



Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.mcp.tno.nl

T 055 549 34 93
F 055 549 32 01
info@mcp.tno.nl

TNO-rapport

R 2002/140

1038-201

**De verwerking van GFT in de MER
bij het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP)**

Datum	maart 2002
Auteurs	Ir. P.D.M. Meulman (TNO) Dr.Ir. J.A. Zeevalkink (TNO) Ing. R.N. van Gijlswijk (TNO) Ir. J.H.O. Hazewinkel (Techno Invent)
Projectnummer	33376
Trefwoorden	GFT verwerkingsroutes MER LAP
Bestemd voor	VVAV t.a.v. de heer G. van Bezooijen Postbus 19300 3501 DH Utrecht

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksovereenkomsten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Het landelijk afvalbeheersplan (LAP) wordt eens per vier jaar opgesteld om hierin het beleid voor de komende vier jaar vast te stellen. Voor de periode 2002-2006 wordt het LAP op dit moment opgesteld. De inspraakperiode voor het ontwerp LAP en de MER is inmiddels afgerond en de MER-commissie heeft nu 5 weken de tijd om het bevoegd gezag van advies te voorzien.

De VVAV heeft het idee dat in de MER wordt getornd aan het oogmerk van gescheiden inzameling. Hierover heeft de VVAV in de inspraakperiode al een reactie gegeven. Om eraan bij te dragen dat een goede beoordeling van de MER plaatsvindt, wil de VVAV de MER-commissie van extra informatie voorzien. In dat kader is aan TNO gevraagd op korte termijn een document op te stellen voor de MER-commissie, waarin achtergronddocument A14 van het MER wordt becommentarieerd en een toekomstvisie wordt gegeven voor de verwerking van GFT.

In het achtergronddocument A14 worden vijf verwerkingsroutes voor GFT vergeleken, vier bestaande verwerkingsroutes en één theoretisch, d.w.z. nog niet in de praktijk toegepast, proces.

Hierover zijn de volgende punten in deze studie aan bod gekomen:

- Ten eerste is de LCA gebaseerd op veel aannames. Bij enkele aannames is de onzekerheid over de aanname heel groot of is de gekozen aanname niet voor de hand liggend.
- Ten tweede is voor het theoretische proces (vergassen van GFT met bijstoken van het stookgas in een kolencentrale) een optimale configuratie gekozen, terwijl voor de bestaande processen is uitgegaan van de huidige situatie zonder dat rekening wordt gehouden met mogelijke optimalisaties.
- Daarnaast zijn van het theoretische model veel minder betrouwbare gegevens bekend dan van de bestaande processen, waardoor voornamelijk over de LCA over vergassing veel onzekerheid bestaat.
- Naast vergassing zijn er nog meer theoretische, maar wel realistische processen voor de verwerking van GFT mogelijk.
- Tenslotte zijn de geschatte verwerkingskosten van de verschillende processen niet op gelijke wijze bepaald, waardoor een vergelijking niet mogelijk is.

Voor de nabije toekomst zal GFT voornamelijk gecomposteerd en vergist worden, omdat daarvoor veel contracten nog lopen. Over enkele jaren lopen deze contracten af, dan pas zijn grootschalige alternatieve verwerkingsroutes mogelijk. De komende jaren zal dus voornamelijk ingezet worden op kwaliteitsverbetering van de geproduceerde compost, omdat men in ieder geval tot 2005 nog blijft composteren. Op langere termijn is vergassing wel mogelijk, maar om hier een goed beeld van te krijgen voor wat betreft de gevolgen voor het milieu, moeten meer gegevens bekend zijn over o.a. de stookgassamenstelling en de kwaliteit van de assen. Tevens zijn er dan andere processen mogelijk voor de verwerking voor GFT, bijvoorbeeld

de opwerking tot hoogwaardige compost of de inzet voor andere thermische processen voor de productie van hernieuwbare energie. Hierbij moeten naast routes voor energieopwekking tevens processen worden geëvalueerd die materiaalhergebruik mogelijk maken, omdat hiermee beter wordt aangesloten bij de Nederlandse voorkeur voor materiaalhergebruik boven energieopwekking en de meerwaarde van het gescheiden inzamelsysteem.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1. Inleiding	5
2. Andere verwerkingsroutes voor GFT.....	6
3. Onzekerheden en onjuistheden in achtergronddocument A14.....	8
3.1 Onzekerheden in aannames en uitgangspunten	8
3.2 Ongelijke vergelijking	13
3.2.1 Bestaand proces versus theoretisch, nog niet gerealiseerd proces	13
3.2.2 Huidig proces versus toekomstig proces	14
4. Effecten van de aannames op de eindresultaten.....	15
5. Kosten van de verwerkingsroutes	17
6. Hoofdpunten m.b.t. het LAP	19
7. Visie op de toekomst.....	22
8. Conclusies	23
9. Referenties.....	25
10. Verantwoording.....	27
Bijlage 1 Notitie van Dr.Ir. S. Moolenaar, NMI	

1. Inleiding

In het Landelijk Afvalbeheerplan wordt volgens de VVAV getornd aan het oogmerk van de gescheiden inzameling van GFT-afval. De VVAV heeft tijdens de inspraakperiode hierover een reactie gegeven. Inmiddels is de inspraakperiode voor het LAP afgelopen en heeft de MER-commissie 5 weken de tijd om het bevoegd gezag van advies te voorzien. De MER-commissie beschikt over de inspraakreacties en zal toetsen of het rapport voldoet aan de MER-richtlijnen en of het rapport onjuistheden bevat. Het doel van de VVAV is de MER-commissie van extra informatie te voorzien over de verwerkingsmogelijkheden van GFT en te wijzen op eventuele onjuistheden en minder voor de hand liggende uitgangspunten in het MER, zodat zij een goede evaluatie van de mogelijke verwerkingsroutes voor GFT kan maken.

In dat kader is aan TNO gevraagd op korte termijn een document op te stellen voor de MER-commissie, waarin achtergronddocument A14 van het MER wordt becommentarieerd en een toekomstvisie wordt gegeven voor de verwerking van GFT.

In achtergronddocument A14 worden vijf mogelijke verwerkingsroutes voor GFT geanalyseerd. In de onderhavige studie is dit achtergronddocument geanalyseerd en zijn onzekerheden en onjuistheden op een rij gezet. Gezien de beperkte termijn en het doel van de studie is niet de hele LCA geëvalueerd; Alleen de onzekere en niet voor de hand liggende uitgangspunten en de consequenties hiervan voor de resultaten van de LCA worden in deze studie besproken.

De resultaten van deze evaluatie, zoals weergegeven in het onderhavige rapport, hebben betrekking op twee onderwerpen:

1. De keuze voor de in het achtergronddocument bestudeerde verwerkingsroutes van GFT en het weglaten van andere alternatieven
2. De onzekerheid over de gemaakte aannames voor de verwerkingsroutes van GFT

2. Andere verwerkingsroutes voor GFT

In achtergronddocument A14 worden 4 bestaande processen geëvalueerd en één theoretisch, d.w.z. nog niet in de praktijk toegepast proces, namelijk vergassen van GFT met bijstoken van het stookgas in een kolencentrale. Voor de vier bestaande processen is uitgegaan van de huidige situatie en in de praktijk behaalde resultaten, terwijl voor het theoretische proces is uitgegaan van de optimale configuratie. Dit maakt de vergelijking tussen de gebruikte processen onterecht. Voor het verkrijgen van een evenwichtige vergelijking moet een keuze worden gemaakt tussen de volgende 2 opties:

- Vergelijking van de processen bij de huidige stand der techniek
- Vergelijking van de processen met inachtneming van toekomstige ontwikkelingen

Voor een objectieve vergelijking van vergassing van GFT met andere bestaande verwerkingsroutes dienen ook toekomstige ontwikkelingen bij deze bestaande processen in de vergelijking meegenomen te worden. Het is daarom wenselijk om voor elk bestaand proces een variant te definiëren met (realistisch haalbaar geachte) minimale milieu-effecten. Hier wordt in hoofdstuk 3 meer aandacht aan geschonken.

De keuze voor het theoretische proces (vergassing van GFT en bijstoken van het stookgas in een kolencentrale) lijkt willekeurig gekozen. In de richtlijnen voor het MER worden vier verwerkingsroutes genoemd voor GFT, vergassing wordt hier nog niet genoemd. Pas in de opgestelde MER wordt vergassing voor het eerst als optie gegeven. Als reden wordt in de MER genoemd dat na het opstellen van de richtlijnen is gebleken dat vergassing van GFT in andere studies als een op termijn realistische optie wordt genoemd. Echter, er zijn veel meer realistische, maar nog niet in de praktijk toegepaste technologieën, die in de evaluatie zouden kunnen worden meegenomen, zoals:

- Processen die GFT inzetten voor materiaalhergebruik. Het Nederlandse beleid heeft de voorkeur voor materiaalhergebruik boven energieopwekking. Voor het evalueren van toekomstige processen zouden daarom tevens processen die materiaalhergebruik nastreven, moeten worden meegenomen. Dit zijn bijvoorbeeld processen om hernieuwbare grondstoffen van hoogwaardiger kwaliteit te leveren. Hierbij kan worden gedacht aan 100% veenvervanging door productie van zeer schoon compost of door opwerking tot potgrondkwaliteit.
- Processen om duurzame energie op te wekken, zoals kleinschaliger vergassing (stand-alone). De keuze voor grootschalige processen is gebaseerd op een hoger energetisch rendement. Maar bij kleinschalige processen kan de opgewekte warmte vaak beter nuttig worden gebruikt, waardoor het totale rendement hoger kan zijn dan bij een grootschalige installatie.
- Vergassen in een stand-alone installatie en vervolgens methanol produceren.
- Drogen en vervolgens (mee)verbranden in een wervelbed.

