

# Notitie



**Onderwerp:** Deelplan van Aanpak verduurzamingspilot op stortplaats  
De Kragge 2

**Datum:** 7 april 2015  
**Aan:** IPO en ministerie van IenM  
**Van:** VA



## Inhoud

1	Inleiding .....	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Verduurzamingspilot op De Kragge 2 .....	4
1.3	Doelstellingen pilot op De Kragge 2 .....	5
2	Beschrijving stortplaats De Kragge 2 en ETW's .....	7
2.1	Keuze voor De Kragge 2 als pilot.....	7
2.2	Algemene karakteristiek stortplaats De Kragge 2 .....	9
2.3	Karakteristiek van het te verduurzamen compartiment .....	16
2.4	Status van biologische afbraak en emissies uit het afvalpakket.....	16
2.5	Conclusies .....	21
3	Keuze en uitwerking verduurzamingsmaatregel, benodigde vergunningen .....	22
3.1	Keuze systeem op hoofdlijnen .....	22
3.2	Ontwerp van het infiltratiesysteem .....	24
3.3	Ontwerp van het systeem voor beluchting .....	27
3.4	Beoordeling benodigde vergunningen voor realisatie van de pilot .....	27
4	Hypothesen met betrekking tot omzettingsprocessen.....	31
4.1	Prognose afbraak organisch materiaal .....	31
4.2	Hypothesen omzettingsprocessen .....	32
4.3	Conclusies ten aanzien van hypothesen .....	36
4.4	Verwachtingen ten aanzien van het eindresultaat.....	37
5	Effecten.....	39
6	Bedrijfsvoering algemeen .....	44
6.1	Bijregelen van het systeem .....	44
6.2	Aanpassen van het systeem .....	44
6.3	Herzien van het systeem.....	45
7	Risico's en risicobeheersing .....	47
7.1	Omgevingsrisico's.....	47
7.2	Monitoring en beheersing van milieurisico's en voorstel voor handhaving .....	50
7.3	Projectrisico's.....	52
8	Meetstrategie en monitoringprogramma .....	54
8.1	Meetstrategie (wat willen we meten en waarom) .....	54
8.2	Overzicht proevenprogramma.....	55
8.3	Invulling monitoringprogramma.....	57
9	Uitvoering.....	62
9.1	Uitvoeringsvoorbereiding .....	62
9.2	Planning .....	62
9.3	Projectorganisatie .....	62
10	Rapportage/communicatie .....	63
	Referenties.....	64
	Bijlage 1: Afvalhoeveelheden op De Kragge 2, onder de afdichting en op de compartimenten 3 en 4. ....	66



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Voor de stortplaats De Kragge 2 te Bergen op Zoom wordt een pilot voorbereid in het kader van het project 'Introductie Duurzaam Stortbeheer' (IDS). Binnen dit project worden in een parallelspoor nog twee andere pilots voorbereid, die min of meer gelijktijdig in uitvoering zullen gaan. Het initiatief voor het project IDS is genomen door het Ministerie van I&M en het IPO.

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

Voorliggend Deelplan van aanpak heeft betrekking op de ontwerpgrondslagen en uitvoeringsprincipes van de pilot op een compartiment van de stortplaats De Kragge 2. Het feitelijke ontwerp van de maatregelen zal worden uitgewerkt na ondertekening van de Green Deal en direct voorafgaande aan de uitvoeringsvoorbereiding. Het Deelplan is aanvullend op het Integraal Plan van Aanpak (IPvA). Het plan bouwt voort op de resultaten van het integrale plan en betreft een nadere uitwerking ervan voor de situatie op De Kragge 2. Onderdelen die in het IPvA al voldoende zijn uitgewerkt komen in dit plan niet meer aan de orde. Voor specifieke aspecten wordt volstaan met verwijzingen naar dit plan. Het Deelplan dient dus in samenhang met het IPvA te worden beschouwd. In het IPvA staan doelstelling, technische invulling en monitoring van de verduurzamingspilots in algemene zin beschreven. Dit geldt ook voor de bestuurlijk-juridische achtergronden, werkingsprincipe en mogelijke technisch uitvoering van de verduurzamingsmaatregelen.

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

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



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

- Het eerder genoemde *IPvA*, waarin doelstelling, technische invulling en monitoring van de verduurzamingspilots in algemene zin zijn beschreven (VA, 2014). Dit geldt ook voor de bestuurlijk-juridische achtergronden, werkingsprincipe en mogelijke technisch uitvoering van de verduurzamingsmaatregelen.
- Een document van het kernteam van de Stichting Duurzaam Storten, waarin het *conceptueel model* voor ontwikkeling van het emissiepotentieel van stortplaatsen nader wordt toegelicht (Heimovaara et al, 2012). Op basis van dit conceptuele model, wordt de *strategie voor de procesmonitoring* nader in kaart gebracht. De wijze waarop de nulmeting wordt uitgevoerd, is onderdeel van deze procesmonitoring.
- De *haalbaarheidsstudie* van Haskoning/IFAS naar de mogelijkheden voor verduurzaming van het afvalpakket op De Kragge 2 (van Vossen en Heijer, 2009). Doel van de studie was het in kaart brengen van de organisatorische, technische haalbaarheid van een verduurzamingspilot en de mogelijke effecten, alsmede de kosten voor realisatie, bedrijfsvoering en monitoring.
- In de *Handreiking Gebruik Emissietoetswaarden* is eenduidig vastgelegd op welke wijze in de praktijk met de resultaten van het verduurzamen van stortplaatsen moet worden omgegaan bij het toetsen aan de ETW's (Ministerie van I&M, 2014). De Handreiking is primair bedoeld om in de eindfase van het verduurzamen te beoordelen of aan de doelstelling van duurzaam stortbeheer wordt voldaan. Dit is met name van belang voor het bevoegde gezag. Daarnaast kan de Handreiking door de initiatiefnemer/ exploitant ook worden gebruikt bij de oordeelsvorming over de tussenresultaten en de voortgang van het verduurzamen in de uitvoeringsfase.
- Twee studies naar '*Stortgasemissies Duurzaam Stortbeheer*'. Ecofys (Luning en Onk, 2011) heeft een inschatting gemaakt van de extra methaanemissies als gevolg van duurzaam stortbeheer en aanbevelingen gedaan voor uitvoering van de pilots. Royal Haskoning-DHV (Onk et al., 2014) heeft vooral gekeken naar de methaanemissies als gevolg van uitstel op de potentiële duurzaam stortbeheer locaties (PDS-locaties) en mogelijkheden om deze extra methaanemissies te reduceren. Deze RH-DHV-studie is relevant voor stortvakplaatsen elders die in potentie geschikt zijn voor duurzaam stortbeheer, maar niet zozeer voor de pilot zelf.

## 1.2 Verduurzamingspilot op De Kragge 2

De pilot wordt uitgevoerd op het compartiment 3, zoals aangegeven in de figuren 1 en 2, van stortplaats De Kragge 2 te Bergen op Zoom. In een eerder stadium van voorbereiding werd uitgegaan van een proefneming op zowel compartiment 3 als compartiment 4. Voor een pilot, met alle bijkomende kosten voor monitoring, leidde dit echter tot een te grote investering. Uiteindelijk is gekozen voor een pilot op compartiment 3, omdat de bovenzijde van dit compartiment gelijkmatiger is en minder is verstoord door tijdelijke opslag van materialen. Compartiment 4 zal pas worden verduurzaamd als de conclusies van de proefneming op compartiment 3 bekend zijn. Technisch-wetenschappelijk gezien is halvering van de oorspronkelijke pilot verantwoord, want ook na halvering blijft het een proefneming op zeer grote schaal (ruim 5 ha). Eventuele randeffecten (tijdens het infiltreren van percolaat is dit vooral het weglekken van geïnfiltreerd percolaat naar de compartimenten 2 en 4) zijn door de schaal van de pilot beperkt tot naar schatting 10 à 25%<sup>1</sup>. Weglekken van percolaat is een soort van rendementsverlies van de infiltratie.

---

<sup>1</sup> Deze schatting is vooralsnog wat meer gevoelsmatig en gebaseerd op de volgende redenering: stel dat de zijwaartse mobiliteit van water 20-50 meter is (dus als je water op de rand van compartiment 3 en 4 infiltreert, dan zal deze maximaal 20-50 meter verderop in compartiment 4 terechtkomen. Het oppervlak, dat geïnfiltreerd water 'ziet' (compartiment 3, alsmede een deel van compartiment 2 en 4), is dan 20-50% groter dan compartiment 3 zelf. Een drainagebuis in het midden van het compartiment 3 krijgt van alle kanten geïnfiltreerd percolaat aangevoerd, terwijl een drainagebuis in compartiment 4 maar van één kant water krijgt. Dus een drainagebuis op compartiment 4 krijgt de helft van wat een drainagebuis op compartiment 3 krijgt. Resultaat is een schatting van 10-25% verlies van het geïnfiltreerde water aan de naastliggend compartimenten.



Voor de proefneming en de conclusies is dit van ondergeschikt belang, zolang maar bekend is hoeveel percolaat wegleekt. Het weglekkende percolaat zal daarom intensief worden gemonitord.

Na percolaatinfiltratie zal het afval worden belucht (zie hoofdstuk 3) en ook hierbij ontstaan randeffecten. Bij beluchting wordt de luchtinjectie en onttrekking zo geregeld, dat het afvalpakket onder onderdruk staat. Mogelijk wordt daardoor ook gas van naastgelegen compartimenten aangezogen. Bij de pilot op de stortplaats Wieringermeer speelt hetzelfde probleem, alleen is de proefneming daar 3 keer zo klein als op De Kragge II. Voor Wieringermeer wordt ervoor gekozen om de rand van het naastliggende compartiment mee te beluchten om randeffecten te minimaliseren. Het resultaat van deze aanpak zal worden afgewacht om te zijner tijd een keuze te maken, hoe randeffecten bij beluchting van de Kragge II te beheersen.

Op compartiment 3 is in de periode 1993-1998 vooral huishoudelijk afval, bedrijfsafval en bouw- en sloopafval gestort. Omdat nog aanzienlijke hoeveelheden biodegradeerbaar organisch materiaal in het afvalpakket aanwezig zijn, wordt primair ingezet op een anaerobe behandeling van het afvalpakket. Dit betekent, dat als verduurzamingsmaatregel wordt uitgegaan van infiltratie van het afvalpakket met water. De mogelijkheid wordt daarbij opgehouden om na de infiltratieperiode over te gaan op een periode van aerobe behandeling, bestaande uit het beluchten van het afval. Dit om de afbraak van organisch materiaal verdergaand te laten verlopen. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de overwegingen die hebben geleid tot de keuze voor infiltratie.

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

### 1.3 Doelstellingen pilot op De Kragge 2

Zoals in paragraaf 1.1 is aangegeven, wordt de pilot op De Kragge 2 uitgevoerd als onderdeel van het project IDS. In het projectplan IDS staat de doelstelling van Duurzaam stortbeheer als volgt verwoord:

*Het doel van duurzaam stortbeheer is om het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen substantieel terug te brengen, zodanig dat de eeuwigdurende nazorg en nazorgkosten substantieel kunnen worden verminderd of geminimaliseerd. Dit onder voorwaarde dat de immisies van stoffen naar de omgeving (belasting van bodem, (grond)water en lucht) zowel voor de korte als lange termijn acceptabel zijn binnen de doelen van het preventieve beleid. Voor de toetsing hierop worden zogenoemde emissiegrenswaarden opgesteld.*

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

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

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

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



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

Voor wat betreft de mogelijk optredende emissies naar bodem en (grond)water is door het consortium RIVM/ECN onderzoek gedaan naar een vanuit het bodembeschermingsbeleid acceptabele bodembelasting voor de situatie ter plaatse van De Kragge 2 (Brand et al., 2014). Dit onderzoek heeft geleid tot een voorstel voor locatiespecifieke gehalten aan verontreinigende stoffen die in het percolaat ten hoogste nog aanwezig mogen zijn ná de periode van verduurzamen zonder isolerende voorzieningen van de stortplaats, en daarmee ook zonder nazorgverplichtingen. De betreffende gehalten aan verontreinigende stoffen waaraan moet worden voldaan, worden aangeduid met de term emissietoetswaarden (ETW's). De betreffende ETW 's staan voor alle individuele stoffen vermeld in tabel 10 van hoofdstuk 2.

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

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



## 2 Beschrijving stortplaats De Kragge 2 en ETW's

### 2.1 Keuze voor De Kragge 2 als pilot

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

Voor het beoordelen van stortplaatsen op mogelijke geschiktheid voor verduurzamen zijn in een voorfase selectiecriteria opgesteld, waaraan stortplaatsen moeten voldoen. Vervolgens zijn in een latere fase nadere voorwaarden gesteld waaraan geselecteerde stortplaatsen moeten voldoen om als pilotlocatie in aanmerking te komen. De beschrijving van stortplaats De Kragge 2 gebeurt in eerste instantie aan de hand van deze criteria en voorwaarden. Hierbij wordt duidelijk in hoeverre aan de gestelde eisen wordt voldaan. In het vervolg daarop vindt een meer uitgebreide beschrijving van de stortplaats plaats. De criteria en voorwaarden betreffen:

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

Ad a)

Door het kernteam van de Stichting Duurzaam Storten (SDS) zijn in een voorfase criteria opgesteld, waaraan stortplaatsen moeten voldoen om in aanmerking te komen voor een haalbaarheidsstudie (Heimovaara et al., 2008). Deze criteria staan in de eerste kolom van tabel 1 vermeld met in de tweede kolom een beschrijving van de aanwezige situatie voor De Kragge 2.

**Tabel 1: Toetsing De Kragge 2 aan selectievoorwaarden Stichting Duurzaam Storten voor pilots**

Selectievoorwaarden	Beoordeling De Kragge 2
Een gesloten stortlocatie;	Op De Kragge 2 wordt sinds 2008 geen afval meer gestort
Inzicht in hoeveelheden en samenstelling afval in de tijd;	De hoeveelheid gestort afval en de herkomst van het afval is gemeten en geregistreerd voor alle compartimenten
Aanwezigheid van een onderafdichting;	Het afvalpakket is in zijn geheel voorzien van een onderafdichting
Nog geen bovenafdichting ter plaatse;	De compartimenten 1 en 2 zijn voorzien van een bovenafdichting. De verduurzamingsproef zal worden uitgevoerd op compartiment 3 en daar is geen bovenafdichting aanwezig.
Maximale dikte van het afvalpakket niet groter dan ongeveer 15 meter;	De dikte van het afvalpakket bedraagt op plaatsen maximaal zo'n 20 meter. De top van de stortplaats bevindt zich onder het met een bovenafdichting afgewerkte deel.
Aanwezigheid van een duidelijke compartimentering (inclusief de mogelijkheid om de water- en gashuishouding apart te	De percolaat-afvang op het te verduurzamen compartiment is afzonderlijk te meten. Voor de gasvorming is er sprake van



Selectievoorwaarden	Beoordeling De Kragge 2
meten en te regelen);	beperkte overlap met de niet te verduurzamen compartimenten. De verwachting is echter dat ondanks deze overlap, een goed beeld kan worden verkregen van de effecten van infiltratie.
Aanwezigheid van een PWZI op locatie;	Een PWZI is aanwezig op de locatie. De PWZI is echter niet operationeel. Momenteel wordt het percolaat naar elders gebracht voor behandeling. Voor het verduurzamingsproject zullen delen van de PWZI operationeel worden gemaakt voor behandeling van het percolaat, voordat het wordt afgevoerd en/of gerecirculeerd.
Aanwezigheid van tijdreeksen met betrekking tot de ontwikkeling van percolaatkwaliteit en de hoeveelheid geproduceerd stortgas en de kwaliteit ervan en eventueel aanvullende nulmetingen van parameters, waarvan uit de reguliere metingen nog onvoldoende data beschikbaar zijn.	Gegevens zijn beschikbaar voor de compartimenten 3 en 4 afzonderlijk. Zie hoofdstuk 2.4. Compartiment 1 en 2 zijn afgedicht en daar is de resterende percolaatvorming laag.
Beschikbaarheid van infrastructuur om te meten (bemonstering afzonderlijke drainagestrengen, gasbronnen, peilbuizen, etc.);	Aanwezig voor bronnen.
Bereidheid van de exploitant van de stortplaats om te investeren in het pilotproject;	Deze bereidheid is aanwezig
Goedkeuring en instemming van bevoegd gezag met pilotproject.	Er is goed overleg met bevoegd gezag (provincie Noord-Brabant) over deze stortplaats als pilot. Het is in beginsel mogelijk om extra water aan het afvalpakket te suppleren. Dit zal tijdens de uitvoering leiden tot extra hoeveelheden te lozen percolaat. Overleg hierover met het waterschap is in gang gezet (vergunningverlening en handhaving).

Ad b)

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

**Tabel 2: Randvoorwaarden vanuit bepalingen Chw-amvb**

Randvoorwaarden Chw-amvb	Beoordeling De Kragge 2
De stortplaats of stortvak(ken) zijn geen mono-deponieën voor C2-, C3- of anderszins sterk uitlogbare afvalstoffen	Op de Kragge 2 is een mengsel van afvalstoffen gestort. De Kragge 2 is derhalve geen mono-deponie. Sterk uitlogbare afvalstoffen zijn niet gestort.
De stortplaats of stortvak(ken) beschikken over een onderafdichting waarvan de functionele levensduur kan worden gegarandeerd voor minimaal de uitvoeringsperiode van de pilot.	De AKS heeft een advies gegeven over de functionele levensduur van onderafdichtingsconstructies. Het ministerie van I&M heeft een technische richtlijn opgesteld. Hierbij zijn randvoorwaarden geformuleerd voor het uitstellen van de aanleg van een bovenafdichting van 30 jaar naar uiterlijk 50 jaar na aanleg van de onderafdichting. De toetsing aan de gestelde randvoorwaarden door het bevoegde gezag is voor De Kragge 2 uitgevoerd. De onderafdichting voldoet aan de gestelde criteria, zodat een eventuele bovenafdichting pas na





Randvoorwaarden Chw-amvb	Beoordeling De Kragge 2
	50 jaar hoeft te worden aangebracht <sup>2</sup> .
De stortplaats of stortvak(ken) beschikken over een goed functionerend percolaatdrainagesysteem om vrijkomend percolaat op adequate wijze te kunnen afvoeren voor minimaal de verduurzamingsperiode.	Bij de toetsing aan de randvoorwaarden voor de levensduur van de onderafdichting (percolaat afvoergegevens) is gebleken dat het aanwezige percolaatdrainagesysteem goed functioneert.
De stortplaats of stortvak(ken) zijn geschikt voor verduurzaming. Het afvalpakket lijkt geschikt voor verduurzaming als het percolaat aan de volgende eisen voldoet. Anders is een aanvullende afweging noodzakelijk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 &lt; pH &lt; 9</li> <li>- Som zware metalen &lt; 10 mg/l</li> <li>- Som organische micro's voldoen aan vigerende vergunning</li> <li>- Som zouten &lt; 7.000 mg/l, geleidbaarheid &lt; 50.000 <math>\mu\text{S/cm}</math></li> </ul>	Het afvalpakket op De Kragge 2 wordt als geschikt beoordeeld voor verduurzaming. Deze conclusie wordt gebaseerd op de percolaatsamenstelling van geheel De Kragge: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH is constant en ongeveer 7,5-7,8</li> <li>- Som zware metalen is &lt; 2 mg/l</li> <li>- Som organische micro's is &lt; 1 mg/l</li> <li>- Belangrijkste zout, Cl<sup>-</sup> is 1.200-1.800 mg l<sup>-1</sup>, Geleidbaarheid is ongeveer 5.000-20.000 <math>\mu\text{S/cm}</math></li> </ul>
De methaan emissie van de stortplaats of stortvak(ken) is zodanig laag dat deze als acceptabel wordt beoordeeld, of met aanvullende maatregelen kosteneffectief tot acceptabel niveau kan worden teruggebracht.	Het verduurzamen leidt volgens inschatting van Ecofys weliswaar tot een verhoogde methaanemissie, maar aanvullende emissie reducerende maatregelen zijn naar verwachting niet noodzakelijk (zie ook hoofdstuk 5).
Verduurzaming van de stortplaats of stortvak(ken) is financieel haalbaar.	De kosten van de verduurzamingspilot zijn in de haalbaarheidsstudie globaal verkend. Deze kosten worden door de exploitant als acceptabel beschouwd. De verduurzamingspilot wordt daarmee financieel haalbaar geacht.

## 2.2 Algemene karakteristiek stortplaats De Kragge 2

### **Opbouw van het afvalpakket, afvalsamenstelling en ouderdom**

De stortplaats De Kragge 2 te Bergen op Zoom is in exploitatie vanaf 1990. Formeel is de stortplaats nog operationeel. Stortactiviteiten zijn echter sinds het begin van 2009 opgeschort. Momenteel vindt nog wel overslag en tijdelijke opslag van afvalstoffen plaats. In totaal is op De Kragge 2 ongeveer 2,5 miljoen ton afval verwerkt op 16 hectare. De maximale pakkethoogte is 20 meter. Op de stortplaats is een mengsel gestort van voornamelijk huishoudelijk afval, bedrijfsafval en bouw- en sloopafval. De stortplaats is onderverdeeld in 4 compartimenten, genummerd van 1 tot en met 4<sup>3</sup> (zie fig. 1). De hoeveelheid en samenstelling van het afval per compartiment staat weergegeven in bijlage 1.

Op het terrein van de stortplaats waren in het verleden twee zandwinputten aanwezig, te weten "Put Bruil Oost" en "Put Bruil West". Deze putten zijn na de zandwinning opgevuld met bouw- en sloopafval en huisvuil. Beide putten zijn gesaneerd. Uit onderzoeken destijds is gebleken dat het grondwater ter plaatse van "Put Bruil West" sterk

<sup>2</sup> De toetsing is op het moment van schrijven van dit Deelplan nog niet volledig afgerond.

