

The logo for SenterNovem, featuring the text "SenterNovem" in a bold, black, sans-serif font. A blue arc is positioned above the "er" in "Senter", and a blue horizontal line is positioned below the "er" in "Novem".

SenterNovem

A photograph of a bright blue sky with scattered white clouds and a bright sun on the right side. The bottom of the image shows a green, rolling landscape. Overlaid on the sky are three white circles of varying sizes that overlap each other.

Handreiking Methaanreductie Stortplaatsen

In opdracht van

The logo for VROM, consisting of the word "VROM" in a white, sans-serif font inside a brown rectangular box. To the right of the box are three colored squares: a small brown circle, a red square, and a yellow square.

VROM

COLOFON

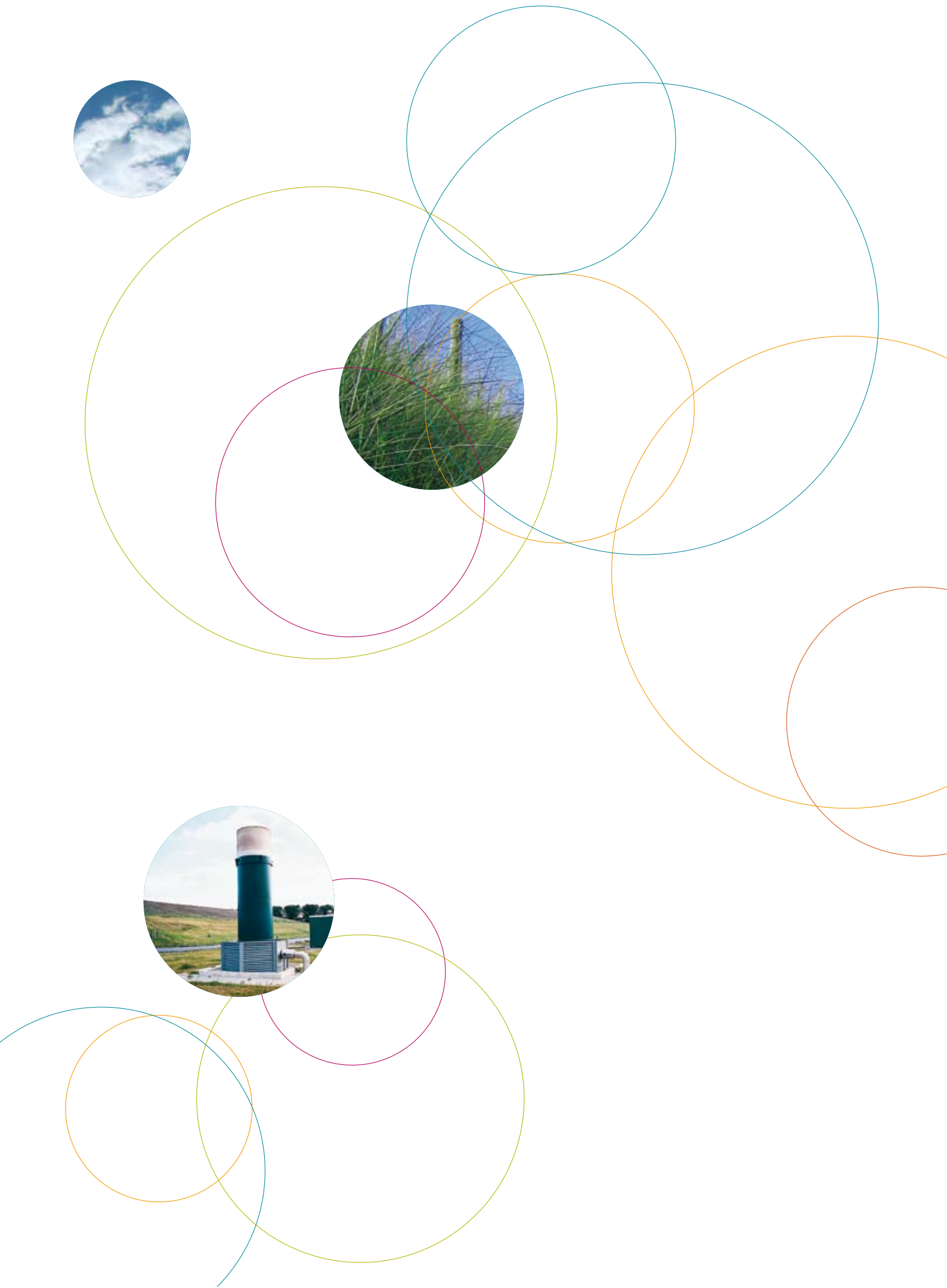
De inhoud van deze handreiking is opgesteld met inhoudelijke ondersteuning van Grontmij (ing. O. Coops, ir. L. Luning), TNO (ir.H. Oonk) en Royal Haskoning (ing. A.A.M. Boerboom). Een werkgroep met vertegenwoordigers van het Ministerie van VROM, de Vereniging Afvalbedrijven, de stortplaatexploitanten en het Bevoegd Gezag (de provincies) heeft het project begeleid.

Opdrachtgever	SenterNovem, Utrecht
Tekst:	Hendrixx Van der Spek, Bussum
Ontwerp:	FUNCKE communications & design, Haarlem.

Deze handreiking is tot stand gekomen in het kader van ROB, het programma voor de reductie van niet-CO₂ broeikasgassen van de ministeries van VROM, EZ en LNV. Dit programma wordt gefinancierd door VROM en uitgevoerd door SenterNovem. De doelstelling is een bijdrage te leveren aan het halen van de Nederlandse Kyoto-doelstellingen voor reductie van niet-CO₂ broeikasgasemissie in 2010.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Beoordeling winbare hoeveelheid stortgas	7
3	Ontwerp bronnen en installatie	11
3.1	Onttrekkingsbronnen	11
3.2	Leidingensysteem	14
3.3	Afzuiginstallatie	15
3.4	Benuttingsinstallatie en fakkel	15
4	Beheer van het systeem	19
5	Aanvullende maatregelen op BBT	21
5.1	Bijplaatsen extra bronnen	21
5.2	Emissiereductie in de taluds	24
5.3	Extra aandacht voor onttrekken tijdens exploitatie	28
5.4	Onttrekken en verwerken van stortgas met lage kwaliteit	31
5.5	Stimuleren van methaanoxidatie in de toplaag	32
	Bijlage 1: Stortgaswinning en -benutting	37
	Bijlage 2: Juridisch kader	39
	Bijlage 3: Kosteneffectiviteit en voorbeeldberekeningen	41
	Begrippenlijst	48
	Literatuurlijst	50



1 • Inleiding

Methaanemissies uit stortplaatsen dragen in belangrijke mate bij aan het broeikaseffect. In de afgelopen jaren is de methaanemissie uit stortplaatsen flink gedaald. Dit onder meer dankzij stortgaswinning en -benutting en als gevolg van een daling van het afvalaanbod, met name van het gemakkelijk afbreekbare koolstof. Dit heeft geresulteerd in een emissiedaling van naar schatting 572 kton methaan (12 Mton CO₂-equivalenten) in 1990 naar 323 kton methaan (7 Mton CO₂-equivalenten) in 2003. Ongeveer de helft van deze emissie komt vrij op stortplaatsen die nog in exploitatie zijn. Voor de periode 2008-2012 zal de emissie voor alle stortplaatsen verder dalen tot rond de 4 Mton CO₂-equivalenten. Ter vergelijking: de gepubliceerde totale Nederlandse broeikasgasemissies in 2003 zijn circa 215 Mton CO₂-equivalenten.

Hoewel het de goede kant op gaat, vergen de methaanemissies van stortplaatsen toch nog enige aandacht. In deze handreiking vindt u richtlijnen om deze emissies verder te beperken. Daarbij gaat het in de eerste plaats om gebruikmaking van de zogenaamde 'beste beschikbare techniek' (verder BBT) voor stortgaswinningsinstallaties op alle operationele stortplaatsen. Hiermee wordt voldaan aan het Stortbesluit bodembescherming. Toepassen van BBT is een minimale eis op het gebied van ontwerp en beheer van dergelijke installaties. Het vaststellen van deze BBT op specifieke locaties is in de praktijk echter complex.

Doel en doelgroep

Deze handreiking bevat richtlijnen en adviezen gericht op de optimalisering van stortgaswinning.

De handreiking is gericht op vergunningverleners en exploitanten; u kunt aan de hand van deze tekst beoordelen of de inrichting en het beheer van de stortgaswinning en -verwerking aan de eisen van het Stortbesluit bodembescherming voldoen. De richtlijnen moeten er in de eerste plaats voor zorgen dat de stortgaswinning en verwerking is ingericht conform BBT.

De richtlijnen hebben betrekking op stortplaatsen die in gebruik zijn en op nieuw op te richten stortplaatsen, voor zover daar sprake is van voldoende stortgasvorming. Ze hebben dus geen betrekking op stortplaatsen die op grond van artikel 6a, lid 4 van het Stortbesluit bodembescherming geen verplichting tot onttrekking hebben.

Daarnaast bevat de handreiking suggesties voor verdergaande beheersmaatregelen om methaanemissie te beperken. Het gaat om maatregelen zoals bijplaatsen van extra bronnen, methaanemissiereductie in de taluds, extra aandacht voor gasonttrekking tijdens de exploitatie, gas onttrekken van lagere kwaliteit en stimuleren van methaan-oxidatie in de toplaag. Deze maatregelen zijn reeds gedemonstreerd en zijn technisch goed uitvoerbaar. De vergunningverlener kan samen met de stortplaatsexploitant besluiten om een of meer van deze maatregelen in te voeren. Hiertoe moet de afweging gemaakt worden tussen de kosten en het verwachte milieurendement voor de specifieke situatie.

De handreiking sluit aan bij de Evaluatienota Klimaatbeleid; in deze nota staat de eis geformuleerd dat stortplaatsen dienen te voldoen aan de beste beschikbare techniek. Verder is verondersteld dat de lezer bekend is met het Stortbesluit bodembescherming (laatstelijk gewijzigd op 14 juni 2006, Stb.2006, 308) en de NeR (2006), de Nederlandse emissierichtlijn lucht. Tot slot is ervan uitgegaan dat de lezer toegang heeft tot de Handleiding Stortgaswinning.

Opzet van dit document

De opzet van deze handreiking is als volgt:

- Hoofdstuk 2 behandelt de beoordeling van de winbare hoeveelheid stortgas. U vindt er de relevante vragen waarmee inzicht te verkrijgen is op welke manier de vormings- en winningsprognoses tot stand zijn gekomen.
- In hoofdstuk 3 wordt het ontwerp van de verschillende onderdelen van de installaties voor de onttrekking, winning en verwerking van stortgas uitgewerkt. Aansluitend worden in hoofdstuk 4 de beheersaspecten daarvan besproken, zoals goede monitoring en eventuele bijsturing. Centraal in deze twee hoofdstukken staat het volgen van BBT.
- Daarnaast treft u in hoofdstuk 5 een beschrijving aan van mogelijke maatregelen die aanvullend zijn op BBT.
- Bijlage 1 geeft aanvullende informatie over stortgaswinning en -benutting.
- In bijlage 2 staat verdere achtergrondinformatie over het juridisch kader van stortgaswinning en -benutting.
- In bijlage 3 zijn een aantal voorbeeldsituaties geschetst waarbij analyses van de kosteneffectiviteit van maatregelen zijn gemaakt, op basis van de verwachte kosten en emissiereducties.
- Tot slot treft u een lijst van de in deze handreiking gebruikte begrippen en een literatuurlijst aan.

2 · Beoordeling winbare hoeveelheid stortgas

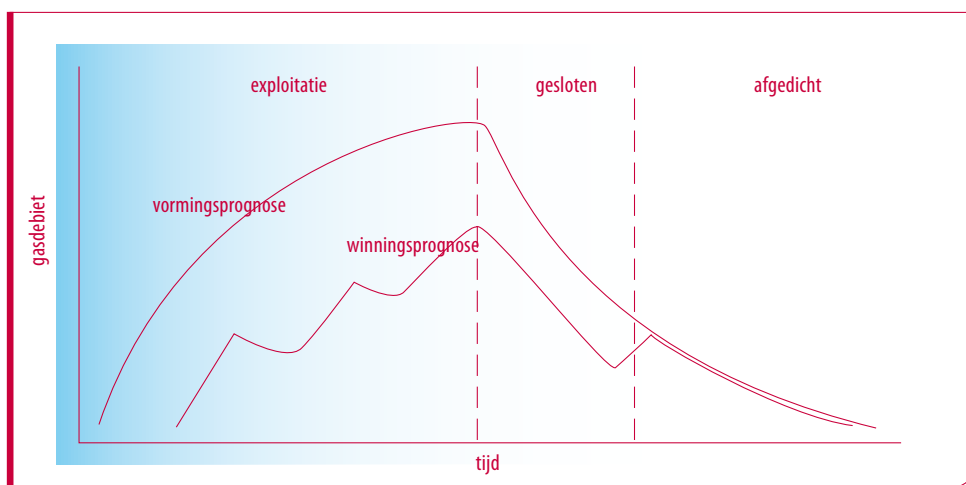
De eerste stap bij het beoordelen van een systeem voor stortgaswinning is een beoordeling van de prognose van de stortgasvorming. Deze vormingsprognose vormt immers de basis voor de dimensionering van het systeem.