- Verbranden in een verbrandingsinstallatie en daarna stoom genereren, dat vervolgens aan een ander proces kan worden geleverd.
- Verbranden in een wervelbed en dan stoom leveren aan een kolencentrale (stoomzijdige integratie)
- Processen om duurzame brandstoffen te produceren, zoals Fischer-Tropsch diesel, HTU-olie, ethanol, brandstofpellets etc.

Als ervoor wordt gekozen tevens toekomstige processen mee te nemen in de vergelijking is de gebruikte lijst niet compleet en kunnen tevens processen uit bovenstaande lijst worden meegenomen in de vergelijking. Vergassen heeft als voordeel dat het voor schoon hout al op demonstratieschaal gebeurt. Dit geldt ook voor verbranden in een wervelbed en opwerken van de kwaliteit van compost. De andere bovengenoemde processen hebben nog een langere weg te gaan.

Het gaat te ver om in deze studie voor deze processen een LCA op te stellen, maar deze lijst geeft wel aan dat er meer realistische, maar in de praktijk nog niet bewezen mogelijkheden zijn dan vergassing van GFT in combinatie met een kolencentrale.

3. Onzekerheden en onjuistheden in achtergronddocument A14

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van mogelijke opmerkingen over en aanmerkingen op achtergronddocument A14. Onderstaande opmerkingen hebben betrekking op:

- De aannames en uitgangspunten;
- De onderlinge vergelijking van verwerkingsroutes.

In achtergronddocument A14 worden verwerkingsprocessen van GFT via LCA analyses vergeleken. Het is van groot belang te beseffen dat bij het uitvoeren van LCA's vaak gebruik wordt (en moet worden) gemaakt van aannames met een relatief grote onzekerheid. In dat geval dienen de resultaten van de analyses voorzichtig te worden geïnterpreteerd, omdat deze ook de nodige onzekerheden bevatten. Om conclusies te kunnen trekken uit de berekeningen is het wel van belang om te bepalen of de onzekere aannames veel invloed hebben op het eindresultaat of niet. Bij de uitgevoerde MER-studie moeten voor de verschillende verwerkingsroutes verschillende aantallen onzekere aannames worden gedaan. Van het ene verwerkingsproces zijn meer en nauwkeuriger kentallen bekend dan van het andere. Het resultaat van de LCA is voor het ene proces dus onzekerder dan voor het andere. In paragraaf 3.1 van dit rapport is een lijst opgenomen van onzekerheden waar aandacht aan moet worden geschonken voordat harde conclusies kunnen worden getrokken. In hoofdstuk 4 wordt vervolgens verder ingegaan op de invloed van de belangrijkste aannames en uitgangspunten op de resultaten van de LCA.

Er is in het LAP gewerkt met referentie-installaties, waardoor zoveel mogelijk realistische aannames kunnen worden gedaan. Er is echter tevens een proces meegenomen dat nog niet in de praktijk wordt toegepast, namelijk vergassing van GFT. Hiervoor is als referentie-installatie een houtvergassingsinstallatie gekozen, waarmee op dit moment praktijkervaring wordt opgedaan. De vergelijking van draaiende installaties onder de huidige omstandigheden en een denkbeeldig proces in de toekomst stuit op enkele fundamentele onzekerheden die reeds in hoofdstuk 2 zijn aangestipt en in paragraaf 3.2 in meer detail worden besproken.

3.1 Onzekerheden in aannames en uitgangspunten

In het achtergronddocument A14 worden veel aannames en uitgangspunten genoemd waarop de LCA is gebaseerd. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste onzekere aannames en uitgangspunten, die veel invloed kunnen hebben op het eindresultaat. Deze opmerkingen staan op volgorde zoals ze in achtergronddocument A14 voorkomen.

1. Bij vergassing wordt het GFT zonder zoutverwijdering in de vergasser gebracht (pagina 48 van A14). Het is de vraag of dit technisch wel mogelijk is. GFT be-

vat 0,24-0,76 gewicht% chloor, terwijl dit voor schoon resthout in de orde grootte van 0,05% ligt. Door dit extra chloor is de kans op corrosie groter, hetgeen ook wordt onderkend in een studie van KEMA, waarop het achtergronddocument voor een groot deel is gebaseerd. In het rapport wordt vermeld dat onder vergassingscondities gemakkelijk ijzeroxides worden gevormd en dat het staal 15Mo3 hierdoor niet geschikt zal zijn voor de vergasser. Dit is gebaseerd op ervaringen in AVI's en uit laboratoriumexperimenten. Bij hoge temperaturen ($> 400^{\circ}\text{C}$) treden in de vergasser problemen op. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er een duurdere vergassingsinstallatie nodig is die corrosiebestendig is of dat het chloor voor vergassing moet worden verwijderd, bijvoorbeeld met een wasstap. Beide oplossingen zullen aanzienlijke extra kosten met zich meebrengen, waar geen rekening mee is gehouden. Door deze hoge kosten is het de vraag of vergassing wel een reële optie is; Het wordt in de praktijk nog niet toegepast en is alleen haalbaar wanneer er veel geld in wordt geïnvesteerd.

2. Bij vergassing wordt het stookgas gekoeld om het van verontreinigingen te ontdoen (zie pagina 48 van A14). In het achtergronddocument wordt echter alleen over stofproblemen gesproken; teer wordt in de LCA niet genoemd. Een medewerker van de Amercentrale heeft bevestigd dat het i.v.m. teervorming niet realistisch is bij GFT vergassing het stookgas te koelen tot 350°C , zoals aangenomen in het LCA. Koeling tot 500°C kan wel, omdat dan nog geen teren condenseren. De extra energie-opbrengst uit stoom is dan echter geen 1,2 MW zoals aangenomen in de LCA, maar ongeveer 0,6 MW.
3. Bij een kolencentrale wordt NO_x uit de rookgassen gereinigd met een selectieve niet-katalytische reinigingsstap (SNCR). Als het NO_x -gehalte in de rookgassen hoger is door het gebruik van GFT als brandstof, kan een selectieve katalytische reinigingsstap (SCR) nodig zijn, afhankelijk van de NO_x concentratie in de rookgassen. Er is verondersteld dat er geen SCR hoeft te worden toegepast om NO_x uit de rookgassen te verwijderen (pagina 49 van A14). Dit geldt voor houtvergassing, maar het is de vraag of dat bij GFT ook geldt. GFT bevat 1,06 gewicht% stikstof. Schoon resthout bevat ongeveer 0,4 gewicht% N. Dit betekent dat bij GFT veel meer NH_3 in het stookgas aanwezig zal zijn dan bij hout en het is daarom twijfelachtig of bovenstaande aanname juist is. Deze aanname heeft veel invloed op het eindresultaat, omdat dan de volledige rookgasstroom uit de kolencentrale met SCR gereinigd moet worden. In de gevoeligheidsanalyse is de rookgasreiniging wel meegenomen; in het basisscenario is ze achterwege gelaten. Omdat het voor de hand liggend is dat NO_x uit de rookgassen moet worden verwijderd met SCR, is het realistischer dit in het basisscenario mee te nemen.
4. Als een restproduct een primaire grondstof van gelijke kwaliteit kan vervangen, wordt in de LCA de grondstof nog wel getransporteerd, maar de verwerking van dit restproduct wordt buiten de systeemgrenzen gehouden. Deze aanname kan worden gedaan als de vervolghandelingen van het restproduct gelijk zijn aan de handelingen die met het primaire materiaal worden vermeden. In het basisscenario voor vergassing wordt aangenomen dat de assen van de vergasser inzetbaar zijn in de cementindustrie. Op basis van de assamenstelling is door de

ENCI gesteld dat de assen ingezet kunnen worden als brandstof of vulstof, afhankelijk van het gehalte onverbrand (C). Daar wordt echter bij vermeld dat dit alleen mogelijk is na een goede onderbouwing omtrent de kwaliteit van de assen (die nu niet bekend is), de mate van constant zijn van deze kwaliteit en de economie van een en ander (pagina 52 van A14). Omdat GFT vergassing nog nergens wordt toegepast en er geen gegevens beschikbaar zijn over de askwaliteit, is het niet mogelijk vooraf vast te stellen of de assen in de cementindustrie ingezet kunnen worden. Een mogelijk probleem is de sterk wisselende samenstelling van GFT, waardoor geen constante askwaliteit kan worden gegarandeerd, welke wel door de cementindustrie wordt vereist.

Door al deze onzekerheden is het discutabel of een dergelijk concept dan als basisscenario mag worden gebruikt. In alle andere verwerkingsroutes is immers uitgegaan van bewezen technieken en zijn ontwikkelingen in de toekomst niet meegenomen. Voor een onderlinge vergelijking moet het basisscenario daarom tevens zoveel mogelijk zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek, zonder toekomstige ontwikkelingen. Een basisscenario zonder de aanname over de nuttige toepassing van de assen verdient dan de voorkeur.

