

Technische commissie bodem

Postbus 30947

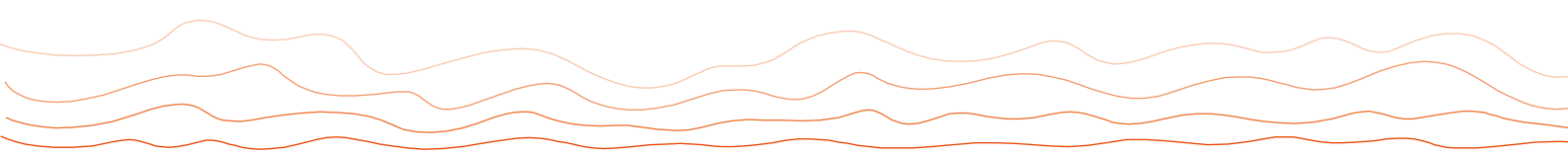
2500 GX Den Haag

T 070 4566596

E info@tcbodem.nl



**ADVIES DUURZAAM STORTBEHEER
FASE 1**



Aan:
De Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

TCB A077(2012)

Den Haag, 5 juli 2012

Betreft: advies Duurzaam stortbeheer fase 1

Mijnheer de Staatssecretaris,

Op verzoek van uw directeur Duurzaamheid¹ adviseer ik u hierbij over een voorstel voor een experiment waarbij op drie² stortplaatsen wordt onderzocht in hoeverre het emissiepotentieel van verontreinigingen in deze stortplaatsen kan worden verminderd. Het experiment is gericht op operationele stortplaatsen, die binnen afzienbare tijd uit gebruik worden genomen.

Het type beheer dat onderwerp vormt van het experiment wordt aangeduid met de term 'duurzaam stortbeheer'. Het ministerie beoogt via duurzaam stortbeheer de afwenteling van de gevolgen van storten van afval op toekomstige generaties te verminderen. De methode die hierbij wordt gehanteerd is het infiltreren van water in het stortpakket en/of het beluchten ervan, om zo processen te stimuleren die het emissiepotentieel verminderen. In dit advies wordt de methode verder aangeduid als 'verminderen van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten'.

Het doel van deze methode is om *"het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen naar bodem en grondwater zodanig terug te brengen, dat de eeuwigdurende nazorg en nazorgkosten substantieel kunnen worden verminderd of geminimaliseerd"*³. De hypothese hierbij is dat, door water in het afvalpakket te infiltreren en/of door het afvalpakket te beluchten, de afbraak van organisch materiaal in de stort wordt gestimuleerd en de afbraak, chemische vastlegging en aanhechting (sorptie) van verontreinigingen wordt bevorderd, waardoor het emissiepotentieel van verontreinigingen afneemt. Het experiment richt zich op toetsing van deze hypothese. De huidige werkwijze conform het Stortbesluit gaat uit van Isoleren, Beheersen en Controleren (IBC). Hierbij vindt geen infiltratie van water en beluchting plaats, wat het veronderstelde gevolg heeft dat het emissiepotentieel nagenoeg ongewijzigd blijft en dat langdurige nazorg nodig is.

¹Bijlage 1.

²In de adviesaanvraag is sprake van 4 stortplaatsen: Wieringermeer, Braambergen, Kragge II en Vlagheide. De locatie Vlagheide is echter, om redenen die los staan van het onderzoek, afgefallen.

³Stichting duurzaam storten, 2012. Introductie duurzaam stortbeheer op praktijkschaal. Integraal plan van aanpak.

Door de stortbranche en een aantal provincies is aan uw ministerie gevraagd om het experiment beleidsmatig en juridisch te faciliteren. Hierop is uw ministerie het project Introductie Duurzaam Stortbeheer gestart. Dit houdt onder andere in dat het experiment Duurzaam stortbeheer is beschreven in een nieuw toe te voegen hoofdstuk van het Stortbesluit. Het concept hiervan is besproken in de Tweede Kamer en op 14 februari aan de Raad van State gezonden.

Het streven is om het experiment in 2013 te starten. Het idee is dat uw ministerie voor de start een akkoord tekent met de betrokken partijen in een zogenaamde *Green Deal*.

Hierna wordt eerst een samenvatting van het advies gegeven. Daarna volgt een beschrijving van de situatie van voormalige en huidige stortplaatsen in Nederland (hoofdstuk 'Stortplaatsen en emissies') en worden de vragen uit de adviesaanvraag behandeld:

- Beschouwing IBC versus 'verminderen emissiepotentieel door infiltreren en beluchten' (vraag 1).
- Het experiment (vraag 2 tot en met 6).
- Methaangasontwikkeling (vraag 7).

De adviesvraag over het aanbrengen van een methaanoxiderende laag (vraag 8) wordt, op verzoek van uw ministerie, bij nader inzien niet behandeld. De reden hiervoor is dat over dit onderwerp nog een onderbouwende studie zal verschijnen. De vraag zal daarom deel uitmaken van de aangekondigde tweede adviesaanvraag over duurzaam stortbeheer. In deze tweede adviesaanvraag zal ook advies gevraagd worden over concept toetswaarden voor het experiment Duurzaam stortbeheer.

SAMENVATTING

De TCB vindt een aanpak gericht op het verminderen van het emissiepotentieel van een stortplaats door infiltreren en beluchten beter dan de huidige IBC-benadering, omdat de eerstgenoemde aanpak gericht is op het wegnemen van milieurisico's op de lange termijn. Zij ziet afval*mining* (= afgraven en hergebruiken) ook als een mogelijk geschikte werkwijze hiervoor, bijvoorbeeld aanvullend op de eerstgenoemde aanpak.

De TCB beveelt aan om het milieurendement en de kosten op de lange termijn van beide benaderingen verkennend in beeld te brengen met behulp van een levenscyclusanalyse.

De TCB staat positief ten opzichte van het uitvoeren van het grootschalige veldexperiment waarin de afname van het emissiepotentieel van de stort door infiltratie van water en beluchting wordt onderzocht.

De TCB plaatst wel een aantal opmerkingen bij de beschreven opzet van het experiment in het Integraal Plan van Aanpak (IPvA). Zij heeft deze vevat in een aantal aanbevelingen.

Samengevat:

- Onderbouw de representativiteit van de *pilot*locaties voor de grotere groep van 19 stortlocaties op basis van onder andere stortmateriaal, hydrologie en ligging van de stort.
- Richt referenties in voor de onbehandelde situatie: zonder infiltratie of beluchting, zonder IBC;
- Betrek ook de IBC variant in het onderzoek.
- Formuleer hypothesen over het verloop van het emissiepotentieel van metalen en organische microverontreinigingen.
- Baseer bemonsteringsaantallen en -frequentie op een statistische onderbouwing, zodat de verwachte trends in de ontwikkeling van het emissiepotentieel ook daadwerkelijk vastgesteld kunnen worden. De TCB vindt inzicht in deze trends belangrijker dan het al dan niet voldoen aan

de toetsingswaarden binnen de termijn van het onderzoek, omdat op basis van deze trends de risico's voor de langere termijn ingeschat kunnen worden.

- Breid het analysepakket voor organische microverontreinigingen incidenteel uit met breed-spectrum-analyses en effectgerichte analyses, voor een goed beeld van het emissiepotentieel.
- Bepaal kwantitatief de aanwezigheid in de stort van de relevante microbiële gemeenschappen (aerobe en anaerobe) en hun functionele betekenis (aerobe afbraakactiviteit en biogasvorming).
- Verricht geurmetingen voor en na het inzetten van de infiltratieproeven.
- Monitor tijdens het experiment nauwkeurig het grondwater onder en nabij de stort.

De commissie acht de aanpak van het onderzoek van Ecofys naar methaangasemissies deugdelijk. Ten aanzien van de details van de studie (modelberekeningen) kan de TCB geen oordeel geven.

In het IPvA wordt weinig aandacht besteed aan de communicatie over het experiment naar omwonenden en andere betrokkenen in de omgeving van de stortlocaties. Inmiddels heeft de TCB van het ministerie begrepen dat dit in een communicatietraject is voorzien. De TCB acht dit van groot belang, omdat betrokkenheid en steun van omwonenden mede bepaalt of het experiment als geslaagd beoordeeld kan worden.

STORTPLAATSEN EN EMISSIES

Aantallen en oppervlakten

Het aantal operationele stortplaatsen is de laatste decennia teruggelopen door een verminderd aanbod van stortafval. Zo waren er in 1991 nog 79 stortplaatsen operationeel tegen 21 in 2012. Het aanbod van stortafval is afgenomen doordat het afvalbeheer meer gericht is op preventie en hergebruik. In Nederland wordt momenteel 80 procent van het afval hergebruikt, 16 procent wordt verbrand met energierugwinning en 4 procent komt terecht op een stortplaats⁴.

Naast de operationele stortplaatsen zijn er enkele tientallen recent uit gebruik genomen stortplaatsen en ongeveer 4000 voormalige stortplaatsen⁵. Voor de operationele en recent uit gebruik genomen stortplaatsen gelden de wettelijke IBC-verplichtingen volgens het Stortbesluit bodembescherming uit 1993. Dit houdt onder andere de verplichting in om een bovenafdichting aan te brengen, niet later dan 30 jaar na het aanbrengen van de onderafdichting (zie kader 1).

Het project duurzaam stortbeheer richt zich op 19 operationele of recent uit gebruik genomen stortplaatsen die als kansrijk zijn beoordeeld voor het verminderen van het emissiepotentieel door infiltratie en beluchting. Deze beslaan in totaal een oppervlakte van circa 480 hectare. Dat is naar schatting 37 procent van het oppervlak van stortlocaties met een verplichting tot bovenafdichting⁶ en ongeveer 5 procent van het totaal oppervlak van stortlocaties in Nederland (inclusief de voormalige).

⁴<http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2011/12/21/atsma-zet-in-op-duurzaam-stortbeheer.html>.

⁵"Voormalige" betekent dat men voor 1 september 1996 is opgehouden met storten. Na die datum vallen operationele stortplaatsen onder de 'wettelijke regeling voor de nazorg bij operationele stortplaatsen' (Nazorg-regeling Wet milieubeheer, voorheen Leemtewet). Het totaal oppervlak van de voormalige stortplaatsen is ongeveer 8000 hectare.

⁶Het totaal oppervlak van stortlocaties met een verplichting tot bovenafdichting is 1300 ha. Hiervan heeft 350 ha reeds een bovenafdichting. Gebaseerd op informatie in een brief van de Stichting Duurzaam Storten aan het Ministerie van IenM, kenmerk DS-12-002/JK, 25 januari 2012.

Kader 1. De IBC verplichtingen volgens Stortbesluit bodembescherming (1993).

(...) de verplichting dat aan de onderkant van de gestorte afvalstoffen een **onderafdichting** aanwezig is, die tegengaat dat verontreinigende stoffen uit de gestorte afvalstoffen in de bodem kunnen geraken, en betreft daarbij de bijzonderheden van de stortplaats waarvoor de vergunning wordt verleend, en de aard van de afvalstoffen die op die stortplaats worden gestort⁷. (Artikel 4, nr. 1).

(...) de verplichting dat zo spoedig als technisch mogelijk, maar uiterlijk na een in het voorschrift aangegeven termijn die niet later eindigt dan 30 jaar na het aanbrengen van de onderafdichting of het treffen van de in het tweede of derde lid bedoelde maatregelen, aan de bovenkant van de gestorte afvalstoffen een **bovenafdichting** wordt aangebracht die tegengaat dat water in de gestorte afvalstoffen infiltreert. (Artikel 4, nr. 4).

(...) de verplichting dat **percolaat** wordt opgevangen, verzameld en gezuiverd of afgevoerd⁸ op een zodanige wijze dat geen gevaar bestaat voor verontreiniging van de bodem (...). (Artikel 5).

(...) 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. (Artikel 6a, nr. 1).

Stortmateriaal

Tabel 1 geeft een beeld van de hoeveelheden van verschillende soorten afval die in het afgelopen decennium gestort zijn. Er is tussen 2000 en 2005 een afname te zien in de totale hoeveelheid afval. Bepaalde categorieën zoals het (grof) huishoudelijk afval nemen sterk af als gevolg van het afvalbeleid, waarin de volgende voorkeursvolgorde geldt: preventie, hergebruik, toepassen als brandstof, verbranden en ten slotte storten⁹.

Tabel 1. Ontwikkeling gestort afval in Nederland, sinds 2000. Bron: AgentschapNL, 2011¹⁰.

