

VOORWOORD

De Sub-Werkgroep VAM-verwerkingsbedrijf is onderdeel van een in 1977 door Provinciale Waterstaat Drenthe ingestelde Werkgroep VAM-bedrijf, die tot taak kreeg om Gedeputeerde Staten van Drenthe te adviseren omtrent de huidige en toekomstige milieu-effecten van het VAM-bedrijf in Wijster.

In de Sub-Werkgroep zijn verschillende instanties vertegenwoordigd door de volgende personen:

- Provinciale Waterstaat Drenthe : ir. H. J. Brand (voorzitter)
ing. J. J. G. Schaap
ing. G. Wonink
- Vuil Afvoer Maatschappij V. A. M. : J. van Dommelen
J. Oosthoek
- Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding : dr. P. E. Rijtema
dr. J. Hoeks
- Stichting Verwijdering Afvalstoffen : ir. E. J. Mesu
- Gemeente Beilen : G. Wijers
S. J. Bergsma

De definitieve versie van dit rapport is tot stand gekomen na uitvoerige discussies in de bovengenoemde Sub-Werkgroep. Het rapport beschrijft de biochemische processen in het afval voorzover deze van belang kunnen zijn voor de milieu-effecten van het VAM-bedrijf.

INHOUD

	Blz.
1. OPEENVOLGENDE STADIA IN HET AFBRAAKPROCES	7
2. EFFECTEN VAN VERDICHTING EN AFDEKKING	10
3. GASONTWIKKELING	12
4. CONCLUSIES	14
5. LITERATUUR	15

1. OPEENVOLGENDE STADIA IN HET AFBRAAKPROCES

Op het VAM-bedrijf wordt het aangevoerde afval voor een deel verwerkt op het composteringsterrein, terwijl het overige deel rechtstreeks wordt afgevoerd naar het stortterrein. In beide gevallen voltrekken zich in het afval meerdere afbraakprocessen. Men kan daarbij een drietal verschillende stadia onderscheiden (ROVERS and FARQUHAR, 1973):

a. Aerobe fase

Aanvankelijk is nog zuurstof aanwezig in het pasgestorte afval. De zuurstof wordt echter vrij snel verbruikt bij de aerobe afbraakprocessen, waarbij organische stoffen worden geoxydeerd, totdat uiteindelijk koolzuurgas en waterdamp overblijven als afbraakprodukten. Tijdens dit aerobe afbraakstadium loopt de temperatuur vrij sterk op en kan waarden bereiken van 70 à 80°C. De aerobe fase duurt meestal betrekkelijk kort, afhankelijk van de verdichtingsgraad van het afval enkele dagen tot enkele weken. Bij het composteringsproces, zoals dit wordt toegepast op het VAM-bedrijf en op sommige stortterreinen in Duitsland (z. g. 'Rotteponie'-methode), probeert men deze aerobe fase zo lang mogelijk te handhaven door het afval los te storten. Vooral bij grote afvalhopen is het echter vrijwel onmogelijk om het inwendige van de afvalhoop aeroob te houden. Bij de compostering op het VAM-bedrijf worden deze afvalhopen daarom enkele keren omgezet zodat opnieuw beluchting plaats vindt. Tegelijkertijd wordt het afval bevochtigd om het composteringsproces zo goed mogelijk te laten verlopen.

Op stortplaatsen, waar het afval direct na het storten wordt vastgereden en verdicht, is de aerobe fase slechts van korte duur. Dit blijkt ook uit het verloop van de temperatuur, die in dit geval niet hoger wordt dan 30 à 40°C.

b. Anaerobe zuurvormingsfase

Na het intreden van de anaerobe fase worden vooral facultatief anaerobe micro-organismen actief. Deze hydrolyseren complexe organische stoffen tot kleinere, oplosbare componenten, zoals lagere vetzuren, eenvoudige suikers, aminozuren en andere laag-moleculaire organische stoffen. Dit hydrolyse-proces voltrekt zich doorgaans vrij snel en kenmerkt zich vooral door de vorming van organische zuren. Andere afbraakprodukten zijn NH_3 , H_2O , H_2 -gas en CO_2 -gas. De gevormde afbraakprodukten zijn goed oplosbaar en door de optredende verzuring gaan in deze fase ook metaalionen gemakkelijker in oplossing. De verontreinigingsgraad van het perkolatiewater neemt dan ook snel toe tijdens dit afbraakstadium.

c. Anaerobe methanogene fase

In deze fase komt de methaangisting op gang. De eerder gevormde organische zuren worden hierbij afgebroken tot CH_4 -gas en CO_2 -gas. De methaanvormende bacteriën zijn strikt anaeroob, groeien vrij langzaam en zijn zeer pH-gevoelig. Ze kunnen slechts enkele substraten, namelijk H_2 -gas, mierzuur, azijnzuur en methanol gebruiken voor hun energievoorziening. Hogere vetzuren en alkoholen zullen dus eerst door niet-methanogene bacteriën moeten worden afgebroken tot een van de genoemde produkten (BORST, 1978).