5. In de energiebalans is opgenomen dat GFT wordt gedroogd in een wervelbeddroger. De GFT-damp wordt vervolgens via condensatie gebruikt voor voorverwarming van het voedingwater van de kolenketel. Op pagina 58 van achtergronddocument A14 is dit in de energiebalans opgenomen. Dit proces is technisch mogelijk en draagt bij aan de levering van duurzaam opgewekte elektriciteit. Het is echter de vraag of het een realistische optie is. Ten eerste is het een dure optie omdat corrosiebestendig materiaal moet worden gebruikt. Daarnaast is er in de kolencentrale nog meer waterdamp beschikbaar van hogere temperatuur dat eenvoudiger kan worden ingezet dan deze GFT-dampstroom. Dit gebeurt niet om economische redenen. De gekozen optie lijkt dus technisch wel mogelijk, maar toepassing is onwaarschijnlijk, eveneens om economische redenen.

Naast deze 5 punten zijn er nog een aantal andere niet voor de hand liggende aannames gemaakt, die het eindresultaat van de LCA beïnvloeden, zoals:

- Voor compostering is als referentie-installatie gekozen voor de CAW Wieringermeer installatie. Van deze installatie zijn echter verouderde gegevens gebruikt, waardoor deze gegevens niet representatief zijn voor de huidige stand der techniek. In de LCA is ervan uitgegaan dat de CAW geen condenswater en percolaatwater recirculeert. Dit is echter wel gebruikelijk bij GFT-composteerders en ook CAW heeft dit inmiddels in bedrijf genomen. Door aan te nemen dat er geen recirculatie is van water moet een relatief groot aandeel water worden gezuiverd. Terwijl in de praktijk blijkt dat diverse installaties zelfs een tekort hebben aan water.

Daarnaast heeft een gemiddelde composteringsinstallatie minder residu dan aangenomen in de LCA. Door het stortverbod op het GFT-residu en de afvalstoffenbelasting (78 EUR/ton) zijn veel bedrijven op zoek naar oplossingen. CAW heeft altijd een eigen stortplaats gehad en is daardoor nu pas bezig met

stortbeperkende maatregelen. Hierdoor zijn de gebruikte kentallen over de hoeveelheid residu niet representatief voor Nederland.

- Op pagina 11 worden de transportafstanden vastgelegd. Er is voor de vergassingsinstallatie een schaalgrootte gekozen waarbij de transportafstanden beperkt blijven. Grotere installaties bieden energetisch voordelen, maar brengen tevens grotere transportafstanden met zich mee. De gekozen grootte lijkt niet de meest voor de hand liggende. Uit de LCA studie volgt dat vergassing van GFT met bijstoken van het stookgas in een E-centrale uit milieu oogpunt de beste oplossing is. Als dit in het MER wordt opgenomen, zal vergassing van GFT bij een kolencentrale worden gestimuleerd en daardoor meer worden toegepast. Het aantal kolencentrales in Nederland is echter beperkt (7 eenheden op 5 lokaties), hierdoor is het aantal mogelijke locaties voor een dergelijke vergassingsinstallatie van GFT tevens beperkt. Als toch zoveel mogelijk GFT op deze manier moet worden verwerkt, zal de schaalgrootte van de vergasser groter zijn dan de in de LCA aangenomen grootte van 150.000 ton/jaar. De kans is hierdoor groot dat men in de praktijk met gemiddeld grotere transportafstanden te maken krijgt dan de in het achtergronddocument aangenomen 35 km. Volgens tabel 4.2 uit achtergronddocument A14 komt de gestandaardiseerde afstand in geval van 5 locaties in Nederland overeen met 75 km. De gebruikte aanname geeft dus een gunstiger beeld van vergassing dan realistisch is. Daarnaast dient in ogeschouw te worden genomen dat de kolencentrales niet gelijk over het land verspreid zijn, maar voornamelijk in het zuid/westen van het land staan. Hierdoor is de gemiddelde transportafstand waarschijnlijk nog meer dan 75 km.
- In dit MER (zie pagina 11 van achtergronddocument A14) is ervoor gekozen om uit te gaan van overslag naar grotere containers en het transport van inzameling tot het overslagpunt buiten de systeemgrenzen te laten. Hierdoor wordt geen onderscheid gemaakt in gescheiden inzameling en integrale inzameling. Bij de vijf verwerkingsroutes is echter niet altijd dezelfde inzameling gekozen. In het ene geval gaat men uit van gescheiden inzameling, in het andere geval van integrale inzameling. Zowel voor het bepalen van de milieu-effecten als voor de kostenvergelijking is het beter deze aspecten tot het systeem te rekenen, waardoor een goede onderlinge vergelijking van verwerkingsketens mogelijk is.
Er zijn dus twee mogelijkheden:
 - Vergelijk GFT verwerking voor gescheiden inzameling onderling en vergelijk de verwerkingsroutes voor integraal ingezameld GFT onderling. Hierbij wordt aangesloten bij de richtlijnen voor het LAP. Hierin wordt dit onderscheid namelijk ook gemaakt. Als voor deze optie wordt gekozen is het niet nodig de inzameling in de LCA mee te nemen, omdat alleen processen worden vergeleken met hetzelfde inzamelingsysteem.
 - Vergelijk alle routes voor het verwerken van GFT. In dit laatste geval moet de verwerkingsroute ook mee worden genomen in de LCA.
- De besparing op minerale meststoffen en kalkmeststoffen is meegenomen in de LCA. Hierbij is echter uitgegaan van de aanwezigheid van voedingsstoffen in

de compost. De kunstmestvervanging is echter laag ingeschat. Er is aangenomen dat de K, N en P die in het eerste jaar niet beschikbaar zijn voor de plant, ook daarna geen rol meer spelen. Voor N en P geldt echter dat door mineralisatie ook in latere jaren N en P vrijkomen voor de plant. Daarnaast heeft compost andere positieve effecten die niet in de LCA zijn meegenomen, zoals een lagere uitspoeling van mineralen door de aangebrachte organische stof. Bij compostering is dus uitgegaan van een scenario, waarbij de positieve effecten van compost niet optimaal zijn ingeschat. Dit effect van GFT is onderbouwd door deskundigen uit de landbouw:

- Dhr. Lotz van het PRI onderschrijft de stelling dat een goede hoeveelheid organische stof in de bodem leidt tot een betere opbrengst, onder meer door minder ziekte en door minder uitval door droogte en vocht.
- Dr. Ir. S. W. Molenaar van het NMI stelt dat op korte termijn N minder snel vrijkomt uit compost dan uit drijfmest. Voor een gemiddelde (GFT- en groen-) compost geldt dat na 10 jaar nog slechts 60 procent van de toegediende N is gemineraliseerd. De volledige onderbouwing van de heer Molenaar is als bijlage bij dit rapport toegevoegd.
- Dr. Ir. J.A. Termorshuizen van de Universiteit van Wageningen stelt dat het waterhoudendvermogen van de grond verbetert door het organische stofgehalte, waardoor uitspoeling van mineralen wordt beperkt.
- Bij verbranding in een AVI van integraal ingezameld GFT is in de standaard berekening aangenomen dat er geen vermeden energie is uit fossiele brandstoffen, omdat het verbrandingsproces op alleen GFT niet zou verlopen (zie pagina 41 van achtergronddocument A14) en omdat de bijdrage van de GFT aan de warmte-inhoud verwaarloosbaar is. Voor AVI's wordt echter aangenomen dat deze duurzame energie opwekken en daarom tevens voor REB regelingen in aanmerking komt. De met GFT opgewekte energie draagt wel bij aan de opwekking van duurzame energie. GFT heeft een stookwaarde van 3,16 GJ/ton en levert hiermee wel een bijdrage aan de elektriciteitsproductie. Als dit effect wordt meegenomen wordt verbranding minder ongunstig dan is weergegeven in de LCA. In de bijlagen van achtergronddocument A14 is de gevoeligheid van deze aanname wel bepaald en is tevens gekeken naar de situatie waarin deze energieopbrengst wel wordt meegenomen, maar in het basisscenario wordt dit niet gedaan. De eindconclusies van de MER worden gebaseerd op het basisscenario. Het lijkt logischer in het basisscenario de energieopbrengst mee te rekenen.
- De stookwaarde van GFT is gemiddeld 3,16 MJ/kg nat GFT. Uit eenvoudige berekeningen blijkt dat bij vergassing van GFT ongeveer 20% van de opgewekte energie uit plastic komt (zie pagina 59 van A14). Het is dus onterecht de volledige opbrengst als CO₂-neutrale energie te zien. In de LCA wordt dit voor het basisscenario wel gedaan. Voor de gevoeligheidsanalyse wordt dit effect wel berekend, maar door dit in het basisscenario op te nemen, worden de conclusies gebaseerd op een onjuiste aanname voor wat betreft de hoeveelheid geleverde CO₂-neutrale energie. Dit heeft enerzijds invloed op de milieu-effecten

(minder CO₂-besparing) en anderzijds op de kosten, omdat de niet hernieuwbare opgewekte elektriciteit minder opbrengt.

3.2 Ongelijke vergelijking

In de LCA worden vier bestaande processen vergeleken met één theoretisch, d.w.z. een nog niet in de praktijk toegepast, proces. Hierdoor worden de vier bestaande processen onder de huidige omstandigheden vergeleken met een theoretisch verwerkingsproces dat optimaal verloopt. Dit veroorzaakt een ongelijke vergelijking. De bestaande processen zouden in veel gevallen milieutechnisch ook optimaler uitgevoerd kunnen worden, maar hier spelen economische aspecten een rol. Het vergassingsproces is een theoretisch proces dat in energetisch optimale vorm is meegenomen, waarbij het de vraag is of dit proces in de economische werkelijkheid ook zo zou worden uitgevoerd.

