

Hoofdstuk 6: "Inrichten"

juni 1993

Inhoud

6.1	Bodem en hydrologie	5
6.1.1	Waarom is kennis over bodem en water belangrijk?	5
6.1.2	Bodem	6
6.1.3	Grondwater	10
6.1.4	Oppervlaktewater	13
6.2	Onderafdichtingsconstructies en controle-systemen voor het grondwater	17
6.2.1	Doel van een afdichtingsconstructie	17
6.2.2	Referentiesituatie en -constructie en beschermingsniveau	19
6.2.3	Constructies in afwijkende situaties	21
6.2.4	Aanvullende maatregelen	24
6.2.5	Plan voor onderafdichting	24
6.2.6	Onderzoek	27
6.2.7	Controle-systemen voor het grondwater	29
6.3	Percolaatopvang- en -afvoersystemen	35
6.3.1	Doel van een percolaatafvoersysteem	35
6.3.2	Uitwerking voor het opvangsysteem voor percolaat	35
6.3.3	Percolaatafvoersysteem	48
6.4	De behandeling van percolatiewater	51
6.4.1	Algemeen	51
6.4.2	De kwantiteit van het percolaat	51
6.4.3	De samenstelling van percolatiewater	52
6.4.4	De lozingseisen	55
6.4.5	De zuivering van percolatiewater	57
6.5	Systemen voor stortgasonttrekking	65
6.5.1	Stortgasproductie	65
6.5.2	Processen in de stort	65
6.5.3	Technische uitwerking	69
6.5.4	Emissie van broeikasgassen uit stortplaatsen	74
6.6	Algemene voorzieningen	77
6.6.1	Opzet van de paragraaf	77
6.6.2	Technische uitwerking	77
6.6.3	Plaatsing van voorzieningen	88
6.6.4	Checklist voor het ontwerpen	91
6.7	Grondbalans	93
6.7.1	Doel van de grondbalans	93
6.7.2	Opbouw van een grondbalans	93
6.7.3	Eisen te stellen aan de benodigde materialen	96
6.8	Compartimenten	99
6.8.1	Definitie van een stortcompartiment	99
6.8.2	Technische uitwerking	100
6.9	Uitbreiden van bestaande situaties	105
6.9.1	Inkadering	105
6.9.2	Uitbreidingen en het Stortbesluit bodembescherming	106
6.9.3	Definitie van vijf gevallen	107
6.9.4	Procedure bij een uitbreiding	111
6.9.5	Technische aandachtspunten per voorzieningen	112
6.9.6	Nadere beschrijving van technische aandachtspunten	118
6.10	Geraadpleegde literatuur	121

6.1 Bodem en hydrologie

6.1.1 Waarom is kennis over bodem en water belangrijk?

Een van de voornaamste voorwaarden voor een stort is dat deze op korte, maar ook **op lange termijn beheersbaar en controleerbaar** is. Om aan deze voorwaarde te voldoen, moet in ieder geval voldoende kennis over bodem en water aanwezig zijn.

Immers, via de bodem, het grond- en oppervlaktewater kunnen stoffen uit de stort zich verspreiden naar de omgeving. Afhankelijk van de lokale situatie kunnen speciale beheersmaatregelen noodzakelijk zijn om een "beheersbare" stort te realiseren. Met voldoende kennis van bodem en water kunnen de milieuhygiënische risico's door verspreiding van stoffen uit de stort worden ingeschat. Dit betekent dat deze kennis van groot belang is bij het bepalen van de geschiktheid of ongeschiktheid van de locatie.

Daarnaast bepalen bodem en water in belangrijke mate de randvoorwaarden voor de **inrichting** van de stort. In dit onderdeel van de Leidraad worden de gegevens genoemd die zowel voor de uitwerking van het inrichtingsplan als voor het detailontwerp, c.q. bestek nodig zijn.

Hoe wordt de situatie van bodem en water vastgelegd?

De situatie wordt vastgelegd door diverse bodemkundige en hydrologische aspecten te inventariseren. Er is in deze paragraaf onderscheid gemaakt in:

- bodem;
- grondwater;
- oppervlaktewater.

Het onderscheid tussen grondwater en oppervlaktewater is gemaakt, omdat stoffen uit de stort zich via grond- en oppervlaktewater kunnen verspreiden. Regenwater, afvalwater en percolatiewater zullen in hoofdzaak naar open water of riolering worden afgevoerd. Bij lekkage van de onderafdichting kunnen stoffen in het grondwater terecht komen en zo worden verspreid naar de omgeving.

De beschrijving in de volgende paragrafen bestaat in hoofdzaak uit een schema, dat opgebouwd is uit een aantal kolommen:

- het aspect;
- de te onderzoeken factoren;
- de reden waarom deze factoren bekend moeten zijn;
- de methoden van inventarisatie van deze factoren;
- de referentie aan een van de volgende documenten: Stortbesluit bodembescherming (SB), Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming (UR), Richtlijn "Drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen" (RDS) Richtlijn "Onderafdichtingsconstructies voor stort- en opslagplaatsen" (ROC), Leidraad Bodembescherming en de NVN 5740.

6.1.2 Bodem

Op bodemkundig gebied moeten de volgende aspecten worden geïnventariseerd:

- zettinggevoeligheid;
- bodemtypen;
- hoogteligging;
- bodemopbouw;
- doorlatendheid;
- kwaliteit;
- bodemgebruik.

In tabel 6.1 zijn deze aspecten uitgewerkt conform de schema-opbouw zoals eerder beschreven.

Tabel 6.1: Bodem

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVENS?	HOF TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
<u>Zettinggevoeligheid (alleen bij zettinggevoelige gronden)</u>	Historisch zettingsverloop (eventuele ophoging/afgraving/ industriële activiteit) Stortheogte Gemiddeld volume gewicht stortmateriaal Samendrukkingsconstanten Consolidatiecoëfficiënt	Zettingsberekeningen Idem Idem Odem (eindzetting) Idem (zettingsverloop)	Gemeente. Geologische Dienst, terreinbeheerder Landschapsplan Schatting Schatting uit sondering tot zandondergrond (bij geringe zettingen) Laboratoriumproeven (bij grove zetting) (o a RIVM/ RGD archief)	ROC, RDS
	Zettingsverloop onder toekomstige stort Zettingsverschillen in horizontale vlak Zettingsverloop in omgeving Draagkracht	Bepalen ontwerphoogte stort Eventuele schade aan onderafdichting Eventuele schade door (geo)hydrologische veranderingen door stort Bereikbaarheid terrein stort	Analytische formule Terzaghi-Kemperman Formules van Koppejan, Koppens, Terzaghi-Kemperman. veldonderzoek Idem	UR artikel 3.4 ROC
<u>Bodemtypen (1)</u>	Bodem bovenste laag	Indruk verspreidingsmogelijkheden stoffen in toplaag	Schatting aan de hand van profielbeschrijving Bodemkaart, Suboka schaal 1:50 000 Ruilverkavelingskaarten	

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVEN?	HOE TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
<u>Hoogteligging</u>	Maaiveldhoogte op locatie en in omgeving (in m t.o.v. NAP)	Eventuele zakking van het maaiveld, ontwerphoogte stort	Hoogtelijnen-/puntenkaart, schaal 1:10.000 of groter, aanvullende veldmeting, grid 50x50 m (2)	
		Grondbalans		
<u>Bodemopbouw</u>	Dikte van (eventuele) afdekkende pakket, watervoerende pakket(ten)	Geohydrologische berekening verplaatsing grondwater en stoffen in grondwater	<p>Profielbeschrijving: ondiepe boringen (ca. 4-5 m diep) (eventueel op basis van lokale onderzoeken) (3)</p> <p>Profielbeschrijving: diepe boringen (minstens) 1/m eerste scheidende laag (3)</p> <p>Sondering tot minimaal 1e scheidende laag (3)</p> <p>Idem</p>	
<u>Doorlatendheid</u>	Scheidende laag (lagen)	Zettingberekeningen		
	Horizontale en verticale doorlatendheid (eventueel) afdekkende pakket, watervoerende pakket(ten), scheidende laag(-lagen)	Geohydrologische beschermingen Verspreidingsberekening	<p>Grondwaterkaart van Nederland (globaal)</p> <p>Schatting aan de hand van profielbeschrijving (detailistisch) (3)</p> <p>Schatting aan de hand van sondering (detailistisch) (3)</p> <p>Doorlatendheidsmeting in veld of op ongeroerde monsters</p>	
<u>Kwaliteit</u>	Parameters volgens NVN-5740 Kation uitwisselcapaciteit (CEC)	Toetsing aan achtergrondwaarden Adsorptiemogelijkheden	<p>Bodemmonsters via boringen</p> <p>Veldproeven</p>	<p>NVN 5740</p> <p>SB artikel 10 Leidraad Bodembescherming</p>

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVEN?	HOE TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
<u>Bodemgebruik</u>	Historisch	Eventueel aanwezige verontreiniging bodem en grondwater	Gemeente (bestemmingsplan, hinderwetarchief) omwonenden, CBS- statistieken	
	Huidig	Gevolgen voor omgeving; bijvoorbeeld droogteschade, zettingsschade	Tevens veldinspectie, omwonenden	
	Toekomstig	Gevolgen voor bodemkundige/ hydrologische situatie bij stort	Gemeenten	UR artikel 3.3

Opmerkingen behorende bij tabel 1:

- (1) : Indien de aanleghoogte zich binnen een meter beneden maaiveld bevindt, is het gegeven "bodemtype" waardevol. Redenen daarvoor zijn dat dan deze grondlaag in de grondbalans een rol van betekenis kan spelen. Bovendien kan de bodemtypering van de bovenste 120 cm inzicht leveren in de verspreidingsmogelijkheden van stoffen uit de stort. Bij dieper gelegen stortplaatsen is dit gegeven niet interessant.
- (2) : De dichtheid van het meetnet hangt af van de geaccidenteertheid van het gebied. Bij hellende terreinen en sterk wisselende hoogtelijnen zal een grid van 50 x 50 m te grofmazig zijn. Dichtheden tot 10 x 10 m zijn dan denkbaar. Een goed alternatief zijn stereometrische luchtfoto's met een nauwkeurigheid van circa 5 cm, aangevuld met terrestrische metingen.
- (3) : De dichtheid van het meetnet is in deze sterk afhankelijk van het type en de homogeniteit van de lagen. Bij een redelijk homogene zandondergrond kan worden volstaan met een grid van 100 x 100 m voor boringen, en 200 x 200 m voor sonderingen. Bij gebieden met stroomgeulen, klei, veen e.d. is een profielbeschrijving van 50 x 50 m minimaal. Dan moeten minimaal twee sonderingen per hectare worden verricht, eventueel aangevuld met geo-electrische metingen.

6.1.3 Grondwater

Tabel 6.2 bevat informatie over de aspecten:

- geohydrologische opbouw;
- grondwateronttrekkingen;
- grondwaterstanden;
- kwaliteit.

Opmerking behorende bij tabel 6.2:

- (1): Toekomstige GHG/GLG: De eis geldt dat het niveau van de stortzool minimaal 0,70 m. boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) (SB art. 3) moet liggen. Om dit niveau te bepalen moeten de GHG en de GLG in de nulsituatie worden vastgesteld. Bovendien bepalen de zettinggevoeligheid en eventuele externe factoren, zoals wijzigingen in het regime van grondwateronttrekkingen en/of oppervlaktewaterpeilbeheer dit niveau in de toekomst. De te volgen procedure voor het bepalen van het niveau van de stortzool is in de Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming weergegeven.

Tabel 6.2: Grondwater

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVEN?	HOE TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
<u>Geohydrologische opbouw</u>	Schematisering in watervoerende pakketten en scheidende lagen	Berekening grondwater- en stoffenstroming	Grondwaterkaart van Nederland Informatie van Rijks Geologische Dienst	UR artikel 3.3
	Waarden voor het doorlaatvermogen (kD) van de watervoerende pakketten en weerstand scheidende laag (c)	Ontwerp onderaaidichting en inrichten controle- en beheersvoorzieningen	Lokale boringen; diepte afhankelijk van bodemopbouw Tot grens invloedssfeer (bijvoorbeeld 3v/(kD.c)	VPR ROC. RDS
<u>Grondwateronttrekkingen</u>	Historisch/van industrieën en waterleidingsbedrijven	Gevolgen voor stromingspatroon in verband met eventuele verspreiding verontreinigingen	Provincie, laatste 5 jaar	
	Huidig	Berekening grondwaterstromingspatroon	Idem, gemeenten (hinderwetvergunningen)	
	Toekomstig	Voorspellen gevolgen stromingspatroon	Provincie (bijvoorbeeld structuurplan)	UR artikel 3.3
<u>Grondwaterstanden</u>	Historisch	Bepalen GHG/GLG	TNO-INET (voormalig TNO-DGV, minstens over 5 jaar)	UR artikel 3.1, 3.2, RDS
	Huidig	Idem; detaillering en toetsing Berekening grondwaterstromingspatroon en stijghoogten	TNO-INET Extra peilbuizen, met filters op verschillende diepten (minstens 1 per geohydrologische laag, min. 14e en 28e van de maand opnemen)	UR artikel 3.3

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVEN?	HOE TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
	Toekomstige GLG/GHG (1)	Bepalen ontwerphoogte stortzool (minimaal 0,70 m boven GHG)	<ul style="list-style-type: none"> Aan de hand van: <ul style="list-style-type: none"> TNO-gegevens laatste 5 jaar (minimaal) extra meetgegevens (minimaal 1 jaar) hydromorfologische kenmerken zettingsgevoeligheid verwachting toekomstige onttrekkingen, peilbeheer grondwatertrappen (Stiboka-kaarten) berekeningen invloed stort op GLG/GHG (Hooghoudt, Ernst) Idem 	RDS SB artikel 5
<u>Kwaliteit</u>	Parameters volgens NVN 5740 + UR In verband met herkomstonderzoek eventuele aanwezige verontreiniging	Ten behoeve van bepalen ontwerphoogte controlesysteem (minimaal 0,40 m beneden GLG) Ten behoeve van toetsing aan streefwaarden Analyse grondwatermonsters	Provincie (milieuplan, onderzoek IBS, BSB) Gemeenten (IBO's) In peilbuizen	Leidraad Bodembescherming Provinciale richtlijnen/verordening NVR NVN 5740

6.1.4 Oppervlaktewater

In tabel 6.3 zijn de volgende aspecten met betrekking tot het oppervlaktewater toegelicht:

- afvoer;
- peilbeheer;
- kwaliteit.

Tabel 6.3: Oppervlaktewater

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVEN?	HOE TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
<u>Afvoer</u>	Afwateringsseenheid/ stroomgebied Waterscheiding Waterlopenstelsel Afvorrichting Omvang afvoer Wijze van lozing via riolering/oppervlaktewater/ infiltratie	Begrenzing beïnvloedinggebied Stromingsrichting (oppervlaktewater) Stromingspatroon Verplaatsing eventueel verontreiniging vanuit stort of bovenstreams van stort Ernst eventuele verontreiniging/verdunding Ernt eventuele verontreiniging/verdunding	Waterstaatskaart, schaal 1:50.000 Idem, waterbeheerder, luchtfoto's Waterbeheerder, Waterstaatskaart, veldinspectie Idem Neerslag en verdamping (KNMI/lokale stations) Gemeente Maatgevende bui (literatuur) Maximaal aantal peroneelsleden en bezoekers (in verband met dimensionering riolering huishoudelijk afvalwater) Oppervlakte (en eventueel verharde) terreinen)	
<u>Peilbeheer</u>	Historisch Peil in zomer/winter, peilfluctuatie Kunstwerken, zoals stuwen en gemalen Toekomstig	Van invloed op verloop grondwaterstand Idem Bepalen niveau controledrainage Mogelijkheden afwijkende peilen, waterstroom in oppervlaktewaterstelsel Gevolgen voor GHG/GJG	Waterbeheerder Idem Idem Waterbeheerder	

ASPECT	TE INVENTARISEREN GEGEVENS	WAAROM DIT GEGEVEN?	HOE TE INVENTARISEREN?	REFERENTIE AAN LITERATUUR
<u>Kwaliteit</u>	Parameters die ook voor het grondwater gelden vóór aanleg stort	Toetsing aan achtergrondwaarden In verband met herkomstonderzoek eventuele aanwezig verontreiniging	Waterkwaliteitsbeheerder Analyse watermonsters Eventueel analyse slibmonsters	Leidraad Bodembescherming Toetsingswaarden waterbodem NVN 5740

6.2 Onderafdichtingsconstructies en controle-systemen voor het grondwater

6.2.1 Doel van een afdichtingsconstructie

Uitgangspunt

Als hoofduitgangspunt van het bodembeschermingsbeleid inzake lokale verontreinigingsbronnen geldt het behoud van functies en kwaliteit van de bodem. Een stortplaats dient daarom te worden beschouwd als een bouwwerk waaraan als belangrijkste eis wordt gesteld:

Het zowel op korte als op zeer lange termijn (zoveel mogelijk) voorkomen van belasting van het milieu door gestorte afvalstoffen.

Dit betekent dat het systeem van isolerende voorzieningen (beschermingsconstructie) dat moet worden aangebracht om aan de bovengenoemde eis te voldoen, het belangrijkste onderdeel vormt van het bouwwerk (de stortplaats). Tevens dienen controle- en beheersvoorzieningen te worden aangebracht die ingrijpen mogelijk maken bij falen of verval van de isolatie-voorzieningen.

Eisen voor de beschermingsconstructie

De beschermingsconstructie wordt opgebouwd uit een aantal veiligheidselementen die zodanig in één ontwerp worden gecombineerd dat zoveel mogelijk wordt voldaan aan de bovenvermelde eis. Het functioneren van de veiligheidselementen is gericht op:

- het zoveel mogelijk vastgelegd houden van stoffen in het afval, danwel het zoveel mogelijk vastleggen van stoffen in de isolatie-constructie;
- het elimineren of zoveel mogelijk beperken van vloeistoftransport vanuit de stortplaats naar de omgeving;
- het elimineren of zoveel mogelijk beperken van stoftransport als gevolg van diffusie vanuit de stortplaats naar de omgeving.

De elementen van een dergelijk samenstel van voorzieningen kunnen onder andere bestaan uit (Ministerie VROM, 1993-2):

- voorzieningen die het ontstaan van omstandigheden tegengaan waarbij mobilisatie optreedt van (bepaalde) stoffen (bijvoorbeeld bovenafdichting tegen uitloging) en/of die stoffen vastleggen in de constructie (bijvoorbeeld adsorberende lagen);
- lagen (barrières) die de transportweg onderbreken (vloeistofdicht, diffusiedicht of -onderbrekend) danwel vanwege hun weerstandsbiedende eigenschappen het transport sterk afremmen;
- voorzieningen die tot doel hebben transportbepalende gradiënten (hydraulische gradiënt, diffusiegradiënt) te elimineren, te beperken en in bepaalde gevallen zodanig in te stellen dat de stromingsrichting in een gewenste richting wordt afgebogen;
- aanvullende onttrekkings-, verzamel- en afvoerleidingen.

De aan de onderzijde van de stortplaats aangebrachte veiligheidsvoorzieningen vormen tezamen de onderafdichtingsconstructie (inclusief de eventueel ingepaste van nature aanwezige lagen).

Voorkomen van emissies

De beschermingsconstructie moet in principe zodanig zijn ontworpen dat emissie volledig wordt voorkomen, danwel zodanig wordt beperkt dat de streefwaarden voor bodem en grondwater in de omgeving van de stort- of opslagplaats niet worden overschreden. Dit geldt zowel voor de korte als voor de lange termijn ("eeuwigdurend", bijvoorbeeld 10.000 jaar). Bij het huidige kennisniveau en volgens de huidige stand der techniek en de momenteel beschikbare middelen wordt het onmogelijk geacht om voor alle afvalstoffen en voor alle daarin voorkomende stoffen, in alle omstandigheden volledig te voldoen aan de hierboven aangegeven "ideale randvoorwaarde". Er dient dan een optimaal beschermingsniveau te worden gerealiseerd waarvan het te verwachten resultaat zo min mogelijk afwijkt van de ideale randvoorwaarde.

Ten aanzien het voorkomen van emissies dient men in gedachten te houden dat het beschermingsniveau van stortplaatsen boven het grondwaterniveau voor de lange termijn in belangrijke mate, zo niet volledig, wordt bepaald door de kwaliteit van de bovenafdichting en de continuïteit en de kwaliteit van de gegeven nazorg (zie hoofdstuk 8, 9 en 10).

Het is aan het bevoegd gezag om te beoordelen of in een gegeven situatie de effecten die als gevolg van de verwachte restemissies optreden in de omgeving en de (potentiële) risico's voor de omgeving als gevolg van nalatigheid in de nazorg of calamiteiten, aanvaardbaar zijn.

Functioneren op langere termijn

De functie van de onderafdichtingsconstructie is in eerste instantie het voorkomen van een emissie van stoffen naar de bodem tijdens het stortbedrijf tot het moment van aanbrengen van de bovenafdichting. Voor het volledig vervullen van deze functie geldt een streefperiode van tenminste 30 jaar.

Na het aanbrengen van de bovenafdichting verschuift deze taak voor wat betreft de beperking van het advectief transport geleidelijk naar de bovenafdichting.

Indien men er vanuit gaat dat, bij een stortplaats waar de onderafdichtingsconstructie uitsluitend bestaat uit aangebrachte "vloei- of dichtende" en/of weerstandsbiedende lagen, de isolerende werking in de loop van de tijd verloren gaat, kan een goed werkende bovenafdichting de infiltratie van vervuild percolaat beperken tot een in de praktijk werkbare hoeveelheid van 5 mm/jaar of minder.

Dit is echter alleen mogelijk indien een adequate uitvoering van de nazorg "eeuwigdurend" is gewaarborgd. Voor een beperking van het in veel situaties niet te verwaarlozen stoftransport als gevolg van diffusie dienen aanvullende voorzieningen in de onderafdichtingsconstructie te worden opgenomen.

Er dient van meet af aan, eigenlijk al bij de locatiekeuze, rekening gehouden te worden met de te treffen beheersmaatregelen of het inwerking stellen van reserve-voorzieningen bij uitval van systeemonderdelen.

Niveau van bodembescherming

In principe zal op elke locatie eenzelfde niveau van bodembescherming moeten worden gerealiseerd (Stortbesluit, Uitvoeringsregeling). Het beschermingsniveau wordt met name bepaald door de volgende drie aspecten:

- geohydrologische omstandigheden;
- bodemeigenschappen;
- de afdichtingsconstructie.

Ten behoeve van het vaststellen van dit niveau wordt uitgegaan van een referentiesituatie en een referentieconstructie (zie paragraaf 6.2.2). Voor gevallen waarin een locatie afwijkt van de referentie-situatie dient de referentieconstructie aangevuld te worden teneinde het minimaal benodigde beschermingsniveau te bereiken. Deze aanpassingen van de constructie zijn weergegeven in paragraaf 6.2.3.

Ook hiervan afwijkende constructies zijn mogelijk mits een vergelijkbaar beschermingsniveau wordt bereikt. Voor nieuwe (te ontwikkelen) afdichtingsmaterialen wordt in de richtlijn een onderzoeksprogramma aangegeven. Daarbij geldt dat nieuwe materialen tot betere oplossingen dienen te leiden zoals grotere isolatie en grotere duurzaamheid.

In deze paragraaf van de Leidraad Storten worden kort de essenties weergegeven die in de Richtlijn onderafdichtingsconstructies zijn beschreven. Voor meer gedetailleerde informatie, zoals ontwerp-eisen, wordt derhalve verwezen naar de richtlijn en naar de aan deze richtlijn ten grondslag liggende literatuur.

6.2.2 Referentiesituatie en -constructie en beschermingsniveau

Beschrijving van de referentie-situatie

De bodem kan door de opbouw en aard van de aanwezige grondlagen het creëren van een voldoende hoog beschermingsniveau onmogelijk maken. Er is dan sprake van een ongeschikte locatie als gevolg van specifieke locatie-omstandigheden. Een locatie is ongeschikt indien (Ministerie VROM, 1993-2):

- falen van de constructie kan ontstaan door vervorming of instabiliteit van de aanwezige grondslag;
- er een onbeheersbare situatie dreigt te ontstaan of ontstaat bij het falen van de constructie;
- controle op de effectiviteit van de constructie (vrijwel) onmogelijk is.

De referentie-situatie heeft daarom de volgende kenmerken:

- zettingen van de ondergrond als gevolg van belasting door het stortmateriaal zijn kleiner dan 0,25 meter;
- er is sprake van een kwelsituatie, zonder dat hiervoor een onderbemaling nodig is, of er is sprake van een zeer geringe horizontale en verticale grondwaterstroming;

- de stortzool ligt tenminste 0,70 meter boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand zonder dat hiervoor het terrein extra moet worden opgehoogd;
- de controledrains monden uit op een niveau onder polderpeil of de gemiddeld laagste grondwaterstand;
- relatief dun watervoerend pakket (maximaal 10 meter dik).

Tevens geldt dat indien bodembeschermende voorzieningen mochten falen, er met beheersmaatregelen een beheersbare situatie gecreëerd kan worden.

Bij de referentie-situatie is een referentie-constructie in combinatie met een goed dichte eindafwerking, ontworpen en aangelegd volgens de Richtlijn dichte eindafwerking, voldoende om het vereiste beschermingsniveau (Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming) te bereiken.

Beschrijving van de referentie-constructie

In figuur 6.1 is de opbouw van de referentie-onderafdichting (model 1) weergegeven. In deze opzet maken de voorzieningen voor percolaatafvoer en voorzieningen voor controle van de bodem deel uit van de onderafdichtingsconstructie.

Voor de afdichtende constructie wordt gebruik gemaakt van een combinatie van een minerale laag met een synthetische afdichting (= combinatie-afdichting). De synthetische afdichting wordt direct op de minerale laag aangebracht. Aannemelijk is dat met een dergelijke combinatie-afdichting een significante reductie van lekkage kan worden bereikt ten opzichte van een enkele minerale afdichting. (Ministerie VROM, Staring Centrum, Heidemij Advies 1993)

De referentie-constructie is niet in staat diffusie-verliezen te voorkomen terwijl vloeistofverliezen uit de stort in principe beperkt zullen blijven tot minder dan 5 mm/jaar bij goed functionerende (combinatie)onder- en bovenafdichtingsconstructies.

Reductie van emissies naar de bodem tot nul is mogelijk met de modellen 3 en 4. Met deze constructies kunnen ook diffusieverliezen worden opgevangen. Het nadeel van deze constructies is dat vanwege de omhoog gerichte stroming van water door de onderafdichting, een grotere hoeveelheid percolaat ontstaat. Dit percolaat is verdund en daardoor moeilijker te reinigen.

6.2.3 Constructies in afwijkende situaties

Aan de hand van onderzoek en berekeningen moet beoordeeld worden of de praktijkomstandigheden overeenkomen met de eisen die gesteld worden aan de referentie-situatie.

In de richtlijn "Onderafdichtingsconstructies" wordt een zestal van de referentie-situatie afwijkende bodemsituaties beschouwd die in Nederland veel voorkomen en waarin een aanvulling op de referentie-constructie danwel een afwijkende constructie noodzakelijk is. Voor situaties die niet behandeld zijn zal met het in de richtlijn aangeboden "gereedschap" en de principes die beschreven staan in de "Studie onderafdichtingsconstructies" (Min. VROM, Staring Centrum, Heidemij Advies 1993) een op die situatie afgestemde keuze moeten plaatsvinden teneinde een evenwaardig beschermingsniveau te bereiken.

Deze zes onderscheiden bodemsituaties en de consequenties voor de onderafdichtingsconstructie zijn beschreven in tabel 6.4. In figuur 6.1 zijn de vier modellen van de onderafdichtingsconstructies opgenomen waarin tabel 6.4 naar wordt verwezen.

Het ontwerp van afwijkende constructies en de beoordeling van de effectiviteit daarvan op de korte en zeer lange termijn wordt bepaald op basis van de volgende factoren:

- gevoeligheid voor fouten bij de aanleg;
- betrouwbaarheid berekeningen en testmethoden;
- duurzaamheid van de constructie en toegepaste materialen;
- risico-gevoeligheid, mede in relatie tot locatie-specifieke omstandigheden;
- onderhoudsgevoeligheid;
- beschikbaarheid materiaal.

Tabel 6.4: Aanpassing van de constructie indien het geen referentie-locatie betreft

BODEMTYPE	OMSCHRIJVING VAN DE AFWIJKING	MAATREGELEN	OPMERKINGEN
1. <u>Zettingsgevoelige bodem</u>	Zool afval < 0.7 m boven GHIG na zetting. Zetting < 0.25 m Zetting > 0.25 m en < 0.50 m Zetting > 0.50 m	Ophoging Minerale laag verzwaren door toeslag op dikte van de minerale laag; eventueel aanbrengen van een voorbelasting, eventueel in combinatie met andere geotechnische maatregelen Grondverbetering en/of voorbelasten in combinatie met het verzwaren van de afdichtingsconstructie	Goed doorlatend materiaal toepassen voor de ophoging Bijzondere aandacht voor controle-systemen Reszetting dient kleiner dan 0,25 m te worden, of in combinatie met verzwaring van de constructie en een reszetting kleiner dan 0,5 m
2. <u>Wegzichtigingsgebieden</u>	Zandgebieden met relatief ondiep grondwatervniveau, of poldergebieden met wegzichtigingsrisico door aangrenzende diepbemalen polders	Gebieden met goed doorlatende bovengrond; referentieconstructie + eventueel mogelijkheid weggelekt percolaat te onderscheppen (hydrologische isolatie; model 3) Slecht doorlatende bovengrond: kunstmatig aangebrachte goed doorlatende laag tussen oorspronkelijke bodem en minerale onderafdichtingslaag	Aandacht besteden aan verwachte verspreidingspatronen van percolaat In de goed doorlatende laag (of in verbinding daarmee) kunnen controle-drains worden aangelegd. Daarvan moet worden vastgesteld of de daadwerkelijk water kunnen afvoeren (aanvulling model 1) In verband met beheersing kan model 3 worden toegepast
3. <u>Kwelgebieden</u>	Potentiaal diepe grondwater hoger dan freatisch niveau (bijvoorbeeld laaggelegen zandgebieden met afsluitende leemlagen, of diepe polders)	Voor laaggelegen zandgebied: referentieconstructie is voldoende	Afstand GHG - stortzool bepalen in verband met minimum afstand van 0.7 m tussen GHG en stortzool

BODEMTYPE	OMSCHRIJVING VAN DE AFWIJKing	MAATREGELEN	OPMERKINGEN
		Kwelpolders: toepassing van referentieconstructie, eventueel toeslag dikte van de minerale laag	Toeslag dikke minerale laag noodzakelijk in verband met eventuele zetting. Aandacht voor verstoring afwatering aanwezige grondlagen door aanleg stort
4. <u>Hydrologisch vlakke gebieden</u>	In diepere ondergrond geen stroming, relatief hoge grondwaterstand	Als zetting < 0,25 m: referentieconstructie, lekdetectie met drainbuizen onder de afdichtende constructie of overeenkomstig werkende systemen	-
5. <u>Afgravingen, groeves</u>	LOCATIE IS IN PRINCIPE ONGESCHIKT Locatie ligt verdiept ten opzichte van omgeving	Zool boven grondwaterstand: constructie overeenkomstig locatie in zandgebieden, lekdetectie te realiseren via pompen of putten Groeve/afgraving beneden grondwater: LOCATIE ONGESCHIKT, eventueel: - aanvullen groeve zodat model 3 kan worden toegepast - aanvullen groeve zodat model 4 kan worden toegepast - in het uiterste geval toepassen van model 2	ALLEEN TE GEBRUIKEN BIJ UITBREIDINGEN VAN BESTAANDE STORTPLAATS Toepassen van model 2, eventueel model 4 Duidelijke GLG vereist Alleen uitvoeren als de situatie dat toestaat
6. <u>Zandgebieden</u>	Grote doorlatendheid van de hooggelegen te watervoerende laag, diepe grondwaterstanden	Extra afdichtingsconstructie en extra drainagelaag Kunstmatige hydrologische isolatie	Zie model 2 en alternatief op model 2 Zie model 4

6.2.4 Aanvullende maatregelen

Naast de in tabel 6.4 weergegeven aanvullingen en alternatieven voor de referentie-constructie kunnen andere isolatie-maatregelen of constructieve verzwaringen noodzakelijk of wenselijk zijn voor het verbeteren of waarborgen van het functioneren van voorzieningen:

Grindlaag onder stortzool:

Deze laag kan enige invloed hebben als diffusie-remmende voorziening mits de holle ruimte met lucht gevuld blijft. Op termijn kan een dergelijke laag fungeren als horizontaal transportmiddel.

Grindlaag onder de onderafdichting:

Deze laag kan functioneren als diffusieremmende laag, mits nagenoeg het gehele jaar vrij van grondwater.

Verzwaringen aan minerale afdichtingslagen (vergroten laagdikte):

Vergroten van de laagdikte kan worden overwogen als:

- zettingverschillen groot worden ingeschat;
- zelfherstellend vermogen van de minerale laag reeds bij aanleg of op lange termijn sterk wordt aangesproken;
- de verdichting of de homogeniteit van de laag onvoldoende zullen zijn;
- aantasting van de laag door doortrekkende vloeistoffen (grondwater of percolaat) waarschijnlijk is.

Toeslag op bentoniet-gehalte

Naast vergroten van laagdikte of samengaand daarmee, kan ook verhoging van het bentoniet-gehalte noodzakelijk zijn. Dit kan noodzakelijk zijn bij langdurige wachtperiodes tot aanbrennen opvolgende lagen, toepassen op hellingen en kaden of gebrekkige controle op mengmethoden.