Dergelijke prognoses worden doorgaans opgesteld door een ingenieursbureau, veelal gebaseerd op een combinatie van gepubliceerde literatuur op dit gebied en empirische ervaringen. Het proces dat leidt tot de totstandkoming van de verschillende prognoses voor stortgasvorming en -winning kan in de regel goed beoordeeld worden op zijn uitgangspunten. De onderstaande informatie kunt u daarbij als leidraad gebruiken.¹

Vorming en winning

Bij de beoordeling van een vormingsprognose is het allereerst van belang dat u een goed beeld hebt van de hoeveelheid afval en de samenstelling daarvan. Daarbij gaat het om zowel aanwezig afval als afval dat in de toekomst nog gestort gaat worden. De samenstelling van het afval bepaalt het gehalte aan organisch afbreekbaar koolstof. Dit *koolstofgehalte* bepaalt weer hoeveel stortgas er in de loop van de tijd kan vrijkomen. Hoe meer organisch materiaal, hoe hoger het koolstofgehalte en hoe meer stortgas er op termijn vrijkomt.

De biochemische processen waardoor stortgas gevormd wordt, verlopen langzaam. Hierdoor komt het stortgas vertraagd vrij: in het begin relatief veel, in latere jaren steeds minder. Daarbij hanteren we een zogenaamde *halfwaardetijd*. Dit resulteert in een *vormingscurve* met volgende algemene kenmerken: in de exploitatiefase stijgt de hoeveelheid gevormd stortgas vrij snel als gevolg van de toenemende hoeveelheid afval op de stortplaats, om in de daaropvolgende jaren te dalen (afhankelijk van de halfwaardetijd).



Figuur 1: Principegrafiek van een vormings- en winningscurve van stortgas

Vervolgens wordt het winningsrendement geschat. Voor een optimale winning is het aan te bevelen om bij de winning van stortgas de vormingscurve zo goed mogelijk te volgen. Hoe dichter de winningscurve de vormingscurve benadert, hoe hoger het winningsrendement is. Zoals de grafiek illustreert, is het winningsrendement in de

¹Het in dit hoofdstuk gegeven inzicht in de totstandkoming van prognose van stortgasvorming en -winning heeft uitsluitend als doel het beoordelen van het ontwerp van stortgaswinningsinstallaties en **niet** het bepalen van de restemissie van methaan uit de stortplaats.

exploitatiefase doorgaans minder hoog. Dit komt doordat gaswinning tijdens exploitatie moeilijker is. Bij compartimentsgewijze opbouw van een stortplaats wordt soms een zaagtand verkregen omdat de winning compartiment na compartiment wordt opgestart. Zodra een stortplaats definitief afgedicht is, wordt veelal een winningsrendement van 95-100 % aangenomen.

Om gevoel te krijgen of de vormings- en winningscurves op een weldoordachte manier tot stand zijn gekomen, zijn de volgende vragen van belang:

- **Is de inschatting van de hoeveelheid en samenstelling van het afval op een goede manier tot stand gekomen?**

AANDACHTSPUNTEN:

- Historische gegevens zijn vooral bij oudere stortplaatsen vaak moeilijk te achterhalen. De exploitant of het ingenieursbureau dient een weloverwogen schatting van hoeveelheid en samenstelling te maken op basis van de beschikbare gegevens.
- Gegevens over nog te storten afval dienen qua hoeveelheid en samenstelling overeen te komen met de vergunningsaanvraag of vergunning.

- **Stemmen de koolstofgehalten waarmee het ingenieursbureau rekent overeen met de samenstelling van het afval dat aanwezig is of verwacht wordt op de stortplaats?**

Per afvalcategorie wordt de hoeveelheid organische droge stof (o.d.s.) of organische afbreekbare koolstof (C) per eenheid berekend (koolstofgehalte). De ervaring leert dat vervolgens ongeveer 50 à 60 % van dit organisch materiaal geleidelijk wordt omgezet naar stortgas. Dit is de basis voor de berekening van de vormingsprognose. Niet-gescheiden huishoudelijk afval heeft bijvoorbeeld een gaspotentieel van 100-150 Nm³/ton stortgas. Afval met minder organisch materiaal heeft een lager potentieel.

- **Welke halfwaardetijden zijn gehanteerd? Stemmen deze halfwaardetijden overeen met de aard van het gestorte en verwachte afval?**

Bij afval dat gedomineerd wordt door huishoudelijk afval wordt meestal een halfwaardetijd aangehouden van zeven jaar. Dat betekent dat de helft van al het stortgas in de eerste zeven jaar wordt gevormd, 25 % in de tweede zeven jaar; 12,5 % in de derde zeven jaar, et cetera. Bij afval met minder goed afbreekbaar organisch materiaal kunnen langere halfwaardetijden (10 tot 15 jaar) gelden.

AANDACHTSPUNTEN:

- De gehanteerde halfwaardetijd moet zijn afgestemd op de aard van het te storten afval.
- Bij het gebruik van één gemiddelde halfwaardetijd voor alle afval moet dit overeenkomen met de verhouding tussen de hoeveelheden snel en langzaam afbreekbaar afval.

- **Is er bij het opstellen van de winningsprognose op goede wijze naar gestreefd de vormingscurve zo dicht mogelijk te benaderen?**

De prognose voor stortgaswinning wordt gebaseerd op de prognose voor stortgasvorming en een aangenomen winningsrendement. Dit rendement hangt af van:

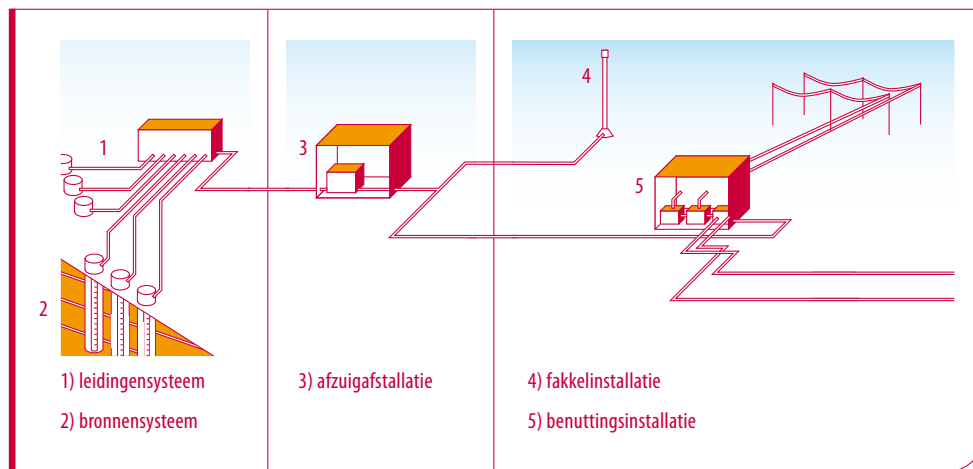
- de geometrie (hoogte, diepte en vorm) van de stortplaats;
- de fase waarin de stortplaats zich bevindt;
- de soort afwerking van de stortplaats;
- het ontwerp van het gaswinningsysteem.

AANDACHTSPUNTEN:

- Tijdens de exploitatie kan er al stortgas gewonnen worden, zodat er voldaan wordt aan de eisen in het Stortbesluit bodembescherming. Hoe eerder gestart wordt met de winning, hoe dichter de winningscurve de vormingscurve zal benaderen. Dit kan bijvoorbeeld door de winningsinstallatie op te bouwen en in gebruik te nemen gelijktijdig met het ophogen van de stortplaats.
- Ook het variëren van de keuze van verwerking in de tijd kan bijdragen aan een optimaal winningsrendement. (Zie verder hoofdstuk 3.4.)
- Het opstellen van een vormingsprognose is inherent moeilijk. In werkelijkheid kan de vorming zo'n 20-25 % boven of onder de prognose liggen. Hetzelfde geldt voor de winningsprognose. Met het streven naar een optimaal winningsrendement moet hier rekening mee gehouden worden.

3 • Ontwerp bronnen en installatie

Bij de inrichting van de stortgaswinning en -verwerking is het van groot belang dat de bronnen voor onttrekking van stortgas op de juiste wijze worden aangelegd. Daarnaast kunt u de nodige eisen stellen aan het leidingensysteem, de afzuiginstallatie en de benuttingsinstallatie of fakkel. Al deze onderdelen moeten voldoen aan de standaard van BBT (voor de definitie van BBT zie Bijlage 3 *Juridisch Kader*).



Figuur 2: Schematische weergave van een doorsnee stortgaswinnings- en benuttingsinstallatie met de te onderscheiden onderdelen

De onderstaande richtlijnen zijn zowel bedoeld om bestaande systemen mee te kunnen evalueren als om nieuwe ontwerpen te kunnen beoordelen.

3.1 Onttrekkingsbronnen

Er bestaan verschillende soorten onttrekkingsbronnen. De toepassing van verticale bronnen is het meest voorkomend en BBT. Omdat een afvalpakket vaak uit horizontale lagen bestaat, is de doorlatendheid van het afval horizontaal groter dan verticaal. Gas stroomt daardoor het gemakkelijkst naar een verticale onttrekkingbron, omdat die alle horizontale lagen ontsluit. Het ontwerp is in de praktijk uitgekristalliseerd en staat beschreven in de Handleiding Stortgaswinning.

AANDACHTSPUNTEN BIJ HET ONTWERP VAN VERTICALE ONTTREKKINGSBRONNEN:

- Een bron bestaat uit een schacht met een diameter van 80 tot 120 cm, waarin een PE-buis met een diameter van 110 tot 200 mm is geplaatst.
- Het onderste deel van de buis is gesleufd (het filter).
- De bronbuis is omstort met grind en aan de bovenzijde voorzien van een gasdichte afsluiting.

Zie verder Handleiding Stortgaswinning, § 3.5 waarin het ontwerp verder is gedetailleerd.

Daarnaast worden andere systemen toegepast die als gelijkwaardig moeten worden beschouwd, zoals horizontale winningssystemen en gasgangen. Het ontwerp hiervan staat gedetailleerd beschreven in de *Handleiding Stortgaswinning*, paragraaf 3.6.

Bij het beoordelen van het ontwerp van de huidige of toekomstige stortgaswinning kunt u verder de volgende vragen stellen:

- **Zijn de onderlinge bronafstanden dusdanig dat stortgas optimaal kan worden onttrokken?**

Afhankelijk van het gekozen bronnensysteem bestaan er optimale bronafstanden. De Handleiding Stortgaswinning geeft hiervan een overzicht (zie tabel 3.1 in de Handleiding). Doel is altijd om de bronafstanden afhankelijk van de specifieke situatie zodanig te kiezen dat stortgas optimaal onttrokken kan worden en een maximale winning wordt nagestreefd.

OVERWEGINGEN BIJ HET BEOORDELEN VAN DE BRONAFSTANDEN VAN VERTICALE BRONNEN:

- De afstand tussen verticale bronnen is in de regel 70 m, conform de Handleiding Stortgaswinning,
- Soms hanteert men grotere bronafstanden (~100 m) in combinatie met een kleinere bronafstand (~60 m) tussen de bronnen bij de taluds. Stortgas kan zich gemakkelijker in horizontale dan in verticale richting door het afval verplaatsen. Daardoor komt vooral bij de taluds veel stortgas vrij. Een systeem met relatief meer bronnen bij de taluds en relatief minder bronnen elders kan daarom gelijkwaardig zijn aan een systeem met overal 70 m tussen de bronnen.

- **Moeten er bronnen worden bijgeplaatst bij bestaande onttrekkingsystemen?**

Als uit het voorgaande blijkt dat er in de basisopzet van de onttrekking te weinig bronnen staan of als gebleken is dat oude bronnen niet meer naar behoren functioneren, is het BBT om bronnen bij te plaatsen. Dit kan door putten te boren of te graven in het afvalpakket. Vervolgens wordt de gasbuis geplaatst, die wordt omstort door een grindkoffer. De bron kan dan worden aangesloten op het onttrekkingsstelsel.

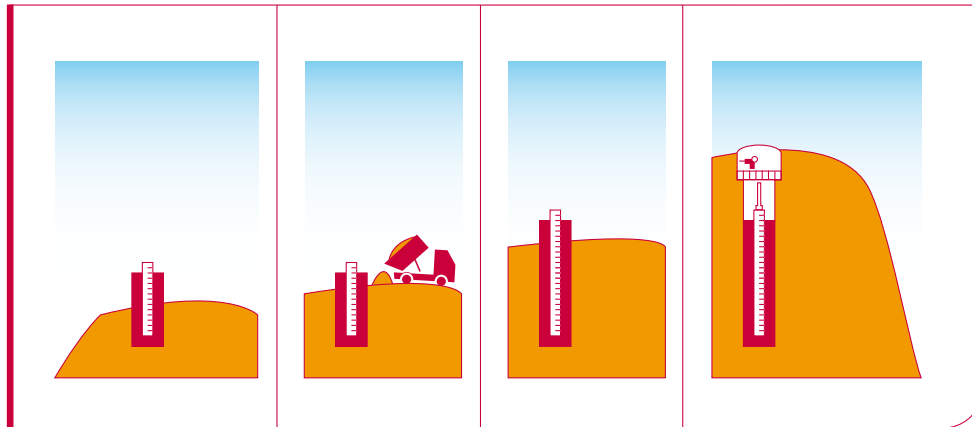
OVERWEGINGEN BIJ HET BIJPLAATSEN VAN BRONNEN:

Er zijn geen technische belemmeringen om het aantal bronnen van een bestaande onttrekking achteraf uit te breiden of bestaande niet-functionerende bronnen te vervangen. Hiermee kan een slecht functionerend gasonttrekkingsstelsel verbeterd worden.