<sup>3</sup> In eerdere documenten was sprake van compartimenten 3, 4 en 5. Dit Deelplan van aanpak heeft betrekking op hetzelfde afval. De benaming van de compartimentering sluit aan bij de compartimentering van het drainagesysteem. Compartiment 3 omvat nu het oude compartiment 3 en de helft van het oude compartiment 4. Compartiment 4 omvat de andere helft van het oude compartiment 4 en compartiment 5.



verontreinigd was met oplosmiddelen (aromaten) en zware metalen. Voor de sanering van de “Put van Bruil-West” is in 1992 een drainage aangelegd. De gehalten stikstof, aromaten en CZV in het onttrokken drainagewater zijn sindsdien sterk afgenomen. De drainage van de “Put Bruil-West” wordt sinds 2001 niet meer functioneel onderhouden.

### **Onderafdichting en percolaatdrainage**

Alle compartimenten zijn voorzien van een onderafdichting. Het betreft een enkelvoudige afdichting van 2 mm HDPE), met daarboven een drainagesysteem voor opvang van percolaat. De stortvakken zelf zijn gescheiden aan de onderzijde van elkaar gescheiden door middel van tussenkades van 2 meter hoog, met daaroverheen gelegd de folieafdichting. De percolaatdrainage van ieder compartiment is daardoor volledig gescheiden en ieder compartiment watern af op een eigen percolaatput (PP1 t/m PP4, vernoemd naar het daarmee corresponderende compartiment). Vanuit deze put kan percolaat kan worden weggepompt en afgevoerd. Het percolaat loopt nu onder vrij verval uit de 4 stortvakken naar de influentput. In deze put zit een niveausensor die het in en uitschakelpunt van de influent pomp regelen. De schakelpunten zijn vrij instelbaar. De influentpomp vult de percolaatbuffer (ca. 150 m<sup>3</sup>). Vanuit deze buffer wordt het percolaat afgevoerd. Elk stortvak is voorzien van een elektronisch bediende afsluiter die een vrijgave krijgt bij een instelbaar niveau van de influentput.

### **Ringsloot**

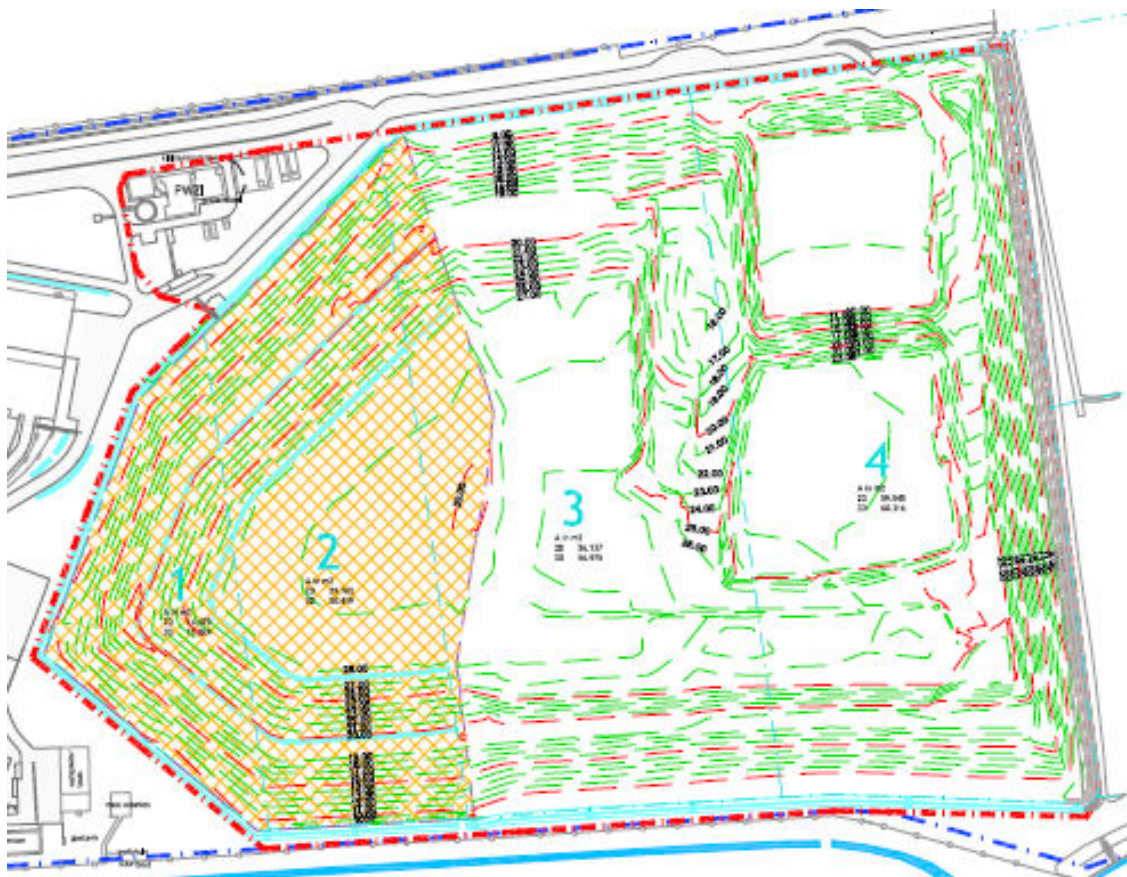
Rond de stort is een ringsloot aangelegd voor opvang en afvoer van oppervlakkig afstromend water van de bovenafdichting en het zijdelings uittredend percolaat tijdens de exploitatie van de stort. De gehele ringsloot is vloeistofdicht door middel van een 2 mm dik HDPE-folie. In de sloot is een scheiding aangebracht waardoor verdacht water separaat van onverdacht water kan worden afgevoerd. Voor lozing op het oppervlaktewater wordt het hemelwater in de ringsloot periodiek bemonsterd in één monsterpunt. De eisen, die worden gesteld aan lozing op het oppervlaktewater staan vermeld onderstaande tabel. Het run-off water van compartiment 3 en 4 wordt als verdacht water opgevangen in de ringsloot en wordt geloosd op de riolering.

**Tabel 3: Eisen voor lozing vanuit de ringsloot op het oppervlaktewater**

	gemiddeld	Enkel monster
pH		6,5<pH<9
CZV	80 mg/l	120 mg/l
BZV	5 mg/l	10 mg/l
Stikstof totaal	10 mg/l	15 mg/l
Fosfor totaal	0,5 mg/l	1 mg/l
Som zware metalen (Zn, Cr, Cu, Pb, Ni)		250 µg/l
Minerale olie	3 mg/l	6 mg/l
Chloride		200 mg/l
Onopgeloste bestanddelen	10 mg/l	20 mg/l
Som BTEX		10 µg/l
EOX		3 µg/l
VOX		1 µg/l

### **Bovenafwerking**

Het afvalpakket is deels voorzien van een bovenafdichting. Op compartimenten 1 en 2, en een klein deel van compartiment 3 is een combinatieafdichting aanwezig. Het te verduurzamen deel is tijdelijk afgewerkt met zandhoudende grond.



**Figuur 1: Afwerking bovenzijde stortplaats De Kragge 2. Gearceerd is het deel waarop een combinatieafdichting aanwezig is (compartiment 1 en 2 en klein deel van 3).**

### ***Stortgaswinning***

Er vindt stortgaswinning plaats door middel van verticale bronnen. Het systeem is zodanig dat steeds 3 tot 5 gasbronnen worden geclusterd in een achttal gasverzamelputten (CP1 tot en met CP8), waar onder andere de hoeveelheid en samenstelling van het gewonnen stortgas kan worden gemeten. De verdeling van de gasverzamelputten correspondeert echter niet volledig met de compartimenten. Voor compartiment 3 zijn CP1, CP2, CP4, CP5 en CP7 van belang. CP2 en CP4 verzamelen echter ook stortgas van compartiment 2; CP 1 verzamelt gas van compartiment 4. CP5 verzamelt gas van vijf bronnen, waarvan twee zich op de grens van compartiment 3 en 4 bevinden. CP7 verzamelt gas van 6 bronnen, waarvan er één zich op compartiment 3 bevindt.



**Figuur 2: Stortgaswinning op De Kragge 2, compartiment 3.**

In totaal wordt op compartiment 3 gas onttrokken door middel van 17 bronnen. De brondichtheid is ruim 3 bronnen per hectare en de afstand tussen de bronnen bedraagt maximaal 70 meter. De bronnen worden wekelijks ingeregeld op een methaangehalte van 45 volume procent. Deze waarde geldt als ondergrens voor de in de gasmotoren verwerkbare kwaliteit. Het systeem voldoet daarmee aan de criteria stand der techniek, zoals vastgelegd in de Handreiking Methaanreductie Stortplaatsen (SenterNovem, 2005).



**Tabel 4: Vergelijking gaswinning met de stand der techniek conform SenterNovem, 2005.**

	Handreiking methaanreductie stortplaatsen	De Kragge 2
brondichtheid	70 m (2 per ha)	Gemiddeld 3 per ha. Maximale afstand is 70 m, op zwakke plekken zijn in der loop van de tijd extra bronnen bijgeplaatst.
Inregelen bronnen	Periodiek bijregelen. Eens per twee weken wanneer systeem erg veranderlijk is. Anders maandelijks.	Wekelijks bijregelen
Methaangehalte onttrokken gas	Sturen op de onderkant van de verwerkbare Kwaliteit, waarbij rekening moet worden gehouden met optredende fluctuaties in gaskwaliteit.	Sturen op 45 volume procent, hetgeen de onderkant is van de verwerkbare gaskwaliteit.

Ter toelichting geldt dat een grote brondichtheid, een hoge frequentie van inregelen van de afzonderlijke bronnen en een laag gehalte aan methaan in het onttrokken gas kenmerken zijn van een efficiënt systeem voor stortgasonttrekking. Een laag gehalte aan methaan bijvoorbeeld betekent dat de zuigdruk op de gasbronnen hoog is, waarbij wordt geaccepteerd dat relatief veel lucht wordt meegezogen. De invloedssfeer van de individuele bronnen is hiermee ook hoog.

#### **Geohydrologische situatie**

Een algemene karakteristiek van de geo(hydro)logische situatie staat samengevat in Tabel 5.

**Tabel 5: Regionale bodemopbouw locatie Bergen op Zoom<sup>4</sup>**

Diepte (m-mv)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Beschrijving
NAP +8	Maaiveld		
NAP +8 tot NAP -10	1 <sup>e</sup> Watervoerend pakket		Holoceen dekzand, hier en daar onderbroken door een slecht doorlatend holoceen klei/veen dek
NAP -10 tot -65	2 <sup>e</sup> Watervoerend pakket	Formatie van Tegelen	Zandige afzettingen afgewisseld met slecht doorlatende middelfijne- tot fijne zandlagen
NAP: -65 tot -75	Scheidende laag		Slecht doorlatende kleilaag vormt een hydrologische scheiding tussen het eerste en tweede watervoerend pakket
NAP -75 tot -185	3 <sup>e</sup> Watervoerend pakket	Formaties van Oosterhout en Breda	Fijn tot matig fijn, soms ook grof, zand. Karakteristiek voor de formatie van Oosterhout is de Plio-Pleistocene schelpenlaag
>NAP -185	Geohydrologische basis		Wordt overwegend gevormd door de Boomse klei

<sup>4</sup> N.B. De aanduiding van de watervoerende lagen wijkt af van de aanduiding in het nazorgplan voor de locatie. Hier is het eerste watervoerend pakket aangeduid als deklaag, het tweede watervoerend pakket als eerste watervoerend pakket, etc.





De stromingsrichting van het freatisch grondwater varieert plaatselijk zeer sterk met een grillig verloop van de isohypsen. De globale horizontale stromingsrichting in zowel het ondiepe grondwater als het middeldiepe grondwater is echter noordwestelijk. De stromingssnelheid van het freatisch grondwater wordt geschat op 0,05 à 0,2 m/jaar. In het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket wordt de stromingssnelheid geschat op 24 m/jaar.

Tussen de watervoerende sublaag en het eerste watervoerend pakket is een geringe leemlaag aanwezig, waardoor het stijghoogteverschil tussen beide watervoerende lagen relatief beperkt is. Tussen het eerste en tweede watervoerend pakket is over de Kalkoklei een stijghoogteverschil van circa 1 m gemeten.

Vanaf 1993 wordt de stijghoogte in de aanwezige peilbuizen tweemaal per maand gemeten. In het algemeen is er sprake van inzijing/infiltratie van freatisch water naar onderliggende pakketten. Uit periodieke metingen blijkt dat er sprake is van een trend met zwak dalende stijghoogten in de peilfilters op de locatie.

### Omgeving

Aan de noordzijde wordt de stortplaats begrensd door een spoorweg van de NS, aan de zuidzijde door de beek "De Zoom". Direct ten westen van de stortplaats ligt de voormalige stortplaats Kragge I. Ten oosten van het afvalpakket ligt eigen terrein van Attero (niet ingerichte compartimenten 5 en 6), met daaraan grenzend de Boerenweg. Het beekje "De Ligne" grenst gedeeltelijk aan de noordzijde van de inrichting en buigt af in noordwestelijke richting. De bestemming van de omliggende terreinen is hoofdzakelijk akkerbouwgebied. Ten noorden van de spoorweg ligt de camping De Bergse Hoeve van 3 ha. Aan de oostzijde van de Boerenweg bevindt zich de puinbreker/recycling van AVR-vGG. Aan de zuidoostzijde zijn een schietvereniging en hondenclub gevestigd. Verder naar het zuiden ligt aan de A58 een tankstation en parkeerplaats Wouwse Tol. Aan de andere zijde van de A58 bevindt zich bovendien een wegrestaurant/motel.



Figuur 3: Situatieschets De Kragge 2.



### **Aanwezigheid kwetsbare objecten**

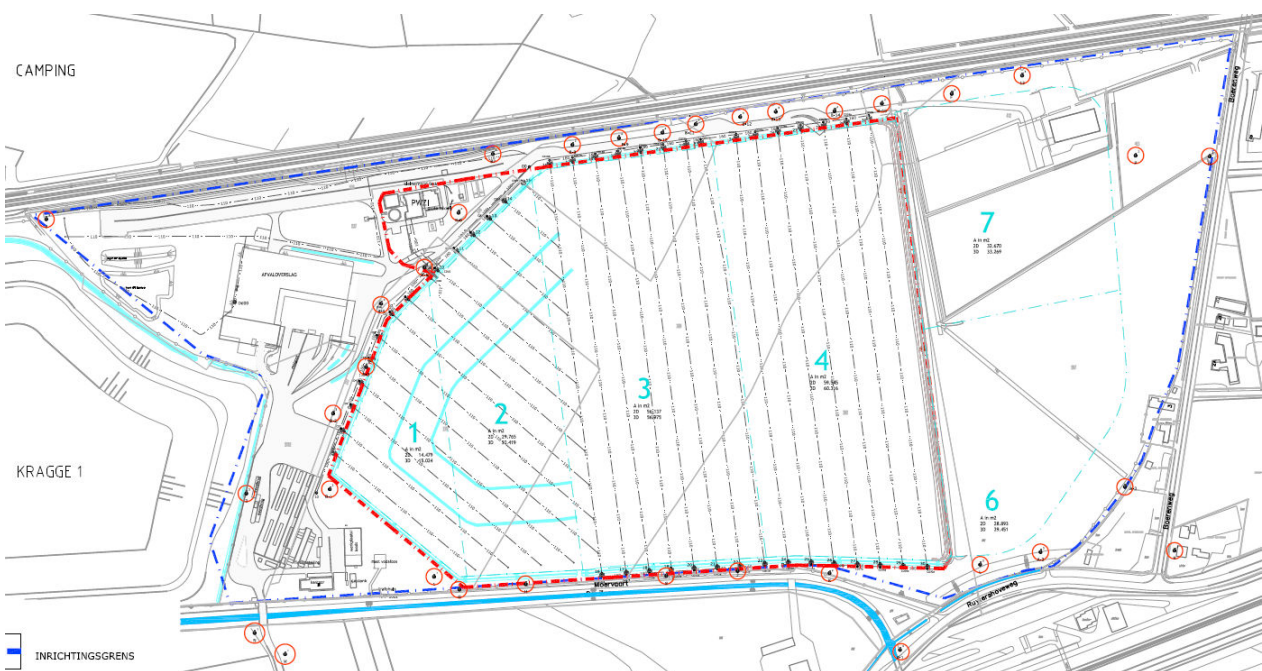
Kwetsbare objecten dienen onverminderd beschermd te worden. Het gaat hierbij om de aangewezen te beschermen gebieden uit de stroomgebiedsbeheerplannen (implementatie Kaderrichtlijn Water) en om de te beschermen grondwaterfuncties zoals drinkwater en industriële onttrekkingen (implementatie Grondwaterrichtlijn).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

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

De locatie ligt niet in een waterwingebied. In de directe omgeving van de stortplaats bevinden zich enkele woningen. De dichtstbijzijnde bewoning is op 350 meter ten opzichte van de zuidwestpunt van het te verduurzamen compartiment. Verder zijn er, zover bekend, geen kwetsbare objecten als bovengenoemd in de nabijheid gelegen.

### **Metingen en monitoring grondwater**

De eventuele verspreiding van verontreinigingen uit het afvalpakket naar de omgeving wordt gemonitord door middel van controledrains onder de onderafdichting in combinatie met diverse peilbuizen rondom het afvalpakket (zie Figuur 4). De controle op grondwaterkwaliteit vindt plaats door monsternamen en analyse van iedere afzonderlijke controledrain en peilbuis, waardoor een lekkage vanuit een compartiment direct kan worden waargenomen en ook kan worden toegekend aan dat compartiment. Het grondwater wordt sinds 1990 twee keer per jaar bemonsterd. De geanalyseerde parameters zijn : pH, EC,  $N_{Kj}$ , CZV, EOX, VOX, BTEX, minerale olie,  $Cl^-$ , sulfaat, Cyanide, en de zware metalen: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.



**Figuur 4: Situatie van aanwezige controledrainage onder het afvalpakket (grijze lijnen) en peilbuizen rondom de stortplaats**



### 2.3 Karakteristiek van het te verduurzamen compartiment

De basisgegevens van het niet afgedichte deel van compartiment 3, waarop de pilot zich richt, is vastgesteld tijdens de nulmeting (Attero, 2014) en staat samengevat in onderstaande tabel 6:

**Tabel 6: Basisgegevens te verduurzamen compartiment 3**

Omschrijving	Situatie De Kragge 2
Totaal oppervlak:	ca. 5,6 hectare
Hoeveelheid afval:	999,880 ton
Hoogte van het afvalpakket:	Gemiddeld 17 m (verhouding van de tijdens de nulmeting gemeten volume en 2D oppervlak), Maximale hoogte ten opzichte van de voet van de stortplaats bedraagt 20 m
Tijdelijke afdekking:	Zandachtig materiaal (ca. 15 cm)
Systeem voor gasonttrekking:	17 gasbronnen
Leidingensysteem	DN110, DN200
Onderafdichting	2 mm HDPE-folie
Ligging (horizontaal)	

### 2.4 Status van biologische afbraak en emissies uit het afvalpakket

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

**Tabel 7: Gegevens De Kragge 2**

Afbraak- en emissiegegevens	Hoeveelheden
Percolaat	20.000-30.000 m <sup>3</sup> per jaar, waarvan ongeveer de helft afkomstig van compartiment 3
Gaswinning	200 m <sup>3</sup> per uur
Gaskwaliteit	~45 vol% CH <sub>4</sub>
Zettingen	0,7-1,2 cm per jaar
Conclusie	Methanogeen

#### **Hoeveelheden en samenstelling afvalmateriaal**

De afvalhoeveelheden en de herkomst van het afval op e Kragge II zijn goed bekend. Alleen blijkt in het verleden de verdeling van de afvalhoeveelheden over de diverse compartimenten foutief te zijn geregistreerd. Op basis van de inmeting van het afvalpakket en het moment waarop de onderafdichting voor de verschillende compartimenten is aangelegd, is tijdens de nulmeting de toewijzing van afval aan compartiment 3 opnieuw beoordeeld (zie Attero, 2014). In compartiment 3 blijkt meer afval gestort, dan eerder (bijvoorbeeld tijdens de haalbaarheidsstudie, Van Vossen en Heyer, 2009) is aangenomen. Tabel 8 geeft een overzicht van afval in compartiment 3. Huishoudelijk afval is de belangrijkste categorie afval, met daarnaast vooral bedrijfsafval en bouw- en sloopafval. Op het compartiment 3 is in totaal bijna 1 miljoen ton afval verwerkt. De herkomst conform registratie voor geheel De Kragge 2 staat weergegeven in bijlage 1.