In paragraaf 2.4 van de richtlijn "Onderafdichtingsconstructies" wordt nader ingegaan op de technische aspecten van deze aanvullende maatregelen.

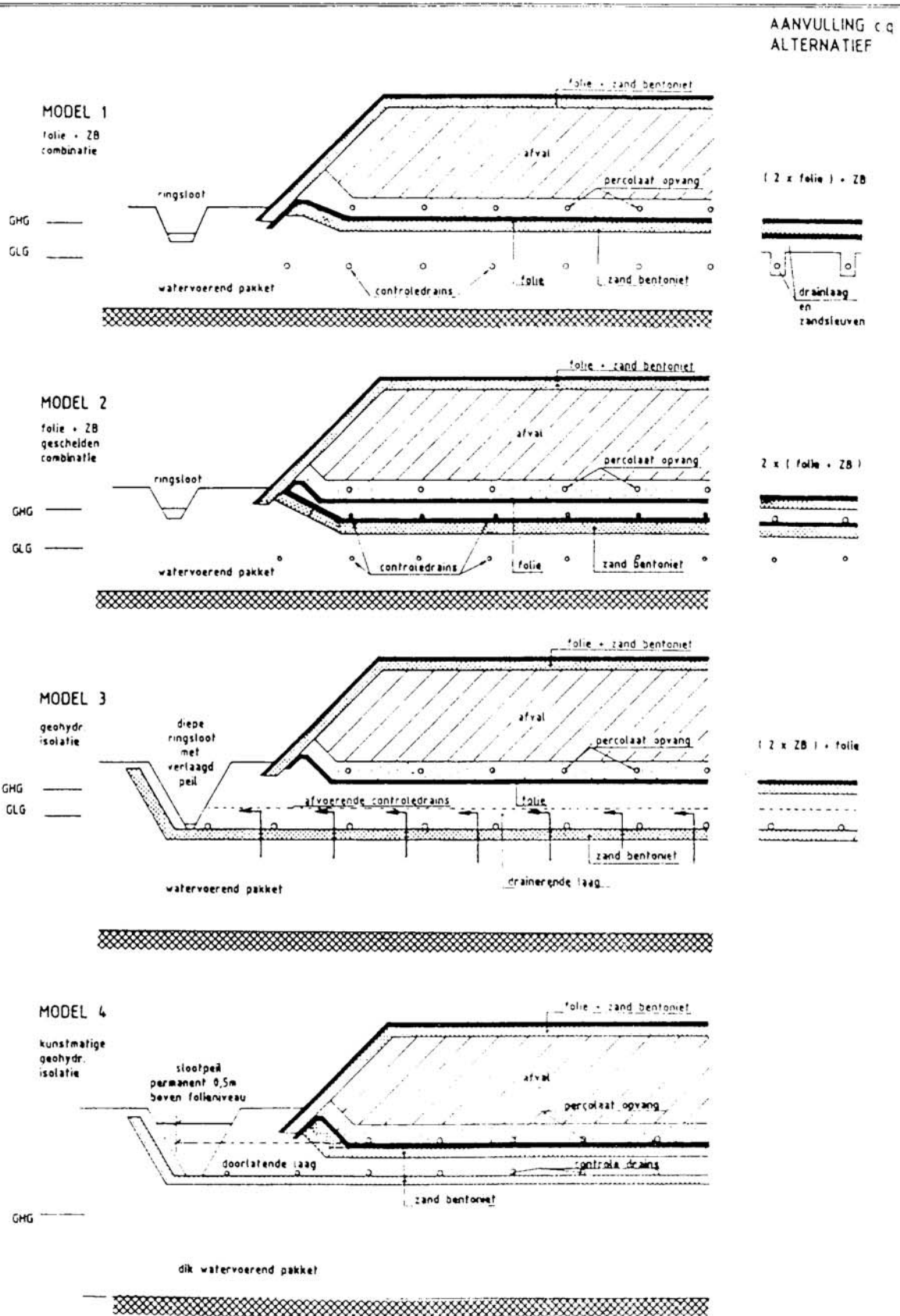
6.2.5 Plan voor onderafdichting

De problematiek van het ontwerpen, construeren en onderhouden van een onderafdichtingsconstructie vraagt om een zorgvuldige benadering teneinde te waarborgen dat het vereiste bodembeschermingsniveau daadwerkelijk wordt bereikt.

In een plan voor onderafdichting worden deze aandachtspunten geordend. Dit plan dient tenminste te bevatten:

- vermelding van de gehanteerde uitgangspunten en ontwerpnormen, alsmede de geraadpleegde literatuur en bouwrichtlijnen;
- beschrijving van het ontwerp, dat wil zeggen de dimensionering, de toegepaste materialen en de uitvoeringsmethoden;
- programma voor kwaliteitsborging;
- scenario voor controle en nazorg, aangevuld met herstelmogelijkheden bij geconstateerde storingen of gebreken.

Het plan dient te worden opgesteld als uitwerking van principiële keuzes (zoals in een MER) en vormt de grondslag van uitvoeringsgerede plannen (bestekken) die ter goedkeuring aan het bevoegd gezag worden voorgelegd.



Figuur 6.1: Modellen voor onderafdichtingsconstructies

6.2.6 Onderzoek

Specifieke locatie-omstandigheden

De specifieke locatie-omstandigheden die bepalend zijn voor de geschiktheid van een locatie voor een stort- en opslagplaats zijn de geohydrologische situatie en geotechnische situatie. Dit dient dus vooraf onderzocht te worden. Deze onderzoeken dienen tenminste te omvatten (zie ook paragraaf 6.1 en hoofdstuk 10):

- **geohydrologische situatie:**
 - niveau van het freatisch grondwater, i.c. de GLG, GG en de GHG;
 - stijghoogten van de dieper gelegen watervoerende grondlagen en de peilen van open water in de nabijheid van de locatie;
 - dikte en doorlatendheid van aanwezige grondlagen zodat de situatie kan worden geschematiseerd tot een geohydrologisch model.
- **geotechnische situatie:**
 - gelaagdheid van de ondergrond en eigenschappen van de onderscheiden grondlagen;
 - berekenen van de draagkracht van de grondslag en de zettingen met behulp van een geotechnisch profiel.

Het onderzoek wordt in twee stappen uitgevoerd. Als eerste vindt een vooronderzoek plaats teneinde de globale bruikbaarheid van de locatie te bepalen. Vervolgens vindt het hoofdonderzoek plaats waarin de informatie wordt vastgesteld ten behoeve van geohydrologische en geotechnische berekeningen.

De wijze waarop de onderzoeken moeten worden uitgevoerd is gedetailleerd beschreven in de Richtlijn "drainagesystemen" en in paragraaf 2.2 van de Richtlijn "Onderafdichtingsconstructies".

Geschiktheidsonderzoek alternatieve materialen

Van de materialen die in de bodembeschermende constructies toegepast worden, dient aangetoond te worden dat ze ook op lange termijn zullen voldoen. De daarvoor toe te passen testmethoden zijn voor geomembranen en minerale lagen omschreven in de paragrafen 9.1 en 9.2 van de richtlijn "Onderafdichtingsconstructies".

De materialen dienen aan de volgende meest primaire functionele eisen en kwaliteitseisen te voldoen:

- waterdoorlatendheid op korte en lange termijn;
- mechanische stabiliteit;
- thermische stabiliteit;
- chemische stabiliteit en bestendigheid;
- biologische stabiliteit en bestendigheid;
- procesmatige verwerkbaarheid;
- controlemogelijkheden samenstelling en eigenschappen;
- gevoeligheid en maatregelen tijdens uitvoering.

Op basis van de aard van een materiaal dient een nadere aanvulling en uitwerking van deze aspecten plaats te vinden ten behoeve van het onderzoek.

De in de richtlijn "Onderafdichtingsconstructies" beschreven materialen zullen, mits goed toegepast, aan de bovenstaande eisen kunnen voldoen.

Er zijn in principe andere materialen en constructies denkbaar. Bij het ontwikkelen van alternatieven dient primair te worden gekeken naar een verbetering van de isolatie-eigenschappen ten opzichte van de in de richtlijn beschreven materialen en constructies. Daarbij gaat het met name om:

- verbetering van de ondoorlatendheid;
- vermindering van de diffusie-gevoeligheid;
- verbetering van de chemische bestendigheid en de lange duur stabiliteit.

Als een alternatief materiaal of een alternatieve constructie geen verbetering betekenen, dient een afweging met betrekking tot nazorg plaats te vinden. Dit betekent tevens dat slechts tot toepassing van een alternatief materiaal of een alternatieve constructie kan worden overgegaan indien voldoende van het lange termijn gedrag bekend is.

Kwaliteitsborging bij toepassing van alternatieve materialen

Naast onderzoek dient aan nieuwe materialen ook de eis van kwaliteitsborging gesteld te worden. De onderzoeksresultaten dienen in het kader van kwaliteitsborging het opstellen van een standaard voor fabricage, aanbrenen en controles mogelijk te maken. In hoofdlijnen zullen de navolgende protocollen van belang zijn:

- protocol voor materiaaleisen en materiaalselectie;
- protocol beproevingen;
- protocol toepassingen voor:
 - . onderafdichtingsconstructies;
 - . bovenafdichtingsconstructies;
 - . bijzondere onderdelen in constructies;
 - . proefvakken;
- protocol voor uitvoering:
 - . uitvoeringscontrole en kwaliteitszorg;
 - . uitvoeringsmethodieken.

Op basis van de aard van het materiaal kan uitwerking van dit schema plaatsvinden. Na voldoende aangetoonde geschiktheid kan toepassing worden overwogen.

Kwaliteitsborging

Door het nemen van intensieve kwaliteitsbewakende maatregelen kunnen materiaal- en produktiefouten worden vermeden, hetgeen de kwaliteit en het veiligheidsniveau van een constructie ten goede komt.

Een kwaliteitssysteem dient gebaseerd te zijn op de NEN-ISO 9000-serie. Deze serie maakt onderscheid in kwaliteitsborging voor materialen en processen en in uitvoering en controles.

Er dient voor de aanleg van de onderafdichtingsconstructie minimaal aandacht te worden besteed aan:

- omschrijving van taken en verantwoordelijkheden;
- beschrijving van de te controleren materiaalparameters, produktieprocessen, frequentie van controle, wijze van beproeven en keuren;
- kwaliteitsregistratie van kenmerken en waarnemingen;
- beoordeling van leveranciers, controle inkoopdocumenten en verificatie, identificatie en naspeurbaarheid van produkten;
- beheersing van vervaardigingsprocessen, vast te stellen door middel van een proefvak;
- beoordeling en afhandeling van gedeelten met tekortkomingen en uitvoering van corrigerende maatregelen.

Bovenstaande aandachtspunten dienen te zijn opgenomen in een kwaliteitsplan dat door de aannemer wordt opgesteld.

Voor geomembranen is een uitwerking van kwaliteitsborging weergegeven in de "protocollen geomembranen" (KRITNO, 1992) en de "richtlijn geomembranen" (KRITNO, 1991). Daarin is een uitwerking opgenomen naar materiaal en toepassing van materiaal.

6.2.7 Controle-systemen voor het grondwater

De effectiviteit van de bodembeschermende voorzieningen dient te worden vastgesteld door middel van met name controlesystemen voor de grondwaterkwaliteit. Voor controle van het grondwater onder de stort is een horizontaal controle-systeem noodzakelijk. Controle van het grondwater náást de stort maakt een verticaal controle-systeem noodzakelijk.

De controle-systemen dienen zodanig te zijn ontworpen en uitgevoerd dat het signaleren van eventuele beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit ten gevolge van de stort tijdig en in voldoende mate mogelijk is (zie ook definitie van beheersbaarheid en controleerbaarheid in hoofdstuk 10 van de Leidraad Storten). In figuur 6.1 van deze paragraaf zijn modellen van onderafdichtingsconstructies weergegeven waar de horizontale controledrainage en de onderafdichting zijn geïntegreerd. Dit betekent dat het ontwerp van de onderafdichting en van de controle-drainage zorgvuldig op elkaar moeten worden afgestemd.

Op basis van:

- bodemopbouw;
- grondwaterstand;
- stromingsrichting van het grondwater;
- natuurlijke samenstelling van het grondwater;
- kwel of wegzijging.

dienen te worden bepaald:

- welk controle-systeem het meest geschikt is;
- de signaleringstijd en de mate van verdunning;
- op welke parameters moet worden geanalyseerd;
- de effectiviteit van de controle-systemen.

In het kort worden de belangrijkste achtergronden nu toegelicht. Voor gedetailleerde informatie zoals rekenkundige achtergronden, wordt verwezen naar de "Richtlijn drainagesystemen" (Ministerie VROM, 1993-1). De uitvoering en frequentie van bemonstering en onderhoud van de systemen worden beschreven in hoofdstuk 10 van de Leidraad Storten.

Horizontaal controlesysteem

De belangrijkste eisen die aan het systeem worden gesteld zijn (Ministerie VROM, 1993-1):

- ligging tenminste 0,40 m beneden GLG;
- vlak aanbrengen of met een gering afschot (0,1 % na zetting);
- de drainageafstand dient 5 m te bedragen. Als bij deze drainafstand de signaleringstijd groter is dan 10 jaar, of de verdunning te groot is om nog waarnemingen te doen, kunnen bijzondere isolerende maatregelen nodig zijn;
- drainlengte maximaal 600 m. Monsternamen en doorspuiten van elke controledrain moet vanaf twee zijden mogelijk zijn bij drainlengten tussen 300 en 600 m. Bij drains korter dan 300 m is doorspuiten vanaf één zijde zonnodig toelaatbaar;
- toestroming naar de drains moet mogelijk zijn;
- de omhulling van de drains moet afgestemd zijn op de bodemeigenschappen;
- voor stortplaatsen met huishoudelijk afval moet een verdunning van de verontreiniging groter dan 100 maal, worden vermeden. Voor stortplaatsen met ander afval moet dit per geval worden beoordeeld;
- controle is alleen effectief als voorafgaand aan het storten van afval referentiemetingen hebben plaatsgevonden.

De effectiviteit van het systeem dient door middel van modelberekeningen (hydrologisch en verdunning) te worden bepaald in samenhang met het vaststellen van bruikbare signaalparameters.

Bij deze berekeningen wordt de aanwezige bodemsituatie (hydrologisch en bodenkundig) in een bewerkbaar geohydrologisch model gesimuleerd en gecalibreerd. Vervolgens vindt door middel van hulpprogramma's bewerking plaats, waardoor de grondwaterstroming en het gedrag van verontreinigingen kan worden bepaald.

Verticaal controlesysteem

De inrichting van een verticaal controlesysteem is in grote mate afhankelijk van locatie-specifieke factoren zoals het stromingsbeeld van het grondwater, dikte van het watervoerend pakket(ten) etc. Ook hierbij zijn detectiesnelheid en verdunning bepalend voor de effectiviteit van het systeem.

Voor het ontwerpen van het systeem verdient het aanbeveling gebruik te maken van computerprogramma's zoals hiervoor genoemd, om de toekomstige stromingsrichting en -snelheid te bepalen en vervolgens berekeningen uit te voeren om een optimale waarnemings situatie vast te stellen, alsmede het aantal filters.

Vaak zal een passief verticaal systeem op basis van (niet-bemalen) putfilters onvoldoende effectief zijn. Berekening kan vervolgens worden uitgevoerd op basis van een actief verticaal controle-systeem (bemalen putfilters).

Niet bemalen putfilters

De signaleringstijd van een verticaal controlesysteem buiten de stort is afhankelijk van factoren zoals de grootte van de stort, diepte van de grondwaterstand, snelheid van de natuurlijke danwel opgewekte grondwaterstroming. Met behulp van een geohydrologisch model kan de signaleringstijd worden berekend. Tevens kunnen modelmatig de invloed van verdunning en de daarmee samenhangende waarnemingsafstand, worden bepaald.

Door middel van berekening moet worden aangetoond dat de signaleringstijd voor conservatieve stoffen niet groter zal zijn dan 15 jaar. Dit zal in Nederland alleen bij een geringe grootte van de stort haalbaar zijn.

Als een locatie niet aan bovenstaande eis voldoet, hoeft de locatie niet per definitie als ongeschikt te worden aangemerkt. Als een doelmatig horizontaal systeem mogelijk is, kan een vertraging in de waarnemingen van het verticale systeem aanvaardbaar zijn.

De belangrijkste eisen die aan het verticale systeem worden gesteld zijn:

- boringen, met daarin filters op verschillende diepten dienen stroomafwaarts van de stort geplaatst te worden;
- aan de bovenstroomse zijde van de stort dient tenminste één referentieboring te worden uitgevoerd. Als uitgangspunt kan 1 buis per 100 à 150 m breedte van de stort worden gebruikt;
- technische onderbouwing van de onderlinge afstand tussen de peilbuizen is moeilijk. Het blijft een afweging tussen risico's van het niet ontdekken van verontreinigd grondwater en de kosten van installeren, bemonsteren en analyses. De aard van de geborgen stoffen speelt daarin tevens een rol.

Vooralsnog wordt er vanuit gegaan dat de onderlinge afstand bij voorkeur circa 25 m zal zijn;

- verticaal dient de maximale afstand tussen de filters, met een filterlengte van 1 m, niet meer dan 25 m te bedragen.

Bemalen putfilters

Bij putfilters zoals bovenstaand beschreven, is de kans reëel dat verontreinigingen van geringe omvang niet worden vastgesteld. Door middel van periodieke of permanente bemaling is dit nadeel te ondervangen.

Ook in dit geval dienen het aantal waarnemingspunten, de afstanden tussen de filters, de benodigde bemalingstijd en het bemalingsdebiet te worden vastgesteld. De afstanden tussen de putfilters moeten zo worden gekozen dat de invloedssferen elkaar overlappen.

De maximale signaleringstijd dient op grond van een schematische berekening te worden vastgesteld op maximaal 15 jaar. De eisen die bij de niet-bemalen putfilters zijn beschreven, zijn ook van toepassing op bemalen putfilters.

In tabel 6.5 is een overzicht gegeven voor ontwerp, aanleg en beheer van zowel horizontale als verticale controlesystemen.

Tabel 6.5: Ontwerp, aanleg en beheer van de controlesystemen

INVENTARISATIE	VELD-/ LABORATORIUM- ONDERZOEK	RAPPORTAGE
Grondwaterkaart Geohydrologisch profiel Kwaliteit percolatiewater K-waarde kD-waarde Stroomsnelheid Stromingsrichting	Handboringen - beschrijving bodemprofiel, inclusief GHG en GLG - schatting bodemeigenschappen - K-factor samendrukking Peilbuizen - waterpassen - opname - sonderen Bemonstering - grond - grondwater Chemische analyses	Aangeven huidige bodemkwaliteit (grond en grondwater) Geohydrologie: - stromingsrichting - stroomsnelheid - GHG/GLG - eventueel zoet/zout- grens - kwel/wegzijing Karakterisering percolatiewater - kenmerkende parameters - dichtheid Motivering opzet controlesysteem - verticaal-horizontaal doelstelling - modelberekeningen Beschrijving controlesysteem - verticaal . peilbuizen . plaats . aantal . diepe filters . bemonsterings- frequentie . bemalingsregiem Horizontaal - drainbuizen- filtermateriaal - plaats, afstand, diepte - bemalingsniveau - wijze van bemonsteren (frequentie en duur onderbemaling) Beheer en onderhoud controlesysteem

(Uit: "Richtlijn drainagesystemen". Ministerie VROM. 1993-1)

6.3 Percolaatopvang- en -afvoersystemen

6.3.1 Doel van een percolaatafvoersysteem

Algemene eis

Gedurende de periode dat een stortcompartiment in exploitatie is, is er nog geen bovenafdichting aanwezig. Het gevolg is dat regenwater kan infiltreren in het afval en percolaat in de stort ontstaat.

Om de stort beheersbaar te houden (zie definitie beheersbaarheid in hoofdstuk 10: "Meet- en onderhoudsprogramma") is het noodzakelijk dat het percolaat in de stort wordt opgevangen en afgevoerd.

In deze paragraaf over percolaatopvang- en -afvoersystemen is onderscheid gemaakt in de eisen ten aanzien van het opvangsysteem (opvangen van het percolaat in de stort) en het afvoersysteem (afvoeren van het opgevangen percolaat). Dit afvoersysteem ligt gedeeltelijk binnen en gedeeltelijk buiten de stort.

De belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerpen van een dergelijk systeem worden kort toegelicht. Voor detailinformatie wordt verwezen naar de "Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen" van het Ministerie van VROM (1993-1).

Technische eisen

Bovenstaande algemene eis van beheersbaarheid leidt tot een aantal technische vertalingen voor het ontwerp van het systeem:

- de vloeistofspiegel van het percolaat mag niet boven de onderzijde van de gestorte afvalstoffen komen (hydrologische eis);
- het systeem dient langdurig bestand te zijn tegen falen (bestendigheidseis) ten gevolge van:
 - . mechanische belasting;
 - . chemische belasting;
 - . verstopping door stoffen die met het drainagewater uit het afval worden aangevoerd;
- het systeem moet goed te onderhouden en te controleren zijn (onderhoudseis).

Deze algemene eisen zijn voor het percolaatopvangsysteem in paragraaf 6.3.2 uitgewerkt. Voor het percolaatafvoersysteem is de nadere beschrijving opgenomen in paragraaf 6.3.3.

6.3.2 Uitwerking voor het opvangsysteem voor percolaat

Globale beschrijving van het opvangsysteem

Een percolaatopvangsysteem is, grof geschetst, opgebouwd uit:

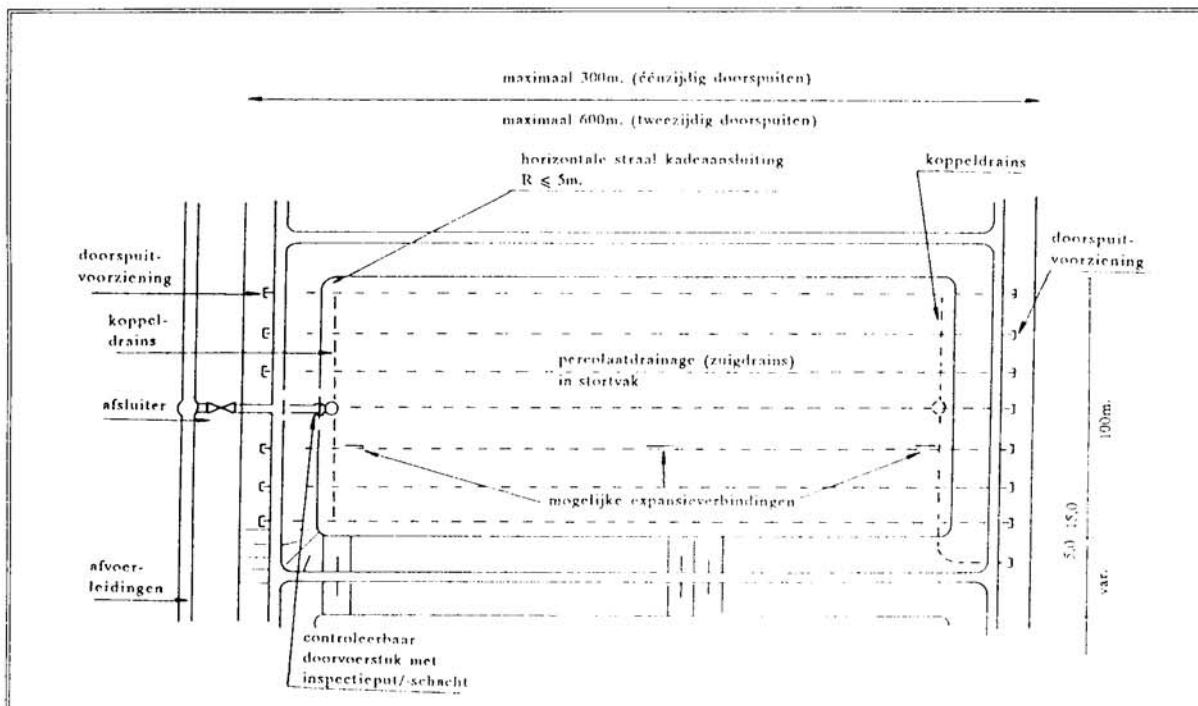
- **watertransporterende laag:** deze laag voert percolaat af en is op de bodemafdichting gelegen. Veelal wordt zand voor deze laag toegepast. Zand heeft echter, ook indien onder verhang aangebracht, een gering watertransporterend vermogen. Toepassing van uitsluitend zand is alleen mogelijk indien:

- . weinig of geen percolaat ontstaat;
 - . de afstand tot aan de rand van de stort/opslag gering is.
- **buisdrainagesysteem in een grindkoffer:** als aanvulling op de watertransporterende laag wordt een buizensysteem aangebracht. Het buisdrainage-systeem bestaat uit:
- . **opvangdrains (=zuigdrains):** deze drains zijn in de stort aangebracht en vangen het percolaat uit de drainagelaag op. De drains worden in grindkoffers aangebracht;
 - . **verzamel drains:** het met de opvangdrains opgevangen percolaat wordt naar deze drains afgevoerd;
 - . **omhulling van de drains:** grindkoffer van grind 8-32 of 16-32.

De opzet van het opvangsysteem voor percolaat is als volgt:

- De zuigdrains zijn evenwijdig aangebracht in de watertransporterende laag;
- De zuigdrains monden aan weerszijden uit in langs de rand van een stortvak gelegen verzamel drains (koppeldrains);
- Elk stortvak kent 1 afvoer naar de afvoerleiding. De afvoer kan door middel van een doorvoering, danwel door middel van pompputten worden gerealiseerd.

Deze opzet is weergegeven in figuur 6.2.

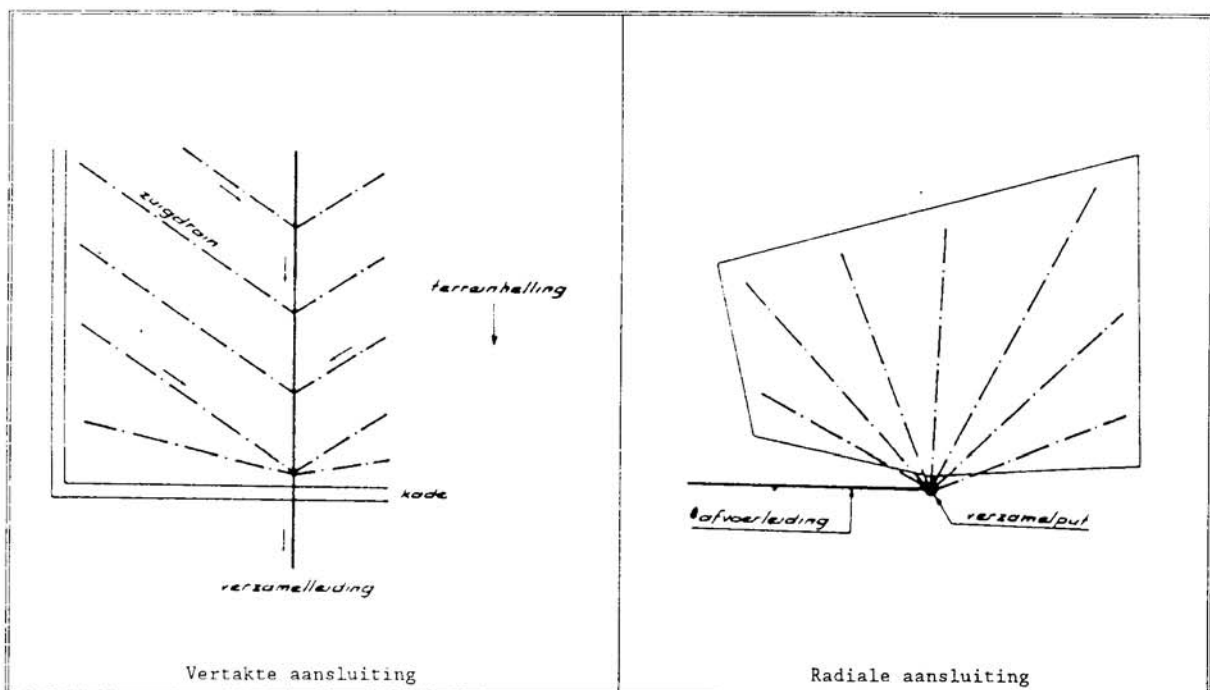


Figuur 6.2: Opzet van een drainagesysteem voor de opvang van percolaat

In deel 35 van de reeks Bodembescherming (Ministerie VROM) zijn varianten op bovenstaande opzet opgenomen. De bovenstaande opzet heeft echter de voorkeur en de varianten worden alleen toegepast indien andere mogelijkheden uitgesloten zijn. De varianten zijn:

- **vertakte drainageleidingen in de stort (visgraatmodel):** door de vele vertakkingen is het om praktische redenen moeilijk om het gehele systeem toegankelijk te maken voor controle en onderhoud. Hiervoor zouden veel controleputten geplaatst moeten worden;
- **radiale rangschikking van de zuigdrains:** het percolaat wordt op één punt opgevangen. Het systeem wordt vanuit deze verzamelput onderhouden. Het aantal drains dat op de put kan worden aangesloten is beperkt en een hoge schacht kan noodzakelijk zijn. De kwetsbaarheid van het systeem neemt daarmee toe. De bezwaren worden gedeeltelijk ondervangen als het ontwerp half-radiaal is.

De opzet van deze varianten is weergegeven in onderstaande figuur 6.3.



Figuur 6.3: Opzet van een drainagesysteem voor de opvang van percolaat

Uitwerking van de hydrologische eis

De dimensionering van het percolaatafvoersysteem dient vanuit twee oogpunten beschouwd te worden. Ten eerste dient in de exploitatiefase voldoende afvoercapaciteit gewaarborgd te zijn. Ten tweede dient ook bij uitval van een gedeelte van het systeem, voldoende afvoercapaciteit aanwezig te zijn.

Afvoer in de exploitatiefase

In deze fase is de stort niet voorzien van een bovenafdichting. Er wordt nu vanuit gegaan dat de stortplaats wél is/wordt voorzien van een deugdelijke onderafdichting volgens de IBC-criteria. Er vindt dan dus geen wegzijging plaats van percolaat naar de ondergrond.

Praktijkervaringen geven aan dat recent aangelegde stortplaatsen zonder percolaatrecirculatie en zonder buffering van percolaat in de stort, een

maatgevende afvoer van 3 à 4 mm per dag hebben. Dit stemt goed overeen met het ontwerp-criterium in de Richtlijn drainagesystemen (Ministerie VROM, 1993-1) waarin wordt aangegeven dat de hydraulische capaciteit dient te worden berekend op minimaal 4 mm/dag. Voor een stort in de exploitatiefase met gedeeltelijke recirculatie van percolaat, is een maatgevende afvoer van 2 mm/dag aangegeven.

De onderafdichting zal normaliter met een verhang tussen 0,25 - 0,5 % worden aangelegd (zie paragraaf 6.2: "Onderafdichtingsconstructies") (Richtlijn onderafdichtingsconstructies, Richtlijn drainagesystemen, Ministerie VROM, 1993). Aangezien de drains op korte afstand boven de onderafdichting worden aangebracht, hebben zij ook dit verhang.

Er dient rekening gehouden te worden met seizoensinvloeden in de af te voeren hoeveelheden. Het systeem dient op deze piekafvoeren (minimaal 8 mm/etmaal) berekend te zijn, óf er moet berging in de stort worden geaccepteerd. Een drainageafstand van 40 m zal in theorie voldoen. In de praktijk wordt een aanzienlijke strengere ontwerpnorm gehanteerd die rekening houdt met uitval van één of meer drains. De onderlinge afstand van de drains bedraagt hierbij maximaal 15 meter.

De gevolgen van gedeeltelijke uitval kunnen, indien herstel is uitgesloten, gedeeltelijk worden ondervangen door de opvangdrains bij de aanleg ook aan de bovenstroomse zijde te koppelen. Hierdoor ontstaat een open verbinding tussen de zuigdrains onderling in het stortvak. De afvoer van het percolaat wordt verder bevorderd door het aanbrengen van een grindkoffer om de opvangdrains.

Afvoer in de nazorgfase

In de nazorgfase zullen de af te voeren hoeveelheden percolaat beperkt zijn aangezien dan een bovenafdichting is aangebracht. De **jaarlijks** af te voeren hoeveelheid zal maximaal 25 mm voor een enkelvoudige bovenafdichting bedragen, en minder dan 5 mm voor een gecombineerde bovenafdichting (minerale + kunststof afdichtingslaag). Theoretisch zal het percolaatdrainagesysteem voor de afvoer van dergelijke hoeveelheden ook bij een aanzienlijke uitval van drains nog voldoende functioneren. Piekafvoeren zullen in de nazorgfase niet meer (mogen) voorkomen.

Door toepassing van een grindkoffer kan, bij het plaatselijk falen van een drain, de drainerende werking in zekere mate door het grind worden overgenomen. Dit geeft dus ook op langere termijn een zekere waarborg voor de afvoer van percolaat. Opgemerkt moet worden dat een drain na falen niet meer over de volle lengte kan worden doorgespoten.

Uitwerking van de bestendigheidseis

Mechanische resistentie: de statische mechanische belasting ten gevolge van het gewicht van het afval is goed te benaderen aangezien bekend is wat de dikte van het afvalpakket (meters) en de samenstelling van het afval (soortelijk gewicht nat en droog) zullen zijn. De belasting ten gevolge van onder andere lengteveranderingen in de drains en door klink van het afval en de zetting van de ondergrond is globaal in te schatten en in de opleggingsbeschouwing van de buis in te brengen. Deze

opleggingsbeschouwing en de eigenschappen van de gesleufde buis zijn deels nog onderwerp van studie. Vooral nog kan berekening plaatsvinden zoals in de Richtlijn drainagesystemen is aangegeven. Hiervoor zal in de MER-fase respectievelijk planfase onderzoek moeten zijn uitgevoerd.