	Hoeveelheid afval (kton)				
	2000	2005	2006	2007	2008
(Grof) huishoudelijk afval	941	138	321	116	82
Reststoffen na sorteren en scheiden	600	432	1.004	993	578
Bedrijfsafval, HDO en industrieel afval	981	614	751	569	390
Reinigingsdienstafval	251	15	8	5	9
Shredderafval	101	177	154	193	170
Bouw- en sloopafval	1.006	486	412	300	303
Grond (gevaarlijk/niet-gevaarlijk)	1.178	626	506	862	812
Zuiveringsslib	129	43	51	41	35
AVI-reststoffen	178	136	211	268	374
Overig (o.a. mengvrachten)	1.185	842	571	860	846
Totaal	6.550	3.509	3.990	4.207	3.600

⁷Wanneer onderafdichting niet mogelijk is, kunnen ook andere voorzieningen worden getroffen zodat geen verspreiding naar de bodem optreedt (strekking van artikel 4, nr.2, Stortbesluit bodembescherming).

⁸Iedere stortplaats heeft een vergunning voor lozing van onbehandeld of voorbehandeld water op een rioolwaterzuiveringsinstallatie ofwel van behandeld (gezuiverd) water op oppervlaktewater. Het waterschap is hiervoor bevoegd gezag. [Informatie verkregen van het Ministerie IenM].

⁹ Landelijk afvalbeheerplan 2009-2021. Naar een materiaalketenbeleid. Ministerie van VROM, 2010.

¹⁰AgentschapNL, 2011. Nederlands afval in cijfers, 2000 – 2008.

Voor de 19 stortplaatsen die potentieel voor duurzaam stortbeheer in aanmerking komen¹¹, is de aard van het stortmateriaal in beeld gebracht voor de periode 1986 – 2015¹². Het overzicht is opgenomen in bijlage 2. Hieruit blijkt dat de hoeveelheid afval met organisch materiaal (zoals huishoudelijk afval) de laatste jaren sterk afneemt.

Voor de eerdergenoemde 4000 voormalige stortplaatsen geldt dat huisvuil vaak het belangrijkste gestorte materiaal is, naast bouw- en sloopafval, bedrijfsafval, natuurlijk afval en (in enkele gevallen) chemisch afval¹³.

Emissies

Emissies via de gasfase

Anaerobe afbraak van organisch materiaal in een stortplaats resulteert in het vrijkomen van stortgas, een mengsel van hoofdzakelijk methaan en kooldioxide. Dit stortgas wordt deels afgevangen en gebruikt voor energie. Een ander deel vervluchtigt, wat ongewenst is omdat methaan een sterk broeikasgas is. De emissie van methaan uit stortplaatsen bedroeg in 1990 bijna 6 procent van de totale broeikasgasemissies in Nederland. In 2009 was dat nog 2,5 procent¹⁴. Door de infiltratie van water, één van de technieken voor de reductie van het emissiepotentieel, worden anaerobe afbraakprocessen gestimuleerd, waardoor extra stortgas kan vrijkomen.

Naast methaan en kooldioxide kan stortgas meer stoffen bevatten, zoals sporen van vluchtige stoffen uit het stortmateriaal (bijvoorbeeld vluchtige organische halogeenverbindingen), zwavelwaterstof en ammoniak. Ammoniak kan bij beluchting, zoals toegepast in het experiment, worden omgezet naar nitraat en vervolgens naar stikstofgas. Bij die laatste omzetting kan lachgas ontstaan, een sterker broeikasgas dan methaan. Over de mate waarin lachgas ontstaat bij beluchting van stortmateriaal is weinig bekend¹². De emissie van lachgas kan worden ingeschat op basis van een emissiegetal voor lachgasvorming bij compostering, dat een ruwe indicatie is voor de vorming van lachgas uit stortmateriaal. Op basis van deze schatting blijkt dat de emissie van lachgas uitgedrukt in kooldioxide equivalenten bij uitvoering van het experiment dat in dit advies wordt besproken gering is (minder dan 10 procent) ten opzichte van de emissie van methaan en kooldioxide¹².

Het is wettelijk verplicht om op een stortplaats voorzieningen te treffen om het uit de stortplaats vrijkomende stortgas op te vangen en te verwerken (zie kader). Het winningsrendement op operationele stortplaatsen is in een studie uit 2005 geschat op gemiddeld 46 procent van het vrijkomende gas¹². Dat wil tevens zeggen dat gemiddeld 54 procent vervluchtigt. Voor uit gebruik genomen stortplaatsen kan dit rendement hoger zijn. Ecofys¹² neemt voor gesloten stortplaatsen zonder bovenafdichting een winningsrendement van 60 procent aan, met een range van 50 tot 70 procent. Wanneer een bovenafdichting is aangebracht kan het winningsrendement nagenoeg volledig zijn. Van het gewonnen gas kan een deel worden benut voor energie. De rest wordt afgefakkeld.

¹¹In totaal komen 19 stortplaatsen potentieel voor verduurzaming in aanmerking; dat zijn de drie *pilot*stortplaatsen voor het experiment, de inmiddels afgevalen *pilot*stortplaats Vlagheide (zie voetnoot 2) en 15 overige stortplaatsen.

¹²Ecofys, 2011. Stortgasemissies duurzaam stortbeheer. Eindrapport. In opdracht van AgentschapNL.

¹³Achtergronden bij het advies Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS). Rapportage van Tauw in opdracht van de werkgroep Nazorg Voormalige Stortplaatsen, rapportnr. R002-4339113KRO-nva-V01-NL, april 2005.

¹⁴ <http://www.agentschapnl.nl/print/book/export/html/101100#Emissies>

Emissies via de waterfase

Emissies via de waterfase worden gemeten in het percolaat van een stortplaats. Percolaat is het water dat, nadat het door het afvalpakket is gestroomd, wordt opgevangen in het drainagesysteem. Vervolgens vindt zuivering van dit percolaat plaats. Het percolaat vormt een belangrijke indicatie voor het emissiepotentieel van een stortplaats naar het grondwater, dat is de emissie die zou *kunnen* plaatsvinden wanneer bijvoorbeeld de onderafdichting niet meer functioneert. Het percolaat van stortplaatsen kan een scala aan eigenschappen bezitten en stoffen bevatten. Deze zijn onder te verdelen in drie hoofdgroepen:

- 1) Macroparameters. Voorbeelden zijn: zuurgraad, geleidbaarheid, opgelost organisch koolstof, chloride, sulfaat en ammonium.
- 2) Metalen en metalloïden. Voorbeelden zijn arseen, barium en zink.
- 3) Organische microverontreinigingen. Voorbeelden zijn vluchtige organische halogeenverbindingen en aromaten.

Metingen in het percolaat van tien huidige stortplaatsen met huisvuil en gemengd niet-gevaarlijk afval laten een brede spreiding in gemeten concentraties zien¹⁵. In het percolaat van deze stortplaatsen werden 97 van de 212 doorgemeten stoffen regelmatig (dat wil zeggen in meer dan 30 van 2023 monsters) aangetroffen. Voor een aantal metalen (met name arseen, kwik, barium en chroom) zijn de gemiddelde concentraties hoger dan de interventiewaarden voor grondwater. Dit geldt ook voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen en minerale olie (zie bijlagen 3 en 4).

Van de macroparameters draagt ammonium sterk bij aan het emissiepotentieel. Het gemiddeld gemeten gehalte ammonium-stikstof in percolaat in de bovengenoemde dataset bedraagt 643 mg N/l. Ter vergelijking: de streefwaarde voor ammonium-stikstof in grondwater bedraagt 2 mg N/l in zandgebieden en 10 mg N/l in klei- en veengebieden¹⁶.

Voor de huidige stortplaatsen bestaat de verplichting het percolaat op te vangen (zie kader 1). De voorziening bestaat uit percolaatdrains die zijn aangebracht boven de onderafdichting. Voor de kwaliteit van een onderafdichting geldt de minimumeis dat de lek ten hoogste 5 millimeter per jaar mag bedragen. Via de drains wordt het percolaat opgevangen en vervolgens verzameld en afgevoerd naar een zuivering. De zuivering vindt ofwel plaats op de stortplaats zelf of in een externe rioolwaterzuivering van bijvoorbeeld het waterschap. Volgens de Uitvoeringsregeling stortbesluit bodembescherming (1993) moeten het percolaat en het grondwater bij een stortplaats worden onderzocht op de volgende parameters:

- chemisch zuurstofverbruik (CZV);
- Kjeldahl-N of ammoniak (NH₃);
- cadmium, chroom, koper, nikkel, lood, zink, kwik en arseen;
- chloride, sulfaat, zuurgraad (pH), elektrische geleidbaarheid;
- vluchtige organische gehalogeneerde koolwaterstoffen (VOX);
- minerale olie;

¹⁵Databestand van ECN opgenomen in: Versluijs C.W. *et al.*, 2011. Ontwikkeling toetswaarden voor pilotstortplaatsen duurzaam stortbeheer. Fase 1: een inventarisatie. RIVM rapport 607710001/2011.

¹⁶Streefwaarde voor grondwater uit Normen voor het Waterbeheer, Achtergronddocument NW4, CIW, mei 2000. Deze streefwaarde heeft inmiddels geen wettelijke status meer. De waarde wordt nog wel gebruikt als referentiewaarde bij de monitoring van de kwaliteit van het grondwater, zie: Van Vliet *et al.*, 2010. De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland in het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008. RIVM rapport 680721005/2010.

- polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs);
- eventueel aromaten.

Ook worden somparameters gebruikt zoals extraheerbare organische halogeenverbindingen (EOX), VOX en fenolen. Verhoogde gehalten van deze parameters zijn dan een indicatie voor het voorkomen van meer verontreinigingen in het percolaat. Bij grondwatermonitoring kan de nadruk gelegd worden op het analyseren van niet-reactieve en mobiele componenten, de zogenaamde gidsparameters. Met deze parameters kan een eventueel falen van de isolatievoorzieningen zo snel mogelijk worden vastgesteld. De meest bekende en voor de hand liggende gidsparameters zijn chloride, sulfaat, ammonium, barium, arseen, biologisch zuurstofverbruik (BZV) en chemisch zuurstofverbruik (CZV)¹⁷.

Bij voormalige stortplaatsen uit de periode vóór de wettelijke verplichtingen voor isolerende voorzieningen zijn geen onderafdichting en drainage aanwezig en vindt dus direct contact met het grondwater plaats. Uitgebreid onderzoek aan de kwaliteit van het grondwater in en nabij deze voormalige stortplaatsen^{18,19} laat zien dat metalen hier de belangrijkste probleemstoffen²⁰ zijn (door de provincies als probleemstof in het freatisch grondwater gemeld op 70 procent van de locaties). Binnen de groep metalen komen vooral barium, zink en arseen veel voor. Op ongeveer 20 procent van de locaties vormen organische microverontreinigingen een probleem in grondwater, veelal aromaten en minerale olie en in mindere mate vluchtige organische halogeenverbindingen. In circa 75 procent van de locaties worden verhoogde concentraties aan macroparameters zoals ammoniumstikstof, sulfaat en chloride buiten de stort aangetroffen.

Met name de organische microverontreinigingen, die in het percolaat van een stortplaats terecht kunnen komen, zijn zeer divers. Het kan hierbij gaan om meer stoffen dan gangbaar gemeten worden^{21, 22}. Het spectrum aan stoffen kan variëren van zeer mobiel tot nauwelijks mobiel en van goed tot slecht afbreekbaar onder de condities in een stortplaats. Met gangbare zuiveringsmethoden worden diverse meer polaire, organische microverontreinigingen niet verwijderd, waardoor deze stoffen bij lozing in het oppervlaktewater terecht kunnen komen. In hoeverre stortplaatsen een significante bijdrage leveren aan de concentraties van dergelijke stoffen in het oppervlaktewater is niet goed bekend. In vergelijking met industriële lozingen is de bijdrage waarschijnlijk gering²³.

¹⁷Op basis van door het Ministerie IenM aangeleverde informatie verstrekt door Afvalzorg.

¹⁸Er is in de periode 1998-2003 uitgebreid onderzoek verricht naar de milieuhygiënische kwaliteit van de deklaag en het grondwater bij voormalige stortplaatsen. Het gaat om 3800 onderzochte locaties waar het grondwater is onderzocht (circa 5 peilbuizen per locatie, 3 meetronden). Het onderzoek is uitgevoerd door verschillende adviesbureaus en werd gecoördineerd door de provincies.

¹⁹Achtergronden bij het advies Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS). Rapportage van Tauw in opdracht van de werkgroep Nazorg Voormalige Stortplaatsen, rapportnr. R002-4339113KRO-nva-V01-NL, april 2005.

²⁰Probleemstoffen zijn in deze studie in het algemeen stoffen in grondwater boven de interventiewaarde grondwater.

²¹Ter Laak T.L. *et al.*, 2012. *Broad target chemical screening approach used as tool for rapid assessment of groundwater quality. Sci Total Environ*, 427-428, p. 308-313.