Zie verder de aanvullende maatregel 5.3, Bijplaatsen extra bronnen.

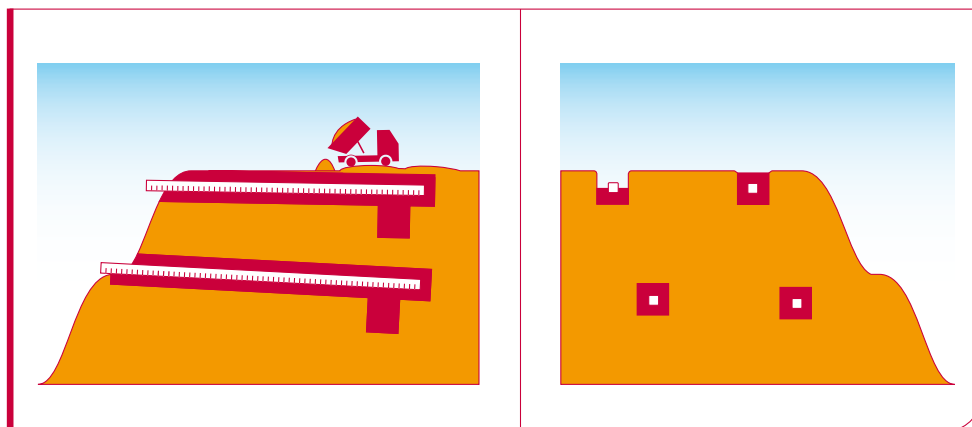
- **Worden geplande bronnen opgebouwd gelijktijdig met het ophogen van de stort?**

De gangbare wijze van realiseren van *verticale* bronnen is het optrekken van de bronnen tijdens de exploitatie. Deze manier van aanleggen staat beschreven in de Handleiding Stortgaswinning, paragraaf 3.3.



Figuur 3: Verticale onttrekkingsbron aangelegd tijdens exploitatie

Horizontale bronnen worden tijdens exploitatie op verschillende hoogten liggend in de stort aangebracht en via gasregelkisten aangesloten op de hoofdgasleiding. Na aansluiting wordt er verder gestort over een aangesloten bron. Ook hiervoor wordt verwezen naar de Handleiding Stortgaswinning paragraaf 3.3.



Figuur 4: Horizontale onttrekkingsbron aangelegd tijdens exploitatie

- **Kunnen de (in opbouw zijnde) bronnen reeds tijdens het storten in gebruik worden genomen?**

Het is BBT om zo mogelijk reeds tijdens het ophogen van de stort met actieve onttrekking te beginnen. Hierbij wordt veelal gebruikgemaakt van tijdelijke leidingen. In enkele gevallen wordt gas aan de onderzijde onttrokken. Deze methode is weliswaar gelijkwaardig, maar niet overal toepasbaar door mogelijke problemen met zettingen en ontstaan van watersloten. In zo'n geval dient men rekening te houden met vervanging van een dergelijke aansluiting door een aansluiting aan de bovenzijde.

OVERWEGINGEN BIJ HET IN GEBRUIK NEMEN VAN BRONNEN TIJDENS DE EXPLOITATIE:

- Op kleine stortoppervlakten kan onevenredig veel hinder van de stortactiviteit plaatsvinden.
- Bronnen kunnen over het algemeen pas in gebruik genomen worden als het afvalpakket meer dan vijf meter dik is. Bij een dunner afvalpakket ontstaat gemakkelijk luchtinzuging.
- Door de stortactiviteiten in een compartiment in opbouw moeten leidingen regelmatig verlegd en mogelijk tijdelijk buiten bedrijf worden gesteld.

Zie ook 5.3 Extra aandacht voor onttrekken tijdens exploitatie voor meer gedetailleerde informatie.

3.2 Leidingensysteem

Het leidingensysteem verzamelt het gewonnen stortgas en transporteert dit naar de afzuiginstallatie. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van een van de volgende vier leidingensystemen: aparte leidingen per bron, hoofdleidingen, ringleidingen of clusters. Een systeem met hoofdleidingen wordt het meest toegepast, maar is niet per definitie beter dan de andere. Alle vier de vormen worden als BBT beschouwd.

Ook de ontwerpgrondslagen voor het leidingensysteem uit de Handleiding Stortgaswinning worden beschouwd als BBT. Deze grondslagen hebben onder meer betrekking op afschot, flexibiliteit en beheersing van het condenswater door het aanbrengen van sifons. Deze ontwerpgrondslagen worden beschreven in hoofdstuk 4 van de Handleiding Stortgaswinning.

Bij de beoordeling van het leidingensysteem kunt u verder de volgende vragen stellen:

- **Zijn er regelkleppen in het leidingensysteem aangebracht, zodat alle bronnen afzonderlijk van elkaar ingeregeld kunnen worden?**

Volgens BBT dienen leidingen voorzien te zijn van regelkleppen. Regelkleppen maken het mogelijk om elke bron afzonderlijk te regelen zodat de hele installatie geoptimaliseerd kan worden met betrekking tot maximale onttrekking. Bronnen met te veel luchtinzuging kunnen worden dichtgedraaid, bronnen van erg hoge gaskwaliteit kunnen verder worden opengedraaid.

- **Is de diameter van de leidingen gebaseerd op de maximaal winbare hoeveelheid stortgas (conform prognose)?**

De diameter van de leidingen moet zodanig zijn dat de maximale hoeveelheid winbaar stortgas kan worden onttrokken. De diameter kan bepaald worden door middel van gasstromingsberekeningen. Hierbij wordt een veiligheidsmarge in de wandruwheid voor nat gas in acht genomen.

3.3 Afzuiginstallatie

De afzuiginstallatie regelt de onderdruk in het onttrekkingsstelsel. Bij het beoordelen van de afzuiginstallatie is de volgende vraag van belang:

- **Is de capaciteit van de afzuiginstallatie zodanig dat de maximaal geprognosticeerde hoeveelheid winbaar stortgas kan worden onttrokken?**

BBT is om de capaciteit zodanig te kiezen dat ook de maximaal geprognosticeerde gaswinning kan worden onttrokken. Bij deze keuze dient rekening te worden gehouden met de omrekening van Nm³ (als gehanteerd in de prognose) naar bedrijfs-m³ (als gespecificeerd voor de afzuiginstallatie).

AANDACHTSPUNT BIJ ONTTREKKING:

De capaciteit van de afzuiginstallatie dient regelbaar te zijn, waardoor ook op bijvoorbeeld 20% van de capaciteit kan worden onttrokken.

3.4 Benuttingsinstallatie en fakkel

Afhankelijk van de kwaliteit van het onttrokken stortgas kan het gewonnen gas worden benut of worden gefakkeld. Benutten of minimaal fakkelen is een verplichting uit het Stortbesluit.

Benutting kan op verschillende manieren:

- in een gasmotor;
- in stookinstallaties ketel, oven of boiler;
- door het stortgas op te werken naar aardgaskwaliteit.

In alle gevallen dient een eventueel overschot aan gas naar de fakkel geleid te worden.

Benutting met behulp van een gasmotor is de meest toegepaste vorm en BBT. De andere vormen zijn gelijkwaardig. De keuze voor de soort benutting is van invloed op de eisen aan de kwaliteit van het stortgas. Voor opwerking tot aardgaskwaliteit is een betere kwaliteit (lees hoger methaangehalte) stortgas noodzakelijk dan voor benutting in gasmotoren of in een stookinstallatie.

Bij de beoordeling van de wijze van verwerking kunt u de volgende vragen stellen:

- **Is de juiste keuze gemaakt tussen fakkelen en benutten?**

OVERWEGINGEN BIJ DE KEUZE TUSSEN FAKKELEN EN BENUTTEN:

- Vanuit milieuhygiënisch oogpunt is maximale winning belangrijker dan maximale benutting. Keuze voor benutting wordt vanuit economisch oogpunt gemaakt.
- Indien de gaskwaliteit in de tijd varieert kan het daarom aantrekkelijk zijn om ook de verwerking te variëren. Zo kan de verwerking in de eerste fase via de fakkel plaatsvinden, vervolgens via benutting en als de kwaliteit van het gas weer afneemt opnieuw via de fakkel.

Zie ook achtergronden bij winning en benutting in bijlage 1.

- **Is de installatie afgestemd op de onderkant van de bandbreedte van de verwerkbare capaciteit?**

Afhankelijk van de wijze waarop het onttrokken stortgas verwerkt gaat worden is een andere kwaliteit (lees methaangehalte) van het stortgas vereist (zie tabel 1). Elke wijze van verwerking kent een bepaalde minimaal benodigde kwaliteit en debiet om bedrijfszeker te functioneren. Hoe harder aan het stortgas getrokken wordt (groter debiet), hoe lager doorgaans de kwaliteit van het stortgas, maar hoe meer methaan uiteindelijk wordt onttrokken.

Het is BBT om te streven naar een zo laag mogelijk methaangehalte voor de gekozen verwerking, maar met behoud van voldoende bedrijfszekerheid.

Bijvoorbeeld het inregelen van de onttrekking op 45% methaan voor verwerking in een fakkel is vanuit milieuoogpunt beter dan het inregelen van de onttrekking op 50% voor dezelfde verwerking in de fakkel.

OVERWEGINGEN BIJ DE AFSTELLING VAN DE INSTALLATIE:

- De bedrijfszekerheid van de installatie moet gegarandeerd blijven. Bij sturen op de onderkant van de verwerkbare kwaliteit moet rekening worden gehouden met optredende fluctuaties in gaskwaliteit. (Zie tabel 1 voor het bereik van methaanpercentages bij verschillende toepassingen.)
- Afhankelijk van de motorleverancier zijn bij bestaande gasmotoren aanpassingen aan de gasstraat mogelijk, waarmee de installatie voor een lage verwerkbare kwaliteit geoptimaliseerd kan worden.
- Bij het streven naar een maximale onttrekking moet rekening worden gehouden met de kans op luchtinzuiging. Het zuurstofgehalte mag wegens explosiegevaar nooit boven de 5% uitkomen.

Tabel 1: Bereik methaanpercentages voor verschillende toepassingen

	40%	45%	50%	55%	60%	Benutting
Fakkelinstallatie						-
Electriciteitsproductie in gasmotor						+
Directe benutting van stortgas (oven, boiler)						+
Opwerken tot aardgaskwaliteit						+

- **Voldoet de fakkel aan de gestelde eisen?**

Een fakkelinstallatie is altijd aanwezig, ook als in principe het stortgas benut wordt. Dit is een wettelijke verplichting uit het stortbesluit als back-up bij uitval van de benuttingsinstallatie (noodfakkel). Als deze fakkel ook als reguliere verwerking van het geheel of een gedeelte van het onttrokken gas wordt ingezet, moet hij voldoen aan de eisen uit het Stortbesluit.

AANDACHTSPUNTEN BIJ BEOORDELING VAN DE FAKKEL:

- De capaciteit van de fakkel moet gebaseerd zijn op de capaciteit van de onttrekkingsinstallatie, zodat als de benuttingsinstallatie faalt, al het gewonnen gas kan worden afgefakkeld.
- Voor fakkelinstallaties zijn in het Stortbesluit voorschriften opgenomen overeenkomstig de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR). Noodfakkels vallen niet onder de richtlijn van de NeR.

4 • Beheer van het systeem

Ook al is een installatie in zijn uitgangspunten goed vormgegeven volgens hoofdstuk 3, dan kan er nog veel milieuwinst behaald worden met goed beheer van de stortgaswinning en -verwerking. Goed beheer betekent een goede monitoring van de werking van het systeem en bijsturing waar nodig. Ook het Stortbesluit (art.6a, lid 1c) geeft hiervoor aanknopingspunten.

Bij de beoordeling van het beheer van het systeem kunt u de volgende vragen stellen:

- **Is er voldoende aandacht voor het continu optimaliseren van het systeem?**

Uitgangspunt voor een goede onttrekking is een goed ingericht en werkend systeem volgens BBT zoals beschreven in hoofdstuk 3. Slecht functionerende onderdelen (zoals bronnen of leidingen) moeten dus tijdig worden gerepareerd of vervangen.

Verder geeft BBT ook aan dat de onttrekkingsinstallatie zodanig moet zijn ingeregeld dat het gas maximaal en in een optimale combinatie tussen methaangehalte en debiet moet worden onttrokken. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het zuurstofgehalte en het bereik van de verwerkingsinstallatie.

Om aan BBT te blijven voldoen, moet het systeem periodiek worden bijgesteld. Bronnen met een lage methaan- of hoge zuurstofconcentratie worden wat verder dichtgedraaid; bronnen met een relatief hoge methaanconcentratie kunnen verder worden geopend. Deze mogelijkheid tot bijregeling onderstreept het nut van de aanwezigheid van regelkleppen in de leidingen waarmee gasbronnen individueel geregeld kunnen worden.

Aandachtspunt bij regelen op gaskwaliteit:

- Het regelen van de onttrekking op kwaliteit (methaangehalte) betekent dat ook het debiet aan stortgas ten opzichte van het ontwerp kan variëren. Hierdoor kan er (tijdelijk) een tekort of een overschot aan stortgas ontstaan. Bij een tekort draait een benuttingsinstallatie op deellast (levert minder vermogen). Als er meer stortgas wordt gewonnen dan benut kan worden, kan het overschot in de fakkel verwerkt worden.
- De bedrijfszekerheid van de installatie moet behouden blijven.

