

(Contract N90E3)

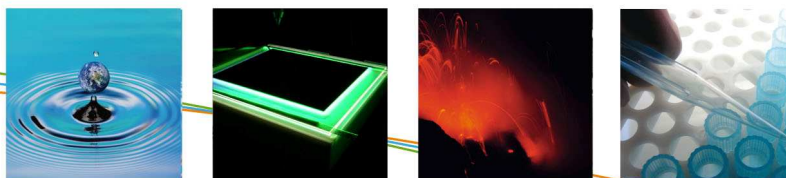
CONCLUSIE van het FINAAL RAPPORT

# Toepassingsmogelijkheden van (plasma)vergassingstechnologie voor de verwerking van restafval

Vanderreydt Ive, Van Hoof Veronique en Vrancken Karl

Studie uitgevoerd in opdracht van: Bionerga  
2009/TEM/R/

Augustus 2009



**VITO NV**

Boeretang 200 – 2400 MOL – BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 – Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be – www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 435-4508191-02 KBC (Brussel)  
BE32 4354 5081 9102 (IBAN) KREDBEBB (BIC)

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

## CONCLUSIE: VERGELIJKING VERGASSING VERSUS (ROOSTEROVEN)VERBRANDING

---

De mogelijkheden en beperkingen van vergassing van restafval worden met behulp van een SWOT-analyse vergeleken met klassieke verbranding in een roosteroven.

Figuur 1 geeft een overzicht van deze analyse. De 4 basiselementen van de SWOT-analyse worden in de volgende paragrafen besproken.

### 1.1 Sterktes (strengths)

Vergassing levert een stabiel verglaasd granulaat, dat in vergelijking met de assen (van een verbrandingsoven) een veel lagere uitloogbaarheid heeft en dus veiliger kan gebruikt worden.

In tegenstelling tot hier in de EU, kan bodemas in Japan<sup>1</sup> niet gebruikt worden voor toepassingen zoals wegebouw en wordt daarom verglaasd tot vitrificaat, dat wel als vast eindproduct gebruikt kan worden in de bouw [Themelis, N.J., 2007].

In Europa (en specifiek in Vlaanderen) zijn de afzetmarkten voor het gebruik van gevitricificeerde assen vaak niet beter dan die voor roosteroven bodemassen (dit in tegenstelling tot in Japan).

Een vergasser kan een 2 tot 3 keer grotere bedbelasting aan in vergelijking met een verbrandingsinstallatie, en bijgevolg kan de ruimte ingenomen door het vergassingsbed met de helft gereduceerd worden.

Voor vergassers met syngasreiniging is de reinigingsinstallatie voor het syngas compacter dan de reiniging van het rookgas bij verbranding omdat de geproduceerde gasvolumes kleiner zijn.

Op gebied van emissieprestaties uitgedrukt in hoeveelheid emissie per ton verwerkt huisvuil, scoort Thermoselect beduidend beter dan directe verbranding<sup>2</sup> (cfr. Paragraaf 3.2.2 van het VITO eindrapport): de emissies van stof, HCl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO en PCDD/F worden gereduceerd tot praktisch 50% t.o.v. de emissies van directe verbranding. Dit heeft voornamelijk te maken met de halvering van het rookgasvolume per ton behandeld huisvuil.

---

<sup>1</sup> De technologie werkt in Japan (al 20 jaar) en toch komt het hier in EU niet van de grond. Het verschil EU vs Japan is dat daar de bodemassen van een roosteroven niet gebruikt mogen worden. Er is ook een verschil in ruimtegebruik waardoor assevitricificatie (hetgeen een volumereductie teweegbrengt, maar waardoor de kosten stijgen) in Japan wel een gangbare praktijk is.