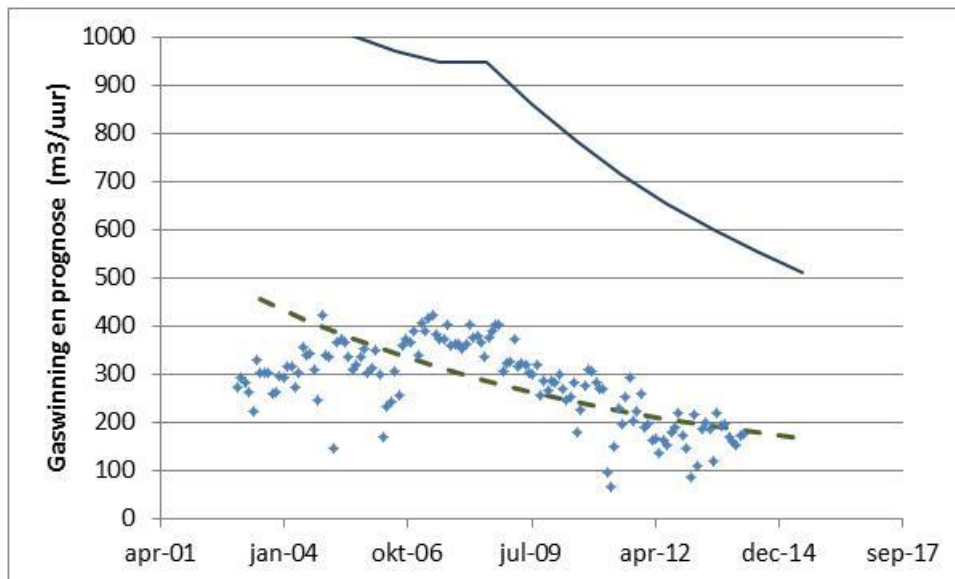


**Tabel 8: Herkomst afval De Kragge 2, compartiment 3**

Soort afval	Hoeveelheid (ton)
Huishoudelijk afval	291.427
Grof huishoudelijk afval	126.598
Bedrijfsafval	212.480
Bouw en sloopafval	213.601
Slib en composteringsafval	146.737
Shredderafval	63
Grond en grondreinigingsresiduen	8.974
Totaal	999.880

**Prognose gasvorming en gerealiseerde gaswinning**

Op basis van de afvalhoeveelheden in bijlage 1 is een prognose gemaakt van de gevormde hoeveelheid stortgas op zowel de gehele stortplaats De Kragge II als alleen op compartiment 3. Deze berekening is gebaseerd op het meest recente Afvalzorgmodel (versie maart 2014). In Figuur 5 is het resultaat weergegeven. Sinds eind jaren '90 wordt stortgas gewonnen op de Kragge. De gewonnen hoeveelheid stortgas wordt geregistreerd voor de gehele stortplaats. De gewonnen hoeveelheden staan weergegeven in Figuur 5. Er zijn geen gegevens beschikbaar van winning op de afzonderlijke compartimenten.



**Figuur 5: Prognose gasvorming (blauw getrokken lijn) en gerealiseerde maandgemiddelde gaswinning voor geheel De Kragge 2. De prognose voor de gasvorming van compartiment 3 staat groen gestreept weergegeven.**

**Hoeveelheid percolaat in relatie tot infiltrerend neerslagoverschot**

Tijdens de nulmeting wordt vanaf november 2012 de hoeveelheid percolaat welke wordt afgevoerd voor de compartimenten 3 en 4 afzonderlijk gemeten (Attero, 2014). Omdat percolaat, gevormd op de Kragge 2 door middel van tankauto's wordt afgevoerd naar de stortplaats Zevenbergen, wordt de totale hoeveelheid percolaat van De Kragge 2 al sinds 2001 gewogen en geregistreerd. Dit geeft meteen een goede mogelijkheid om de tijdens de



nulmeting gemeten hoeveelheid percolaat te verifiëren. In onderstaande tabel staan de totalen per jaar weergegeven.

**Tabel 9: Jaarlijks afgevoerde hoeveelheden percolaat (m<sup>3</sup>) op De Kragge 2**

	Compartiment 3 (m <sup>3</sup> )	Compartiment 4 (m <sup>3</sup> )	Totaal per as afgevoerd (ton)
2001	-	-	29.186
2002	-	-	43.050
2003	-	-	21.848
2004	-	-	22.546
2005	-	-	18.650
2006	-	-	19.716
2007	-	-	21.147
2008	-	-	28.395
2009	-	-	23.166
2010	-	-	22.139
2011	-	-	36.311
2012	-	-	31.492
2013	14.435	20.199	34.594

De neerslag op De Kragge 2 wordt sinds 2000 gemeten. In 2011 viel bijvoorbeeld 779 mm neerslag. Bij een niet afgedicht oppervlak van de Kragge 2 van 11,5 ha is dit 90,000 m<sup>3</sup>. In 2011 werd iets meer dan een derde deel van de neerslag (315 mm per jaar) teruggevonden in de vorm van percolaat. Dit komt goed overeen met de algemene vuistregel van een neerslagoverschot van 300 mm per jaar.

***Samenstelling van het percolaat in relatie tot de emissietoetswaarden.***

Een tijdserie van de percolaatkwaliteit afkomstig van De Kragge 2 is beschikbaar voor de periode vanaf 2007. Gemiddeld is in deze periode 2 keer per jaar percolaat bemonsterd en geanalyseerd, voor zowel de noordelijke als de zuidelijke pompput. Tijdens de nulmeting is vanaf juni 2012 de monsternamen en chemische analyse van het percolaat geïntensiveerd. Tabel 10 geeft voor zuurstofbindende stoffen, zouten en metalen de gemiddelde concentraties voor 2013 (Attero, 2014). Voor de organische micro's geeft tabel 10 de gemiddelde concentraties tijdens de gehele monitoringperiode. De berekening van de gemiddelde concentraties is gebeurd conform de Handreiking gebruik ETW (Ministerie I&M, 2014). De gemiddelde concentraties aan N<sub>ki</sub> en Cl<sup>-</sup> is berekend op basis van maandgemiddelde concentraties en maandgemiddelde percolaatafvoer. Voor organische micro's en zware metalen met concentraties onder de detectielimiet/rapportagegrens zijn de regels uit de Handreiking toegepast.

In de laatste kolom staan de berekende emissietoetswaarden vermeld, waaraan het percolaat na het verduurzamen moet voldoen.



**Tabel 10: Percolaat samenstelling De Kragge 2 tijdens de nulmeting**

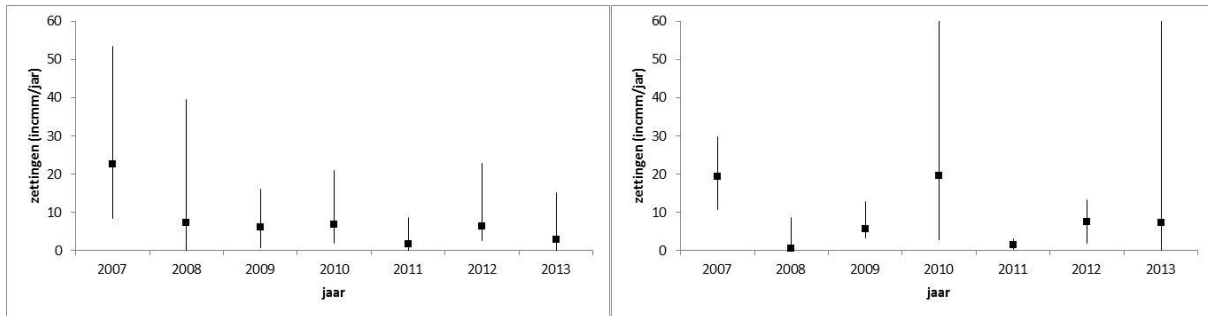
	PP-3	PP-4	ETW
<b>zuurstofbindende stoffen</b>			
DOC (mg/l)	1270	840	
N <sub>kj</sub> (mg/l)	2100	1490	50
<b>zouten</b>			
Chloride (AA) (mg/l)	1490	1370	160
Sulfaat (als SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	5	74	200
<b>metalen</b>			
Arseen [As] (µg/l)	104	95	100
Cadmium [Cd] (µg/l)	0,10	0,10	3,6
Chroom [Cr] (µg/l)	623,3	813,3	140
Koper [Cu] (µg/l)	5,3	25,8	64
Kwik [Hg] (µg/l)	0,05	0,05	4,1
Lood [Pb] (µg/l)	0,8	11,8	130
Nikkel [Ni] (µg/l)	203	136	47
Zink [Zn] (µg/l)	52	106	120
Cyanide VRIJ (µg/l)			6,8
<b>Minerale olie (µg/l)</b>	380	880	270
<b>VOX</b>			
vinylchloride (µg/l)			0,014 *)
dichloormethaan (µg/l)	0,05	0,05	0,014 *)
1,1-dichloorethaan (µg/l)	0,14	0,10	1,4
1,2-dichloorethaan (µg/l)	0,16	0,15	4,1
1,1-dichlooretheen (µg/l)	0,19	0,17	0,014 *)
1,2-dichlooretheen (cis,trans) (µg/l)	0,20	0,18	0,014 *)
1,2-dichloorpropaan (µg/l)			1,1
1,3-dichloorpropaan (µg/l)			1,1
trichloormethaan (chloroform) (µg/l)	0,01	0,01	1,4
1,1,1-trichloorethaan (µg/l)	0,01	0,01	0,014 *)
1,1,2-trichloorethaan (µg/l)	0,01	0,01	0,014 *)
trichlooretheen (tri) (µg/l)	0,01	0,01	14
tetrachloormethaan (tetra) (µg/l)	0,01	0,01	0,014 *)
tetrachlooretheen (per) (µg/l)	0,01	0,01	0,014 *)
			*) berekende waarden liggen onder de rapportagegrens van de laboratoria en worden als



	PP-3	PP-4	ETW
			toetswaarden naar boven bijgesteld.
<b>PAK</b>			
naftaleen (µg/l)	10	3,1	0,014 **)
fenantreen (µg/l)	6,5	5,9	0,016
antraceen (µg/l)	0,8	0,7	0,0038 **)
fluorantheen (µg/l)	3,9	4,7	0,033
chryseen (µg/l)	0,5	0,7	0,033
benzo(a)antraceen (µg/l)	0,7	0,9	0,0011 **)
benzo(a)pyreen (µg/l)	0,3	0,4	0,0054 **)
benzo(k)fluorantheen (µg/l)	0,1	0,2	0,0044 **)
indeno(1,2,3cd)pyreen (µg/l)	0,1	0,2	0,0044 **)
benzo(ghi)peryleen (µg/l)	0,2	0,3	0,0033 **)
som PAK (10-VROM) (µg/l)	23	17	1,1
			**)) berekende waarden liggen onder de rapportagegrens van de laboratoria en worden als toetswaarden naar boven bijgesteld.
<b>BTEX</b>			
benzeen (µg/l)	2,4	1,9	0,27
xyleen (µg/l)	22	12	0,27
tolueen (µg/l)	12	3,3	1,4
ethylbenzeen (µg/l)	15	7,3	1,4
fenolen (µg/l)	1813	840	0,27

### Zettingen

De zettingen op De Kragge 2 worden gemeten op 21 posities op compartiment 3 en 13 posities op compartiment 4. De ontwikkeling van de zettingen in de periode 2007-2013 is weergegeven in Figuur 6. De zettingen op compartiment 3 lijken sinds aanvang van de metingen afgenomen en zijn sinds 2010 beperkt tot gemiddeld 5 cm per jaar. Compartiment 4 is gemiddeld 6-8 jaar jonger en daardoor zijn de zettingen daar gemiddeld nog wat hoger en onregelmatiger in de tijd. De uitschieter in de zettingen in 2013 voor compartiment 4 lijkt te zijn veroorzaakt door een herprofilering van de bovenzijde van het afvalpakket in de noordoosthoek van De Kragge 2 (mogelijk verband houdend met de verwijdering van de afvalbuffer). De zettingen worden veroorzaakt door een klink in het afvalpakket en door zettingen van de ondergrond. Beide effecten zijn bij de zettingsmetingen niet gescheiden gemeten. De conclusie is dat op compartiment 3 de zettingen beperkt zijn. Deze conclusie is robuust en onafhankelijk van een eventuele bijdrage van de zetting van de ondergrond.



**Figuur 6: Ontwikkeling van de zettingen (gemiddelde, minimum en maximum) op de compartimenten 3 (links) en 4 (rechts).**

## 2.5 Conclusies

Op basis van de beschrijving van de stortplaats De Kragge 2 en bijbehorende onderbouwende notities, zoals met betrekking tot de toetsing aan de criteria voor de levensduur van de onderafdichting, kan de overall conclusie worden getrokken dat het te verduurzamen compartiment voldoet aan alle gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten voor het verduurzamen.



## 3 Keuze en uitwerking verduurzamingsmaatregel, benodigde vergunningen

### 3.1 Keuze systeem op hoofdlijnen

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

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

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

- Ad a): de effectiviteit van de maatregel zal voornamelijk worden bepaald door de aard en samenstelling van het afvalpakket. In situaties waarbij weinig organisch materiaal in het afval aanwezig is, zal de effectiviteit van infiltratie (relatief) gering zijn. De verwachting is dat in veel gevallen een infiltratiestap moet worden gevolgd door een beluchtingsstap om het afvalpakket zodanig biologisch te stabiliseren, dat de doelstellingen kunnen worden gerealiseerd. Deze verwachting kan op dit moment echter niet met ervaringen worden onderbouwd;
- Ad b): infiltratie lijkt op basis van kosten vooral aantrekkelijk in situaties waarbij het afval niet vergaand is omgezet. De kosten voor infiltratie zijn dan relatief laag en kunnen deels weer worden 'terugverdiend' doordat extra biogas kan worden gewonnen en benut. Voor de infiltratie ligt het voor de hand om, naast het vrij infiltrerend neerslagoverschot, gebruik te maken van het vrijkomende percolaat. Na verloop van tijd zal echter een deel van dit percolaat moeten worden afgevoerd, c.q. geloosd. Ten behoeve hiervan zal naar verwachting een (voor)zuivering noodzakelijk zijn. Ook kan een behandeling van het percolaat noodzakelijk zijn voordat het wordt geïnfiltreerd of om oplading met verontreinigende stoffen te voorkomen of om stoffen toe te voegen die een positief effect hebben op de omzettingprocessen in het afvalpakket. Het al dan niet noodzakelijk zijn van de behandlungsstap van het percolaat heeft een directe invloed op de kosten. Indien nog veel organisch materiaal in het afval aanwezig is, moet voor aerobe stabilisatie veel lucht worden ingebracht. Dit vraagt dan veel energie en is daardoor relatief duur. Indien het afvalpakket al verdergaand is gestabiliseerd, zijn de kosten voor beluchting in het voordeel ten opzichte van infiltratie.
- Ad c): het voordeel van een start met infiltratie is dat op basis van periodieke evaluaties de effectiviteit van de maatregel kan worden beoordeeld en voor het vervolg kan worden besloten de infiltratie (in aangepaste vorm) te continueren dan wel over te schakelen op beluchting. Indien wordt gestart met het beluchten kan dit, afhankelijk van het gekozen beluchtingssysteem, anders liggen. Dit wil zeggen dat indien voor alleen beluchting wordt gekozen en deze maatregelen worden uitgevoerd, het, afhankelijk van het systeem, problematisch kan zijn om bij onvoldoende effectiviteit nog over te gaan op infiltratie.

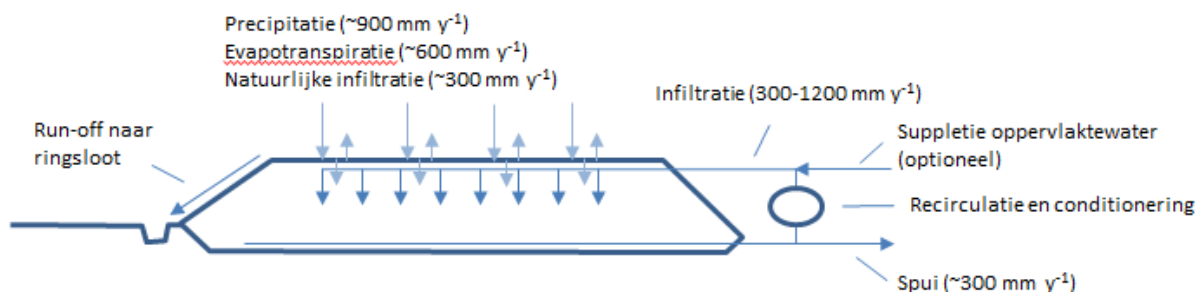


## De keuze voor De Kragge 2

Voor De Kragge 2 wordt als hoofdmaatregel gekozen voor een eerste periode van infiltratie met percolaat in aanvulling op het van nature infiltrerende neerslagoverschot. Voor de stortplaats is het gehalte aan organisch materiaal voldoende hoog en bestaan er voldoende mogelijkheden om stortgas te winnen en nuttig toe te passen. Bij een keuze voor beluchting al direct bij aanvang wordt verdere stortgaswinning onmogelijk gemaakt. Voor aerobe afbraak van het aanwezige organisch materiaal is ook relatief veel lucht noodzakelijk. Beide aspecten leiden ertoe dat in ieder geval initieel infiltratie als de meest kosteneffectieve wijze van verduurzamen wordt aangemerkt. Deze conclusie wordt vooral gebaseerd op bestaande informatie en inzichten van de aanwezige stortgasvorming en de mogelijkheden om dit gas te winnen. Daarnaast is het nog aanwezige stortgaspotentieel een belangrijke indicator. Modellen voor afbraak van organisch materiaal wijzen uit dat dit hoog is. Dit wordt ook bevestigd door de waargenomen stortgasvorming in de praktijk.

Na een periode van 5 jaar zal een evaluatie van de infiltratiemaatregel worden uitgevoerd en zal een besluit worden genomen over de vervolgperiode van 5 jaar. Vooral nog wordt ervan uitgegaan dat de eerste periode zal worden gevolgd door een tweede periode waarbij wordt gekozen voor beluchting met aanvullend percolaat-infiltratie (in aangepaste vorm). Op basis van de opgestelde hypothesen over de processen in het afvalpakket (zie hoofdstuk 4 voor de uitleg ervan) dient beluchten in de tweede periode hoofdmaatregel te zijn, vanwege de effectiviteit van de maatregel in die fase, vooral voor reductie van de concentraties aan organische microcomponenten. Daarnaast is het noodzakelijk is om op voorhand uit te gaan van aanvullende maatregelen om de doelstelling te kunnen halen. Tijdens de beluchting zal het afvalpakket dan ook aanvullend worden geïnfiltreerd met percolaat, waarbij gebruik zal worden gemaakt van de mogelijkheid om de condities van het te infiltreren percolaat maximaal te laten aansluiten op hetgeen gewenst is om tot een zo optimaal mogelijk resultaat te komen (opwarmen, lozen percolaat met hoge concentraties en/of bijmengen met schoon water of andere stoffen).

In Figuur 7 is het principe van het systeem voor infiltratie geschetst, met daarin een indicatie van de waterstromen. Bij infiltratie wordt het vrijkomend percolaat zo veel mogelijk weer geïnfiltreerd in het afvalpakket. Voor de percolaat-infiltratie wordt uitgegaan van een hoeveel van 300 tot 1200 mm per jaar. Dit in aanvulling op het natuurlijk neerslagoverschot van 300 mm per jaar. Initieel zal het geïnfiltreerde water accumuleren in het afvalpakket. Maar na verloop van tijd zal de accumulatie minder worden en dient percolaat te worden geloosd ('spui' in figuur). Uiteindelijk zal de hoeveelheid te lozen percolaat gelijk worden aan de natuurlijke infiltratie van regenwater.



**Figuur 7: waterstromen bij infiltratie met recirculatie**

De reductie van het emissiepotentieel van het afvalpakket wordt gerealiseerd door een combinatie van drie processen, die gerelateerd zijn aan het infiltreren, recirculeren en lozen van water volgens bovenstaande figuur:

- het 'vernatten' van het afvalpakket door infiltratie zal de biologische omzetting van organisch materiaal in het afval stimuleren, hetgeen leidt tot een afname van het uitloogpotentieel van het afval (zie IPvA);



- het recirculeren van percolaat geeft de mogelijkheid om het percolaat te conditioneren, alvorens het terug te voeren in het afvalpakket. Conditionering kan inhouden dat specifieke componenten uit het percolaat worden verwijderd. Dit lijkt vooral interessant voor probleemstoffen, waarvoor bewezen technologie bestaat voor het verwijderen van deze stoffen uit percolaat. Hierbij wordt met name gedacht aan  $N_{kj}$ . Door nitrificatie van het percolaat kan een aanzienlijk deel van het potentieel aan  $N_{kj}$  worden omgezet tot gasvorming en verder onschadelijk  $N_2$ .
- Het recirculeren van percolaat geeft ook de mogelijkheid door afvoer van een deel van het percolaat specifieke verontreinigingen af te voeren. Met het eventueel bijmengen met schoon water zal de verontreinigingsgraad van het te infiltreren water worden verlaagd. Hierbij moet vooral worden gedacht aan componenten die niet biologisch worden afgebroken, en ook niet worden vastgelegd in het afvalpakket, zoals  $Cl^-$  en  $SO_4^{2-}$ .

De keuze voor percolaatinfiltratie, gevolgd door beluchting geeft flexibiliteit in de uitvoering. Bij aanvang van het experiment zal nog geen systeem voor beluchting worden aangelegd. Indien percolaatinfiltratie meer effect heeft dan volgt uit de hypothesen, dan kan ook worden besloten om geen beluchting toe te passen en de percolaatinfiltratie te continueren. Wanneer wordt besloten tot beluchting na 5 jaar, kan gebruik worden gemaakt van ervaringen bij de andere pilots bij een definitieve keuze over ontwerp en bedrijfsvoering.

Binnen het systeem van percolaatinfiltratie zelf, bestaat ook een zekere mate van flexibiliteit om bij te sturen:

- Uitgangspunt is om de hoeveelheid te infiltreren percolaat te maximaliseren en ook hierbij een zo goed mogelijke verdeling van dit percolaat over de verschillende injectiebronnen te realiseren. Hierbij bestaat nog wel de mogelijkheid om meer of minder pulsgewijs te doseren. Bijvoorbeeld iedere 6 uur  $100\text{ m}^3$  of 1 keer per dag  $400\text{ m}^3$ . Infiltratie met een kleiner aantal grote pulsen zal resulteren in een wat betere verdeling van percolaat over het gehele systeem. Door meerdere kleinere pulsen zal waarschijnlijk een iets grotere infiltratiecapaciteit kunnen worden gerealiseerd;
- Infiltratie brengt ook de mogelijkheid om specifieke verontreinigingen versneld uit te spoelen, door extra (oppervlakte)water aan het systeem toe te voegen. Gevolg hiervan is echter wel een tijdelijk verhoogde percolaatvorming. Momenteel is niet duidelijk of suppletie met oppervlaktewater een haalbare maatregel is. Relevant hierbij of een tijdelijk verhoogde hoeveelheid percolaat acceptabel is binnen de verleende vergunningen. Daarnaast kunnen ook de kosten van de maatregel de maatregel minder wenselijk maken.