Het temperatuurtraject, waarbinnen methaangisting optreedt, is vrij groot. Voor thermofiele bacteriesoorten ligt de optimum-temperatuur boven 44°C, voor mesofiele soorten tussen 20° en 44°C en voor psychrofiele soorten beneden 20°C. Toch zijn de bacteriën zeer temperatuurgevoelig. Plotselinge temperatuurschommelingen van enkele graden kunnen het methaangistingsproces ernstig verstoren.

De optimale pH ligt tussen pH 6,7 en 7,2. Vanwege de vorming van organische zuren tijdens de verzuringsfase moet de buffercapaciteit van het afval vrij groot zijn, wil de pH binnen het gewenste traject blijven.

De bacterie-aktiviteit neemt toe met het vochtgehalte. Door toediening van water aan het afval blijkt de gasproduktie en ook het percentage CH_4 in het gas sterk toe te nemen. De methaanproduktie zou maximaal zijn bij een vochtgehalte van 60-80 gew. %.

De verschillende fasen in het afbraakproces komen duidelijk tot uiting in de samenstelling van het in het afvalstort aanwezige gas (zie fig. 1). Uit literatuurgegevens blijkt, dat het methaangistingsproces pas na 1/2-2 jaar op gang komt. In sommige gevallen wordt zelfs een termijn van 4 à 5 jaar genoemd.

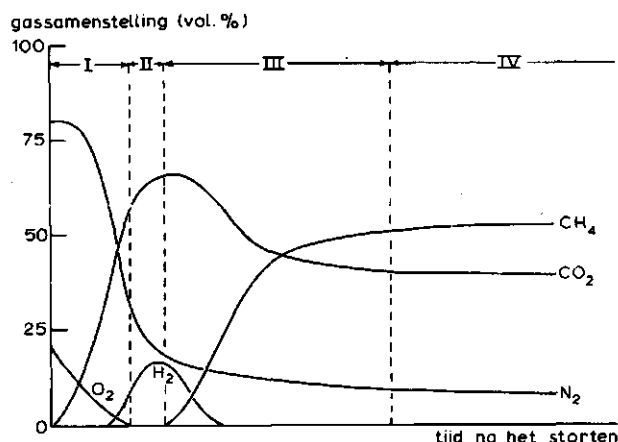


Fig. 1. Schematisch verloop van de gassamenstelling in een vuilstort:
I = aerobe fase, II = verzuringsfase, III en IV = methaangistingsfase

Het lijkt niet onwaarschijnlijk dat de stortmethode en ook de aard van de afvalstoffen invloed zullen hebben op de methaangisting. Mogelijk kan door bijvoeging van kalkhoudende afvalstoffen of bijmenging met rioolslib het methaangistingsproces worden versneld.

Bij het composteren van afvalstoffen wordt de methanogene fase doorgaans niet bereikt, omdat door het omzetten van de afvalhopen het afval opnieuw wordt belucht. Wel zal door het

hoge zuurstofverbruik het inwendige van de afvalhopen vrij snel anaeroob worden. Het afbraakproces blijft echter naar alle waarschijnlijkheid in de zuurvormingsfase steken. De gassamenstelling in het afval verloopt mogelijk op een wijze, zoals schematisch is weergegeven in fig. 2. Na het omzetten treedt een herhaling van processen op, met dit verschil dat geleidelijk de goed afbreekbare organische stoffen verdwijnen. Dit betekent waarschijnlijk dat de processen na het herhaaldelijk omzetten steeds trager verlopen. De gevormde zuren worden door het omzetten geoxydeerd, waarbij een eventuele pH-daling, ontstaan tijdens de verzuringsfase, weer wordt gecorrigeerd.