Voor de drainage van stortplaatsen worden (vrijwel) uitsluitend nieuwe kunststof buizen gebruikt. Van keramische buizen is bekend dat er een reël risico van breuk is (Ministerie VROM, 1993-1).

Om een voldoende mechanische sterkte van de drains te kunnen garanderen worden de verschillende elementen van het systeem getoetst aan onder andere de NEN-norm 7046. Vooral nog is het toepassen van buizen uit hergebruikt materiaal niet toegestaan, onder andere vanwege onzekerheden in de sterkteberekening.

Een aantal mechanische en fysische eigenschappen van kunststoffen die voor buizen worden toegepast is in onderstaande tabel 6.6 samengevat

Tabel 6.6: Mechanische en fysische eigenschappen van kunststoffen (naar Draka Polva)

ASPECT		METHODE	HDEPE
Treksterkte (kort, 1 uur)	N/mm ²	KIWA, GIVEC	15
Treksterkte (lang 50 jaar)	N/mm ²	KIWA, GIVEG	6,5
Slagvastheid	-	KIWA, GIVEG valproef	Geen breuk
Rek (breuk)	%	ISO/R527	> 800
Elast.modul. (korte duur)	N/mm ²	Buiging	800
Elast.modul. (lange duur)	N/mm ²	DIN 53371	200
Hardheid	D	Shore	65
Dichtheid	g/cm ³	DIN 53479	0,96
Lin.uitz.c.	K ⁻¹	Dilatometer	20 x 10 ⁻⁵
Vervorm.temp	°C	-	ca. 135

Chemische resistentie: de samenstelling van het percolaat kan globaal worden benaderd aan de hand van het verwachte aanbodscenario van afval. Dan kan de mate waarin materialen door percolaat worden aangetast worden ingeschat

Als materialen voor de aanleg van percolaatafvoersystemen zijn, vanuit de chemische resistentie gezien, HDPE en PP geschikt. Ook PVC werd toegepast op stortplaatsen. PVC zal voor toepassing op stortplaatsen op de

lange termijn minder goed voldoen dan HDPE en PP. PVC kan aangetast worden door organische verbindingen als gechloreerde en aromatische koolwaterstoffen, fenolen, ethers, esters en ketonen. Deze stoffen kunnen, waarschijnlijk in kleine concentraties, in huishoudelijk afval voorkomen. PP is niet in geschikte kwaliteit, afmetingen en uitvoeringen beschikbaar. Voor bestendigheid op lange termijn dient de voorkeur gegeven te worden aan toepassing van HDPE.

De chemische resistentie kan met de normen DIN 16929 en 16934 worden beschreven. Onderstaande tabel 6.7 geeft op basis van deze normen een overzicht van de chemische bestendigheid tegen een aantal verbindingen.

Tabel 6.7. Chemische bestendigheid van PVC en HDPE (naar Dyka)

MEDIUM	PVC		HDPE			PVC		HDPE	
	20°C	60°C	20°C	60°C		20°C	60°C	20°C	60°C
Aceton	-	-	+	#	Melk	+	+	+	+
Ammonia	+	#	+	+	Melkzuur 10%	+	-	+	+
Amline	-	-	+	+	Melkzuur 90%	-	-	+	+
Azijnzuur 10%	+	#	+	+	Mierenzuur tot 50%	+	#	+	
Azijnzuur 100%	-	-	+	#	Mierenzuur 100%	+	-	+	
Benzeen	-	-	#	-	Natriumcarbonaat verdund	+	#	+	+
Benzine	+	+	+	#	Natriumcarbonaat geconcentreerd	+	+	+	+
Bier	+	+	+	+	Natriumchloride	+	+	+	+
Broom (vloeibaar)	-	-	-	-	Natronloog	+	#	+	+
Butaan gas 50%	+	+	+	+	Olie (dierlijk en plantaardig)	+	+	+	#
Caustic soda (NaOH)	+	-	+	+	Olie (mineraal)	+	+	+	#
Chloor (vloeibaar)	-	-	-	-	Phenol	#	-	+	+
Chloor gas	#	-	#	-	Propaan	+	+	+	+
Chloorwater	#	#	-	-	Salpeterzuur 25%	+	-	+	+
Chloroform	-	-	-	-	Salpeterzuur 50%	+	-	#	-
Chroomzuur 50%	+	#	+	-	Salpeterzuur 98%	-	-	-	-
Citroenzuur	+	#	+	+	Talk	+	+	+	+
Cyclohexaan	-	-	+	#	Tetrachloorkoolstof	-	-	-	-
Ether	-	-	#	#	Tolueen	-	-	#	-
Ethylalcohol	+	#	+	+	Trichloorethyleen	-	-	-	-
Fluorwaterstofzuur 40%	+	#	+	#	Waterstofperoxide 30%	+	+	+	+
Fluorwaterstofzuur 70%	#	-	+	#	Zeewater	+	+	+	+
Formaldehyde 40%	+	+	+	+	Zilvernitraat 10%	+	#	+	+
Fosforzuur 30%	+	#	+	+	Zoutzuur tot 30%	+	#	+	+
Fosforzuur 90%	+	+	+	#	Zoutzuur meer dan 30%	#	+	+	+
Jodium	-	-	+	-	Zwavelzuur tot 40%	+	#	+	+
Glycerine	+	+	+	+	Zwavelzuur tot 80%	+	+	#	#
Kaliumchloride	+	+	+	+	Zwavelzuur 96%	+	#	#	-
Kalumbichromaat	+	+	+	+					

- : wordt niet aangetast
 # : wordt licht aangetast
 - : wordt aangetast

Uitwerking van de onderhouds-eis

In het Stortbesluit bodembescherming en de bijbehorende Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming is voorgeschreven dat een aantal malen per jaar de bodembeschermende voorzieningen, waaronder dus ook het percolaatopvangsysteem, geïnspecteerd moeten worden.

In aanvulling hierop dient tweejaarlijks een technische keuring van onder andere het percolaatopvang- en -afvoersysteem te worden uitgevoerd. In hoofdstuk 10 van de Leidraad Storten is beschreven wat de inspecties en het onderhoud inhouden.

De controle- en onderhoudswerkzaamheden betreffen kortweg:

- doorspuiten van alle drainreeksen;
- inspectie van de drainreeksen;
- technische keuring van het systeem;
- zo mogelijk herstelwerkzaamheden uitvoeren. Dit zal uiteraard alleen in specifieke gevallen (met name aan de rand van het stort) mogelijk zijn.

Het systeem moet dus zodanig zijn ontworpen dat dergelijke inspecties en het onderhoud eenvoudig uit te voeren zijn. Ook onderdelen zoals doorvoeringen (voor zover noodzakelijk), aansluitingen, kruisstukken en T-stukken dient qua vorm en materiaalkeuze (HDPE) zodanig ontworpen te zijn dat inspectie en onderhoud niet worden belemmerd. De ligging van de leidingen dient zo recht mogelijk ontworpen te worden. Dit verdient bij de uitvoering aandacht.

De stand der techniek laat inspectie- en doorspuitwerkzaamheden toe tot drainlengten van maximaal circa 300 meter. De consequentie hiervan is dat bij eenzijdig door te spuiten drains, de lengte van de drains beperkt moet blijven tot circa 300 meter. Bij tweezijdig door te spuiten drains kan de dubbele lengte ($2 \times 300 = 600$ meter) worden gehanteerd in de ontwerpen van de stortplaats. De maximale breedte van goed beheersbare stortcompartimenten is hiermee vastgelegd. In alle gevallen dient gestreefd te worden naar het tweezijdig doorspuitbaar zijn van alle drains.

De inspectiewerkzaamheden zijn bij een grotere buis eenvoudiger uit te voeren dan bij een buis met een geringere diameter. Voor het doorspuiten van een drain met een grotere diameter is daarentegen meer water nodig. Oudere ontwerpuitgangspunten hanteren veelal een diameter uitwendig/inwendig van 80/72 mm (VROM, 1988). Op basis van de praktijkervaringen met (camera)inspectie en doorspuiten, wordt nu een inwendige diameter voor zuigdrains van 130 mm als een minimum beschouwd. Voor afvoerleidingen en koppeldrains wordt hiervoor een minimale inwendige diameter van 160 mm gehanteerd.

Op meerdere stortplaatsen, met name met grotere storthoogten, worden drains en buizen toegepast, met een minimumdiameter variërend van 200 tot 300 mm (uitw.). Tenslotte moet opgemerkt worden dat bij grotere storthoogten (groter dan 40 meter) een diameter van 300 mm voor onversterkte HDPE-buizen tevens het maximum is, aangezien anders de sterkte van de buizen onvoldoende is. Uitwendige versterking kan ongunstige belastingen compenseren.

Voor inspectie en onderhoud zijn een aantal verschillende voorzieningen in het percolaatopvang- en -afvoersysteem beschikbaar. Van de verschillende systemen worden korte beschrijvingen gegeven en de voor- en nadelen toegelicht.

Doorspuitvoorzieningen

Het uitgangspunt is dat elke drain (zuig- en verzameldrains) tweezijdig doorgespoten moet kunnen worden. Dat betekent dat voor elke drain hiervoor voorzieningen aanwezig moeten zijn. Indien praktisch mogelijk dient een tweezijdige doorspuitmogelijkheid nagestreefd te worden.

Een eenvoudige doorspuitvoorziening kan worden gerealiseerd door het verlengen van de opvang- en verzameldrain met een dichte buis tot buiten de stort (zie figuur 6.2). Vanuit deze buis kan de drain worden doorgespoten. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de maximale lengte van drains.

Plaatsing van de doorspuitvoorzieningen aan de rand van de stortplaats moet nagestreefd worden. Dit maakt zowel aanleg, stortwerkzaamheden als onderhoud het eenvoudigst.

Er kunnen soortgelijke materialen worden toegepast als voor het percolaatopvangsysteem worden gebruikt. Dit zullen dus veelal HDPE-buizen en -putjes zijn. De diameter van de doorspuitbuis moet goed onderhoud en camera-inspectie mogelijk maken en aansluiten bij de diameter van het opvangsysteem.

Inspectieschachten

Korte inspectieschachten: voor een stortvak wordt als uitgangspunt genomen dat er niet meer dan één doorvoering door de onderafdichting aanwezig is. Dit vanwege de ervaring dat dergelijke doorvoeringen zwakke plekken in de constructie kunnen zijn.

Per doorvoering zal een inspectieschacht binnen het stortvak noodzakelijk zijn. Vanuit de schacht wordt het percolaat afgevoerd naar de afvoerleiding(en) (zie figuur 6.2). Eventueel kan het percolaat vanuit de inspectieschacht worden verpompt naar de ringleiding(en). Ook aan de bovenstroomse zijde wordt één inspectieschacht geplaatst in verband met het aansluiten van extra percolaatdrains bij eindafwerking en voor visuele inspectie van de drains.

Evenals voor de doorspuitvoorzieningen geldt dat plaatsing aan de randen van de stort zoveel mogelijk nagestreefd moet worden. Indien inspectieschachten meer naar het midden van de stort worden geplaatst is dit voor zowel aanleg, stortwerkzaamheden als uitvoering van inspectie en onderhoud lastig. De schachten zullen dan tot eindhoogte mee verlengd moeten worden.

Lange inspectieschachten: als stortplaatsen in voormalige ontgrondingen of in laagten worden aangelegd zullen bij een grote dikte van het afvalpakket, controle van het systeem en afvoer van percolaat vanaf de zijkant niet zonder meer mogelijk zijn. Om het percolaat vanaf de bodem van de stort naar de oppervlakte te krijgen zijn bouwkundige constructies nodig. De volgende mogelijkheden zijn daarvoor aanwezig:

- 1 **flexibele schachten in het stort:** in een dergelijke constructie kan stortgas binnenlekken. Dit bemoeilijkt dan controle en onderhoud van de schacht en de drains. Verder is de ruimte in de schacht voor eventuele werkzaamheden beperkt.
- 2 **stijve schachten in het stort:** het binnendringen van stortgas wordt voorkomen. Door de sterk wisselende krachten van het afval op de constructie, is de constructie moeilijk realiseerbaar.
- 3 **stijve schachten langs de rand van het stort:** deze constructie is realiseerbaar. Aangezien controle- en percolaatdrains geen scherpe bochten mogen hebben, zijn veel schachten nodig.

Indien de afvalsamenstelling zal wijzigen en voor een groter deel gaat bestaan uit goed verdichtbaar en weinig aan klink onderhevig afval, zullen stijve schachten eenvoudiger realiseerbaar zijn.

Als bouw materiaal voor dergelijke constructies komen HDPE en beton in aanmerking. Beton dient beschermd te worden tegen aantasting in het agressieve milieu in de stort. Hiervoor is een bekleding/lining met HDPE noodzakelijk.

Voor schachten waarin door personeel gewerkt moet worden moeten onderstaande minimumdiameters gehanteerd worden:

Tabel 6.8: Minimum-diameters voor schachten

Schachthoogte < 2 meter	Minimum-diameter 1.000 mm
Schachthoogte 2-5 meter	Minimum-diameter 1.500 mm
Schachthoogte > 5 meter	Minimum-diameter 2.000-3.000 mm

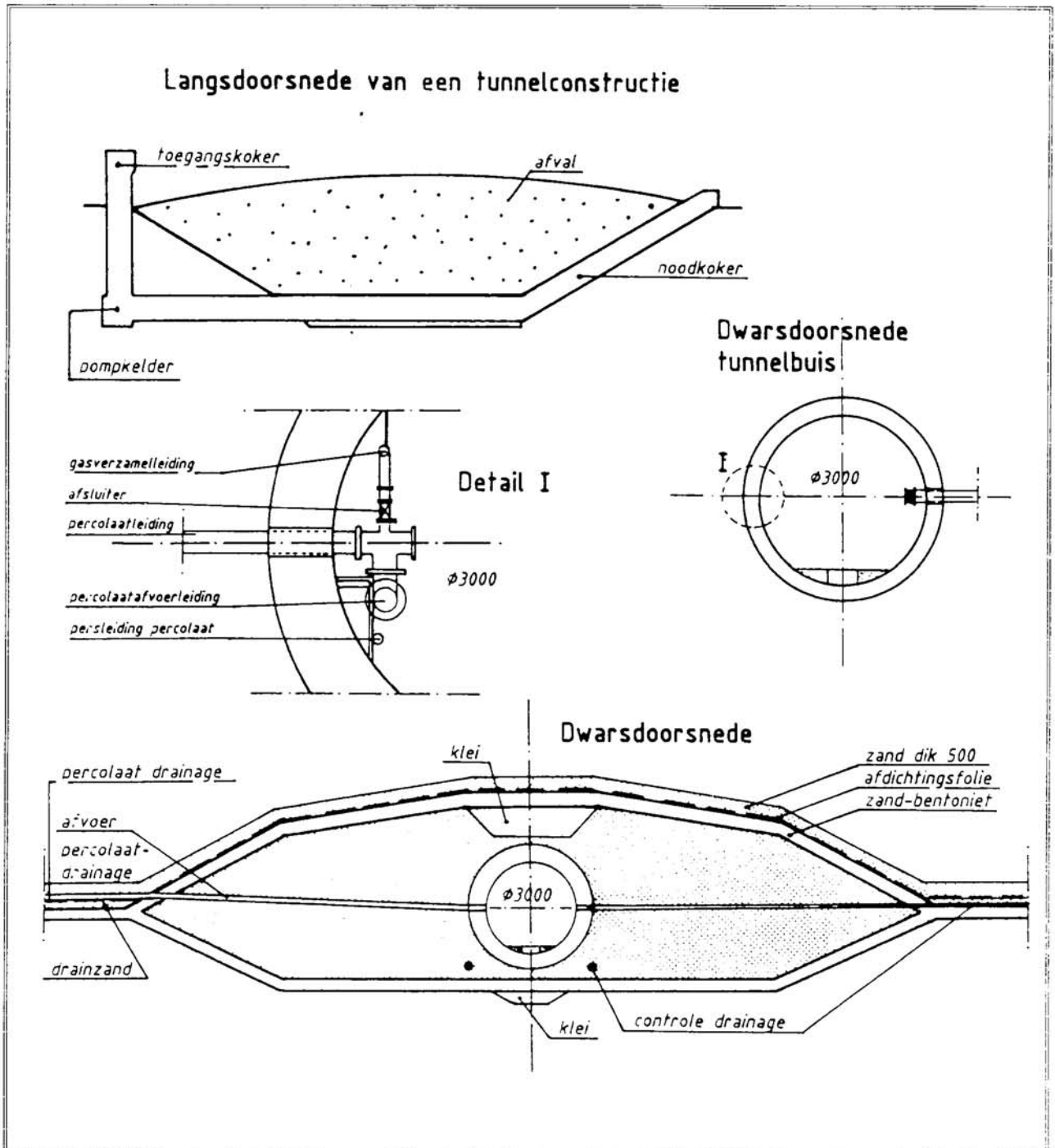
Tunnelconstructie: een constructie die aan de bezwaren van lange inspectieschachten tegemoet kan komen is de tunnelconstructie. Hierbij komen de percolaat- en controledrains uit in een tunnel die ter hoogte van de onderafdichting is aangelegd. Leidingen voeren de waterstromen naar een pompkelder en via een toegangskoker buiten het afval.

De tunnelconstructie beperkt het aantal schachten (in principe tot 2 stuks) en de stort blijft daardoor vrij van kwetsbare en hinderlijke constructies. Onderhoud en inspectie van de drains zijn in de tunnel met voldoende ruimte uit te voeren waarbij de kans op gastoetreding in de tunnel gering is. Voor de nazorg is het een groot voordeel dat er in de bovenafdichting geen doorvoeringen behoeven te worden aangebracht.

Een nadeel van de tunnelconstructie is dat elke percolaatdrain door de onderdichting heen, in de tunnel moet worden gevoerd. Dit nadeel is met technische voorzieningen te ondervangen. Een ander belangrijker nadeel is dat de tunnel zelf moeilijk te onderhouden is. Vervangen moet vooralsnog

als niet haalbaar worden aangenomen. Dit sluit toepassing in gebieden met een wat grotere zetting van de ondergrond uit.

In figuur 6.4 zijn principe-doorsneden van een dergelijke tunnel weergegeven.



Figuur 6.4: Principeddoorsnede door een tunnelconstructie (Heidemij, 1992-4)

Overzicht van technische randvoorwaarden

Op basis van de thans bekende inzichten en ervaringen kunnen de technische randvoorwaarden voor een percolaat-opvangsysteem als volgt worden samengevat (Ministerie VROM, 1993-1):

- Zandbed (watertransporterende laag):

- dikte nergens minder dan 0,5 m;
 - * alternatief 1: minimaal 0,30 m zand en 0,20 m grind;
 - * alternatief 2: grindbed minimaal 0,30 m dik op 0,05 m zand op een resistent non-woven geotextiel in plaats van een zandbed;
- eisen zand: moet voldoen aan de kwalificatie "draineerzand" volgens de Eisen Rijkswaterstaat met als aanvullende eis dat geen korreldiameter groter dan 5 mm voorkomt. Ter beperking van het risico voor de folie kan hier ook 3 mm worden toegepast. Ter nadere omschrijving van het drainagezand kunnen de volgende bepalingen worden gebruikt:
 - * laag kalkgehalte;
 - * korrelafmeting bij voorkeur:
 - fractie > 250 micron: minimaal 70%;
 - fractie > 500 micron: minimaal 35%.

- Zuigdrains:

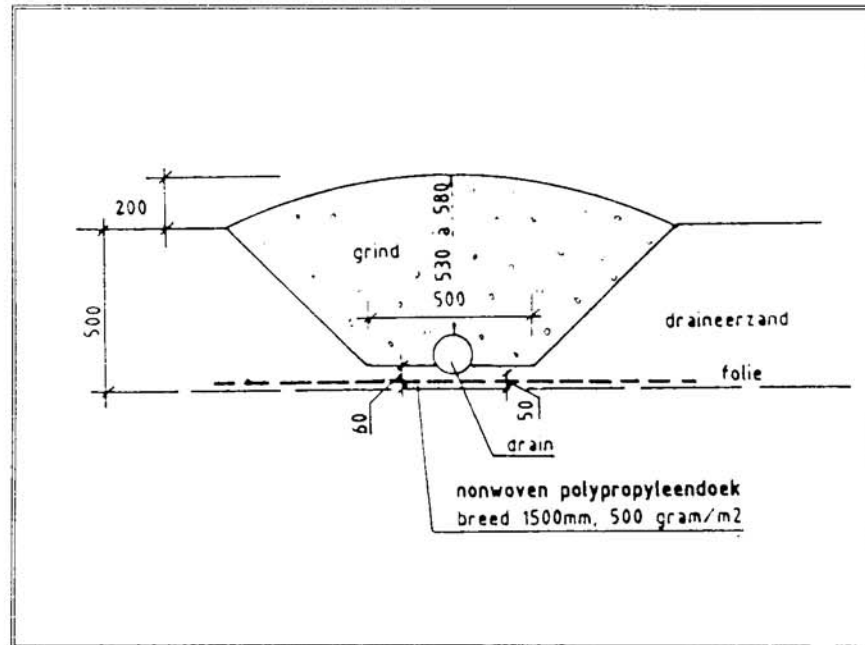
- gesleufde of geperforeerde buis, bestaande uit hoge dichtheid polyethleen (HDPE) of polypropyleen (PP) van te berekenen sterkte;
- inwendige diameter minimaal 70 mm. Voor camera-inspectie is momenteel een minimale inwendige diameter van 130 mm vereist waarbij rekening dient te worden gehouden met mogelijk iets ovaal worden als gevolg van bovenbelasting;
- perforaties minimaal 200 stuks per meter, regelmatig over de buisomtrek verdeeld in minimaal 3 overlangse rijen. Perforatiebreedte minimaal 4 mm, maximaal gelijk aan D85 (D 85: zeefmaat waardoor 85% van het omhullingsgrind passeert);
- de voorkeur gaat uit naar overdwars gesleufde HDPE-buis met sleuven over 2/3 van de omtrek, breed 5 à 6 mm. De sleuven dienen braamvrij en glad te zijn om extra aanhechtingsvlakken voor (microbiologische) afzettingen te voorkomen. Het totale open oppervlak dient 6 à 8 % van het buisoppervlak (inwendig) te bedragen;
- drainafstand maximaal circa 15 m;
- maximale lengte drains 300 m bij afstroming naar één zijde, 600 m bij afstroming naar twee zijden. Verhang ondergrond 0,25% à 0,5%;
- geen knikken of scherpe bochten in de drainreeksen.

- Grind in grindkoffer:

- Minimale dikte grindlaag alzijdig (behalve onderkant) 0,30 m. De voorkeur gaat uit naar het omhoog doortrekken van de grindkoffer tot ruim boven het aan te brengen zandbed;
- Bij een perforatie van 4 mm van de zuigdrains een nominale gradering 4/32: grind conform paragraaf 3.8 van de Eisen rijkswaterstaat geldend voor "grind voor bitumineuze mengsels". Bij overdwars gesleufde buis (sleufbreedte 5 à 6mm) grind 8/32 of 16/32 toepassen;
- grindomhulling en zandbed dienen in principe te voldoen aan de filterregels van Terzaghi. Bij een aanzienlijke kans op afzettingen en dichtslibben van de grindkoffer kan grover grind dan volgens de

filterregels worden overwogen (zie bijlage 4 Richtlijn drainagesystemen) zoals hierboven vermeld;

Ter bescherming van de folie van de onderafdichting dient, ter plaatse van de grindkoffers, een mediumbestendig non-woven doek te worden aangebracht. De breedte dient minimaal 1,5 m te bedragen en de gewichtsklasse minimaal 400 gram/m². Zie figuur 6.5.



Figuur 6.5: Voorbeeld van een grindkoffer

- **Verzameldrains (koppeldrains):**

- te situeren binnen de kade;
- zo weinig mogelijk doorgangen door de (opstaande) bodemaafdichting. Indien het stortlichaam door middel van tussenkaden in hydrologisch gescheiden vakken wordt verdeeld dan niet meer dan één doorvoering per vak. In het algemeen kan gesteld worden dat dergelijke doorvoeren geen zwakke plekken in de constructie mogen vormen. Een prefab uit HDPE-plaat dik 10 en 20 mm samengesteld controleerbaar doorvoerstuk heeft de voorkeur (zie figuur 6.6).
- * alternatief: geen doorvoerstukken maar door middel van pompputten per stortvak over de kaden naar afvoerleiding of afvoerpersleiding;
- verzameldrain toegankelijk voor controle en schoonmaken via inspectieputten en/of doorspuitopeningen. Tussen twee inspectieputten dient het leidinggedeelte recht te zijn;
- hydraulische capaciteit te berekenen op een afvoer van minimaal 4 mm per etmaal en 25 à 50% ineffectieve doorsnede in verband met verontreinigingen en piekafvoer van minimaal 8 mm/etmaal;
- verdere ontwerp-details zoals gebruikelijk voor rioleringen;
- de voorkeur gaat uit naar koppeldrains zowel boven- als benedenstrooms van de zuigdrains;

aanbrengen van stortkaden hydrologisch van elkaar worden gescheiden. Het percolaatopvang- en -afvoersysteem zal daarom ook per stortvak aangelegd worden.

Het aantal doorvoeringen door de onderafdichting moet zoveel mogelijk worden beperkt. Aangehouden moet worden om per stortvak niet meer dan één doorvoering aan te leggen. De doorvoering dient ook op langere termijn waterdicht te zijn. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de constructie die in figuur 6.6 is weergegeven.

Een mogelijkheid om van een doorvoering af te zien is het plaatsen van een pompput annex verzamelput in een stortcompartiment. Het percolaat wordt dan per stortvak verzameld in de put. Vervolgens pompt men het percolaat verder naar de verzamelleiding.

Onderscheid in verschillende waterstromen

Het toepassen van compartimentering en hydrologisch gescheiden stortvakken biedt de mogelijkheid om percolaat ook per stortvak af te voeren. Afhankelijk van de verschillen in afvalsamenstelling kan consequente scheiding tot boven in het afvallichaam noodzakelijk zijn. De kwaliteit van het percolaat zal, per stortvak, na verloop van tijd wijzigen. Hierop kan worden ingespeeld door twee gescheiden systemen voor de afvoer van percolaat aan te leggen: voor zuur alsmede voor methanogeen percolaat. Met behulp van afsluiters kan geregeld worden of een stortvak afvoert op de afvoerleiding voor zuur percolaat, danwel op de leiding voor methanogeen percolaat.

Op termijn zal dit onderscheid minder belangrijk gaan worden. Als het afval minder organisch stof gaat bevatten zal het onderscheid zuur/methanogeen minder kleiner zijn. In de afweging voor het toepassen van gescheiden leidingen dient daarom rekening gehouden te worden met de verwachte afvalsamenstelling en het aandeel organisch afval.

Dimensionering van het afvoer-systeem

In paragraaf 7.3.2 is globaal de dimensionering van het opvangsysteem beschreven. Dit geeft aan hoeveel percolaat opgevangen en dus ook afgevoerd moet worden.

Het afvoersysteem kan op basis van deze informatie worden ontworpen met behulp de gebruikelijke van rioleringsberekeningen.

Leidingen tussen stort en zuivering/riool

Indien de afvoerleiding tussen stort en zuivering respectievelijk riool ondergronds worden aangelegd is een eventuele lekkage van de leiding moeilijk vast te stellen.

Een lekkage kan echter een aanzienlijke grondwaterverontreiniging veroorzaken, zeker als de lekkage lange tijd onopgemerkt is gebleven.

Visuele inspectie van de leidingen is te allen tijde mogelijk indien de leidingen in een betonnen goot worden aangebracht. Bij eventuele lekkage wordt het percolaat in de goot opgevangen. Ongecontroleerd uittreden van percolaat wordt hiermee voorkomen. Herstel is zonder graafwerkzaamheden uit te voeren.

6.4 De behandeling van percolatiewater

6.4.1 Algemeen

Percolatiewater is water dat uit een stort treedt. Dit water is verontreinigd, doordat het in contact is geweest met de gestorte afvalstoffen. In het algemeen is het percolatiewater dermate verontreinigd dat het moet worden opgevangen en behandeld, voordat het op oppervlaktewater of de riolering kan worden geloosd.

In deze paragraaf wordt ingegaan op de behandelingsmogelijkheden van het percolatiewater. Hierbij is enerzijds gelet op de hoeveelheid en samenstelling van het percolaat. Anderzijds is aandacht besteed aan de eisen die gesteld worden aan het lozen van water op oppervlaktewater of op het riool.

6.4.2 De kwantiteit van het percolaat

De hoeveelheid water die uit een stort treedt is voor een belangrijk deel afhankelijk van dat deel van de neerslag dat in het stortlichaam infiltreert. De neerslag die op een stort terecht komt, kan verdampen, oppervlakkig afstromen of infiltreren. Zolang de stort nog geen dichte eindafwerking heeft kan een groot deel van de neerslag in de stort infiltreren. Van een niet afgedicht stort kan het oppervlakkig afstromend water dermate verontreinigd zijn dat het samen met het percolaatwater behandeld moet worden en dus binnen de onderafdichtingsconstructie opgevangen moet worden.

Nadat de bovenafdichting is aangebracht, wordt de infiltratie bij een gecombineerde bovenafdichting geschat op maximaal 5 mm/jaar. Het oppervlakkig afstromend water kan na het aanbrengen van een bovenafdichting als schoon water worden afgevoerd.

De hoeveelheid percolaat die uit een stort treedt wordt verder bepaald door het al dan niet recirculeren van percolatiewater, door de bergingscapaciteit van een stort en door de produktie van water in de stort (bijvoorbeeld door de aanwezigheid van slib of door de afbraak van organisch materiaal).

Om de hoeveelheid percolatiewater te schatten kan een waterbalans van de stort worden opgesteld. De waterbalans ziet er in formulevorm als volgt uit:

$$P = N + R + Pr - B - V - O$$

waarin:

P = hoeveelheid percolatiewater die vrijkomt (mm/j);

N = neerslag (mm/j);

R = recirculatie percolatiewater (mm/j);

Pr = produktie water in stort (mm/j);

B = berging in de stort (mm/j);

V = verdamping (mm/j);

O = oppervlakte-afvoer (mm/j) boven de dichte eindafwerking.

Een aantal posten van deze waterbalans is uiteraard per stort verschillend in verband met de aard van het afval en de wijze van verwerking.

De hoeveelheid te zuiveren percolatiewater die vrijkomt, tot het moment dat de bovenafdichting is aangebracht, is verder afhankelijk van:

- het tempo waarin de stort op eindhoogte wordt gebracht in relatie tot het initiële vochtbergend vermogen van het afval;
- de lengte van de wachtperiode die men in acht moet nemen voordat men de bovenafdichting kan aanbrengen;
- het eventueel toepassen van recirculatie van percolatiewater;
- het al dan niet samen met het percolaat moeten zuiveren van het oppervlakkig afstromend water, indien dat verontreinigd mocht zijn.

De hoeveelheid percolaat die vrijkomt nadat de dichte eindafwerking is aangebracht, is afhankelijk van:

- de nalevering van de stort als gevolg van oververzadiging en klink;
- de produktie van water in het stortlichaam, wat bijvoorbeeld kan gebeuren bij omzettingen van slib of organisch materiaal. De omzetting van organisch materiaal en het daarbij geproduceerde vocht kan nog vele jaren duren;
- de doorlatendheid van de dichte eindafwerking, die onder praktijkomstandigheden op 1 à 2 mm/jaar (maximaal 5 mm/jaar) wordt geschat bij een gecombineerde afdichting.

Geconcludeerd kan worden dat wanneer:

- geen recirculatie van percolatiewater plaatsvindt;
- de bergingscapaciteit van een stort verwaarloosbaar klein wordt geacht;
- oppervlakkig afstromend water verwaarloosd wordt;
- de vochtproduktie in een stort verwaarloosbaar klein wordt geacht, dat dan de hoeveelheid percolatiewater:
 - voor een niet afdichte stort gemiddeld 1 mm/dag bedraagt;
 - voor een stort met een gecombineerde bovenafdichting geschat wordt op maximaal 5 mm/jaar.

Dit zijn uiteraard globale gemiddelde waarden, waarbij geen rekening gehouden is met pieken. Uiteraard zal hiermee bij de berekening van de maatgevende afvoer wél rekening moeten worden gehouden.

6.4.3 De samenstelling van percolatiewater

De stoffen die in percolatiewater voorkomen kunnen zeer divers in aard en concentratie zijn.

De aanwezigheid van stoffen in percolatiewater wordt bepaald door:

- de aard van het gestorte afval;
- de uitloogbaarheid van het afval;
- microbiologische of chemische processen;
- de leeftijd van een stort.

In algemene zin kan dan ook weinig gezegd worden over de samenstelling van percolatiewater. Wél kan een relevant onderscheid gemaakt worden in stortplaatsen waarin een substantiële hoeveelheid afbreekbaar organisch materiaal voorkomt en stortplaatsen die (vrijwel) geheel uit anorganisch materiaal bestaan.

In het verleden is een groot deel van de stortplaatsen opgebouwd uit afval, waarin een aanzienlijke hoeveelheid afbreekbaar organisch materiaal voorkwam. In de toekomst zal dit veranderen. Uitvoering van het afvalstoffenbeleid leidt tot te storten afval, waarin uiteindelijk nog nauwelijks organisch materiaal voorkomt.