²²Legler J. *et al.*, 2011. *Effect-directed analysis of municipal landfill soil reveals novel developmental toxicants in the zebrafish Danio rerio. Environ Sci Technol*, 45(19), p.8552-8558.

²³Moeller A. *et al.*, 2010. *Distribution and sources of polyfluoroalkyl substances (PFAS) in the River Rhine watershed. Environmental Pollution* 158, p. 3243-3250.

IBC VERSUS 'VERMINDEREN EMISSIEPOTENTIEEL DOOR INFILTREREN EN BELUCHTEN' (VRAAG 1)

De huidige regelgeving voor stortplaatsen die buiten gebruik worden gesteld, is gericht op het isoleren van afval en vervolgens op het beheersen en controleren van de emissies. Het voordeel van deze IBC-benadering is dat zolang deze maatregelen functioneren er nauwelijks beïnvloeding is van de omgeving. Er is weinig percolaat en wat er is wordt afgevangen. Stortgas kan bijna volledig worden afgevangen en gebruikt voor de energievoorziening. De bovenafdichting garandeert ook, dat als de onderafdichting faalt, de emissie naar grondwater beperkt zal zijn. Aan omwonenden en de politiek is goed uit te leggen dat de verontreinigingen in de stort zijn ingepakt en risico's worden beheerst. Het belangrijkste nadeel is dat het emissiepotentieel van verontreinigingen in de stort lang aanwezig blijft doordat afbraak, vastlegging en afvoer van verontreinigingen via het percolaat nauwelijks optreden. Op de langere termijn kunnen de constructies falen en dan kunnen emissies alsnog optreden. Langdurige nazorg zou dit moeten voorkomen, maar het risico bestaat dat nazorg op de lange termijn verwatert.

Het project Duurzaam stortbeheer richt zich daarom op het verkleinen van het emissiepotentieel. Het voordeel van deze benadering is dat, wanneer het emissiepotentieel voldoende kan worden verminderd, ook de noodzaak van langdurige nazorg verdwijnt. Ook kan het stortterrein, als de stort is gestabiliseerd, mogelijk op termijn weer nieuwe bestemmingen krijgen. Een nadeel is dat in de periode dat de reductie van het emissiepotentieel wordt bewerkstelligd, er tijdelijk meer emissie van gassen is en er ook meer verontreinigingen in het percolaat terecht kunnen komen. Dit stelt hoge eisen aan een goede onderafdichting en aan het controle- en beheersysteem voor het percolaat gedurende deze periode.

Naast deze benadering wil de TCB ook de mogelijkheid van afval*mining* noemen. Afval*mining* is het afgraven van een stort om zo veel mogelijk van het afvalmateriaal te hergebruiken of om hier energie uit te winnen. Voordeel van deze werkwijze is dat de bron van risico's voor de omgeving wordt weggenomen en het energie en materialen oplevert. De mogelijkheden voor afval*mining* zijn sterk afhankelijk van de samenstelling van het stortmateriaal en de mogelijkheden het te verwerken. Ontgraving heeft in Nederland bij enkele tientallen voormalige stortplaatsen plaatsgevonden, meestal om plaats te maken voor een andere gewenste bestemming. Het ontgraven stortmateriaal kon deels worden hergebruikt, deels is het elders weer gestort. Voor het toepassen van afval*mining* met als primaire doel het hergebruiken van afval zijn op een aantal stortlocaties verkennende studies uitgevoerd. Hieruit bleek dat de ontginning van de stortlocaties met de bestaande technieken in het algemeen nog niet rendabel is²⁴. Bij de verdere ontwikkeling van nieuwe technieken voor de winning van materialen en energie uit afval en bij stijging van grondstofprijzen kan dit veranderen²⁵.

Voormalige stortplaatsen zijn kansrijker voor afval*mining* omdat in het verleden meer herbruikbaar afval werd gestort. De 19 stortplaatsen die als kansrijk zijn beoordeeld voor het verminderen van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten, bevatten echter volgens de beschikbare overzichten een mix aan gestorte materialen. Afval*mining* is voor deze stortplaatsen daarom op termijn wellicht toch een optie, bijvoorbeeld aanvullend op de aanpak gericht op het reduceren van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten. De toepassing van beide benaderingen verschilt in de

²⁴Antwoorden van minister Cramer op de schriftelijke vragen van Van Leeuwen en Roemer over afval*mining*. Brief aan de Tweede Kamer, kenmerk SAS2007107222, 5 oktober 2007.

²⁵Zie bijvoorbeeld: Hogland W. *et al.*, 2010. *Enhanced Landfill Mining: material recovery, energy utilization and economics in the EU (Directive) perspective. Proceedings of the First international symposium on Enhanced Landfill Mining, Houthalen Helchteren, 4-6 oktober 2010.*

tijd. De aanpak via infiltratie en beluchting vindt plaats aan het eind van de exploitatieperiode, afvalmining komt later in beeld.

De TCB is van mening dat vanuit het oogpunt van duurzaam bodembeheer gekozen zou moeten worden voor de benadering die leidt tot de geringste aantasting van bodem en lucht op zowel de korte als de lange termijn en die kan leiden tot herstel van functies op de bodem ter plekke van de stortplaatsen. De voordelen van de huidige IBC-benadering liggen vooral op de korte termijn. De benaderingen 'verminderen van het emissiepotentieel via infiltreren en beluchten' en afvalmining bieden uitzicht op verbetering op de lange termijn en genieten daarom de voorkeur. De TCB vindt het voor beide benaderingen belangrijk dat de kansrijkheid met onderzoek in beeld wordt gebracht.

De TCB beveelt aan om het milieurendement en de kosten op de lange termijn van beide benaderingen verkennend in beeld te brengen met behulp van een levenscyclusanalyse.

HET EXPERIMENT

Het strategisch doel van het experiment is in het Integraal plan van aanpak (IPvA) als volgt omschreven: *"het door middel van praktijkproeven vaststellen of brongerichte maatregelen zodanig effectief zijn en blijven, dat zij geheel of nagenoeg geheel in plaats kunnen treden van de gangbare effectgerichte maatregelen en voorzieningen voor stortplaatsen na de exploitatieperiode"*.

Het experiment is gericht op het verkrijgen van informatie over:

- De mate van vermindering van het emissiepotentieel van de stortplaats die wordt bereikt (inclusief het verkrijgen van informatie over de mate van kwaliteitsverbetering van het percolaat, zowel tijdens als na afloop van het experiment).
- Verkrijgen van informatie over de werking van de toe te passen technieken.
- De mate van beperking van de nazorg na sluiting van de stortplaats die wordt bereikt.
- De methode waarmee het emissiepotentieel van de stortplaats betrouwbaar kan worden vastgesteld.
- Een passende eindafwerking van de stortplaats na toepassen van infiltreren en/of beluchten ter vermindering van het emissiepotentieel.

Belangrijke kenmerken van het experiment zijn:

- Het wordt op praktijkschaal uitgevoerd op drie stortlocaties of delen daarvan, *pilotlocaties* genoemd.
- Het heeft een looptijd van 10 jaar.
- Er worden op de stortplaatsen verschillende technieken voor infiltratie van water en voor beluchting van de stort getest.
- Er is op de *pilotlocaties* sprake van een goed functionerende onderafdichting.
- Er worden op de stortplaatsen metingen uitgevoerd om afbraak van organisch materiaal, stortgasontwikkeling en afbraak en vastlegging van stoffen te monitoren.
- Het monitoringsplan voor de stortplaatsen behelst een nulmeting, een tussenmeting en een eindmeting. De metingen zijn samengevat in tabel 7 van het IPvA.
- Er zijn criteria vastgesteld voor wanneer een *pilot* geslaagd is. Dit zijn:
 - na afronding van een *pilot* voldoet de kwaliteit van het percolaat aan de te stellen eisen voor de maximaal toelaatbare bodembelasting²⁶;

²⁶Dit betreft de toetswaarden, die onderdeel zullen zijn van een volgende adviesaanvraag aan de TCB. De toetswaarden geven de maximaal toelaatbare bodembelasting aan (uitgedrukt in mg per m² per tijdseenheid) waarbij geen overschrijding plaatsvindt van de milieudoelstelling voor het grondwater (bijvoorbeeld MTR) [gebaseerd op Versluijs et al., 2011; zie voetnoot 15].

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

Algemene opzet (vraag 2)

Er is de laatste decennia veel kennis ontwikkeld over hydrologische, biologische en chemische processen in stortplaatsen²⁷. De stap naar het uittesten van de ontwikkelde concepten op praktijkschaal is daarin goed te begrijpen.

De TCB staat daarom positief ten opzichte van het uitvoeren van het experiment.

Hoewel het een groot en langdurig experiment betreft, denkt de TCB toch dat het mogelijk is dat de looptijd van het experiment voor een aantal processen te kort is om te komen tot een voldoende afname van het emissiepotentieel. Het succes van het experiment zal dan vooral afhangen van de mogelijkheid om trends in de ontwikkeling van het emissiepotentieel aan te kunnen tonen en verklaren. Er is sprake van een complex van deels wel en deels nog niet gekende processen. Ook is sprake van een grote heterogeniteit van de aard en de condities van het stortmateriaal. Daarom is het van belang om in de beginfase van het experiment de hypothesen over het te verwachten verloop van het emissiepotentieel en de onbekende factoren hierin zo goed mogelijk te beschrijven, op basis van de bestaande kennis over de processen en de beperkende factoren in de lokale situatie (zoals water, nutriënten, zuurgraad en relevante microbiële processen).

De TCB beveelt aan om in de nulonderzoeken van de pilotlocaties de hypothesen over het verloop van het emissiepotentieel op de locatie te beschrijven, zoveel mogelijk in kwantitatieve termen, en deze gaandeweg het onderzoek eventueel aan te passen aan de ontwikkelde inzichten.

De benodigde bemonsteringsaantallen en de bemonsteringsfrequentie moeten vooraf goed in beeld zijn, door middel van een zogenaamde *poweranalyse*²⁸, zodat de verwachte trends in de ontwikkeling van het emissiepotentieel ook daadwerkelijk vastgesteld kunnen worden. De TCB vindt inzicht in deze trends een belangrijker resultaat van het onderzoek dan het al dan niet voldoen aan de toetsingswaarden binnen de termijn van het onderzoek, omdat op basis van deze trends de risico's voor de langere termijn ingeschat kunnen worden.

Methaangasvorming is een belangrijke indicator voor de omzettingsprocessen in de stort. Zowel de vorming van methaangas als bijvoorbeeld de omzetting ervan in de oxidatielaag berust op processen voortgebracht door complexe microbiële gemeenschappen. Het kwantificeren van de verschillende functies alsmede de samenstelling van de relevante microbiële gemeenschap kan inzicht geven in het verloop en de ruimtelijke verspreiding van deze processen en leiden tot een betere modellering ervan.

De TCB beveelt aan om kwantitatieve bepalingen van de aerobe en anaerobe microbiële gemeenschappen en hun functionele betekenis (aerobe afbraakactiviteit en biogasvorming) op te nemen in het bemonsteringspakket.

²⁷Heimovaara T. *et al.*, 2010. *Reduction of the long-term emission potential of existing landfills. Final report phase 2.* Stichting Duurzaam Storten, 's-Hertogenbosch.

²⁸*Poweranalyse* is een werkwijze om voorafgaand aan de uitvoering van het experiment te bepalen of een statistisch significant resultaat van een experiment verwacht kan worden.

In het IPvA wordt weinig aandacht besteed aan de communicatie over het experiment naar omwonenden en andere betrokkenen in de omgeving van de stortlocaties. Inmiddels heeft de TCB van het ministerie begrepen dat in een communicatietraject is voorzien. De TCB acht dit van groot belang, omdat tijdige uitleg over de doelen, de werkwijze en de maatregelen die worden getroffen om emissie naar de omgeving te voorkomen, bijdraagt aan een evenwichtige oordeelsvorming bij het publiek en eventuele onnodige weerstand kan voorkomen. Betrokkenheid en steun van omwonenden bepaalt mede of het experiment als geslaagd beoordeeld kan worden.

Selectie van de pilotlocaties

De *pilotlocaties* moeten voldoende representatief zijn voor de overige kansrijke locaties voor het verminderen van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten, anders zijn de resultaten aan het eind van het onderzoek niet breder toepasbaar dan op de *pilotlocaties* zelf. Deze representativiteit wordt met name gemotiveerd op basis van:

- de ouderdom van de *pilotstortplaatsen* (sinds wanneer is gestort);
- de aard van het stortmateriaal, met name het gehalte aan organisch materiaal.

De drie *pilotlocaties* verschillen in ouderdom en stortmateriaal²⁹ en aangenomen is dat dit ook de verschillen weerspiegelt tussen de andere stortplaatsen.