### 3.2 Ontwerp van het infiltratiesysteem

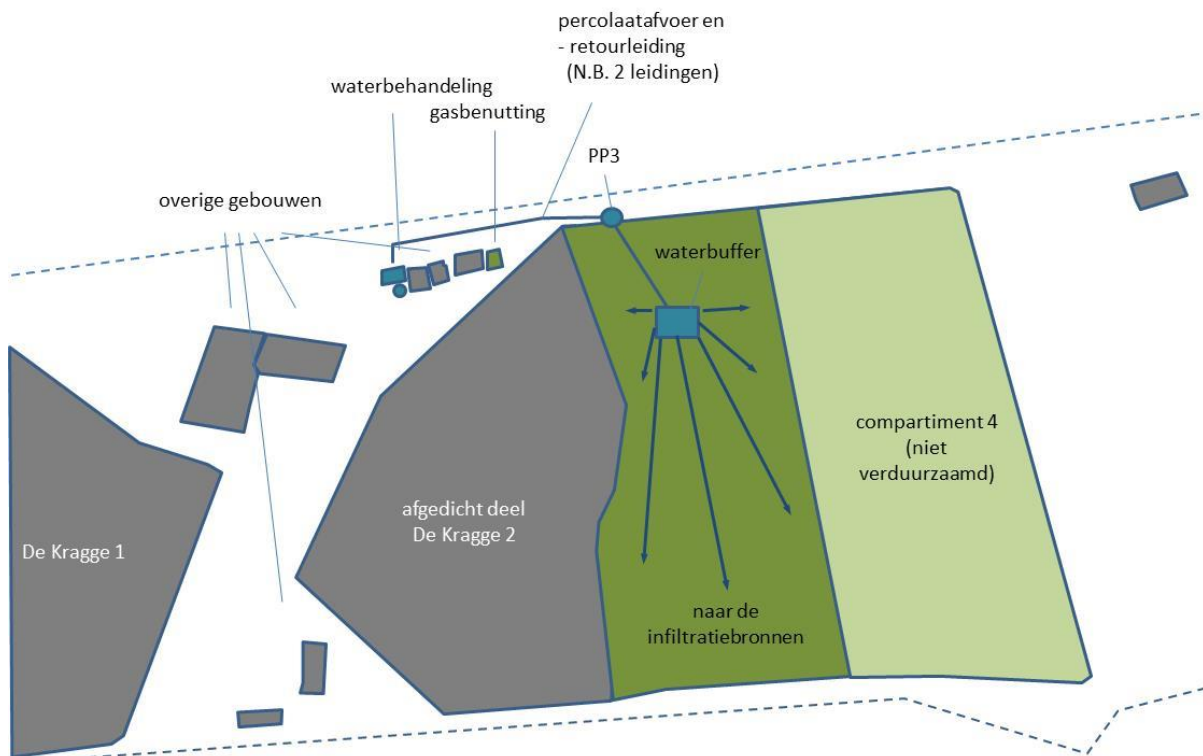
Onderstaande figuur geeft een schets van het systeem voor percolaatinfiltratie en de plaats van de meest belangrijke apparatuur op de locatie De Kragge 2. Het systeem bestaat uit de volgende delen:

- Percolaat wordt onder vrij verval getransporteerd vanuit de percolaatputten PP3 naar de huidige (niet in gebruik zijnde) waterzuivering.
- In de waterzuivering wordt het percolaat opgevangen en geconditioneerd. De bestaande waterzuivering is conform de vergunde situatie en bestaat uit (i) een influentbuffer; (ii) twee nitrificatiebassins; (iii) twee denitrificatiebassins; (iv) een bezinktank voor slibverwijdering en (v) een persleiding voor het effluent. Voor conditionering van het percolaat wordt alleen de influentbuffer en de twee denitrificatiebassins gebruikt. Hiervoor worden de huidige puntbeluchters weer in gebruik genomen, of de bellenbeluchting van de stortplaats Zevenbergen wordt overgebracht naar De Kragge en daar geïnstalleerd. Indien voor deze laatste optie wordt gekozen, zal de voor beluchting noodzakelijke compressor in een geluidgeïsoleerde container worden geplaatst. Voor infiltratie zal genitrificeerd percolaat worden teruggevoerd in het afvalpakket. De spuiroom uit het systeem zal nog worden nabehandeld in één van de denitrificatiebassins.



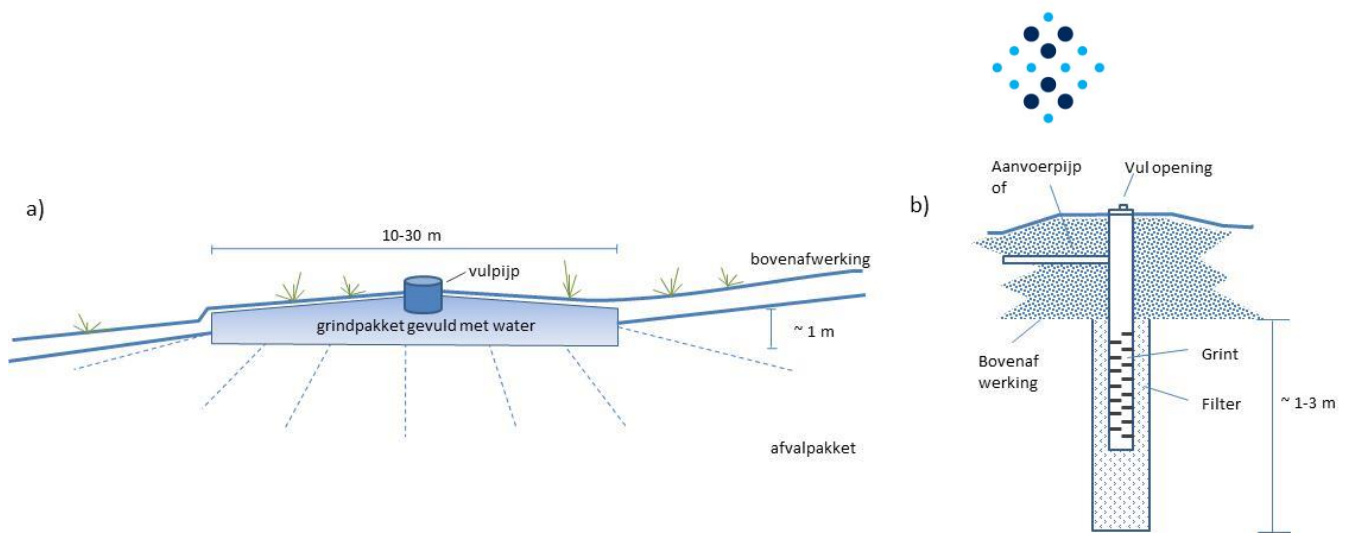


- Vanuit de waterzuivering zal het percolaat worden teruggepompt naar de pomput. Het infiltratiedebiet bedraagt maximaal 1500 mm per jaar, dus maximaal gemiddeld ongeveer 10 m<sup>3</sup> per uur. Hiervoor zal een waterpomp nodig zijn met een capaciteit van 10 à 20 m<sup>3</sup> per uur. De pomputten hebben twee compartimenten, waardoor vrijkomend en infiltrerend percolaat gescheiden kunnen worden bewaard.
- Vanuit de percolaatput wordt het te infiltreren percolaat opgepompt naar een waterbuffer bovenop het afvalpakket. Hiervoor zullen eenvoudige dompelpompen worden ingezet, waarvoor de voorzieningen (aansluiting/sturing) nog aanwezig zijn. Vanuit de percolaatbuffer wordt het water onder vrij verval en via een kleppensysteem verdeeld over de infiltratiebronnen.



**Figuur 8: Overzicht van het systeem voor percolaatinfiltratie op De Kragge 2, compartiment 3**

Voor de pilot op de Kragge 2 is nog geen beslissing genomen over welke techniek voor percolaatinfiltratie zal worden toegepast. Momenteel worden vier soorten infiltratiesystemen overwogen: twee daarvan (infiltratievelden en verticale infiltratiebronnen) zijn geïdentificeerd in de haalbaarheidsstudie en ook beschreven in het IPvA. Daarnaast wordt nog de toepassing van horizontale drains en clusters van verticale bronnen overwogen. Horizontale infiltratiedrains bleken erg effectief in een eerdere pilot van Attero op Landgraaf. Clusters van verticale bronnen vormen een nieuwe ontwikkeling. Hierbij wordt percolaat op verschillende dieptes geïnfiltreerd.



**Figuur 9: Infiltratie van percolaat in het afvalpakket door middel van een infiltratieveld (links) en door middel van korte verticale bronnen (rechts)**

Belangrijkste punten waar, voor wat betreft de percolaatinfiltratie, nog een besluit moet worden genomen zijn:

- De capaciteit van het systeem en het interne volume. Ervaring bij de pilot in Landgraaf wijst uit, dat dit zal moeten worden afgestemd op de dagelijks te infiltreren hoeveelheid percolaat;
- De randvoorzieningen en conditionering van het percolaat. De randvoorzieningen zijn een eventuele waterbuffer voor opvang en tijdelijke opslag van het percolaat (bijvoorbeeld in geval van een calamiteit) en de benodigde pompen om percolaat van de buffer naar het infiltratiesysteem te transporteren. Conditionering van het percolaat betreft de nitrificatie de eventueel denitrificatie van het percolaat, met als doel  $N_{kj}$  te verwijderen.
- Nut en noodzaak van maatregelen om extra methaanemissies te verminderen.

#### *Winning en benutting van het extra gevormde stortgas als gevolg van infiltratie*

Momenteel wordt stortgas op De Kragge 1 en 2 onttrokken en benut in een gasmotor. De capaciteit van de onttrekkingsinstallatie is maximaal  $1000 \text{ m}^3$  per uur. De huidige onttrekking van De Kragge 1 en De Kragge 2 samen bedraagt ongeveer  $250 \text{ m}^3$  per uur (waarvan  $160 \text{ m}^3$  per uur afkomstig is van het te verduurzamen compartiment). Voor benutting van het gewonnen stortgas zijn twee gasmotoren beschikbaar met een vermogen van elk 500 kWhe. Momenteel wordt slechts één gasmotor benut op 60% deellast. Voor stortgasonttrekking is dus voldoende capaciteit om 4 keer de huidige hoeveelheid stortgas te winnen. Voor benutting is voldoende capaciteit om 3 keer de huidige hoeveelheid stortgas om te zetten naar elektriciteit. De extra hoeveelheid winbaar gas zal waarschijnlijk aanzienlijk minder zijn. Verwacht wordt een extra vorming van stortgas van ongeveer 30 %.

Voor het infiltratieproject zal de warmte van de gasmotor worden benut om het percolaat op te warmen, alvorens het te infiltreren.

Voor De Kragge 2 zal het ontwerp van de infiltratie verder worden gedetailleerd, nadat van alle betrokken partijen instemming is verkregen (o.a. Green Deal) en uitvoering vanuit de regelgeving (Ministeriele regeling) wordt ondersteund. De nog te nemen stappen in het kader van de uitvoeringsvoorbereiding zijn:

- Opstellen programma van eisen. Het programma bevat een omschrijving van het te verduurzamen afvalpakket en de doelstelling voor verduurzaming. Daarnaast zal het eisen bevatten m.b.t. beheersing van risico's (veiligheid, geur- en methaanemissies) en zal het vragen om afdoende instructie/training van personeel van Attero in het bedrijven van de installatie;
- Op basis van het programma van eisen wordt een beslissing genomen over de organisatie van het vervolg. Attero heeft zelf al de nodige ervaring op het gebied van percolaatinfiltratie, door grootschalige projecten op Wijster en Landgraaf. Ervaringen hier worden meegenomen bij ontwerp en realisatie. Waarschijnlijk zal Attero



zelf de regie houden over realisatie van de percolaatinfiltratie en zullen leveranciers worden benaderd voor specifieke onderdelen van het systeem. Deze leveranciers zullen de deelsystemen ontwerpen en dimensioneren en presenteren in een gedetailleerd projectvoorstel;

- Keuze definitieve aanbieders en systeem op basis van de voorstellen. Bestaande ervaringen met ontwerp, realisatie en werking van beluchtingsprojecten zal een belangrijk criterium zijn in de keuze voor de deelsystemen en de leveranciers.

### **3.3 Ontwerp van het systeem voor beluchting**

Voor de wijze van beluchten op De Kragge 2 is nog geen definitieve beslissing genomen. Voor de pilots op Wieringermeer en Braambergen worden momenteel twee technieken overwogen, te weten: lage-druk beluchting en over-onttrekking. Toepassing van één van deze technieken ligt ook op De Kragge 2 voor de hand. Voorlopig wordt gekozen voor een systeem voor over-onttrekking. De reden hiervoor is, dat dit systeem het meest eenvoudig te implementeren lijkt. Hiervoor wordt de huidige compressor voor stortgaswinning vervangen door een compressor met een capaciteit van ongeveer 2.500 m<sup>3</sup> per uur (voorlopige dimensionering uit Van Vossen en Heijer, 2009). Indien noodzakelijk zal de compressor in een geluidsgeïsoleerde ruimte worden geplaatst. Een definitief besluit over de toe te passen beluchtingstechniek zal worden genomen bij de tussenevaluatie van voortgang van de verduurzaming na 5 jaar percolaatinfiltratie. Bij deze beslissing zullen ook de ervaringen en tussenresultaten op Wieringermeer en Braambergen worden meegenomen.

Het afgas uit de over-onttrekking zal worden nabehandeld. Indien technisch mogelijk en kosteneffectief (voldoende hoog methaangehalte) zal dit gebeuren door thermische nabehandeling. Anders zal worden gekozen voor biologische nabehandeling. De keuze voor het systeem voor beluchting, de dimensionering en de keuze voor afgasbehandeling zal worden aangepast op basis van de ervaringen bij de pilots te Wieringermeer en Braambergen).

### **3.4 Beoordeling benodigde vergunningen voor realisatie van de pilot**

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

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

- Vergunningen waarvan op grond van de Deelplannen wordt verwacht dat ze benodigd zijn (zoals verandering inrichting);



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

In een vooroverleg zullen de benodigde vergunningen en de aan te leveren gegevens met het bevoegd gezag (voor alle stortplaatsen is dat in ieder geval GS van de provincie waarin de stortplaats is gelegen) worden afgestemd. Uiteindelijk zal het definitieve ontwerp onderdeel zijn van de benodigde vergunningaanvra(a)g(en).

**Tabel 11: Overzicht van vergunningen, die aandacht behoeven bij realisatie pilots**

Mogelijk van toepassing zijnde activiteiten conform vergunningencheck Omgevingsloket-online <sup>5</sup>	Toelichting	Type vergunning waar activiteit betrekking op heeft	Pilot De Kragge 2
Inrichting veranderen (milieu)	Betreft wijziging van activiteiten t.o.v. de vergunde situatie	Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het veranderen of veranderen van de werking of het in werking van een inrichting" (voorheen: milieuvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub e. Wabo)	<p>Activiteiten: Het aanbrengen en in werking hebben van een systeem voor beluchting en/of infiltratie in het stortlichaam past niet binnen de vigerende omgevingsvergunning (beschikking revisievergunning GS Noord-Brabant van 12 december 2008 met kenmerk 1474106).</p> <p>Indirecte lozingen: Volgens het Deelplan van Aanpak leidt de beluchting tot een afname van de hoeveelheid verontreinigende stoffen. CZV, NH4+ en microverontreinigingen in percolaat nemen waarschijnlijk af. De hoeveelheid percolaat wijzigt niet substantieel. Toets waterbalans uitvoeren.</p> <p>➔ Omgevingsvergunning nodig voor activiteit milieu</p> <p>Opmerking: Indien er als gevolg van de verandering geen grotere of</p>

<sup>5</sup> [www.omgevingsloket.nl](http://www.omgevingsloket.nl)



Mogelijk van toepassing zijnde activiteiten conform vergunningencheck Omgevingsloket-online <sup>5</sup>	Toelichting	Type vergunning waar activiteit betrekking op heeft	Pilot De Kragge 2
			<p>nadelige effecten voor het milieu zijn, kan wellicht worden volstaan met een milieuneutrale verandering (kortere procedure). Geluidemissie compressor dient te worden doorgerekend. Toets waterbalans om eventuele lozingsverschillen vergunning-technisch te regelen.</p>
Bouwen bouwwerk	<p>Bouwwerk is elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct hetzij indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren</p>	<p>Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het bouwen van een bouwwerk" (voorheen: bouwvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub a. Wabo)</p>	<p>Er is sprake van een compressor en afgasbehandeling in één of meerdere containers. Voor elk extra bouwwerk dient een bouwvergunning te worden aangevraagd.</p> <p>➔ Omgevingsvergunning nodig voor activiteit bouwen</p>
Plaatsen erfafscheiding	<p>Hekwerk &gt; 1 m</p>	<p>Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het bouwen van een bouwwerk" (voorheen: bouwvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub a. Wabo)</p>	<p>Nog niet bekend, afhankelijk van definitieve ontwerp.</p> <p>Zo ja, meenemen in aanvraag voor bouwen bouwwerk</p>
Werk of werkzaamheden uitvoeren	<p>Betreft werken of werkzaamheden waarvoor op grond van het bestemmingsplan, beheersverordening, inpassingsplan, voorbereidingsbesluit of een exploitatieplan een</p>	<p>Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit "het uitvoeren van een werk, geen bouwwerk zijn, of werkzaamheden in gevallen waarbij dat bij een</p>	<p>Check gemeentelijke verordening en bestemmingsplan. Op ruimtelijke plannen is geen bestemming aangegeven. Voor wijzigingen watergangen kan een "Keur" nodig zijn, aan te vragen bij het waterschap.</p>



Mogelijk van toepassing zijnde activiteiten conform vergunningencheck Omgevingsloket-online <sup>5</sup>	Toelichting	Type vergunning waar activiteit betrekking op heeft	Pilot De Kragge 2
	<p><u>aanlegvergunning</u> nodig kan zijn. Hieronder vallen werken of werkzaamheden geen bouwwerk zijnde, bijvoorbeeld ophogen of afgraven van gronden, dempen of aanleggen van watergangen, <u>leggen van (buis)leidingen of drainage</u>, aanbrengen van verhardingen of scheuren van grasland</p>	<p>bestemmingsplan etc. is bepaald” (voorheen: aanlegvergunning) (art. 2.1 lid 1 sub b. Wabo)</p>	
Wijzigen inrit	<p>Indien een nieuwe toegang moet worden gerealiseerd om de pilot te bereiken</p>	<p>Omgevingsvergunning in kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor de activiteit “uitweg maken” (art. 2.2 lid 1 sub e. Wabo)</p>	<p>n.v.t. (huidige toegangsweg volstaat)</p>
Stoffen brengen in een oppervlaktewaterlichaam of op een zuiveringstechnisch werk	<p>Betreft lozingen van afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen (zoals afvalwater of koelwater) op oppervlaktewaterlichamen, al dan niet via een voorzuivering</p>	<p>Watervergunning in kader van de Waterwet (art. 6.2 Wtw)</p>	<p>Inschatting is dat er geen lozingen op het oppervlakte plaatsevinden anders dan nu vergund. Dit zal blijken uit de waterbalans (zie ook onder “inrichting veranderen”, laatste kolom.</p>
Kappen van bomen	<p>Indien bomen worden gekapt</p>	<p>Kapvergunning in kader van de Boswet c.q. Algemene plaatselijke verordening (APV)</p>	<p>n.v.t. (geen bomen aanwezig) er is ruimte op het stort en in compartiment 6/7.</p>
Ontheffing Flora- en faunawet	<p>Indien sprake is van overtreding van verbodsbepaling uit de Flora- en Faunawet (bescherming planten- en diersoorten)</p>	<p>Ontheffing in kader van art. 75 Flora- en Faunawet</p>	<p>n.v.t. (vooralsnog geen sprake van beschermde planten en dieren)</p>
Vergunning Natuurbeschermingswet 1998	<p>Indien sprake is van gevolgen voor beschermd natuurmonument en/of Natura 2000 gebied</p>	<p>Vergunning in kader van de Natuurbeschermingswet (art. 16 of 19d Nbw 1998)</p>	<p>Minimaal Nbw check op wijziging in N-emissies en toetsen wat impact is op Natura 2000 gebieden in nabijheid.</p>



## 4 Hypothesen met betrekking tot omzettingsprocessen

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

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

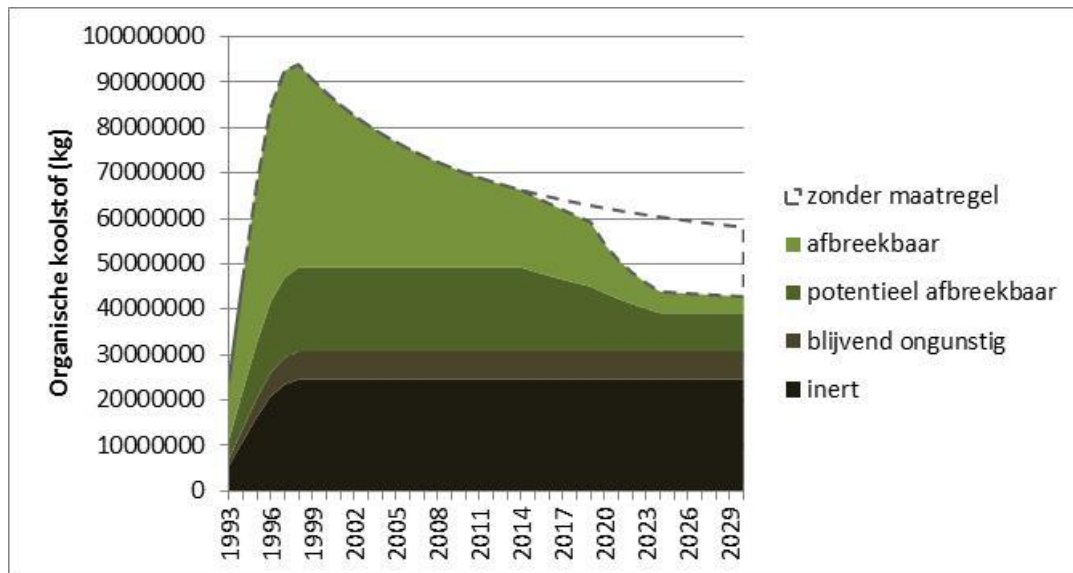
- Voor wat betreft de biologische afbraak van organisch materiaal in het afval wordt aangesloten bij de modellering van Ecofys. Deze modellering is op zijn beurt weer gebaseerd op de empirische modellen voor stortgasvorming, zoals die worden gebruikt voor dimensionering van projecten voor stortgaswinning en prognosticering van emissies van methaan;
- Uitspoeling van verontreiniging is gebaseerd op een eenvoudig model, waarbij wordt uitgegaan van één, ideaal gemengde doorspoelde fase. Het niet volledig effectief zijn van de doorspoeling (als gevolg van inhomogentiteiten, nalevering van specifieke componenten uit de vaste fase, etc.) wordt hierbij verdisconteerd door middel van correcties op de gerealiseerde L/S-verhouding;
- De vorming en afbraak van specifieke componenten ( $\text{NH}_4^+$  en CZV) onder anaerobe of aerobe omstandigheden, zijn gebaseerd op kentallen. Deze kentallen zijn afkomstig van waarnemingen aan bestaande stortplaatsen, waarnemingen bij eerdere pilots duurzaam storten en claims van leveranciers van systemen voor beluchting.