- **Welke controles zouden uitgevoerd moeten worden?**

Om bovenstaande tijdige optimalisatie en bijregeling mogelijk te maken, dient het verloop van de gaswinning en het functioneren van de bronnen op een goede wijze gemonitord te worden. Afwijkingen dienen tijdig te worden signaleerd. BBT voor controle van het systeem is:

- continue meting van de hoeveelheid onttrokken gas;
- continue meting van het zuurstofgehalte in het gas, met alarmfunctie;
- periodieke meting van de hoeveelheid methaan en CO₂ in het stortgas (continue meting is optioneel);
- periodieke meting van de onderdruk en van de concentraties methaan, zuurstof en CO₂ in de bronnen;
- periodieke inspecties van het afvalpakket op indicaties van gasuittreding, zoals scheuren in taluds, geuruitreding en vegetatieschade.

Relatie controles en metingen met monitoring van emissiereducties

De resultaten van de continue metingen van onttrokken en verwerkt stortgas en de kwaliteit ervan worden jaarlijks opgevraagd in het kader van de jaarlijkse rapportage 'Afvalverwerking in Nederland' en ten behoeve van de nationale emissie monitoring methaanemissies uit stortplaatsen. Deze emissie monitoring wordt opgesteld voor rapportage aan het Klimaatverdrag (National Inventory Report).

- **Hoe vaak moet het systeem gecontroleerd en bijgesteld worden?**

Bij een aantal van de uit te voeren controles is periodieke controle voldoende. Frequentie van deze controle hangt af van de stabiliteit van het systeem. Hier is alleen een algemene richtlijn voor te geven: als de werking van individuele bronnen sterk veranderlijk is, dan is een controle eens per twee weken noodzakelijk. Als het systeem stabiel is, kan worden volstaan met een frequentie van eens per twee à drie maanden. Bij een lage frequentie in een stabiel systeem kunnen incidentele waarnemingen een reden zijn om aanvullende controles uit te voeren. Denk hierbij aan plotselinge verandering van de gewonnen hoeveelheid gas of van de kwaliteit van het gas, of plotseling waarnemen van geur op afgesloten delen van het afvalpakket.

5 • Aanvullende maatregelen op BBT

De hier gegeven maatregelen zijn aanvullend op BBT en in tegenstelling tot deze zijn ze niet verplicht. Het kan per situatie worden overwogen om ze toe te passen, als er duidelijke verbeteringen te verwachten zijn voor wat betreft emissiereductie, kosten, vermindering van overlast, schade en dergelijke.

Om inzichtelijk te maken hoe zinvol aanvullende maatregelen in een bepaalde situatie kunnen zijn, wordt per maatregel een aantal indicaties en overwegingen aangegeven, evenals een raming van het effect op de methaan-emissie (het milieurendement) en de kosten. Uiteraard is de keuze voor toepassing niet zwart-wit en is voor elke afzonderlijke stortplaats een goede weging van alle aspecten ten opzichte van elkaar vereist.

Kosteneffectiviteit

Een belangrijk criterium om de wenselijkheid van deze aanvullende maatregelen op stortplaatsen te evalueren is de kosteneffectiviteit. Een toetsing op kosteneffectiviteit is voor maatregelen voor andersoortige industriële emissies al een geaccepteerde praktijk (zie NeR, paragraaf 2.11).

Meer informatie hierover staat in Bijlage 4 *Kosteneffectiviteit en voorbeeldberekeningen*, waar deze manier van evalueren wordt uitgewerkt aan de hand van een aantal voorbeelden.

Zie ook

Infomil, *Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR)*, 2006, te vinden op www.infomil.nl

5.1 Bijplaatsen extra bronnen

Beschrijving

Het stortgasonttrekkingsysteem van de meeste stortplaatsen bestaat uit verticale bronnen met een min of meer cilindrische invloedssfeer. Deze invloedssfeer kan om de volgende redenen beperkter zijn dan verwacht:

- De invloedssfeer is niet volledig geometrisch. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de doorlaatbaarheid van het afval niet overal hetzelfde is.
- Er zijn spontaan voorkeurskanalen naar de buitenzijde van het stortlichaam ontstaan. Hierdoor kan lucht worden ingezogen, wat een beperkende factor is voor de onttrekking.

Het bijplaatsen van extra (verticale) bronnen vergroot de totale invloedssfeer van het onttrekkingsysteem. Hoeveel bronnen erbij kunnen, hangt af van het bronnenplan.

Het aanvullende karakter van deze maatregel ten opzichte van BBT ligt in het verhogen van de brondichtheid ten opzichte van het initiële bronnenplan. Het vervangen van bestaande, niet-functionerende bronnen valt immers onder het normale beheer en onderhoud; zie hiervoor hoofdstuk 3.1 *Onttrekkingsbronnen*.

In hoofdstuk 5.2 *Emissiereductie in de taluds*, wordt een vergelijkbare aanvullende maatregel beschreven die specifiek wordt toegepast in de taluds van de stort.

Wanneer kan het bijplaatsen van extra bronnen worden overwogen?

Het ligt het meest voor de hand om extra bronnen te plaatsen als de ontgassing al plaatsvindt en er indicaties zijn waaruit kan worden opgemaakt dat er te veel gas ongecontroleerd vrijkomt. Als daarbij de invloedssfeer van de bestaande bronnen niet verder kan worden vergroot, is bijplaatsing een optie.

Een praktisch nadeel bij het toepassen van de maatregel op stortvakken die nog in exploitatie zijn, is dat het extra hinder kan veroorzaken in het werk. Ook kan het de kans op schade aan de bronnen vergroten.

INDICATIES EN OVERWEGINGEN:

- *Er treedt plaatselijk vegetatieschade op.*

Dit verschijnsel wijst op te hoge methaanemissie.

- *Er wordt plaatselijk geur waargenomen.*

Geur kan, maar hoeft geen indicatie te zijn van (te) hoge methaanemissies. Stortgasgeur wordt immers bij lage concentraties al waargenomen.

Metingen kunnen voor een betere onderbouwing zorgen.

- *De gaswinning blijft duidelijk achter bij de winningsprognose.*

Hiervoor kunnen ook andere oorzaken bestaan:

- Het leidingsysteem is onvoldoende gedimensioneerd.
- Er treden beperkingen op door watersloten in het systeem, water in de bronnen of omstandigheden die stortgasvorming tegengaan.
- De winningsprognose is niet juist. Gaswinning is inherent onvoorspelbaar. Maar ook het stellen van een vormingsprognose is soms lastig als gevolg van onvoldoende gedetailleerde informatie over, of wijziging in, de hoeveelheid en samenstelling van gestort afval. De gerealiseerde gaswinning kan daarom soms wel 30 % afwijken van de inschatting. De winning lijkt dan onterecht te laag.

Metingen kunnen voor een betere onderbouwing zorgen.

- *Metingen wijzen op lokale hoge methaanemissies.*

Metten of monitoren van (diffuse) methaanemissies is tegenwoordig goed mogelijk. Er zijn diverse meetmethoden ontwikkeld voor zowel plaatselijke momentane metingen als langdurige metingen van het hele stortoppervlak.

Deze brengen kosten met zich mee van € 5.000 - € 15.000, maar kunnen kosteneffectief zijn, als hiermee de noodzaak van extra bronnen kan worden aangetoond of ontkracht. [Afvalzorg Deponie bv, 2003]

Samengevat

In geval van geuroverlast of achterblijven van gaswinning ten opzichte van de verwachting hoeft er niet altijd sprake te zijn van een slecht werkend winningsysteem. Daarom moet men in dergelijke gevallen voorzichtig oordelen en niet te snel besluiten tot verhogen van de brondichtheid.

Verwachte milieueffecten en kosten

Methaanemissiereductie

Een verhoging van de brondichtheid verhoogt het winningsrendement. Dit is evenredig met het extra stortvolume dat binnen de invloedssfeer van de bronnen komt te liggen.

Voorbeeld: Als de invloedssfeer van de bestaande bronnen toeneemt van bijvoorbeeld 80 % van de bovenkant van het stortlichaam naar 90 %, dan neemt ook het rendement van de winning met ruim 10 % toe van bijvoorbeeld 60 % naar circa 65 %.

Het extra gas wordt samengevoegd met ander stortgas uit het afvalpakket. Hierdoor wordt de extra methaanemissiereductie door de maatregel geregistreerd als onderdeel van de emissiereductie van de stortplaats als geheel. Het extra effect is niet direct zichtbaar wegens het fluctuerende karakter van de totale stortgasvorming en winning. Het resultaat van de maatregel kan wel kwalitatief worden geschat door meting van de onderdruk op de extra bronnen en de gaskwaliteit in de bronnen.

Kosten

De kosten van het boren of graven en plaatsen bedragen gemiddeld circa € 5.000 per bron.

De kosten van aansluiting van de bron wordt vooral bepaald door de afstand tot het winningssysteem.

Een standaard formaat PE-leiding kost circa € 20 per meter.

De investeringskosten zijn relatief lager naarmate een stortplaats meer bronnen plaatst.

Zie ook

ERM, *Het minimaliseren van methaanemissie op stortplaatsen*, Novem, RLB-programma, september 2000

Afvalzorg Deponie bv, *A comparison of measurement methods to determine landfill methane emissions*,
Haarlem, juni 2003

5.2 Emissiereductie in de taluds

Beschrijving

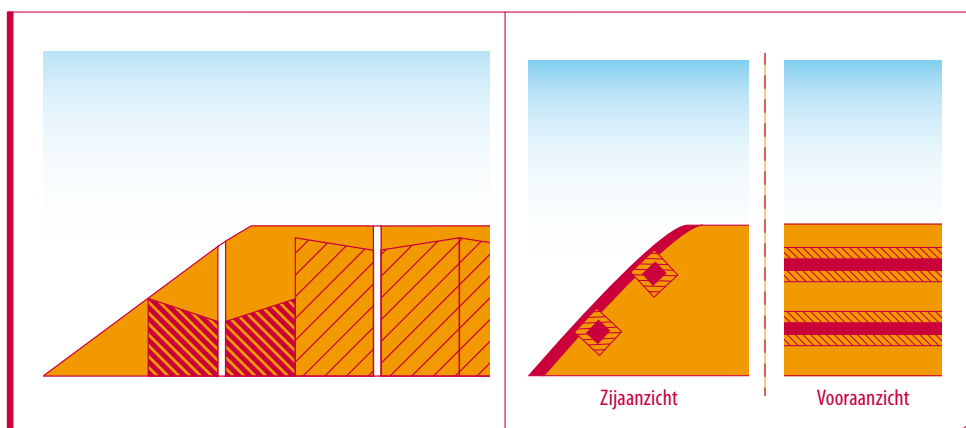
BBT voorziet in het plaatsen van verticale onttrekkingsbronnen (zie hoofdstuk 3.1 *Onttrekkingsbronnen*). Omdat een afvalpakket uit horizontale lagen bestaat, is de doorlatendheid van het afval horizontaal groter dan verticaal. Gas stroomt daardoor het gemakkelijkst naar een verticale onttrekkingsbron, omdat die alle horizontale lagen ontsluit. Aan de zijanten van een afvalpakket –de zogenoemde taluds of stortkades– is de invloedssfeer van verticale onttrekkingsbronnen echter beperkter, vanwege de grotere kans op luchtinzuging via de taluds. Tegelijkertijd kan gas gemakkelijk via de horizontale lagen naar de taluds stromen en ongecontroleerd emitteren. Taluds zijn bekende emissiebronnen bij stortplaatsen.

Voor het beperken van emissies via de taluds zijn er verschillende methoden, die in combinatie kunnen worden toegepast:

- *Extra onttrekkingsbronnen in de buurt van de taluds*, op kleinere onderlinge afstand om de beperktere invloedssfeer te compenseren.
- *Extra onttrekkingsbronnen in de taluds* voor extra afzuigpunten van gas dat buiten de invloedssfeer van de bestaande onttrekkingsbronnen wordt geproduceerd. Voor een optimale dekking moet de onderlinge afstand tussen de onttrekkingsbronnen in de taluds relatief klein zijn, omdat de invloedssfeer per taludbron beperkt is door de diagonale vorm van de taluds.
- *Extra afdichting van het talud*. Door het creëren van een afsluitende laag wordt de luchtinzuging beperkt en ongecontroleerde emissie tegengegaan. Dit kan bovendien indirect als effect hebben dat de invloedssfeer van de bestaande nabijgelegen onttrekkingsbronnen wordt vergroot.
Een afdichtende laag kan bestaan uit klei, kleilig materiaal, betoniet, folie, etc.
- *Bevorderen methaanoxidatie in het talud*. Deze maatregel wordt specifiek beschreven in hoofdstuk 5.5 *Stimuleren van methaanoxidatie in de toplaag*.

Extra onttrekkingsbronnen kunnen op verschillende wijzen worden uitgevoerd:

- Als **verticale taludbronnen**, op dezelfde wijze opgebouwd als conventionele verticale onttrekkingsbronnen. Ze worden meestal achteraf gegraven en aangesloten. Dit kan al in een vroeg stadium van exploitatie, omdat niet gewacht hoeft te worden tot het afvalpakket volledig op hoogte is.
- Als **horizontale taludbronnen** of **onttrekkingsdrains**, aangebracht tijdens de taludopbouw of na uitwerken van de eerste zettingen. Door de grote bronlengte in de buurt van het buitenoppervlak zijn deze bronnen gevoelig voor luchtinzuging. De combinatie met afdichting of extra afdekking van het talud is daarom gewenst.