De TCB beveelt aan om een meer gedetailleerde verantwoording van de selectie van de deelloccaties op te stellen, waarin de representativiteit van de locaties wordt onderbouwd aan de hand van het type en de ouderdom van het stortmateriaal, de hydrologie en de ligging van de stortplaats.

Referenties

Het onderzoek richt zich op de ontwikkeling van het emissiepotentieel en hierbij geldt de nulmeting als referentie in de tijd. Er zijn geen referentielocaties opgenomen in het onderzoeksplan.

Mogelijke referentielocaties zijn:

- 1) de onbehandelde situatie, bijvoorbeeld een deel van de onderzoekslocatie dat buiten de kunstmatige infiltratie of beluchting valt;
- 2) de IBC situatie, bijvoorbeeld een *pilotlocatie* die wel volgens IBC is geïsoleerd.

Het eerste type referentielocatie krijgt enige aandacht in het IPvA. Aangegeven wordt hierin dat in de minder doorspoelde delen van het afvalpakket een aantal peilbuizen geplaatst zal worden om de ontwikkeling in het percolaat te bepalen. De TCB meent dat dergelijke referenties van essentieel belang zijn om waargenomen effecten in het behandelde deel van de locatie toe te kunnen schrijven aan deze behandeling en vindt dat in het huidige plan van aanpak te weinig aandacht aan deze referentiemetingen wordt besteed.

De TCB beveelt daarom aan om in de nog op te stellen individuele plannen van aanpak voor de *pilotlocaties* de referenties voor de onbehandelde situatie nader uit te werken.

Het tweede type referentie, de IBC situatie, maakt geen deel uit van het onderzoek. De bevindingen uit het onderzoek zullen daardoor niet vergeleken kunnen worden met bevindingen onder IBC condities. Voor de dominante processen bij infiltreren van water (omzetting van organische stof, methaangasvorming) is uit literatuurgegevens duidelijk dat deze processen onder IBC condities veel langzamer zullen plaatsvinden. Voor andere processen, bijvoorbeeld het vrijkomen van organische microverontreinigingen in het percolaat en de snelheid van afbraak hiervan, is nog goeddeels

²⁹De karakteristieken zijn beschreven in het Ecofys rapport, zie voetnoot 12.

onbekend in hoeverre de aanpak gericht op vermindering van het emissiepotentieel ook daadwerkelijk leidt tot een afname hiervan. Een vergelijking met de ontwikkeling onder IBC condities kan dan aangeven of de aanpak van infiltreren en beluchten hiervoor gunstiger is dan IBC.

De TCB denkt dat dit belangrijke informatie is voor de beslissing om al dan niet de aanpak gericht op verminderen van het emissiepotentieel via infiltreren en beluchten te introduceren in het stortbeheer en beveelt aan om een IBC referentie op te nemen in het onderzoek. Nagegaan moet worden hoe dit het beste plaats kan vinden. Wellicht zijn metingen mogelijk in stortmateriaal op enkele recent afgedekte stortlocaties.

Tevens beveelt de TCB aan om op recent afgedekte stortlocaties gedurende de looptijd van het experiment de ontwikkelingen te volgen in de methaangasvorming en de kwaliteit en hoeveelheid van het percolaat.

Selectie van maatregelen (vraag 3)

Infiltratie (recirculatie van percolaat) en beluchting zijn de belangrijkste maatregelen die kunnen worden ingezet om de biologische omzettingsprocessen in het stortmateriaal, met name de afbraak van organische stof, te stimuleren. De TCB onderschrijft de keuze voor deze twee maatregelen voor dit doel. Het onderzoek zal moeten uitwijzen of deze maatregelen voldoende zijn om het belangrijkste doel, een structurele verlaging van het emissiepotentieel, te bewerkstelligen.

Er zijn verschillende technieken beschikbaar voor infiltratie en beluchting. In de haalbaarheidsstudie van enkele *pilotlocaties*³⁰ worden in totaal zeven systemen voor infiltratie en vijf systemen voor beluchting onderscheiden. De systemen zijn in deze studie tegen elkaar afgewogen op basis van technische en meer algemene beoordelingscriteria, zoals weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Beoordelingscriteria voor systemen voor infiltratie en beluchting (vertaald uit Van Vossen, 2009³⁰). Verklaring: X = te beoordelen aspect.

Criterion	Infiltratie	beluchting
Eerste stap beoordeling (alle technische maatregelen)		
Veelgebruikte en bewezen maatregelen / methoden op grootschalige stortplaatsen met betrouwbaar resultaat	X	X
Tweede stap beoordeling (resterende technische maatregelen)		
Gelijkmatige en gecontroleerde verdeling in het infiltratiemedium	X	X
Beluchting in afvalhoogte van 10 - 20 m	-	X
Benodigde operatietijd	X	X
Operationele vereisten (kosten)	X	X
Energievraag	-	X
Uitstootcontrole (verzameling en zuivering van uitstoot)	-	X
Technische vereisten (kosten)	X	X
Impact op bestaande bovendek	X	X
Vereisten voor ontmanteling	X	X
Criterion	Infiltratie	Beluchting
Kansen toekomstige toepassingen	X	X
Impact op gasopvang	X	-
Duurzaamheid	X	-

³⁰Van Vossen, W., 2009. *Feasibility study sustainable emission reduction at the existing landfills Kragge and Wieringermeer in the Netherlands. Generic report: Processes in the waste body and overview enhancing technical measures. Report of Royal Haskoning 9T6764. Study for the Dutch sustainable landfill foundation.*

Op grond van deze afweging worden infiltratievelden en lage druk beluchting het beste beoordeeld. In het IPvA worden ook andere technieken genoemd, ondanks dat zij een mindere beoordeling hebben. De TCB vindt het goed om de toepassing van deze technieken niet op voorhand uit te sluiten, omdat de uiteindelijke geschiktheid van een systeem mede afhankelijk is van de lokale condities. Wel vindt zij het belangrijk dat de gekozen technieken zich in de praktijk reeds bewezen hebben.

De TCB heeft uit het IPvA geen duidelijk beeld gekregen hoe de werkzaamheid van de infiltratie- en beluchtingssystemen op de *pilotlocaties* zal worden geëvalueerd en welke criteria hierbij worden gehanteerd. Zij gaat ervan uit dat dit in de afzonderlijke deelplannen van aanpak verder uitgewerkt wordt.

Risicoanalyse en risicoprofielen (vraag 4)

In de risicoanalyse in het IPvA zijn op een systematische wijze de risico's benoemd en gewogen bij falen van:

1. Het systeem voor percolaattoevoer en -afvoer.
2. Het systeem voor beluchting.
3. Processen in het afvalpakket.
4. Beheersmaatregelen.
5. De metingen en het monitoren.

Naar het oordeel van de commissie richt de risicoanalyse zich op de juiste onderwerpen. Het valt de TCB echter wel op dat risico's worden beschreven zonder in te gaan op de kwetsbaarheid van de omgeving, bijvoorbeeld de nabijheid van een drinkwaterwinning, woonbebouwing of kwetsbare ecosystemen. Het in beeld brengen hiervan kan het risicoprofiel voor de bovengenoemde vijf onderwerpen beïnvloeden.

De TCB beveelt aan om de kwetsbaarheid van de omgeving te betrekken bij een verfijning van de risicoprofielen in de deelplannen voor de afzonderlijke pilotlocaties.

Het valt de TCB ook op dat de gevolgen voor de omgeving van het disfunctioneren van meten en monitoren als laag zijn beoordeeld. De TCB heeft de indruk dat hier alleen de technische aspecten van de meting zelf worden gewogen. De gevolgen van foute metingen kunnen vanzelfsprekend groot zijn door een verkeerde inschatting van de risico's voor de omgeving of het project. Dit betekent dat met name op de kritische aspecten (gemiddeld tot zeer hoog risicoprofiel) het monitoren niet mag falen, voldoende breed moet zijn (de relevante parameters) en voldoende frequent moet worden uitgevoerd.

In het IPvA is voorzien dat het reguliere monitoren van het grondwater tijdens de proef wordt voortgezet en indien noodzakelijk uitgebreid.

De TCB vindt het belangrijk om het grondwater onder en rond het afvalpakket tijdens de proef nauwkeurig te monitoren. Gezien de, vergeleken met het IBC-regime, te verwachten grotere hoeveelheden percolaat en de tijdelijk mogelijk hogere concentraties van verontreinigingen hierin, is een grotere inspanning dan het reguliere monitoren nodig. De TCB pleit ervoor om het monitoren onder en rond het afvalpakket qua stoffenpakket te laten aansluiten op het monitoren van het percolaat in het kader van de pilot.

Het risico van geur (stank) via diffuse emissie, oftewel door stortgas dat niet wordt onttrokken, wordt in de risicoprofielen van het IPvA laag tot gemiddeld ingeschat omdat het direct waarneembaar zou zijn en omdat de emissies lager worden ingeschat dan voor de aanvang van de proeven. De TCB

vindt het risico van hinder door stank voor de omgeving een belangrijk punt van aandacht. Een extra overweging hierbij is dat hinder de acceptatie van de uitvoering van het experiment kan belemmeren. De TCB adviseert daarom om, naast het voorziene monitoren van methaanemissie, ook geurmetingen (olfactometrie) toe te passen in de omgeving van de stort in de periodes vóór en na het inzetten van de infiltratieproeven.

Monitoren (vraag 5)

Als het gaat om organische microverontreinigingen dan is nog veel onbekend, zowel over het spectrum van relevante stoffen als over het uitspoelingsrisico.

De TCB beveelt aan om de analyses op organische microverontreinigingen incidenteel uit te breiden met breed-spectrum-analyses en bijvoorbeeld effectgerichte analyses waarbij een combinatie van biologische effectmetingen en chemische analyse wordt gebruikt, zodat een beter beeld wordt verkregen van het emissiepotentieel.

Het is nog onvoldoende duidelijk op welke manier voor de inrichting van het meetprogramma gebruik zal worden gemaakt van beschikbare of nog te ontwikkelen modellen. De TCB vindt de koppeling met modelstudies essentieel voor een goed meetprogramma. Modellen zijn belangrijk om het tijdstip, het type meting en de plaats van meting te bepalen en geven een kader voor de interpretatie van de resultaten. De TCB vindt de voorgenomen samenwerking tussen de uitvoerders van de *pilot* en onderzoekers van processen, modellen en monitoren van stortplaatsen een goede aanpak. De vorm van deze samenwerking en de betekenis hiervan voor het meetprogramma wordt echter niet duidelijk uit het Plan van Aanpak.

De TCB beveelt aan om het monitoringprogramma duidelijker te koppelen aan modelstudies.

Na afloop van het experiment kan gekozen worden voor aanvullende maatregelen op de individuele locaties waarmee het 'naar het oordeel van Onze Minister aannemelijk is dat het percolaat van de pilotstortplaats door het treffen van maatregelen alsnog aan de toetswaarden kan voldoen'³¹.

De TCB benadrukt het belang van het monitoren van de effectiviteit van deze maatregelen en de mogelijkheid om maatregelen aan te passen op basis van de resultaten van het monitoren³².

Nulonderzoek (vraag 6)

Het nulonderzoek is besproken bij de beantwoording van vraag 2 (algemene opzet).

Emissie van methaangas (vraag 7)

Door Ecofys is een studie uitgevoerd om de extra methaanemissie ten gevolge van de aanpak gericht op het verminderen van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten te berekenen¹². Karakteristieken van de studie zijn:

- De berekeningen zijn uitgevoerd voor de 19 stortplaatsen die in aanmerking komen voor vermindering van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten; voor de drie *pilotstortplaatsen* start experiment Duurzaam stortbeheer in 2013, voor de overige stortplaatsen in 2023.
- Het betreft modelberekeningen met een voor dit doel ontwikkeld model.

³¹Art. 17 e uit Besluit tot wijziging Besluit uitvoering Crisis en herstelwet 3^e tranche (concept 14 februari 2012).

³²Zogenaamde '*closed loop monitoring*' in risicogericht beheer, waarbij monitoring en maatregelen direct zijn gekoppeld. Zie: Duurzaam gebruik van de ondergrond; gereedschap voor structuur en visie, TCB R22(2012).

- De parameterwaarden zijn onderbouwd op basis van de stand van kennis (literatuur) en expertise van de onderzoekers.
- Er zijn drie scenario's doorgerekend: een realistisch, laag en hoog emissiescenario.
- Belangrijke gegevens voor de berekening zijn de aard en hoeveelheid van het stortmateriaal, de ouderdom van de stort en de duur van infiltratie of beluchting.
- De emissie is de resultante van methaanvorming, -winning en -oxidatie in de toplaag van de stort.