Aandachtspunten hiervoor kunnen worden opgedeeld in 2 categorieën:

1. Vergelijking van een bestaand proces met een theoretisch proces;
2. Vergelijking van een proces met invloed van economische factoren met een theoretisch proces onder optimale condities.

3.2.1 Bestaand proces versus theoretisch, nog niet gerealiseerd proces

Vergassen is het enige proces dat in de LCA is opgenomen dat nog niet in de praktijk wordt toegepast. Dit maakt de vergelijking met de andere opties moeilijk, omdat er minder betrouwbare gegevens zijn en veel schattingen en aannames zijn gebruikt, bijvoorbeeld over de emissies. Er wordt op pagina 50 wel genoemd dat er onzekerheid bestaat over de kwaliteit van de assen en de werking van het concept, maar verder wordt dit niet sterk naar voren gebracht. De stand der techniek is dus een heel belangrijk aandachtspunt.

In deze LCA is een houtvergassingsinstallatie als referentie genomen. Deze installatie is echter nog in de demonstratiefase en toont bij vergassing van schoon hout nog de nodige technische problemen. Dit wordt in de LCA ook genoemd op pagina 66, maar er wordt verder niet op ingegaan. Voor een "brandstof" als GFT, dat inhomogener en meer verontreinigd is dan schoon hout (onder meer met zout), kunnen grotere problemen worden verwacht, die echter nog niet bekend zijn. De technische haalbaarheid van deze optie is derhalve nog zeer onzeker, evenals de gebruikte aannames in deze LCA.

Op pagina 10 van achtergronddocument A14 wordt gesteld dat metalen bij alle beschouwde verwerkingsalternatieven worden afgescheiden en gerecycled en dat hierdoor geen verschil ontstaat tussen de verschillende processen. Bij volledige afscheiding van metalen klopt deze aanname. Het is echter wel reëel te kijken naar de effecten wanneer de scheiding niet volledig is en er toch een stuk me-

taal in het verwerkingsproces terechtkomt. Een pomp kan hierdoor vastlopen, waardoor het proces wordt stilgelegd. Dit soort onzekerheden zullen vooral een rol spelen bij processen die nog niet in de praktijk worden toegepast, zoals bijvoorbeeld het HTU-proces. De aanname dat metalen 100% verwijderd worden is te optimistisch. Deze aanname heeft niet veel invloed op de LCA, maar bepaalt wel de technische haalbaarheid van een proces.

3.2.2 Huidig proces versus toekomstig proces

In het algemeen kan worden gesteld dat voor bestaande opties is gekeken naar de huidige stand der techniek, waarbij geen rekening is gehouden met toekomstige ontwikkelingen. Voor het theoretische proces (vergassing) zijn toekomstige ontwikkelingen wel meegenomen. Het vergassingsproces is een toekomstig proces dat niet op korte termijn zal worden toegepast.

Aan de hand van deze MER zal het beleid voor de verwerking van GFT voor de komende periode worden vastgesteld. Hiervoor is het belangrijk een beeld te hebben van de huidige stand der techniek en daarnaast van de mogelijkheden die er technisch zijn. Hier valt de vergassingsoptie onder, maar tevens kunnen bestaande verwerkingsroutes verder worden geoptimaliseerd. Er zijn opties die nog niet worden toegepast omdat ze economisch niet de meest aantrekkelijke zijn, maar die technisch wel mogelijk zijn. Voor het verkrijgen van een goed beeld zou het daarom goed zijn dergelijke economisch niet rendabele processen mee te nemen en tevens in kaart te brengen.

Een objectieve onderlinge vergelijking van processen moet derhalve voorafgegaan worden door de keuze of gekeken wordt naar voor het milieu optimale processen of naar processen zoals die in de praktijk worden toegepast.

Daarnaast zijn er nog mogelijkheden die mogelijk op korte termijn in de praktijk worden toegepast. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van het residu van compostering. Het residu van compostering wordt momenteel gestort, er worden echter proeven uitgevoerd om de plastic fractie in te zetten in een kolencentrale en het minerale deel als grondstof voor de wegenbouw. Door dergelijke ontwikkelingen zullen de milieu-effecten van compostering in de nabije toekomst dus afnemen.

Het vergassingsproces is een toekomstig proces dat niet op korte termijn zal worden toegepast. Op het moment dat vergassing wordt toegepast, worden dit soort mogelijkheden zoals residuscheiding wellicht ook al toegepast. Voor een goede vergelijking zou daarom voor de bestaande processen tevens rekening moeten worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen.

4. Effecten van de aannames op de eindresultaten

In achtergronddocument A14 is de gevoeligheid van enkele aannames bepaald. De gevoeligheidsanalyse zoals weergegeven in de bijlage van A14 geeft echter alleen de wisselende resultaten weer, zoals een andere CO₂ besparing of een langer transport. De effecten op de totale milieuscore worden niet weergegeven, waardoor het niet eenvoudig is de effecten van de verschillende aannames met elkaar te vergelijken.

Zoals in figuur 6.12.1 van de MER-rapportage is weergegeven, komt uit de uitgevoerde LCA dat vergassing heel veel positieve effecten heeft op het milieu. Op alle milieuthema's heeft vergassing van GFT een bijdrage aan vermeden milieubelasting. Aan de hand van deze figuur zal snel de conclusie worden getrokken dat vergassing de beste verwerkingsoptie is voor GFT.

Maar door de aannames iets anders te leggen, verandert dit beeld heel sterk. De beste manier om dit weer te geven is door de aanname omtrent de assen uit de vergasser te veranderen. In het basisscenario van de LCA is aangenomen dat de assen in de cementindustrie kunnen worden toegepast. Zoals in hoofdstuk 2 is besproken is het beter aan te nemen dat dit niet kan. Hierdoor veranderen de milieu-effecten echter sterk. Hiervan is in de uitgevoerde LCA in achtergronddocument A14 al aangetoond dat hierdoor de vergassing veel slechter scoort en hierdoor slechter is dan composteren of vergisten. Deze aanname uit het basisscenario is dus van zeer groot belang en bepalend voor de eindscore van vergassing.

Maar er zijn nog meer aannames omtrent vergassing die discutabel zijn. De belangrijkste hebben betrekking op de energiebalans zoals gebruikt in de LCA. Voor een vergelijking van het vergassingsproces met de andere verwerkingsprocessen, is het realistisch om de volgende veranderingen aan te brengen in het basisscenario:

- Stookgaskoeling tot 500°C i.p.v. 350°C;
- Geen GFT-damp condensatie;
- Slechts 80% van de opgewekte energie is duurzaam opgewekt, het andere deel is afkomstig van plastic. Voor dit deel is de elektriciteitsopbrengst 3,3 euro-cent/kWh minder. Daarnaast draagt dit deel bijvoorbeeld niet bij aan de vermeden emissies voor het broeikas effect.

Er zijn enkele eenvoudige berekeningen uitgevoerd om het effect van deze aannames te bepalen. Het gaat voor deze studie te ver een volledige LCA uit te voeren. Wel kan op eenvoudige wijze worden aangetoond wat de effecten zijn van de aannames op de eindresultaten van de LCA.

Door de bovengenoemde aannames te gebruiken wordt minder (hernieuwbare) energie opgewekt, waardoor minder energie uit kolen wordt vermeden. Dit heeft een sterk effect op veel factoren zoals gebruikt de LCA. Er is minder besparing op

het broeikas effect, omdat er minder duurzame energie wordt opgewekt. Maar tevens zijn bijvoorbeeld de voordelen op het thema abiotische effecten minder groot, omdat er minder kolen worden vermeden.

Als alleen wordt gecorrigeerd voor de hoeveelheid plastic en de bijborende hoeveelheid CO₂ krijgt vergassing een minder gunstig beeld voor het broeikas effect. De andere factoren veranderen niet of nauwelijks. De besparing op kolen en de bijbehorende voordelen zijn hierbij gelijk, omdat er wel kolen worden vervangen, maar door plastics en niet door organische componenten. Het totale effect hiervan is bij gelijke weging van de LCA-thema's verwaarloosbaar.

Als tevens rekening wordt gehouden met de optie dat de GFT-damp niet wordt gecondenseerd en dat de stookgassen tot 500°C worden afgekoeld i.p.v. tot 350°C verandert het resultaat sterker. Vergassen wordt hierdoor minder gunstig, maar scoort nog steeds goed t.o.v. alternatieven zoals composteren of vergassen. Hierbij is nog steeds aangenomen dat alle assen uit de vergasser nuttig kunnen worden toegepast in de cementindustrie. Dit blijft dus een optimistisch scenario. Als ook rekening wordt gehouden met het niet nuttig toepassen van de assen scoort vergassing hoger en is daarmee slechter dan de andere alternatieven zoals composteren en vergisten.

Op een zelfde manier kunnen de effecten voor de aannames omtrent compostering worden geëvalueerd. Doordat minder water wordt geloosd en minder residu wordt verbrand, zal compostering beter scoren dan weergegeven in figuur 6.12.1 en zal het verschil tussen vergassen en composteren kleiner zijn dan weergegeven in bovenstaande figuur.

Hieruit blijkt dat de resultaten uit de LCA met voorzichtigheid moeten worden gebruikt, vooral bij processen waar geen nauwkeurige gegevens van bekend zijn, zoals vergassing van GFT.