### 4.1 Prognose afbraak organisch materiaal

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

Ecofys (Luning en Oonk, 2011) heeft op basis van het gasvormingsmodel van Afvalzorg een hypothese opgesteld over het verloop en de mate van afbraak van organisch materiaal door infiltratie en beluchting op De Kragge 2. Hierbij wordt uitgegaan van zowel een verhoging van het deel van het organisch materiaal, dat wordt omgezet (een toename van de dissimilatie tot 70%), als een versnelling van de omzetting met een factor 2. Omdat de effectiviteit van infiltratie nog niet goed bekend is, zijn bij het opstellen van de hypothesen drie scenario's beschouwd. Deze zijn gebaseerd op een pessimistisch, een neutraal en een optimistisch verwachtingsbeeld over de afbraak van de hoeveelheid organisch materiaal. Het resultaat hiervan voor midden-scenario staat weergegeven in Figuur 10. Op basis van het gemaakte onderscheid in afbreekbaarheid van het organisch materiaal blijkt uit de opgestelde hypothese dat de afbreekbare fractie door infiltratie ook nagenoeg volledig zal worden afgebroken en de potentieel afbreekbare fractie substantieel. Omdat de mate van afbraak een belangrijke (maar in dit stadium nog onbekende) maat is voor het emissiepotentieel van het afvalpakket, zal het verloop ervan tijdens het experiment goed worden gevolgd. De mate van effectiviteit van het infiltreren valt af te leiden uit het opgestelde beeld over de ontwikkeling van de hoeveelheid organische materiaal voor een situatie waarbij geen maatregelen worden uitgevoerd.





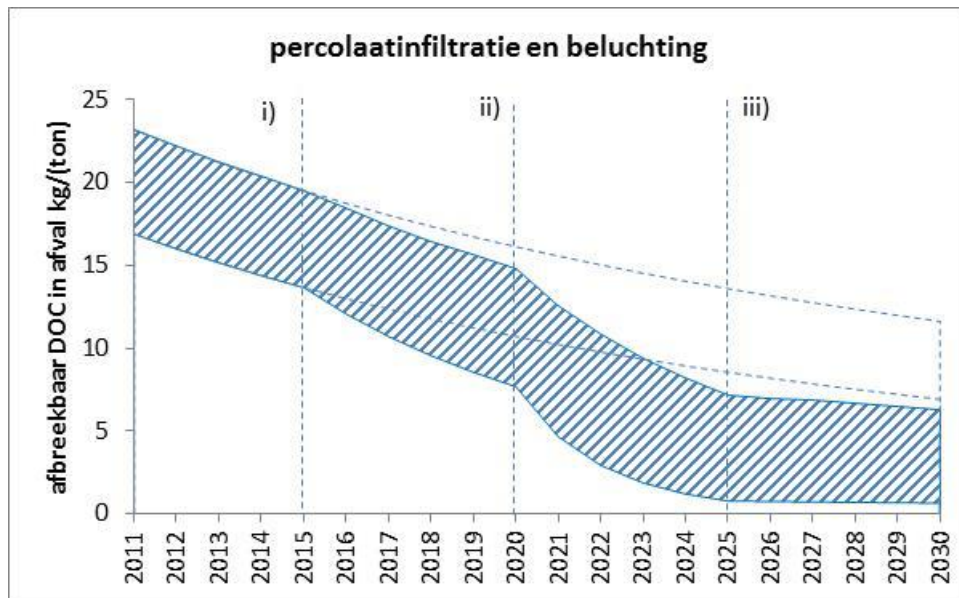
**Figuur 10: totale hoeveelheid organische stof in het afvalpakket op het compartiment 3 bij infiltratie gevolgd door beluchting, als berekend met het Ecofys-model (het midden-scenario). Onderscheid is gemaakt organisch materiaal dat anaeroob niet afbreekbaar is (inert), potentieel afbreekbaar materiaal dat op een normale stortplaats niet afgebroken wordt, omdat de omstandigheden ongunstig blijven en (in lichtgroen) tenslotte de hoeveelheid daadwerkelijk afbreekbaar organisch materiaal. Uitgegaan is van implementatie van de verduurzamingsmaatregel in 2015. De stippellijnen geven het afbraakproces weer voor de situatie zonder en met maatregelen.**

#### 4.2 Hypothesen omzettingsprocessen

Door percolaat-infiltratie en beluchting zullen (omzettings)processen in het afvalpakket worden geïntroduceerd en/of gestimuleerd die zullen leiden tot een belangrijke verlaging van het emissiepotentieel van het afval. Op basis van de aanwezige kennis over deze processen en beschikbare informatie over de stortplaats, inclusief het afval, van De Kragge 2 zijn in het kader van dit Deelplan hypothesen opgesteld voor enkele van belang zijnde onderdelen van deze processen en de effecten daarvan. Hierbij is er in eerste instantie vanuit gegaan dat gedurende 5 jaar percolaat wordt geïnfiltreerd en daarna gedurende een periode van 5 jaar beluchting zal plaatsvinden. Ook tijdens de beluchting zal percolaat worden geïnfiltreerd, alleen is de doorspoeling minder intensief. De hypothesen hebben betrekking op de volgende onderdelen:

- *Afbraak organisch materiaal:* Zoals blijkt uit figuur 10 van paragraaf 4.1 leidt percolaat-infiltratie met name tot een versnelling van de afbraak van het goed afbreekbare organisch materiaal in het afvalpakket. De mate van afbraak heeft een (in)directe relatie met de afname van het emissiepotentieel van verontreinigende stoffen in het afval. De bandbreedte van het verwachte verloop van de afbraak bij 5 jaar percolaat-infiltratie, gevolgd door 5 jaar beluchting voor de daadwerkelijk afbreekbare fractie organisch materiaal voor De Kragge staat in Figuur 11 aangegeven. Overeenkomstig de hypothese in paragraaf 4.1 blijkt, dat de goed afbreekbare fractie nagenoeg geheel kan worden afgebroken bij een combinatie van infiltratie en beluchting. Uit het geschetste verloop in de figuur voor de situatie zonder maatregelen (referentiesituatie) ontstaat een goede indruk over de verwachte effectiviteit van de beide maatregelen.





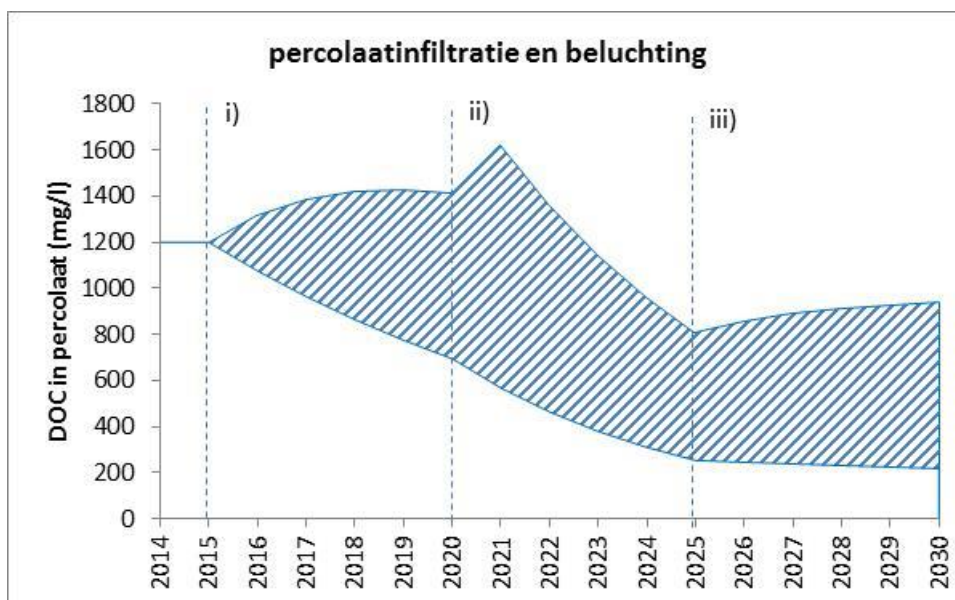
**Figuur 11: Ontwikkeling hoeveelheid afbreikbaar organisch materiaal in het afvalpakket. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel; (ii) omschakeling van percolaatinfiltatie naar beluchting; (iii) einde beheersmaatregel. Gestippeld is de verwachte autonome ontwikkeling.**

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

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

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

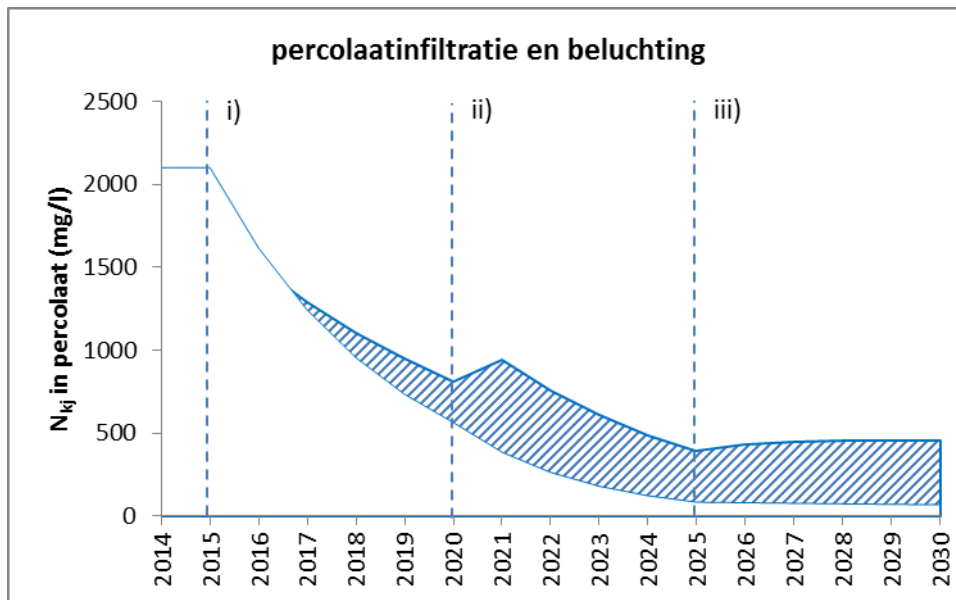
- *Afname chemisch zuurstofverbruik:* Afbraak van het organisch materiaal leidt tot een afname van de hoeveelheid aan verontreinigende stoffen, dat kan emitteren uit het afval. Een belangrijke parameter is de hoeveelheid gesuspendeerd organisch materiaal (DOC). DOC correleert op zijn beurt weer met de concentraties van veel zware metalen in het percolaat en ook met de zwaardere PAK. Een hypothese over de verwachte ontwikkeling van concentraties aan DOC in het percolaat staat als bandbreedte in Figuur 12 weergegeven. Uit de figuur blijkt dat in geval van infiltratie-beluchten na tien jaar beluchten nog een duidelijke neerwaartse trend aanwezig is voor DOC.



**Figuur 12: Ontwikkeling concentratie DOC in het percolaat voor het scenario infiltratie-beluchten. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel; (ii) omschakeling van percolaatinfiltratie naar beluchting ; (iii) einde beheersmaatregel.**

Het verwachte verloop van de concentraties aan DOC is gebaseerd op een model dat DOC-concentraties beschrijft als functie van vorming, afbraak en uitspoeling, zowel onder anaerobe omstandigheden als bij beluchting. Vorming en afbraak zijn gebaseerd op ervaring met percolaatinfiltratie (vooral ervaringen bij de test-cel op landgraaf) en beluchting (ervaringen beschreven in de literatuur). Uitspoeling met het percolaat is gebaseerd op een algemeen geaccepteerd, maar erg eenvoudig uitspoelmodel. De belangrijkste onzekerheden die aan de opgestelde hypothese zijn verbonden, betreffen:

- o De kennisbasis, waarop vorming en afbraak van DOC is gebaseerd is erg smal. Er zijn slechts zeer beperkte ervaringen bekend op praktijkschaal, waarbij het effect van percolaatinfiltratie en beluchting goed zijn gemonitord;
  - o Modelonzekerheden voor wat betreft de uitspoeling. Het uitspoelmodel dat is gebruikt, beschrijft het deel van het afvalpakket dat relevant is voor de percolaat-concentraties, als ideaal geroerde tank. Dit is een forse vereenvoudiging van de werkelijke situatie. Beter en realistischer uitspoelmodellen zijn echter nog niet beschikbaar.
- *Afname ammoniumgehalten:* De gehalten aan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) worden beïnvloed door vorming, afbraak en uitspoeling. Een hypothese voor de verwachte ontwikkeling van de  $\text{NH}_4^+$ -gehalte in het percolaat staat in de vorm van een bandbreedte weergegeven in Figuur 13. Uit de figuur blijkt dat na de omschakeling van infiltratie naar beluchting eerst mogelijk sprake is van een toename van het gehalte aan  $\text{NH}_4^+$  om vervolgens snel af te nemen. Na vijf jaar beluchten is, weliswaar binnen een forse bandbreedte, nog een duidelijke neerwaartse trend aanwezig is voor het  $\text{NH}_4^+$ -gehalte.



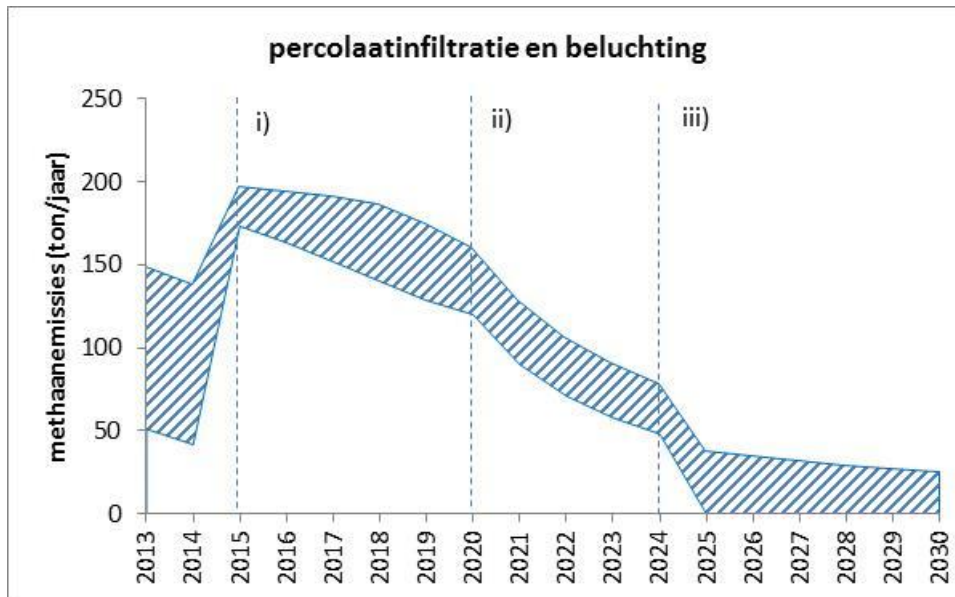
**Figuur 13: Ontwikkeling concentratie  $\text{NH}_4^+$  in het percolaat voor het scenario infiltratie-beluchten. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel; (ii) omschakeling van percolaatinfiltatie naar beluchting; (iii) einde beheersmaatregel.**

De beschrijving van de ontwikkeling van de  $\text{NH}_4^+$ -gehalten is gebaseerd op hetzelfde model als gebruikt voor de CZV-bepaling. Behalve vorming, afbraak en uitspoeling wordt in dit model aangenomen dat bij infiltratie,  $\text{N}_{\text{ki}}$  uit het te infiltreren percolaat wordt verwijderd door middel van nitrificatie (met een aangenomen rendement van 90%). Een deel van de nitraat, die met het percolaat wordt geïnfiltreerd, wordt in het afvalpakket omgezet door Anammox-bacteriën, waarbij aanvullend  $\text{NH}_4^+$  wordt verwijderd. De onzekerheden zijn dezelfde als genoemd bij de beschrijving van CZV. Op basis van de modeluitkomsten wordt verondersteld dat het methaan vergaand kan worden verwijderd.

- *Afname organische microverontreinigingen:* Een voorspelling van de verwijdering van organische microverontreinigingen kan alleen op meer kwalitatieve wijze worden gegeven, gebaseerd op eenvoudige modellering van biologische afbraak, associatie/dissociatie met vast en gesuspendeerd organisch materiaal, uitspoeling en strippen. Percolaatinfiltatie heeft niet of nauwelijks invloed op concentraties in het percolaat. Omdat organische micro's in het algemeen sterk adsorberen aan het vaste organisch materiaal, kunnen concentraties niet worden gereduceerd door uitspoeling. De meest vluchtige organische micro's (BTEX en VOX) worden bij infiltratie wel gereduceerd als gevolg van strippen met het geproduceerde biogas. Dit effect is echter beperkt tot waarschijnlijk 10-20% afname per jaar voor de meest vluchtige componenten. Voor alle organische micro's is beluchting essentieel om een drastischer reductie in concentraties te realiseren. BTEX (zoals benzeen) en gechlorideerde vluchtige organische componenten (VOX, zoals vinylchloride, tetra en tri) lijken het effectiefst te worden verwijderd. Deze componenten worden gestript met de beluchtingslucht en worden onder aerobe omstandigheden snel afgebroken. PAK-concentraties in het percolaat worden gereduceerd, doordat hun mobilisatie met DOC wordt gereduceerd. Voor de lichtere PAK (naftaleen tot antraceen) geldt bovendien, dat ze onder aerobe omstandigheden vrij snel worden omgezet. Voor zwaardere PAK is afbraak weliswaar wat langzamer, maar onder anaerobe omstandigheden nog steeds goed mogelijk.
- *Verloop methaanemissie:* Een hypothese voor de verwachte ontwikkeling van de methaanemissies staat binnen een zekere bandbreedte in Figuur 14 weergegeven. Uit de figuur kan worden afgeleid, dat er sprake is van een vrij grote bandbreedte in de beginperiode van het experiment, maar dat deze na verloop van tijd zeer veel



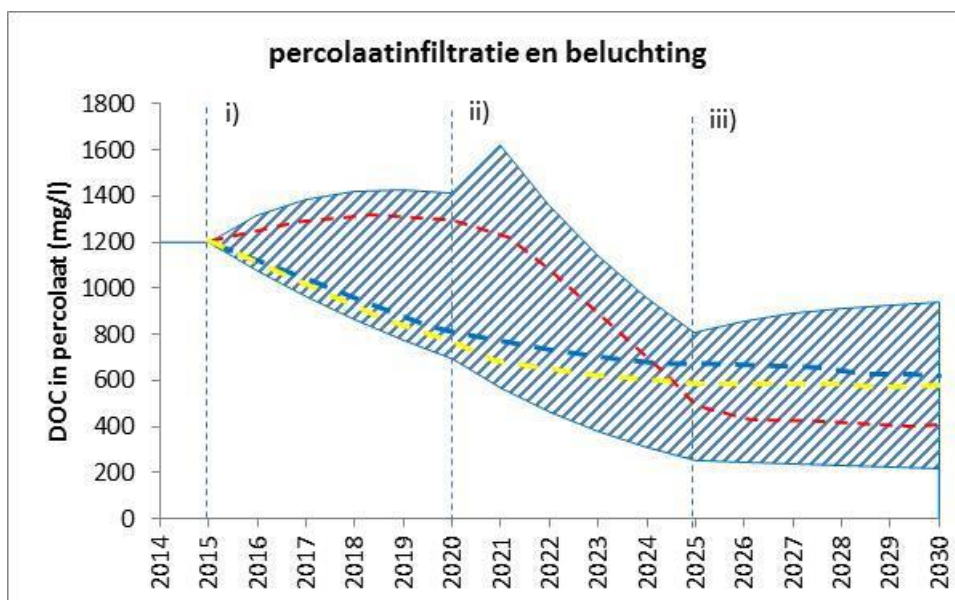
kleiner wordt. Aan het einde van het experiment zal er op basis van de opgestelde hypothesen nauwelijks nog sprake zijn van methaanemissie.