Uit de studie van Ecofys komt naar voren dat de extra methaangasemissie op de 19 stortplaatsen, als gevolg van de aanpak gericht op het verminderen van het emissiepotentieel door infiltratie en beluchten, 0,7 tot 1,4 procent zou bedragen van de totale methaanemissie door stortplaatsen. De range wordt bepaald door de uitkomsten van de verschillende scenario's. Hierbij is uitgegaan van gemiddelden over meerdere jaren en meerdere locaties. Dat is acceptabel omdat het gaat om een bijdrage aan een proces dat op een lange termijn speelt. Uitgaande van het berekende percentage is de extra emissie van methaan door de beoogde aanpak dus gering. De TCB merkt hierbij wel op dat de meeste componenten van de berekeningen grote onzekerheden inhouden. Juist het inperken van deze onzekerheden maakt het experiment in de ogen van de TCB waardevol.

De aanpak van de studie van Ecofys beoordeelt de commissie als deugdelijk. Ten aanzien van de details van de studie (modelberekeningen) kan de TCB geen oordeel geven.

De TCB is geïnteresseerd in de wijze waarop het plan van het experiment verder wordt uitgewerkt en kijkt daarom met belangstelling uit naar de uitwerkingen in de nog op te stellen deelplannen van aanpak op de pilotlocaties.

Met de meeste hoogachting,

Het origineel van dit advies is gestuurd aan de verantwoordelijke bewindspersoon/personen.
--

Ali Edelenbosch
Voorzitter Technische commissie bodem

BIJLAGE 1

Adviesaanvraag.



> Retouradres Postbus 20901 2500 EX Den Haag

Technische Commissie Bodem
Mw. A. Edelenbosch, voorzitter
Postbus 30947
2500 GX Den Haag

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Plesmanweg 1-6
Postbus 20901
2500 EX Den Haag
www.rijksoverheid.nl

Contactpersoon
Mr. W.J. Kattenberg
T 070-4561607

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

Datum **28 FEB. 2012**
Betreft Adviesaanvraag duurzaam stortbeheer

Geachte Voorzitter,

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Namens de Staatsecretaris verzoek ik u advies uit te brengen over de opzet en werkwijze van het voorgenomen onderzoek van tien jaar naar de effecten van duurzaam stortbeheer op vermindering van het emissiepotentieel op vier pilotstortplaatsen (hierna: het experiment). De adviesaanvraag zal in twee fasen worden ingediend (zie paragraaf 9).

Duurzaam stortbeheer beoogt de afwenteling van de gevolgen van het storten van afval op toekomstige generaties te verminderen.

Vanaf eind jaren negentig van de vorige eeuw is nationaal en internationaal onderzoek gedaan naar het verduurzamen van stortplaatsen door middel van het stimuleren van biologische afbraakprocessen van organisch materiaal in het afvalpakket en daarmee van het afbreken van organische verontreinigende stoffen en door middel van het vastleggen van niet afbreekbare verontreinigende stoffen (zie onder meer het internationale reviewonderzoek TU-Delft, paragraaf 4.2, onder 4). Stimulatie van deze processen vindt plaats door infiltratie van water in en beluchting van het afvalpakket.

De resultaten van deze onderzoeken zijn zodanig, dat de stortbranche en de betrokken provincies het ministerie hebben verzocht om het genoemde tienjarig onderzoek in de vorm van grootschalige praktijkproeven op maximaal vier pilotstortplaatsen te mogen verrichten, met als voorwaarde dat na gebleken succes deze aanpak wordt toegestaan naast de traditionele wijze van stortbeheer.

Om dit experiment mogelijk te maken is onder andere een wijziging van het Stortbesluit bodembescherming nodig.

Het Ministerie heeft aangegeven de ontwikkeling van innovatieve technieken te willen stimuleren en is daartoe het project Introductie Duurzaam Stortbeheer (hierna: IDS) gestart. Doel hiervan is om dit onderzoek wetgevingstechnisch en beleidsmatig mogelijk te maken (zie par. 1.3).

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

Betrokken provincies hebben het Ministerie verzocht dit innovatief project blijvend te ondersteunen. Om tot verdere uitwerking te komen heeft het Ministerie aan alle provincies om commitment gevraagd gezien hun belang en verantwoordelijkheden. Provincies hebben via het Interprovinciaal Overleg hun commitment uitgesproken en ondersteunen het onderzoek.

1.2 Duurzaam stortbeheer

Duurzaam stortbeheer is een *brongerichte* aanpak ter vermindering van het verontreinigingspotentieel van het bestaande afvalpakket op de stortplaats. Deze aanpak is bedoeld als aanvulling op en gedeeltelijke vervanging van de huidige traditionele *effectgerichte* aanpak die uitsluitend gericht is op het *isoleren* van verontreiniging.

Het beoogde milieudoel van duurzaam stortbeheer is het substantieel terugdringen van het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen en het terugdringen van de huidige eeuwigdurende nazorginspanningen. Dit onder voorwaarde dat de immissie van stoffen naar de omgeving (belasting van bodem, grondwater en lucht), zowel voor de korte als de lange termijn, acceptabel zijn binnen de doelen van het preventieve beleid.

De huidige regelgeving bevat voorschriften voor het aanbrengen van een onderafdichting en voor een bovenafdichting. De bovenafdichting neemt op een gegeven moment na sluiting van de stortplaats de functie van de onderafdichting over voor het geval de onderafdichting gaat falen.

In dit onderzoek zal worden onderzocht in welke mate het emissiepotentieel van deze stortplaatsen structureel kan worden verminderd en daarmee de kans op het ontstaan van emissies uit het afvalpakket van het restemissiepotentieel en wat dit betekent voor de tot nu toe gangbare bovenafdichtingsconstructies en nazorg. Tevens zal daarbij worden onderzocht op welke wijze en met welke methoden dit overtuigend kan worden vastgesteld en beoordeeld. Daarnaast zal na afloop van het onderzoek worden onderzocht of wordt voldaan aan de (momenteel in ontwikkeling zijnde) toetswaarden voor de belasting van de bodem, c.q. het grondwater. Deze toetswaarden hebben als functie om na afloop van het experiment te kunnen bepalen of het experiment voldoende succesvol is geweest. De toetswaarden worden voor de start van het experiment vastgesteld.

De TU-Delft zal parallel aan de uitvoering van het experiment met behulp van subsidie van de Technologiestichting STW flankerend technisch wetenschappelijk onderzoek op deze pilotstortplaatsen uitvoeren.

1.3 Project IDS

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

Het Project IDS geeft vorm aan de samenwerking tussen het Interprovinciaal Overleg (IPO), de stortbranche en het Ministerie van IenM om dit onderzoek wetgevingstechnisch en beleidsmatig mogelijk te maken.

De twee belangrijkste producten van het project Introductie Duurzaam Stortbeheer (IDS) zijn de toevoeging van een experimentenparagraaf aan het Stortbesluit bodembescherming en de vastlegging van het lange termijn commitment in een door de Staatsecretaris, het IPO, de gedeputeerden Milieu van de pilotprovincies en de directeuren van de betrokken stortbedrijven en de stortbranche te ondertekenen Green Deal IDS (convenant).

Het experiment dient een antwoord te geven op de op dit moment nog aanwezige vragen en onzekerheden met betrekking tot het kunnen voldoen aan de inhoudelijke doelen van duurzaam stortbeheer.

Indien blijkt dat het experiment niet succesvol is, dan zal implementatie van duurzaam stortbeheer in de regelgeving (vanaf circa 2023) niet plaatsvinden en dan zal het huidige IBC-beleid ten aanzien van stortplaatsen worden gecontinueerd. De mate van succes wordt onder meer bepaald door het in 2023 (en daarna) al dan niet voldoen aan de toetswaarden (zie paragraaf 7).

Voorafgaande aan de start van het experiment moeten de inhoudelijk technische en procesmatige condities eenduidig worden bepaald.

De *inhoudelijk* technische condities van het onderzoek worden voornamelijk bepaald door het *Integraal Plan van Aanpak (IPvA)* dat is opgesteld en vastgesteld in samenwerking tussen de betrokken provincies, branche en het ministerie (bijgevoegd). Het IPvA vormt het kader voor de momenteel nog in ontwikkeling zijnde Deelplannen van Aanpak per pilot (DPvA).

De *procesmatige* condities zijn opgenomen in de *Projectplanning IDS* (ter informatie bijgevoegd). In de Projectplanning is vastgelegd welke activiteiten moeten worden uitgevoerd en welke producten moeten worden geleverd voordat met de praktijkproeven kan worden begonnen en aan welke randvoorwaarden moet worden voldaan.

In bijlage treft u een schema aan waarin de procesgang is weergegeven, waarmee wordt beoogd om op zorgvuldige wijze en goed onderbouwd tot de uiteindelijke besluitvorming over toekomstig stortbeheer te komen.

2. Experimentenparagraaf Ontwerpbesluit

Voor duurzaam stortbeheer zijn er momenteel in Nederland nog geen bewezen technieken. Daarom is door de stortbranche en de provincies aan het ministerie verzocht om langjarig vervolgonderzoek mogelijk te maken. Met dit onderzoek wordt het mogelijk om aan te tonen dat duurzaam stortbeheer in de praktijk werkt. Het onderzoek wordt verricht op maximaal vier pilotstortplaatsen en heeft een looptijd van maximaal 10 jaar.

Om dit onderzoek mogelijk te maken is besloten om het Stortbesluit bodembescherming (hierna: Stortbesluit) aan te vullen met een experimentenparagraaf. Via het Ontwerpbesluit van de Crisis- en Herstelwet (CHW) derde tranche (hierna: Ontwerpbesluit) wordt hoofdstuk IIIA aan het Stortbesluit toegevoegd. Hoofdstuk IIIA schetst het kader voor de bij ministeriële regeling op te nemen regels voor de uitvoering van experiment (zie paragraaf 3).

Het Ontwerpbesluit is inmiddels door de Minister bij brief van 7 juli 2011 voorgelegd aan beide Kamers der Staten-Generaal (zie bijgevoegde kamerstukken II 2010/11, 32 127, nr. 146). Naar aanleiding hiervan heeft de Tweede Kamer een aantal vragen gesteld. De Minister heeft deze vragen beantwoord bij brief van 5 december 2011. Op 25 januari 2012 heeft de Tweede Kamer aan dit besluit een Voortgezet schriftelijk overleg gewijd. Het Ontwerpbesluit is op 14 februari 2012 naar de Raad van State gezonden voor advies.

Het laatste concept van het Ontwerpbesluit (onderdeel IDS) is inclusief de *Nota van Toelichting* ter informatie bijgevoegd. U wordt verzocht om dit concept niet extern te verspreiden tot het moment dat de Raad van State advies heeft uitgebracht over het Ontwerpbesluit (naar verwachting medio mei 2012).

In het Ontwerpbesluit worden met name vier onderwerpen geregeld:

1. Het experiment duurzaam stortbeheer wordt uitgevoerd op vier in de *Nota van Toelichting* met name genoemde pilotstortplaatsen;
2. De vier pilotstortplaatsen en de naar verwachting circa 15 (delen van) overige stortplaatsen die mogelijk geschikt zijn voor verduurzaming in de toekomst, kunnen onder strikte voorwaarden in aanmerking komen voor uitstel van de huidige verplichting om een bovenafdichting aan te brengen. De belangrijke randvoorwaarde is de aanwezigheid van een goed functionerende onderafdichting. Daarnaast geldt voor alle stortplaatsen het op grond van de huidige regelgeving voorgeschreven milieuhygiënische beschermingsniveau (bodembeschermende voorzieningen);
3. Indien uit lopend onderzoek (zie paragraaf 6.3, punt 10) blijkt dat de onderafdichting langer meegaat dan een periode van dertig jaar waarvan in het huidige Stortbesluit wordt uitgegaan, wordt de periode waarna een bovenafdichting moet worden aangebracht voor de voornoemde 15 (delen van) stortplaatsen verlengd van dertig jaar tot ten hoogste vijftig jaar na het aanbrengen van de onderafdichting;
4. De mogelijkheid om in het kader van uitvoering en handhaving bij ministeriële regeling nadere regels te stellen aan bijvoorbeeld de aanpak en werkwijze van het onderzoek.

Het experiment start op de dag van inwerkingtreding van hoofdstuk IIIA van het Stortbesluit en eindigt na maximaal tien jaar. Hoofdstuk IIIA van het Stortbesluit treedt in werking op een bij koninklijk besluit (Kb) te bepalen tijdstip. Het Kb wordt pas ondertekend na afsluiten van de Green Deal IDS (planning eind 2012). Het streven is om het experiment begin 2013 te starten.