<sup>2</sup> Opgemerkt wordt dat de vermelde emissies van directe verbranding afkomstig zijn uit de restafvalstudie (daterende van 2001) en dat de met de huidige stand van techniek emissies in hetzelfde bereik als die opgegeven door Thermoselect kunnen behaald worden

## Conclusie: Vergelijking vergassing versus (roosteroven)verbranding

---

Vergassing geeft een betere absolute verwerking van een aantal toxische stromen, Echter bij afvalverbranding in een roosteroven komen die toxische stoffen niet in de lucht terecht (door de schouw), maar worden beheerst en gecontroleerd in vliegassen en bodemassen. De bodemassen moeten weliswaar voldoen aan de VLAREA uitloogeisen (tot een aanvaardbaar risiconiveau), maar het blijft een niet volledig uitgereageerd materiaal, waarbij nog geen volledige duidelijkheid bestaat over de lange-termijn effecten, terwijl die discussie niet speelt bij het vergaasde product van vergassing.

Het (gezuiverde) syngas van een vergassing kan niet enkel als brandstof gebruikt worden, maar ook als basismateriaal voor de petrochemie en/of andere toepassingen.

Residu's van de syngasreiniging (vliegass, geprecipiteerde metalen, ...) kunnen intern worden gerecycleerd door hen te injecteren in de gesmolten slakken. Op deze manier moeten ze niet afzonderlijk worden gestort.

Voor systemen zonder smeltbad zijn de gerecupereerde metalen van hoge kwaliteit, want niet geoxideerd of gesinterd. Dit voordeel is ook enkel van toepassing voor een aantal non-ferro metalen (die in een klassiek verbrandingsproces als oxiden verloren gaan met de vliegassen); terwijl ferro-metalen geoxideerd mogen zijn voor hergebruik.

Vergassing kan gebruikt worden in combinatie met gasmotoren (en mogelijk gasturbines) om een hogere omzettingsefficiëntie te behalen. Conventionele verbranding gebruikt stoomboilers en turbinegeneratoren en behaalt een lagere efficiëntie.

De hoeveelheid geproduceerd gas per ton huishoudelijk restafval is veel lager dan in conventionele verbrandings- en stoomgeneratie eenheden [WMW, 2007].

## Conclusie: Vergelijking vergassing versus (roosteroven)verbranding

Figuur 1: SWOT-analyse vergassing van restafval versus roosterovenverbranding

<b>STRENGTHS</b>	<b>WEAKNESSES</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) beperkte hoeveelheid restmateriaal; vitrificatie tot stabiel granulaat dat als secundaire grondstof ingezet kan worden</li><li>2) rookgasreinigingsresidu en vliegashouding kan intern verwerkt worden</li><li>3) Voor systemen zonder smeltbad zijn de gerecupereerde metalen van hoge kwaliteit, want niet geoxideerd of gesinterd</li><li>4) compacte installatie</li><li>5) syngas kan als brandstof of als basismateriaal toegepast worden</li><li>6) bij toepassing van syngas in gasmotor of als basismateriaal, zijn de (te reinigen) rookgasvolumes lager dan bij verbranding (geen stikstofballast)</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) het restafval moet sowieso vooraf geshredderd worden</li><li>2) risico op verstopping van voedingssysteem (verminderd risico door bijmengen van slib)</li><li>3) stabiliteit syngas voor stabiele werking gasmotor</li><li>4) hoge investerings- en werkingskost</li><li>5) metalen stukken kunnen de vergasser uit balans brengen</li><li>6) risico op explosie, brand en dispersie van toxische gassen</li><li>7) bewezen karakter van de vergassingstechnologie (gemeten als totale verwerkte hoeveelheid en operationele uren (in werking)): laag (i.v.m. verbranding)</li><li>8) lagere verwerkingscapaciteit per lijn, dus meer lijnen nodig voor plant met hier wenselijke capaciteit</li><li>9) reinigen van een reducerend gas is veel complexer dan het reinigen van een verbrandingsprocesgas</li></ol>
<b>OPPORTUNITIES</b>	<b>THREATS</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) gebruik van syngas als grondstof/basismateriaal</li><li>2) optimalisatie van energetisch rendement</li><li>3) vergasser kan een brede range aan afvalstoffen aanvaarden wat betreft stookwaarden en asgehalte</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) technische bedrijfsvoering</li><li>2) enkel aangetoond in Japan</li><li>3) economische haalbaarheid (afhankelijk van energetisch rendement?)</li><li>4) markt voor syngas als grondstof</li><li>5) markt voor vitrificaat (bestaande in Japan, niet in EU)</li><li>6) blokkage van shredderinstallatie</li></ol>