Percolatiewater dat sterk belast is met organische stoffen vergt een andere behandelingstechniek dan water dat alleen met anorganische stoffen is verontreinigd. Het is dan ook raadzaam als in de toekomst zowel organische stof-houdende afvalstoffen (bijvoorbeeld slibben) als anorganische afvalstoffen (bijvoorbeeld slakken, vliegassen) op één stort worden aangeboden, deze in aparte compartimenten te storten. Op die manier kunnen de gescheiden op te vangen percolatiewaterstromen elk op adequate wijze worden gezuiverd.

Percolatiewater uit organisch afval

Afbreekbaar organisch afval wordt op een stortplaats omgezet door microbiologische processen indien voldoende vocht aanwezig is. Hierin zijn drie fasen te onderscheiden:

- de aërobe fase, waarin de in de stort aanwezige zuurstof wordt verbruikt. In deze fase begint de hydrolyse van de organische verbindingen. Deze fase duurt kort omdat de aanwezige zuurstof snel verbruikt is;
- de verzurende fase, waarin de gehydrolyseerde verbindingen door verzurende bacteriën omgezet worden in (lagere) vetzuren. In deze fase daalt de zuurgraad (pH) van het percolaat tot 5,5 à 6,5. Bij deze zuurgraad worden zware metalen mobieler. Percolatiewater wat dan uit het stortlichaam treedt wordt "zuur percolaat" genoemd. Dit zure percolaat is sterk verontreinigd, met name door de aanwezigheid van vetzuren;
- de methanogene fase, waarin de gevormde vetzuren omgezet worden in methaangas en kooldioxide. In deze fase loopt de zuurgraad weer op tot 7,5 à 9. Het nu uittredende percolatiewater wordt "methanogeen percolaat" genoemd. Dit percolatiewater is aanzienlijk minder verontreinigd dan het zuur percolaat omdat de vetzuren omgezet zijn in gasvormige verbindingen (die het stortgas vormen). De methanogene fase kan soms al na enkele maanden worden bereikt, maar het kan ook enkele jaren duren voordat deze fase wordt bereikt.

In een stort kunnen op korte afstand van elkaar de zure en methanogene fase tegelijkertijd voorkomen.

In tabel 6.9 is een overzicht gegeven van de percolaatsamenstelling van Nederlandse stortplaatsen. Daaruit blijkt het grote verschil in percolaatsamenstelling van "zuur" en "methanogeen percolaat." In de praktijk van het stortbedrijf zullen maatregelen genomen moeten worden, die bevorderen dat het gestorte afval zo snel mogelijk in de methanogene fase komt (zie paragraaf 7.3). Daarmee worden de belasting van het percolatiewater en de kosten van zuivering aanzienlijk gereduceerd.

Tabel 6.9: Overzicht van concentraties van stoffen in stortplaatspercolaat (RIVM, 1992)

parameter	zuurvormende fase		methanogene fase			Nederlaai	
	gem.	range	gem.	range	gem. (*)	range	
pH	6.1	7.5	8	7.5	9	6.8	4.7 - 8.4
K2O ($\mu\text{S cm}$)	-	5000	5200	-	15000	22000	-
BOD (mg/l)	15000	400	4000	180	20	550	-
COD (mg/l)	22000	6000	6000	3000	500	4500	5424
BOD/COD	0.58	0.06	-	-	-	-	-
SO ₄ (mg/l)	500	70	1750	80	10	420	-
Ca (mg/l)	1200	10	2500	60	20	600	787 (643)
Mg (mg/l)	470	50	1150	180	40	350	177 (149)
Fe (mg/l)	780	20	2100	15	3	280	417
Mn (mg/l)	25	3.0	65	0.7	0.03	45	-
Zn (mg/l)	8	0.1	120	0.6	0.03	4	0.72 (0.5)
Ba (mg/l)	-	-	-	-	-	-	0.57 (0.33)
Sr (mg/l)	-	0.5	5	-	0.3	3	-
azijnzuur (mg/l)	-	2500	2500	-	450	440	-
propionzuur (mg/l)	-	1500	2000	-	50	40	-
isoboterzuur (mg/l)	-	55	80	-	15	14	-
n-boterzuur (mg/l)	-	8000	7000	-	6	50	-
isovaleriaanzuur (mg/l)	-	20	50	-	15	15	-
nevaleriaanzuur (mg/l)	-	1500	200	-	10	10	-
Cl (mg/l)	2100	100	500	2100	100	500	765
Na (mg/l)	1550	50	400	150	5	400	2165
K (mg/l)	1100	0	250	1100	10	2500	1873
totaal N (mgN/l)	1250	50	500	1250	50	5000	458
totaal P (mgP/l)	6	0.5	50	6	0	50	-
NH ₄ (mgN/l)	750	40	3000	750	30	3000	-
NO ₃ (mg/l)	3	0	50	3	0	50	-
NO ₂ (mgN/l)	0.5	0	25	0.5	0	25	-
CN (mg/l)	-	0.05	50	-	0.05	40	-
S ²⁻ (mg/l)	-	0.00	3	-	0.00	3	-
AOX ($\mu\text{gCl l}$)	2000	75	3500	2000	320	3500	-
EOX ($\mu\text{gCl l}$)	-	-	-	-	-	-	29 (19)
As ($\mu\text{g l}$)	160	5	1000	100	5	1000	51 (43)
Cd ($\mu\text{g l}$)	6	0.5	140	6	0.5	140	4 (3)
Co ($\mu\text{g l}$)	55	4	950	55	1	950	-
Ni ($\mu\text{g l}$)	200	20	2050	200	20	2050	12
Pb ($\mu\text{g l}$)	90	8	1020	90	8	1020	194 (134)
Cr ($\mu\text{g l}$)	300	50	1000	300	50	1000	67 (52)
Cu ($\mu\text{g l}$)	80	4	400	80	4	400	30 (23)
Hg ($\mu\text{g l}$)	10	0.2	50	10	0.2	50	7 (0.6)

Percolatiewater uit anorganisch afval

Wanneer (vrijwel) alleen anorganisch afval is gestort, zullen microbiologische afbraakprocessen geen rol meer spelen en wordt de samenstelling van het percolatiewater bepaald door de uitloogbaarheid van stoffen, die zich in het afval bevinden. Beïnvloeding van de percolaatsamenstelling kan dan alleen plaatsvinden door de uitloogbaarheid te veranderen, bijvoorbeeld door voorbehandelingstechnieken op het te storten materiaal toe te passen. Hierbij kan gedacht worden aan versnelde uitloging onder gecontroleerde omstandigheden (vergelijkbaar met bijvoorbeeld bodemreinigingstechnieken) of immobilisatietechnieken). Storten onder droge omstandigheden voorkomt uiteraard eveneens uitloging.

Hoewel in algemene zin weinig valt te zeggen over de stoffen die uit anorganisch afval zullen uitlogen, zal het in veel gevallen gaan om zware metalen en anionen als chloriden, sulfaten, nitraten en fosfaten. Per geval zal een beoordeling gegeven moeten worden van het te storten afval ten aanzien van de uitloogbaarheid en de te verwachten percolaatsamenstelling. Op grond van deze verwachte samenstelling kan een behandelingstechniek worden gekozen.

6.4.4 De lozingseisen

Lozing op oppervlaktewater

Voor het lozen van (behandeld) percolatiewater op oppervlaktewater is een vergunning nodig is op grond van de Wet verontreiniging oppervlaktewater (WVO). Doel van de WVO is het tegengaan en voorkomen van verontreinigingen van oppervlaktewater. De WVO verbiedt het om, zonder vergunning, met behulp van een werk (bijvoorbeeld een lozingspijp) afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen (direct) in oppervlaktewateren te brengen.

Hiervan uitgaande kan de waterkwaliteitsbeheerder als bevoegd gezag eisen stellen in een aan te vragen vergunning. Het bevoegd gezag is, in grote lijnen, het rijk en de provincies. Dit komt ondermeer omdat de WVO een onderscheid maakt in rijks- en provinciale wateren. Veel provincies hebben hun bevoegdheden als waterkwaliteitsbeheerders overgedragen aan waterschappen of zuiveringsschappen (soms aan een gemeente).

De WVO onderscheidt naast directe lozingen ook indirecte lozingen: lozingen met behulp van een werk dat op een ander werk (bijvoorbeeld een rioolstelsel) is aangesloten. Een aantal bij AMvB aangewezen categorieën van bedrijven dient ook bij indirecte lozingen een WVO-vergunning te hebben. Bedrijven, met als belangrijkste activiteit het opslaan, behandelen of verwerken van afval vallen hieronder.

Dit betekent dat stortplaatsen WVO-vergunningplichtig zijn zowel voor directe als indirecte lozingen. De op basis van de WVO gestelde eisen bepalen het kader waarbinnen de zuivering van het percolaat plaats dient te vinden. De vergunningverlenende instantie gaat bij het opstellen van de vergunningseisen, onder andere, uit van:

- de grootte van het ontvangend oppervlaktewater;
- de functie van het ontvangend oppervlaktewater;
- de stoffen die in het te lozen water aanwezig zijn.

Afhankelijk van de grootte en de functie van het ontvangend oppervlaktewater, kunnen de eisen die gesteld worden verschillen. De WVO-vergunning dient gelijktijdig met de vergunning op grond van de Wet milieubeheer te worden aangevraagd.

Andere aspecten die een rol kunnen spelen bij de beoordeling van een aanvraag voor een WVO-vergunning zijn:

- de keuze dat voor afvoer van het percolaat naar een afvalwaterzuiveringsinrichting (AWZI) gebruik gemaakt wordt van een persleiding die direct in een AWZI uitmondt. In dit geval wordt voorkomen dat het percolaat via overstorten van rioolstelsels ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht kan komen;
- milieu-effecten bij calamiteiten: de beheerder van het oppervlaktewater kan bij het verlenen van een lozingsvergunning voor percolaat, mee laten wegen hoe zwaar het oppervlaktewater belast wordt in geval van calamiteit (dat wil zeggen het niet functioneren van de zuivering van het percolaat);
- eisen die voortvloeien uit de dimensionering van de AWZI omtrent de kwaliteit en kwantiteit van het influent, dus ook van het percolaat. Hierbij kan gedacht worden aan voorzuivering en een bufferingsmogelijkheid.

Lozing op openbare riolering

Voert men af op de openbare riolering, dan moet het percolaat ook aan bepaalde eisen voldoen. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld temperatuur, sulfaatgehalte, zuurgraad en (mogelijk ontstaan van) gasmengsels. Deze eisen komen echter niet voort uit de WVO, maar uit gemeentelijke verordeningen (Lozingsverordening riolering).

Het CUWVO (1987) heeft voor een aantal parameters indicatieve waarden voor lozingseisen opgesteld (zie tabel 6.10). Naast deze parameters kunnen eisen gesteld worden, die afhankelijk zijn van specifiek lokale omstandigheden of de resultaten van onderzoek. Daarbij kan gedacht worden aan parameters als PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- en organische microverontreinigingen.

Tabel 6.10: Indicatieve waarden voor lozingseisen (CUWVO 1987)

Parameter	Oppervlakte water		Gemeente riool	
	Kwetsbaar	Ruim	Meth. percolaat	Behandeld zuur percolaat
CZV mg/l	100	-	Afhankelijk van specifieke lokale omstandigheden, zoals:	
BZV mg/l	20	20	- ontwerpcapaciteit AWZI	
N-Kj mg/l	20	20	- biologisch (i.e.)	
			- hydraulisch (m ² /h)	
			- werkelijke belasting AWZI	
pH	6,5-9	-	6,5-9	6,4-9
Cd mg/l	2,5	5	5	50
Hg mg/l	0,5	2,5	2,5	5
As mg/l	50	50	50	50
Zn/Cr/Ni/ Pb/Cu: som mg/l	400	1000	2000	3000
BTEX (som) mg/l	5	100	500	500

De toekomst

Voor de toekomst geldt enerzijds dat de samenstelling van het percolaat kan gaan veranderen, waardoor de eisen die in het kader van de WVO worden gesteld, zullen veranderen. Anderzijds mag verwacht worden dat de eisen die voortvloeien uit de WVO steeds strenger zullen worden, bijvoorbeeld ten aanzien van eutrofiërende stoffen en organische microverontreinigingen.

6.4.5 De zuivering van percolatiewater

Het af te voeren percolatiewater zal vrijwel altijd moeten worden gezuiverd, voordat het voldoet aan de lozingseisen voor lozing op oppervlaktewater, die de waterkwaliteitsbeheerder stelt. In principe doen zich daarbij drie opties voor:

- recirculatie van percolatiewater op stort, zolang dit tot verbetering van de samenstelling leidt;
- afvoer naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie;
- eigen zuivering.

Recirculatie van percolatiewater

Zolang in de stort bevochtiging van het afval nog nuttig is en de kwaliteit van het percolatiewater door recirculatie nog verbetert, is recirculeren zinvol.

Afvoer naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie

Een mogelijkheid om af te voeren percolaat te behandelen is het zuiveren van het percolaat in een AWZI. Hiervoor is toestemming nodig van de waterkwaliteitsbeheerder.

Enkele factoren die met betrekking tot deze mogelijkheid van belang zijn:

- de bijdrage van het percolaat aan de organische belasting van de AWZI (in verband met de zuurstofbehoefte van het afvalwater) wordt aan grenzen gebonden;
- de influentconcentratie van de AWZI ten aanzien van een aantal toxische stoffen mag niet boven een bepaalde maximumwaarde komen;
- de invloed op de kwaliteit van het effluent van de AWZI; onder andere het zoutgehalte;
- de invloed van de lozing van het percolatiewater op de samenstelling van het slib dat vrijkomt in de AWZI.

Deze factoren leiden dus tot lozingseisen. Op basis van de WVO (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater) moet een heffing betaald worden voor het lozen in oppervlaktewater of voor het brengen van verontreinigd water naar een AWZI.

De omvang van deze heffing wordt enerzijds bepaald door de hoeveelheid zuurstofbindende stoffen in het verontreinigde water, en anderzijds door de hoeveelheid verontreinigde stof die per tijdseenheid gebracht wordt.

Het deel van de heffing dat bepaald wordt door de hoeveelheid zuurstofbindende stoffen, wordt met de volgende formule berekend:

$$\text{I.E.} = (Q * (\text{CZV} + 4,57 * \text{N-Kj})) / 136$$

waarin:

I.E.	=	inwoner equivalenten (= 1 vervuilingseenheid)
Q	=	aantal m ³ vervuild water per dag (m ³ /d)
CZV	=	het chemisch zuurstofverbruik (mg/l)
N-Kj	=	de Kjeldahl-stikstof, wat de som is van ammonium-stikstof en organisch gebonden stikstof (mg N/l)

De heffing per I.E. varieert per regio.

Eigen zuivering

In veel gevallen zal besloten worden tot zuivering van percolatiewater op de stortplaats zelf. Redenen hiervoor kunnen zijn:

- geen mogelijkheid tot lozing op een rioolwaterzuiveringsinstallatie;
- kostenvoordeel eigen zuivering ten opzichte van lozing op een AWZI;
- eisen van de waterkwaliteitsbeheerder of de rioolbeheerder noodzaken tot (voor)zuivering.

Met name in situaties waar het percolatiewater hoge concentraties stoffen bevat die tot hoge heffingen leiden zal eigen zuivering tot kostenbesparing kunnen leiden.

Zuiveringstechnieken

De volgende zuiveringstechnieken komen in principe in aanmerking voor het behandelen van percolaat:

- biologisch:
 - anaëroob;
 - aëroob;
 - aëroob met stikstofzuivering (nitrificatie/denitrificatie);
- fysisch/chemisch:
 - coagulatie/flocculatie;
 - flotatie/precipitatie;
 - hyperfiltratie;
 - indampen, drogen.

Naast deze technieken zijn er een aantal methoden ter verwijdering of behandeling van specifieke verontreinigingen, zoals actief-kool behandeling, ionenwisseling, strippen, etc.

In het algemeen zal bij de huidige samenstelling van percolatiewater zelden met één zuiveringstechniek kunnen worden volstaan. Indien het percolatiewater zal moeten voldoen aan de kwaliteitseisen voor directe lozing op oppervlaktewater zal vrijwel altijd een combinatie van zuiveringstechnieken moeten worden toegepast.

Indien het percolaat na voorbehandeling vervolgens in de openbare riolering of een AWZI mag worden geloosd, kan in een aantal gevallen volstaan worden met één enkele (voor)zuiveringstechniek.

Hieronder volgt een korte beschrijving van de afzonderlijke zuiveringsmethoden.

Anaërobe zuivering:

Deze techniek maakt gebruik van de eigenschap dat bepaalde bacteriën onder zuurstofloze omstandigheden organische stoffen afbreken en omzetten in biogas. Dit biogas bestaat voornamelijk uit methaan en koolzuurgas.

Dit proces vindt ook in het stortlichaam na verloop van tijd plaats, al dan niet versneld door recirculatie. Procesmatig kan deze zuivering plaatsvinden in anaërobe reactoren.

In de praktijk worden twee systemen gehanteerd: het UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) en het fluïd-bed. Anaërobe systemen zijn bijzonder geschikt voor afvalstromen met een hoge concentratie aan afbreekbare organische stoffen.

Metalen, die in percolatiewater in aanzienlijke mate aanwezig kunnen zijn, worden in een anaëroob zuiveringsproces door complexering en precipitatie voor een deel verwijderd en komen in het slib terecht.

Het anaërobe zuiveringsproces is gevoelig voor fluctuaties in kwantiteit en kwaliteit van het influent. Het effluent moet meestal nagezuiverd worden.

Aërobe zuivering:

Aërobe zuivering is een biologisch afbraakproces waarbij bacteriën met behulp van zuurstof, organisch materiaal afbreken tot kooldioxide en water. Voor dit proces is zuurstof nodig wat betekent dat het

percolatiewater bij de zuivering continue belucht moet worden. Bij de aërobe zuivering ontstaat ten opzichte van anaërobe zuivering veel slib. De aërobe zuivering kan toegepast worden voor percolaat uit zowel de zure als de methanogene fase van een stort.

Het aërobe zuiveringsproces is minder gevoelig voor fluctuaties. Het effluent heeft een laag biologisch zuurstofverbruik (BZV). Het nitraat-, nitriet- en metaalgehalte van het effluent zijn vaak dusdanig dat het effluent nog niet op het oppervlaktewater geloosd mag worden. Verdergaande zuivering in een AWZI of een eigen zuivering is dan nodig.

Aërobe zuivering met stikstofverwijdering:

Aërobe zuiveringsinstallaties kunnen dusdanig ontworpen worden dat, door het te zuiveren water afwisselend aëroob/anaëroob te maken, een verdergaande zuivering van stikstofverbindingen in het percolaat kan worden bereikt.

Coagulatie/flocculatie - flotatie/precipitatie:

Deze fysisch-chemische behandeling bestaat uit het toevoegen van zouten, meestal ijzer- of aluminiumzouten, die bij hogere pH-waarden uitvlokken en daarbij in water gedispergeerde en geëmulgeerde stoffen, onder andere zware metalen, invangen (flocculatie), die vervolgens verwijderd kunnen worden door afscheiding.

Bij flotatie gaat de vlok door aanhechting aan zeer fijne luchtbelletjes opdrijven waarna deze door middel van een schraper worden verwijderd. Precipitatie maakt gebruik van de bezinkingseigenschappen van de uitgevlokte deeltjes. Door bezinking worden vervolgens de bovenstaande vloeistof en het sediment gescheiden.

Hyperfiltratie:

Bij hyperfiltratie, ook wel omgekeerde osmose genoemd, wordt gebruik gemaakt van zeer dichte en dunne filters (membranen). Deze filters houden zwevende en voor een belangrijk deel ook opgeloste stoffen tegen, en laten het water met daarin een klein gedeelte van de opgeloste stoffen door. Hyperfiltratie is een concentratietechniek. Het percolatiewater wordt gesplitst in twee fracties: het relatief zuivere filtraat (het permeaat) en de geconcentreerde fractie, het concentraat. Deze reststroom moet verder behandeld worden.

Praktijkervaring met betrekking tot hyperfiltratie leert dat als gevolg van verstopping van de filters in de loop van de tijd steeds meer concentraat kan ontstaan. Toepassing van hyperfiltratie op percolatiewater blijkt daardoor relatief kostbaar door een korte levensduur van de filters.

Indampen/drogen:

Indamp-technieken worden in andere branches al vaker toegepast. De laatste jaren is onderzoek gestart naar de mogelijkheden het indampproces toe te passen op percolaatwater.

Indampen is, evenals hyperfiltratie, een concentratietechniek, waarbij twee reststromen vrijkomen:

- het concentraat: een stroom met niet-vluchtige componenten (zware metalen, kleurstoffen, zout, een groot deel van de CZV);
- het condensaat: een stroom met de vluchtige componenten (vooral ammonium en in geval van zuur percolaat ook vluchtige vetzuren).

Het concentraat kan vervolgens verder worden gedroogd tot een vaste stof, die afhankelijk van de uiteindelijke samenstelling als vast afval op daartoe geëigende wijze kan worden verwerkt.

Het condensaat kan in een relatief eenvoudige aërobe installatie gezuiverd worden of afgevoerd worden naar een AWZI.

Voor het concentraat geldt dat, evenals bij het concentraat van hyperfiltratie, recirculeren in de stort geen uiteindelijke oplossing is. In de praktijk blijken steeds vaker indamp- en drogingstechnieken te worden toegepast op de concentraten uit de hyperfiltratiestap.

Tabel 6.11: Aannamen kwaliteitsgegevens percolatiewater ten behoeve van berekeningen (CUWVO, 1987)

Parameter	Zuur percolaat	Methanogeen percolaat
CZV mg/l	35.000	3.000
BZV mg/l	20.000	200
N-Kj mg/l	1.000	1.000
Cd µg/l	250	1
As µg/l	160	40
Hg µg/l	5	1
Som overige metalen mg/l	55	2
BTEX mg/l	0,5	0,5

Som overige metalen: ZN, Cr, Ni, Pb en Cu.

Zuiveringsresultaten

In tabel 6.12 staan de resultaten van de zuivering van percolatiewater met een modelsamenstelling (tabel 6.11) met verschillende zuiveringstechnieken weergegeven. Het betreft hier zuur dan wel methanogeen percolaat met hoge concentraties aan organische stoffen.

Tabel 6.12: Zuiveringspercentage van verschillende proefexperimenten bij de behandeling van percolaat

Zuiverings- techniek	Percol. type	Zuiveringspercentage percolaat				
		CZV	BZV	Kj-N	Metaal	BTEX*
Anaëroob	zuur	80	95	5	70	80
Aëroob met N-verwijd.	zuur	20	80	90	50	80
Aëroob met N-verwijd.	meth.	90	95	60	70	80
Hyperfilt. (1 sectie)	meth.	98	97	75	98	98
Hyperfilt (2 secties)	meth.	99	99	99	99	99
Indampen	zuur	60	-	60	95	60
Indampen	meth.	95	-	60	95	95
Flocculatie/ Precip.	zuur	10	-	10	90	10
Flocculatie/ Precip.	meth.	10	-	10	50	10

* : BTEX = benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen

Restproblemen bij de zuiveringstechnieken

Bij het beoordelen van de exploitatiemogelijkheden van een zuiveringstechniek zijn naast de in tabel 6.13 genoemde zuiveringspercentages ook andere aspecten van belang, met name de verder behandeling van reststromen uit één bepaald bij zuiveringsproces. Zo blijven bijvoorbeeld bij concentratietechnieken als hyperfiltratie en indampen residuen over, die verder behandeld moeten worden.

Enkele restproblemen van de besproken zuiveringsmethoden worden hieronder genoemd, waarbij een mogelijke oplossing is aangegeven.

Tabel 6.13: Restproblemen bij verschillende zuiveringstechnieken en mogelijke oplossingen

ZUIVERINGS-TECHNIEK	RESTPROBLEEM	MOGELIJKE OPLOSSING
Anaërobe zuivering	<ul style="list-style-type: none"> - hoge concentratie BZV/CZV/NH₄ in effluent - idem + zouten 	<ul style="list-style-type: none"> - aërobe nazuivering of AWZI - hyperfiltratie of AWZI
	<ul style="list-style-type: none"> - slibfractie 	<ul style="list-style-type: none"> - ontwateren en verbranden en/of storten
	<ul style="list-style-type: none"> - gevoeligheid voor fluctuaties in influentkwaliteit en kwantiteit 	<ul style="list-style-type: none"> - buffering
Aërobe zuivering	<ul style="list-style-type: none"> - hoge zoutconcentratie in effluent - slibfractie 	<ul style="list-style-type: none"> - hyperfiltratie of AWZI - ontwateren en verbranden en/of storten
Coagulatie/flocculatie	<ul style="list-style-type: none"> - resterende concentraties zouten - slibfractie 	<ul style="list-style-type: none"> - hyperfiltratie of AWZI - ontwateren en verbranden en/of storten
Hyperfiltratie	<ul style="list-style-type: none"> - concentraat - verstoppingen, waardoor sterke toename concentraat 	<ul style="list-style-type: none"> - indamping en droging tot vaste stof, daarna verbranden en/of storten - spoelen filters, vervanging filters
Indampen	<ul style="list-style-type: none"> - concentraat - destillaat 	<ul style="list-style-type: none"> - drogen tot vaste stof, daarna verbranden en/of storten - strippen vluchtige componenten of AWZI

Toe te passen zuiveringstechnieken

Voor de zuivering van percolatiewater zal een uitgebreide afweging moeten plaatsvinden wat de meest gewenste oplossing is. Dit is dermate specifiek dat hiervoor geen algemeen geldende beslissingscriteria zijn te geven.

Wel zijn een aantal relevante aspecten te noemen, die sterk bepalend zijn voor de uiteindelijke keuzes:

- de lozingseisen van de waterkwaliteitsbeheerder en de beheerder van de openbare riolering;
- de kwaliteit van het af te voeren percolatiewater;
- de aanwezigheid van een (openbare) riolering naar een RWZI in de nabijheid van de stort;
- tijdelijke (voor)zuivering van zwaar belast percolaat in verband met heffingen;
- continuïteit van zuivering ook na sluiting van de stort.
- beheersaspecten van een eigen zuivering;
- kosten van verschillende zuiveringsprocessen.

6.5 Systemen voor stortgasonttrekking

6.5.1 Stortgasproductie

Het ontstaan van stortgas

Stortgas is gas dat ontstaat in een stortlichaam, doorgaans als gevolg van biologische omzetting van afval waarin organische componenten voorkomen. Het stortgas bestaat in dat geval voornamelijk uit methaan en kooldioxide en kan als biogas worden gekarakteriseerd.

In deze paragraaf wordt ten behoeve van de leesbaarheid gesproken over stortgas, waar eigenlijk biogas bedoeld wordt. Wordt stortgas, niet zijnde biogas (uit stortplaatsen met weinig organische stof), bedoeld, dan wordt dat expliciet duidelijk gemaakt.

Redenen om stortgas te onttrekken:

- methaan is een broeikasgas. Door behandeling kunnen de nadelige effecten sterk worden beperkt. Dit is in paragraaf 6.5.4 uitgewerkt;
- stortgas kan brand- en explosiegevaar opleveren, bijvoorbeeld door gasophoping onder gebouwen;
- het stortgas is/was vaak de oorzaak van het (plaatselijk) afsterven van de vegetatie op of naast de stort. Door het stortgas ontstaat namelijk in de wortelzone zuurstofgebrek;
- stortgas kan stankoverlast veroorzaken, onder andere door de aanwezigheid van vluchtige organische vetzuur- en zwavelverbindingen, H_2S en NH_3 ;
- stortgas kan een groot aandeel methaan bevatten en dit gas kan in plaats van andere energiedragers toegepast worden.

In het Stortbesluit bodembescherming staat aangegeven dat een stort afgewerkt moet worden conform de "Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststoffenbergingen" (Ministerie VROM, 1991). Na afwerking moet het stortgas dat in het stortlichaam ontstaat, opgevangen en verwijderd worden ter voorkoming van gasdruk onder de afdichting.

6.5.2 Processen in de stort

Een stortlichaam waarin voldoende organisch materiaal aanwezig is kan men als een heterogene (bio-)reactor beschouwen waarin na verloop van tijd anaërobe vergisting plaats vindt. Nadat het afval gestort en gecompacteerd is, doorloopt het organisch gedeelte van het afval een aantal opeenvolgende biochemische omzettingen:

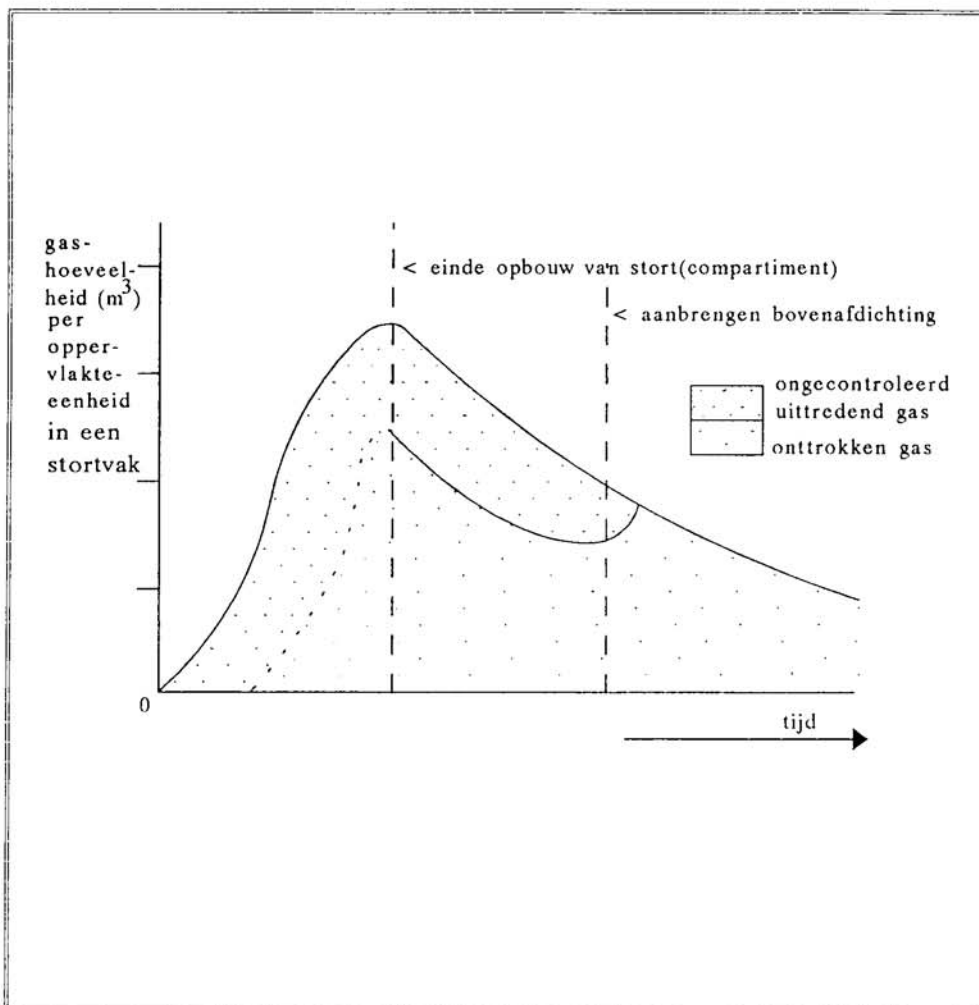
- aërobe fase waarin de in de stort aanwezige zuurstof wordt verbruikt bij de afbraak van organische verbindingen. In deze fase begint de hydrolyse van de organische verbindingen. Deze fase duurt kort (enkele dagen) omdat de aanwezige zuurstof snel verbruikt is;
- verzurende fase waarin de gehydrolyseerde verbindingen door bacteriën omgezet worden in vetzuren. In deze fase daalt de zuurgraad (pH) tot circa 5. Het ontstane gas bestaat voornamelijk uit kooldioxide (CO_2);
- hydrolyse fase waarin grote organische moleculen worden omgezet in kleine oplosbare moleculen. Deze fase is sterk bepalend voor de snelheid waarmee de methanogene fase worden bereikt;

- methanogene fase waarin de gevormde vetzuren afgebroken worden, voornamelijk tot methaan (CH_4) en kooldioxide. De methanogene fase kan soms al na enkele maanden bereikt worden; het kan soms ook enkele jaren duren voordat deze fase wordt bereikt.

Een stort is zeer heterogeen. De beschreven fasen kunnen daarom in de stortplaats tegelijkertijd optreden.

Stortgasproduktie

De produktie van stortgas is een dynamisch proces. Door veranderingen in de opbouw van de stort, de samenstelling en de leeftijd van het afval zal zowel de hoeveelheid als de samenstelling van het stortgas niet in de tijd constant zijn. Met het tijdstip van het ontstaan van het stortgas en de afname van de gasproduktie moet rekening worden gehouden tijdens de exploitatie van de stortgasonttrekking. Zo zal een groot deel van het stortgas ontstaan voordat een bovenafdichting aanwezig is op de stort. Het verloop van de stortgasproduktie is weergegeven in de figuur 6.7



Figuur 6.7: Verloop van de stortgasproduktie in de tijd

Onderstaande tabel 6.14 geeft een indicatie van de stortgassamenstelling voor afvalstortplaatsen voor met name huishoudelijk afval. Uitzonderingen op deze samenstelling zijn mogelijk:

- door meer luchtaanzuiging zal het CH₄- en CO₂-gehalte dalen en het N₂- en O₂-gehalte stijgen. Bovendien neemt de CO₂/CH₄-verhouding toe vanwege oxidatie;
- bij stortplaatsen waar veel gips is gestort kan het H₂S-gehalte aanmerkelijk hoger zijn (> 1.000 ppm);
- bij vers afval (kort na storten) kan het gehalte aan halogeen koolwaterstoffen erg hoog zijn (tot 400 mg C/m³). Deze concentratie neemt echter snel af.