**Figuur 14: Ontwikkeling van de methaanemissies, zowel voor het scenario infiltratie-beluchten als voor het scenario infiltratie-infiltratie. De tijdlijnen betreffen: (i) aanvang van de beheersmaatregel (i); (ii) omschakeling van percolaatinfiltratie naar beluchting; (iii) einde beheersmaatregel.**

#### 4.3 Conclusies ten aanzien van hypothesen

De in het voorgaande gepresenteerde hypothesen geven slechts een indicatie over het mogelijke verloop van gehalten aan stoffen tijdens de uitvoering van het experiment. Of het werkelijke verloop zich binnen de gepresenteerde bandbreedte zal afspelen is onder meer afhankelijk van de effectiviteit van de maatregelen (de mate van infiltratie en/of de mate van beluchten van het hele afvalpakket). Zeker is dat het verloop in kleinere tijdseenheden (weken/maanden) een grillig patroon zal vertonen en dat binnen grotere tijdseenheden (jaren) meerdere trends mogelijk kunnen zijn. Dit is in onderstaande figuur geïllustreerd. Zo kan bijvoorbeeld het effect van percolaatinfiltratie tegenvallen, terwijl de beluchting volgens meest optimistische scenario effectief is (rode lijn in figuur). Het omgekeerde kan ook het geval zijn (blauwe lijn in figuur). Het is ook mogelijk dat percolaatinfiltratie en beluchting eerst goed functioneren, maar dat er rond het 7e jaar de afname stagneert, bijvoorbeeld het matig snel afbreekbaar materiaal uitgeput raakt. Tenslotte blijven ook de uiterste scenario's mogelijk en kan het zelfs niet worden uitgesloten, dat het werkelijke verloop zich buiten de bandbreedte zal bevinden.



**Figuur 15: mogelijke trends in concentraties van CZV in het percolaat**

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

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

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

#### **4.4 Verwachtingen ten aanzien van het eindresultaat**

Tabel 12 geeft een inschatting van de mogelijke reductie van concentraties in het percolaat in relatie tot de noodzakelijke reductie om te voldoen aan de ETW's. De belangrijkste mechanismes van de veronderstelde reducties zijn daarbij eveneens vermeld. Voor een inhoudelijke beschrijving van deze mechanismes, zie hoofdstuk 8



in het IPvA. De prognose voor de reductie voor  $N_{kj}$  en  $Cl^-$  is gebaseerd op de eenvoudige modellering, zoals beschreven in paragraaf 4.2.

De inschatting van de effectiviteit op concentraties aan zware metalen in het percolaat is gebaseerd op conclusies van de pilotproef op Landgraaf (Oonk, 2011). Bij deze proef is de verandering in uitloogbaarheid gemeten van afval als gevolg van percolaatinfiltratie en beluchting. De bedrijfsvoering bij de pilot in Landgraaf wijkt op een aantal essentiële punten af van de voorgenomen bedrijfsvoering bij De Kragge 2. Om die reden zijn de resultaten geëxtrapoleerd in een expert-judgement.

De effecten op concentraties aan organische micro's zijn verkend met behulp van het model MOCLA (Kjeldsen et al, 2010). Met dit model kunnen de belangrijkste fysische verwijderingsroutes (strippen, uitspoelen en afname DOC-complexering) worden ingeschat voor iedere afzonderlijke component. In aanvulling daarop is een inschatting gedaan van de biologische omzetting van de component onder aerobe omstandigheden.

**Tabel 12: Samenvatting haalbaarheid ETW voor De Kragge 2**

	mechanismen achter de reductie	inschatting realiseerbare reductie	noodzakelijke reductie
<b>Zware metalen</b>			
arsen	toename $Fe(OH)_3$ -complexering	20-50%	0
cadmium	n.b. <sup>1)</sup>	n.b.	geen
chrom	afname DOC-complexering	>60%	~80%
koper	n.b.	n.b.	geen
nikkel	afname DOC-complexering	>60%	~75%
lood	afname DOC-complexering	> 25%	0%
zink	afname DOC-complexering	> 0%	0-40%
kwik	n.b.	n.b.	geen
<b>Macro's</b>			
chloride	uitspoeling	60-80%	90%
sulfaat	lichte verhoging bij beluchting		0%
$N_{kj}$	uitspoeling, nitrificatie en annamox, beluchting	>90%	98
<b>Organische micro's</b>			
minerale olie	afname DOC-complexering, aerobe afbraak	>90%	70%
VOX	Strippen, aerobe afbraak	>95%	0%
PAK	afname DOC complexering, aerobe afbraak	~90%	95-99,75%
BTEX	strippen, aerobe afbraak	>95%	90-99%
fenolen	aerobe afbraak	>> 90%	99,99%

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





## 5 Effecten

### ***Verontreinigingsgraad afval in relatie tot percolaatkwaliteit***

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

### ***Effect conditionering percolaat (nitrificatie/spui)***

Door conditionering van het te recirculeren percolaat en een gedeeltelijke afvoer van verontreinigd percolaat in combinatie met suppletie van schoon water worden bepaalde verontreinigende stoffen afgebroken of afgevoerd uit het afvalpakket. Doordat bij infiltratie de doorspoeling door het afvalpakket wordt verbeterd, leidt conditionering en spui tot een belangrijke afname van concentraties van specifieke stoffen (zie hoofdstuk 4).

### ***Zettingen***

Als gevolg van versnelde biodegradatie kunnen de zettingen van het afvalpakket toenemen (verdergaande mechanische stabilisatie van het afval). Bij percolaatinfiltratie is dat waarschijnlijk minder het geval dan bij beluchting. Het versnellen van de zettingen vormen niet het primaire doel van de verduurzamingsmaatregel. Voor De Kragge 2 zijn versnelde zettingen echter mogelijk wel gunstig, omdat nieuw ruimtelijk gebruik van de stortplaats eerder mogelijk is. Zettingen op De Kragge 2 zijn ongeveer 7-12 cm per jaar (gemeten in de periode 2006-2008). In de haalbaarheidsstudie (van Vossen et al., 2009) wordt een verwachting uitgesproken dat nog zettingen van 4 m mogelijk zijn als gevolg van de verduurzamingsmaatregelen. Op specifieke plekken kan een hogere zetting worden verwacht. Na afloop van beluchting zullen de residuele zettingen verwaarloosbaar klein zijn.

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

### ***Permeabiliteit afvalpakket- voorkeurskanalen***

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

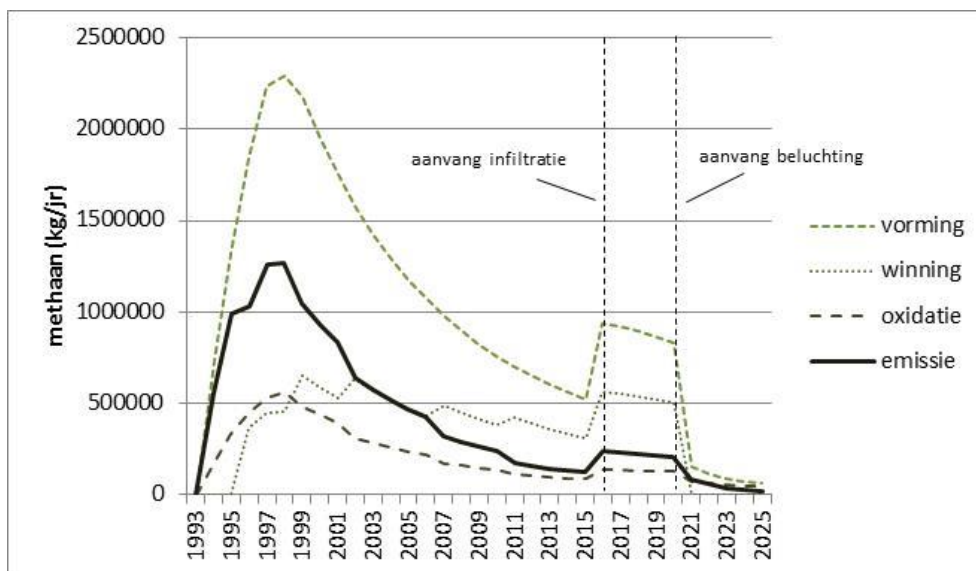
### ***Emissies methaan***

De methaanemissies bij infiltratie en vervolgens beluchting op De Kragge II zijn nader gekwantificeerd in de studie van Ecofys (Luning en Oonk, 2011). Deze berekening is wat verouderd geraakt om een aantal redenen:

- In de Ecofysberekening werd uitgegaan van de aanvang van het project in 2013. Dit is inmiddels verschoven naar 2015;
- In de Ecofysberekening werd uitgegaan van verduurzaming van compartiment 3 en 4. De pilot zal echter alleen worden gereliseerd op compartiment 3 van de stortplaats;
- Tijdens de nulmeting is het afval in de pilot opnieuw ingeschat. Hierbij is vastgesteld, dat de hoeveelheid afval in de compartimenten 3 en 4 groter was als eerder aangenomen en gemiddeld ook ouder (Attero, 2014). Dit heeft ook gevolg voor de verwachte methaanemissies van het compartiment en het effect van verduurzaming hierop.



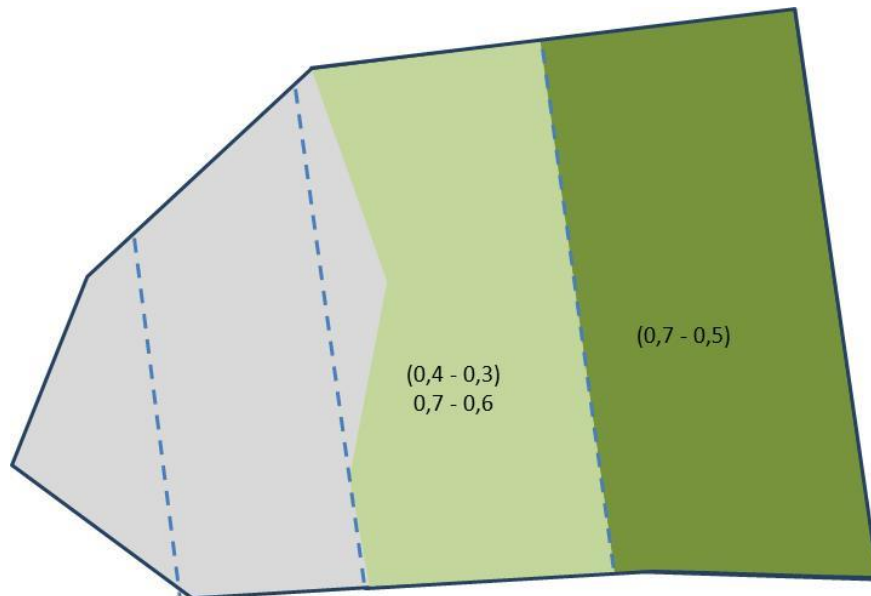
Met behulp van het Ecofysmodel en gebruik maken van de nieuwe gegevens over afvalhoeveelheid, samenstelling en – ouderdom. De resulterende ontwikkeling van vorming, winning en emissie van methaan is voor een midden-scenario weergegeven in Figuur 16. De berekende methaanemissie is erg afhankelijk van de gedane aannamen. De methaanemissie neemt als gevolg van de infiltratie in 2015 weer toe tot het niveau uit de periode 2005-2010 om vervolgens als gevolg van beluchting weer af te nemen. Vergeleken met de eerdere berekening is de methaanemissie meer dan gehalveerd (gemiddeld 220.000 kg methaan per jaar tijdens infiltratie, tegen ongeveer 500.000 kg methaan in de eerdere berekeningen). Dat komt vooral doordat het afval in compartiment 3 in de nieuwe berekening aanzienlijk ouder wordt ingeschat. Hierdoor is op het moment dat met de proef wordt begonnen een belangrijk deel van methaanpotentieel al spontaan omgezet en resteert minder potentieel om tijdens de proefnemering zelf ongecontroleerd te worden geëmitteerd.



**Figuur 16: methaanemissies van compartiment 3, voorafgaand en tijdens infiltratie en beluchting.**

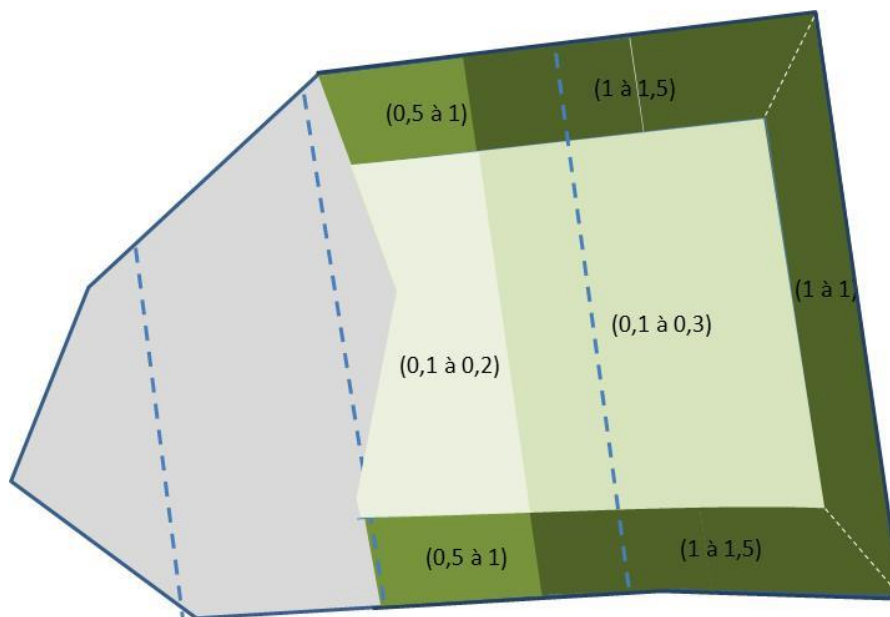
De resultaten in Figuur 16 hebben betrekking op de gemiddelde emissies uit het afvalpakket. De werkelijke emissies zullen variëren van plaats tot plaats, o.a. als gevolg van verschillen in samenstelling en ouderdom van het onderliggend afval. Omdat de samenstelling en ouderdom van het afval bij De Kragge 2 per compartiment is geregistreerd, kan dit effect ook per compartiment worden gekwantificeerd. Figuur 17 geeft het resultaat weer, berekend per compartiment met het Afvalzorgmodel (voor emissies zonder maatregel) en het Ecofys-model (voor het effect van percolaatinfiltatie). Zonder maatregel zullen de emissies op compartiment 4 waarschijnlijk wat hoger zijn, dan de emissies op compartiment 3. Als gevolg van percolaatinfiltatie kunnen de emissies op compartiment 3 stijgen naar het niveau van de emissies op compartiment 4.





**Figuur 17: Schatting methaanflux (in l/m<sup>2</sup>/hr). De waarde tussen haakjes is de methaanflux bij afwezigheid van percolaatfiltratie (N.B. op compartiment 4 zal tijdens deze pilot-fase geen percolaat worden geïnfiltreerd). De berekende waarden zijn gemiddelden per compartiment tijdens infiltratie, aflopend van 2015 naar 2020. De waarden zijn berekend met het Ecofys-model voor het middenscenario.**

Ook binnen een compartiment kunnen de verschillen groot zijn. Dit heeft onder andere te maken met de geometrie van het afvalpakket. Doordat afval in het afvalpakket wordt samengedrukt, ontstaat een gelaagdheid. De permeabiliteit in horizontale richting is daardoor groter dan de permeabiliteit in verticale richting. Gevolg hiervan is dat stortgas zich vooral zijdelings verplaatst en de emissies ter plaatse van de taluds groter zijn dan de emissies van het bovenoppervlak. Dit is wat op basis van de structuur van het afval kan worden verwacht en dit is ook wat blijkt uit onderzoek in de literatuur (o.a. Börjesson et al., 2007). Figuur 18 geeft een expert-guess van de verdeling van emissies over het gehele oppervlak. De emissies zullen waarschijnlijk het hoogst zijn op het oostelijke talud, omdat dit deel uitmaakt van het afvalpakket met de hoogste gasvorming en het talud daar veel steiler is dan de andere taluds. Emissies op het bovenoppervlak zullen waarschijnlijk relatief beperkt zijn.



**Figuur 18: Schatting methaanflux (in l/m<sup>2</sup>/hr), voorafgaand aan infiltratie onder aanname dat de taluds sterker bijdragen aan emissies, dan het bovenoppervlak. De hoogste emissies zullen plaatsvinden op het steilste talud (eigen inschatting).**

In het definitieve ontwerp zal specifiekere aandacht worden besteed aan de problematiek van methaanemissies. Hierbij zal de noodzaak of wenselijkheid van aanvullende maatregelen worden geëvalueerd mede op basis van verwachte kosteneffectiviteit ervan. Hierbij zal niet alleen worden gekeken naar methaanoxidatie, maar ook naar mogelijkheden om het winningsrendement verder te verhogen (bijvoorbeeld door acceptatie van een lagere kwaliteit stortgas)..

### **Geur**

Uit geuronderzoek, uitgevoerd in het kader van een aanvraag voor een revisievergunning in 2008, bleek dat ter plaatse van alle geurgevoelige objecten een lagere geurbelasting zou optreden dan vergund. Als belangrijkste bronnen voor geuremissies werden genoemd de verwerking van vers afval, het stortfront en vers gestort materiaal voorzien van een tussenafdekking. Momenteel wordt er op De Kragge 2 geen afval meer gestort, dus de huidige geuremissies zullen nog lager zijn, dan waar bij de revisieaanvraag is uitgegaan. Op dit moment is er geen sprake van waarneembare geuremissie uit van stortplaats De Kragge 2.

Zoals impliciet al uit het eerder genoemde geuronderzoek blijkt, leidt diffuse emissie van stortgas niet of nauwelijks tot geuremissies. Geuremissies van stortplaatsen ontstaat vooral bij de inname, de verwerking en het storten van vers afval. Dat diffuse emissies niet of nauwelijks tot geuremissies leidt, komt doordat in de methanogene fase, organische esters en zuren efficiënt in het afvalpakket worden omgezet naar biogas. Biogas zelf bevat slechts lage concentraties aan geurcomponenten. Daarnaast wordt een belangrijk deel van de geur onschadelijk gemaakt in de toplaag van het afvalpakket. In deze toplaag worden geurcomponenten als H<sub>2</sub>S veel efficiënter omgezet dan bijvoorbeeld methaan.

Door percolaatinfiltatie neemt de stortgasvorming toe, maar in geval van een voldoende methanogene omstandigheden in het afvalpakket en een goed onderhouden toplaag, zal dit waarschijnlijk niet leiden tot extra geuroverlast. In eerdere projecten voor infiltratie (Wijster, Elspeet, Landgraaf) werd geen extra geuremissie waargenomen. Tijdens het project zal dit echter wel worden gevalideerd. Tijdens reguliere inspecties zal worden gelet op vrijkomende geuremissies en indien geuremissies optreden kunnen snuffelploegmetingen worden



uitgevoerd. Indien noodzakelijk zullen maatregelen worden getroffen om geuremissies tot een acceptabel niveau te reduceren.

***Geluid***

Tijdens het experiment zullen geen van de te treffen maatregelen en voorzieningen leiden tot geluidsoverlast. Er zal worden gewerkt binnen de gestelde vergunningen. Dit zal onderdeel vormen van het programma van eisen voor het te realiseren systeem.



## 6 Bedrijfsvoering algemeen

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

- *Bijregelen*: het bijregelen van het systeem gebeurt met een frequentie van een week tot een maand. Dit bijregelen heeft met name betrekking op bijvoorbeeld de werking van het aanwezige systeem, zoals het bijstellen van de verdeling van percolaat over de bronnen voor infiltratie en de zuigdruk op de bronnen voor winning van biogas.
- *Aanpassen*: het aanpassen gebeurt met een frequentie van een maand tot een jaar. Aanpassingen kunnen betrekking hebben op de keuze voor wijziging van de wijze van infiltreren: meer of minder pulsgewijs; bijplaatsen of uitschakelen van specifieke bronnen (bijvoorbeeld in geval op een specifiek plek percolaat steeds weer uitzijgt), suppletie van schoon water;
- *Herzien*: het herzien van een ingezette strategie gebeurt met een frequentie van 2 tot 5 jaar. Hierbij gaat het vooral om een keuze tussen verduurzamingsroutes, zoals doorgaan met percolaat-infiltratie of overgaan tot beluchting.

### 6.1 Bijregelen van het systeem

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

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

### 6.2 Aanpassen van het systeem

De voortgang en effecten van de infiltratie zullen worden gevolgd en eventueel worden bijgesteld. Uitgangspunt voor bijsturing is, is het realiseren van een zo homogeen mogelijke infiltratie en als gevolg hiervan (i) een maximalisatie van de afbraak van organisch materiaal en (ii) uitspoeling van verontreinigingen. Deze verontreinigingen worden voor het merendeel weer teruggevoerd in het afvalpakket, voor in-situ afbraak of vastlegging. Specifieke componenten kunnen uit het percolaat worden verwijderd, voor infiltratie of worden gespuid. Uitgegaan wordt van eerder binnen duurzaam storten opgebouwde kennis, waarbij is geconcludeerd dat afbraak van biologisch materiaal uiteindelijk leidt tot een afname van het uitloog- en emissiepotentieel. Aanname is, dat een snellere en meer complete afbraak van organisch materiaal leidt tot een verdergaande reductie van uitloog- en emissiepotentieel. Pas tijdens de tussentijdse evaluatie na 5 jaar wordt een verband gelegd met de haalbaarheid van de doelstellingen van het project.