5. Kosten van de verwerkingsroutes

Van de in het MER vergeleken verwerkingsroutes zijn in het hoofddocument op pagina 110 tevens de verwerkingskosten weergegeven. De selectie van de meest milieuvriendelijke verwerkingsroute is alleen gebaseerd op milieu-effecten, maar voor een beoordeling van de verschillende verwerkingsroutes zijn tevens de kosten weergegeven. Hier kunnen een paar opmerkingen bij worden geplaatst:

- De kosten van de huidige installaties zijn commerciële kosten en zijn niet de werkelijke verwerkingskosten. Hier zitten tevens prijzen in voor winst, risico etc.

Een goed voorbeeld hiervan is het verwerkingsproces in een AVI. Verbranding kost volgens het hoofddocument 100 EUR/ton, dit zijn de prijzen die aan de poort moeten worden betaald. In de huidige situaties is het voor AVI's aantrekkelijk om laag calorisch afval te verwerken, omdat de hoeveelheid afval die ze kunnen verwerken thermisch beperkt is. Van laag calorisch afval kan meer worden verwerkt dan van hoog calorisch afval. Door deze marktwerking is een prijs van 100 EUR/ton ontstaan. In een eerder uitgevoerd onderzoek blijkt dat als de capaciteit van de AVI door zijn thermische belasting wordt gelimiteerd, de werkelijke kosten om GFT te verwerken in een AVI 30% - 50% lager liggen [1]. Ter vergelijking, voor plastics zijn deze kosten ongeveer anderhalf tot twee keer zo hoog. Dit is het geval als een installatie door zijn thermische belasting wordt gelimiteerd. In de praktijk zal een AVI niet alleen thermisch gelimiteerd zijn en spelen tevens andere factoren een rol. Deze prijzen geven echter goed weer dat de kosten van het verbranden van laag calorisch afval in een AVI veel lager zijn dan de kosten voor het verbranden van hoog calorisch afval. Hierdoor zijn de werkelijke kosten voor het verbranden van GFT lager dan de prijzen die aan de poort moeten worden betaald. Het is dus gevaarlijk de theoretische kostprijs van vergassing te vergelijken met de marktprijs voor verbranden. Een vergelijking met de werkelijke verwerkingskosten van GFT in een AVI (de kostprijs) zou realistischer zijn.

- Voor de vergassing is een geschat bedrag gebruikt voor de verwerkingskosten dat nog niet bewezen is en heel laag is. Het is vaak zo dat de verwachte kosten van een proces stijgen en de efficiency daalt naarmate de realisatie van een installatie op praktijkschaal naderbij komt.

Dit standpunt is gebaseerd op ervaringen uit het verleden en kan tevens worden onderbouwd aan de hand van hoofdstuk 2. Voor vergassing zijn relatief lage kosten ingeschat, gebaseerd op de houtvergassingscentrale bij de Amercentrale. De installatie voor vergassing van GFT zal echter duurder worden dan de bestaande houtvergassingsinstallatie, onder andere omdat de installatie corrosiebestendig moet zijn en omdat extra rookgasreiniging voor NO_x nodig is. Deze

kosten zijn nog niet meegenomen in het huidige basisscenario. Daarnaast is in het basisscenario aangenomen dat de opgewekte elektriciteit volledig CO₂-neutraal is, maar dat is door het hoge plastic gehalte niet het geval. Vergassing lijkt in tabel 6.12.5 van de MER een heel goedkope optie, maar hierbij is een te optimistische schatting gemaakt. Als deze bovengenoemde gegevens worden verwerkt zal vergassing tenminste in dezelfde orde van grootte als de andere opties liggen en lijkt een keuze voor vergassing op basis van de verwerkingskosten niet voor de hand liggend.

- De inzameling van GFT is niet meegenomen in de verwerkingskosten, terwijl er wel onderscheid wordt gemaakt in integraal inzamelen of gescheiden inzamelen. Voor verbranding en voor SVV is uitgegaan van integrale inzameling, terwijl bij de andere drie verwerkingsroutes is uitgegaan van gescheiden inzameling. Voor de vergelijking van de kosten van de verschillende verwerkingsroutes moet daarom tevens het verschil in kosten voor de inzameling worden meegenomen.

6. Hoofdpunten m.b.t. het LAP

Naast de opmerkingen over het achtergronddocument A14, zijn er nog enkele opvallende aspecten die opvallen bij het lezen van de MER en het LAP:

- Voor het trekken van conclusies is het van groot belang vast te stellen op welke tijdstermijn wordt gekeken:
 - Er wordt een beleid opgesteld voor de komende periode van 4 jaar met een doorkijk naar de daarop volgende zes jaar. Het is de vraag of vergassing dan wel als optie moet worden meegenomen. Op korte termijn is het technisch nog niet haalbaar en is men nog bezig de techniek om hout te vergassen, te ontwikkelen. Het is daarom niet realistisch ervan uit te gaan dan GFT op korte termijn kan worden vergast. Alleen voor de toekomstige verwachtingen kan vergassing in ogenschouw worden genomen.
 - Als er tevens beslissingen over langere periodes worden genomen, spelen aspecten als de levensduur van een kolencentrale een rol. Als GFT wordt vergast om bij te stoken in een kolencentrale, is de installatie wel afhankelijk van de levensduur van een kolencentrale. Sommige kolencentrales worden in 2010 afgeschreven, andere tot 2020. Voor installaties die in 2010 worden afgeschreven zullen minder grote investeringen worden gedaan dan voor installaties die nog langer meegaan, voor deze installaties is vergassing van GFT daarom geen optie.
 - Bovendien dient bij langere periodes rekening te worden gehouden met andere technieken die in ontwikkeling zijn en geoptimaliseerde uitvoeringen van bestaande installaties.
- Het Nederlandse beleid is erop gericht dat materiaalhergebruik de voorkeur heeft boven energieopwekking. Er wordt veel gediscussieerd over de waarde van de Ladder van Lansink. Toch dient men er bij de evaluatie rekening mee te houden dat in het ene verwerkingsproces sprake is van materiaalhergebruik (de grondstofkringloop), terwijl in het andere proces energie wordt opgewekt. Dit komt in een LCA echter niet naar voren, omdat hier alleen de milieu-effecten worden bekeken. In het LAP wordt gesteld dat voorkomen moet worden dat energietoepassingen een dermate aanzuigende werking hebben op afvalstoffen dat hergebruik in gevaar komt, dit leidt immers tot milieudruk. In de MER wordt hier geen aandacht meer aan geschonken, maar dit is voor het LAP wel een belangrijk onderscheid tussen de verwerkingsroutes. Verbranden van GFT in een AVI is verwijdering van afvalstoffen en geen nuttige toepassing, waardoor het binnen het Nederlandse beleid geen voorkeur heeft GFT-afval te verbranden in een AVI.
- De milieuthema's kunnen op verschillende manieren worden gewogen. Op dit punt komt het LAP niet overeen met de opgestelde MER. In de MER wordt gesteld dat bij alle weegmethoden het vergassen en bijstoken van het stookgas de laagste milieubelasting heeft. Letterlijk wordt gesteld dat:

Het gescheiden inzamelen van GFT-afval en bijstoken van opgewekte biogas in een kolen-gestookte energiecentrale heeft bij alle weegmethoden verreweg de laagste milieubelasting. Verantwoordelijk hiervoor is de vermeden productie van energie uit primaire brandstoffen (steenkool) waardoor uitputting van steenkool en emissies van CO₂ en SO₂ worden vermeden. Tevens wordt hierdoor finaal afval bij de primaire energieproductie vermeden met als gevolg dat ook bij de DtT-weegmethoden de milieubelasting het laagste is.

In het LAP is echter gesteld dat:

Bij een vergelijking van alle technieken is vergassen van gescheiden GFT-afval significant beter dan de andere technieken, met uitzondering van een weging waarbij de mate van toepassing van een verwerkingstechniek bijdraagt aan het realiseren van beleidsdoelen (Distance-to-target) de doorslag geeft. In dat geval zijn de verschillen tussen de technieken niet significant.

Hieruit blijkt dat verschillende conclusies worden getrokken uit de resultaten van de LCA en dat het LAP op dit punt niet in overeenstemming is met de opgestelde MER.

Dit komt waarschijnlijk door een fout in tabel 6.12.4 in het hoofddocument van de MER. De weergegeven getallen in deze tabel kloppen niet voor de opties DtT voor milieuthema's en DtT voor LCA-thema's. De vermenigvuldiging met weegfactoren zoals aangegeven in achtergronddocument A2 geeft andere resultaten dan de gegevens uit tabel 6.12.4, de gegevens zoals gepresenteerd in het MER zijn dus onjuist. Als de juiste weegfactoren uit achtergronddocument A2 worden gebruikt, scoort vergassing minder gunstig dan weergegeven in tabel 6.12.4. Dit verklaart het verschil tussen de conclusie uit het MER en de conclusie uit het LAP.

Maar ook als wel de juiste gegevens worden gebruikt in deze tabel is het discutabel of het verschil tussen composteren en vergassen significant te noemen is. Volgens het LAP is dit verschil niet significant als gekeken wordt naar de weging aan overheidsdoelstellingen (DtT). Maar het verschil dat hierbij bestaat tussen de totale effectscores ligt in dezelfde orde van grootte als de verschillen bij een weging waarbij de LCA thema's even zwaar wegen. Het kan niet zo zijn dat dit verschil de ene keer wel significant is en de andere keer niet.