### 1.2 Zwaktes (Weaknesses)

Het **bewezen karakter** van de technologie (gemeten als totale verwerkte hoeveelheid en operationele uren (in werking)) van vergassing van restafval is **laag** in vergelijking met verbranding. Verder werden **operationele moeilijkheden** gerapporteerd bij sommige vergassingsinstallaties.

Het **niveau van technische bedrijfsvoering** van een vergassingsinstallatie (en dus de nodige opleiding van de operators) is **hoger** dan voor een verbrandingsinstallatie.

Voor de vergassing van restafval zijn altijd **shredders** vereist om het afval voor te behandelen. Deze kunnen moeilijkheden met blokkages ondervinden.

Er kan verstopping van de het voedingssysteem ontstaan door inhomogeniteiten in en het insmelten van het afval, zowel wat betreft chemische samenstelling als structuur. Door het bijmengen van slib onder het afval wordt het risico op verstopping verminderd.

Voor een stabiele werking van de gasmotor dient de syngassamenstelling stabiel te zijn en moet variatie in syngassamenstelling (mogelijk door en afhankelijk van de samenstelling van de toevoer en het type oxidatiemiddel (zuurstof of stoom)) vermeden worden. Hiervoor is vaak een **voorbehandeling (homogenisatie)** van het te behandelen afval nodig.

Metalen stukken in het afval kunnen de installatie uit balans brengen en resulteren in operationele problemen.

De **investerings- en werkingskosten** voor een vergassingsinstallatie zijn hoger dan voor een conventionele roosteroven. De AFSS fiche 'Vergassing' [VITO, 2001] vermeldt dat de investering voor een **installatie voor vergassing** (en verbranding voor het smelten van de assen) van huishoudelijk afval gelijk of hoger ligt dan de investering in een roosteroven met identieke verwerkingscapaciteit. Het verschil bedraagt, afhankelijk van de complexiteit van het vergassingsproces, een factor 1,05-1,5. In de VITO restafvalstudie [VITO, 2001] wordt de **totale verwerkingskost** voor **huishoudelijk afval** geschat op **75-100 euro/ton** voor het vergassingsscenario tegenover **75 euro/ton** voor het roosteroven scenario. Let wel deze bedragen dateren reeds van 2001 (of eerder). Gezien specifieke actuele kostendata voor een vergassingsinstallatie van huishoudelijk restafval ontbreken, wordt in Bijlage 5 indicatief de investerings- en verwerkingskosten van de vergassingsinstallatie van Lathi (Finland) en enkele algemenere kostenbeschouwingen gegeven. Huidige<sup>3</sup> pyrolyse/vergassingskosten in het V.K. worden geschat<sup>4</sup> op ca. 40 – 160 euro/ton, de meeste leveranciers vallen in het bereik **56-88 euro/ton**. Ander bewijs suggereert dat het lagere einde van het bereik van toepassing is voor vergassingstechnologieën (i.e. in de grootte-orde van 40 euro/ton) [EIPPCB, 2006].

Het reinigen van een reducerend gas is veel complexer dan het reinigen van een verbrandingsprocesgas [WMW, 2007].