Figuur 5: Links: verticale taludbronnen, rechts: horizontale onttrekkingsdrains

Door diffuse inzuiging van lucht in de taluds kan methaanoxidatie optreden. Dit kan leiden tot lagere methaanconcentraties in het onttrokken gas nabij de taluds. Overwogen kan worden om vermenging van gas te voorkomen en bijvoorbeeld een gescheiden onttrekkings- en verwerkingssysteem aan te leggen. Wordt het methaangehalte in een gescheiden systeem relatief laag, dan biedt het verwerken in een fakkel voor laagcalorisch gas mogelijk uitkomst (zie hiervoor 5.4 *Onttrekken en verwerken van stortgas met lage kwaliteit*).

Wanneer kan emissiereductie in de taluds worden overwogen?

Emissiereductie in de taluds kan een belangrijke aanvullende maatregel zijn op stortplaatsen waar ongecontroleerde emissie via taluds wordt waargenomen of waar dit zou kunnen ontstaan.

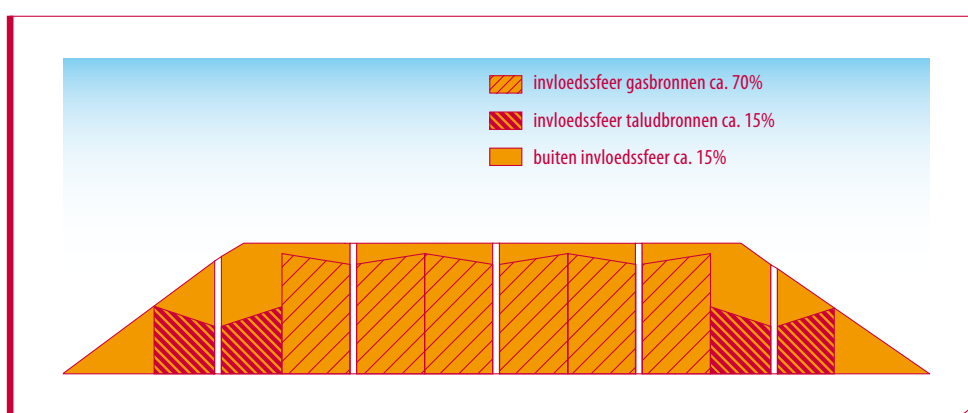
INDICATIES HIERVOOR ZIJN:

- *Afwezigheid van afdichting op het talud.*
Dit vergroot het risico op luchtinzuging, waardoor er minder hard kan worden gezogen aan nabijgelegen bronnen. Dit risico speelt zeker als de taluds zijn opgebouwd uit goed doorlatend materiaal. Hierin kunnen zwakke gedeelten zijn waar ongecontroleerde gasemissie plaatsvindt of het onttrekkingsstelsel onvoldoende werking heeft.
- *Er treedt vegetatieschade op de taluds op.*
Vegetatieschade duidt op ongecontroleerde gasemissies.
- *De stortplaats kent relatief veel taludlengte.*
Hierdoor is er een grotere kans op gasemissie via de taluds. Ook is het waarschijnlijk dat in het bronnenplan relatief veel oppervlakten aan te wijzen zijn die buiten de verwachte invloedssfeer van de reguliere onttrekkingsbronnen liggen.
- *Metingen duiden op lokale taludemissies.*
Meten of monitoren van (diffuse) methaanemissies is tegenwoordig goed mogelijk. Er zijn diverse meetmethoden ontwikkeld voor zowel plaatselijke momentane metingen als langdurige metingen van het hele stortoppervlak. Deze brengen kosten met zich mee van € 5.000 – € 15.000, maar kunnen kosteneffectief zijn, als hiermee de noodzaak van aanvullende maatregelen kan worden aangetoond of ontkracht. [Afvzorg Deponie b.v., 2003]

Verwachte milieueffecten en kosten

Methaanemissiereductie

Het volume aan afval in de taluds dat buiten de invloedssfeer van de onttrekkingsbronnen valt, kan oplopen tot 30 %. Dit hangt af van de vorm van de stortplaats. Door het plaatsen van taludbronnen kan een dergelijke situatie tot de helft worden beperkt. Hierdoor neemt het onttrekkingsrendement met 15 % toe.



Figuur 6: Verschillende invloedssferen van bronnen in talud

De werking van het systeem wordt kwalitatief beoordeeld aan de hand van gasmetingen en kwantitatief door totaalstelling van de onttrokken hoeveelheden stortgas. Als de reden van aanleg van taludbronnen ongecontroleerde emissie is, is monitoring mogelijk door indicatieve oppervlaktetellingen of door controle op (verminderde) vegetatieschade.

Kosten

Het hangt af van de lay-out van het bronnensysteem hoeveel verticale taludbronnen of horizontale onttrekkingsdrains met extra afdekking bijgeplaatst kunnen worden. De kosten van het graven en plaatsen van onttrekkingsbronnen bedragen circa € 5.000 per bron.

De aansluitingskosten zijn sterk afhankelijk van de benodigde leidinglengte en de keuze voor een al dan niet gescheiden verzamelleidingnet. Bij een gescheiden verzamelleidingnet moet rekening worden gehouden met extra lengte vanwege afzonderlijke transportleidingen, een aparte onttrekkingsinstallatie en een fakkels. De aanleg van een PE-leiding van standaard formaat bedraagt circa € 20 per meter.

Een systeem van taludontgassing heeft hetzelfde soort onderhoud nodig als een regulier systeem. Er kunnen additionele kosten zijn als er extra onderhoud nodig is in verband met de locatie van het systeem in het talud en de daar optredende diagonale krachten.

Zie ook

Afvalzorg Deponie bv, *A comparison of measurement methods to determine landfill methane emissions*, Haarlem, juni 2003

ERM, *Het minimaliseren van methaanemissie op stortplaatsen*, Novem, RLB-programma, september 2000

Grontmij, *Reductie overige broeikasgassen – Demonstratieproject vervroegde stortgasonttrekking bij Afvalverwerking Stainkoeln bv*, De Bilt, mei 2004

5.3 Extra aandacht voor onttrekken tijdens exploitatie

Beschrijving

In het algemeen wordt vooral in de eerste periode na storten veel gas ontwikkeld. Als het mogelijk is, kan het beste al met de onttrekking begonnen worden tijdens de stortactiviteiten in het betreffende compartiment. Het is daarom raadzaam om extra aandacht te besteden aan de mogelijkheden voor het vroegtijdig inzetten van de juiste onttrekkingsbronnen tijdens exploitatie.

Omdat het zeer locatiegebonden is of deze vroegtijdige onttrekking als BBT kan worden beschouwd, wordt extra aandacht voor onttrekken tijdens exploitatie ook als aanvullende maatregel beschreven. Aandachtspunt en risico bij deze vroege onttrekking is vooral het omgaan met de afzuigleidingen.

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de verschillende bronsystemen en mogelijkheden voor vroege onttrekking:

Verticale bronnen:

- *Aansluiting onttrekkingsbronnen aan onderzijde.* Hierbij wordt op de optrekbronnen aan de onderzijde (hoger dan het maximale percolaatniveau) een zuigleiding aangesloten op de centrale afzuiging. Het risico bestaat dat deze leiding door de druk van en de zetting in het afvalpakket op termijn verloren gaat.
- *Winning met systeemverlies.* Dit is een variant van het aansluiten van onttrekkingsbronnen aan de onderzijde. Hierbij worden de opbouwbronnen op een bepaalde hoogte aangesloten op de centrale afzuiging. Hierna wordt over de aangesloten zuigleiding doorgestort. Zodra de zuigleiding zijn werking verliest, bijvoorbeeld door watersloten of beschadigingen, wordt een volgende zuigleiding hoger op de bron aangesloten.
- *Winning met verlegbare zuigleidingen.* Hierbij worden de optrekbronnen afhankelijk van de mate van stortactiviteit aan- of afgekoppeld. Aankoppeling op de centrale afzuiging vindt plaats als er weinig stortactiviteit is in het betreffende stortcompartiment. Als er weer meer stortactiviteit is, worden de optrekbronnen afgekoppeld en opgeslagen.

Horizontale bronnen

De onttrekkingsbronnen liggen hierbij op verschillende hoogten horizontaal in de stort en worden via gasregelkisten aangesloten op de hoofdgasleiding. De voordelen zijn de directe inzetbaarheid na bedekking en de geringe kans op beschadiging. De nadelen zijn een verhoogde kans op luchtinzuiging en gevoeligheid voor schade bij onvolledige bedekking. Bovendien ontsluit een horizontale bron niet alle afvallagen, wat in het kader van optimale onttrekking in de eindsituatie minder wenselijk is (zie BBT).

Puntbronnen

Puntbronnen zijn volumes van doorlatend materiaal die op verschillende niveaus homogeen verdeeld over het oppervlak in het afvalpakket worden gebouwd. Ze worden via een leiding aangesloten op de verzamelleiding.

De voordelen liggen in de snelle aanleg en inzetbaarheid. Daartegenover staat dat er een groot aantal puntbronnen nodig is, evenals een grote leidinglengte. Er bestaat bovendien een verhoogde kans op beschadigingen van de leidingen. Puntbronnen hebben niet de voorkeur, maar kunnen in specifieke omstandigheden uitkomst bieden.

Wanneer kan extra aandacht voor onttrekken tijdens exploitatie worden overwogen?

In het algemeen wordt vooral in de eerste periode na storten veel gas ontwikkeld. Bij een verwacht grote gasproductie tijdens exploitatie zou met extra aandacht voor de mogelijkheden van onttrekken tijdens de stortactiviteit veel extra methaan kunnen worden opgevangen.

INDICATIES:

Er is een aantal indicaties, die in combinatie kunnen optreden, voor het ontstaan van een grote gasproductie tijdens exploitatie:

- Er wordt snel afbreekbaar afval gestort. De afvallaag is goed doorlatend. Bovendien wordt de eindhoogte pas bereikt nadat de methaanvorming volgens verwachting al goed op gang is.
- Het ophogen van de stort vordert langzaam of de stortberg is relatief hoog.
- Er wordt in een compartiment een tijdlang niet gestort.

Opmerking: stortgasonttrekking kan pas plaatsvinden als het stortlichaam voldoende dikte heeft. De ervaring leert dat het afvalpakket een minimale hoogte moet hebben van ca. 5 meter. Onder 5 meter bestaat een te hoog risico op luchtinzuging, waardoor een goede en veilige verwerking van het onttrokken stortgas in het gedrang kan komen.

Verwachte milieueffecten en kosten

Methaanemissiereductie

Het inschatten van het effect van de maatregel ten opzichte van BBT is erg lastig. Bij BBT wordt namelijk al in zekere mate aandacht besteed aan onttrekking tijdens de exploitatie. In het volgende voorbeeld is dit uitgewerkt:

Voorbeeld: Een afvalcompartiment wordt in lagen van 3 meter opgebouwd, met een totale hoogte van 18 meter (6 lagen) en is in 2,5 jaar op hoogte. Er worden vanaf de start van storten verticale bronnen opgebouwd. Vanaf of na laag 2 worden er tijdelijke leidingen aangesloten, te beginnen één jaar na start. De helft van de opbouwbronnen is niet aangesloten vanwege de stortactiviteiten. De invloedssfeer van de bronnen tijdens de opbouwfase is de helft van de uiteindelijke invloedssfeer (uiteindelijk 60 %).

Het netto onttrekkingsrendement tijdens de opbouw (vanaf jaar 1 t/m 2,5) is dan $0,5 * 0,5 * 60\% = 15\%$.

De maatregel *Winning met systeemverlies* zorgt ervoor dat bronnen actief blijven tijdens de exploitatie. Dit levert een extra winningsrendement van 15 % op. Het toepassen van de maatregel *Aansluiting onttrekkingsbronnen aan onderzijde of Horizontale onttrekkingsbronnen* heeft hetzelfde effect.

De extra methaanemissiereductie wordt alleen geregistreerd als onderdeel van de totale emissiereductie van de stortplaats. Dit is omdat het extra gas wordt samengevoegd met ander stortgas uit het afvalpakket. Doordat de hoeveelheid stortgas uit de andere delen varieert in de tijd, is het extra effect niet nauwkeurig vast te stellen. Het effect kan wel kwalitatief worden ingeschat door meting van de onderdruk op de extra bronnen en de meting van de gaskwaliteit in de bronnen.

Kosten

De kosten van de maatregel komen boven op de kosten van de optie gasonttrekking na afsluiting van de stortlaag.

Bij het inzetten van **horizontale bronnen** zijn er geen extra kosten als deze bronnen ook behoren tot het stortgasonttrekkingsplan in de eindsituatie.

Bij **verticale bronnen** zijn de volgende extra kosten te verwachten:

- Bij *Aansluiting onttrekkingsbronnen aan onderzijde*: geen extra kosten, tenzij heraansluiting nodig blijkt door beschadiging van de leidingen.
 - Bij *Winning met systeemverlies* bestaat de extra investering met name uit kosten voor extra leidinglengte (ca. € 20 per meter) en extra beheer omdat er steeds nieuwe leidingen moeten worden aangelegd.
 - Bij *Winning met verlegbare leidingen*: operationele kosten van extra beheer voor het verleggen en opnieuw aansluiten van de leidingen.
- Hierbij gaan we ervan uit dat onttrekking plaatsvindt binnen de bestaande capaciteit van de gasonttrekkingsinstallatie.