Tabel 6.14: Samenstelling van onttrokken stortgas (TNO, 1991)

COMPONENT	CONCENTRATIE
CH ₄	56...65 vol %
CO ₂	31...41 vol %
N ₂	max. 6 vol %
O ₂	max. 0,3 vol %
H ₂ S	max. 40 mg/m ³
RSH	max. 10 mg/m ³
Aromaten	100 ppm v
Alifaten	50 ppm v
Gehalogeneerde koolwaterstoffen	40 ppm v
NH ₃	10 mg/m ³
Water	Verzadigd

Factoren die voor de stortgasvorming van belang zijn:

- de aard en aanwezigheid van organische stof: voor stortgasvorming is de aanwezigheid van organische stof een absolute voorwaarde. Wanneer er organische stof aanwezig is, is de vorming van stortgas haast onvermijdelijk. De aard van de organische stof bepaalt mede de snelheid van omzetting;
- de condities in de stort voor bacteriën: bacteriën zijn onmisbaar voor de methaanvorming. Factoren die van invloed zijn op de bacteriële groeimogelijkheden zijn het watergehalte, de zuurgraad, de temperatuur, de voedingsomstandigheden en de redoxpotential (= de mate van anaërobie). De zuurgraad en de redoxpotential zijn factoren die van belang zijn voor de groeimogelijkheden van de methaanvormende bacteriën. Voor het gistingsproces in het stortlichaam is een vochtig milieu en een relatief hoge temperatuur gunstig;
- de heterogeniteit van de stort: een slechte waterdoorstroming door verschillen in doorlatendheid van de stort kan om twee redenen tot

gevolg hebben dat de anaërobe vergisting niet of zeer langzaam op gang komt:

- de hydrolyse verloopt slecht;
- pH blijft laag omdat de zure produkten van de verzuringsfase niet worden afgevoerd.

De gasvorming in de stort kan daardoor van plek tot plek sterk verschillend zijn.

In de praktijk blijkt dat in een stort met een aanzienlijk aandeel organische stof, de gasvorming al na enkele maanden op gang komt.

Berekenen van de gasvorming

Een maat voor de gasproductie is de "specifieke gasproductiesnelheid". Dit is het aantal kilogrammen gas dat per jaar per ton afval wordt gevormd. De specifieke gasproductiesnelheid is kort na het bereiken van de methanogene fase het grootste en zal in de loop van de tijd afnemen (zie figuur 6.7).

Voor het bepalen van de gasproductie zijn meerdere mathematische modellen beschikbaar. De modellen zijn gebaseerd op de afbraaksnelheid van (categorieën van) organische stof en maken meestal gebruik van een eerste orde vergelijking, eventueel aangevuld met andere randvoorwaarden. Validatie van deze modelberekeningen heeft nog maar op beperkte schaal plaatsgevonden. Per geval moet een toegespitste berekening uitgevoerd worden door een deskundige.

Toekomstige ontwikkelingen

Er zijn verschillende ontwikkelingen gaande met betrekking tot afval waardoor het organisch stofgehalte van het te storten materiaal in de toekomst kan gaan veranderen.

Het beleid is er op gericht om afvalstromen in toenemende mate gescheiden in te zamelen en om afval in plaats van te storten, te verbranden (zie hoofdstuk 2 "Stortbeleid"). Dit heeft duidelijk consequenties voor het organisch stofgehalte van het te storten materiaal. Het gehalte organische stof in het gestorte materiaal zal lager worden en de vorming van biogas zal daarmee sterk teruglopen. Het is mogelijk dat dan andere gassen ontstaan. Dit moet per geval beoordeeld. De andere stortgassen die gaan ontstaan, niet zijnde biogas, worden steeds belangrijker. Of deze gassen nuttig toegepast kunnen worden hangt met name af van:

- aard van het gas, is het al dan niet brandbaar of toepasbaar;
- zuiverheid van het gas;
- financiële haalbaarheid.

Verwacht kan worden dat de totale hoeveelheid van het vrijkomende niet biogas gering zal zijn ten opzichte van de huidige biogasproductie.

Ook het vochtgehalte zal veranderen door afname van bijvoorbeeld het aandeel GFT, maar ook tengevolge van het aanbrengen van een dichte eindafwerking. Dit kan tot gevolg hebben dat de gasvormingssnelheid (stortgas zijnde biogas) afneemt als in het afvalpakket onvoldoende vocht aanwezig is.

6.5.3 Technische uitwerking

Consequenties van onder- en bovenafdichting

Het Stortbesluit bodembescherming schrijft een boven- en een onderafdichting voor. Deze afdichtingen kunnen als gasdicht worden beschouwd zodat, indien stortgasvorming verwacht wordt, een gasdrainagesysteem zorg moet dragen voor de afvoer van stortgas.

Het onttrekkingssysteem moet dan zodanig zijn gedimensioneerd dat, ter voorkoming van gasophoping, alle gas uit de stort wordt onttrokken.

Onttrekkingssystemen

Het opvangen van het stortgas kan bereikt worden door het aanleggen van een verschildruk (onderdruk) in het gasonttrekkingssysteem. Het gas verplaatst zich onder invloed van dit drukverschil en wordt via het onttrekkingssysteem uit de stort verwijderd. Wanneer een dichte eindafwerking is aangebracht kan een lichte overdruk in de stort ontstaan. Dit zal eveneens leiden tot afvoer van het gas via het onttrekkingssysteem.

Voor het onttrekken van stortgas kunnen grofweg drie systemen worden onderscheiden:

- horizontale gasonttrekking:
 - hierbij zijn horizontale gasonttrekkingsdrains in de stort aangebracht;
 - op het afval maar onder de bovenafdichting is een gasdrainerende laag aangebracht (zie richtlijn dichte eindafwerking);
 In figuur 6.8 is een overzicht gegeven van varianten op het systeem,
- verticale gasonttrekking: hiervoor zijn op regelmatige afstanden verticale onttrekkingsschachten aangebracht.
 - In figuur 6.9 is een overzicht gegeven van de aanleg van het systeem;
- combinatie van beide systemen.
 - In figuur 6.10 is voorbeeld gegeven van een gecombineerd systeem. Als variant op het toepassen van horizontale drains, kunnen gasgangen (gangen gevuld met zeer grof materiaal zoals pallets) worden toegepast.

Gasonttrekking in de exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase ontstaat al gas. De voordelen en aandachtspunten van de verschillende onttrekkingssystemen voor deze fase zijn in tabel 6.15 samengevat.

Een kenmerk van de exploitatiefase is het ontbreken van de bovenafdichting. Gas kan in deze fase diffuus uitreden. Om dit te voorkomen moeten voldoende verticale gasschachten danwel horizontale drains zijn geplaatst. Onttrekking met een te grote onderdruk kan evenwel resulteren in aanzuiging van buitenlucht. Lucht zal het methanogene proces tot stilstand brengen. Als vuistregel kan worden aangehouden dat in de exploitatiefase verticale onttrekkingsschachten maximaal circa 70 meter van elkaar geplaatst mogen worden.

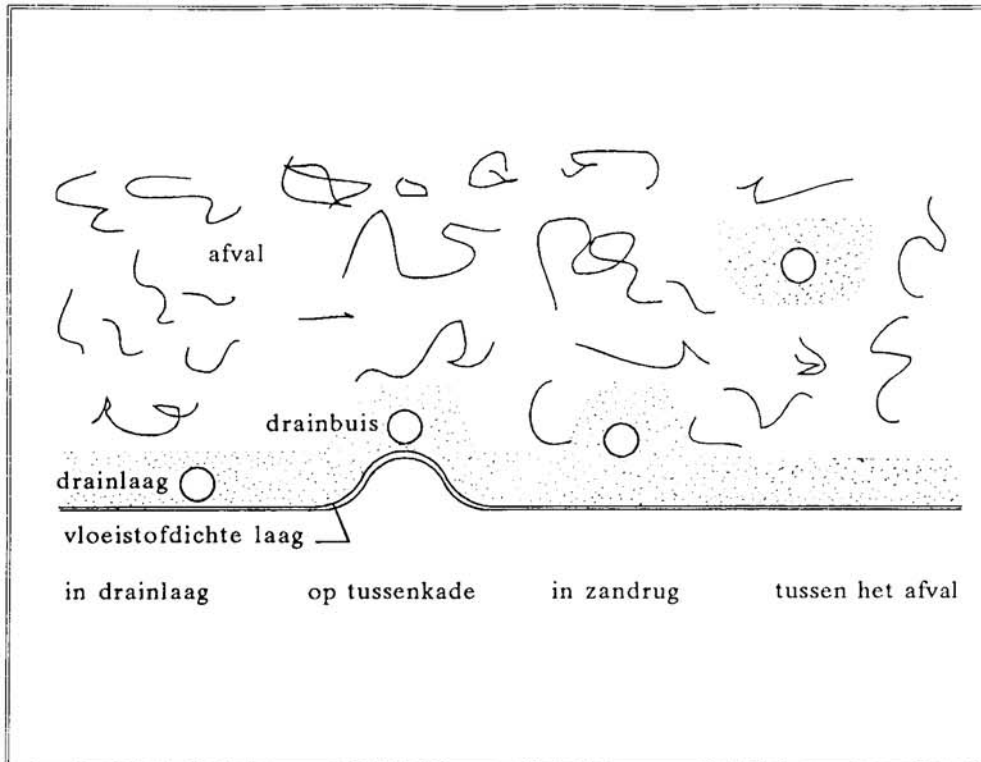
Tabel 6.15: Voordelen en aandachtspunten van gasonttrekkingssystemen

SYSTEEM	VOORDEEL	AANDACHTSPUNTEN
<u>Horizontale gasonttrekking</u> ALGEMEEN	<ul style="list-style-type: none"> - snel onttrekken van gas mogelijk - beperken ongecontroleerde gasemissie 	<ul style="list-style-type: none"> - beschadigingen - luchtaanzuiging (1) - achteraf uitbreiden van systeem is moeilijk - gasonttrekking kan worden gehinderd door horizontale gelaagdheid van de stort
SYSTEEMVARIANTEN		
- onttrekkingssysteem in de drainagelaag	<ul style="list-style-type: none"> - laag risico op beschadiging i.v.m. ligging in zandbed - geen belemmering bij het storten 	<ul style="list-style-type: none"> - het <u>in</u> het percolaat liggen van het systeem - het aanzuigen van percolaat via gasonttrekkingssysteem (2)
- onttrekkingssysteem op zand- of grindruggen	<ul style="list-style-type: none"> - beperkte belemmering bij het storten 	<ul style="list-style-type: none"> - beschadiging tijdens storten
- onttrekkingssysteem op tussenkaden	<ul style="list-style-type: none"> - beperkte belemmering bij het storten 	<ul style="list-style-type: none"> - luchtaanzuiging (1) - aantal drains is beperkt tot het aantal tussenkaden
- gasdrainagelaag onder bovenafdichting (4)	<ul style="list-style-type: none"> - geen belemmering bij het storten 	<ul style="list-style-type: none"> - wordt pas na het volstorten van een stortvak aangelegd, gas kan voor die tijd uit treden
- gasgangen	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudig aan te leggen, kans op beschadiging gering 	<ul style="list-style-type: none"> - effectiviteit op lange termijn - bij achteraf aanleggen is vergraven van afval noodzakelijk - doorvoeringen naar keuze door bovenafdichting of door taludafdichting - ontstaan van voorkeursbanen voor water in de stort
<u>Verticale gasonttrekking</u> ALGEMEEN	<ul style="list-style-type: none"> - risico op volledig falen van de onttrekking klein - achteraf uitbreiden systeem goed mogelijk - gasonttrekking wordt niet gehinderd door horizontale gelaagdheid van een stort 	<ul style="list-style-type: none"> - onttrekken pas na volstorten stortvak goed mogelijk - systeem moet zijdelingse en verticale bewegingen in de stort kunnen volgen

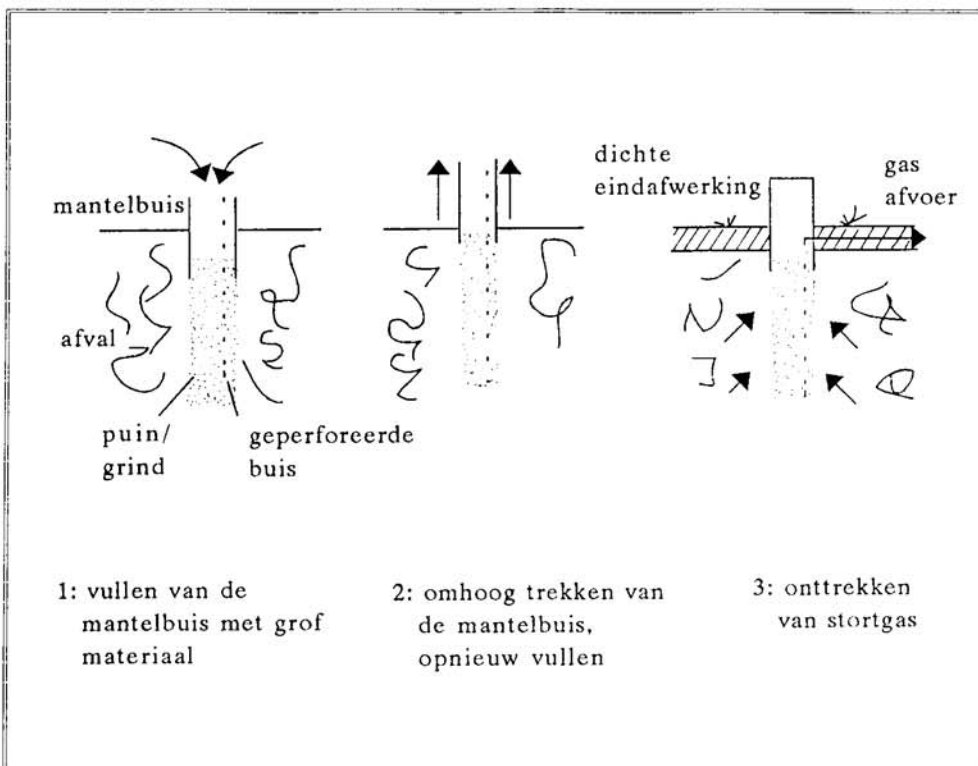
SYSTEEM	VOORDEEL	AANDACHTSPUNTEN
- aanleggen tijdens storten (zie figuur 6.9)	- werk is eenvoudig uit te voeren - gasophoping wordt voorkomen	- schacht is belemmering tijdens storten (manoeuvreren, verdichten) - gas kan via schachten uittreden (3)
- na het storten, vóór het afwerken (boren van schachten)	- tijdens storten geen belemmeringen - risico van gasophoping	- (geringe) beperking van ongecontroleerde gasmissie - boren kan bij grover afval problematisch zijn
<u>Gecombineerd systeem</u> ALGEMEEN	- systeem combineert voordelen van horizontale en verticale onttrekking	- goede afstemming van systemen vroegtijdig noodzakelijk - doorvoeringen naar keuze door bovenafdichting of door taludafdichting

- (1): Dit is te beperken door aan de randen van het stortdeel dichte buizen in plaats van drains te plaatsen.
Als minimumlengte kan hiervoor 25 meter worden aangehouden.
- (2): Dit is sterk afhankelijk van de diepteligging van de gasdrain, de zuigdruk en de mate waarin het percolaat wordt afgevoerd.
- (3): Het is mogelijk om met noodvoorzieningen de schachten tijdens de exploitatiefase te onttrekken. Dit wordt in de praktijk niet toegepast.
- (4): Een dergelijke laag is voorgeschreven in de richtlijn "Dichte eindafwerking"

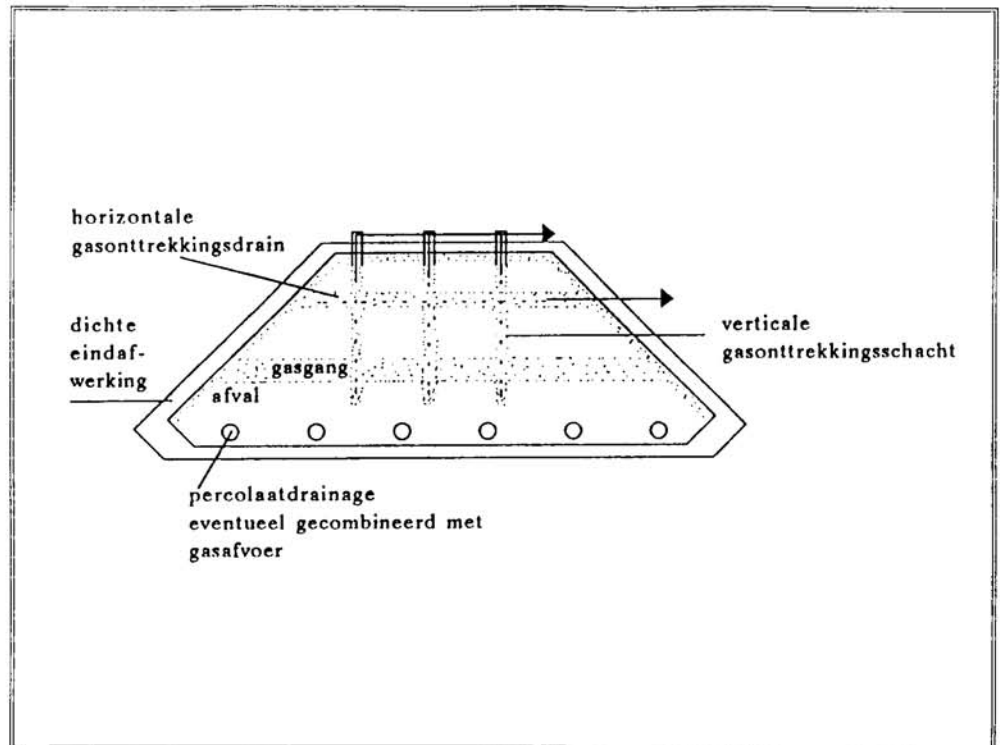
Om een voldoende grote drukval te creëren tussen het afval en onttrekkingsysteem moeten de drains (zowel verticaal als horizontaal) worden omstort met grof goed gasdoorlatend materiaal zoals bijvoorbeeld gebroken puin of grind. Bij verticale bronnen is het omstorten van de filterbuis tevens noodzakelijk omdat de schacht vaak veel groter is dan de buis. Bij horizontale buizen dient inbedding in een steunlaag voor afvoer van de verticale belasting.



Figuur 6.8: Overzicht van horizontale onttrekkingsystemen



Figuur 6.9: Opbouwen van een verticaal onttrekkingsstelsel



Figuur 6.10: Gecombineerd systeem voor stortgasonttrekking

Afwerk- en nazorgfase

In deze fase zal de bovenafdichting worden aangebracht. De afdichting kan als gasdicht worden beschouwd. Het diffuus uittreden van gas wordt hierdoor uitgesloten.

Als er in de afwerkfase een verticaal onttrekkingssysteem wordt aangelegd kan in principe de onderlinge afstand tussen de schachten groter zijn. De kans op luchtaanzuiging is zeer gering. Omdat gas zich door drukverschillen verplaatst, zal het gas uiteindelijk in het onttrekkingsgebied van een schacht terecht komen.

Theoretisch kan dan met één schacht worden volstaan. In de praktijk moet dit worden afgeraden omdat dit een te groot risico inhoudt in verband met het mogelijk falen. Er zal per geval een plan opgesteld moeten worden.

Materialen en bijzondere constructies

Het onttrekkingssysteem moet uitgevoerd zijn van een corrosiebestendig materiaal, zoals HDPE. Tevens moet het leidingstelsel een voldoende wanddikte hebben om spanningen door verzakkingen op te vangen. Verbindingen moeten trekvast worden uitgevoerd met behulp van lasverbindingen of flenzen. Flenzen zijn met name geschikt voor plaatsen waar mogelijk vervanging op termijn noodzakelijk is. Te denken valt hierbij aan de aansluiting van de afvoerbuïs op de verticale onttrekkingschacht.

Om te voorkomen dat stortgas ongewenst door andere afvoerleidingen (bijvoorbeeld percolaatdrainages) afgevoerd wordt dienen deze voorzien te

zijn van watersloten, sifons of afsluiters ter plaatse van het laagste punt in de afvoerleiding.

Tijdens de onttrekking en transport van stortgas ontstaat condensaat. Dit condensaat is, evenals percolaat, verontreinigd. Als de stortplaats is voorzien van een onderafdichting mag het condensaat in de stort worden teruggevoerd. In het andere geval moet het condensaat worden opgevangen en, bijvoorbeeld samen met percolaat, worden afgevoerd. Om uit te sluiten dat het condensaat zich ophoopt in de gasleidingen en daarmee de gasafvoer belemmerd, moeten de leidingen onder permanent afschot (ook na zetting en klink) worden aangelegd en moeten afscheiders in het systeem worden aangebracht.

Doorvoerconstructies door de bovenafdichting zijn gedetailleerd beschreven in het "Handboek voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen".

5.4 Emissie van broeikasgassen uit stortplaatsen

Mondiaal wordt na kooldioxide, methaan als belangrijkste "broeikasgas" gezien. Via modelberekeningen blijkt dat circa 18 % van het broeikaseffect aan methaan dient te worden toegeschreven. Van de belangrijkste "broeikasgassen" is methaan het enige gas waarvan de stabilisatie van de concentratie in de hogere luchtlagen, al bereikt kan worden met relatief eenvoudige maatregelen.

In Nederland worden de belangrijkste methaanemissies veroorzaakt door veeveelt, aardgaswinning en -distributie en stortplaatsen.

De methaan-emissie uit stortplaatsen, gebaseerd op modelberekeningen kwam voor 1990 uit op 255 kton/j (= 354 Mm³/j bij een dichtheid van 0.72 kg/m³, (TNO, 1991).

TNO (1991) heeft via metingen emissies van broeikasgassen uit enkele stortplaatsen gekwantificeerd. Op basis hiervan is via extrapolatie de totale stortgasemissie in Nederland afgeleid. Via deze werkwijze is voor 1991 vastgesteld dat in Nederland uit stortplaatsen vrijkomt:

- methaan : 500 ± 50% kton/jaar
- kooldioxide : 1400 ± 50% kton/jaar

TNO (1991) stelt dat preventie van stortgasemissies:

1. op korte termijn het best gerealiseerd kan worden door het versneld opstarten van stortgaswinningsprojecten;
2. op langere termijn gebaseerd moet zijn op gescheiden inzameling en separate verwerking van de verschillende fracties.

Ad. 1: Stortgaswinningsprojecten kunnen op twee manieren een bijdrage vormen aan de beperking van het broeikaseffect:

- De eerste bijdrage wordt gevormd doordat de methaanemissie beperkt wordt, omdat het stortgas verbrand wordt (methaan wordt omgezet in kooldioxide). De bijdrage aan het broeikaseffect van een molecuul

methaan is twintig keer groter dan de bijdrage van een molecuul kooldioxide. Door het stortgas te verbranden, waarbij per molecuul methaan één molecuul kooldioxide ontstaat, wordt het broeikas-effect door het vrijkomen van het stortgas aanzienlijk gereduceerd.

- De tweede bijdrage wordt bereikt wanneer de bij de verbranding vrijkomende energie wordt benut. Dan wordt er een hoeveelheid fossiele brandstof bespaard.

Ad. 2: Door gescheiden inzameling van met name papier en GFT zal de totale potentiële hoeveelheid stortgas minder groot zijn dan zonder gescheiden inzameling het geval is.

TNO (1991) concludeert op basis van de onderzoeksresultaten dat:

- er sprake is van een verdubbeling van de methaanemissie uit vuilstorten ten opzichte van de tot dan toe gehanteerde gegevens;
- dat de halfwaardetijd van afval bepaald is op 7 jaar.

Opgemerkt moet worden dat de meetresultaten met enige omzichtigheid moeten worden gehanteerd vanwege de grote marge van 50%.

6.6 Algemene voorzieningen

6.6.1 Opzet van de paragraaf

Omschrijving van algemene voorzieningen

Stortplaatsen worden ontworpen om één of meerdere categorieën afvalstoffen te storten. Om de bedrijfsvoering optimaal te kunnen uitvoeren zijn voorzieningen noodzakelijk. Sommige voorzieningen worden niet alleen gedurende de exploitatiefase gebruikt, maar ook in de afwerk- en nazorgfase.

Als algemene voorzieningen worden in de Leidraad Storten de voorzieningen bedoeld die reeds in de aanlegfase gerealiseerd moeten worden en die voor de bedrijfsvoering noodzakelijk zijn en niet direct deel uitmaken van het stortgedeelte (zoals bijvoorbeeld onderafdichting en percolaatopvangsysteem). Deze voorzieningen worden in dit document beschreven. Voorzieningen die in de afwerk- en nazorgfase gerealiseerd worden, zullen in de betreffende hoofdstukken worden behandeld.

Te onderscheiden groepen voorzieningen

De in de vorige paragraaf gedefiniëerde voorzieningen kunnen in een aantal hoofdgroepen worden onderverdeeld (naar Heidemij 1992-4):

- controle en registratie;
- verwerking van deelstromen;
- ontsluiting;
- verkeer;
- gebouwen;
- overige voorzieningen.

Per hoofdgroep zullen de ontwerpeisen en aandachtspunten worden behandeld.

6.6.2 Technische uitwerking

Controle en registratie

Registratie-post: in de registratiepost vindt de registratie van het aangeboden afval plaats (zie ook paragraaf 7.2 van de Leidraad Storten). Dit is het punt op de stortplaats waar de administratieve afhandeling plaats vindt. De post zal aan een aantal voorwaarden moeten voldoen.

Ten eerste de situering op het terrein: vanuit de registratiepost moet men een goed zicht hebben op het binnenkomende en uitgaande verkeer. De weegbrug dient bij de registratie-post te zijn geplaatst.

De post dient zodanig te zijn ingericht dat een snelle afhandeling wordt gerealiseerd. Hiertoe zijn korte afstanden tussen vrachtauto's en registratiepost een middel. Eventueel kan een zodanige opstelling worden gemaakt dat chauffeurs voor de normale afhandeling de vrachtauto niet hoeft te verlaten, bijvoorbeeld door een printer voor stortbonnen op cabinehoogte te plaatsen.

Ten tweede dient de registratie-post te beschikken over communicatiemiddelen zoals telefoon en mobilfoon. Ook een telefax kan zijn diensten bewijzen.

Voor de grootte moet worden uitgegaan van een personeelsbezetting van tenminste 2 personen (1 persoon registratie per geplaatste weegbrug en 1 persoon algemene controle). Naarmate het afvalaanbod groter is, zal de bezetting ook toe nemen.

Weegbrug: een weegbrug is voor een stortplaats onontbeerlijk voor een goede registratie van de aangevoerde afvalhoeveelheden. Als het afvalaanbod groot is, kan een tweede weegbrug worden overwogen. Het aangeven van een getalsmatig criterium boven welk aanbod een extra weegbrug noodzakelijk is, is moeilijk. Dit hangt af van factoren zoals type aanvoer (grote of kleine vrachtauto's, veel kleine particuliere storters, hoeveelheid uitgaand verkeer dat gewogen moet worden). Indien er weinig uitgaand verkeer is dat gewogen moet worden, kunnen grote hoeveelheden afval (tot 400.000 ton/jaar) met één weegbrug efficiënt worden afgehandeld. Voor de grootte van de weegbrug kan worden uitgegaan van minimaal 18 x 3 meter. De weegbrug kan desgewenst worden overkapt.

De weegbrug wordt aangesloten op registratieapparatuur en -programma-tuur die in de registratiepost zijn geplaatst.

Om een goede meting te waarborgen dient de weegbrug goed gefundeerd te zijn. Hiervoor moeten de voorschriften van de leverancier worden gevolgd. Sonderen vooraf kan noodzakelijk zijn.

Inspectievloer: de inspectievloer dient om (verdacht) afval (steekproefgewijs) te kunnen inspecteren en is daarom een onmisbaar onderdeel van de controle en registratie. Het is vereist dat het afval uitgespreid kan worden zonder dat belasting van de omgeving optreedt. Na inspectie moet het afval weer eenvoudig afgevoerd kunnen worden.

De grootte moet afgestemd worden op het afvalaanbod. Als vuistregel kan worden gehanteerd dat er ruimte moet zijn voor tenminste drie vrachten afval. De minimumafmetingen zijn in dat geval 10 x 20 meter. De inspectievloer kan eventueel deel uitmaken van het stortbordes.

Voorzieningen moeten aanwezig zijn die het verwaaien van afval voorkomen (netten, keermuren). Tevens is een overkapping gewenst. Hiermee voorkomt men dat afval nat wordt door neerslag en wordt het verwaaien van afval enigszins beperkt.

Om milieubelasting van de ondergrond uit te sluiten moet de inspectievloer voorzien zijn van een vloeistofdichte en oliebestendige vloer. Materialen die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn beton of asfaltbeton, aangevuld met controlevoorzieningen (controledrainage en folie). Het water dat op de vloer kan staan moet, na afscheiding van drijvend materiaal, worden afgevoerd als zijnde percolaat.

Stortbordes: voor een stortbordes zijn meerdere uitvoeringsvarianten mogelijk. Het moderne stortbordes wordt meestal uitgevoerd als een verhoogde rijvloer, aan twee of drie zijden omringd door een verdiepte gootconstructie. Daaromheen loopt een verharding voor een kraan en een rijbaan voor terreinvrachtauto's. Het geheel wordt in beton vloeistofdicht uitgevoerd en dient van een ruime overkapping te worden voorzien. Aan

drie zijden moeten wanden zijn aangebracht. In figuur 6.11 is een principeschets van een stortbordes weergegeven.

Het afval wordt door de aanbieders in de stortgoot gedeponeed en met een kraan met poliepgrijper overgeladen in terreinwagens. Voor nader te controleren afvalstoffen kunnen mogelijkheden worden aangelegd voor overslag in containers of voor tijdelijke opslag op een uitlegruimte. In dat geval kan de inspectievloer vervallen.

Stoffen die voor overslag in aanmerking komen zijn huishoudelijk afval, grof huisvuil, KWD-afval, reinigingsdienstenaafval (gedeeltelijk), residuen van BSA en industrieel afval. Stoffen die niet voor overslag in aanmerking komen zijn afvalstoffen zoals slibben, kolkenzuigervuil, putmodder en vervuilde grond. Als controle van de afvalstoffen gewenst is, zal overslag hiervan toch noodzakelijk zijn.

Het ruimtebeslag voor het stortbordes is circa 5.000 m². Het stortbordes dient zodanig gesitueerd te worden dat het makkelijk bereikbaar is voor afvalaanbieders en voor de terreinwagens die het afval afvoeren. De rand van het voorzieningenterrein is derhalve een geschikte locatie.

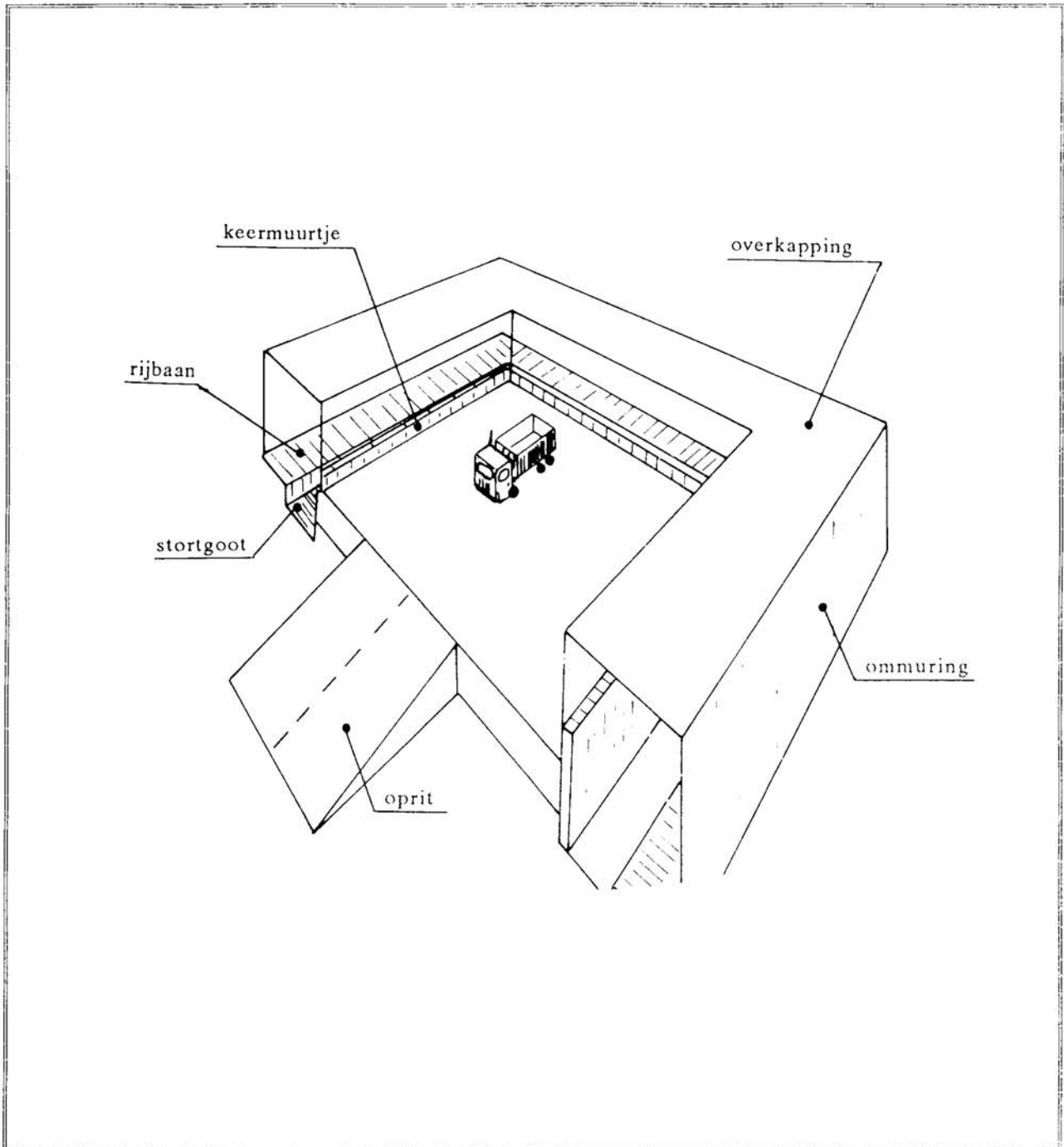
Voor de overweging of een stortbordes aangelegd moet worden kan onderstaande beslistabel gebruik worden.