Indien uit de tussenevaluatie na vijf jaar blijkt dat het experiment op een stortplaats naar de verwachting van het bevoegd gezag niet succesvol zal verlopen, kan het experiment op de desbetreffende stortplaats worden beëindigd. Na tien jaar vindt de eindevaluatie plaats. Het experiment is op een pilotstortplaats succesvol verlopen indien uit de eindevaluatie blijkt dat het percolaat van de pilotstortplaats voldoet aan de toetswaarden of naar het oordeel van de Minister aannemelijk is dat het percolaat van de pilotstortplaats door het treffen van maatregelen alsnog aan de toetswaarden kan voldoen. Gedurende het elfde jaar wordt op grond van de resultaten van de evaluatie besloten of duurzaam stortbeheer permanent zal worden ingevoerd.

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

3. Experimentenparagraaf Ontwerpregeling

Het komende half jaar wordt gewerkt aan het opstellen van de Ontwerpwijziging Uitvoeringsregeling Stortbesluit (hierna: Ontwerpregeling) ter nadere uitwerking van de kaders uit het Ontwerpbesluit (zie paragraaf 2).

Het gaat dan met name om de volgende vijf hoofdonderwerpen:

1. het formuleren van de noodzakelijke verplichtingen voor de exploitant die in het Integraal Plan van Aanpak (bijgevoegd) en met name de Deelplannen van Aanpak per pilot (in ontwikkeling) staan, waarvan het in het kader van handhaving en uitvoering noodzakelijk is dat deze worden opgenomen in de Ontwerpregeling;
2. vaststelling van de reeds bij Ontwerpbesluit genoemde namen van de (maximaal) vier pilotlocaties;
3. opname van categorieën van onderafdichtingen n.a.v. het advies van het ENS inzake de levensduur van deze voorzieningen;
4. vaststelling van namen van (de delen van) de locaties die uitstel krijgen van het aanbrengen van de bovenafdichting;
5. opname van vier locatiespecifieke lijsten van toetswaarden.

4. Voorbereidende onderzoeken

4.1 Inleiding

In het project IDS heeft onder meer de vraag centraal gestaan of het uitvoeren van grootschalige praktijkproeven te rechtvaardigen valt, mede in het licht van de geformuleerde uitgangspunten en randvoorwaarden voor deze proeven. De huidige resultaten van het IDS-project hebben een duidelijke bevestiging gegeven van het beeld dat het verduurzamen van stortplaatsen perspectiefvol is.

4.2 Reeds afgeronde onderzoeken binnen IDS

Binnen het project IDS zijn onderstaande onderzoeken verricht. Deze documenten zijn in de projectgroep IDS behandeld en vastgesteld.

1. Haalbaarheidsstudies verduurzamingspilots

Voor drie van de vier potentiële pilotstortplaatsen is een haalbaarheidstudie uitgevoerd door de stortplaatsexploitanten (niet

bijgevoegd, maar ter informatie te raadplegen via de website www.duurzaamstorten.nl), de vierde haalbaarheidsstudie van de pilotstortplaats De Vlagheide volgt naar verwachting in maart 2012;

2. *Economische verkenning*
met betrekking tot de introductie duurzaam stortbeheer uitgevoerd door FFact en de Erasmus universiteit/SEOR (bijgevoegd ter informatie);
3. *RIVM-onderzoek toetswaarden bodembelasting fase 1*
Inventarisatie uitgangspunten (zie ook paragraaf 7). De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in rapport "Ontwikkeling toetswaarden voor pilotstortplaatsen duurzaam stortbeheer, fase 1: Een inventarisatie", Rapport 607710001/2011 (niet bijgevoegd, te zijner tijd onderdeel van de TCB-adviesaanvraag fase 2, zie ook paragraaf 4.3, onderzoek 7);
4. *Internationaal Reviewonderzoek TU-Delft*
Uitgevoerd onder auspiciën van de TU-Delft met betrekking tot de mogelijkheden voor de reductie van het emissiepotentieel door verduurzamen. Het reviewartikel van 6 januari 2012 dat is ingediend is bij Waste Management (Elsevier) is ter informatie bijgevoegd;
5. *Rapportage over stortgasemissies bij duurzaam stortbeheer*
Stortgasemissies Duurzaam Stortbeheer, eindrapport juni 2011, Ecofys Nederland bv; uitgevoerd in opdracht van Agentschap NL (bijgevoegd);
6. *Integraal Plan van Aanpak*
Rapportage: Integraal plan van aanpak "introductie Duurzaam Stortbeheer op Praktijkschaal", eindrapport januari 2012, Vereniging Afvalbedrijven (bijgevoegd).

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

4.3 Lopende onderzoeken IDS

In project zijn de volgende onderzoeken en plannen in ontwikkeling:

7. *RIVM/ECN-onderzoek emissietoetswaarden bodembelasting fase 2*
Door RIVM en ECN. Betreft rapportage met rekenmodel met per pilot een locatiespecifieke lijst met emissietoetswaarden (zie ook paragraaf 7). Onderzoek wordt naar verwachting in mei afgerond. Vormt onderdeel van de TCB-adviesaanvraag fase 2, zie ook paragraaf 4.2, onderzoek 3;
8. *Handleiding gebruik toetswaarden*
In ontwikkeling. Eindconcept wordt in mei verwacht;
9. *Nulonderzoek pilotlocaties*
In ontwikkeling. Eindconcept volgt in 3e kwartaal;
10. *ENS-onderzoek naar de levensduur onderafdichtingsconstructies*
Onderzoek is in uitvoering bij het Expertise Netwerk Stortbesluit (ENS). Het betreft twee adviesaanvragen, vanuit IPO/IenM en vanuit de stortbranche. De adviesaanvraag van de stortbranche richt zich voornamelijk op de buitenlandse kennis en ervaring op dit terrein. Beide adviesaanvragen worden door het ENS in samenhang behandeld en geadviseerd. Onderzoek wordt naar verwachting in het tweede kwartaal dit jaar afgerond. Dit vormt te zijner tijd een onderdeel van TCB-adviesaanvraag fase 2;
11. *Deelplannen van Aanpak*
Betreft de uitwerking per pilotlocatie van het Integraal Plan van Aanpak.

5. Integraal Plan van Aanpak

Ter voorbereiding op de uitvoering van de praktijkproeven op de vier pilotlocaties is een Integraal Plan van Aanpak (IPvA) opgesteld.

Het IPvA geeft een algemeen inzicht in de uit te voeren praktijkproeven en geeft een voorstel voor de meet- en monitoringstrategie en een monitoringprogramma. Hiermee dient het IPvA een basis te leggen voor de vaststelling van de in de pilots te leveren bewijslast met betrekking tot de technische haalbaarheid van verduurzaming van stortplaatsen en van de structurele verlaging van het emissiepotentieel van het afval in de stortplaats.

Het IPvA geeft een kader voor de wijze waarop de individuele pilots worden ingevuld zodanig dat daardoor de kwaliteit van de afzonderlijke pilots kan worden geborgd. Op basis van de IPvA zal voor elk van de vier pilots een locatiespecifiek Deelplan van Aanpak DPvA worden opgesteld.

6. Onderzoek stortgasemissies

In de huidige vergunningen zijn ook voorschriften opgenomen ter beheersing van stortgasemissie. Deze zijn conform de Handreiking methaanreductie stortplaatsen. De huidige voorschriften bieden voldoende mogelijkheden om voor te schrijven dat zo nodig maatregelen en voorzieningen worden getroffen om emissies naar de lucht en eventuele geuremissies aan te pakken.

Tijdens het verduurzamen wordt de methaanvorming in een stortplaats verhoogd. hetgeen mogelijk zou kunnen leiden tot extra methaanemissies. Deze emissies zouden zonder aanvullende voorzieningen tot een verhoogde milieubelasting kunnen leiden ten opzichte van de situatie waarbij de stortplaats enige tijd na de exploitatieperiode reeds wordt afdicht.

Om inzicht te krijgen in de omvang van deze mogelijk extra emissies en de mogelijke maatregelen voor het verminderen ervan is een studie uitgevoerd. Er is daarbij een vergelijking gemaakt met de situatie met afdichting volgens huidig beleid en regelgeving.

Uit dit onderzoek, dat in opdracht van AgentschapNL is uitgevoerd door het bureau ECOFYS, blijkt dat er door het experiment slechts marginaal sprake is van extra methaanemissie. Vergeleken met de jaarlijkse emissie van methaan in 2009 bedraagt de extra emissie bij een realistisch scenario 0,7% (zijnde 1,5 kton versus 219 kton voor de jaarlijkse methaanemissie in 2009).

Tevens bleek dat in technische zin aanvullende maatregelen mogelijk zijn om de methaanemissie verder te verlagen. Gezien de verwachte marginale toename worden aanvullende maatregelen niet nodig geacht. Extra monitoring van de optredende emissies maakt deel uit van het experiment.

7. RIVM/ECN onderzoek naar de ontwikkeling van toetswaarden

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

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

Bij ministeriële regeling zal overeenkomstig de wens van provincies en de stortbranche, per pilotstortplaats een lijst met toetswaarden worden vastgesteld. Deze toetswaarden fungeren tijdens en na afloop van de pilotperiode als een belangrijke toetsingskader voor de evaluatie en beoordeling van de mate van succes van het experiment. De toetswaarden zijn bepalend voor de toelaatbare bodembelasting van de pilotstortplaatsen. De toelaatbare bodembelasting wordt afgeleid van een nader bepaalde milieudoelstelling in de directe omgeving van de stortplaats en 'teruggerekend' naar een percolaatkwaliteit.

Het Ministerie van IenM heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (hierna: RIVM) en het Energieonderzoek Centrum Nederland (hierna: ECN) opdracht gegeven om per pilotstortplaats een voorstel te ontwikkelen voor de vaststelling van de toetswaarden.

Deze toetswaarden hebben niet tot doel om nieuwe emissie-eisen te stellen aan stortplaatsen gedurende de looptijd van het onderzoek. De te ontwikkelen toetswaarden dienen zoveel mogelijk aan te sluiten bij het overige preventieve beleid voor bodembescherming.

Er is voor gekozen om het onderzoek naar de ontwikkeling van toetswaarden in twee fasen uit te laten voeren. Het RIVM heeft fase 1 van het onderzoek reeds uitgevoerd. Dit omvat een inventarisatie van de uitgangspunten en het toetsingskader voor de ontwikkeling van toetswaarden voor pilotstortplaatsen (zie eindrapportage RIVM nr. 607710001/2011 van april 2011).

Fase 2 omvat een rapportage van RIVM samen met ECN, waarin zullen worden opgenomen een rekenmodel voor de berekening van locatiespecifieke toetswaarden en per pilotstortplaats een lijst met toetswaarden.

De TCB zal te zijner tijd in de adviesaanvraag fase 2 worden gevraagd advies uit te brengen over beide rapportages.

8. Adviesvragen

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

8.1 Inleiding

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

De adviesaanvraag zal in twee fasen worden ingediend. In fase 1 wordt advies gevraagd over de documenten 5 en 6 van paragraaf 4.2. Hierbij zijn ten behoeve van fase 1 ter informatie de documenten 1, 2 en 4 toegevoegd.

In fase 2 wordt advies gevraagd over de documenten 3 van paragraaf 4.2 en 7 van paragraaf 4.3. Hierbij zullen voor zover beschikbaar ter informatie worden toegevoegd de documenten 8 t/m 11. Gestreefd wordt om de adviesaanvraag fase 2 medio dit jaar te verzenden (afhankelijk van de voortgang in de oplevering van de betreffende documenten).

Het nu voorliggende verzoek om advies betreft fase 1.

8.2 Adviesvragen fase 1

Voor het advies in fase 1 verzoek ik u om prioriteit te geven aan de visie op duurzaam stortbeheer (vraag 1), opzet en werkwijze van het Integrale Plan van Aanpak (vraag 2) en het onderzoek naar Stortgasemissies IDS (vraag 7). De beantwoording van de overige gestelde vragen stel ik echter ook zeer op prijs.

Het betreft de volgende vragen:

1. Het Ministerie van IenM heeft aangegeven de ontwikkeling van innovatieve technieken te willen stimuleren. In het artikel naar aanleiding van het internationale reviewonderzoek van de TU-Delft worden de huidige kennis en ervaringen ten aanzien van duurzaam stortbeheer beschreven.

Wat is de visie van de commissie op duurzaam stortbeheer als aanvulling op de aanpak van traditioneel stortbeheer?

2. In het Integraal Plan van Aanpak (pagina 10) wordt als strategisch doel geformuleerd: Het door middel van praktijkproeven vaststellen of brongerichte maatregelen zodanig effectief zijn en blijven, dat zij geheel of nagenoeg geheel in de plaats kunnen treden van de gangbare effectgerichte maatregelen en voorzieningen voor stortplaatsen na de exploitatieperiode.

Is de aanpak, zoals beschreven in het IPvA, in voldoende mate effectief om dit doel te bereiken? Heeft de commissie eventuele suggesties voor aanvulling of verbetering van het IPvA, mede gelet op de doorwerking van de inhoud van het IPvA op de nog op te stellen Deelplannen van Aanpak per pilotlocatie?