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

- De technische mogelijkheden om voldoende percolaat te kunnen infiltreren. De permeabiliteit van het afval kan lager zijn dan verwacht, waardoor minder percolaat kan worden geïnfiltreerd. Indien dit het geval is, staat men voor de keuze om dit te accepteren, of bijvoorbeeld meer bronnen bij te plaatsen.



- De waargenomen versnelling van de biologische afbraak, waarvan de toename in stortgaswinning de belangrijkste indicator is. Indien de waargenomen versnelling minder is dan verwacht kan men meer percolaat infiltreren of bijvoorbeeld de verdeling van percolaat over de bronnen wijzigen (lokaal meer percolaat infiltreren)
- Hoeveelheid specifieke componenten (zoals  $Cl^-$  en  $N_{kj}$ ) verwijderd door spui of behandeling van percolaat en de afname van het uitloogpotentieel als gevolg van deze maatregelen. Dit valt aan te passen door bijvoorbeeld de capaciteit van de percolaatbehandeling te optimaliseren of de hoeveelheid te infiltreren percolaat te maximaliseren;
- Monitoring, uitgevoerd in het kader van de risicobeheersing. In geval van problemen met uittredend water zal lokaal de infiltratie moeten worden gereduceerd.
- Reactietijd van het systeem op wisselingen in infiltratiedebiet. Wanneer de infiltratie tijdelijk wordt stilgezet, geven leeglooptijden een schatting van de invloedssfeer van percolaatinfiltatie. De invloedssfeer kan worden verhoogd door de percolaatinfiltatie te verhogen of bronnen bij te plaatsen;
- Eventuele specifieke aanvullende metingen in het kader van de proefneming, zoals geoelektrische metingen of micro-seismiek. Dit geeft informatie over vochtverdeling. Aan de hand hiervan kan worden besloten tot een herverdeling van percolaat over de bronnen;
- Mogelijk nog nader te definiëren en in te bouwen meters in het infiltratiesysteem, zoals bijvoorbeeld niveaumeters in de infiltratiebronnen, waarmee kan worden afgelezen hoe snel water vanuit de bronnen het afval in zijgt.

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

### 6.3 Herzien van het systeem

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

- De technische mogelijkheden om voldoende percolaat te kunnen infiltreren, gedurende langere tijd
- De waargenomen versnelling van de biologische afbraak. Deze kan worden vastgesteld op basis van metingen van de toename in stortgaswinning. De waargenomen versnelling is een indicatie van het succes van percolaatinfiltatie. Op basis van de waargenomen stortgasvorming kan een schatting worden gemaakt van de resterende hoeveelheid biodegradeerbaar organisch materiaal;
- Hoeveelheid specifieke componenten (zoals  $Cl^-$  en  $N_{kj}$ ) verwijderd door spui of behandeling van percolaat en de afname van het uitloogpotentieel als gevolg van deze maatregelen;
- Ontwikkeling van de percolaatkwaliteit in tussentijdse toetsingen op ETW.

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



Na een periode van 5 jaar zal een goede analyse moeten worden gemaakt van alle relevante parameters om vervolgens een gemotiveerde beslissing te nemen over het vervolg. De ervaringen en resultaten van de andere pilots binnen Duurzaam Stortbeheer (waar afval wordt belucht) zullen in deze afweging moeten worden meegenomen. Bijvoorbeeld, wanneer de pilots voor beluchting succesvol zijn, dan zal voor De Kragge 2 na 5 jaar makkelijker worden besloten om te gaan beluchten, dan wanneer deze beluchtingspilots moeizaam verlopen.



## 7 Risico's en risicobeheersing

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

### 7.1 Omgevingsrisico's

In bijlage 1 van het IPvA staat een samenvatting van verhoogde milieurisico's met betekenis voor de omgeving. Op de Kragge 2 zal voorlopig alleen percolaat worden geïnfiltreerd. In latere instantie wordt dit mogelijk gevolgd door beluchting. Tabel 13 geeft de risico's voor zowel infiltratie als beluchting. Voor risicobeheersing staat in de onderstaande tabel een aantal activiteiten met betrekking tot de monitoring en inspectie weergegeven. De frequentie van monitoring of inspectie wordt gespecificeerd in het overzicht van alle monitoring- en inspectieactiviteiten van het project. De resultaten zullen periodiek worden gerapporteerd aan de vergunningverlener, zoals vastgelegd in het communicatieplan.

**Tabel 13: Samenvattend overzicht verhoogde milieurisico's bij infiltratie en beluchting en de beheersing ervan op De Kragge 2.**

Risico's	Beheersing risico
<p><b>Algemeen</b></p> <p>Tijdens de uitvoering van zowel de infiltratie als de beluchting zullen concentraties in het percolaat aanvankelijk toenemen. Daarnaast bestaat de kans dat er ophoping plaats vindt van water op de onderafdichting, waardoor in geval van een lek de drijvende kracht door dit lek kan toenemen. Gevolg van beide is een verhoogde kans dat ook de emissies naar bodem en grondwater toenemen.</p>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>Op De Kragge 2 is een goed functionerende onderafdichting aanwezig. Momenteel wordt een zekere waterstand op de onderafdichting geaccepteerd, als waterbuffer voor perioden dat veel meer percolaat wordt geproduceerd, dan wordt afgevoerd. De maximaal toegestane waterstand op de onderafdichting zal tijdens het experiment niet worden overschreden. De waterstand op de onderafdichting kan worden geregeld door middel van de waterstand in de percolaatputten. Die werken als communicerende vaten, dus hoe lager de waterstand in de putten, des te lager de waterstand op de onderafdichting. Voor perioden dat percolaat actief wordt gecirculeerd, zal een bedrijfsvoering wordt gekozen waarbij de waterstand op de afdichting wordt geminimaliseerd. Al het water in de putten zal direct worden opgepompt en weer worden geïnfiltreerd, of afgevoerd (indien meer percolaat wordt gevormd, dan kan worden geïnfiltreerd).</p> <p>Daarnaast wordt lekkage door de onderafdichting gemonitord door middel van monsternamen uit de controledrains en analyse van het daar opgevangen water. Mocht door de pilot de lekkage toenemen, dan zal een toename van verontreiniging in de controledrains worden waargenomen. De controle op grondwaterkwaliteit vindt afzonderlijk plaats voor iedere controledrain. Een eventuele afname van de grondwaterkwaliteit onder compartiment 3 kan dus worden waargenomen, onafhankelijk van eventuele lekkages van de overige compartimenten.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i></p> <p>Mocht de waterstand op de onderafdichting toch oplopen dan zal de infiltratie worden uitgezet en de werking van individuele percolaatdrains worden geverifieerd en eventueel hersteld.</p>





Risico's	Beheersing risico
	<p><i>Verslaglegging en overleg</i></p> <p>Significante incidenten (zoals uitbraken van percolaat) zullen direct aan het bevoegd gezag worden gemeld als ongewoon voorval op basis van de omgevingsvergunning of de Wet milieubeheer. Daarnaast worden alle waarnemingen samengevat in de periodieke rapportage aan het bevoegd gezag (zie ook hoofdstuk 10). Dit heeft betrekking op de niveaus waarbij de pompen in de percolaatputten in en uit worden geschakeld, worden in een logboek vastgelegd. Veranderingen aan deze regeling, of storingen in het systeem zullen ook in dit logboek worden genoteerd. De frequentie, waarmee de percolaatbuffer wordt geleegd, wordt geregistreerd.. Uit deze frequentie kan een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid percolaat, die wordt verpompt. Deze schatting kan worden vergeleken met de reguliere schatting en ook dit levert een validatie van de werking van het systeem. Ook de gemeten concentraties in het grondwater, door middel van monstername in de controledrains maken deel uit van de periodieke rapportages.</p>
<p><b>Specifieke risico's bij infiltratie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bij het infiltreren bestaat de kans dat percolaat uit het afvalpakket vrijkomt en als run-off afstroomt. Dit kan het gevolg zijn van falen van het infiltratiesysteem (bijvoorbeeld pijpbreuk) of doordat lokaal teveel percolaat wordt geïnfiltrerd, waarbij het percolaat aan het oppervlak weer vrijkomt in plaats van in het afvalpakket te zijgen. Dit percolaat kan uiteindelijk met de run-off terecht komen in de ringsloot.</li> </ul>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>Het infiltratiesysteem is zodanig ontworpen dat bijvoorbeeld bij een breuk in het leidingensysteem het water het afvalpakket in zijgt (zie hoofdstuk 3.2). Een groot deel van dit risico wordt door een goed ontwerp beheerst. Lekken in het leidingensysteem kunnen worden opgemerkt in de data-acquisitie (verpompte en onttrokken hoeveelheid percolaat) of in de kwaliteit van het water in de ringsloot. De kwaliteit van dit water wordt regulier al gemonitord en deze monitoring zal tijdens de proef worden gecontinueerd. Wanneer veranderingen optreden in de kwaliteit van het water in de ringsloot, dan is dit aanleiding tot inspectie van het infiltratiesysteem .</p> <p>Zijdelings uittreden van percolaat wordt bewaakt door regelmatige terreininspectie, waarbij gedurende de proef worden gelet op lekkages en op uittredend water. Wanneer de infiltratie wordt verhoogd, zal de frequentie van inspecteren worden geïntensiveerd.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i></p> <p>Indien daadwerkelijk het uittreden wordt waargenomen zal de hoeveelheid infiltratiewater worden gereduceerd. Dit kan lokaal gebeuren of integraal voor het gehele afvalpakket. Eventuele mankementen aan het infiltratiesysteem worden gerepareerd. Als blijkt dat een specifieke bron onvoldoende infiltratiecapaciteit heeft, dan kan een aanvullende bron worden gerealiseerd.</p> <p><i>Verslaglegging en overleg</i></p> <p>Significante incidenten zullen direct aan het bevoegd gezag worden gemeld als buitengewoon voorval. Uitgevoerde inspecties en bevindingen van de inspecties zullen worden vastgelegd in het logboek van de proefneming en periodiek aan het bevoegd gezag worden gerapporteerd, als vastgelegd in het communicatieplan. Ook de gemeten concentraties van water in de ringsloot maken hier onderdeel van</p>



Risico's	Beheersing risico
<ul style="list-style-type: none"><li>Op De Kragge 2 zijn de compartimenten omgeven door kades van 1,5 meter hoogte, ten opzichte van het niveau van de onderafdichting. Wanneer het water niet tijdig wordt weggepompt uit de percolaatputten kan percolaat zich ophopen op de onderafdichting. Hierdoor 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.</li></ul>	<p>uit.</p> <p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i> Minimalisatie van de waterstand op de onderafdichting is hierboven al beschreven in het kader van een minimalisatie van de lekstroom door de onderafdichting. De waterstand op de bodemafdichting wordt gemonitord en geminimaliseerd door minimalisatie van de waterstand in de percolaatputten. Hierdoor wordt de kans geminimaliseerd, dat de percolaatstand op de afdichting zodanig oploopt, dat kades dreigen te worden overstroomd. Daarnaast zullen kades periodiek worden geïnspecteerd en schade aan de kades direct worden hersteld.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i> In geval de waterstand in het afvalpakket oploopt, zal de infiltratie worden gestopt en eventueel worden stilgelegd.</p> <p><i>Verslaglegging en overleg</i> Significante incidenten zullen direct aan het bevoegd gezag worden gemeld als ongewoon voorval op basis van de omgevingsvergunning of de Wet milieubeheer. Uitgevoerde inspecties en de bevindingen van de inspecties zullen worden vastgelegd in het logboek van de proefneming en periodiek aan het bevoegd gezag worden gerapporteerd.</p>



Risico's	Beheersing risico
<p><b>Specifieke risico's bij beluchting</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitval van het systeem voor behandeling van de lucht uit de aerobe stortplaats kan leiden tot onacceptabele extra methaan en geuremissies.</li> </ul>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>Onderdeel van het systeem voor beluchting is een afgasbehandeling, waarmee geuremissies tot een acceptabel niveau kunnen worden teruggebracht. Hiermee zullen ook eventuele methaanemissies worden gereduceerd, voor zoverre dat op kosteneffectieve wijze mogelijk is. Het functioneren van de afgasbehandeling zal op afstand worden bewaakt.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i></p> <p>Bij uitval wordt per SMS de technische dienst gealarmeerd. De afgasbehandeling zal vervolgens worden herstart. Als een snelle herstart niet mogelijk is, zal de beluchting gedurende het herstel van de afgasbehandeling worden stopgezet.</p> <p><i>Verslaglegging en overleg</i></p> <p>Significante incidenten zullen direct aan het bevoegd gezag worden gemeld als buitengewoon voorval. De werking van het systeem voor afgasbehandeling en eventuele storingen hierin zullen worden gerapporteerd in de periodieke rapportages.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorming explosief mengsel van methaan in lucht, vooral tijdens de opstart.</li> </ul>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i></p> <p>De samenstelling van de onttrokken lucht zal continu worden bewaakt, waarbij de regeling zodanig wordt ontworpen dat de samenstelling van de onttrokken lucht zodanig is, dat er met zekerheid geen gevaar voor explosie zal bestaan. Bij de beschrijving van het beheer van de installatie in hoofdstuk 3 is een protocol weergegeven voor de opstart, waardoor deze veilig kan verlopen.</p>

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

Voor de handhaving (in de zin van publiekrechtelijke handhaving door de desbetreffende afdeling van de provincie) zijn bovenal de milieurisico's van belang. De omgeving dient geen hinder van het verduurzamen te ondervinden en milieurisico's dienen onder controle te zijn. In paragraaf 7.1 zijn de relevante milieurisico's geïdentificeerd.

Onderstaand wordt een voorstel gedaan voor het meetprogramma ten behoeve van de handhaving.

### Weglekken van percolaat naar bodem en grondwater.

Bij de De Kragge 2 is een goed functionerende onderafdichting aanwezig. Het gevolg daarvan is, dat de kans op verontreiniging van het onderliggend grondwater laag is, maar niet geheel uitgesloten. De eventuele verspreiding van verontreinigingen uit het afvalpakket naar de omgeving wordt gemonitord door middel van 30 controledrains onder de onderafdichting in combinatie met diverse peilbuizen rondom het afvalpakket (zie hoofdstuk 2, Figuur 4). Hierbij worden de concentraties gemeten van NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, de zware metalen As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb en Zn, en voor wat betreft de organische micro's PAK, BTEX, VOX en minerale olie. Metingen zijn beschikbaar sinds 1990.

Tijdens de proefneming zal deze reguliere monitoring van concentraties in het grondwater worden voortgezet. In geval van een trendbreuk in gemeten concentraties in één van de peilbuizen zal in overleg met het bevoegd gezag over te nemen maatregelen. Een eventuele trendbreuk in concentraties in het grondwater kan worden vergeleken



met de ontwikkelingen van de concentraties in het percolaat. Deze concentraties worden intensief gemonitord in het kader van de proefneming (zie hoofdstuk 8). Wanneer de concentraties van specifieke componenten in het percolaat sterk stijgen, en tegelijkertijd dezelfde componenten worden teruggevonden in het grondwater, ontstaat er een terecht vermoeden van een lekkage van de afdichting. In het uiterste geval kan worden besloten de pilot stil te leggen.

Verder zal intensief worden gecontroleerd op eventuele zijdelings uittreden van percolaat, door middel van periodieke inspecties aan het bovenoppervlak. Inspecties en de resultaten daarvan zullen worden vastgelegd in een logboek. In dat logboek zullen ook de instellingen van de pompput worden vastgelegd. Deze bepalen de hoeveelheid percolaat, die zich op de onderafdichting kan bevinden.

### **Methaan en geur**

Voor het compartiment lucht bestaat een risico op het vrijkomen van methaan en geur. Voor methaanemissies is het van belang dat de stortgaswinning en –benutting met hoge efficiëntie en zonder storingen verloopt. Hiervoor zal een logboek moeten worden aangelegd, waarin storingen aan het systeem kunnen worden vastgelegd.

Wanneer het aantal bedrijfsuren lager is, dan een vooraf vastgesteld doel (bijvoorbeeld 98%), dan zullen technische maatregelen worden genomen om het aantal storingen van het systeem terug te dringen. Een minimum aantal bedrijfsuren van de onttrekking en de afgasbehandeling kan onderdeel zijn van het programma van eisen.

Methaanemissiemetingen zullen worden uitgevoerd, door middel van FID-surface scans. Deze surface scans geven een wat meer kwalitatief beeld van emissies en zijn in UK en delen van USA verplicht gesteld voor monitoring van methaanemissies uit stortplaatsen. Voor wat betreft de methodiek zal worden aangesloten bij de regelgeving in UK, als vastgelegd in “Guidance on monitoring landfill gas surface emissions” van UK-Environment Agency (2010)..

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

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

### **Veiligheid**

Veiligheid is vooral een issue bij beluchting. De veiligheid van een beluchtingsproject wordt gewaarborgd door het bewaken van de temperatuur, de methaan en de zuurstofconcentraties in het onttrokken gas. Tijdens de voorbereiding van de beluchting op De Kragge 2 zal bewaking van de veiligheid van de beluchting verder worden uitgewerkt. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van de ervaringen bij de beluchtingsprojecten op Wieringermeer en Braambergen.

Samenvattend dienen voor de pilot De Kragge 2 in aanvulling op de bestaande vergunnings- en monitoringsverplichtingen de volgende monitoringsactiviteiten te worden opgenomen in de ministeriële regeling om omgevingsrisico's te bewaken:

- bewaken storingen en bedrijfsuren van de stortgaswinning en benutting;



- periodieke inspectie van het oppervlak; controle op uittredend water;
- doorgeven van veranderingen in het beheersregime van het niveau in de percolaatputten. Controle op gemeten debieten, door registratie van hoeveelheid afgevoerd water;
- meting van methaanemissies door middel van FID-screening;
- tijdens beluchting, het bewaken temperatuur, methaan- en zuurstofconcentraties is het onttrokken gas.

### 7.3 Projectrisico's

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

- *Het ontwerp:* Met name het ontwerp, maar ook de toekomstige bedrijfsvoering zijn voor infiltratie bepalend voor de mate waarin het afvalpakket wordt 'doorspoeld'. Belangrijke aspecten van het ontwerp en beheer zijn de brondichtheid en de intensiteit van infiltratie. Uitgegaan wordt van een zekere mate van 'over-dimensionering' van het systeem, zodanig dat het voldoende robuust is en ook voldoende flexibel met het ook op mogelijk noodzakelijke uitbreidingen. Belangrijk in dit kader zijn ook mogelijke verstoringen van het systeem, door verticale boringen in het afvalpakket (gasbronnen en peilbuizen). Bij eventueel nieuwe boringen in het stort (uitbreiding systeem voor gaswinning, peilbuizen of afvalmonsternamen in het kader van de proefneming), zal kritisch worden nagegaan of dit geen nadelige effecten heeft op infiltratie. Bij het beheer van de infiltratie bestaan de nodige vrijheidsgraden, om de infiltratie te optimaliseren. Zo kan de infiltratie worden verhoogd, maar kan ook pulsgewijs worden geïnfiltreerd. Dit laatste betekent dat eenzelfde hoeveelheid gedurende kortere tijd wordt geïnfiltreerd, waarna gedurende een langere tijd het infiltraat de gelegenheid krijgt om uit te zakken.
- *De aanleg van het systeem:* de risico's bij aanleg van het systeem, hangen af van het uiteindelijk gekozen ontwerp. Waarschijnlijk zijn deze risico's beperkt, zeker wanneer wordt gekozen voor een systeem, wat zich elders in de praktijk al heeft bewezen. Bij de selectie van het uiteindelijk te realiseren ontwerp, zal rekening worden gehouden met mogelijke projectrisico's en mogelijkheden om deze risico's te beheersen.



- *De bedrijfsvoering en de zorg voor beheer en onderhoud:*

De potentiële risico's verbonden aan de bedrijfsvoering staan onder invloed van de zogenoemde GO-KIT. Het betreft de beheersaspecten: Geld, Organisatie, Kwaliteit, Informatie en Tijd.

  - o Geld: er moeten voldoende financiële middelen aanwezig zijn om in geval van onvoldoende functioneren van het systeem of falen ervan, tot herstel over te gaan. Dit geldt ook voor situaties waarbij het noodzakelijk is om tot bijsturing te komen.
  - o Organisatie: belangrijk is hoe de organisatie van het beheer is geregeld en de daarmee samenhangende taken en verantwoordelijkheden. Belangrijk is dat adequaat kan worden gereageerd in situaties waarin dit vanuit het functioneren van het systeem noodzakelijk is;
  - o Kwaliteit: het gaat hierbij niet alleen om de kwaliteit van de maatregelen zelf, maar ook van de kwaliteit van de uitvoering en van de personen die daarbij een rol spelen;
  - o Informatie: het is belangrijk dat de informatie met betrekking tot het functioneren van het systeem zo direct mogelijk en zo volledig mogelijk kan worden afgeleid uit het systeem en de registratiegegevens. Deze informatie moet betrokkenen in staat stellen om adequaat te reageren op signalen die wijzen op een wenselijkheid van sturing of bijsturing;
  - o Tijd: de bedrijfsvoering moet erop gericht zijn de uitvoering van het experiment zodanig te laten verlopen dat de gestelde doelen kunnen worden gerealiseerd binnen de gestelde planning.
  