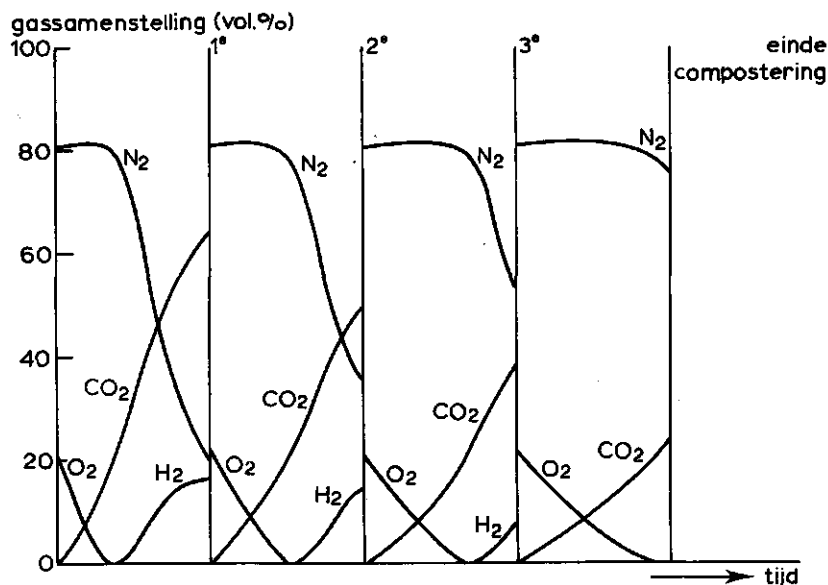


Fig. 2. Vermoedelijke verloop van de gassamenstelling in het afval tijdens het composteringsproces, waarbij de afvalhopen 3x worden omgezet.

2. EFFECTEN VAN VERDICHTING EN AFDEKKING

Uit onderzoek in de USA en Duitsland (HAM, 1976; EHRIG, 1978) is gebleken dat de verzuringsfase langer duurde als het gestorte afval direct werd verdicht en afgedekt met grond. Werd het afval pas na 6 maanden afgedekt met grond, dan kwam de methaan-gisting aanzienlijk sneller op gang.

De duur van de verzuringsfase is van veel belang voor de verontreinigingsgraad van het perkolatiewater. Tijdens de verzuringsfase ligt de COD-waarde van het perkolatiewater namelijk in de orde van 30 000 à 40 000 mg $O_2 \cdot l^{-1}$ (COD/BOD₅ \approx 1,5 à 2). Na het intreden van de methaanvergistingsfase daalt de COD tot 2000 à 3000 mg $O_2 \cdot l^{-1}$ (COD/BOD₅ \approx 10 à 15). Er worden dan praktisch geen lagere vetzuren meer aangetroffen in het perkolatiewater, waardoor de pH van het water tot ca. 8 oploopt. Het is daarom gewenst, dat het afbraakproces zo snel mogelijk het stadium van de methaangisting bereikt.

Volgens EHRIG (1978) heeft de mate van verdichting een belangrijke invloed op de hoeveelheid perkolatiewater. Hij stelt dat, door het afval te verdichten met een compactor, de hoeveelheid perkolatiewater ongeveer 20 à 25% van de neerslag bedraagt, terwijl bij gebruik van een bulldozer 30 à 50% van de neerslag als perkolatiewater vrijkomt. Op de onderzochte stortplaatsen varieerde de gemiddelde hoeveelheid neerslag van 508 tot 696 mm per jaar. De ouderdom van de stortplaatsen lag tussen 1,5 en 9,4 jaar.

Er is reden om bij de onderzoeksresultaten van EHRIG enige vraagtekens te plaatsen. Allereerst is het onzeker of in alle gevallen wel een evenwichtssituatie is bereikt met betrekking tot de afvoer van perkolatiewater. Verder ontbreken gegevens over de wijze, waarop de hoeveelheid perkolatiewater is gemeten. Ook worden geen gegevens vermeld van de oppervlakkige afvoer (runoff).

Op twee van de onderzochte stortplaatsen werd het perkolatiewater teruggepompt op het afvalstort. Gedurende de 7 respectievelijk 11 jaren, dat dit systeem nu wordt toegepast, heeft men nog steeds geen water aan deze kringloop hoeven te onttrekken. Mogelijk is de verdamping hier belangrijk hoger, omdat de afdeklaag voortdurend vochtig wordt gehouden. Bij dit systeem zou volgens onderzoek van POHLAND (1976) de methaangistingsfase sneller worden bereikt.