3. In het Integrale Plan van van Aanpak wordt een selectie gemaakt voor twee typen maatregelen voor het verduurzamen van stortbeheer, met per maatregel een principekeuze voor enkele technieken. Een nadere keuze voor de (uitvoerings)technieken gebeurt vervolgens in de Deelplannen van aanpak.

Onderschrijft de commissie de gemaakte keuzes in het IPvA en welke aanbevelingen heeft de commissie nog hiervoor?

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

4. In het Integrale Plan van Aanpak is een risicoanalyse en risicoprofiel opgenomen. Deze worden verder uitgewerkt in de Deelplannen van Aanpak.

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

Zijn in het Integrale Plan van Aanpak naar het oordeel van de commissie alle relevante risico's (zie met name paragraaf 13.1.4 van de bijlage) benoemd en op een juiste wijze gewogen? Biedt het IPvA met name ten aanzien van de omgevingsrisico's naar het oordeel van de commissie voldoende mogelijkheden voor het beheersen van de risico's en welke aanbevelingen hebt u nog hiervoor?

5. In het integraal plan van aanpak wordt op basis van de doelen van de meet- en monitoringstrategie een (voorlopig) voorstel gedaan voor een concreet monitoringplan. Aan de hand van dit monitoringplan zal onder meer worden vastgesteld of aan de gestelde doelen voor het verduurzamen (aantoonbaar structurele verlaging van het emissie potentieel én voldoen aan de toetswaarden) kan worden voldaan.

Is naar het oordeel van de commissie het monitoringplan toereikend om aan de gestelde doelen ervan zoals genoemd in het Integrale plan van Aanpak te voldoen en welke aanbevelingen hebt u nog hiervoor?

6. In het Integraal Plan van Aanpak worden doelen geformuleerd van het nog nader uit te werken nulonderzoek voorafgaande aan de start van de praktijkproeven.

Zijn deze doelen volledig en welke aanbevelingen hebt u nog hiervoor?

7. Uit een onderzoek dat in opdracht van AgentschapNL is uitgevoerd door het bureau ECOFYS, blijkt dat er door het experiment slechts marginaal sprake is van extra methaanemissie.

Kan de commissie zich vinden in het onderzoek en de op basis daarvan getrokken conclusies en aanbevelingen?

8. In het rapport van ECOFYS wordt geconcludeerd dat het aanbrengen van een oxiderende laag een goede methode is om de methaanoxidatie in belangrijke mate te verbeteren.

Deelt de commissie de conclusie en welke aanbevelingen heeft u nog hiervoor, gelet op het effect van deze maatregel (naast de overige bestaande maatregelen) op het substantieel verder reduceren van de methaanemissie in geval van het experiment duurzaam stortbeheer, mede gelet op de kosteneffectiviteit van deze maatregel?

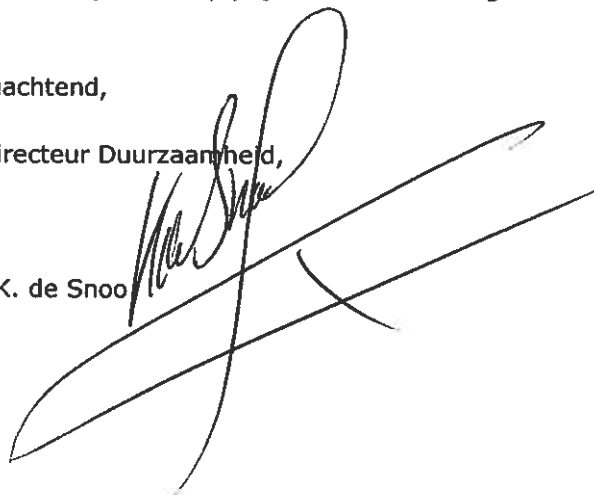
9. Procedure

Ik stel het bijzonder op prijs indien advisering in mei 2012 kan plaatsvinden.

Hoogachtend,

De directeur Duurzaamheid,

drs. K. de Snoo



Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

Bijlagen:

- Overzicht besluitvormingsproces toekomstig stortbeheer
- Voortgangsrapportage project IDS van 27 februari 2012
- Integraal Plan van Aanpak 'Introductie Duurzaam Stortbeheer op Praktijkschaal', dd 23 januari 2012
- Kamerstuk II 2011/2012, 32 127, nr 147, verslag van een schriftelijk overleg dd. 6 december 2011, vastgesteld op 7 december 2011, inclusief beantwoording door minister bij brief van 5 december 2011 (pag. 7 e.v.)
- Concept Ontwerpbesluit (onderdeel IDS), inclusief nota van toelichting, van 14 februari 2012
- Economische verkenning van Ffact en Erasmus universiteit/SEOR, van 11 januari 2011
- Internationaal Review artikel TU Delft 'Reduction of the Emission Potential through Leachate from Sanitary Landfills', preprint van 6 januari 2012
- Ecofys rapportage 'Stortgasemmissies Duurzaam Stortbeheer, van juni 2011.

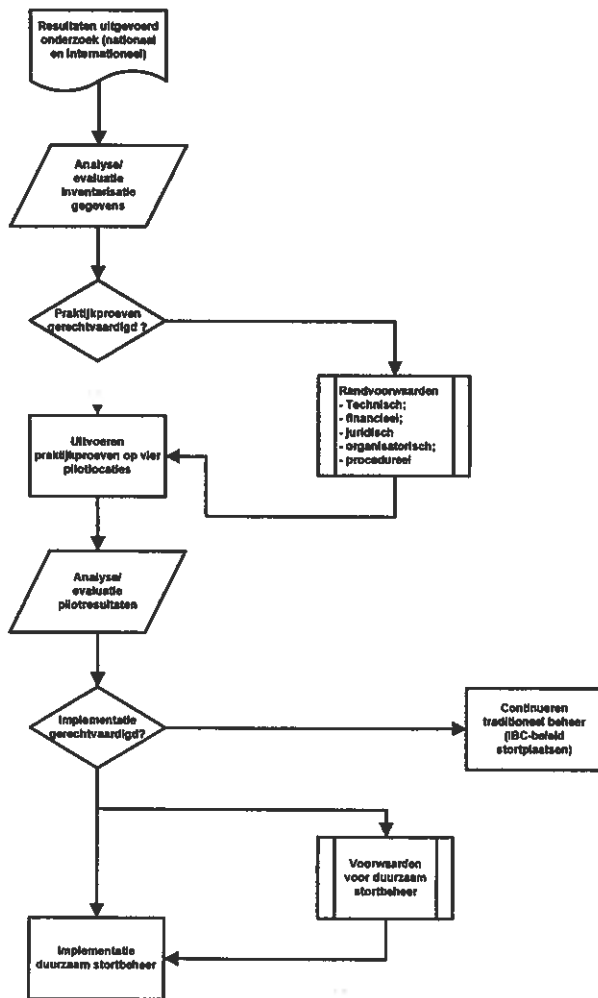
BIJLAGE Overzicht besluitvormingsproces toekomstig stortbeheer

Directoraat-Generaal Milieu en
Internationaal
Directie Duurzaamheid

Kenmerk
IenM/BSK-2012/21164

De resultaten van de praktijkproeven, die een totale looptijd hebben van circa 10 jaar, zijn bepalend of implementatie van duurzaam stortbeheer, voor de hiervoor in aanmerking komende stortplaatsen, gerechtvaardigd is en zo ja onder welke voorwaarden. De pilots dienen dus een antwoord te geven op de op dit moment nog aanwezige vragen en onzekerheden met betrekking tot het kunnen voldoen aan de inhoudelijke doelen van duurzaam stortbeheer. Indien niet of onvoldoende aan de gestelde doelen kan worden voldaan, en implementatie op dat moment niet gerechtvaardigd blijkt, dan zal het huidige IBC-beleid ten aanzien van stortplaatsen worden gecontinueerd.

Gezien de aanwezige belangen is gekozen voor onderstaande procesgang om daarmee op zorgvuldige wijze en goed onderbouwd tot de uiteindelijke besluitvorming over toekomstig stortbeheer te komen.



BIJLAGE 2

Gestort afval op de 19 locaties die potentieel geschikt zijn voor vermindering van het emissiepotentieel door infiltreren en beluchten.

Bron: Ecofys, 2011; zie voetnoot 12.

*Uitgangspunten gestort materiaal 15 niet-pilot locaties, in ton per jaar.
(gegevens voor de drie pilotlocaties: zie hierna volgende tabellen):*

Year	Soil and soil decontamination residues	Construction and demolition waste	Commercial waste	Shredder	Street cleansing waste	Coarse Household waste	Sludge and compost waste	Household waste	TOTAL
1986	0	137780	160744	0	0	0	34445	241116	574,085
1987	0	171156	199682	0	0	0	42789	299524	713,152
1988	0	205238	239444	0	0	0	51309	359166	855,157
1989	0	241612	281880	0	0	0	60403	422821	1,006,716
1990	0	281733	328689	0	0	0	70433	493033	1,173,889
1991	0	295034	348676	0	0	0	93874	603478	1,341,063
1992	0	392003	466941	0	0	0	147170	940807	1,946,920
1993	0	399332	368455	0	0	0	163623	1092043	2,023,453
1994	304805	317500	398652	49683	201318	82291	410884	448549	2,213,682
1995	366515	375041	616101	69835	131490	112546	421660	461617	2,554,805
1996	313014	306748	439808	66710	147370	117080	442698	325808	2,159,235
1997	248330	277484	212939	62633	59285	0	361717	180103	1,402,491
1998	275767	327800	200952	58763	51955	20582	408158	164202	1,508,178
1999	309909	381303	373015	53289	54121	26320	573990	127791	1,899,737
2000	268591	287982	326716	45596	111383	28025	459403	93606	1,621,301
2001	144306	47711	325086	27492	232877	39358	490625	161650	1,469,106
2002	187078	208715	308403	30931	37875	12122	271987	128199	1,185,310
2003	49186	133000	385930	22418	26774	0	425867	17462	1,060,637
2004	9023	119380	349811	31296	25185	2297	208554	23511	769,058
2005	336384	263947	60022	68922	17490	11344	328676	174691	1,261,475
2006	251256	217599	182888	68828	25802	42569	544295	271484	1,604,723
2007	558084	136358	45034	108533	22818	4850	629247	182095	1,687,018
2008	654663	139505	72536	84547	10690	11729	469133	111456	1,554,260
2009	522868	192824	73438	80261	6856	1140	211984	6834	1,096,207
2010	523550	139613	66316	69807	10471	2792	174517	6981	994,046
2011	523550	139613	66316	69807	10471	2792	174517	6981	994,046
2012	523550	139613	66316	69807	10471	2792	174517	6981	994,046
2013	523550	139613	66316	69807	10471	2792	174517	6981	994,046
2014	523550	139613	66316	69807	10471	2792	174517	6981	994,046
2015	523550	139613	66316	69807	10471	2792	174517	6981	994,046

Pilotlocatie Wieringermeer. Gestort materiaal in ton per jaar.

Year	Soil and soil decont. residues	Construction and demolition waste	Commercial waste	Shredder	Street cleansing waste	Coarse Household waste	Sludge and compost. waste	Household waste	TOTAL
1992	0	0	23063	0	0	0	9632	0	32,695
1993	0	0	123521	0	0	0	37205	0	160,727
1994	0	0	125637	0	0	0	37896	0	163,533
1995	10345	14259	14026	1025	0	3681	280	0	43,617
1996	8341	11510	11324	839	0	2982	233	0	35,229
1997	5452	7549	7409	559	0	1957	140	0	23,066
1998	15283	21088	20741	1538	0	5458	397	0	64,505
1999	5773	7994	7846	592	0	2073	148	0	24,426
2000	6366	8784	8635	641	0	2270	148	0	26,844
2001	5347	11595	9389	2659	185	0	118	2598	31,890
2002	67888	7480	9159	1994	58	843	260	359	88,042
2003	12483	7368	7564	107	40	4859	835	599	33,855

Pilotlocatie Braambergen. Gestort materiaal in ton per jaar.

Year	Soil and soil decontamination residues	Construction and demolition waste	Commercial waste	Shredder	Street cleansing waste	Coarse Household waste	Sludge and composting waste	GFT	TOTAL
1999	13,205	5,078	48,325	109	325	0	3,223	21943	92,208
2000	31,278	14,351	27,741	798	134	0	3	13830	88,135
2001	34,382	15,066	16,453	1,539	638	1,933	1,697	0	71,708
2002	97,127	4,354	9,505	0	300	499	41	0	111,825
2003	120,299	6,026	4,623	6,948	0	0	275	0	138,171
2004	236,913	2,267	607	1,881	0	0	73	0	241,741
2005	227,036	6,708	4,888	295	0	2,006	94	0	241,028
2006	129,704	5	10,761	163				0	140,632
2007	75,894	0	195	4				0	76,092
2008	15,181								15,181

Pilotlocatie Kragge II. Gestort materiaal in ton per jaar.

