdelijke installaties worden beschouwd. Er zijn ook modulaire zuiveringsinstallaties met membraanscheiding leverbaar. Zodoende kan in voorkomende gevallen snel zuivering van een interne waterstroom worden gerealiseerd.

Afhankelijk van de lokale situatie wordt percolaat op de stortplaats zelf gezuiverd of afgevoerd voor zuivering in een afvalwaterzuiveringsinstallatie van een waterschap. De op dit moment in Nederland in bedrijf zijn de percolaatzuiveringsinstallaties op stortplaatsen die potentieel te verduurzamen zijn in de regel laagbelaste aerobe actief slibinstallaties. Dergelijke installaties zijn bij uitstek geschikt om BZV, CZV, Nkj, ammonium en zware metalen uit het percolaat te verwijderen. Daarnaast worden organisch microverontreinigingen deels afgebroken. Vanwege de fluctuatie in afvalwateraanbod in verschillende jaren zijn dergelijke installaties altijd met een zekere overcapaciteit gebouwd. Daarnaast is door het afnemend aanbod en door het grotendeels verdwijnen van biologisch afbreekbaar materiaal deels overcapaciteit in bestaande percolaatzuiveringsinstallaties ontstaan. In de meeste gevallen is het mogelijk middels een bedrijfsinterne optimalisatie tegen relatief beperkte kosten (alleen de variabele kosten dienen gedekt te worden) extra afvalwater te zuiveren.

### **Vergunningsaspecten**

Voorafgaand aan de uitvoering van de pilots is afstemming nodig is met het Hoogheemraadschap/ waterschap in verband met mogelijk gewijzigde omstandigheden ten aanzien van de kwaliteit van het te lozen afvalwater. Zolang de recirculatie binnen de inrichting plaatsvindt (zonder andere nadelige effecten zoals geluid, stof, stortgas, stank, etc.) is er niet noodzakelijkerwijs een effect dat aanpassing van de vergunning vereist. Immers de totale hoeveelheid te lozen afvalwater na zuivering neemt niet toe. Maximale debieten in lozingsvergunningen behoeven voor recirculatie waarschijnlijk niet te worden aangepast. Lozingsvergunningen houden al rekening met een natuurlijk fluctuatie in neerslag die een veel groter effect heeft op de schommeling in de te lozen hoeveelheid water. Het is denkbaar dat percolaat wordt geïnfilteerd en dat dit water na doorlopen van het afvalpakket wordt afgevoerd naar een afvalwaterzuivering van een waterschap om ophoping van stoffen in het recirculatiewater tegen te gaan. Dit zou kunnen resulteren in een hogere verontreinigingsvracht. Dit vormt een van de punten voor het vroegtijdige vooroverleg met het waterschap. Een ander afstemmingspunt betreft bijvoorbeeld de situatie waarbij niet de vergunde maximale vracht wordt overschreden, maar wel de gemiddelde vracht hoger wordt en de betreffende afvalwaterzuivering als gevolg daarvan overbelast kan raken. In dergelijke gevallen zou voorzuivering van een deelstroom overwogen kunnen worden. Ook dit is uitvoerbaar met snel plaatsbare modulaire installaties. De uitkomst van overleg met een waterschap is allermindst voorspelbaar. Waterschappen zijn vaak niet blij met vorgezuiverd afvalwater. De krenten zijn dan uit de pap gehaald en het is voor de waterschappen vaak lastiger om hun eigen doelstellingen te halen.



Naar verwachting zal recirculatie vaak binnen de bestaande vergunningen kunnen plaatsvinden. Dit dient in samenhang met het opstellen van de deelplannen van aanpak per project met het waterschap te worden afgestemd.

## **Conclusie**

Samenvattend kan worden gesteld:

- De hoeveelheid af te voeren of te zuiveren percolaat blijft ongeveer hetzelfde. Er wordt immers geen water van buitenaf toegevoegd. Er wordt uitsluitend natuurlijk regenwater gebruikt.
- Bij recirculatie van percolaat wordt (een deel van) het percolaat niet afgevoerd, maar gebufferd om vervolgens weer te kunnen infiltreren in het stortlichaam. Een deel van dat geïnfiltreerde percolaat blijft in het afval achter. Een ander deel zal weer worden verzameld als percolaat, dat vervolgens weer wordt geïnfiltreerd, enz. Hetzelfde water wordt meerdere keren over het afval geleid.
- Door recirculatie komt dezelfde hoeveelheid afval in eenzelfde tijdsperiode met meer water in contact. Daardoor nemen de concentraties van stoffen in dat percolaat toe. Op enig moment zal het gezuiverd of geloosd moeten worden om remming van afbraak door ophoping van afbraakproducten tegen te gaan.
- Door het recirculeren van percolaat wordt meer verontreinigingsvracht op de korte termijn uitgespoeld. De totaal beschikbare vracht in het afvalpakket blijft hetzelfde. Met andere woorden: de relatief constante zuiveringslasten bij 300-500 mm/jaar worden bij recirculatie verdeeld in hogere lasten in het begin en lagere lasten aan het eind.
- De verwachting, dat recirculatie binnen de bestaande vergunningen kan plaatsvinden, dient per project met het waterschap te worden afgestemd voorafgaand aan het opstellen van de deelplannen van aanpak.

De effecten van recirculatie op de ontwikkeling van de percolaathoeveelheid zijn minimaal. De effecten op de ontwikkeling van de percolaatkwaliteit zijn sterk afhankelijk van de aard en de ouderdom van het afval. Dit zal van stortplaats tot stortplaats variëren. Er worden op voorhand geen knelpunten voorzien bij de behandeling van recirculatie water. Het kostenaspect van percolaatbehandeling betreft een bedrijfsinterne financiële optimalisatie en kan aan de exploitanten overgelaten worden.

Het belang van de samenleving is gelegen in het reduceren van het emissiepotentieel. In dat verband zijn percolaatkwaliteit en –hoeveelheid van belang voor de rapportage van gegevens aan de overheid. Als de overdracht plaatsvindt en de exploitant heeft niet kunnen aantonen dat het restemissiepotentieel (ondanks alle inspanningen) is gedaald, dan wordt conform de huidige regels een bovenafdeling aangelegd en met het opgebouwde doelvermogen nazorg uitgevoerd.