- De duurzaam opgewekte elektriciteit levert een hoge opbrengst op door de bestaande REB-regeling. Voor duurzaam materiaalgebruik bestaat echter geen dergelijke regeling, terwijl daarbij tevens fossiele grondstoffen worden bespaard. Een voorbeeld hiervan is veenvervanging door opgewerkte GFT. Hierdoor wordt een langcyclisch koolstof vervangen door kort cyclisch. Dit wordt echter niet op een gelijke manier financieel ondersteund als energie opwekking, waardoor de ontwikkeling van verwerkingsroutes die materialen maken i.p.v. energie niet wordt bevorderd.

- In het LAP (deel 3 sectorplannen) wordt een rendementseis gesteld van 30% voor laagcalorische stromen. Volgens de huidige LCA wordt hier ruimschoots aan voldaan. Maar als het proces minder optimaal verloopt, zoals doorberekend in hoofdstuk 4, dan is het de vraag of aan deze rendementseis wordt voldaan. Als rekening wordt gehouden met een vermindering van de totale opbrengst van 2 MW (omdat condensatie van GFT-damp niet wordt toegepast (1,4 MW) en omdat stookgas minder wordt afgekoeld (0,6 MW)) is het totale rendement ruim 30%, waarmee nog net aan deze eis wordt voldaan. De overige stappen moeten dan wel volgens de optimale configuratie plaatsvinden.
- Bij de beschrijving van de minimumstandaard voor verwerking van GFT wordt gesteld dat gescheiden inzameling van GFT-afval nodig is om vergassen als meest milieuvriendelijke alternatief op termijn mogelijk te maken. Door de vele onzekerheden over de haalbaarheid van vergassen van GFT, is het de vraag of dit een reden is om gescheiden inzameling in stand te houden. De gescheiden inzameling sluit echter tevens goed aan bij het Nederlandse beleid. Om materiaalhergebruik mogelijk te maken moet de grondstof zo zuiver mogelijk zijn en aan zo hoog mogelijk kwaliteitseisen voldoen. De kwaliteit van gescheiden ingezameld GFT-afval is hoger dan de kwaliteit van integraal ingezameld GFT. Gescheiden GFT-afval bevat bijvoorbeeld veel minder zware metalen dan integraal ingezameld GFT-afval. Met het oog op materiaalhergebruik is gescheiden inzameling van GFT-afval gewenst, omdat hiermee mogelijke toekomstige toepassingen voor materiaalhergebruik kunnen worden gestimuleerd.

7. Visie op de toekomst

Voor de inzet van GFT op de langere termijn lijken twee verwerkingsroutes de beste perspectieven te hebben. De ontwikkeling van deze routes zal waarschijnlijk simultaan plaats vinden.

1. Ten eerste kan GFT worden ingezet als hernieuwbare grondstof. Een interessante mogelijkheid is bijvoorbeeld de inzet voor veenvervanging. Veenvoorraden raken op en men is druk op zoek naar alternatieven. In Engeland speelt dit in de politiek al een heel belangrijke rol en ook in Nederland groeit de belangstelling voor alternatieve grondstoffen. GFT lijkt hiervoor een goede grondstof. GFT zal wel de nodige verwerkingsstappen moeten ondergaan, maar daardoor ontstaat een waardevol product dat primaire grondstoffen kan vervangen. Het lijkt onnodig GFT in te zetten voor het vervangen van meststoffen, opwerking tot zeer schone compost of veenkwaliteit zal in de toekomst waarschijnlijk meer worden toegepast.
2. Daarnaast lijkt de inzet van GFT of deelstromen van GFT als grondstof voor duurzame energie perspectiefvol, bijvoorbeeld als brandstof voor vergassing of als grondstof voor een van de opties zoals genoemd in hoofdstuk 2. Hierbij is grootschalige vergassing met bijstoken van het stookgas in een E-centrale een mogelijke optie, maar zeker niet de enige. Om de doelstellingen voor duurzame energie in Nederland te halen zal veel biomassa moeten worden ingezet als brandstof. GFT is hier een geschikte stroom voor, door de lage prijs voor GFT en de grote hoeveelheid die beschikbaar is, maar er zal nog wel ontwikkeling nodig zijn om dit technisch mogelijk te maken. Ook hiervoor geldt dat de lage prijs van GFT deels wordt gecompenseerd door de verontreinigingen (plastics, zand, zout) die GFT bevat, waardoor meer of andere verwerkingsprocessen nodig zijn dan bij de verwerking van schone biomassastromen.
Bij de inzet van GFT zal aangesloten worden bij het Nederlandse beleid, waarbij voorkeur bestaat voor nuttige toepassing als materiaal. Indien mogelijk zal gekozen worden voor materiaalhergebruik, waarbij het mogelijk is dat deelstromen uit GFT ingezet worden voor energieopwekking.

Voor de nabije toekomst zal GFT voornamelijk gecomposteerd en vergist worden, omdat daarvoor veel contracten nog lopen. Over enkele jaren lopen deze contracten af, dan pas zijn grootschalige alternatieve verwerkingsroutes mogelijk. De komende jaren zal dus voornamelijk ingezet worden op kwaliteitsverbetering van de geproduceerde compost, omdat men in ieder geval tot 2005 nog blijft composteren. Op langere termijn is vergassing naast andere processen wellicht wel mogelijk, maar om hier een goed beeld van te krijgen voor wat betreft de gevolgen van het milieu, moeten meer gegevens bekeken over o.a. de stookgassamenstelling en de kwaliteit van de assen.

8. Conclusies

In de LCA zoals beschreven in achtergronddocument A14 wordt geconcludeerd dat vergassing van GFT met bijstoken van het stookgas in een kolencentrale de optimale verwerking is van GFT. De kans dat het proces volgens de aangenomen configuratie ook werkelijk kan worden uitgevoerd is echter klein. Ten eerste zijn er technische knelpunten die dit onmogelijk maken. Zo kan het stookgas bijvoorbeeld niet tot 350°C worden afgekoeld, omdat hierdoor teren zullen condenseren. Daarnaast zal om economische redenen dit proces waarschijnlijk niet in een dergelijke optimale configuratie worden geplaatst. De condensatie van GFT-damp is bijvoorbeeld een hele dure processtap, die daarom niet snel zal worden toegepast. Daarbij zijn de resultaten van de uitgevoerde LCA sterk afhankelijk van de gemaakte aannames. Minder optimistische (maar zeker zo realistische aannames) leiden tot conclusies waarbij het voordeel van vergassen ten opzichte van andere technologieën niet meer aanwezig is. De keuze voor vergassing van GFT als milieuvriendelijkste verwerkingsroute is gebaseerd op enkele niet voor de hand liggende aannames en kan door de beperkte beschikbaarheid van informatie over vergassen van GFT niet worden gemaakt.

Naast de onzekerheid over de gemaakte aannames, worden de resultaten tevens sterk bepaald door het feit dat een geïdealiseerd toekomstig proces wordt vergeleken met bestaande installaties. Dit maakt de onderlinge vergelijking niet mogelijk en maakt de conclusies van de LCA nog onzekerder. Voor vergassing is een optimale verwerkingsroute aangenomen, welke om economische redenen waarschijnlijk in de praktijk niet zal worden toegepast. Voor de bestaande processen is uitgegaan van de installaties zoals die in de praktijk worden toegepast. Deze bestaande processen kunnen tevens worden geoptimaliseerd, maar of dit in de praktijk ook gebeurd is afhankelijk van economische overwegingen.

Tevens zijn er nog andere verwerkingsroutes die kunnen worden opgenomen in de LCA. In de richtlijnen voor het MER worden vier bestaande verwerkingsroutes genoemd. De verwerkingsroute waarbij GFT wordt vergast is later toegevoegd, omdat pas na het opstellen van de richtlijnen is gebleken dat vergassing van GFT in andere studies als een op termijn realistische optie wordt genoemd. Echter, er zijn veel meer realistische, maar nog niet in de praktijk toegepaste technologieën, die in de evaluatie zouden kunnen worden meegenomen. Voor het bepalen van de milieuvriendelijkste verwerkingsroute voor de toekomst moeten deze processen tevens in beschouwing worden genomen.

Uit de evaluatie uit onderhavige studie blijkt dat het door alle onzekere aannames niet mogelijk is te concluderen dat vergassing een betere milieuscore heeft dan de bestaande processen. Als niet op basis van milieu-effecten een keuze voor een proces wordt gemaakt, kunnen de kosten een belangrijke rol spelen bij de keuze voor een verwerkingsroute. Voor vergassing is een hele optimistische schatting van de

verwerkingskosten gemaakt. De werkelijke verwerkingskosten liggen waarschijnlijk hoger en zullen tenminste in dezelfde orde van grootte als de andere opties liggen. Een keuze voor vergassing op basis van de verwerkingskosten ligt hierdoor ook niet voor de hand.

Omdat er veel onzekerheden bestaan over de haalbaarheid van vergassing en omdat de milieuvoordelen van vergassing minder groot zijn dan weergegeven in achtergronddocument A14, is er onvoldoende reden om voor vergassing het systeem van gescheiden inzameling van GFT in stand te houden. Met het oog op toekomstige mogelijkheden voor opwerking van GFT voor materiaalhergebruik is het wel gewenst de gescheiden inzameling van GFT in stand te houden, omdat hiermee een GFT-afval van hogere kwaliteit ontstaat dan bij integraal ingezameld GFT, waardoor toepassing voor materiaalhergebruik eerder mogelijk is.