---

<sup>3</sup> Opmerking publicatie BREF Waste Incineration dateert van 2006

<sup>4</sup> hoewel nog geen projecten op full scale uitbating zijn gebracht

## Conclusie: Vergelijking vergassing versus (roosteroven)verbranding

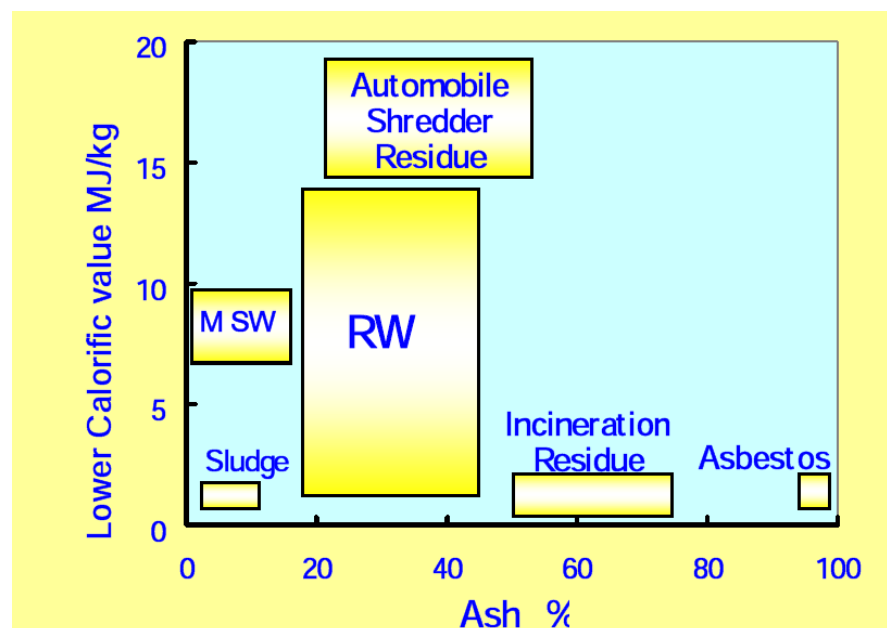
Vergassing houdt een relevant **risico** op explosie, brand en dispersie van toxische gassen (o.a. CO) in. Het inertiseren van de atmosfeer in de afvalbunker is belangrijk met oog op veiligheid.

Met betrekking tot de kwaliteit van het metallisch residu in die technieken met smeltbad dient opgemerkt te worden dat de Cu/ZN legering minder zuiver is en (mogelijks) problemen met de afzet oplevert. Daarenboven heeft het uitbaten van een smeltbad ook implicaties naar arbeidsveiligheid toe.

### 1.3 Opportuniteiten (Opportunities)

Het toenemend belang voor het terugwinnen van grondstoffen en hernieuwbare energie kunnen vergassingsprocessen aantrekkelijker maken op middellange termijn.

Zoals Figuur 2 aantoont kunnen de calorische waarde en de as-inhoud van de afvalstoffen die kunnen behandeld worden in een vergassingsinstallatie breed variëren: i.e. een installatie kan gedimensioneerd worden voor het behandelen van bepaalde afvalstromen met hoog asgehalte en/of hoge calorische waarde. Uiteraard wordt elke installatie specifiek gedimensioneerd voor een bepaald project/situatie (lokale omstandigheden en belangrijkste te verwerken afvalstroom) en zal 1 installatie in de praktijk dus nooit gelijktijdig alle afgebeelde afvalstoffen in Figuur 2 verwerken.



Figuur 2: Eigenschappen van het afval (Bron: Nippon Steel Engineering Co.,Ltd, 2007)

### 1.4 Bedreigingen (Threats)

Het vinden van een markt om het geproduceerde materiaal af te zetten als grondstof kan moeilijk zijn (in Vlaanderen/Europa). Het is niet zeker dat er in Europa een betere afzetmarkt bestaat voor gevitriciseerd materiaal<sup>5</sup> vergeleken met bodemassen, terwijl dit in Japan wel het geval is. Op dit moment is de **markt onbestaande**. De betere uitloogeigenschappen leiden niet tot een meer hoogwaardige toepassing.