Tabel 6.16: Beslistabel voor aanleg van een stortbordes (naar Heidemij 1992-4)

WEL AANLEGGEN	NIET AANLEGGEN
<ul style="list-style-type: none"> - Minder verkeersbewegingen op het stortfront, beter overzicht - Betere controlemogelijkheden voordat gestort wordt - Snelle afhandeling stortverkeer - Minder geluidbronnen op stortfront - Eventueel kan een plaats voor kleine particuliere storters vervallen 	<ul style="list-style-type: none"> - Meer verkeersbewegingen op voorzieningenterrein - Hogere storttarieven door kosten voor aanleg en exploitatie van stortbordes - Extra overslag zorgt voor extra geuremissie en geluid - Concentratie van verkeer kan leiden tot minder veilige situaties
CHECKLIST VOOR AANLEGGEN VAN EEN STORTBORDES	
<ul style="list-style-type: none"> - (Toekomstig) afvalaanbod - Wijze van aanvoer - Samenstelling van afval - Controlemogelijkheden 	<ul style="list-style-type: none"> - Combinatie KCA-depot en particuliere aanlevering - Situering stortbordes - Inpasbaarheid in omgeving - Combinatie met (intergemeentelijk) overslagstation

WEL AANLEGGEN	NIET AANLEGGEN
<ul style="list-style-type: none"> - Benodigde ruimte - Exploitatieduur stort - Uitlegruimte 	<ul style="list-style-type: none"> - Containerruimte

Figuur 6.11: Principe-schets van een stortbordes



Verwerking van deelstromen

In toenemende mate vinden behalve het storten van afval, ook activiteiten plaats zoals voorbereiding, tijdelijke opslag, controle en overslag van afvalstoffen op de stortplaats. De stortplaats krijgt daarmee een belangrijke logistieke rol in de afvalverwerking en -bewerking.

Per deelstroom worden kort de zaken weergegeven die voor het ontwerpen van de stortplaats of het voorzieningenterrein van belang kunnen zijn.

Klein chemisch afval (KCA): voor de opslag van KCA moet een speciaal depot worden ingericht. Het depot dient aan de hand van de CPR 15-1 resp. CPR 15-2 te worden ontworpen (Comm. prev. rampen 1990, 1991). De aan- en afvoer van KCA moet passen in de gehele infrastructuur van de stortplaats en mag niet gehinderd worden door het overige verkeer. Situering buiten de hoofdverkeersstroom heeft de voorkeur. In geval van calamiteit (brand, explosie) moet het depot toch goed bereikbaar zijn. Het ruimtebeslag voor een middelgroot depot met opslagruimte bedraagt circa 1.500 m²

Bouw- en sloopafval (BSA): het BSA wordt gebroken ten behoeve van hergebruik. Ter verhoging van de kwaliteit van het gebroken produkt kan een voorsortering met een sorteerinstallatie worden uitgevoerd. Voor met name de puinbreker kunnen nog voorzieningen noodzakelijk zijn om geluid- en stofhinder te beperken. Aangezien de activiteit als zodanig weinig met de stortplaats van doen heeft, kan dit op een afzonderlijk, afgesloten terrein plaats vinden. De locatie dient zodanig gekozen te worden dat het verkeer met bestemming het BSA-terrein na de controle en registratie, zoveel mogelijk wordt gescheiden van het overige verkeer.

Groente-, fruit- en tuinafval (GFT): het aangevoerde GFT kan op meerdere manieren op de stortplaats worden be- of verwerkt.

- **Overslag**: de stortplaats kan dienen als overslagpunt voor GFT-afval. Er dient dan voorzien te worden in een overslagstation, eventueel om het GFT in andere vervoermiddelen (trein, schip) over te laden.
- **Vergisting**: door middel van vergisting van GFT kan methaangas worden gewonnen. De procesgang vindt plaats in gesloten ruimten. De installatie kan los van de stortplaats functioneren. Situering buiten de stortplaats, op een eigen afgesloten terrein, is daarom een goede mogelijkheid. Er kan worden overwogen om ook de acceptatie en registratie van afval geheel los van de rest van de stort uit te voeren.
- **Compostering**: evenals voor vergisting is voor compostering ruimte nodig voor het aanvoeren, bewerken en opslaan van GFT en compost noodzakelijk. Het proces bestaat in principe uit een voorcompostering in gesloten gebouwen omdat in deze fase de grootste geurbelasting ontstaat. Vervolgens een nacompostering op hopen (Ministerie VROM, 1991-3). Evenals voor de vergisting geldt dat de compostering los van de stortplaats kan functioneren en dus ook los hiervan kan worden gesitueerd.

Overige deelstromen en milieustraat: voor de inzameling van gesorteerd aangeleverde materialen kan een milieustraat worden aangelegd. De

containers staan dan overzichtelijk gerangschikt en de aanbieder kan de verschillende materialen dan in de desbetreffende container deponeren (Haskoning/Heidemij, 1992). Als voorbeeld kunnen de volgende zaken worden uitgesorteerd: puin, sloophout, KCA, olie, snoeiafval, papier, textiel, grond, bruin- en witgoed, metalen, autobanden, glas, bruikbare goederen en overig afval.

De milieustraat moet goed toegankelijk zijn voor personenauto's met aanhanger. Dit verkeer moet niet gehinderd worden door vrachtverkeer. Voor de afvoer van containers moet voldoende ruimte zijn gereserveerd. Situering buiten de hoofdverkeersstroom is noodzaak. Als de containers vloeistofdicht zijn, is een vloeistofdichte bestrating van de milieustraat niet noodzakelijk.

De oppervlakte van de milieustraat hangt sterk af van het aantal gescheiden te verwerken afvalstoffen.

Kleine particuliere storters: als een milieustraat aanwezig is zullen de kleine particuliere storters hiervan gebruik moeten maken. Bij het ontbreken van een milieustraat moeten andere voorzieningen aangebracht worden teneinde te voorkomen dat kleine particuliere storters op het stortfront komen. Bij aanwezigheid van een stortbordes kan een deel voor de kleine particulieren worden gereserveerd. Ontbreekt een dergelijk bordes dan kan een stortperron uitkomst bieden. Een stortperron wordt uitgevoerd in beton en is vloeistofdicht. Per perron is circa 600 m² noodzakelijk.

Ontsluiting

Onder ontsluitingsvoorzieningen voor een stortplaats wordt verstaan de rijroute voor aan- en afrijdende (vracht)voertuigen vanaf de openbare weg tot en met de "algemene voorzieningen". De aansluitende rijroute naar de diverse stortvakken wordt als "stortroute" aangeduid.

Aangezien het in het algemeen wenselijk is de weegbrug direct achter de hoofdpoot (hoofdingang) van het afverwerkingsterrein te situeren (beheersen entree) zal de weegbrug met de poort als scheiding fungeren tussen het externe en het interne deel van de ontsluiting.

Aan het externe deel van de ontsluiting kunnen de volgende eisen worden gesteld (naar Heidemij, 1992-2):

- voldoende opstellengte voor wachtende vrachtwagens (100, bij voorkeur 150 meter);
- gewenste rijbreedte ter plaatse van opstelstrook minimaal 8 meter, overigens minimaal 6 meter, fundering afstemmen op zwaar verkeer;
- aansluiting aan openbare weg dient voldoende verwerkingssnelheid te bieden aan en specifiek afgestemd te zijn op verkeersbewegingen van vrachtverkeer. Eis hierbij is dat zowel voor snel - als langzaam verkeer voldoende veilige oplossingen worden gecreëerd;
- een oriëntatie-straatverlichting (ter plaatse van bochten, hoofdpoot e.d.) langs de externe ontsluitingsweg is wenselijk. Indien de externe ontsluitingsweg vanaf de openbare weg aan het zicht zou zijn onttrokken kan deze verlichting als eis gelden;
- berm: het is wenselijk in bochten en naast het weggedeelte breed 8 meter, een strook berm breed 0,5 meter aansluitend aan de rijverharding te verstevigen (grasbetonsteen, ongebonden of gebonden puinverharding)

teneinde spoorvorming in de berm en beschadiging van de kant van de verharding te voorkomen. Indien nutsbedrijven kabels en/of leidingen in de berm van de ontsluitingsweg hebben voorzien zal de bermbreedte daarop dienen te worden afgestemd;

- bermsloten: in het algemeen zal voor drooglegging van het weglichaam en afscheiding naar aanliggende percelen/eigendommen een bermstoot vereist zijn;
- bochtstralen: aanbevolen wordt ruime bochtstralen toe te passen ($R \geq 30$ m) voor bochten in de ontsluitingsweg. Bij aansluiting aan bestaande openbare wegen wordt aanbevolen de bochtstralen (in aansluitingen) weliswaar ruimer te kiezen dan de ontwerpnorm voor de betreffende weg aangeeft, doch niet al te ver daarvan af te wijken. Enerzijds geeft dit een vlot afhandelingstempo, doch anderzijds dient de rijsnelheid voldoende te worden afgeremd om onveilig gedrag te voorkomen.

Aansluiting aan weg in buitengebied: indien het nieuw aan te leggen deel van de externe ontsluitingsweg aansluit aan een weg in het buitengebied (agrarische ontsluiting) zal de rijbreedte daarvan in het algemeen kunnen variëren van 3 tot 5 meter. Deze breedte moet als ontoereikend worden aangemerkt. Daarnaast zal doorgaans de fundering (indien aanwezig) en de zwaarte van de verhardingsdikte in het verleden zijn gebaseerd op (agrarisch) verkeer in het buitengebied. Veelal zal daarom deze bestaande openbare weg dienen te worden verbreed tot minimaal 6 meter in combinatie met een verzwaring van de verharding.

Afhankelijk van de verkeersintensiteit op de bestaande openbare weg zal het wenselijk kunnen zijn een voorsorteerstrook voor linksafslaand verkeer te voorzien ter plaatse van de aansluiting.

Indien de bestaande openbare weg fungeert als ontsluiting voor met name fietsverkeer (bijv. schoolgaande kinderen) kan het aanleggen van een vrijliggend fietspad (één- of tweezijdig) als noodzakelijk worden beschouwd (zie figuur 6.12). De voorkeur zal uitgaan naar tweezijdig teneinde een optimaal veilige oplossing te krijgen.

Bij het vorenstaande is als uitgangspunt genomen dat het met het stortterrein samenhangende vrachtverkeer uit één richting de aansluiting met de externe ontsluiting nadert en ook in die richting weer vertrekt. De agrarische (hoofd-)ontsluitingsweg zal aansluiten op een provinciale weg, zodat alleen het verbindende gedeelte weg behoeft te worden verbreed. In het algemeen zal hiervan sprake zijn gezien het regionale/provinciale karakter van stortterreinen en het logischerwijze gebruik maken van de (bredere) provinciale wegen of wegen met een secundair of tertiair karakter (N-wegen). Indien op de agrarische ontsluitingsweg tweerichting-gebruik op zou kunnen treden kan aan de betrokken transportbedrijven de voorkeursroute worden aangegeven. Als wegbeheerder zal veelal de betrokken gemeente of mogelijk een Weg- of Waterschap bij het ontwerp betrokken dienen te worden.

Aansluiting aan Provinciale weg of Rijksweg (secundair/tertiair): zoals hiervoor aangegeven komt de vormgeving van een veilige ontsluiting aan een lokale ontsluitingsweg in principe overeen met een aansluiting aan een secundaire weg (Rijks) of Provinciale weg. Langs met name secundaire of tertiaire zogenaamde N-wegen is vaak een parallelweg aanwezig, met doorgaans tweerichting (-fiets)-verkeer. Kort samengevat gelden bij aansluiten de volgende aanwijzingen:

- in hoofdbaan een linksaf-voorsorteerstrook aanbrengen;
- langs de hoofdrijbaan bij voorkeur een rechtsafuitvoegstrook aanbrengen;
- tussen aanwezig (of aan te leggen) fietspad of de parallelweg en de hoofdbaan voldoende opstellengte voor een vrachtauto (min. 20 meter), waartoe het fietspad tot de parallelweg naar buiten zal moeten worden verlegd;
- in de aansluitende zijweg zonodig een middenscheiding in de vorm van een verkeersgeleider;
- bij voorkeur een voorrangregeling tussen (fiets)verkeer (op de parallelweg) en het (vracht-)verkeer op de aansluitende zijweg. Hierbij is het van belang aan de fietser geen schijnzekerheden te bieden: hoewel wellicht niet (fiets)verkeervriendelijk leidt het voorrang toekennen aan het kruisende vrachtverkeer vaak tot veiliger situaties;
- in overleg met de wegbeheerder voldoende lichtmasten, bochtgeleidingen, zichtbeplanting en wegmarkering aan te brengen.

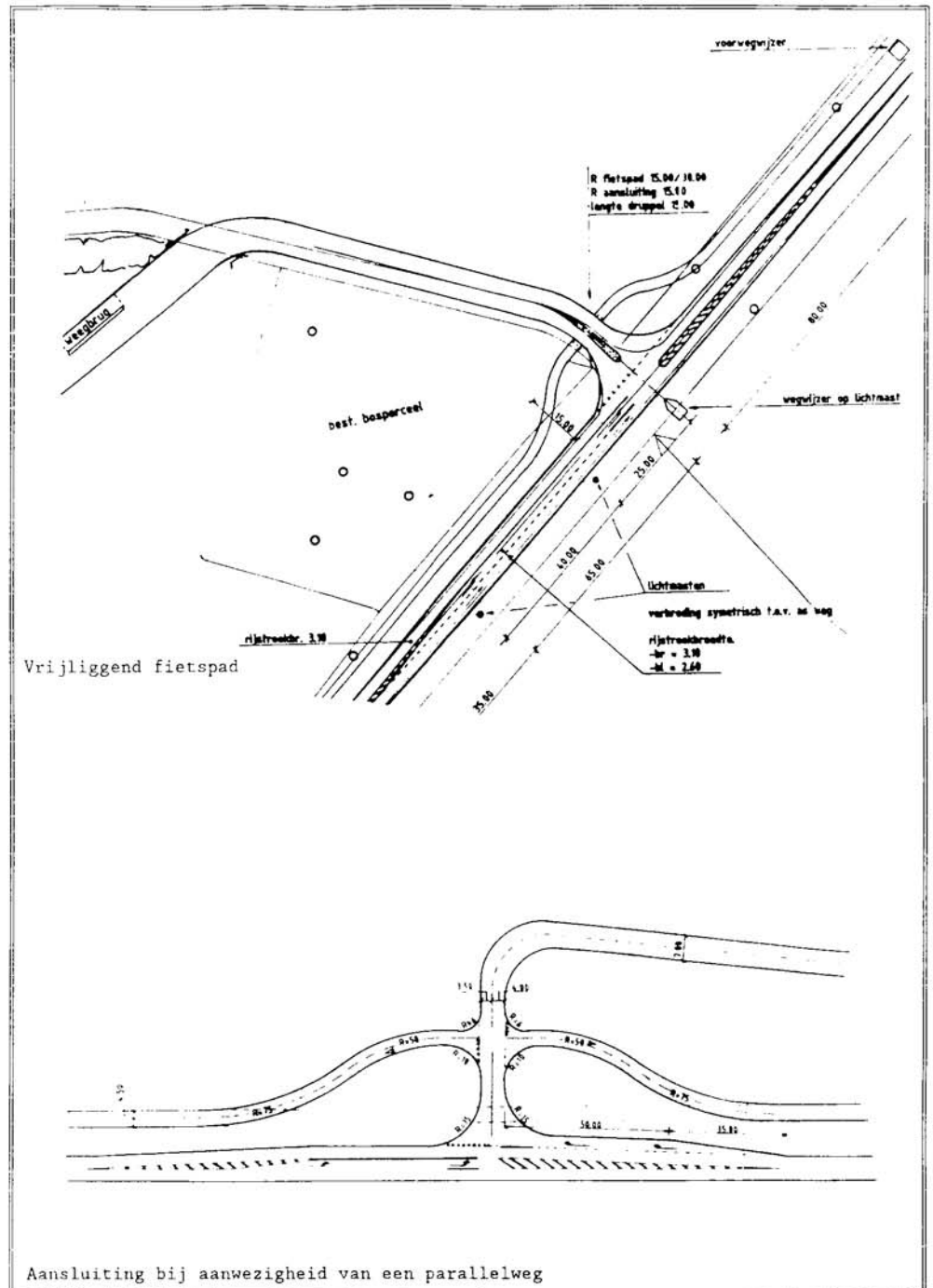
Interne ontsluiting: aandachtspunten voor het ontwerp van de interne ontsluiting zijn:

- voldoende toegankelijke weegbrug en voldoende wegbreedte naast de weegbrug (minimaal 6 meter);
- separeren van verkeersstromen naar specifieke delen van de algemene voorzieningen dient zo snel mogelijk na de weegbrug uitgevoerd te worden teneinde de route overzichtelijk te houden;
- rijbaanbreedte bij voorkeur minimaal 7 meter breed, met niet te krappe boogstralen;
- voldoende markering en borden.

Ontwerp en uitvoering conform normen voor de openbare weg heeft de voorkeur zodat het wegenverkeersreglement van toepassing kan zijn.

Voor de stortroute geldt eveneens een minimumbreedte van 7 meter. Als afval wordt overgeslagen in terreinvrachtwagens kan een grotere breedte (grotere breedte laadbakken) noodzakelijk zijn.

De stortroute zal ter plaatse van de stort hellend over het eerder aangebracht afval lopen. Over de weg afstromend (verontreinigd) water kan door middel van een rooster in de weg binnen het stortvak worden gehouden. Ter plaatse van de oprit over de eerste stortkade met daar het opgaande deel van de onderafdichting dienen dusdanige voorzieningen te zijn aangebracht dat deze opstaande rand van de onderafdichting niet kan verzakken of worden beschadigd.



Figuur 6.12: Voorbeelden van aansluiting

Verkeer

Opstelruimte per verkeersstroom: in geval van wachttijden moet er voor de betreffende verkeersstroom voldoende opstelruimte gecreëerd zijn. De benodigde ruimte moet geraamd worden aan de hand van het afvalaanbod.

Parkeerruimte: voor het personeel en voor andere betrokkenen (directie, toezichthouders, onderhoud) dient parkeerruimte aanwezig te zijn.

Wasinstallatie: indien de vrachtauto's het afval zelf naar het stortfront brengen is de kans groot dat vuil aan de banden blijft hangen. Verspreiding van dit vuil moet worden tegengegaan om milieuhygiënische redenen en uit het oogpunt van verkeersveiligheid. Het aanbrengen van een wasinstallatie of bandenspoelbak is noodzakelijk als vrachtauto's op het stortfront komen. Het water dat afkomstig is van de wasinstallatie kan verontreinigd zijn. Er moet derhalve worden voorzien in slib- en olie-/vetafscheider. Het overtollige water kan tezamen met percolaat worden behandeld, danwel via een vuilwatersysteem worden geloosd (in overleg met de waterkwaliteitsbeheerder). Kiepen alle vrachtauto's het vuil in een stortbordes dan kan worden afgezien van een wasinstallatie en kan eventueel met een bandenspoelbak worden volstaan.

Aan de poort dient erop toegezien te worden dat alleen schone vrachtauto's op het terrein komen. De voorzieningen moeten dusdanig worden gesitueerd dat men bij het verlaten van de stortgedeelte deze voorziening(en) moet passeren. Alleen schone auto's mogen het terrein weer verlaten.

Bij de bandenspoelbak moet erop worden gelet dat de spoelbak voldoende lengte heeft. De spoelbak dient voorzien te zijn van een slibopvang. De wasinstallatie heeft een ruimtebeslag van tenminste 200 m². Voor een bandenspoelbak zal de helft hiervan toereikend zijn.

Compactorpaden: de compactor zal verharde wegen kapot rijden. Aangezien de compactor buiten bedrijfstijden in een loods wordt gestald is het noodzakelijk om een pad naar deze loods aan te leggen. Dit pad kan van puin worden gemaakt. De breedte is afhankelijk van de breedte van de compactor. Als minimumbreedte moet 3 meter worden aangehouden.

Opstelruimte wisselcontainers: voor vrachtwagencombinaties die gebruik maken van wisselcontainers moet voldoende opstel- en manoeuvreerruimte aanwezig te zijn. De benodigde oppervlakte moet bepaald worden aan de hand van het (verwachte) aanbod. Als minimumoppervlakte van 3.500 m² worden aangehouden en als hoogte 3 à 4 meter. Voor de verharding kunnen de normale verhardingsmaterialen worden gebruikt.

Gebouwen

Een aantal bovengrondse voorzieningen zal in het kader van het bestemmingsplan worden aangemerkt als "gebouw" danwel "bebouwd oppervlak". Het inrichtingsplan moet zoveel mogelijk duidelijkheid verschaffen over aard en omvang van de gebouwen en constructies. Het bestemmingsplan en het inrichtingsplan dienen op elkaar afgestemd te zijn. De volgende voorzieningen kunnen tot de gebouwen gerekend worden:

Kantoor en vergaderruimte, personeelsvoorzieningen: voor de administratieve afhandeling, alsmede voor overleg is een kantooruimte met vergadervoorziening noodzakelijk. Dit gebouw kan desgewenst worden gecombineerd met de registratie-post.

Het gebouw kan verder worden aangevuld met een vergaderruimte, eventueel een ontvangstruimte (demonstratie, voorlichting), personeelsvoorzieningen (keukentje, kantine, toiletten, douches, opslag persoonlijke beschermingsmiddelen) zoals vereist volgens de Arbo-wet en

de voorschriften van de Arbeidsinspectie. De oppervlakte van het gebouw zal minimaal 200 m² bedragen.

Laboratorium en waterbemonsteringsruimte: voor de opslag van monsters en voor het uitvoeren van eenvoudige analyses kan een lab-ruimte worden ingericht. De lab-ruimte dient voorzien te zijn van een vloestofdichte vloer met voldoende bergende inhoud. De verdere inrichting kan worden afgestemd op de eisen voor laboratoria. Als minimumoppervlakte kan 15 m² worden gehanteerd. Het combineren met kantoor of machineloods is raadzaam.

Loods voor opslag en onderhoud materieel: het materieel dat voor aanleg en exploitatie van de stortplaats wordt gebruikt (compactor, shovel, kraan, klein rollend materieel) moet buiten de werkuren in een loods gestald kunnen worden. Het eerste lijns onderhoud van de machines kan eventueel op de stortplaats uitgevoerd worden. Daartoe moet de loods worden voorzien van een opslag met lekopvang van de te gebruiken materialen ((motor)olie, vetten, schoonmaakmiddelen, verfmiddelen etc.). Deze opslag dient conform de CPR 15-1 ingericht te worden. Voor eventueel uitgebreider onderhoud moeten voorzieningen zoals een smeerkuil worden aangebracht. De vloer van een dergelijke loods zal vloestofdicht (beton) moeten zijn. Ter bescherming van deze vloer tegen beschadiging door het materieel (met name compactor en rupsmaterieel) kunnen stalen platen (dikte tenminste 3 cm) worden aangebracht.

De loods voor het materieel zal een oppervlakte van tenminste 150 m² hebben en een hoogte van minimaal 7 meter. De grootte van de loods voor het materiaal is sterk afhankelijk van de hoeveelheid materiaal die moet worden opgeslagen.

Nutsvoorzieningen: voor de stortplaats dienen een aantal aansluitingen met nutsbedrijven gerealiseerd te worden. Hiervoor dient op het voorzieningenterrein ruimte gereserveerd te worden. Voor een laagspanningsruimte (trafo) en -verdeelinrichting is een oppervlakte van minimaal 12 m² benodigd. Andere entree-, meet- en regelinrichtingen zullen doorgaans niet leiden tot grote bovengrondse voorzieningen. Indien er op termijn uitbreiding van de bestaande voorzieningen kan komen (gasopwerking, percolaatzuivering, slibbehandeling, compostering etc.) dan dient dit bij de planning van de aan te leggen nutsvoorzieningen reeds beschouwd te worden.

Opslag brandstof: opslag van brandstof dient volgens CPR 9-1 (ondergronds) danwel CPR 9-2 (bovengronds) uitgevoerd te worden. De opslag zal een oppervlakte van minimaal 20 m² beslaan.

Bedrijfswoning: de noodzaak of wenselijkheid van een bedrijfswoning dient per geval beoordeeld te worden.

Overige voorzieningen

Beheerstroken: voor het beheer van leidingen en het doorspuiten hiervan is een strook van minimaal 5 meter breed noodzakelijk rondom het terreindeel waar het afval wordt gestort.

Groenzones: langs de teen en de beheerstrook zullen afhankelijk van de noodzaak van afschermende werking, groenzaken aangebracht moeten worden. Voor een goede visuele afscherming is een breedte van minimaal 10 meter nodig (Heidemij, 1992-3).

6.6.3 Plaatsing van voorzieningen

De beschreven voorzieningen kunnen soms los van de stortplaats functioneren, als een zelfstandige eenheid. Te denken valt hierbij aan de verwerking van BSA en GFT. In deze paragraaf wordt de plaatsing van het voorzieningenterrein van de stortplaats beschreven alsmede aandachtspunten voor de situering van voorzieningen ten opzichte van elkaar.

Plaatsing van het voorzieningenterrein

De plaatsing van het voorzieningenterrein dient met beleid te geschieden. Dit zal tot aan het einde van de exploitatie van de stortplaats gehandhaafd moeten blijven. Sommige voorzieningen die op het voorzieningenterrein worden geplaatst, zelfs nog langer.

Een eerste keuze die gemaakt moet worden is of het voorzieningenterrein binnen het (toekomstig) stortlichaam danwel buiten dit gedeelte aangelegd wordt. Onder het stortlichaam wordt verstaan het deel van de stortplaats waarbinnen het afval daadwerkelijk wordt/zal worden gestort: dus alle stortcompartimenten.

Bij een zeer beperkte ruimte zou overwogen kunnen worden om het voorzieningenterrein (gedeeltelijk) binnen het toekomstig stortlichaam aan te leggen. Dit heeft echter als consequentie dat de (voornaamste) voorzieningen al voordat de exploitatie is beëindigd moeten worden gesloopt teneinde plaats te maken voor de afvalverwerking. Dit levert in de eindfase van de stortplaats lastige situaties op.

Een keuze om het voorzieningenterrein binnen het stortlichaam te leggen zal dus voortkomen uit ruimtegebruik of uit historisch bepaalde situaties: het voorzieningenterrein lag al op deze plaats en de stort is hier omheen uitgebreid. Mocht het onvermijdelijk zijn dat het terrein hier moet worden gesitueerd dan dient in het ontwerp rekening gehouden te worden met de uiteindelijke sloop van het voorzieningenterrein. De sloop kan gefaseerd worden uitgevoerd, het ontwerp dient dit mogelijk te maken zodat de voorzieningen zo lang mogelijk gebruikt kunnen worden.

Plaatsing van het voorzieningenterrein buiten het stortlichaam heeft een sterke voorkeur. Het ruimtebeslag is dan weliswaar groter, doch van de voorzieningen kan tot aan het einde van de exploitatie gebruik worden gemaakt.

Plaatsing van de voorzieningen ten opzichte van elkaar

Om de voorzieningen op een handige wijze ten opzichte van elkaar te kunnen plaatsen kan van onderstaande tabel gebruik worden gemaakt.

Tabel 6.17: Plaatsing van voorzieningen ten opzichte van elkaar

VOORZIE- NING	PLAATSING	IN DE NABIJHEID VAN	REDEN VOOR PLAATSING	RUIJITE- BESLAG (m ² minimaal)
<u>Controle/ registratie</u>				
Registratie-post	Bij de poort	Weegbrug	Toezicht	-
Weegbrug	Bij registratie- poort	-	Toezicht	60
Inspectievloer	-	-	-	200
Stortbordes	Rand voor- zieningsterrein	-	Dicht bij stort	5.000
<u>Deelstromen</u>				
KCA-depot	Rand voor- zieningsterrein	Stortbordes	Korte transport- route	1.500
BSA-terrein	Rand stortplaats	-	Scheiden verkeer	-
GI-T-verwerking	Rand stortplaats	-	Scheiden verkeer	-
Milieustraat	Bij KCA-depot	-	Toezicht	-
Kleine particu- liere storters	-	-	Scheiden verkeer	600
<u>Ontsluiting</u>				
Intern	-	-	-	-
Extern	-	-	-	-
<u>Verkeer</u>				
Opstelruimte	Bij de poort	Registratiepost	Meest verkeer	-
Parkeerruimte	Kantoor	-	Plaats voor bezoekers	-
Wasinstallatie	Stortweg	Rand voor- zieningsterrein	Verkeer stortfront	200
Compactorpad	Stortfront- voorzieningen- terrein	-	Route compactor	-
Opst. wissel- containers	-	-	Scheiden verkeer	3.500
<u>Gebouwen</u>				
Kantoor e.d	Registratiepost	-	Gebruik pers. voorzieningen	12
Laboratorium	Kantoor	-	Pers. voor- zieningen	200
Loods materieel	Rand voor- zieningsterrein	-	Toezicht	15
Loods materiaal	Rand voor- zieningsterrein	-	Toezicht	150
Nutsvoor- zieningen	Voorzieningen- terrein	-	Toezicht/gebruik	-

VOORZIE- NING	PLAATSING	IN DE NABIJHEID VAN	REDEN VOOR PLAATSING	RUIMTE- BESLAG (m ² minimaal)
Brandstofopslag	Bij loods materieel	-	Bij verbruikers	20
Bedrijfswoning	-	-	-	-
<u>Overig</u>				
Beheerstroken	Rondom stort/ voorzieningen- terrein	-	Onderhoud	-
Groenstroken	Rondom stort- plaats	-	Visuele afscherming	-

- : geen bijzondere vereisten

De situering van voorzieningen kan kort worden samengevat door in volgorde van belangrijkheid rekening te houden met onderstaande aspecten:

- 1 veiligheid;
- 2 functionele samenhang van voorzieningen;
- 3 scheiden van verkeersstromen.

Een factor die in bovenstaande tabel niet is beschouwd is het mogelijk uitbreiden van bepaalde voorzieningen. Dit zal afhangen van het toekomstige aanbod van afvalstoffen, zowel qua hoeveelheid als qua samenstelling. De consequenties voor de inrichting van het voorzieningenterrein kunnen sterk uitlopen. Derhalve is hieraan geen uitwerking gegeven. Indien wijzigingen optreden kan wederom gebruik worden gemaakt van de tabellen 6.17 en 6.18.

6.6.4 Checklist voor het ontwerpen

Tabel 6.18: Dimensionering en richtlijnen voor het ontwerpen

VOORZIENING	DIMENSIONERING	GEBRUIKS- PERIODE	RICHTLIJNEN/ VOORSCHRIFTEN
<u>Controle/registratie</u>			
Registratiepost	Personeelsbezetting	Exploitatie	Arbo, Arbeids- inspectie
Weegbrug	Afvalaanbod	Exploitatie	Leverancier weegbrug
Inspectievloer	Afvalaanbod	Exploitatie	Provinciale voorschriften
Stortbordes	Afvalaanbod	Exploitatie	Arbo, Arbeids- inspectie
DEELSTROMEN			
KCA-depot	Wijze inzamelen/ aanbod	Exploitatie	CPR 15-1 en CPR 15-2
BSA-terrein	Aanbod BSA	Exploitatie	Inr. bouw/sloopm
GFT-verwerking	Aanbod GFT	Exploitatie	Handboek composteren VROM
Milieustraat	Aantal inwoners verwerkingsgebied	Exploitatie	CPR 15-1
Particuliere storters	Aanbod	Exploitatie	CPr 15-1 en CPR 15- 2
<u>Ontsluiting</u>			
Intern	Verkeersaanbod	Exploitatie/nazorg	Alg. civ.techn. eisen
Extern	Verkeersaanbod	Exploitatie/nazorg	Alg. civ.techn. eisen
<u>Verkeer</u>			
Opstelruimte	Afvalaanbod	Exploitatie	Verkeersveiligheid
Parkeerruimte	Personeelsbezetting	Exploitatie/nazorg	-
Wasinstallatie auto's	Aanwezigheid stortbordes	Exploitatie	WVO-eisen, provincie
Compactorpaden	Breedte compactor	Exploitatie/afwerking	-
<u>Gebouwen</u>			
Kantoor e.d.	Personeelsbezetting	Exploitatie/nazorg	Arbo, Arbeids- inspectie
Laboratorium	Aard werkzaamheden	Exploitatie/nazorg	Laboratoriumeisen
Loods materieel	Hoeveelheid materieel	Exploitatie/afwerking	Eisen conform Hinderwet
Loods materiaal	Hoeveelheid materiaal	Exploitatie/afwerking	Eisen conform Hinderwet
Nutsvoorzieningen	Totaal verbruik	Exploitatie/nazorg	Eisen nutsbedrijven
Brandstofopslag	Verbruik	Exploitatie/afwerking	CPR 9-1 en CPR 9-2
Bedrijfswoning	-	Exploitatie/nazorg	Bestemmingsplan

VOORZIENING	DIMENSIONERING	GEBRUIKS- PERIODE	RICHTLIJNEN/ VOORSCHRIFTEN
<u>Overig</u>			
Beheerstroken	Breedte \geq 5 meter	Exploitatie/nazorg	Bestemmingsplan
Groenstroken	Breedte \geq 10 meter	Exploitatie/nazorg	Bestemmingsplan

- : Geen opmerkingen

6.7 Grondbalans

6.7.1 Doel van de grondbalans

Het aanleggen en afwerken van de stortplaats is in hoofdzaak een civieltechnisch werk waarbij grondverzet een belangrijke plaats inneemt. In de aanlegfase kan ontgraven of juist aanvullen van het terrein noodzakelijk zijn. Verder is een aantal malen profileren van grond- en zandaanvullingen vrijwel altijd noodzakelijk in zowel de aanleg- als de afwerkfase.