Bij het inzetten van **puntbronnen** (die doorgaans niet behoren tot het stortgasonttrekkingsplan in de eindsituatie) zijn zowel de kosten van de bron als de leidingen extra ten opzichte van het uiteindelijke onttrekkingsplan.

De kosten voor extra elektriciteitsgebruik worden geschat tussen de € 0,05 en 0,01 per m³ onttrokken gas.

Verder is er sprake van vervroegde investeringen, die mogelijk deels kunnen worden terugverdiend door hogere benuttingsopbrengsten.

Zie ook

ERM, *Het minimaliseren van methaanemissie op stortplaatsen*, september 2000, Novem, RLB-project

Grontmij, *Reductie overige broeikasgassen – Demonstratieproject vervroegde stortgasonttrekking bij Afvalverwerking Stainkoeln bv*, De Bilt, mei 2004

5.4 Onttrekken en verwerken van stortgas met lage kwaliteit

Beschrijving

Direct na vorming bestaat stortgas uit circa 55-60% methaan. Door verdunning met ingezogen lucht en door biologische omzetting (oxidatie) in het afvalpakket neemt het methaangehalte van het gewonnen gas af.

Bij actieve onttrekking is enige mate van verdunning onvermijdelijk. Naarmate er meer lucht wordt ingezogen, daalt de concentratie methaan.

Als methaan volgens BBT wordt verwerkt, dan wordt de onttrokken hoeveelheid gas reeds ingeregeld op een relatief lage gaskwaliteit voor verwerking (zie hoofdstuk 3 *Ontwerp bronnen en installatie*). Verwerking volgens BBT vindt plaats vanaf een methaangehalte van circa 45 % en hoger, waarbij een standaard grondfakkel bedrijfszeker kan werken.

Het aanvullend karakter van deze maatregel ten opzichte van BBT ligt in de overweging om een fakkelinstallatie in te zetten voor stortgas met een lager methaangehalte dan 45 % (laagcalorisch gas), dat binnen het kader van BBT niet verwerkt zou of kan worden.

Er zijn speciale installaties beschikbaar voor de verbranding van laagcalorisch gas. Deze kunnen door een aangepaste verbrandingskamer gas met een methaangehalte vanaf 15 % verwerken.

Tabel 2: Bereik methaanconcentraties (vol%) voor verschillende toepassingen (BBT + aanvullende maatregelen)

	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	Benutting
Fakkelinstallatie											-
Electriciteitsproductie in gasmotor											+
Directe benutting van stortgas (oven, boiler)											+
Opwerken tot aardgaskwaliteit											+
Fakkelen van laagcalorisch gas											-

- **Wanneer kan onttrekking en verwerking op lage gaskwaliteit worden overwogen?**

INDICATIES

Onttrekken op lage gaskwaliteit is in de regel toepasbaar in de volgende situaties:

- als het onttrekkingsstelsel is aangelegd maar (nog) niet is aangesloten op de fakkel of benutting volgens BBT omdat het gas nog van onvoldoende kwaliteit is (lager dan 45 % methaan);
- als er specifieke stortgasstromen moeten worden verwerkt, die nog niet of niet meer kunnen worden toegevoegd aan het overige onttrokken stortgas voor reguliere verwerking (bijvoorbeeld gas onttrokken uit taluds, gas vroegtijdig onttrokken uit opbouwbronnen).

AANDACHTSPUNTEN:

- De bedrijfszekerheid van de verwerkingsapparatuur voor laagcalorisch gas moet net zoals bij de conventionele verwerkingsmethoden gegarandeerd blijven.
- In verband met explosiegevaar moet een concentratie van meer dan 5 % zuurstof in het stortgas worden vermeden.
- Voor fakkelinstallaties zijn richtlijnen beschreven in de NeR.

Verwachte milieueffecten en kosten***Methaanemissiereductie***

Het effect op de emissiereductie is kwantificeerbaar als de totale hoeveelheid gas die via de specifieke fakkelinstallatie verwerkt wordt. Meting en registratie van de gashoeveelheid en gaskwaliteit zijn hiervoor noodzakelijk.

Kosten

De investering voor een fakkelinstallatie voor laagcalorisch stortgas is vergelijkbaar met de investering voor een reguliere grondfakkel.

Zie ook

Afvalzorg Deponie bv, *Demonstratie clean enclosed burner voor arm stortgas*, Haarlem, juni 2004

Verdere ervaringen met verwerken en toepassen van laagcalorisch gas die zijn opgedaan bij afvalstortplaats De Stainkoeln

5.5 Stimuleren van methaanoxidatie in de toplaag

Beschrijving

In de toplaag van stortplaatsen zitten micro-organismen die methaan en geurcomponenten kunnen omzetten in CO₂ en water. Doorgaans vindt de biologische omzetting (oxidatie) slechts in een klein deel van de toplaag plaats, omdat de zuurstof die hiervoor nodig is beperkt is.

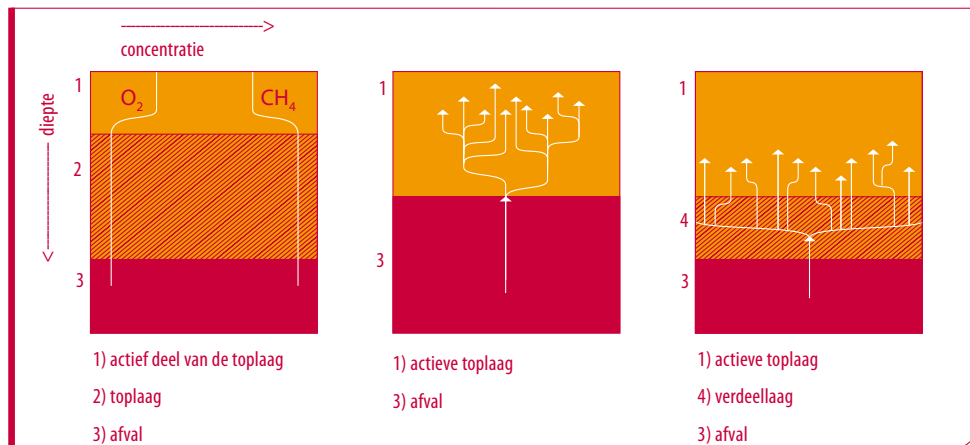
Momenteel wordt aangenomen dat gemiddeld 10 % van het methaan dat door de toplaag heen vrijkomt, spontaan wordt omgezet. Dit kan echter sterk uiteenlopen door verschillen in bijvoorbeeld methaanflux door het oppervlak en samenstelling van de toplaag. Oxidatie is ook in de winter minder dan in de zomer, als gevolg van de lage temperaturen en waterverzadiging in de toplaag.

Om in een toplaag een goede biologische oxidatie te bereiken, gelden de volgende voorwaarden:

- De afdeklaag moet voldoende doorlaatbaar zijn zodat zuurstof goed wordt verspreid.
- De emissies moeten gelijkmatig plaatsvinden zodat het methaanaanbod overal in overeenstemming is met de oxidatiecapaciteit. Scheurvorming van de toplaag is funest.
- Er moet een groot gas-vloeistofuitwisselend oppervlak zijn. De toplaag moet bestaan uit relatief fijn materiaal.
- De toplaag moet biologisch actief zijn, met voldoende voeding voor bacteriegroei. De bacteriemassa moet zich gelijkmatig door de toplaag kunnen ontwikkelen.

Er bestaan goede technische mogelijkheden om methaanoxidatie in toplagen te stimuleren. Zo zijn er eenvoudige maatregelen met een zeker, maar waarschijnlijk beperkt effect. Een voorbeeld is het inzaaien van gras om te snelle uitdroging en scheurvorming in de toplaag te voorkomen.

Voor een effectieve reductie van methaanemissies is het noodzakelijk dat het methaan evenwichtig in de toplaag terecht komt. Hiervoor is een verdeellaag onder de toplaag noodzakelijk. Deze laag verdeelt het aanbod van methaan vanuit het afvalpakket naar de toplaag.



Figuur 7: Verschillen in methaanoxidatie in toplaag

- Links: zuurstof en methaanprofielen in de toplaag. Alleen bovenin komen O_2 en CH_4 naast elkaar voor, waardoor de oxidatie capaciteit van de toplaag niet volledig wordt benut.
- Midden en rechts: schematische voorstelling van transportpaden van stortgas.
- Midden: door kanaalvorming wordt de toplaag ter plaatse overbelast, terwijl de capaciteit elders niet wordt benut.
- Rechts: een actieve toplaag met daaronder een verdeellaag zorgt voor optimale benutting van de capaciteit van de toplaag. Geurcomponenten worden in vergelijking met methaan eenvoudig omgezet. Een oxidatieve toplaag is waarschijnlijk een effectieve maatregel tegen diffuus optredende geuremissies.

Een voorbeeld van een verdeellaag is een toplaag van 50 cm zandachtige grond, eventueel aangevuld met eentoppig zand en compost. Erbovenop ligt een 20 cm dikke laag drainzand. Daartussen ligt een filterdoek om dichtslibben te voorkomen. De bovenste laag moet worden ingezaaid met bijvoorbeeld Engels raaigras (zie referentie).

Waar kan stimuleren van methaanoxidatie in de toplaag worden overwogen?

Methaanoxidatie is mogelijk op een stortplaats die niet is afgedicht, maar de eindhoogte wel heeft bereikt. Methaanoxidatie lijkt vooral kosteneffectief bij taluds. Taluds hebben over het algemeen verhoogde emissies ten opzichte van het bovenoppervlak, dus daar wordt voor dezelfde investering meer resultaat bereikt.

Methaanoxidatie kan een alternatief voor stortgaswinning zijn, waar deze moeilijk of duur is, bijvoorbeeld door aanwezigheid van asbest. Methaanoxidatie kan in specifieke situaties een aanvulling op stortgaswinning vormen, als bijvoorbeeld lokaal veel methaan wordt gevormd en vrijkomt.

Verwachte milieueffecten en kosten

Methaanemissiereductie

Volgens onderzoek is de capaciteit van methaanoxidatie maximaal ongeveer 2 à 4 liter/ m^2 per uur, maar in de winter is dit waarschijnlijk lager. Deze capaciteit is meer dan wat de meeste stortplaatsen uitstoten, dus kan een goed ontworpen oxidatieve laag in theorie een belangrijke methaanemissiereductie realiseren.

De effecten zijn moeilijk te berekenen. De hoeveelheid omgezet methaan hangt af van de uitvoering van de laag en de flux door de toplaag. Wel is het mogelijk om via metingen de emissiereductie te kwantificeren. Om een jaargemiddelde te bepalen zijn meerdere metingen vereist. Dit is waarschijnlijk niet kosteneffectief.¹

Kosten

De kosten van het aanbrengen van een verdeellaag van drainzand met daarop een mengsel van compost en eentoppig zand zijn € 10 per m². De meerkosten boven een normale toplaag zijn daarmee ongeveer € 5 per m². Door goedkopere materialen te gebruiken (mengsels van gebiedseigen grond, eentoppig zand en compost) en door de maatregel alleen op de meest kwetsbare delen in te zetten, bijvoorbeeld op taluds, kunnen de kosten waarschijnlijk worden beperkt.

Zie ook

Oonk, H. Hensen, A. Mahieu, K. Visscher, A. de, Velthoven, F. van, Woelders, H. *Verbeterde methaanoxidatie in toplagen van stortplaatsen*, TNO-rapport R2004/377, TNO-Apeldoorn

¹ Het milieurendement van deze maatregel wordt echter vooralsnog niet doorvertaald naar een lager nationaal emissiecijfer van methaan uit stortplaatsen.

Bijlagen



Bijlage 1

Stortgaswinning en -benutting

Wat is stortgas?

Stortgas ontstaat doordat het organische deel van gestort afval na verloop van tijd door micro-organismen wordt afgebroken tot een mengsel van methaan (CH_4) en kooldioxide (CO_2). Het omzettingsproces van de organische componenten zoals hout-, groente-, fruit-, tuin- en papierafval kent een aantal fasen van aërobe tot anaërobe afbraak. Hierbij neemt het methaangehalte van het stortgas toe tot ca. 60 % en bestaat het stortgas verder voornamelijk uit CO_2 .

Omdat stortgas sporen van organische esters, zwavelwaterstof (H_2S) en andere zwavelhoudende verbindingen bevat, kan het op stortplaatsen leiden tot lokale geuroverlast. Daarnaast kan stortgas bij migratie in de bodem vegetatieschade veroorzaken en draagt het bij aan de versterking van het broeikaseffect.

Winning en benutting

Winning van stortgas is een effectieve manier om stortgasemissies tegen te gaan. Stortgaswinning is bovendien een verplichte maatregel die in het kader van het Stortbesluit wordt opgelegd. Het gewonnen stortgas kan worden afgefakkeld of benut voor energieproductie. Dit draagt op twee manieren bij aan bestrijding van het broeikaseffect: direct door het vernietigen van het methaan en indirect, als in het geval van benutting van het stortgas ook de inzet van fossiele brandstoffen wordt vermeden.

De verhouding ligt als volgt:

- 1 Bij benutting voor energieproductie worden fossiele brandstoffen uitgespaard. Dit draagt ongeveer 1 kg CO_2 per m^3 benut stortgas bij aan emissiereductie (zie Oonk, 1993);
- 2 Het vernietigen van methaan door het te benutten of af te fakkelen draagt echter veel meer bij aan het reduceren van het effect van het versterkte broeikaseffect. Methaan heeft namelijk een veel groter effect op het broeikaseffect dan CO_2 . Hierdoor is de emissiereductie ongeacht benutten of fakkelen ongeveer 7,2 - 9 kg CO_2 -equivalenten per m^3 stortgas, afhankelijk van het methaangehalte.