Enkele demonstratieprojecten op grote schaal in Europa voor het aantonen van het potentieel van vergassingstechnologie voor het behandelen van (rest)afval werden stopgezet. Er zijn echter wel verschillende commerciële sites operationeel in Japan. Dus de technische en economische haalbaarheid kan niet omschreven worden als volledig aangetoond/bewezen.

**Moeilijkheden** zijn reeds opgetreden met de **shreddingfase** die vereist is om huishoudelijk afval voor te behandelen voor een vergassingsinstallatie. Het voorzien van meerdere shreddingslijnen kan het risico van kostelijk verlies van beschikbaarheid verminderen, maar daar staat tegenover dat het voorzien van dergelijke bijkomende uitrusting aanzienlijk de kosten verhoogt.

De afvalverwerkingsinstallatie dient 92% van het jaar beschikbaar zijn (i.e. een quasi constante aanvoer van afval kunnen verwerken). De (bewezen) **beschikbaarheid**<sup>6</sup> van een vergassingsinstallatie kan een **risicofactor** vormen in de afweging vergassing versus roosterovenverbranding. Voor een jaarlijks te verwerken hoeveelheid huishoudelijk restafval van 300.000 ton, dient in principe een vergassingsinstallatie met 4 lijnen van 250 ton/dag voorzien te worden. Volgens het overzicht van de belangrijkste operationele afval vergassingsinstallaties in de wereld (Tabel 2 van het VITO eindrapport) is dit mogelijk (cfr 720 ton/dag op 3 lijnen in Kita-kyushu, Japan) is dit mogelijk maar dit betekent een additionele investerings- en werkingskost (o.a. bijkomende shredderlijnen, onderhoud, personeel, ...)

### 1.5 Conclusies

Reeds 10 jaar is dit 'de technologie van de toekomst'. Testinstallaties in de EU werden allen stilgelegd wegens technische of financiële problemen. Bottlenecks zijn: homogene materiaaltoevoer, het doseringssysteem, afzet van de glasachtige restproducten, de kwaliteit van de metallische restproducten (voor sommige technologieën), keuze voor grootschalige installaties en de hoge kostprijs (investerings- en werkingskost).

Uiteraard is elke keuze tussen 2 alternatieve afvalverwerkingstechnologieën afhankelijk van wat de maatschappelijke prioriteit krijgt: zo weinig mogelijk storten vs. CO<sub>2</sub>-emissies beperken, vs. energie-efficiëntie, vs. maximale recyclage,...

Het toenemend belang voor het terugwinnen van grondstoffen en hernieuwbare energie kunnen vergassingsprocessen aantrekkelijker maken op middellange

---

<sup>5</sup> Door de broosheid van de gevitriciseerde slakken bestaan er geen extra toepassingsmogelijkheden voor, waardoor het ook in de wegenbouw zal terechtkomen (waar in Europa de markt reeds verzadigd is).

<sup>6</sup> Indien we de verwerkte tonnages/jaar relateren aan de tonnages/dag blijkt dat de vergassingsinstallaties (doorgaans) 'slechts' een theoretische beschikbaarheid van 82% hebben.

## Conclusie: Vergelijking vergassing versus (roosteroven)verbranding

---

termijn op voorwaarde dat deze technologie zijn betrouwbaarheid in industriële toepassingen met variërende samenstelling van afval kan aantonen.

Het besluit van de BREF Waste incineration [EIPPCB, 2006] blijft ons inziens dan ook geldig. Deze BREF stelt dat het bijkomende technologische risico geassocieerd met de toepassing van vergassing voor vele afvalstoffen, significant groter blijft in vergelijking met de betere bewezen thermische behandeling van het type verbranding. Dit bijkomend risico kan verminderen met bewezen marktervaring en bewijs van betrouwbaarheid met veel voorkomende afvalsoorten.