Year	Soil and soil decont. residues	Construction and demolition waste	Commercial waste	Shredder	Coarse Household waste	Sludge and composting waste	Household waste	TOTAL
1997	5283	11494	22778	23	27714	21248	18231	106,771
1998	6092	19222	8695	0	16051	4936	21108	76,104
1999	4666	30918	14866	0	15239	15172	10456	91,317
2000		16091	92		16885	15731	56085	104,884
2001		103998	3032	1268	37008	19241	75357	239,904
2002		3677	22481	1228	18070	12765	29085	87,305
2003		666	10806	26	6273	11272	14903	43,946
2004	7473		16862	10	1841	3616	5361	35,163
2005		4430	12201			0	25240	41,871
2006	3303	74	3933	199	12420	111	25933	45,973
2007	3455	148	23753		14462	5579	23693	71,090

BIJLAGE 3

Parameters met meer dan 30 waarnemingen in percolaat in de ECN database stortplaatsen.
Overgenomen uit: Versluijs *et al.*, 2011. Zie voetnoot 15.

Parameters (ppb)	Aantal	gemiddelde	Standard deviatie	25-perc	mediaan 50-perc	75-perc	95-perc
Macroparameters							
pH	675	7,4	0,3	7,2	7,4	7,5	8,1
Eh	88	124	261	32	145	260	337
Conductivity	248	15,4	13,5	5,7	12,1	19,6	42,0
Temperature	106	16,0	2,8	14,3	15,8	19	20
DOC	134	763000	1887000	110000	280000	635000	2835000
BOD	747	729000	3664000	16000	46000	93000	1494000
BOD5	85	64300	105000	13000	25000	78000	190000
COD unfiltered	1615	1276000	4202000	320000	530000	946000	2753000
COD	307	1551000	1308000	572500	1360000	2035000	3984000
Chloride (Cl)	827	1364000	1375000	610000	1000000	1600000	5000000
N-Kj	1119	510000	800000	110000	230000	500000	1900000
Ammonium (NH ₄)	374	249000	529000	83900	137500	270000	438000
NH ₄ N	69	643000	533000	31400	675000	1000000	1364000
PO ₄	79	10600	7000	4100	9900	14000	22500
SO ₄	250	202000	344000	29000	110000	260000	661000
P	424	4200	15000	1200	2300	4100	10000
S	55	53400	49800	27600	37000	52000	162600
Na	90	1152800	908000	495000	837000	1500000	3516000
K	90	464000	495000	155500	270000	657500	1155000
Mg	105	216000	148000	100000	180000	330000	530000
Ca	101	189000	153000	71000	150000	290000	495734
Fe	104	11948	17663	4500	9900	14000	22700
HCO ₃	125	157000000	822000000	5510000	7000000	10900000	25280000
Metalen							
Aluminium (Al)	50	301	434	40	125	360	964
Arseen (As)	1046	87	164	21	46	110	228
Barium (Ba)	91	626	519	299	420	840	1588
Cadmium (Cd)	478	1,2	4,2	0,2	0,5	1	2,5
Kobalt (Co)	56	24,3	18,4	7,4	20,0	39	61
Chroom (Cr)	882	89,0	225,9	12,0	23,0	58	449
Koper (Cu)	961	28,4	91,3	5,0	11,0	30	95
Kwik (Hg)	480	1,1	9,2	0,03	0,05	0,1	0,6
Mangaan (Mn)	96	986	921	448	825	1300	2316
Molybdeen (Mo)	57	28,4	60,2	1,5	7,6	22	130
Nikkel (Ni)	898	59	87	13,5	30	59	240
Lood (Pb)	476	33	262	4	10	23	73,3
Antimoon (Sb)	52	6,6	7,0	2,7	3,9	10	22

Seleen (Se)	53	16,1	11,0	5	11	24	36
Zink (Zn)	1042	171	597	29	66	140	530
Organische stoffen							
Gechloreerde koolwaterstoffen							
EOX	418	28	43	4,8	11	28	100
VOX	170	28	51	1,8	5	15	100
1,1,1-Trichloroethane	85	0,2	0,6	0,05	0,05	0,1	0,5
1,1,2-Trichloroethane	84	0,2	0,6	0,05	0,05	0,06	0,5
1,1-Dichloroethane	76	0,8	1,1	0,25	0,33	0,5	2,5
1,2-Dichloroethane	84	0,7	1,2	0,05	0,25	0,5	2,5
Cis-1,2-dichloroethene	82	0,7	1,0	0,19	0,31	0,71	2,5
Tetrachloroethene	85	0,2	0,6	0,05	0,05	0,11	0,5
Tetrachloromethane	84	0,2	0,6	0,05	0,05	0,06	0,5
Trans-1,2-dichloroethene	74	0,6	1,1	0,05	0,05	0,25	2,5
Trichloroethene	85	0,2	0,6	0,05	0,05	0,13	0,5
Trichloromethane	84	0,2	0,6	0,05	0,05	0,25	0,5
Aromaten-enkelvoudig							
Aromatic hydrocarbons sum	50	52	47	14	32	86	136
BTEX	92	51	49	19	36	65	145
Benzene	174	4,7	6,3	1,6	3,1	5,4	12
Ethylbenzene	156	13	14	2,5	8,2	20	42
Toluene	155	27	180	1	2,5	9,3	44
Xylene	123	29	26	11	20	43	78
PAKs							
PAH-Borneff	233	0,4	0,8	0,09	0,2	0,31	0,8
PAH-EPA	296	23	74	5,8	12	22	58
PAH-VROM	448	20	67	2,5	9,2	19	52
ACE	165	3,7	3,5	1,6	3	4,7	8,9
ACY	165	0,5	1,7	0,05	0,06	0,22	2,5
ANT	222	0,4	1,0	0,08	0,17	0,3	1,9
BAA	227	0,3	1,1	0,01	0,03	0,11	1,41
BAP	228	0,2	0,6	0,01	0,02	0,06	0,96
BBF	167	0,2	0,6	0,01	0,03	0,05	0,40
BGP	228	0,2	0,7	0,01	0,02	0,05	0,74
BKF	224	0,1	0,4	0,005	0,01	0,0325	0,5
CHR	226	0,4	1,0	0,02	0,08	0,26	1,4
DAA	171	0,1	0,8	0,01	0,01	0,02	0,225
DCM	77	15,3	108	0,05	0,16	1	10,5
FLA	228	1,7	5,7	0,1	0,18	0,70	7,3
FLU	167	2,2	3,1	0,885	1,7	2,5	5,01
IPY	228	0,2	0,7	0,01	0,02	0,05	0,58
NAP	351	15	67	1,5	6,4	13	46
PHE	228	3,2	8,1	0,35	1	2,8	10
PYR	171	0,9	4,0	0,05	0,08	0,15	2,45

Overig							
Min_oil	355	664	4054	50	100	185	850
Phenol index	184	66	190	15	25	40	197

BIJLAGE 4

Gemeten concentraties in percolaat vergeleken met normen voor grondwater (eenheid: microgram per liter).

Parameters met meer dan 30 metingen in percolaat in de ECN database stortplaatsen (zie bijlage 3) waarvoor grondwaternormen beschikbaar zijn.

Vet: overschrijdingen van de interventiewaarde.

Parameter	Aantal	Gemiddelde	95-percentiel	Streefwaarde		Interventiewaarde
				Ondiep	Diep	
Metalen						
Arseen	1046	87	228	10	7,2	60
Barium	91	626	1588	50	200	625
Cadmium	478	1,2	2,5	0,4	0,06	6
Kobalt	56	24,3	61	20	0,7	100
Chroom	882	89,0	449	1	2,5	30
Koper	961	28,4	95	15	1,3	75
Kwik	480	1,1	0,6	0,05	0,01	0,3
Molybdeen	57	28,4	130	5	3,6	300
Nikkel	898	59	240	15	2,1	75
Lood	476	33	73,3	15	1,7	75
Antimoon	52	6,6	22	-	0,15	20
Seleen	53	16,1	36	-	(0,07)	(160)
Zink	1042	171	530	65	24	800
Gechloreerde koolwaterstoffen						
1,1,1-Trichloorethaan	85	0,2	0,5	0,01		300
1,1,2-Trichloorethaan	84	0,2	0,5	0,01		130
1,1-Dichloroethaan	76	0,8	2,5	7		900
1,2-Dichloroethaan	84	0,7	2,5	7		400
Cis-1,2-Dichloroetheen	82	0,7	2,5	0,01*		20*
Tetrachlooretheen	85	0,2	0,5	0,01		40
Tetrachloormethaan	84	0,2	0,5	0,01		10
Trans-1,2-dichlooretheen	74	0,6	2,5	0,01		20
Trichlooretheen	85	0,2	0,5	24		500
Trichloormethaan	84	0,2	0,5	6		400
Aromaten-enkelvoudig						
Benzeen	174	4,7	12	0,2		30
Ethylbenzeen	156	13	42	4		150
Toluuen	155	27	44	7		1000
Xylenen	123	29	78	0,2		70
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen						
Antraceen	222	0,4	1,9	0,0007		5
Benzo(a)antraceen	227	0,3	1,41	0,0001		0,5
Benzo(a)pyreen	228	0,2	0,96	0,0005		0,05

Benzo(ghi)peryleen	228	0,2	0,74	0,0003	0,05
Benzo(k)fluoranteen	224	0,1	0,5	0,0004	0,05
Chryseen	226	0,4	1,4	0,003	0,2
Fluoranteen	167	2,2	5,0	0,003	1
Indenopyreen	228	0,2	0,58	0,0004	0,05
Naftaleen	351	15	46	0,01	70
Fenantreen	228	3,2	10	0,003	5
Overig					
Minerale olie	355	664	850	50	600
Fenol index	184	66	197	0,2	2000

*som van de cis- en trans- vorm

() indicatieve norm

De commissieleden van de TCB zijn:

Mevr. A. Edelenbosch, voorzitter TCB, openbaar bestuur

Prof.dr. P.C. de Ruiter, vicevoorzitter TCB, hoogleraar instituut Biometris en waarnemend leerstoelhouder Landdynamiek, Wageningen UR

Prof.dr.ir. F.B.J. Barends, emeritus hoogleraar grondwatermechanica bij TU Delft en lid van de wetenschapsraad van Deltares

Prof.dr. J. Griffioen, bijzonder hoogleraar waterkwaliteitsbeheer aan de faculteit Geowetenschappen van de universiteit Utrecht en onderzoeker milieugeochemie, Deltares, Utrecht

Drs. C. Hegger, arts maatschappij en gezondheid bij GGD Rotterdam-Rijnmond

Dr.ir. J.J. Neeteson, manager business unit Agrosysteemkunde van Plant Research International, Wageningen UR, en waarnemend leerstoelhouder van de leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen van Wageningen UR

Prof.dr. J.G.M. Roelofs, hoogleraar biogeochemie ten behoeve van natuurbeheer, hoofd van de afdeling aquatische ecologie en milieubiologie, Radboud Universiteit Nijmegen

Prof.dr. J.C.H.M. Vangronsveld, hoogleraar biologie en milieukunde aan de universiteit van Hasselt en directeur van het Centrum voor Milieukunde van de Universiteit Hasselt, België

Prof.dr. J.A. van Veen, hoogleraar microbiële ecologie, universiteit van Leiden en hoofd van de afdeling microbiële ecologie, Nederlands Instituut voor Ecologie, Wageningen

Prof.dr. W.P. de Voogt, bijzonder hoogleraar milieuchemie verbonden aan leerstoelgroep *Earth Surface Science (ESS)*, Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica, Universiteit van Amsterdam en *principal scientist* bij KWR *Watercycle Research Institute*, Nieuwegein

Dr. A.P. van Wezel, hoofd kennisgroep waterkwaliteit en gezondheid, KWR *Watercycle Research Institute*, Nieuwegein

Drs. K. de Snoo, ministerieel vertegenwoordiger, directeur Duurzaamheid, Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Extern adviseur bij dit advies:

Prof. em. dr. W. Verstraete, emeritus hoogleraar microbiële ecologie en technologie aan de Universiteit van Gent

Het secretariaat van de TCB:

Dr. J. van Wensem, algemeen secretaris/ directeur

Dr.ir. A.E. Boekhold, adviseur, tevens plaatsvervangend algemeen secretaris

Drs. J. Tuinstra, adviseur

Drs. M. ten Hove, adviseur

Drs. C.C.M. Gribling, adviseur

J. Oudshoorn, ondersteuner

Dit advies is opgesteld door Jaap Tuinstra