Voor de nabije toekomst zal GFT voornamelijk gecomposteerd en vergist worden, omdat daarvoor veel contracten nog lopen. Over enkele jaren lopen deze contracten af, dan pas zijn grootschalige alternatieve verwerkingsroutes mogelijk. De komende jaren zal dus voornamelijk ingezet worden op kwaliteitsverbetering van de geproduceerde compost, omdat men in ieder geval tot 2005 nog blijft composteren. Op langere termijn is vergassing technisch wellicht wel mogelijk, maar om hier een goed beeld van te krijgen voor wat betreft de gevolgen voor het milieu en de publieke bereidheid hiervoor gescheiden te blijven inzamelen, moeten meer gegevens bekend zijn over o.a. de stookgassamenstelling en de kwaliteit van de assen alsmede over het draagvlak bij de bevolking. En de keuze voor grootschalige vergassing en bijstoken voor de toekomst is een mogelijke keuze, maar zeker niet de enige. Hiervoor zal eerst een goede vergelijking van mogelijke processen moeten worden gemaakt en de maatschappelijke aspecten worden afgewogen.

9. Referenties

- [1] Ir. L.P.M. Rijpkema, Dr. Ir. J.A. Zeevalkink, Specific processing costs of waste materials in a municipal solid waste combustion facility, TNO, July 1996
- [2] NMI, Waarde- en methodiekbepaling milieurendement GFT-compost, 2000
- [3] Kema, Een life Cycle Cost Management Analyse van vijf verwerkingstechnieken voor GFT, 2000
- [4] Dr. Ir. J.A. Zeevalkink (TNO), Drs. Ing. R. van Ree (ECN), Conversietechnologiën voor de productie van elektriciteit en warmte uit biomassa en afval, EWAB marsroutes taak 2, november 2000
- [5] Ir. L.P.M. Rijpkema, Ir. A.M.G. Schlieff, Aanzet tot classificatie van biomassa met modelmatige aanpak, TNO-MEP, december 1997
- [6] Ontwerp Landelijk afvalbeheerplan (LAP) 2002 – 2012, inspraakversie, 11 januari 2002
- [7] Milieueffectrapport landelijk afvalbeheerplan 2002 – 2012, Afval Overleg Orgaan, januari 2002
- [8] Ministerie van VROM, Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie afvalstoffen, Richtlijnen voor het milieueffectrapport (MER) landelijkafvalbeheersplan (LAP), 25 januari 2000
- [9] R. van Ree, R. Korbee, T. de Lange, S. Eenkhorst, B. Groenendaal, Mee-/bijstookpotentieel biomassa in kolencentrales en aardgas-gestookte installaties, bepaling van de milieutechnische- en financieel-economische haalbaarheid, ECN, november 2000
- [10] Persoonlijke communicatie met Aad Termorshuizen, WUR, vakgroep biologische bedrijfssystemen
- [11] Persoonlijke communicatie Wolter Elbersen, ATO
- [12] Persoonlijke communicatie dhr. Lotz, PRI
- [13] Persoonlijke communicatie Marc de Boode, LNV, dir. Landbouw afdeling mineralen
- [14] Persoonlijke communicatie dhr. S. Moolenaar, NMI

- [15] Persoonlijke communicatie dhr. T. Brethouwer, Essent milieu
- [16] Persoonlijke communicatie dhr. P. Bakkers, Essent Milieu
- [17] Persoonlijke communicatie Rob Remmers, Essent, projectleider biomassa
- [18] Persoonlijke communicatie Peet de Bruin, Comporec
- [19] Persoonlijke communicatie dhr. M. Heijmans, LTO
- [20] Persoonlijke communicatie dhr. Willeboer, Essent

10. Verantwoording

Namen en adressen van de opdrachtgevers

VVAV
t.a.v. de heer. G. van Bezooijen
Postbus 19300
3501 DH Utrecht

Namen en functies van de projectmedewerkers:

Ir. P.D.M. Meulman
Dr.Ir. J.A. Zeevalkink
Ing. R.N. van Gijlswijk

Naam van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

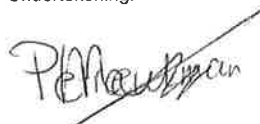
Techno Invent
De heer O. Hazewinkel

Bijlage 1 is verzorgd door Dr.Ir. S.W. Moolenaar
(NMI)

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

Maart 2002

Ondertekening:



Ir. P.D.M. Meulman
projectleider

Goedgekeurd door:



Ing. S. van Loo
afdelingshoofd

Bijlage 1 Notitie naar aanleiding van de LAP-MER op verzoek van TNO-MEP/Techno-Invent

Nutriënten Management Instituut NMI BV
Dr.Ir. Simon W. Moolenaar

Organische stof: belang voor de bodemvruchtbaarheid

Organische stof is van invloed op de fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid. De fysische bodemvruchtbaarheid omvat onder andere de structuur, de bewerkbaarheid en het vochtbindend vermogen van een bodem. Het effect van organische stof op de chemische bodemvruchtbaarheid van een grond wordt enerzijds gevormd door de bindingscapaciteit van organische stof voor voedingsstoffen en anderzijds door de levering van plantenvoedende stoffen door organische stof. Onder biologische bodemvruchtbaarheid worden alle organismen in de grond gerekend die een positieve dan wel negatieve invloed uitoefenen op de productiecapaciteit van de bodem.

De mate waarin organische stof de te onderscheiden vormen van bodemvruchtbaarheid beïnvloedt, wordt onder andere bepaald door de stabiliteit van de organische stof. Klei- en zandgronden bevatten van nature vaak een hoeveelheid oude organische stof die redelijk stabiel is. Deze stabiele organische stof vormt het grootste deel van de totale hoeveelheid organische stof die in de bodem aanwezig is en draagt bij aan de structuur en bindingscapaciteit. Daarnaast bevatten de meeste landbouwpercelen een geringer deel jonge organische stof die instabiel is. Deze organische stof draagt bij aan de instandhouding van de biologische bodemvruchtbaarheid en levert veel voedingsstoffen. **Voor een optimale bodemvruchtbaarheid is een juiste verhouding tussen oudere en verse organische stof vereist. Daarvoor dient de jaarlijkse afbraak van organische stof uit de verschillende organischestoffracties in de grond afdoende gecompenseerd te worden via de aanvoer van gewasresten, groenbemesters en bodemverbeteraars die stabiele of minder stabiele organische stof bevatten. De aanvoer van meer stabiele organische stof kan bijvoorbeeld plaatsvinden via GFT-compost en groencompost.**

Belang van compost voor de organischestofvoorziening van Nederlandse landbouwgrond

Uit onderzoek van NMI en Blgg ten aanzien van gehalten organische stof in bouwland wordt geconcludeerd dat er duidelijke verschillen zijn in het organischestofgehalte tussen grondsoorten en geografische regio's. **Er is een aanzienlijk areaal met een waardering 'laag' in relatie tot het organischestofgehalte. Hiervan uitgaande is op ruim 100.000 hectare Nederlands bouwland een verhoging van**

het organischestofgehalte gewenst. Dit is ongeveer 13 procent van het totale bouwlandareaal.

Het grootste areaal bouwland waarop een verhoging is gewenst, ligt op de jonge zeekleigronden in het Zuidwestelijk kleigebied (circa 47.000 hectare) en het Noordelijk kleigebied (circa 26.000 hectare). Daarnaast is ook het areaal IJsselmeergrond in de IJsselmeerpolders en de Noord-Hollandse droogmakerijen, waarop een verhoging is gewenst, aanzienlijk (circa 11.000 hectare). Indien een ondergrens van minimaal 4 procent (in plaats van 2 tot 3 procent) voor het organischestofgehalte op zandgrond wordt aangenomen, is het areaal bouwland waarop een verhoging is gewenst nog groter en dit bedraagt dan ongeveer 250.000 hectare. Dit is circa 31 procent van het totale areaal bouwland in Nederland. Deze getallen moeten nog nader getoetst worden met behulp van door Blgg ontwikkelde streefwaarden voor organische stof in de bodem.

Nog afgezien van de noodzaak die op bepaalde gronden bestaat om het gehalte aan organische stof te verhogen, is een algemeen door praktijk en beleid aangevaard uitgangspunt dat het zaak is om de huidige organischestofgehalten in ieder geval te handhaven. Wanneer het de doelstelling is om de organischestof-toestand van de bodem tenminste te handhaven, is in de meeste gevallen compost een nuttige en (afgezien van de beschikbaarheid van andere stabiele bodemverbeteraars) veelal noodzakelijke bron van stabiele organische stof. In geval verhoging van het percentage organische stof in de bodem gewenst is, worden nut en noodzaak nog vergroot.

De gemiddelde GFT-compost en sommige soorten groencompost zijn op een termijn van 100 jaar ongeveer tien maal effectiever als bron van organische stof dan bijvoorbeeld dunne varkensmest. Ook een gemiddelde groencompost leidt tot een goede opbouw van organische stof in de bodem; deze bedraagt de helft van de opbouw bij toediening van een gemiddelde GFT-compost en is dus vijf maal zo effectief als dunne varkensmest.

Landbouwkundig gezien is de bijdrage van compost aan de organischestofvoorziening dus veelal zeer gewenst met het oog op de fysische bodemvruchtbaarheid (bodemstructuur, bewerkbaarheid, watervasthoudend vermogen, etc.), de chemische bodemvruchtbaarheid (tijdelijke vastlegging en buffering van plantenvoedende stoffen) en de biologische bodemvruchtbaarheid (een gezond en actief bodemleven, minder ziektedruk).