HAM (1976) heeft de runoff gemeten in grote lysimeterbakken (10 x 20 meter) met afval afgedekt met slibhoudend zand. Op een helling van 3% bedroeg de runoff 7,5-8,5% van de neerslag (neerslaggegevens zijn niet vermeld). De hoeveelheid perkolatie-

water varieerde van 19 tot 23% van de neerslag. Deze cijfers mogen echter niet zonder meer worden toegepast op grotere oppervlakten en langere hellingen.

De indruk bestaat dat deze experimenten nog te veel vragen onbeantwoord laten. Met name de runoff is niet gemeten, althans niet op vuilstortplaatsen. Aanvullend onderzoek naar het effect van verdichting en afdekking lijkt dan ook gewenst.

3. GASONTWIKKELING

De gasontwikkeling in het afval, zoals deze met name optreedt tijdens de methaangistingsfase, kan een aantal problemen veroorzaken op vuilstortterreinen (HOEKS, 1976). Reeds tijdens de stortfase kan het gevormde methaangas er de oorzaak van zijn, dat op afgewerkte gedeelten van het stortterrein de vegetatie afsterft. Het gas ontwijkt namelijk via de afdeklaag in de atmosfeer. In de afdeklaag, waar door diffusie zuurstof binnendringt, wordt het gas gedeeltelijk of geheel geoxydeerd door aerobe micro-organismen. De zuurstof wordt daarbij zeer snel verbruikt, waardoor anaerobe omstandigheden ontstaan in de afdeklaag. Over het algemeen zullen plantesoorten die gewend zijn aan lage zuurstofgehalten (b. v. moerasachtige planten) het best bestand zijn tegen deze ongunstige aeratietoestand (HOEKS, 1974).

Aangezien het hier brandbaar gas betreft, bestaat er in principe gevaar voor explosies. Dit is echter alleen mogelijk als het methaangas zich ophoopt in afgesloten ruimten, bijvoorbeeld in kelders onder gebouwen. Bij de herbestemming van afgewerkte stortterreinen dient men zich deze problemen goed te realiseren. Gebouwen mogen alleen in uitzonderingsgevallen op stortterreinen worden geplaatst waarbij men speciale voorzorgsmaatregelen dient te treffen met het oog op explosiegevaar (HOEKS, 1976).

Ten einde problemen te voorkomen kan men overwegen om een ontgassingssysteem aan te leggen. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door in het afvalstort ventilatiepijpen of grindbanen aan te

brengen, waarlangs het gas kan ontwijken in de atmosfeer. Via dergelijke ventilatiepijpen kan het gas ook uit het stort worden opgepompt.

De gasproduktie is dermate hoog, dat voor grotere stortplaatsen de winning van het methaangas een interessante zaak kan zijn. Volgens voorzichtige schattingen bedraagt de gasproduktie ongeveer 5 à 7 m³/jaar per ton afval gedurende de eerste 10 jaren na het storten (zie fig. 3; HOEKS, 1976). Voor de VAM-stortplaats wordt de huidige gasproduktie geraamd op 20 à 25 miljoen m³/jaar (samenstelling: 50% CH₄, 50% CO₂). Ook al zou slechts de helft winbaar zijn, dan gaat het nog om ruim 10 miljoen m³ gas per jaar.

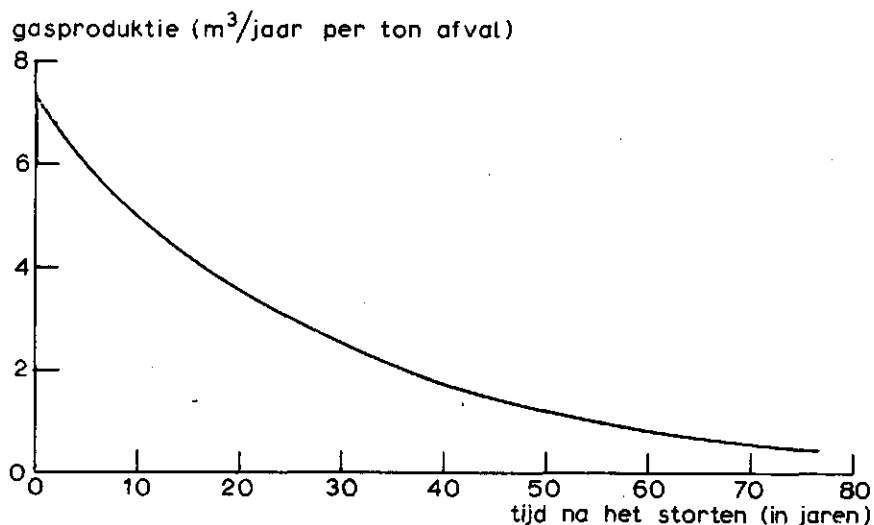


Fig. 3. Verloop van de gasproduktie in een vuilstort met de tijd, berekend volgens HOEKS (1976)