Aanvullende informatie

De CO_2 die ontstaat bij vernietigen van stortgas draagt niet bij aan het versterken van het broeikaseffect omdat deze CO_2 kortcyclisch is. Kortcyclische CO_2 is afkomstig van biomassa. Deze CO_2 is enkele weken, maanden of jaren daarvoor bij de groei van de biomassa uit de atmosfeer onttrokken, zodat over maximaal enkele tientallen jaren beschouwd de netto CO_2 -emissie gelijk aan nul is.

Dit staat in tegenstelling tot langcyclische CO_2 , die afkomstig is van verbranding van fossiele bronnen, zoals veen, aardolie en aardgas. Deze zijn enkele eeuwen tot miljoenen jaren geleden gevormd.

Vanuit milieuhygiënisch oogpunt is stortgasbenutting dus geen absolute noodzaak en is het zinvoller om maximale winning dan maximale benutting na te streven. Tabel 3 illustreert dit op basis van bekende gegevens uit 2003.

Tabel 3: CO₂-emissiereductie door stortgaswinning en benutting in 2003

	Hoeveelheid stortgas (mln m ³)	Hoeveelheid methaan (kton)	Vermeden CO ₂ equivalenten (kton)
Winning	173	62	1302
Benutting	117		120
Totaal			1422

Vanuit oogpunt van kosteneffectiviteit is benutting echter wel belangrijk, omdat daarmee een groot deel van de investeringen kunnen worden terugverdiend. Ook blijkt in de praktijk een financiële prikkel belangrijk bij het op peil houden van het beheer van de onttrekkingsinstallatie, ook nadat de stortplaats gesloten is.

Sinds 1983 is een groot aantal stortgasprojecten in Nederland operationeel. Het succes ervan heeft er toe geleid dat stortgaswinning sinds 1993 verplicht is gesteld in het Stortbesluit. In Nederland staan daarom installaties voor winning en benutting van stortgas op alle in gebruik zijnde stortplaatsen (in 2006 circa 30 locaties). Ook een aantal gesloten stortplaatsen (circa 30) heeft nog operationele stortgaswinningsinstallaties in bedrijf.

In totaal wordt jaarlijks ongeveer 150 tot 200 miljoen m³ gas gewonnen. Deze gegevens zijn afkomstig van ongeveer vijftig stortgasprojecten waaronder deze op operationele stortplaatsen. Van niet alle stortgasprojecten zijn de gegevens bekend.

Zie ook

Oonk H., *Overzicht stortgasprojecten in Nederland*, Adviescentrum Stortgas, Utrecht, maart 1993

SenterNovem, *Methaanemissies uit stortplaatsen, potentie en realisatiemogelijkheden voor een bijdrage aan de nationale Kyoto-doelstelling*, hoofdrapport en bijlagerapport, juli 2005

Bijlage 2

Juridisch Kader

Eisen aan stortgaswinning

In het Stortbesluit bodembescherming en in de NeR zijn eisen aan stortgaswinning en benutting vastgelegd.

Beide stukken stellen dezelfde eisen, daarom wordt hieronder alleen de relevante regelgeving uit het Stortbesluit weergegeven.

Besluit van 20 januari 1993, houdende regels inzake het storten van afvalstoffen (Stortbesluit Bodembescherming, laatstelijk gewijzigd op 14 juni 2006, Stb. 2006, 308)

Artikel 6a

- 1** *Het bevoegd gezag verbindt aan de vergunning voorschriften, inhoudende de verplichting om:*
 - a** *vanaf het tijdstip van opbouw van de stortplaats voorzieningen te treffen en toe te passen om het uit de stortplaats vrijkomende stortgas op te vangen en te verwerken;*
 - b** *dit stortgas hetzij te benutten binnen of buiten de inrichting, hetzij af te fakkelen;*
 - c** *de samenstelling en de atmosferische druk van de gasuitstoot in beginsel maandelijks te meten.*
- 2** *Indien het stortgas wordt afgefakkeld, wordt aan de vergunning het voorschrift verbonden dat de fakkelinstallatie voldoet aan de volgende eisen:*
 - a** *de uittreedtemperatuur bedraagt ten minste 900 °C;*
 - b** *de verblijftijd van de verbrandingsgassen in de fakkel bedraagt ten minste 0,3 seconden;*
 - c** *de fakkel behoort tot het gesloten type.*
- 3** *Het tweede lid is niet van toepassing op een fakkelinstallatie die uitsluitend in gebruik is tijdens onderhoudsbeurten en storings van de in het eerste lid bedoelde voorzieningen.*
- 4** *Het eerste tot en met derde lid is niet van toepassing indien de vergunninghouder aan de hand van de samenstelling van de massa van het stortpakket genoegzaam kan aantonen dat het milieurendement van voorzieningen als bedoeld in het eerste lid, gering is.*
- 5** *Onze Minister kan regels stellen, inhoudende de verplichting voor het bevoegd gezag aan de vergunning in die regels aangegeven voorschriften te verbinden met betrekking tot inhoud, frequentie en plaats van de in het eerste lid, onder c., bedoelde metingen.*

In de praktijk betekent dit dat alle nieuwe en momenteel geëxploiteerde stortplaatsen over een goedwerkende en als BBT te beschouwen stortgaswinningsinstallatie moeten beschikken, zo mogelijk in combinatie met een benuttingsinstallatie, soms met een verbrandingsinstallatie (fakkel).

Het kan voorkomen dat er door de aard en samenstelling van het afvalpakket maar weinig stortgas ontstaat en stortgaswinning weinig effect heeft. Het Stortbesluit houdt hier ook rekening mee met een uitzonderingsregel (artikel 6a, lid 4).

Uitwerking BBT

Een evaluatie van systemen voor stortgaswinning op stortplaatsen die in de periode 2008-2012 in exploitatie zullen zijn (zie SenterNovem, 2005), leerde dat het grootste deel van deze stortplaatsen voldeed aan de eisen die zijn geformuleerd in het Stortbesluit. BBT wordt daarom als volgt gedefinieerd:

BBT is een redelijk en algemeen te verwachten pakket van bewezen maatregelen, zoals op het merendeel van de operationele stortplaatsen in Nederland wordt toegepast en waarmee deze stortplaatsen voldoen aan de eisen als beschreven in de NeR en het Stortbesluit met betrekking tot beheersing van gasvormige emissies.

BBT geeft dus niet zonder meer de best denkbare praktijk weer, maar de beste praktijk die zowel technisch als economisch haalbaar is gebleken.

De bovenstaande definitie sluit aan bij de IPPC-richtlijn (96/61/EG), zoals hieronder is aangegeven:

RICHTLIJN 96/61/EG VAN DE RAAD van 24 september 1996 inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (IPPC-richtlijn)

Artikel 2, lid 11

- „beste beschikbare technieken“: het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen, of wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken;*
- ,„technieken“: zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;*
- ,„beschikbare“: op zodanige schaal ontwikkeld dat de betrokken technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de betrokken industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van de betrokken Lid-Staat worden toegepast of geproduceerd, mits zij voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;*
- ,„beste“: het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel.*

Zie ook

Infomil, *Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR)*, 2006, te vinden op www.infomil.nl

Ministerie VROM, *Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming (Stct.1993, 37)*, zoals deze laatstelijk is gewijzigd (Stcrt. 2001, 133)

SenterNovem, *Methaanemissies uit stortplaatsen, potentie en realisatiemogelijkheden voor een bijdrage aan de nationale Kyoto-doelstelling, hoofdrapport en bijlagerapport*, juli 2005

Bijlage 3

Kosteneffectiviteit en voorbeeldberekeningen

Het criterium kosteneffectiviteit wordt binnen het Klimaatbeleid gebruikt als richtlijn om in te schatten of maatregelen tegen 'aanvaardbare kosten' mogelijk zijn. Hoewel het lastig is een omschrijving te geven van wat aanvaardbaar is bij maatregelen op stortplaatsen, zal een inschatting van de kosteneffectiviteit voor aanvullende maatregelen wel nodig zijn. De kosteneffectiviteit van maatregelen op stortplaatsen is bovendien afhankelijk van de specifieke situatie waarin een maatregel overwogen wordt. Er is per maatregel geen specifieke kosteneffectiviteit aan te geven.

Op basis van een schetsontwerp van een maatregel worden de kosten (in euro's per jaar) en de effecten (in kg emissiereductie per jaar) ingeschat. Zo kan de kosteneffectiviteit worden getoetst: deling van kosten en effecten geeft de kosteneffectiviteit in euro's per kilogram vermeden emissie. Deze kosteneffectiviteit kan worden vergeleken met wat in Nederland gebruikelijk is voor de emissiereductie van (in dit geval) methaan.

In geval van stortplaatsen zijn de effecten niet constant, aangezien de gasvorming in de loop der jaren afneemt. Er kan bovendien voor worden gekozen om de kosten en effecten over een langere periode te toetsen.

Er wordt in een aantal verbanden nagedacht over de waarde van de reductie van CO₂-equivalenten. Eén kg methaan zijn 21 kg CO₂-equivalenten. (de genoemde waarden zijn momentopnamen van begin 2007):

- In Nederland worden CO₂-emissierechten voor ongeveer € 4 tot € 20 per ton CO₂ verhandeld (zie PointCarbon, op www.pointcarbon.com).
- In het kader van Joint Implementation worden in het buitenland maatregelen getroffen die naar verwachting ongeveer € 5,50 per ton CO₂-equivalenten kosten (zie Faber et al., 2005).
- In beleidsstudies van RIVM/ECN wordt nagedacht over kosten van effectief CO₂-beleid op middellange termijn. Zo is de schatting dat industrielanden in 2020 emissies verdergaand kunnen reduceren tegen kosten van ongeveer € 17 per ton CO₂-equivalenten (Bollen et al., 2004). Op basis van dit soort informatie zouden stortplaatsbeheerder en vergunningverlener ervoor kunnen kiezen om maatregelen met een lage kosteneffectiviteit van € 3 tot € 5 per ton CO₂-equivalenten als zinvol te beschouwen en maatregelen met een kosteneffectiviteit van € 15 tot € 30 per ton CO₂-equivalenten als niet zinvol.

NB: In geval van geuroverlast gelden andere criteria voor 'zinvol' en 'niet zinvol'.

Als wordt gekozen voor een toetsing op kosteneffectiviteit wordt aanbevolen niet te lang stil te staan bij een precieze onder- of bovengrens. In de praktijk blijken veel maatregelen bij nadere uitwerking al evident goedkoop of duur, waardoor de discussie beperkt blijft tot enkele maatregelen in het grijze tussengebied (zie ook SenterNovem, 2005).

Voor verdere besluitvorming over deze maatregelen is niet alleen de kosteneffectiviteit van belang, maar ook de lokale emissiesituatie: is er sprake van mogelijke geuroverlast, kwetsbare gebieden en dergelijke? Welke andere maatregelen heeft de stortplaats al getroffen? Hoe is de financieel-economische situatie van de stortplaats?

Hieronder staan enkele voorbeeldberekeningen om de toetsingsmethode op basis van kosteneffectiviteit inzichtelijker te maken.

Voorbeeldberekeningen

Situatie 1

Op een stortplaats valt de onttrokken hoeveelheid stortgas tegen. Het blijkt dat in de zuidwesthoek de onttrekkingsbronnen weinig gas produceren, omdat bij een geringe onderdruk op de onttrekkingsbronnen al lucht wordt ingezogen. Tegelijkertijd wordt bij het talud een stortgasgeur waargenomen.

Verwacht wordt dat met bijplaatsing van een drietal kleinere bronnen in het talud 50 m³ stortgas per uur extra kan worden gewonnen. Dit zal afnemen tot ongeveer 25 m³ per uur over vijf jaar. Omdat de benutting capaciteit over heeft, zal dit gas kunnen worden omgezet naar elektriciteit. Deze kan worden verkocht tegen € 0,05/kWh, wat overeenkomt met circa € 0,10 per benutte m³. De investeringen in de drie bronnen, inclusief aansluiting op het leidingensysteem, worden geschat op € 15.000.

Berekening

De jaarlijkse kosten kunnen worden ingeschat als het verschil tussen investeringskosten en opbrengsten en zijn in dit geval negatief:

- De investeringskosten kunnen in eerste instantie worden ingeschat op € 3.000 per jaar (€ 15.000 bij afschrijving over 5 jaar).
- De opbrengsten zijn gemiddeld bijna € 27.700 per jaar (gemiddeld 37 m³ per uur * 7.500 uur * € 0,10 per m³).

In dit geval is de maatregel duidelijk 'gunstig' en is de uitkomst niet afhankelijk van de wijze waarop rente wordt doorgerekend. De opbrengsten zijn hoger dan de kosten, dus dit is een maatregel die zeker nader overwogen moet worden.

Situatie 2

Deze situatie komt overeen met 1, maar de hoeveelheden gas die extra kunnen worden gewonnen, wijken af.

Verwacht wordt dat met bijplaatsing van een drietal kleinere bronnen in het talud 20 m³ stortgas per uur extra kan worden gewonnen. Dit zal afnemen tot ongeveer 5 m³ per uur over vijf jaar. Omdat de benutting capaciteit over heeft, zal dit gas kunnen worden omgezet naar elektriciteit. Deze kan worden verkocht tegen € 0,05/kWh, wat overeenkomt met circa € 0,10 per benutte m³. De investeringen in de drie bronnen, inclusief aansluiting op het leidingensysteem, worden geschat op € 15.000.