Landbouwkundige waarde van compost: organische stof en nutriënten

De landbouwkundige waarde van compost betreft met name de levering van (stabiele) organische stof en van nutriënten zoals stikstof (N) en fosfaat (P). De mate waarin nutriënten vrijkomen, is tevens van invloed op de eventuele verliezen

ervan naar het milieu. Daarom moet het karakteriseren van de landbouwkundige waarde van compost ondermeer gericht zijn op:

- de levering van stabiele organische stof;
- en het vrijkomen van nutriënten (N en P) uit de bodemverbeteraars.

De levering van stabiele organische stof wordt bepaald door:

- de hoeveelheid organische stof die met een bodemverbeteraar kan worden aangevoerd (dit is afhankelijk van de gehanteerde gift en het organischestofgehalte van het product); en door
- de stabiliteit van de organische stof ('effectieve organische stof').

De mineralisatie van N en P betreft eenvoudig gesteld het in anorganische (ook wel 'minerale') vorm vrijkomen van de N en P die gebonden is aan of in de organische stof van een materiaal. Mineralisatie is dus direct gerelateerd aan de afbraak van organische stof. Door deze mineralisatie zullen de nutriënten (N en P) in compost in hoofdzaak geleidelijk beschikbaar worden voor gewassen en zullen ze deels verloren kunnen gaan.

De N-aanvoer wordt bepaald door de gehanteerde gift en het N-gehalte. Naast het N-totaalgehalte zou ook het N-mineraalgehalte bepaald moeten worden, omdat dit deel van de N direct beschikbaar is. Het vrijkomen van N uit compost wordt verder bepaald door de hoeveelheid met de compost aangevoerde organisch N en door de stabiliteit van de organische stof.

Het vrijkomen van P uit de compost is niet eenvoudig te bepalen, omdat een deel van de P in organische en een deel in minerale vorm in de compost aanwezig is. Er is onvoldoende informatie beschikbaar over de verdeling van P over organische en minerale verbindingen in de composten. De totale P-aanvoer met compost lijkt de beste maat voor de beschikbare P uit compost.

Compost als oplossing voor huidige knelpunten in verschillende landbouwsectoren

In opdracht van LTO-Nederland, de KAVB en de NBvB en de Ministeries van LNV en VROM heeft Nutriënten Management Instituut NMI onderzocht of en in hoeverre 'MINAS-vrije bodemverbeteraars' een oplossing bieden voor de knelpunten in de vollegrondsgroenteteelt, de bollenteelt en de boomteelt bij het realiseren van de MINAS-normen. De knelpunten worden veroorzaakt doordat het in de genoemde sectoren moeilijk is binnen de kaders van MINAS zowel voldoende organische stof aan te voeren als het gewas van voldoende N te voorzien.

Wat betreft de knelpunten in de *vollegrondsgroenteteelt* (met name prei- en slabdrijven) is vastgesteld dat het organischestofgehalte met MINAS-vrije bodemverbeteraars, waaronder GFT-compost, in veel gangbare situaties op peil kan worden gehouden.

In de **bollenteelt** zal het buiten MINAS houden van bodemverbetersaars in vrijwel alle gevallen leiden tot een oplossing van de knelpunten. Dit blijkt uit een 'worst case' scenario met een hoge N- en organischestofbehoefte. In dit scenario wordt gebruik gemaakt van vaste rundermest, GFT-compost en kunstmest. Als de GFT-compost buiten MINAS wordt gehouden, wordt voldaan aan de MINAS-norm. De belangrijkste eis die aan composten voor de bollenteelt wordt gesteld heeft betrekking op de levering van organische stof.

In de **boomteelt** kan de combinatie van de organischestofbehoefte en de N-behoefte tot problemen leiden in relatie tot MINAS (met name op droge zandgronden, met N-behoefte gewassen en hoge organischestofgehalten). De verwachting is dat MINAS-vrije compost ook in deze gevallen zorgt voor een oplossing van de problemen.

Effecten van de toediening van compost op bodemkenmerken

De volgende parameters kunnen worden gerelateerd aan veranderingen in bodemeigenschappen ten gevolge van composttoediening:

Fysisch:

- Bodemstructuur
 - hogere stabiliteit van aggregaten: o.a. vermindering erosiegevoeligheid (verstuiwing, verslemping)
 - lagere bulkdichtheid: o.a. betere drainage, beluchting en 'doordringbaarheid'
- Waterhuishouding
 - verhoogde watercapaciteit: o.a. preventie of reductie van oogstverlies bij droogte
 - verhoogde waterinfiltratie: o.a. verhoging waterbergend c.q. afvoerend vermogen

Biologisch:

- Bodemmicrobiologie
 - toename microbiële biomassa: o.a. actief bodemleven
 - ziekteverendheid

Chemisch:

- Nutriëntenbalans
 - levering van plantenvoedende stoffen door organische stof
- Bufferend vermogen
 - bindingscapaciteit van organische stof voor voedingsstoffen

In geval van extreme weercondities (droogte of regen) mag dan ook verwacht worden dat een goede organischestofhuishouding de nadelige effecten beter zal bufferen. In geval van droogte wordt namelijk een beter vochtvasthoudend vermogen

verwacht (wat een positief effect kan hebben op de gewasopbrengst) en in het geval van zeer natte omstandigheden wordt verminderde uitspoeling van nutriënten en ook een betere vochtafvoer verwacht.

Economische aspecten van compostgebruik

In de land- en tuinbouw wordt het financiële resultaat mede bepaald door het product van de gewasopbrengst en de prijs van het gewas minus de netto gebruikskosten voor meststoffen en bodemverbeteraars. De netto gebruikskosten van een bodemverbeteraar bestaan uit de bemestingskosten (prijs van een bodemverbeteraar plus de kosten voor toediening daarvan) minus de besparing op minerale meststoffen. Het is belangrijk te constateren dat de prijsstelling van dierlijke mest ('geld toe' door het mestoverschot) in combinatie met aanvullende beperkingen ten gevolge van de BOOM-regelgeving het gebruik van compost in de praktijk beperkt. Dit is dus niet in eerste instantie een gevolg van een beperkte behoefte aan compost. De intrinsieke waarde van compost wordt in de praktijk wel onderkend, maar dit kan zich door deze invloed van dierlijke mest op de concurrentiepositie niet voldoende vertalen in een economische waarde.

Voor Nederlandse GFT-compost is nog niet proefondervindelijk aangetoond dat het gebruik duidelijk positieve effecten heeft op de gewasopbrengst of op de kwaliteit van de te telen gewassen. Op de (middel)lange termijn zijn dergelijke effecten echter wel te verwachten. Onderzoeksresultaten uit België en Duitsland laten bij gebruik van groencompost wel een stijging in de gewasopbrengst of een verbetering van de kwaliteit zien. Het effect wordt echter veroorzaakt door een hogere dosering dan in Nederland is toegestaan.

Bij herhaald (jaarlijks of tweejaarlijks) gebruik van GFT-compost wordt ondermeer een bijdrage geleverd aan de nutriëntenstatus en de organischestof-toestand van de bodem. Dit zal leiden tot de in de vorige paragraaf beschreven positieve effecten en kan op termijn dan ook zeker leiden tot een beter financieel resultaat ten gevolge van verhoogde gewasopbrengst en –kwaliteit. Daarnaast zijn er duidelijke aanwijzingen dat compost een belangrijke bijdrage kan leveren aan vermindering van gewasschade ten gevolge van plantenziekten (ziektewerende werking).

Vastlegging van nutriënten/werking van kunstmest

Door een goede voorziening van de bodem/bouwvoor met organische stof zal een betere buffering plaatsvinden van de positief geladen ionen (kationen) in de bodem. De uitspoeling van nutriënten die aanwezig zijn als kationen (bijvoorbeeld ammonium en kalium) kan dus verminderen waardoor de werking van deze nutriënten vergroot wordt. In het geval van toediening van kunstmest betekent dit dat de nutriënten die daarin aanwezig zijn als kationen ook beter geadsorbeerd kunnen

worden aan de organische stof. Dit vermindert de uitspoeling en kan de werking van de via kunstmest toegediende nutriënten vergroten.

Emissies van broeikasgassen

Wat betreft emissie van broeikasgassen wordt geen vermindering van emissies verwacht ten gevolge van de aanwezigheid van (meer) organische stof. Door mineralisatie, nitrificatie en denitrificatie zullen de emissies van deze gassen eerder nog verhoogd worden als er veel organische stof in de bodem aanwezig is.

Veenvervanging

GFT-compost kan, onder voorwaarden, ook gebruikt worden als substituuut voor veen in boomteelt, potgronden en substraatteelt.

Literatuur

Applying Compost – Benefits and Needs. Symposium te Brussel, 22-23 November 2001:

- Kluge, R. & R. Bolduan. Several years compost application – effects on soil physical properties.
- Weinfurtner, K. Meliorating physical properties: effectiveness of compost.

Edwards, L., J.R. Burney, G. Richter & A.H. MacRae. 2000. Evaluation of compost and straw mulching on soil-loss characteristics in erosion plots of potatoes in Prince Edward Island, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 81 (3): 217-222.

Albiach, R., R. Canet, F. Pomares & F. Ingelmo. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology* 76 (2): 125-129.