De grondbalans moet in een vroeg stadium inzicht verschaffen in de aard en omvang van de aanwezige materialen, de mate van geschiktheid (civieltechnisch, milieuhygiënisch) voor toepassing op de stortplaats en in welke fase het materiaal vrijkomt of juist is benodigd. Verder dient de grondbalans inzicht te geven in hoeverre het mogelijk is secundaire grondstoffen voor de aanleg toe te passen.

De meeste stortplaatsen worden in enkele compartimenten en stortvakken over een periode van meerdere jaren aangelegd. Dit betekent dat de ervaringen verkregen tijdens de aanleg, in een bijstelling van de grondbalans meegenomen moeten worden (indien noodzakelijk).

Opzet van de paragraaf

Deze paragraaf omschrijft de belangrijkste posten die in een grondbalans voor kunnen komen. Tevens wordt voor grond die op of onder een stortplaats wordt toegepast, aangegeven wat men als civieltechnische en milieuhygiënische eisen zou kunnen hanteren bij de toepassing daarvan.

6.7.2 Opbouw van een grondbalans

De balans wordt opgebouwd uit posten waarbij grond en grondachtige materialen vrijkomen en posten waarvoor grond en grondachtige materialen is benodigd. Deze belangrijkste posten worden in onderstaande paragrafen beschreven. In tabel 6.20 is een overzicht opgenomen van relevante posten van een grondbalans.

Vrijkomende grond

Aanlegfase: voor de aanleg van de stortplaats zal de aanwezige dekgrond (humeuze teelaarde) vrijwel altijd opzij worden gezet. Het materiaal kan namelijk goed worden gebruikt voor de afwerking van de stortplaats met gebiedseigen materiaal. Dit is echter alleen mogelijk indien een groot depot beschikbaar is. Er dient rekening mee gehouden te worden dat langdurige depotvorming van teelaarde een ongunstige uitwerking op de kwaliteit van het materiaal heeft.

Bij gefaseerde aanleg zal een voldoende groot depot mogelijk zijn. Het nadeel is dat de grond dan tweemaal verplaatst moet worden.

De dikte van de laag die opzij wordt gezet is afhankelijk van de grondwaterstand (GHG). Niet voor de afwerking van de stortplaats

geschikte grond, kan gebruikt worden voor tussenafdekking in de exploitatiefase.

In geval van een zandige ondergrond zal de laag teelaarde dun zijn (enkele decimeters). Deze laag kan voor de afwerking worden gereserveerd. De onderliggende vrijkomende grond kan voor toepassing ten behoeve van de exploitatie worden ontgrond.

Bij minder draagkrachtige bodems van klei en/of veen is het van belang dat er een voldoende draagkrachtige aanvulling wordt aangelegd. Hierop kan de stortplaats worden aangelegd. Alvorens deze aanvulling aan te brengen kan het noodzakelijk zijn om ongeschikte grondlagen te verwijderen. Vervolgens kan de constructie op de juiste hoogte wordt aangelegd.

Als een constructie aangelegd moet worden met een folieafdichting aan de onderzijde (bijvoorbeeld een bufferbassin), is het beslist noodzakelijk de ondergrond vrij te maken van puin en grind. Het ongeschikte materiaal moet verwijderd worden en vervangen door zand.

Tenslotte kan bij de aanleg van overige voorzieningen grond vrijkomen. Hierbij kan men denken aan onder andere regenwaterbuffers of ontgravingen ten behoeve de fundering van gebouwen.

Exploitatiefase: in de exploitatiefase komt meestal geen grond vrij. Voor toepassing van grond als tussenafdek en dergelijk, wordt verwezen naar paragraaf 7.3 van de Leidraad Storten.

Afwerkfase: als onderdeel van de afwerking van de stortplaats kunnen tijdelijke wallen (tegen geluid, inkijk, waaivuil etc.) worden verwijderd. Inzet van het vrijkomende materiaal op andere plaatsen op de stort dient in de grondbalans meegenomen te worden. Dit soort wallen is veelal in de opbouw van de stort opgenomen zodat er niet of nauwelijks ontgraven hoeft te worden. De hoeveelheden zijn derhalve beperkt.

Bij de profilering van de voorlopig afgewerkte stort ten behoeve van de aanleg van de bovenafdichting, kan eveneens materiaal vrijkomen. De hoeveelheden zullen ook in dit geval zeer beperkt zijn.

Benodigde grond

Aanlegfase: voor een aantal toepassingen kan grond in de aanlegfase benodigd zijn.

Aanvullen en profileren: als het in te richten terrein na het ontgraven van teelaarde en eventuele extra ontgraving depressies heeft zoals sloten, ontgrondingen, natuurlijke laagten etc., dan dient dit alvorens de onderafdichting aan te leggen, aangevuld, geprofileerd en verdicht te worden. Als aanvulmateriaal moet grond worden gebruikt die overeenstemt qua zettingsgedrag met het materiaal van de omgeving. Zettingsverschillen worden hierdoor voorkomen respectievelijk beperkt.

Aanvulling van het terrein kan ook noodzakelijk zijn bij een zeer hoge grondwaterstand ten opzichte van het bestaande maaiveld. In het Stortbesluit bodembescherming wordt als hoogteligging van de onderkant van het afval in principe een afstand van tenminste 0,7 meter boven het

GHG geëist. Het terrein kan dan aangevuld worden zodat aan deze eis wordt voldaan.

Onregelmatige danwel grotere zettingen: uit een geotechnisch vooronderzoek kan zijn gebleken dat de ondergrond grote en/of onregelmatige zettingen zal ondergaan bij aanleg en gebruik van een stortplaats. Indien men toch op deze plaats een stortplaats wil aanleggen dienen maatregelen getroffen te worden (Ministerie VROM, 1993-2).

De verwachte zettingen kunnen worden versneld door het terrein voor te belasten met (het meest gebruikelijk) een pakket grond. De dikte van het pakket is afgestemd op de uiteindelijke belasting die de stort zal gaan uitoefenen op de ondergrond, en het verwachte zettingsgedrag.

Bij dit voorbelasten kunnen twee varianten worden onderscheiden:

- het aangebrachte pakket blijft in zijn geheel liggen en dient als basis voor de aan te leggen stortplaats. Dit is alleen zinvol als de voorbelasting beperkt kan zijn;
- een gedeelte van het aangebrachte pakket wordt nadat de berekende zetting heeft plaatsgevonden, verwijderd. Er komt dan na verloop van tijd weer een hoeveelheid grond beschikbaar.

Indien er een beperkte hoeveelheid grond beschikbaar is kan verdichting met materieel worden toegepast.

Fundering van gebouwen en voorzieningen: als fundering op staal wordt toegepast is in sommige gevallen aanvulling van het terrein of grondverbetering noodzakelijk.

Onderafdichting: als er een minerale laag (zand-bentoniet of klei) wordt aangebracht als onderafdichting dient de ondergrond goed als klankbord voor de verdichting te kunnen functioneren. Indien de ondergrond hiervoor ongeschikt is kan desgewenst een funderingslaag worden aangelegd.

Exploitatiefase

Tussenafdekking: in de exploitatiefase is grond benodigd voor de dagelijkse afdekking. Zie hiervoor paragraaf 7.3.

Basislaag bovenafdichting: als voorlopige afwerking van de stortplaats wordt een basislaag op het afval aangebracht. Deze laag dient om hinder voor de omgeving te voorkomen. Tevens zal de laag in de afwerkingsfase gaan dienen als klankbord voor de aanleg van de bovenafdichting. De laag dient hiervoor dus geschikt te zijn.

Afwerkfase

In de afwerkfase wordt de bovenafdichting aangelegd. De hiervoor benodigde materialen zijn beschreven in paragraaf 8.2 van de Leidraad Storten (Staring Centrum/Heidemij, 1990).

6.7.3 Eisen te stellen aan de benodigde materialen

In tabel 6.19 is een overzicht gegeven van civieltechnische en milieuhygiënische eisen die men aan grond kan stellen. De civieltechnische eisen zijn gebaseerd op praktijk-ervaringen.

De milieuhygiënische eisen kunnen als richtinggevend en niet als normstellend worden beschouwd aangezien deze eisen zijn niet gebaseerd op een beoordeling van gezondheidsrisico's of op onderbouwende beleidsdocumenten.

Er dient per toepassing en per partij aangeboden grond beoordeeld te worden of toepassing verantwoord is. Voor achtergrondinformatie over arbeidsomstandigheden wordt verwezen naar paragraaf 7.7 van de Leidraad Storten. In algemene zin kan worden gesteld dat bij toepassing van verontreinigde grond aangesloten moet worden bij de veiligheidsmaatregelen die ook voor de bodemsanering van toepassing zijn (Ministerie VROM, 1986, Ministerie VROM, 1991-1).

Tabel 6.19: Eisen te stellen aan grond

GEBRUIK VAN DE GROND	CIVIELTECHNISCHE EISEN	MILIEUHYGIENISCHE KWALITEIT
<u>AANLEG</u>		
<u>Onder het stortlichaam</u>		
- Onregelmatige en grotere zettingen (voorbelasten)	- In voldoende mate beschikbaar - De grond mag wél grove delen bevatten - De grond mag niet stuiven (eventueel afdekken met teelaarde of leemhoudend zand of een geotextiel)	- Referentiewaarde
- Aanvullen en profileren	- Qua zettingsgedrag gelijk aan de directe omgeving - Mag geen grove delen bevatten	- Referentiewaarde
- Funderingslaag onder de onderafdichting	- Moet goede verdichting mogelijk maken (ruim gegradeerd)	- Referentiewaarde
<u>EXPLOITATIEFASE</u>		
<u>In het stortlichaam</u>		
- Dagelijkse afdekking/stortwallen	- Goed berijdbaar, beperkt leem- en lutumhoudend - Mag niet stuiven - In voldoende mate beschikbaar	- < C-waarde*

GEBRUIK VAN DE GROND	CIVIEL TECHNISCHE EISEN	MILIEUHYGIENISCHE KWALITEIT
- Basislaag bovenafdichting	- Moet goede verdichting (voor bovenafdichting) mogelijk maken - Mag niet stuiven - Geschikt voor snel aanbrengen vegetatie (visueel, erosie)	- < C-waarde*
<u>AFWERKEFASE</u> - Materialen voor dichte eindafwerking	- Eisen conform Richtlijn dichte eindafwerking	- Referentiewaarde

* Leidraad Bodembescherming Toepassing af te stemmen op Provinciale regelgeving en acceptatiebeleid

Tabel 6.20: Posten van een grondbalans

VRIJKOMENDE GROND	BENODIGDE GROND
<u>Aanlegfase</u> Grond vrijkomende bij ontgroning Ontgravingen <ul style="list-style-type: none"> . teelaarde (gebiedseigen) . terreinverlagingen . ongeschikte bodemlagen . sloten, cunetten, bouwputten Surplus grond van de voorbelasting	<u>Aanlegfase</u> Voorbelasting i.v.m. verwachte zetting Aanvullingen <ul style="list-style-type: none"> . ophogingen, bermen . bodemverbetering . cunetten, funderingen Bodembeschermende voorzieningen <ul style="list-style-type: none"> . controledrainage (zandaanvulling sleuf) . drainagelaag/-lagen <ul style="list-style-type: none"> * zand + grind . afdichting <ul style="list-style-type: none"> * zand/bentoniet * klei . grond in eerste stortkade Bijzondere compartimenten <ul style="list-style-type: none"> . grond in binnenkade . grond in scheidingskades . grond/zand in afdichting binnentaluds . afdichting tussen oud en nieuw afval . geluidwallen, visuele afscherming
<u>Exploitatiefase</u> Aangeboden (verontreinigde) grond	<u>Exploitatiefase</u> Hinderbestrijding <ul style="list-style-type: none"> . tussenafdekking . (stort)wallen Aanleg/onderhoud met puin/zand voor stortwegen Voorlopige afdeklaag Grind/puin t.b.v. gasdrainage <ul style="list-style-type: none"> . horizontale gasgangen . verticale schachten
<u>Afwerkfase</u> Vergraven te steile taluds Vergraven te hoog aangelegde delen	<u>Afwerkfase</u> Aanvullen taluds Aanvullen ontstane laagten
	Afdeklaag <ul style="list-style-type: none"> . grondlaag voor vegetatie . drainagelaag Afdichtende laag <ul style="list-style-type: none"> . zand-bentoniet . klei Steunlaag
<u>Nazorgfase</u> Grond vrijkomende bij sanering/herstel (mogelijk verontreinigd)	<u>Nazorgfase</u> Grond voor aanvullingen of herstel voorzieningen

6.8 Compartimenten

6.8.1 Definitie van een stortcompartiment

Er wordt onderscheid gemaakt in een algemeen en in bijzondere stortcompartimenten. In het algemene compartiment wordt de hoofdstroom van het afval verwerkt met een voorzieningenniveau gebaseerd op het Stortbesluit bodembescherming en de Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming. In de bijzondere compartimenten worden één of enkele stromen afval separaat verwerkt met een op de aard van het afval afgestemd beschermingsniveau.

Definities:

Een stortcompartiment is een gedeelte van de afvalberging dat qua emissiebeheersing volledig is gescheiden van de overige delen van de stortplaats en derhalve beïnvloeding van afvalstoffen in andere delen van de afvalberging voorkomt.

Een stortcompartiment kan zijn onderverdeeld in stortvakken.

Deze definitie houdt in dat er sprake is van een compartiment als dit rondom voorzien is/wordt van een afdichtende constructie en beschikt over een eigen systeem voor de afvoer/onttrekking van gas (indien dit ontstaat) en water/percolaat. Na afwerking van de stortplaats hoeft het compartiment als zodanig in de stortheuvel niet meer afzonderlijk herkenbaar te zijn.

Het stortbesluit bodembescherming schrijft het minimaal vereiste voorzieningenniveau voor.

Redenen om te compartimenteren

Voor het gescheiden storten van afvalstoffen in compartimenten kunnen een tweetal redenen worden aangegeven:

- 1 beheersen van emissies: de afvalstof geeft dusdanige emissies dat het gezamenlijk met andere afvalstoffen verwerken niet kan. Ook het tegenovergestelde kan zich voordoen. Als de emissies uit de betreffende afvalstof beperkt zijn kan het separaat storten eveneens een voordeel zijn.
- 2 toekomstige verwerkingsmogelijkheden van het afval: in dit geval wordt op langere termijn een verwerkingsmogelijkheid van het afval verwacht zodat het afval terugneembaar wordt gestort. Als de verwerkingstechniek inderdaad wordt gerealiseerd is hier in strikte zin sprake van tijdelijke reststofberging en niet van eindverwerking. Deze mogelijkheid wordt derhalve in de Leidraad verder niet uitgewerkt.

De eerste reden wordt als uitgangspunt genomen voor het compartimenteren. Om dit te bereiken kan een hoger voorzieningenniveau voor de bijzondere compartimenten vereist zijn.

Compartimenteren wil niet zeggen dat er in een compartiment slechts één afvalstof wordt geborgen. Stoffen die elkaar qua stortgedrag en emissies

vergelijkbaar zijn kunnen tezamen in een stortcompartiment geborgen worden.

Voor de overwegingen inzake het aanleggen van compartimenten moet rekening worden gehouden met de aard en samenstelling van de te storten afvalstof(fen), het uitlooggedrag hiervan en de verwachte interactie van de afvalstoffen en emissies die ontstaan.

Het aanleggen van compartimenten moet toegepast worden als een betere beheersbaarheid van emissies (op korte én op lange termijn) wordt verkregen.

6.8.2 Technische uitwerking

Relatie te storten afvalstoffen en te treffen aanvullende voorzieningen

Voor stortcompartimenten gelden voor de aanleg en de opbouw van de stort de principes die in paragraaf 7.3 van de Leidraad Storten zijn omschreven. Verder zijn de voorwaarden van het Stortbesluit bodembescherming en de Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming van toepassing. Dit geeft dus de basisvoorwaarden waaraan de inrichting dient te voldoen. In tabel 6.21 is per voorziening aangegeven hoe met een hoger voorzieningenniveau het vereiste beschermingsniveau bereikt kan worden.

De verwerkingswijze van de afvalstoffen moet ook aangepast zijn aan de aard van het afval. Dit kan bijvoorbeeld andere wijze van afdekking (met folie), aangepaste verdichting (misschien is verdichten niet nodig) etc. noodzakelijk maken. Hier wordt in de paragrafen 7.3 en 7.5 van de Leidraad Storten nader op ingegaan.

Op basis van de in tabel 6.21 samengevatte informatie kan voor een stortcompartiment bepaald worden of in aanvulling op het basisvoorzieningenniveau, extra voorzieningen aangelegd moeten worden. Het te hanteren voorzieningenniveau moet afgestemd zijn op de risico's en de emissie-potenties van de te storten afvalstoffen. Het separaat storten van afvalstromen zal alleen kunnen leiden tot aanvullende voorzieningen voor de betreffende compartimenten. Het Stortbesluit bodembescherming staat kwalitatief lagere beschermingsniveau's niet toe.

Tabel 6.21: Relatie te storten afvalstoffen en aanpassing van voorzieningen

VOORZIENING/ONDERDEEL	AANPASSING/AANDACHTSPUNT
<u>Controledrainage</u>	
Geohydrologische isolatie	Diffusie wordt tegengegaan, er ontstaat echter meer percolaat
Horizontaal drainagesysteem	Verdichten drainagenet t.b.v. kortere signaleringstijd
Verticaal drainagesysteem	Idem
<u>Onderafdichtingsconstructie</u>	
Diffusieremmende laag	Toepassen indien er een reële kans op significante diffusie is, constructie per geval berekenen
Folie-afdichting	Chemische bestendigheid toetsen aan te storten afvalstoffen
Gescheiden combinatiedichting	-
Minerale afdichting	Dikkere laag afhankelijk van aard afval of bij grotere kans op een hogere i-waarde
Steunlaag	-
<u>Percolaatdrainagesysteem</u>	
Drainlaag	Grover materiaal toepassen indien afval veel slib-achtig materiaal bevat, dikkere laag aanbrengen indien er een grotere kans op beschadiging van de onderafdichting is
Drainbuis	Aantal drains per oppervlakte vergroten, afhankelijk van aard afval
Sleufgrootte van drains	Klein als er zeer fijn afval wordt gestort, groter bij grover afval
Verticale percolaatdrains	Toepassen indien er een sterke gelaagdheid in de stort kan ontstaan die het verticale transport van percolaat remt. De klink van afval kan hiermee worden bevorderd
Grindkoffer en drains	Afstemmen op aard afval, eventueel ander materiaal toepassen
Plaatsing van schachten	Afhankelijk van klink en zetting
Percolaatafvoer	Gescheiden van overige stortcompartimenten en -vakken
Percolaatverwerking	Eventueel separate behandeling, afhankelijk van samenstelling percolaat
<u>Bovenafdichtingsconstructie</u>	
Folie	Chemische bestendigheid afstemmen op ontstane gassen
Minerale laag	Laagdikte afstemmen op klink en zetting
Gasdrainagelaag	Toepassen indien gas wordt gevormd
<u>Gasonttrekkingssysteem</u>	
Passief beluchten (zie paragraaf 6.5)	Alleen toepassen bij geringe gasontwikkeling
Horizontale onttrekking	
- Onderin de stort	- Toepassen indien snel gassen ontstaan die afgevoerd moeten worden (om exploitatietechnische redenen en om milieuhygiënische redenen)
- Tussen de stortlagen	- Idem, geschikt om toe te passen in afval met een geringe klink
- Direct onder de bovenafdichting	- Gewenst bij gasontwikkeling om goede afvoer te waarborgen

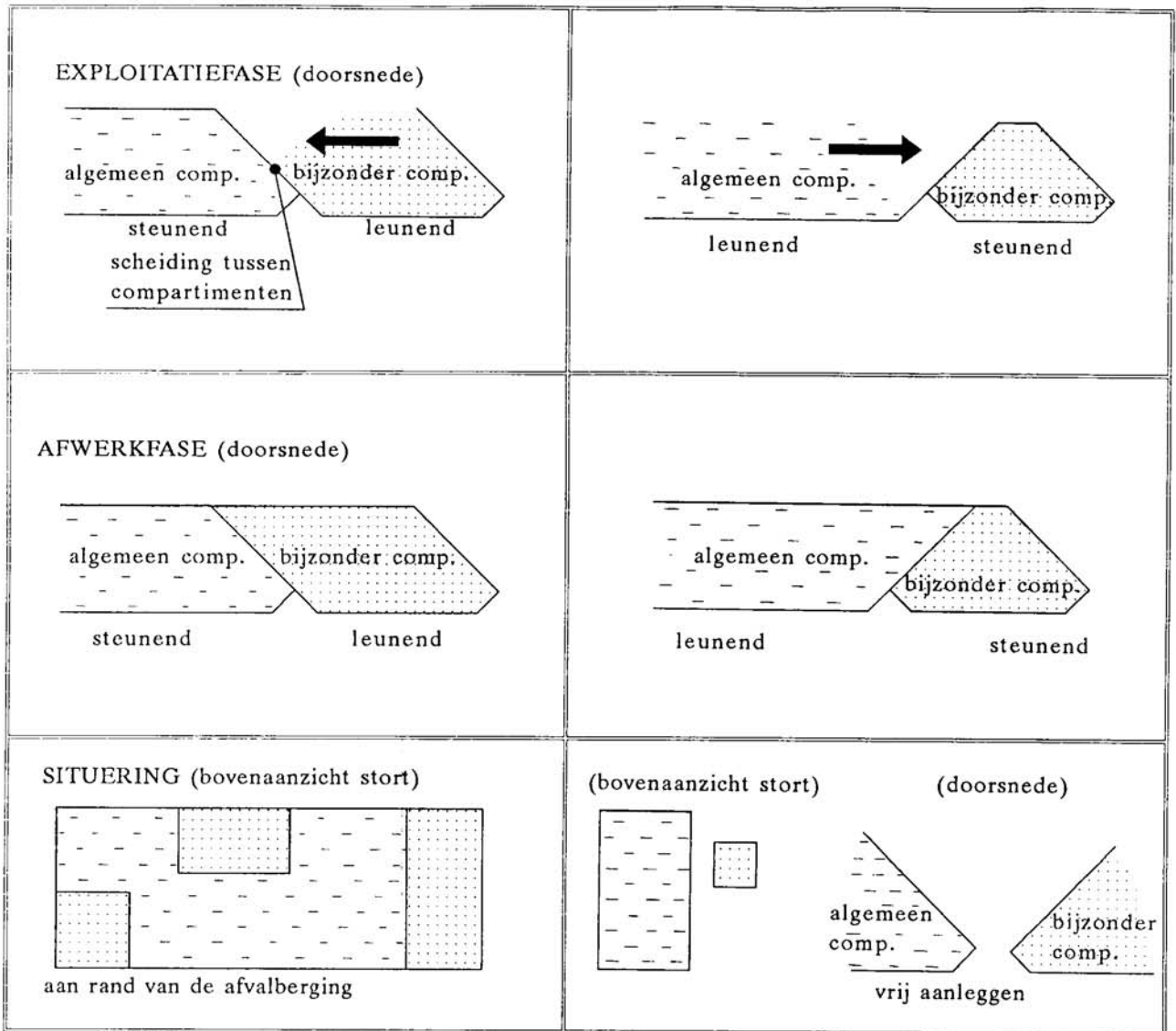
VOORZIENING/ONDERDEEL	AANPASSING/AANDACHTSPUNT
Verticale gasschachten	Eventueel in de exploitatiefase reeds aansluiten op onttrekkingssysteem
Gasafvoer	Indien het gas niet met gas uit andere compartimenten kan worden verwerkt, afzonderlijke gasafvoerleiding aanleggen
Gasverwerking	Op basis van de samenstelling van het gas de verwerking bepalen. Dit kan het aanleggen van een afzonderlijke installatie betekenen
<u>Exploitatie</u>	
Toepassen van een rijdende hal tegen neerslag	Te gebruiken totdat de dichte eindafwerking is aangebracht indien de afvalstoffen niet nat mogen worden
Tussentijds dichte tussenafdekking aanbrengen	Toe te passen indien de afvalstoffen niet nat mogen worden. Hiervoor kan een kunststof folie gebruikt worden
<u>Overige voorzieningen</u>	
Buffering van afval	Als de verwerkingstechniek alleen periodieke verwerking mogelijk maakt, is bufferopslag (op de stort of bij de aanbieder) noodzakelijk. Technische uitwerking van de buffers afhankelijk van de aard van de afvalstof
Laboratorium	In eenvoudige, snelle analyses van de afvalstoffen moet worden voorzien
<u>Inspectie/onderhoud/monitoring</u>	
Inspectie	De voorzieningen moeten met een hogere frequentie dan voor het algemene stortcompartiment het geval is, worden geïnspecteerd. Frequentie groter dan in het Stortbesluit gehanteerd. Voorzieningen hierop aanpassen
Onderhoud	Onderhoud zoals o.a. het doorspuiten moet aan de hand van de inspectieresultaten worden uitgevoerd, doch minstens tweemaal per jaar
Monitoring	Zonodig intensiveren op basis van de aard van het afval en de inspectie van de voorzieningen

- : Geen opmerkingen

Situering en fasering van stortcompartimenten

In meerdere stortcompartimenten zullen stortvakken voor de verschillende afvalstoffen veelal tegelijkertijd worden gebruikt. Dit heeft tot gevolg dat aanvoer, storten en tussentijds afdekken en afwerken van het afval voor in bedrijf zijnde stortcompartimenten tegelijkertijd mogelijk moet zijn.

Als uitgangspunt moet worden gehanteerd dat de bijzondere compartimenten aan de rand van de stortplaats zijn gesitueerd.



Figuur 6.13: Situering van stortcompartimenten

Bij de fasering is het van belang rekening te houden met de aangevoerde hoeveelheden en het tijdstip van afwerking. Als twee compartimenten tegen elkaar aan of gedeeltelijk op elkaar zijn gelegen ("leunen" op ander afval) of komen te liggen dient dit geen beletsel te vormen voor de afvalverwerking. In figuur 6.13 is dit schetsmatig aangeduid.

Als afval op elkaar "leunt" is een tussenafdichting tussen de compartimenten vereist (volgt uit de definitie van een compartiment). Welk afval "leunt" en welk afval "steunt" is afhankelijk van een aantal factoren:

- klink van het steunende afval: de tussenafdichting moet de klink kunnen volgen zodat de scheiding van compartimenten gewaarborgd blijft. Dit is van invloed op de termijn waarop het bijzondere compartiment aangelegd kan worden aangezien de restklink beperkt moet zijn;
- aard van het afval: sterk uitlogend afval moet beheersbaar blijven. voorzieningen moeten zo goed mogelijk bereikbaar zijn. Dit afval zal dan bovenop het aanwezige aanval (steunend) verwerkt worden;
- aangevoerde hoeveelheden: indien het een kleine hoeveelheid bijzonder afval betreft is verwerking bovenop aanwezig afval voor de hand liggend;
- terugneembaarheid: als bijzonder afval het stortlichaam teruggenomen moet worden is dit, indien leunend gestort, zonder het vergraven van extra **ander** afval mogelijk. In het andere geval zal het vergraven slechts relatief beperkte hoeveelheden betreffen.

In het kader van emissiebeheersing kan worden gesteld dat indien uit het bijzonder compartiment gedurende lange termijn aanzienlijke emissies (gas en/of percolaat) worden verwacht, het vrij aanleggen van een bijzonder compartiment vanuit het oogpunt van controleerbaarheid de voorkeur geniet.

Indien dit niet mogelijk is, zal ook de inspectie/monitoring van de steunende compartimenten aangepast moeten worden aan de aanwezigheid van het bijzondere compartiment. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot het aanbrengen van extra controlevoorzieningen of het intensiever uitvoeren van inspecties.

In hoofdstuk 10 is nader ingegaan op het uitvoeren van inspecties.

Aansluiting

In paragraaf 6.9 wordt in meer detail ingegaan op aandachtspunten die ook voor het aansluiten van steunende en leunende stortcompartimenten van belang zijn. De aansluiting van compartimenten speelt bij de eerder beschreven "steunende" en "leunende" compartimenten een belangrijke rol aangezien het beschermingsniveau ook op lange termijn gehandhaafd moet blijven.

Afwerking en landschapsplan

Het stortcompartiment hoeft niet als een afzonderlijk onderdeel van de stortheuvel herkenbaar te zijn. Voor de bovenafdichting zal uitgegaan moeten worden het beschermingsniveau zoals in de Richtlijn dichte eindafwerking omschreven (Ministerie VROM, 1991). Voor de afwerking kan verder worden verwezen naar hoofdstuk 8.

6.9 **Uitbreiden van bestaande situaties**

6.9.1 **Inkadering**

Onder uitbreiden van een stortplaats wordt verstaan het vergroten van eerder vergunde stortcapaciteit. Hierbij kunnen technische problemen ontstaan bij het aansluiten van nieuwe delen op oude delen van de stortplaats. Soortgelijke technische problemen kunnen zich voordoen wanneer, binnen de grenzen van een bestaande vergunning, een nieuw deel van de stort wordt aangesloten op een ouder deel. Beide gevallen worden in deze paragraaf gevat onder het begrip "uitbreiden van bestaande situaties".

Deze paragraaf richt zich op de milieuhygiënische aspecten bij uitbreiding. Het uitgangspunt hierbij is dat de stort na uitbreiding als geheel beheersbaar en controleerbaar moet zijn (zie hoofdstuk 10). Uitbreiden van de stort kan in sommige gevallen een bijdrage leveren aan een verbetering van de milieuhygiënische situatie.

Relatie uitbreiden en milieu-effectrapportage (MER)

Als voor de uitbreiding een nieuwe vergunning noodzakelijk is (er wordt buiten de grenzen van de vigerende vergunning gewerkt: oppervlakte, hoogte, capaciteit) is boven een bepaalde stortcapaciteit (zie hoofdstuk 5) een MER noodzakelijk. Vindt uitbreiding plaats binnen de grenzen van de bestaande vergunning, dan is geen MER noodzakelijk.

In het MER kunnen de milieu-effecten van de uitbreiding worden beoordeeld. Tevens kunnen afwegingen tussen verschillende vormen van uitbreiding, en de technische uitwerking daarvan, worden gemaakt. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de informatie van deze paragraaf. Uitgebreidere technische informatie is opgenomen in het achtergronddocument "Uitbreiden van bestaande situaties" (Heidemij Advies, 1993-1).

Onderscheiden van uitbreidingsmogelijkheden

Er kunnen drie uitbreidingsmogelijkheden worden onderscheiden:

Verticale uitbreiding

Het nieuw te storten afval wordt op het reeds aanwezige afval gebracht.

Vrijliggende horizontale uitbreiding

Het nieuw te storten afval wordt in een geheel nieuw aan te leggen stortlichaam gestort. Alle voorzieningen in dit stortlichaam worden geheel gescheiden van de reeds aanwezige voorzieningen aangelegd. Er is dus eigenlijk sprake van een nieuw stort in de nabijheid van de oude stort.

Aansluitende en overliggende horizontale uitbreiding

Het nieuw te storten afval wordt niet volledig op het reeds aanwezige afval gestort, maar gedeeltelijk tegen het talud van het aanwezige oude afval. Deze taludgedeelten zijn technisch veelal vergelijkbaar met een verticale uitbreiding. Het overige deel van de horizontale uitbreiding is technisch vergelijkbaar met een vrijliggende horizontale uitbreiding.

Technisch gezien kunnen deze drie uitbreidingsmogelijkheden dus worden herleid tot twee gevallen: verticale uitbreiding en horizontale uitbreiding. Deze tweedeling wordt in deze paragraaf gehanteerd.

6.9.2 Uitbreidingen en het Stortbesluit bodembescherming

Randvoorwaarden vanuit het Stortbesluit bodembescherming

In een aantal artikelen van het Stortbesluit bodembescherming worden randvoorwaarden gesteld waaraan een stortplaats als geheel, en dus ook een uitbreiding daarvan, dient te voldoen. Kort samengevat betreffen deze randvoorwaarden:

- **Artikel 3:** gestorte afvalstoffen mogen, na zetting van de bodem, niet beneden 0,7 meter boven de GHG geraken. Indien hieraan niet kan worden voldaan kunnen civieltechnische of geohydrologische maatregelen worden getroffen;
- **Artikel 4:** aan de onderkant van de afvalstoffen moet een afdichting aanwezig zijn. Als een afdichting verontreiniging van de bodem onvoldoende tegengaat of niet meer kan worden aangebracht, moeten andere civieltechnische of geohydrologische maatregelen worden getroffen. Zo spoedig als technisch mogelijk, moet een bovenafdichting op de stort worden aangebracht;
- **Artikel 5:** percolaat moet worden opgevangen, verzameld en gezuiverd of afgevoerd, zodanig dat er geen gevaar bestaat voor verontreiniging van de bodem;
- **Artikel 7:** het storten moet zodanig plaatsvinden dat de gestorte afvalstoffen en de bodembeschermende voorzieningen kunnen worden teruggenomen zonder ingrijpende aantasting van de bodem.
- **Artikel 8:** om en onder de stort moet een controlesysteem aanwezig zijn waarmee de hoedanigheid van de bodem kan worden vastgesteld.