Berekening

De jaarlijkse kosten kunnen worden ingeschat als het verschil tussen investeringskosten en opbrengsten

en zijn in dit geval € 5.100 per jaar:

- De investeringskosten zijn € 3.900 per jaar (€ 15.000 bij annuïtaire afschrijving over vijf jaar met een rentevoet van 10 % - annuïteit van 0,26).
- De opbrengsten zijn gemiddeld bijna € 9.000 per jaar (gemiddeld 12 m³ per uur * 7.500 uur * € 0,10 per m³).

In dit voorbeeld is de uitkomst van de berekening kritischer en moet er nader naar de wijze van afschrijving worden gekeken. Maar nog steeds brengt de maatregel meer op dan dat hij kost en dus dient de maatregel overwogen te worden.

Situatie 3

Deze situatie komt overeen met 1, maar zonder de mogelijkheid tot extra benutting.

Verwacht wordt dat met bijplaatsing van een drietal kleinere bronnen in het talud 50 m³ stortgas per uur extra kan worden gewonnen. Dit zal afnemen tot ongeveer 25 m³ per uur over vijf jaar. Er is in deze situatie geen infrastructuur aanwezig om de extra hoeveelheid gewonnen gas te kunnen benutten. De investeringen in de drie bronnen, inclusief aansluiting op het leidingensysteem, worden geschat op € 15.000.

Berekening

De jaarlijkse kosten kunnen worden geschat als gelijk aan de jaarlijkse investeringskosten, in dit geval € 3.900 per jaar (zie Situatie 2). Er zijn in dit voorbeeld echter geen opbrengsten.

De effecten zijn 111 ton methaanemissiereductie, oftewel 2350 ton CO₂-emissiereductie: (37 m³ stortgas per uur * 8.400 uur * 50% methaan * 0,72 kg per m³ methaan * 21 kg CO₂-equivalenten per kg methaan * 0,001 ton per kg).

Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit is € 1,66 per ton vermeden CO₂-equivalenten (€ 3900/2350 ton CO₂-equivalenten) en is gunstig. Ook deze maatregel moet nader overwogen worden.

Situatie 4

Deze situatie komt overeen met situatie 3, maar de hoeveelheden gas die extra kunnen worden gewonnen, zijn minder.

Verwacht wordt dat met bijplaatsing van een drietal kleinere bronnen in het talud 20 m³ stortgas per uur extra kan worden gewonnen. Dit zal afnemen tot ongeveer 5 m³ per uur over vijf jaar. Er is geen infrastructuur aanwezig om de extra hoeveelheid gewonnen gas te kunnen benutten. De investeringen in de drie bronnen, inclusief aansluiting op het leidingensysteem, worden geschat op € 15.000.

Berekening

- De jaarlijkse kosten kunnen worden ingeschat als gelijk aan de jaarlijkse investeringskosten, in dit geval € 3.900 per jaar (zie Situatie 2).
- Er zijn ook hier weer geen opbrengsten.

De effecten zijn 36 ton methaanemissiereductie, oftewel 760 ton CO₂-emissiereductie:

(12 m³ stortgas per uur * 8.400 uur * 50% methaan * 0,72 kg per m³ methaan *

21 kg CO₂-equivalenten per kg methaan * 0,001 ton per kg)

Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit is ruim € 5,13 per ton CO₂-equivalenten (€ 3.900/760 ton CO₂-equivalenten) en bevindt zich in het grijze gebied. Een nadere afweging, met een meer gedetailleerde inschatting van kosten en baten en een betere effectenininschatting, wordt aangeraden voordat tot de maatregel wordt overgegaan. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de andere problemen die de maatregel mogelijk oplost en de bedrijfseconomische situatie van de stortplaats.

Situatie 5 (nieuwe situatieschets)

Op een nieuw compartiment van een stortplaats zal overwegend anorganisch afval worden gestort.

Het methaanpotentieel is zodanig laag dat de gemiddelde stortgasvorming lager zal zijn dan 10 m³ per uur per hectare. Er is maximaal ongeveer 5 m³ per uur per hectare winbaar, van een zodanig lage kwaliteit dat het gas niet benut kan worden.

Berekening

De investeringen in gasonttrekking worden geschat op € 20.000 per hectare.

De jaarlijkse kosten worden ingeschat als gelijk aan de jaarlijkse investeringskosten; in dit geval € 5.300 per hectare per jaar (annuïtaire afschrijving, 10% interest, 5 jaar - zie Situatie 2).

De effecten blijven beperkt tot 15 ton methaanemissiereductie per jaar, oftewel 317 ton CO₂-emissiereductie:

(5 m³ stortgas per uur * 8.400 uur * 50% methaan * 0,72 kg per m³ methaan * 21 kg CO₂-equivalenten per kg methaan * 0,001 ton per kg).

Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit is € 17 per ton CO₂-equivalenten (€ 5300/317 ton CO₂-equivalenten). Deze maatregel kan nader overwogen worden, maar ligt al hoog in de ranges van kosteneffectiviteit.

Zie ook

Bollen, J.C., Manders, A.J.G., Veenendaal, P.J.J., *Wat kost een emissiereductie van 30%; Macro-economische effecten in 2020 van post-Kyoto klimaatbeleid*, RIVM/MNP rapport nr. 500035001, Bilthoven, 2004

Faber, J., Wit, R., De Bruyn, S., Warringa, G., Slingerland, S., Van der Linden, M., Lubrecht, I., *Tussentijdse evaluatie Joint Implementation Eindrapport*, Delft, juni 2005

PointCarbon, www.pointcarbon.com

SenterNovem, *Methaanemissies uit stortplaatsen, potentie en realisatiemogelijkheden voor een bijdrage aan de nationale Kyoto-doelstelling*, hoofdrapport en bijlagerapport, juli 2005

Begrippenlijst

Om een eenduidig begrip van deze handreiking te garanderen, worden hieronder een aantal basisbegrippen rond stortgaswinning en -benutting toegelicht. Deze begrippenlijst is beperkt tot de onderwerpen die in deze handreiking worden behandeld.

Een uitgebreide begrippenlijst vindt u in de 'Handleiding Stortgaswinning' van het Adviescentrum Stortgas (1994). Deze is tot op heden nog steeds actueel.

Stortgas

Stortgas is biogas dat ontstaat door anaërobe afbraak van organisch materiaal. Stortgas bestaat uit de componenten methaan (CH₄), kooldioxide (CO₂), en in beperkte mate zuurstof (O₂) en stikstof (N₂) als gevolg van luchtinzuiging bij actieve stortgasonttrekking. Ook bevat stortgas nog een aantal spoorcomponenten.

Vorming (van stortgas)

De productie van stortgas in een afvalpakket/stortplaats. De vorming/productie varieert in de tijd naar gelang van de leeftijd en aard van het afval.

Vormingsprognose

De verwachting van de hoeveelheid stortgas die op termijn en in de tijd in de stortplaats gevormd zal worden, op basis van de hoeveelheid en samenstelling van het gestorte of nog te storten afval.

Winning (van stortgas), winningsprognose

De verwachting van de hoeveelheid stortgas die op termijn en in de tijd uit de stortplaats gewonnen kan worden met behulp van de stortgaswinningsinstallatie (ook wel onttrekking genoemd).

(Verwachte) winningsrendement

Dit geeft de verhouding aan van de feitelijke stortgaswinning of winningsprognose ten opzichte van de vormingsprognose. Meestal wordt gesproken over het momentane winningsrendement, dat wil zeggen de fractie gewonnen gas van het geproduceerde gas op een bepaald tijdstip.

(Stortgas)winningsinstallatie (ook stortgasonttrekkingsinstallatie)

Strikt genomen dat deel van de stortgasinstallatie dat op of in het stortlichaam is gesitueerd (gasbronnen, leidingwerk, regelkleppen en condensputten). De winningsinstallatie stelt de beheerder in staat om stortgas uit het stortlichaam te onttrekken.

Als bredere interpretatie wordt vaak ook de verdere verwerking van het stortgas als onderdeel van de winnings- of onttrekkingsinstallatie bedoeld. Dit is strikt genomen niet terecht en in deze handreiking ook niet als dusdanig gebruikt.

Afzuiging, afzuigingsinstallatie

Een compressor of ventilator waarmee bij actieve gaswinning het stortgas uit de stort wordt aangezogen. De afzuiginstallatie regelt zowel de onderdruk voor de onttrekking, als de nodige druk voor verdere verwerking van het stortgas.

Verwerking (van stortgas), verwerkingsinstallatie

Een algemene term voor de verdere verwerking van het onttrokken stortgas, ongeacht wat die verwerking betreft. Stortgas kan worden benut, afgefakkeld of opgewerkt.

Benutting (van stortgas), benuttingsinstallatie

Een algemene term voor de installatie waarmee het onttrokken stortgas in een nuttige vorm wordt aangewend of omgezet. Dit kan zijn een directe omzetting in warmte of elektriciteit (via bijvoorbeeld een gasmotor of stookinstallatie), maar ook de omzetting (zie Opwerken) tot een breder toepasbaar product, zoals aardgas.

Opwerken (van stortgas)

Het proces om de samenstelling van stortgas zodanig te wijzigen dat het dezelfde verbrandingseigenschappen heeft als aardgas. Dit gebeurt voornamelijk door het verwijderen van kooldioxide uit het gas. Na deze opwerking kan het (pseudo)aardgas worden geleverd aan het aardgasnet.

Fakkels, fakkelininstallatie (ook wel verbrandingsinstallatie)

Met een fakkelininstallatie wordt stortgas rechtstreeks verbrand. Er bestaan verschillende typen fakkelininstallaties: open fakkels, gesloten fakkels of grondfakkels, fakkels speciaal voor verbranding van stortgas met een laag methaangehalte et cetera. Afhankelijk van het doel kan een specifiek type fakkel worden ingezet.

Literatuurlijst

Deze referenties (*) kunt u op de site van ROB (www.senternovem.nl/ROB) terugvinden

Adviescentrum Stortgas, *Handleiding stortgaswinning*, Utrecht, augustus 1994*

Afvalzorg Deponie bv, *Quantifying landfill gas emissions in the Netherlands – Definition Study*, Haarlem, februari 2000*

Afvalzorg Deponie bv, *A comparison of measurement methods to determine landfill methane emissions*, Haarlem, juni 2003*

Afvalzorg Deponie bv, *Methaanemissiereductie door luchtinjectie in de toplaag van stortplaatsen*, Haarlem, juni 2003*

Afvalzorg Deponie bv, *Demonstratie clean enclosed burner voor arm stortgas*, Haarlem, juni 2004*

AOO, Werkgroep afvalregistratie, *Afvalverwerking in Nederland*, gegevens 2004, september 2005

Bollen, J.C., Manders, A.J.G., Veenendaal, P.J.J., *Wat kost een emissiereductie van 30%; Macro-economische effecten in 2020 van post-Kyoto klimaatbeleid*, RIVM/MNP rapport nr. 500035001, Bilthoven, 2004

Ecofys, *Tussentijdse evaluatie van het reductieprogramma overige broeikasgassen (ROB)*, periode 1999-2004, februari 2006
Marktkennis van de opstellende partijen Grontmij, Royal Haskoning en TNO

ERM, *Het minimaliseren van methaanemissies op stortplaatsen*, september 2000*

Faber, J., Wit, R., De Bruyn, S., Warringa, G., Slingerland, S., Van der Linden, M., Lubrecht, I., *Tussentijdse evaluatie Joint Implementation Eindrapport*, Delft, juni 2005

Grontmij, *Reductie overige broeikasgassen – Demonstratieproject vervroegde stortgasonttrekking bij Afvalverwerking Stainkoeln bv*, De Bilt, mei 2004*

Infomil, *Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR)*, 2006 (laatste versie op www.infomil.nl)

Ministerie VROM, *Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming (Stct.1993, 37)*, zoals deze laatstelijk is gewijzigd (Stcrt. 2001, 133)

Ministerie VROM, *Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming*, Den Haag, 15 maart 2002

Oonk H., *Overzicht stortgasprojecten stortgasprojecten in Nederland*, Adviescentrum Stortgas, Utrecht, maart 1993

Oonk, H. Hensen, A., Mahieu, K., Visscher, A. de, Velthoven, F. van, Woelders, H. *Verbeterde methaanoxidatie in toplagen van stortplaatsen*, TNO-rapport R2004/377, TNO-Apeldoorn*

SenterNovem, *Methaanemissies uit stortplaatsen, potentie en realisatiemogelijkheden voor een bijdrage aan de nationale Kyoto-doelstelling*, hoofdrapport en bijlagerapport, juli 2005*

SenterNovem, 2006: persoonlijke communicatie met M. Kraakman

Overige gerelateerde literatuur

Ministerie VROM, *Directoraat-Generaal Milieubeheer*, Leidraad storten, juni 1993

Oonk, H., Weenk, A., Coops, O., Luning, L., *Validation of landfill gas formation models*, TNO-rapport 94-315, Apeldoorn, december 1994

Oonk H., *Stortgaswinning met hoog rendement*, TNO-rapport 93-248, Apeldoorn, 1994

Spakman J.; van Loon, M.M.J; van der Auweraert, R.J.K; Gielen, D.J.; Olivier, J.G.J.; Zonneveld, E.A. *Methode voor de berekening van broeikasgasemissies*, VROM, Emissieregistratie 37; Den Haag 1997