- *Monitoring effecten:* Het monitoringprogramma over processen in het afvalpakket, en de effecten daarvan op het emissiepotentieel, wordt breed opgezet, zeker in vergelijking met de monitoring op soortgelijke initiatieven in het buitenland. De opzet en uitvoering van het monitoringprogramma wordt vooraf aan de proefneming bediscussieerd met overheden (I&M en IPO) en met TCB en vervolgens vastgesteld. Belangrijk is een breed draagvlak hiervoor van alle betrokken partijen. Er zijn voor zover inzichten nu reiken weinig aanvullende mogelijkheden om de effecten van infiltratie en beluchting in kaart te brengen. Wanneer gedurende de proefneming nieuwe technieken/methoden ter beschikking komen, zullen deze serieus worden overwogen.



## 8 Meetstrategie en monitoringprogramma

### 8.1 Meetstrategie (wat willen we meten en waarom)

In het IPvA wordt nader ingegaan op de meetstrategie van de pilot. Hierbij worden de metingen op kwalitatieve wijze beschreven en in context geplaatst tot elkaar en tot de doelstellingen van de pilot. In onderstaande tabel staat dit samenvattend weergegeven. Tabel 14 geeft een samenvatting van de meetstrategie, met een beschrijving waarom de verschillende metingen worden uitgevoerd.

**Tabel 14: Samenvatting meetstrategie**

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





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

## 8.2 Overzicht proevenprogramma

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

- De nulmeting of verificatiemeting is bedoeld om enerzijds de situatie voorafgaand aan de proefneming vast te stellen, zodat het effect van de maatregel kan worden gekwantificeerd op basis van de vastgestelde uitgangssituatie (referentiesituatie). Daarnaast worden de uitgangspunten voor het ontwerp opnieuw getoetst en dit kan leiden tot aanpassingen van het ontwerp. De resultaten van de nulmeting, voor zover ze beschikbaar komen gedurende de looptijd van het ontwikkelen van dit deelplan van aanpak, zullen in dit deelplan worden geïntegreerd.
- Monitoring tijdens de proefneming is vooral bedoeld om het proces te monitoren en eventueel bij te sturen. Aandacht richt zich vooral op de werking van het systeem, identificatie en mogelijk implementatie van mogelijkheden voor verbetering. Daarnaast worden de neveneffecten en de effectiviteit van maatregelen voor risicobeheersing vastgesteld.
- De eindmeting is bedoeld om de effectiviteit van de verduurzamingsmaatregel na te gaan, de resterende emissies te toetsen aan de emissietoetswaarden en na te gaan in hoeverre de er een kans bestaat dat emissies in de toekomst weer toenemen (zie doelstellingen in hoofdstuk 1.3).
- Om randeffecten te kwantificeren, zal ook de percolaatvorming op compartiment 4 intensief worden gevolgd. Hierbij gaat de interesse vooral uit naar de hoeveelheid percolaat die hier wordt onttrokken. De flowmeter daarvoor is al aanwezig in de put en die blijft operationeel. De percolaatvorming van de totale locatie wordt ook gemonitord, dus ook de percolaatvorming op compartiment 1 en 2 is bekend.



- Bij het uitvoeren van het monitoringprogramma zal zoveel mogelijk worden aangesloten bij bestaande meetprotocollen en vanzelfsprekend ook voldoende aandacht worden besteed aan het ijken van de instrumenten

Het gehele monitoringprogramma voor De Kragge 2 staat samengevat in Tabel 15. In de volgende paragraaf worden de diverse onderdelen nader uitgewerkt.

**Tabel 15: Samenvatting monitoringprogramma de Kragge 2**

	parameter	0-meting	proef	na proef	waar	hoe	frequentie	relevant voor
percolaat	volume	X	X	X	PP3 en PP4		continu	effectiviteit maatregel, inzicht hydrologie
	EC	X	X	X	PP3		continu	
	samestelling: Eh, pH, Cl-, NH4+, SO42-, HCO3-en DOC	X	X	X	PP3 en PP4	monstername, labanalyse, (pH, Eh in veld)	voor PP3 1e jaar 2-wekelijks, daarna maandelijks; voor PP4 2-6 keer per jaar	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel, vervuilingspotentieel
	samestelling: Na, K, Ca, Mg, Si, Al, Fe(tot), Mn(tot), NO3-, PO4(tot), Nkj, S2-, TOC, F--	X	X	X	PP3	monstername, labanalyse, (pH, Eh in veld)	2-maandelijks	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel, vervuilingspotentieel
	samestelling: : As, Ba, Cd, Cr (tot), Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, Zn, BTEXN, min. olie, VOCL, fenol, PAK.	X	X	X	PP3	monstername, labanalyse, (pH, Eh in veld)	2 keer per jaar	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel, vervuilingspotentieel
	fractionering DOC	X	X	X	PP3	labanalyse	1e jaar 6 keer; daarna 4 keer per jaar	biodegradatie - kwalitatief, effectiviteit maatregel, vervuilingspotentieel
water in controledrains	samestelling	X	X	X	controledrains	labanalyse	2 keer per jaar	risicobeheersing
infiltraat en spui	volume	X	X		bij verdeelstation perclaat		continu	procesregeling en massabalans specifieke componenten
conditionering percolaat	volume behandeld percolaat						continu	massabalans specifieke componenten
	concentraties specifieke componenten (NH4/NO3/NO2 ingeval van nitrificatie) in eluaat		X		bij PWZI-behandeling	monstername, labanalyse	maandelijks	
stortgas	volume flow (cmp 3 en 4)	X	X		Individuele collectorputten	anemometer	4 keer tijdens nulmeting	biodegradatie - kwantitatief
	samestelling (cmp 3 en 4)	X	X		idem	monstername en analyse	4 keer tijdens nulmeting	biodegradatie - kwantitatief
	volume flow (totaal De Kragge 2)	X	X	X	compressor	gasmeter	continu	
stortgasemissies	samestelling (totaal de Kragge 2)	X	X	X	compressor	gasmeter	continu	
	diffuse methaanemissies	X	X	X	toplaag	FID-screening en boxmetingen	éénmalig in iedere periode	neveneffecten, effectiviteit beluchting
afvalpakket	percolaatstand op onderafdichting	X	X	X	waterstand in pompput compartiment 6	meetlint	maandelijks	neveneffect
	zettingen, mechanische stabiliteit	X	X	X	zakbakens	meetlint	4 keer per jaar, 50 m grid	biodegradatie - kwalitatief
afvalmonsters	watergehalte, gloeiverlies	X		X	afvalmonsters	labanalyse	vooraf en achteraf	effectiviteit infiltratie
	respiratietest over 21 dagen	X		X	afvalmonsters		vooraf en achteraf	biodegradatie - kwantitatief
	uitloogtest (pH-stat)	X		X	mengmonster	prEN 14997	vooraf en achteraf	vervuilingspotentieel
	uitloogtest (schudtest)	X		X	afvalmonsters	EN 12457-2	vooraf en achteraf	vervuilingspotentieel
Afvalpakket/toplaag infiltratie en gasonttrekkingssysteem	uitloogtest (kolomtest)	X		X	mengmonster	NEN 7373	vooraf en achteraf	vervuilingspotentieel
	scheuren in de toplaag op taluds en bij kades, leidingbreuk technische systemen, uittreding water bovenop, bij taluds of bij kades, waarneembare geur	X	X	X	visuele inspectie		wekelijks bij opstart of verandering regime. Tweewekelijks in geval van stationair draaiende situatie.	risicobeheersing
meteorologische data	temperatuur, atmosferische druk, neerslag, luchtvochtigheid, windsnelheid		X		lokaal weerstation		dagelijks	interpretatie algemeen, effectiviteit infiltratie
geoelectrische metingen		X	(X)	(X)	op afvalpakket		incidenteel, 2 à 3 keer in de gehele periode	effectiviteit infiltratie
tracer test				X	percolaatopvang		éénmalig	inzicht hydrologie



## 8.3 Invulling monitoringprogramma

### 8.3.1 Meting percolaat hoeveelheid en -samenstelling

#### **Algemeen**

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

#### **Aanpassing percolaatdrainage, percolaatput.**

Het drainagesysteem op compartiment 3 en ook 4 bestaat uit twee gescheiden delen met elk een afzonderlijke pompput (PP3 en PP4). De monitoring van zowel de hoeveelheid percolaat als de percolaatsamenstelling gebeurt voor alle twee percolaatdrainagesystemen afzonderlijk. Het hier beschreven monitoringprogramma vindt daarom plaats in tweevoud. Indien dit tijdens het project noodzakelijk blijkt, bestaat de mogelijkheid om de vier drainagebuizen afzonderlijk te bemonsteren. Dit vraagt echter wel om een aanpassing van de percolaatput zelf. Deze aanpassing kan worden gerealiseerd, indien afzonderlijke monitoring van drainagebuizen noodzakelijk blijkt. Bij de realisatie van de pilot wordt hier niet op geanticipeerd.

#### **Percolaatsamenstelling**

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

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

1. Monitoring met een hoge frequentie: Dit wordt op de volgende manier uitgevoerd:
  - Ec wordt met een sensor continu gemeten (incl. temperatuur) en geregistreerd met een zeer hoge frequentie (1x per 15 min);
  - Eh, pH, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> en DOC worden 1 keer per twee weken gemeten door middel van het nemen van monsters en een combinatie van laboratorium en/of veld metingen. Het meten van pH en EC in het laboratorium is minder zinvol omdat de monsters in het veld zullen worden geconserveerd om eventuele invloeden van redox verandering, neerslagvorming etc. te minimaliseren. De meetfrequentie kan worden gereduceerd tot eens per maand als blijkt dat de concentraties relatief constant zijn.
2. Monitoring met een gemiddelde frequentie: Minimaal om de twee maanden bemonsteren van het percolaat en analyseren op macro parameters in het laboratorium: Na, K, Ca, Mg, Si, Al, Fe(tot), Mn(tot), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub>(tot), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>kj</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup>, TOC, F<sup>-</sup>, en DOC. Eh en pH worden bepaald door middel van veldmetingen.
3. Monitoring met een lagere frequentie (indien mogelijk): Tijdens de nulmeting zullen concentraties van As, Ba, Cd, Cr (tot), Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, Zn tweemaandelijks worden gemeten. Wanneer wordt geconcludeerd dat concentraties laag zijn, bijvoorbeeld in relatie tot de ETW, dan kan tijdens de beheersperiode van de pilot de frequentie worden gereduceerd tot eens per half jaar. Tijdens de eerste twee analyses van de nulmeting zal het pakket worden aangevuld met een uitgebreider micro-pakket: BTEXN, Min. Olie, VOCI, Fenol, PAK. Indien relevant zullen deze metingen ook met een frequentie van eens per twee maand worden voortgezet. Anders wordt ook voor deze componenten overgegaan tot een frequentie van eens per half jaar.



### ***Percolathoeveelheid***

De productiesnelheid en de samenstelling van het percolaat hangt sterk samen met de dynamiek in neerslag. Om hier een goed beeld van te krijgen is het belangrijk om continu de percolaat flux uit het drainage systeem te meten. Door een keuze van een geschikte regeling zal in perioden met meer percolaatvorming ook meer percolaat afgevoerd gaan worden. Hiermee wordt een zo nauwkeurig mogelijk beeld verkregen van de percolaatafvoer (en dus vorming) in de tijd en is het mogelijk de invloed van veel neerslag op de percolaatsamenstelling in beeld te brengen. Tegelijkertijd wordt voorkomen dat de waterstand op de onderafdichting te veel toeneemt. In deze opstelling geeft het peil in de put een goede benadering van de waterstand in het stortlichaam en daarmee op de afdichting van de stortplaats.

De pompput voor compartiment 3 en 4 zijn voorzien van een debietmeter. Elke 15 minuten worden de cumulatieve debieten gelogd evenals de actuele percolaatpeilen in de pompputten. Daarnaast worden in- en uitslag en draaiuren van de pompen gelogd.

### ***Infiltratie als gevolg van neerslag, run-off***

Op de Kragge 2 wordt lokaal een nauwkeurige registratie van meteodata bijgehouden (regenvol, temperatuur, atmosferische druk, luchtvochtigheid, windsnelheid en -richting) met een logging van 1x per 15 min.

### ***Infiltratie en spui van percolaat***

De hoeveelheid percolaat die door het afvalpakket wordt geproduceerd (zie hierboven) en het deel dat wordt gerecirculeerd en het deel dat wordt gespuid, wordt continu gemeten. De samenstelling van gerecirculeerd en gespuid percolaat is gelijk aan de samenstelling van het geproduceerd percolaat en hoeft dus niet separaat te worden gemeten.

### ***Conditionering percolaat***

De hoeveelheid percolaat die door de PWZI wordt geconditioneerd (bijvoorbeeld nitrificatie van het percolaat, voordat het wordt gerecirculeerd) zal worden gemeten. De samenstelling van het influent is gelijk aan de samenstelling van het geproduceerd percolaat en hoeft dus niet separaat te worden gemeten. De samenstelling van het effluent zal worden vastgesteld, voor de relevante componenten (in geval van nitrificatie zijn dit  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{NO}_2^-$ ).

## **8.3.2 Uitloogpotentieel van het afval**

Bepaling van de actuele afvalsamenstelling in het afvalpakket gebeurt aan de hand van monsternamen en analyse van afvalmonsters. Hierbij gaat het niet alleen om bepaling van de resterende hoeveelheid biodegradeerbare organische koolstof, maar ook om een bepaling van het emissiepotentieel van het materiaal. De wijze van afvalbemonstering en voorbehandeling van het afval is gebaseerd op de ervaringen bij het karakteriseren van de pilot van een bioreactor te Landgraaf, uitgevoerd in het kader van Duurzaam Storten. Hierbij bleek afval te bestaan uit een fractie van fijn, deels vergaan materiaal ( $\ll 5\text{-}10\text{ cm}$ ) en een deel niet of slecht afbreekbaar grover materiaal. De monsternamen richten zich vooral op de fijnere fractie, waarbij ook het aandeel van deze fijnere fractie op totaal afval wordt vastgesteld. Het emissiepotentieel en ook het resterend gaspotentieel wordt vooral door deze fijnere fractie bepaald<sup>6</sup>.

Monsters worden genomen van dit fijnere materiaal. De monstergrootte is ongeveer 20 liter. Monsters worden vervolgens gedroogd, waarbij het gewichtsverlies bij droging wordt ingewogen. Inerte materialen (stenen, plastics,

---

<sup>6</sup> Dit is een essentieel verschil in vergelijking met bijvoorbeeld calorische waarde bij verbranding van het materiaal. Dat wordt vooral bepaald door het grover materiaal en dat is een stuk lastiger te bemonsteren.



metalen voorwerpen) worden afgescheiden, waarbij zowel het inert als het residu wordt ingewogen. Het residu (het resterend materiaal na scheiding van inert) wordt mechanisch verkleind tot een fractie van kleiner dan 1 cm.

Analyses richten zich op:

- Het resterend gaspotentieel, wordt vastgesteld in een respiratietest over 21 dagen. Een aantal mengmonsters zullen worden geanalyseerd;
- Een set aan verschillende uitloogtesten: Een kolomtest op een mengmonster om de uitloogbaarheid van het materiaal vast te stellen. Daarnaast wordt de uitloogbaarheid van het mengmonster bij verschillende pH vastgesteld, wat inzicht geeft in welke fysische processen de uitloogbaarheid bepalen. Tenslotte worden schudtesten uitgevoerd op deelmonsters, welke inzicht geven in de heterogeniteit van het materiaal.
- Speciering van organisch materiaal.

### 8.3.3 Meten diffuse emissies naar de lucht

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

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

### 8.3.4 Vaststellen effectiviteit van infiltratie

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 tijdens de nulmeting de stortgasonttrekking nauwkeurig bepaald als indicator voor de snelheid van afbraak onder niet-gestimuleerde omstandigheden. Bij een succesvolle maatregel zal de gevormde hoeveelheid organische koolstof (in de vorm van CO<sub>2</sub> of CH<sub>4</sub>) in het afgevoerde gas dus drastisch moeten toenemen.

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

- Het BZV, CZV en N<sub>kj</sub>-gehalte van het gevormde percolaat en de variatie daarin als gevolg van neerslag. Bij een succesvolle maatregel zullen deze concentraties initieel toenemen en pas in tweede instantie gaan dalen.
- Gidsparameters, waarvan de concentratie in het percolaat een goede indicatie geeft van het stadium waarin de biologische afbraak zich bevindt. Voorbeelden hiervan zijn de concentraties van Fe<sup>3+</sup> en DOC in combinatie met Eh en pH.
- Zettingen van het afvalpakket. Door versnelde afbraak kunnen verhoogde zettingen worden waargenomen.

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



### **Stortgasvorming**

De hoeveelheid gewonnen stortgas is de belangrijkste indicator voor succesvolle infiltratie. Stortgas wordt gewonnen van alle compartimenten op de Kragge 2. De registratie van de hoeveelheid en samenstelling van het gas vindt pas plaats bij de compressor en voor al het gas van alle compartimenten gezamenlijk. Hierbij wordt geaccepteerd, dat de totale gasvorming deels van het niet verduurzaamde deel afkomstig is. Uit metingen aan de individuele gasbronnen blijkt, dat de gasvorming uit de reeds afgedichte delen (compartiment 1 en 2) beperkt is. De schatting is, dat voorafgaand aan infiltratie ongeveer  $1/3^e$  van het gevormde gas afkomstig is van compartiment 3. Wanneer door percolaat-infiltratie de gevormde hoeveelheid gas op compartiment 3 zou verdubbelen, dan leidt dit tot 30% meer stortgas. Dit zou moeten kunnen worden teruggezien in een significante stijging van de stortgaswinning.

### **Zettingssnelheden**

Zettingen worden bijgehouden door het periodiek uitvoeren van hoogtemetingen aan de hand van zakbaken. De locatie van de huidige zakbaken staan weergegeven in onderstaande figuur.



**Figuur 19: Locatie van de zakbaken op De Kragge 2**

### **8.3.5 Aanvullende proeven**

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

### **Geofysische metingen**

Een belangrijk deel van het STW-project van TU Delft is het ontwikkelen en toepassing van geofysische meettechnieken om inzicht te krijgen in de aanwezige heterogeniteit in het stortlichaam. Het ligt in de lijn der verwachting dat er gedurende het nulsituatie onderzoek één of meerdere keren gemeten wordt op één of meer pilotlocaties. Geofysische metingen lijken vooral geschikt om de aanleg van infrastructuur bij pilots voor infiltratie. Uitvoeren van geofysische metingen op De Kragge 2 zal minder prioriteit hebben, maar kan niet geheel worden uitgesloten.



### ***Toepassing van experimentele sensoren om automatisch percolaat kwaliteit te monitoren***

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

### ***Uitvoering van hoge intensiteit bemonstering***

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

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

### ***Tracer-tests***

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





## 9 Uitvoering

### 9.1 Uitvoeringsvoorbereiding

#### 9.1.1 Detailontwerp

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

#### 9.1.2 Vergunningen

In hoofdstuk 3.3 is een analyse gemaakt van benodigde meldingen en vergunningaanvragen voor realisatie van De Kragge 2. Na realisatie van het definitieve ontwerp zal deze inventarisatie worden geactualiseerd.

### 9.2 Planning

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

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

### 9.3 Projectorganisatie

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



## 10 Rapportage/communicatie

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

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



## Referenties

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

Attero (2014): Voortgangsresultaten nulonderzoek IDS De Kragge 2, juni 2014, Attero Haelen.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scharff, H., Martha, A., van Rijn, D.M.M., Hensen, A., Flechard, C., Onk, H., Vroon, R., de Visscher, A., Boeckx, P., (2003): A Comparison of Measurement Methods to Determine Landfill Methane Emissions, NV Afvalzorg, Haarlem.



TCB (2012): Advies Duurzaam Stortbeheer Fase 1, 5 juli 2012, TCB A077(2012), Den Haag.

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

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

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

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

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



Bijlage 1: Afvalhoeveelheden op De Kragge 2, onder de afdichting en op de compartimenten 3 en 4.

Jaar	Grond en grondreinigingsresidu	Bouw- en slooafval	Bedrijfsafval	Shredder afval	Grof huishoudelijk afval	Slib- en composteerafval	Huishoudelijk afval	Totaal
Onder de afdichting:								
1990		54,487	47,562		10,898	16,407	20,259	149,613
1991		115,490	77,196		23,773	19,554	84,456	320,469
1992		70,860	56,559		21,559	31,350	86,448	266,776
1993		7,430	5,371	2	1,911	4,067	8,338	27,118
In compartiment 3 buiten afdichting:								
1993		66,873	48,340	15	17,195	36,599	75,038	244,058
1994		55,466	52,799	15	26,498	27,553	61,226	223,557
1995		41,585	50,484	2	24,277	36,000	61,214	213,562
1996		26,539	32,812	8	21,191	22,347	62,931	165,828
1997	5,283	11,494	22,778	23	27,714	21,248	18,231	106,771
1998	3,691	11,645	5,267	0	9,724	2,990	12,787	46,104
In compartiment 4:								
1998	2,401	7,577	3,428	0	6,327	1,946	8,321	30,000
1999	4,666	30,918	14,866	0	15,239	15,172	10,456	91,317
2000	0	16,091	92	0	16,885	15,731	56,085	104,884
2001	0	103,998	3,032	1,268	37,008	19,241	75,357	239,904
2002	0	3,677	22,481	1,228	18,070	12,765	29,085	87,306
2003	0	666	10,806	26	6,273	11,272	14,903	43,946
2004	7,473	0	16,862	10	1,841	3,616	5,361	35,163
2005	0	4,430	12,201	0	0	0	25,240	41,871
2006	3,303	74	3,933	199	12,420	111	25,933	45,973
2007	3,455	148	23,753	0	14,462	5,579	23,693	71,090
					totaal onder afdichting:			763,976
					totaal in niet afdicht deel compartiment 3:			999,880
					totaal in compartiment 4:			791,454
					totaal De Kragge 2:			2,555,310