Op enkele stortplaatsen in de USA wordt momenteel methaangas onttrokken voor verwarmingsdoeleinden of voor opwekking van elektriciteit. Veelal blijkt daaruit dat de hier gegeven schattingen aan de lage kant zijn. CARLSON (1977) vermeldt voor een stortplaats in Mountain View (California), dat de gassamenstelling

constant bleef bij een onttrekkingsnelheid van 1,0 à 1,5 miljoen m³ gas/jaar per hectare stortterrein (storthoogte ca. 13 meter).

4. CONCLUSIES

Het afbraakproces, zoals dat plaats vindt in een afvalstort, blijkt in belangrijke mate bepalend te zijn voor de verontreinigingsgraad van het perkolatiewater. Vooral tijdens de verzuringsfase neemt de verontreinigingsgraad van het perkolatiewater sterk toe. Het blijkt, dat de verzuringsfase langer aanhoudt naarmate het afval meer is verdicht en sneller is afgedekt met grond.

Zodra het afbraakproces het stadium van de methaangisting heeft bereikt, loopt de verontreinigingsgraad van het perkolatiewater sterk terug. Dit geldt niet alleen voor de organische belasting maar ook voor de belasting met verschillende metaalionen. Afhankelijk van diverse factoren (o. a. verdichting, afdekking, vochtgehalte) duurt het een halfjaar tot soms zelfs 5 jaren alvorens de methaangistingsfase wordt bereikt.

De indruk bestaat dat de oppervlakkige afstroming van water op een stortterrein toeneemt als het afval is verdicht en afgedekt met grond. De literatuurgegevens geven over dit aspect echter onvoldoende informatie. Voorlopig lijkt het nog niet verantwoord om aan deze gegevens conclusies te verbinden voor de praktische verwerking van afval op stortterreinen.

De vegetatie op afgewerkte stortterreinen ondervindt nogal eens hinder van gasontwikkeling in het afvalstort. Voorts bestaat er gevaar voor explosies als het gas zich kan ophopen in afgesloten ruimten in of onder gebouwen. Deze problemen kunnen worden ondervangen door de aanleg van een ontgassingssysteem. Voor grotere stortplaatsen, zoals bij het VAM-bedrijf, lijkt de winning van het gas voor commerciële doeleinden een aantrekkelijke zaak. Momenteel verricht de VAM, in samenwerking met het ICW, onderzoek naar de mogelijkheden van gaswinning, terwijl bij de SVA een onderzoek is gestart naar de gasontwikkeling in afvalstorten in relatie met de storttechniek, vegetatieschade en verontreiniging van het grondwater.

5. LITERATUUR

- BORST, R. J. 1978. Processen in de grond onder een vuilstortplaats. Nota ICW 1068, Wageningen, 45 pp.
- CARLSON, J. A. 1977. Recovery of landfill gas at Mountain View. Solid Waste Information, EPA, Cincinnati, Ohio, 62 pp.
- EHRIG, H. J. 1978. Sickerwasser aus Deponien: Herkunft, Menge Zusammensetzung. In: Aktuelle Probleme der Deponietechnik. Abfallwirtschaftsseminar, Techn. Univ. Berlin, pp. 27-54
- HAM, R. K. 1976. Solid waste degradation due to shredding and sludge addition. In: Gas and Leachate from Landfills. Proc. Symp. Rutgers Univ., New Brunswick, New Jersey; EPA-600/9-76-004, pp. 168-176
- HOEKS, J. 1974. Overlevingskansen van straatbomen bij aardgaslekkage. Verspreide Overdrukken ICW 156, Wageningen, 6 pp.
- HOFKS, J. 1976. Gasontwikkeling in vuilstorten. Nota ICW 894, Wageningen, 23 pp.
- POHLAND, G. P. 1976. Landfill management with leachate recycle and treatment: an overview. In: Gas and Leachate from Landfills. Proc. Symp. Rutgers Univ., New Brunswick, New Jersey; EPA-600/9-76-004, pp. 159-167
- ROVERS, F. A. and G. J. FARQUHAR, 1973. Infiltration and landfill behaviour. Amer. Soc. Civil. Eng., J. Env. Eng. Div. 99: 671-690