Door het toepassen van bovenstaande voorwaarden dient elke stortplaats aan een minimaal vereist beschermingsniveau te voldoen. In de bij het Stortbesluit bodembescherming behorende Uitvoeringsregeling vindt een nadere uitwerking plaats van een aantal van bovenstaande artikelen. Het Stortbesluit bodembescherming en de bijbehorende Uitvoeringsregeling, stellen technische eisen aan een bestaand stort indien de exploitatie doorgaat na 1995. Deze eisen zijn gericht op een zo goed mogelijke bescherming van het milieu en daarmee het voorkomen van emissies.

Specifieke locatie omstandigheden

De te treffen bodembeschermende maatregelen zoals beschreven, dienen afgestemd te zijn op de specifieke locatie omstandigheden. Onder specifieke locatie omstandigheden wordt onder andere verstaan:

- bodemopbouw, geohydrologie en grondwaterregime;
- aanwezige danwel (gedeeltelijk) ontbrekende technische voorzieningen bij het reeds aanwezige deel van de stort;
- aard en ouderdom van het reeds gestorte afval;
- hoogteligging van het aanwezige afval ten opzichte van het grondwaterniveau.

Hieruit kan worden afgeleid dat combinatie van bovenstaande locatie-specifieke omstandigheden, leidt tot een zeer breed scala aan (theoretisch) mogelijke bestaande situaties. Tevens zijn er talrijke overwegingen die een rol kunnen spelen bij wel of niet uitbreiden en bij de keuze voor het type uitbreiding.

Schematisatie en technische aandachtspunten

Om de aspecten die bij uitbreiding aandacht verdienen inzichtelijk te maken, worden in plaats van het brede scala aan mogelijke bestaande situaties, de vijf gevallen beschreven die in de praktijk het meeste voor zullen komen.

6.9.3 Definitie van vijf gevallen

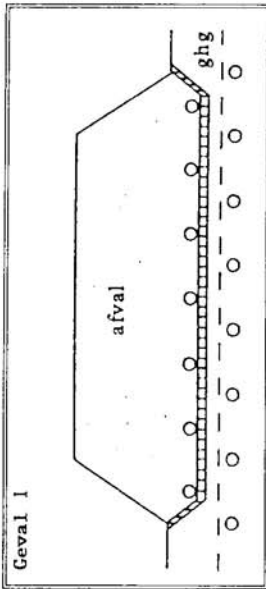
De vijf beschreven gevallen kennen elk tekortkomingen ten opzichte van de vereisten van het Stortbesluit bodembescherming. Per geval is in tabel 6.22 kort aangegeven wat de belangrijkste technische aandachtspunten bij uitbreiding zijn. In paragraaf 6.9.5 is per technische voorziening aangegeven welke compenserende maatregelen noodzakelijk kunnen zijn. Door combinatie van beide overzichten kan voor de meeste in de praktijk voorkomende gevallen, een eerste beoordeling gemaakt worden ten aanzien van de mogelijk en de wenselijkheid van uitbreiding.

Tabel 6.22: Beschrijving van gevallen en aandachtspunten

Visualisatie

Omschrijving

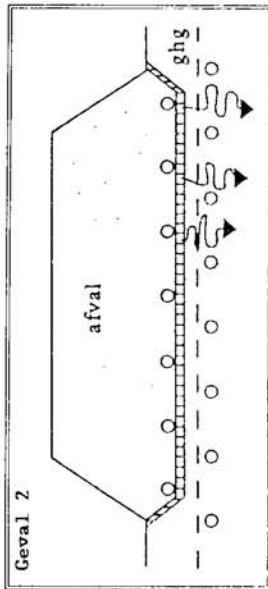
Technische aandachtspunten



Geval 1: Stort met een enkele onderafdichting, percolaat- en controlledrainage, stortzool tenminste 0,7 m boven GHG

Een dergelijke stortplaats vol- doet aan het Stortbesluit, met één uitzondering: de onderaf- dichting is een combinatie-afdichting, maar slechts enkel. Deze enkele afdichting kan zowel mineraal als van kunststof (folie) zijn

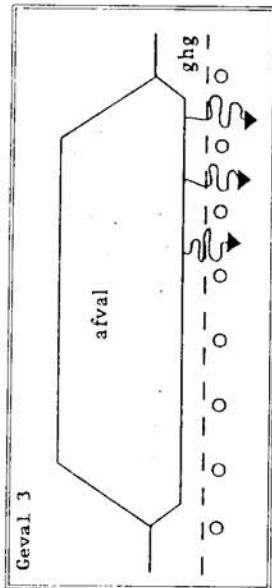
- Verticale uitbreiding:**
- eventuele scheiding oud/nieuw afval met een afdichting
 - eventuele maatregelen treffen voor mogelijke calamiteiten
 - aanbrengen van gescheiden combinatie-afdichting indien gescheiden vereist (bij lagere stortduur), hierbij afstemmen op afstrakking
 - drukbestendigheid drainage-systemen, i.v.m. verhoogde belasting
 - hogere stortgooi i.v.m. zetting-t.g.v. hogere druk
 - afvoer van stortgas uit oud stort
 - restavondsduif onderafdichting i.v.m. noodzaak afdichting oud/nieuw
- Horizontale uitbreiding:**
- eventuele maatregelen treffen voor mogelijke calamiteiten
 - situering van de uitbreiding i.v.m. richting grondwaterstroming (naaks stroomopwaarts, stroomafwaarts)
 - maximale drainlengten (300 resp. 600 meter, zie par 6.2 en 6.3)



Geval 2: Stort met enkele onder- afdichting, percolaat- en con- trolledrainage, stortzool tenminste 0,7 m boven GHG. Grondwaterver- ontreiniging geconstateerd.

De stort is technisch gezien, identiek aan geval 1. Er is echter grondwaterontreinig- geconstateerd. Dit betekent dus een plaatselijk falen van de bodembeschermende voorzieningen

- Verticale uitbreiding:**
- idem. als bij geval 1, doch scheiding van afval is noodzakelijk
 - beheersen en saneren verontreiniging door bijvoorbeeld geohydro- logische isolatie of het treffen van civieltechnische maatregelen
 - saneren van deel van de stortplaats
 - zo spoedig mogelijk bovenafdichting aanbrengen op oud deel van de stort om ontstaan van percolaat tegen te gaan
- Horizontale uitbreiding:**
- idem. als bij geval 1
 - beheersen en saneren verontreiniging door bijvoorbeeld geohydro- logische isolatie of het treffen van civieltechnische maatregelen
 - vergroeven van een deel van de stortplaats
 - hydrologische scheiding tussen oud en nieuw door middel van bijvoorbeeld verticale bronnen
 - zo spoedig mogelijk bovenafdichting aanbrengen op oud deel van de stort



Geval 3: Stort met een enkele drainage, stortzool tenminste 0,7 m boven GHG gelegen.

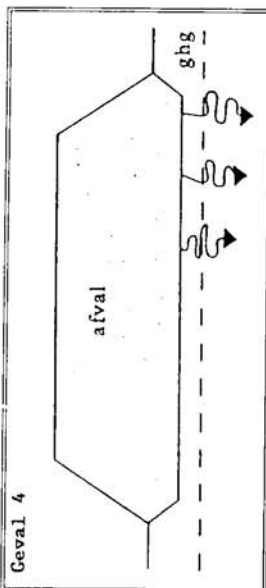
De drainage dient voor de afvoer van percolaat en kan tevens voor monitoring worden gebruikt. De drainage is permanent in het water gelegen en bevat dus verdund percolaat. De stortzool ligt op het vereiste niveau ten opzichte van de GHG.

Verticale uitbreiding

- idem. als bij geval 2
- voor gescheiden monitoring oud/nieuw is een tussenafdichting in de vorm van een gescheiden combinatie-afdichting noodzakelijk
- afdichting tussen oud en nieuw afval is noodzakelijk. Per geval moet beoordeeld worden of deze afdichting enkel danwel een combinatie-afdichting dient te zijn

Horizontaal uitbreiden

- idem als bij geval 2
- afdichting op de taluds waar het nieuwe afval "steunt" op het oude afval is noodzakelijk.



Geval 4: Stort zonder milieubeschermdende voorzieningen, stortzool tenminste 0,7 m boven GHG gelegen.

Er zijn geen milieubeschermdende voorzieningen aanwezig. Het afval ligt droog ten opzichte van het grondwater.

Horizontaal uitbreiden

- idem als bij geval 3

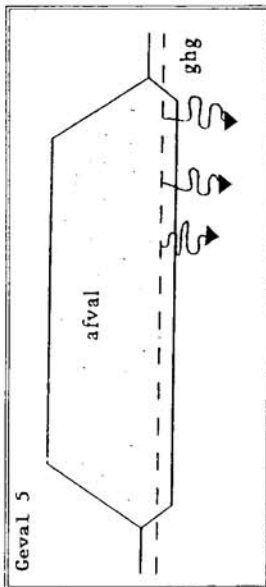
Verticaal uitbreiden

- idem als bij geval 3

Visualisatie

Omschrijving

Technische aandachtpunten



Geval 5: Stort zonder milieu-
beschermende voorzieningen, afval
(periodiek) in grondwater gelegen
($\approx 0,7$ m boven GHG).

Het verschil met geval 4 is dat
het afval periodiek of permanent
in het grondwater is gelegen.

Verticaal uitbreiden

- in principe niet gewenst: saneringslocatie, zo snel mogelijk boven-
afdichting aanbrengen om verdere vorming van percolaat tegen te gaan

Horizontaal uitbreiden

- idem. als bij geval 4

6.9.4 Procedure bij een uitbreiding

Te onderscheiden stappen

Elk van de in de vorige paragraaf aangegeven vijf gevallen heeft technische en beheersmatige tekortkomingen ten opzichte van de voorwaarden van het Stortbesluit bodembescherming. Aanvullende maatregelen voor de bestaande stort zijn derhalve noodzakelijk bij het realiseren van uitbreidingen. Onderstaand voorbeeld geeft aan hoe in een aantal stappen tot uitwerking van dergelijke maatregelen kan worden gekomen.

Stap 1: Technische toets van de bestaande situatie

Om te beoordelen welke compenserende maatregelen noodzakelijk zijn, dient er zicht te zijn op de bestaande toestand zodat een technische toets noodzakelijk is. De technische toets dient minimaal te bevatten:

- inventarisatie:
 - . geohydrologische situatie (geschiktheid locatie);
 - . aard en ouderdom van reeds gestort afval;
 - . omvang van eventuele bodemverontreiniging;
 - . zetting- en klinkverloop;
 - . percolaatsamenstelling;
 - . gasontwikkeling en -verplaatsing;
 - . stabiliteit van het stortlichaam;
 - . beoordelen informatie uit het meet-, controle- en onderhoudsprogramma
- beoordeling van de toestand van:
 - . drainagesystemen;
 - . onderafdichtingsconstructie;
 - . controle-systemen en het functioneren daarvan (effectiviteit).
- beoordelen informatie afkomstig van het meet- en controle- en onderhoudsprogramma.

De technische toets kan als resultaat hebben dat (een bepaalde vorm van) uitbreiding niet zinvol of wenselijk is.

Stap 2: Technische uitwerking

Met de informatie afkomstig van de technische toets kan een technische uitwerking van de uitbreiding worden gemaakt. Deze technische uitwerking zal onder andere betrekking hebben op:

Uitbreiding:

- voorkomen van beïnvloeding van oud afval door nieuw afval, bijvoorbeeld door middel van een afdichting tussen oud en nieuw afval;
- beheersen/saneren van een eventuele bodemverontreiniging;
- gescheiden monitoring van oude en nieuwe delen van de stort.
- ontwerp van drainagesystemen en gasonttrekking;
- ontwerp van de onderafdichtingsconstructie;
- ontwerp van de dichte eindafwerking.

Bestaande stort:

Compensatie voor technische tekortkomingen ten opzichte van IBC-vereisten vanuit het Stortbesluit bodembescherming, zoals:

- te laag niveau van de stortzool ten opzichte van GHG;
- controledrainage;
- percolaatdrainage;
- gasdrainage;
- onderafdichtingsconstructie;
- dichte eindafwerking;
- aanwezigheid van bodemverontreiniging.

Stap 3: Integrale technische beoordeling van de haalbaarheid

Na de uitwerking kan beoordeeld worden of een uitbreiding technisch haalbaar is. Onder technisch haalbaar wordt verstaan dat de uitbreiding zodanig te realiseren is dat de stortplaats ook als geheel kan voldoen aan het beschermingsniveau zoals met de Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming beoogd.

Stap 4: Opstellen van een inrichtingsplan

Als onderdeel van de vergunningaanvraag dient een plan van uitbreiding (inrichtingsplan) opgesteld te worden waarin wordt aangetoond dat de uitbreiding op technisch verantwoorde wijze is te realiseren. Verder moet worden aangetoond dat met het samenstel van maatregelen wordt voldaan (ook op lange termijn) aan het beschermingsniveau zoals met de Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming wordt beoogd.

Het plan dient tenminste aandacht te besteden aan:

- hoogteligging van het afval ten opzichte van GHG;
- invloed van de stort op de geohydrologie (onder andere grondwaterregime en gevolgen immissies);
- geschatte levensduur van de aanwezige en aan te brengen voorzieningen;
- zettingen en klink;
- effectiviteit van eventuele geohydrologische isolatie en civiel-technische maatregelen (rest-emissies);
- wijze waarop een eventuele bodemverontreiniging wordt gecontroleerd, beheerst en gesaneerd.

Het inrichtingsplan dient tenslotte te worden uitgewerkt tot een uitvoeringsgereed plan (bestek).

Stap 5: Toetsen uitvoeringsgereed plan aan o.a. Stortbesluit

De laatste stap betreft de formele toetsing van het inrichtingsplan en het uitvoeringsgereed plan door het Bevoegd Gezag.

6.9.5 Technische aandachtspunten per voorzieningen

Overzicht

De belangrijkste technische aandachtspunten die bij aansluiten van uitbreidingen een rol spelen zijn in tabel 6.23 samengevat. Deze tabel bestaat uit vier kolommen.

In de eerste kolom wordt de betreffende technische voorziening genoemd. Een voorziening kan zijn onderverdeeld in aspecten. In de tweede kolom is voor elke voorziening of aspect waar mogelijk een compenserende

maatregel beschreven indien met de geëigende technische voorziening niet aan de eisen van het Stortbesluit bodembescherming wordt voldaan. In de derde kolom wordt aangegeven of uitbreiden wel dan niet mogelijk is. Hier kunnen drie gevallen worden onderscheiden:

WEL	UITBREIDEN	
	COND.	NIET
XXXX		
	XXXX	
		XXXX

Uitbreiden is mogelijk

Uitbreiden is onder bepaalde condities mogelijk

Uitbreiden is niet mogelijk

In de vierde kolom zijn opmerkingen opgenomen. Hier worden de belangrijkste overwegingen genoemd indien uitbreidingen onder voorwaarden mogelijk zijn.

De tabel kan op een aantal manieren worden gebruikt.

- Ten eerste als checklist of in de planfase aan alle aspecten aandacht is besteed;
- Ten tweede voor beoordeling van de uitgevoerde technische uitwerking. Het oordeel "uitbreiden is mogelijk" kan alleen tot stand komen indien voor elk technisch aandachtspunt een verantwoordelijk IBC-oplossing mogelijk is/gegeven kan worden.

Tabel 6.23: Technische aandachtspunten bij uitbreiding

TECHNISCHE VOORZIENING	COMPENSERENDE MAATREGEL	UITBREIDEN		OPMERKINGEN
		WEL	COND. NIET	
<p><u>Monitoring</u></p> <p>- Horizontale uitbreiding</p>				<p>Onderscheid kan worden gemaakt in de volgende horizontale uitbreidingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uitbreiding stroomopwaarts (grondwaterstroming) t.o.v. oud stort - uitbreiding naast (t.o.v. grondwaterstroming) oud stort <p>Als hydrologische scheiding niet mogelijk is, is in verband met controleerbaarheid en beheersbaarheid uitbreiding niet wenselijk</p>
<p>- nieuw/oud hydrologisch te scheiden</p> <p>- nieuw/oud hydrologisch niet te scheiden</p>	<p>- maatregelen t.b.v. hydrologische scheiding</p>	XXXX		
<p>- drainlengten > 300 m</p>	<p>- tunnelconstructie</p>	XXXX		<p>- de mogelijkheid voor aanleg van de tunnelconstructie is sterk afhankelijk van de opbouw van de ondergrond in verband met zetting. Eventueel moet worden beoordeeld op het eenzijdig doorspuiten van drains aanvaardbaar is</p>
<p>- drainlengten > 600 m</p>			XXX	<p>- drains die langer zijn dan 600 meter zijn niet meer geheel door te spuiten. Deze essentiële voorziening wordt daardoor oncontroleerbaar. Van uitbreiding moet in zo'n geval worden afgezien</p>
<p>- Verticale uitbreiding</p>				
<p>- gescheiden monitoring</p>	<p>- gescheiden combinatieafdichting tussen oud en nieuw afval</p>	XXXX		<p>- gescheiden monitoring is noodzakelijk als het nieuw te storten afval het aanwezige afval negatief kan beïnvloeden. Als een afdichting niet te realiseren is, moet van verticale uitbreiding worden afgezien</p>
<p>- gescheiden monitoring niet noodzakelijk</p>		XXX		

TECHNISCHE VOORZIENING	COMPENSERENDE MAATREGEL	UITBREIDEN	OPMERKINGEN
<u>Hoogte stortzool t.o.v. GHG</u> - > 0.7 m na zetting boven GHG - < 0.7 m na zetting boven GHG - Afval ligt in grondwater	- Verlagen grondwaterstand -	XXX XXXX XXXX	- Per geval moet beoordeeld worden op het permanent verlagen van de grondwaterstand wenselijk is Verticale uitbreiding op afval dat in het grondwater ligt moet worden afgeraden
<u>Onderafdichting</u> Functioneert Functioneert onvoldoende (onvoldoende restlevensduur) Niet aanwezig	- Snel aanbrengen bovenafdichting e.q. afdichting tussen oud en nieuw afval Snel aanbrengen boven- e.q. afdichting tussen oud en nieuw afval	XXX XXXX XXXX	- Bij de beoordeling moet de aard van het afval, de mate van functioneren en de hoeveelheid en aard van het te verwachten percolaat worden betrokken - Verticale uitbreiding is in zo'n geval veelal ongewenst. Het aanbrengen van een bovenafdichting voorkomt de verdere vorming van percolaat
<u>Controlerainage</u> Functioneert Functioneert onvoldoende (onvoldoende restlevensduur) Niet aanwezig	- Maatregelen onder stort niet mogelijk, evt. aanvullen verticaal systeem Idem	XXX XXXX XXXX	- Het horizontale systeem kan (gedeeltelijk) worden gecompenseerd met behulp van een verticaal systeem. Per geval moet beoordeeld worden of dit voldoende is - Met een verticaal systeem kan een (gedeeltelijke) monitoring worden gerealiseerd. Per geval moet beoordeeld worden of dit voldoende is
<u>Percolaatrainage</u> Functioneert Functioneert onvoldoende of onvoldoende restlevensduur	- Aanbrengen aanvullende drainage, aanbrengen bovenafdichting	XXX XXXX	- Langs de randen van de stort kan soms aanvullende drainage worden aangebracht. Het aanbrengen van een bovenafdichting voorkomt verdere vorming van percolaat

TECHNISCH VOORZIENING	COMPENSERENDE MAATREGEL	UITBREIDEN	OPMERKINGEN
Functioneert niet	Aanbrengen bovenafdichting		- Vorming van percolaat moet worden voorkomen door middel van bovenafdichting
<u>Gasdrainage en/of gasbramen</u> Functioneert	Gasdrainage bij verticale uitbreiding	XXX	- Beperkte hoeveelheden gas kunnen met een gasdrainagelaag worden afgevoerd
Functioneert onvoldoende	Idem. eventueel bijplaatsen verticale schachten	XXX	- Voor grotere hoeveelheden gas kan bijplaatsen van verticale gasonttrekkingschachten noodzakelijk zijn
Functioneert niet	Aanleggen gasdrainagelaag, plaatsens verticaal systeem	XXX	- Stortgas moet worden afgevoerd, bijvoorbeeld door de beschreven systemen
<u>Bodemverontreiniging</u> Geen bodemverontreiniging	-	XXX	-
- Bodemverontreiniging op termijn te verwachten	-		Als de restlevensduur van de onderafdichting beperkt is, kan op den duur bodemverontreiniging ontstaan. Indien de verontreiniging beheersbaar is is uitbreiding in principe mogelijk. Beoordeeld moet worden of de te treffen beheersmaatregelen ook voor de lange termijn wenselijk zijn.
- naar verwachting beheersbaar	- beheersmaatregelen	XXXX	-
- naar verwachting onbeheersbaar	- mogelijk ontstaan van een saneringssituatie. Aanvullende IBC-maatregelen vereist	XXXX	-
- Bodemverontreiniging aanwezig	-		
- beheersbaar	- beheersmaatregelen	XXXX	-
- onbeheersbaar	- saneringssituatie	XXXX	-
<u>Beïnvloeding oud afval door nieuw</u>			
- Geen invloed		XXX	-

TECHNISCHIE VOORZIENING	COMPENSERENDE MAATREGEL	UITBREIDEN	OPMERKINGEN
<ul style="list-style-type: none"> - Beïnvloeding voldoende voorzieningen aanwezig (goede onderafdichting etc.) - onvoldoende voorzieningen 	<ul style="list-style-type: none"> - - afdichting tussen oud en nieuw afval 	<p style="text-align: center;">XXX</p> <p style="text-align: center;">XXXX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - De aanwezige voorzieningen zijn in staat beïnvloeding (bijvoorbeeld percolaat) op te vangen en af te voeren. Uitbreiden is dan verantwoord - Per geval moet beoordeeld worden of een afdichting tussen oud en nieuw afval aangelegd kan worden
<p><u>Afdichting tussen oud en nieuw afval</u></p> <p>Omvang van zetting/klink</p> <ul style="list-style-type: none"> - gering (< 0,25 m/m) - groter (> 0,25 m/m) 	<ul style="list-style-type: none"> - aanleg m.b.v. richtlijn onderafdichtingsconstructies - idem, met verzwaring van de constructie 	<p style="text-align: center;">XXX</p> <p style="text-align: center;">XXXX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bij een beperkte zetting/klink is een afdichting op oud afval met voldoende betrouwbaarheid te realiseren - Bij grotere zetting/klink moet beoordeeld worden of een afdichting op oud afval met voldoende betrouwbaarheid is te realiseren. Zo niet, dan moet van uitbreiding worden afgezien
<p>Zijdelings uittreidend percolaat</p> <p>Stortgasontwikkeling oud afval</p> <ul style="list-style-type: none"> - beperkt - groot 	<p>Drainagelaag onder tussenafdichting</p> <ul style="list-style-type: none"> - gasdrainagelaag idem aangevuld met horizontale gasdrains, eventueel doorvoeren verticale gasonttrekkings-schachten - <p>Aanbrengen aanvullende steunlaag, verwijderden slappe lagen</p>	<p style="text-align: center;">XXX</p> <p style="text-align: center;">XXX</p> <p style="text-align: center;">XXXX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stortgas is vrijwel altijd goed af te voeren, eventueel via het percolaatdrainagesysteem <p>Bij onvoldoende klankbord is verdichting van de minerale afdichtingslaag niet goed mogelijk. Dit beperkt het functioneren van de afdichting zodat maatregelen noodzakelijk zijn</p>

6.9.6 Nadere beschrijving van technische aandachtspunten

In het voorgaande schema komt een aantal technische voorzieningen voor die aangelegd kunnen worden. De aandachtspunten die specifiek zijn in gevallen van uitbreiding van bestaande situaties, worden onderstaand toegelicht. Uitgebreidere technische informatie is opgenomen in het achtergronddocument "Aansluiten van uitbreidingen op bestaande situaties" (Heidemij, 1993).

Combinatieafdichting tussen oud en nieuw afval

Een dergelijke afdichting wordt aangelegd tussen het reeds aanwezige afval, en het nieuw te storten afval. Bij ontwerp en aanleg dient met een aantal zaken rekening gehouden te worden: restklink en verschilklink-verwachting, gasvorming in het oude afval, afvoer van percolaat en de aansluiting met de afdichtende constructies.

Restklink en verschilklink-verwachting: als een afdichting op oud afval wordt aangelegd kan er nog een aanzienlijke restklink te verwachten zijn. Deze restklink dient vastgesteld te worden ten behoeve van het inschatten van de verschilklink. Dit wordt meegenomen bij het ontwerp van de afdichting. De afdichting kan vervolgens overeenkomstig de richtlijn "Onderafdichtingsconstructies" (Ministerie VROM, 1993-2) ontworpen en aangelegd worden.

Gasvorming in oud afval: als een afdichting op oud afval wordt aangebracht moet afvoer van gas dat in het oude afval ontstaat, mogelijk blijven. Mogelijkheden hiervoor zijn het aanbrengen van een gasdrainerende laag onder de tussenafdichting, aanbrengen van horizontale gasonttrekkingsbuizen of het maken van vloeistofdichte doorvoeringen voor verticale gasonttrekkingsschachten door de afdichtende laag.

Percolaat-afvoer: het percolaat dat in het nieuw te storten afval ontstaat moet gescheiden blijven van het percolaat dat in het oude afval ontstaat. Gelet op de mogelijk grotere klink en dus de grotere faalkans op delen met oud afval in de ondergrond, kan een overdimensionering van het percolaat-opvangsysteem worden toegepast.

Aansluiting met afdichtende lagen: aansluiting van de afdichting op de onder- danwel bovenafdichting dient op een betrouwbare wijze gerealiseerd te kunnen worden. Aandachtspunten hierbij zijn:

- technische staat van de aanwezige afdichtingsconstructies;
- toegepaste materialen in de aanwezige afdichtingsconstructies;
- mogelijk tot controle van de aansluiting en eventuele vervanging daarvan.

Om een goede aansluiting te bevorderen heeft het toepassen van afdichtingsmaterialen die gelijk zijn aan de materialen die in de onderafdichting zijn toegepast, de voorkeur.

Aanwezige verontreiniging van de bodem

Bij oudere delen van een stortplaats is er een reële kans dat verontreinigingen in de bodem aanwezig zijn. Uitbreiden van de stortplaats moet in zo'n geval mede bewerkstelligen dat de verontreiniging tijdens en na uitbreiding beheerst en gesaneerd wordt.

Bij het ontwerp van de uitbreiding is daarvoor afstemming noodzakelijk tussen:

- aanwezige voorzieningen en het functioneren daarvan;
- bodemopbouw en geohydrologie;
- aard en omvang van de verontreiniging;
- wijze waarop de verontreiniging met voldoende zekerheid gesaneerd kan worden;
- aan te leggen controle-drainage en onderafdichtingsconstructie.

Voor zowel het vaststellen van de aard en de omvang van de verontreiniging, als voor de wijzen waarop de verontreiniging gesaneerd kan worden, kan men aansluiten bij de technieken die voor bodemsanering zijn ontwikkeld (Min. VROM, 1991-2).

Gescheiden monitoring

De monitoring van de uitbreiding van de stortplaats moet ten behoeve van controleerbaarheid los van de bestaande delen van de stortplaats uitgevoerd kunnen worden indien de aard van het nieuw te storten afval dit vereist. Dit kan het geval zijn indien het nieuw te storten afval een ongunstige invloed kan hebben op het reeds aanwezige afval, bijvoorbeeld door extra uitloging.

De controle-drainage van de uitbreiding kan daarvoor in een tussenafdichting in de vorm van een gescheiden combinatie-afdichting worden aangebracht. In andere gevallen kan het noodzakelijk zijn om een gescheiden monitoring te verkrijgen door het plaatsen van een hydrologische scheiding in de vorm van verticale bronnen of damwanden. Afweging hiertussen moet gevalspecifiek worden gemaakt.

Op basis van de "Richtlijn drainagesystemen" (Ministerie VROM, 1993-1) is in paragraaf 6.2 van de Leidraad Storten een korte beschouwing opgenomen over verticale en horizontale controle-systemen.

6.10 Geraadpleegde literatuur

ADVIESCENTRUM STORTGAS. Verslag van de bijeenkomst op 18 november 1992 in het Turfschip te Breda, Apeldoorn, 1993

ADVIESCENTRUM STORTGAS. Overzicht stortgasprojecten in Nederland (1983 - 1991), Apeldoorn, 1993

ANONIMOUS. Stortgascentrale in bedrijf gesteld, 1991, in: Gemeentereiniging Afvalmanagement, 1991(82), nr.7 pp. 284 - 285

BOGAARD, E.J.M. VAN DEN, HOEKS, J., Milieu-effecten en milieutechnische maatregelen betreffende de stortplaats Linne/Montfort, Wageningen, 1988

COMM. PREVENTIE VAN RAMPEN DOOR GEVAARLIJKE STOFFEN, CPR 9-1 en CPR 9-2,

COMM. PREVENTIE VAN RAMPEN DOOR GEVAARLIJKE STOFFEN, Opslag gevaarlijke stoffen in emballage (0 - 10 ton) CPR 15-1, 1990

COMM. PREVENTIE VAN RAMPEN DOOR GEVAARLIJKE STOFFEN, Opslag gevaarlijke stoffen, chemische afvalstoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage, opslag van grote hoeveelheden, CPR 15-2, 1991

CUWVO. Modellen voor vergunningvoorschriften en aanvraagformulieren WVO, juli 1992.

CUWVO. Zuivering van percolatiewater van stortplaatsen voor voornamelijk huishoudelijke afvalstoffen, 1987

DIRECTORAAT-GENERAAL VAN DE ARBEID, Leidraad voor gevarezone-indeling met betrekking tot gasontploffingsgevaar en elektrische installaties en - materiëel, 1979

DRAKA POLVA. Technische informatie, Enkhuizen,

DYKA. Technisch handboek

HASKONING/HEIDEMIJ ADVIESBUREAU, Vergunningaanvragen voor Aw- en Wvo-vergunningen en voor een ontheffing ingevolge de Wca voor stortplaats 'Spinder' in Tilburg, Nijmegen, 1992

HEIDEMIJ ADVIES. Achtergronddocument "Uitbreiden van bestaande situaties", Arnhem, 1993

HEIDEMIJ ADVIESBUREAU, Milieu-effectrapport uitbreiding capaciteit stortplaats Spinder, Arnhem, 1992

HEIDEMIJ ADVIESBUREAU, Milieu-effectrapport afvalverwerkingsplaats Midden-IJssel, Arnhem, 1992

HEIDEMIJ ADVIESBUREAU. Inrichtings- en stortplan afvalverwerkingsplaats Midden IJssel. Deventer, 1992

HEIDEMIJ ADVIESBUREAU. Afvalverwerkingsinrichting Landgraaf inrichtings- en stortplan, 's-Hertogenbosch, 1992

HEIDEMIJ ADVIESBUREAU. Opvang en behandeling van perkolatie water van afvalstortterreinen. Leidschendam, 1984, in: Reeks bodembescherming deel 35

HEIDEMIJ ADVIESBUREAU. Richtlijnen ten behoeve van bodembeschermende maatregelen ter zake van opslag en stortactiviteiten. Leidschendam, 1988, in: Reeks bodembescherming deel 78

KRITNO, KIWA. Protocollen van het toepassen van geomembranen ten behoeve van bodembescherming. Delft, 1992, in: rapport nr. 794/'92

KRITNO. Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu. Delft, 1991, in: rapport nr. 296/'91

MINISTERIE VAN VROM. Richtlijn drainagesystemen en controlesystemengrondwater voor stort- en opslagplaatsen, 's-Gravenhage, 1993, in: VROM-reeks bodembescherming 1993-1

MINISTERIE VAN VROM. Richtlijn onderafdichtingsconstructies voor stort- en opslagplaatsen, 's-Gravenhage, 1993, in: VROM-reeks bodembescherming 1993-2

MINISTERIE VAN VROM. Leidraad bodembescherming. Leidschendam, 1991

MINISTERIE VAN VROM. Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen. Leidschendam, 1991, in: publicatiereeks bodembescherming, deel 2

MINISTERIE VAN VROM. Handboek composteren en vergisten van GFT-afval, 's-Gravenhage, 1991, Publicatiereeks afvalstoffen nr. 1991/2

RETTENBERGER G. e.a., Deponiegasnutzung, Bonn (BRD), 1991, in: Band 2 van de "Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft"

SCHEEPERS, M.J.J., De toepassing van stortgas in Nederland, 1991a in: GAS, nr. 5, p. 200-205

STARING CENTRUM, HEIDEMIJ ADVIESBUREAU. Handboek voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen. Wageningen, 1990 (Rapport 91, Staring Centrum)

Stortbesluit bodembescherming. Staatsblad 1993, no. 55

TAUW INFRA CONSULT, Definitief eindrapport model Wca-ontheffingsvoorschriften storten C3-afval, Deventer, 1992.

TNO. Broeikasgassen uit vuilstorten in Nederland, 1991, in: TNO-rapportnr. 91-444

Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming, Staatscourant 37, 23 februari 1993

UNI STUTTGART, "Richtlinien für den Bau und Betrieb von Deponie-Entgasungs- und Nutzungsanlagen", Uni Stuttgart, 1986